

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010 年 4 月 1 日を以って NEC エレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願い申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010 年 4 月 1 日

ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りが無いことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。

標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット

高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）

特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社がその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

改訂一覧は表紙をクリックして直接ご覧になれます。
改訂一覧は改訂箇所をまとめたものであり、詳細については、
必ず本文の内容をご確認ください。

H8S/2112 グループ

ハードウェアマニュアル

ルネサス16ビットシングルチップマイクロコンピュータ
H8S ファミリ／ H8S/2100 シリーズ

H8S/2112 R4F2112

本資料に記載の全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサスエレクトロニクスは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。
ルネサスエレクトロニクスのホームページなどにより公開される最新情報をご確認ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様に用途に応じた適切な弊社製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報について弊社または第三者の知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾または保証するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例など全ての情報の使用に起因する損害、第三者の知的財産権その他の権利に対する侵害に関し、弊社は責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替および外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
4. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの全ての情報は本資料発行時点のものであり、弊社は本資料に記載した製品または仕様等を予告なしに変更することがあります。弊社の半導体製品のご購入およびご使用に当たりましては、事前に弊社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、弊社ホームページ(<http://www.renesas.com>)などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
5. 本資料に記載した情報は、正確を期すため慎重に制作したのですが、万一本資料の記述の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、弊社はその責任を負いません。
6. 本資料に記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を流用する場合は、流用する情報を単独で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。弊社は、適用可否に対する責任を負いません。
7. 本資料に記載された製品は、各種安全装置や運輸・交通用、医療用、燃焼制御用、航空宇宙用、原子力、海底中継用の機器・システムなど、その故障や誤動作が直接人命を脅かしあるいは人体に危害を及ぼすおそれのあるような機器・システムや特に高度な品質・信頼性が要求される機器・システムでの使用を意図して設計、製造されたものではありません（弊社が自動車用と指定する製品を自動車に使用する場合を除きます）。これらの用途に利用されることをご検討の際には、必ず事前に弊社営業窓口へご照会ください。なお、上記用途に使用されたことにより発生した損害等について弊社はその責任を負いかねますのでご了承ください。
8. 第7項にかかわらず、本資料に記載された製品は、下記の用途には使用しないでください。これらの用途に使用されたことにより発生した損害等につきましては、弊社は一切の責任を負いません。
 - 1) 生命維持装置。
 - 2) 人体に埋め込み使用するもの。
 - 3) 治療行為（患部切り出し、薬剤投与等）を行うもの。
 - 4) その他、直接人命に影響を与えるもの。
9. 本資料に記載された製品のご使用につき、特に最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件およびその他諸条件につきましては、弊社保証範囲内でご使用ください。弊社保証値を越えて製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、弊社はその責任を負いません。
10. 弊社は製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、特に半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。弊社製品の故障または誤動作が生じた場合も人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないよう、お客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計（含むハードウェアおよびソフトウェア）およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特にマイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
11. 本資料に記載の製品は、これを搭載した製品から剥がれた場合、幼児が口に入れて誤飲する等の事故の危険性があります。お客様の製品への実装後に容易に本製品が剥がれることがなきよう、お客様の責任において十分な安全設計をお願いします。お客様の製品から剥がれた場合の事故につきましては、弊社はその責任を負いません。
12. 本資料の全部または一部を弊社の文書による事前の承諾なしに転載または複製することを固くお断りいたします。
13. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点等がございましたら弊社営業窓口までご照会ください。

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI周辺のノイズが印加され、LSI内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレスがあります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。

リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違うと、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

このマニュアルの使い方

1. 目的と対象者

このマニュアルは、本マイコンのハードウェア機能と電気的特性をユーザに理解していただくためのマニュアルです。本マイコンを用いた応用システムを設計するユーザを対象にしています。このマニュアルを使用するには、電気回路、論理回路、マイクロコンピュータに関する基本的な知識が必要です。

このマニュアルは、大きく分類すると、製品の概要、CPU、システム制御機能、周辺機能、電気的特性、使用上の注意で構成されています。

本マイコンは、注意事項を十分確認の上、使用してください。注意事項は、各章の本文中、各章の最後、注意事項の章に記載しています。

改訂記録は旧版の記載内容に対して訂正または追加した主な箇所をまとめたものです。改訂内容すべてを記録したものではありません。詳細は、このマニュアルの本文でご確認ください。

H8S/2112 グループでは次のドキュメントを用意しています。ドキュメントは最新版を使用してください。最新版はルネサス テクノロジーのホームページに掲載されています。

ドキュメントの種類	記載内容	資料名	資料番号
データシート	ハードウェアの概要と電気的特性	—	—
ハードウェアマニュアル	ハードウェアの仕様（ピン配置、メモリマップ、周辺機能の仕様、電気的特性、タイミング）と動作説明	H8S/2112 グループハードウェアマニュアル	本ハードウェアマニュアル
ソフトウェアマニュアル	CPU・命令セットの説明	H8S/2600 シリーズ、 H8S/2000 シリーズ ソフトウェアマニュアル	RJJ09B0143
アプリケーションノート	応用例参考プログラムなど	ルネサス テクノロジーのホームページに掲載されています。	
RENESAS THCHNICAL UPDATE	製品の仕様、ドキュメント等に関する速報		

2. 数や記号の表記

このマニュアルで使用するレジスタ名やビット名、数字や記号の表記の凡例を以下に説明します。

(1) 全体的な表記

本文中ではビットの説明をする場合、モジュールやレジスタとの関連を明確にするため、ビット名を「モジュール名. レジスタ名. ビット名」または「レジスタ名. ビット名」と表記している場合があります。

(2) レジスタの表記

同一または類似した機能が複数チャンネルに存在する場合に「レジスタ名_チャンネル番号」の表記を使用します。

(例) CMCSR_0 : コンペアマッチタイマのチャンネル0 (_0) のCMCSRレジスタを示します。

(3) 数字の表記

2進数はB'nnnn (明らかに2進数と判断できる場合はB'を省略)、16進数はH'nnnnまたは0xnnnn、

10進数はnnnnで表します。

(例) 2進数 : B'11または11

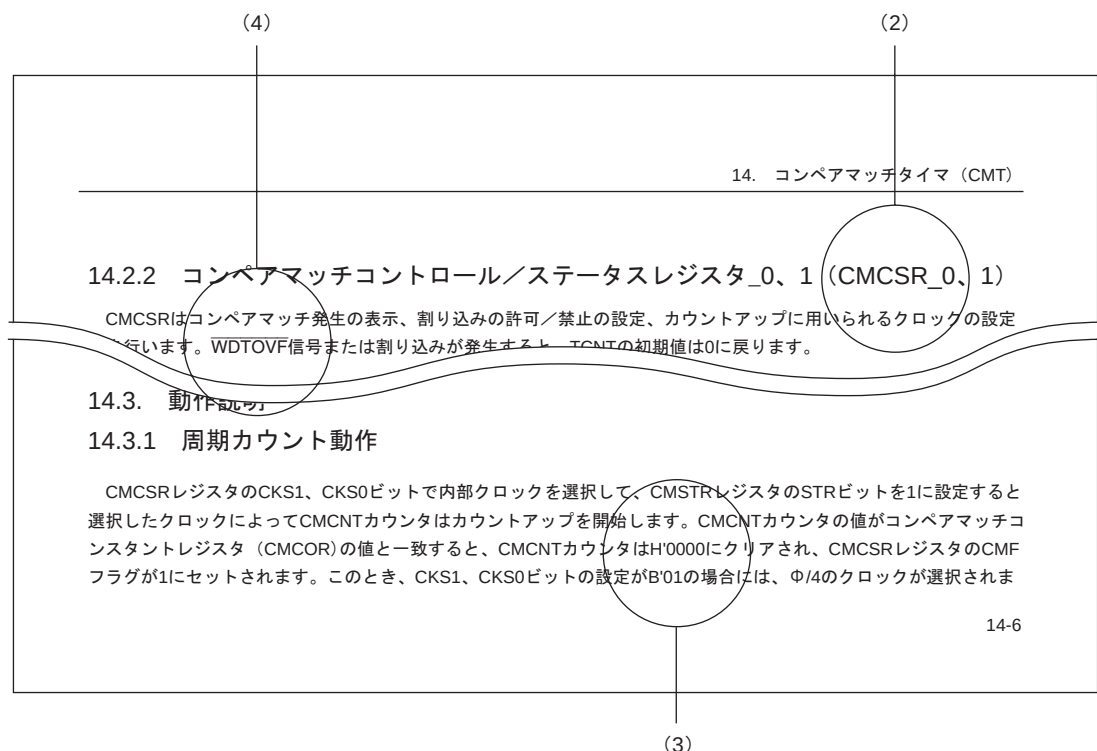
16進数 : H'EFA0または0xEFA0

10進数 : 1234

(4) ローアクティブの表記

ローアクティブの信号および端子には上線を付けて表記しています。

(例) WDTOVF



【注】 上記した図中のビット名や文章は例であり、マニュアルの内容とは関係がありません。

3. レジスタの表記

各レジスタの説明には、ビットの並びを示すビット図とビットに設定する内容を説明するビット表があります。

使用する記号、用語を以下に説明します。

(1) [ビット表]	(2)	(3)	(4)	(5)
ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
15 14	—	0 0	R R	リザーブビット 読み出すと常に0が読み出されます。
13~11	ASID2~0	すべて0	R/W	アドレス識別子 端子機能の有効／無効を設定できます。
10	—	0	R	リザーブビット 読み出すと常に0が読み出されます。
9	—	1	R	リザーブビット 読み出すと常に1が読み出されます。
—	—	0		

【注】 上記した図中のビット名や文章は例であり、マニュアルの内容とは関係がありません。

(1) ビット

ビット番号を示します。

32ビットレジスタの場合は31から0の順に、16ビットレジスタの場合は15から0の順に示します。

(2) ビット名

ビット名またはフィールド名を示します。

フィールドでビット桁数を明示する必要があるときは、ASID[3:0]というように桁数の表記を追加します。

また、リザーブビットの場合は「—」と表記します。

ただし、タイムカウンタなどをはじめとして、ビット名の記載をせずに空白のままとしているものもあります。

(3) 初期値

各ビットのパワーオンリセット後の値を初期値として示します。

0 : 初期値は0であることを示します。

1 : 初期値は1であることを示します。

— : 初期値は不定であることを示します。

(4) R/W

各ビットが読み出し可能か、書き込み可能か、または書き込みも読み出しも不可であることを示します。

使用する表記を以下に説明します。

R/W : 読み出しおよび書き込みが可能なビットまたはフィールドです。

R/(W) : 読み出しおよび書き込みが可能なビットまたはフィールドです。
ただし書き込みは、フラグをクリアするための書き込みのみ可能です。

R : 読み出しが可能なビットまたはフィールドです。
リザーブビットはすべて「R」と表記します。書き込む必要がある場合は、
ビット表で指定された値を書き込んでください。

W : 書き込みが可能なビットまたはフィールドです。

(5) 説明

ビットの機能について説明しています。

4. 略語および略称の説明

以下に本書内で使用されている略語または略称を示します。

- 本製品固有の略語または略称

略称	英語名	日本語名
BSC	Bus Controller	バスコントローラ
CPG	Clock Pulse Generator	クロック発振器
INT	Interrupt Controller	割り込みコントローラ
SCI	Serial Communication Interface	シリアルコミュニケーションインタフェース
TMR	8-Bit Timer	8 ビットタイマ
TPU	16-Bit Timer Pulse Unit	16 ビットタイマパルスユニット
WDT	Watchdog Timer	ウォッチドッグタイマ

- その他の略語または略称

略語／略称	英語名	日本語名
ACIA	Asynchronous Communication Interface Adapter	調歩同期式通信アダプタ
bps	bits per second	転送速度を表す単位
CRC	Cyclic Redundancy Check	周期的冗長検査
DMA	Direct Memory Access	ダイレクトメモリアクセス
DMAC	Direct Memory Access Controller	ダイレクトメモリアクセスコントローラ
GSM	Global System for Mobile Communications	ジーエスエム
Hi-Z	High Impedance	ハイインピーダンス
IEBus	Inter Equipment bus	NEC エレクトロニクス社提唱の通信方式
I/O	Input/Output	入出力
IrDA	Infrared Data Association	赤外線データアソシエーション
LSB	Least Significant Bit	最下位ビット
MSB	Most Significant Bit	最上位ビット
NC	Non-Connection	未接続端子
PLL	Phase Locked Loop	位相ロックループ
PWM	Pulse Width Modulation	パルス幅変調
SFR	Special Function Registers	周辺回路制御用レジスタ群
SIM	Subscriber Identity Module	ISO-7816 規定の通信方式
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter	非同期シリアルインタフェース
VCO	Voltage Controlled Oscillator	電圧制御発振器

本版で改訂された箇所

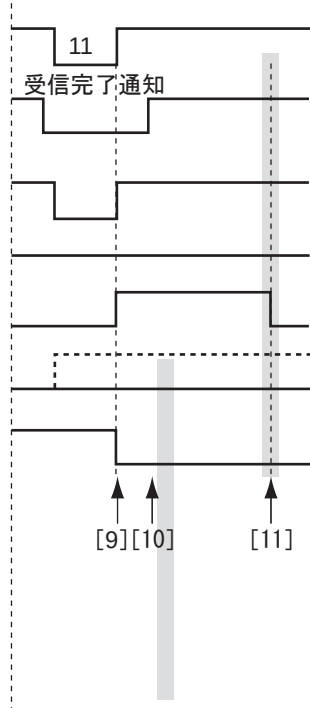
修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）									
2.1.1 H8S/2600 CPU と H8S/2000 CPU との相違点	2-2	表を修正 <table><tr><th>命令</th><th>ニーモニック</th></tr><tr><td rowspan="2">MULXU</td><td>MULXU.B Rs, Rd</td></tr><tr><td>MULXU.W Rs, ERd</td></tr><tr><td rowspan="2">MULXS</td><td>MULXS.B Rs, Rd</td></tr><tr><td>MULXS.W Rs, ERd</td></tr></table>	命令	ニーモニック	MULXU	MULXU.B Rs, Rd	MULXU.W Rs, ERd	MULXS	MULXS.B Rs, Rd	MULXS.W Rs, ERd	
命令	ニーモニック										
MULXU	MULXU.B Rs, Rd										
	MULXU.W Rs, ERd										
MULXS	MULXS.B Rs, Rd										
	MULXS.W Rs, ERd										
2.6.1 命令の機能別一覧 表 2.7 ビット操作命令（2）	2-20	表を修正 <table><tr><th>命令</th><th>サイズ*</th><th>機 能</th></tr><tr><td>BLD</td><td>B</td><td><(<ビット番号>o<EAd>) →C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットをキャリフラグに転送します。</td></tr><tr><td>BILD</td><td>B</td><td>~<(<ビット番号>o<EAd>) →C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを反転し、キャリフラグに転送します。 ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定されます。</td></tr></table>	命令	サイズ*	機 能	BLD	B	<(<ビット番号>o<EAd>) →C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットをキャリフラグに転送します。	BILD	B	~<(<ビット番号>o<EAd>) →C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを反転し、キャリフラグに転送します。 ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定されます。
命令	サイズ*	機 能									
BLD	B	<(<ビット番号>o<EAd>) →C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットをキャリフラグに転送します。									
BILD	B	~<(<ビット番号>o<EAd>) →C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを反転し、キャリフラグに転送します。 ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定されます。									
4.5 パワーオンリセット 図 4.2 パワーオンリセットの動作	4-9	図を修正									
	4-10	説明を修正 RES 端子を Low レベルにした状態（端子リセットの状態）で VCC を立ち上げた場合、VCC が Vpor より高いレベルにある状態で RES 端子が High レベルに解除されたときは、パワーオンリセット機能は無効となりパワーオンリセット時間を待たずにリセット例外処理を開始します。このとき、PORF ビットは 0 にクリアされています。VCC が Vpor を下回る状態で RES 端子が High レベルに解除されたときは、パワーオンリセット機能が有効となります。この場合は VCC が Vpor 以上になってパワーオンリセット時間が経過した後、パワーオンリセットが解除され、リセット例外処理を開始します。…									

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）			
8.2.4 ポート 4 (2) P46/PWMU4B	8-16	説明を修正 PWMU_B の PWMOUTCR の PWM4E ビット、PWMPCR の CNTMD45A ビット、および P46DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の PWM4OE は、次の論理式で表されます。 PWM4OE=PWM4E・CNTMD45A			
(4) P44/TMO1/PWMU2B/TCMCY12		表を修正 <table><tr><td>P46DDR</td></tr><tr><td>PWM4OE</td></tr><tr><td>端子機能</td></tr></table>	P46DDR	PWM4OE	端子機能
P46DDR					
PWM4OE					
端子機能					
	8-21	説明を修正 TMR_1 の TCR の OS3～OS0 ビット、PWMU_B の PWMOUTCR の PWM2E ビット、PWMPCR の CNTMD23A ビット、および P44DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。TCM_2 の TCMIER_2 の TCM1PE ビットを 1 にセットすると、TCMCY2 入力端子になります。表中の PWM2OE は、次の論理式で表されます。 PWM2OE=PWM2E・CNTMD23A			
		表を修正 <table><tr><td>OS3～OS0</td></tr><tr><td>P44DDR</td></tr><tr><td>PWM2OE</td></tr><tr><td>端子機能</td></tr></table>	OS3～OS0	P44DDR	PWM2OE
OS3～OS0					
P44DDR					
PWM2OE					
端子機能					
8.2.8 ポート 8 (6) P81/GA20	8-25	表を修正 <table><tr><td>FGA20E</td></tr><tr><td>P81DDR</td></tr><tr><td>端子機能</td></tr></table>	FGA20E	P81DDR	端子機能
FGA20E					
P81DDR					
端子機能					
8.2.11 ポート B (6) PB2/ $\overline{\text{RI}}$ /PWMU0B	8-25	説明を修正 PWMU_B の PWMOUTCR の PWM0E ビット、PWMMDCR の CNTMD01A ビット、および PB2DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の PWM0OE は、次の論理式で表されます。 PWM0OE=PWM0E・CNTMD01A			
		表を修正 <table><tr><td>PB2DDR</td></tr><tr><td>PWM0OE</td></tr><tr><td>端子機能</td></tr></table>	PB2DDR	PWM0OE	端子機能
PB2DDR					
PWM0OE					
端子機能					

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）								
8.2.15 ポート F (1) PF7/PWMU5A、 PF5/PWMU3A	8-31	説明を修正 (n=7、5、m=5、3)								
(2) PF6/PWMU4A、PF4/PWMU2A		(2) を追加								
(6) PF0/IRQ8/PWMU0A	8-32	説明を修正 PWMU_A の PWMOUTCR の PWM0E ビット、PWMMDCR の CNTMD01A ビット、および PF0DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。 ISSR16 の ISS8 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ8E ビットを 1 にセットすると IRQ8 入力端子として使用できます。表中の PWM0OE は、次の論理式で表されます。 PWM0OE=PWM0E・CNTMD01A 表を修正 <table><tr><td>PF0DDR</td></tr><tr><td>PWM0OE</td></tr><tr><td>端子機能</td></tr></table>	PF0DDR	PWM0OE	端子機能					
PF0DDR										
PWM0OE										
端子機能										
9.3.2 PWM 出力コントロールレジスタ (PWMOUTCR)	9-5	タイトルを修正								
9.3.3 PWM モードコントロールレジスタ (PWMMDCR)	9-7	タイトルを修正								
9.4.2 パルス分割モード 図 9.8 付加パルスタイミング例 (PWMREG 上位 4 ビットが B'1000)	9-18	図を修正 								
図 9.9 PWMU の設定例	9-19	図を修正 								
10.3.3 タイマ I/O コントロールレジスタ (TIOR) 表 10.15 TIOR_1 (チャンネル 1)	10-16	表を修正 <table><tr><td>ビット 3</td><td>ビット 2</td><td>ビット 1</td><td>ビット 0</td></tr><tr><td>IOA3</td><td>IOA2</td><td>IOA1</td><td>IOA0</td></tr></table>	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0							
IOA3	IOA2	IOA1	IOA0							

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）															
12.3 レジスタの説明 表 12.2 レジスタの構成	12-5	表を修正 <table><tr><td>チャンネル</td><td>レジスタ名</td><td>略称</td><td>R/W</td><td>初期値</td></tr><tr><td>チャンネル Y</td><td>タイマコントロール／ステータスレジスタ_Y</td><td>TCSR_Y</td><td>R/W</td><td>H'00</td></tr></table>	チャンネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値	チャンネル Y	タイマコントロール／ステータスレジスタ_Y	TCSR_Y	R/W	H'00					
チャンネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値													
チャンネル Y	タイマコントロール／ステータスレジスタ_Y	TCSR_Y	R/W	H'00													
12.3.5 タイマコントロール／ステータスレジスタ（TCSR） • TCSR_Y	12-12	表を修正 <table><tr><td>ビット</td><td>ビット名</td><td>初期値</td></tr><tr><td>4</td><td>ICIE</td><td>0</td></tr></table>	ビット	ビット名	初期値	4	ICIE	0									
ビット	ビット名	初期値															
4	ICIE	0															
14.7.6 シリアルデータ送信（ブロック転送モードを除く） 図 14.26 SCI 送信モードの場合の再転送動作	14-45	図を修正 															
15.3.8 FIFO 制御レジスタ（FFCR）	15-8	表を修正 <table><tr><td>ビット</td><td>ビット名</td><td>初期値</td><td>R/W</td><td>説明</td></tr><tr><td>2</td><td>XMITFRST</td><td>0</td><td>W</td><td>送信 FIFO リセット 1 をライトすると送信 FIFO のデータがクリアされます。ただし、FISR のデータはクリアされません。 このビットは自動的にクリアされます。</td></tr><tr><td>1</td><td>RCVFRST</td><td>0</td><td>W</td><td>受信 FIFO リセット 1 をライトすると受信 FIFO のデータがクリアされます。ただし、FISR のデータはクリアされません。 このビットは自動的にクリアされます。</td></tr></table>	ビット	ビット名	初期値	R/W	説明	2	XMITFRST	0	W	送信 FIFO リセット 1 をライトすると送信 FIFO のデータがクリアされます。ただし、FISR のデータはクリアされません。 このビットは自動的にクリアされます。	1	RCVFRST	0	W	受信 FIFO リセット 1 をライトすると受信 FIFO のデータがクリアされます。ただし、FISR のデータはクリアされません。 このビットは自動的にクリアされます。
ビット	ビット名	初期値	R/W	説明													
2	XMITFRST	0	W	送信 FIFO リセット 1 をライトすると送信 FIFO のデータがクリアされます。ただし、FISR のデータはクリアされません。 このビットは自動的にクリアされます。													
1	RCVFRST	0	W	受信 FIFO リセット 1 をライトすると受信 FIFO のデータがクリアされます。ただし、FISR のデータはクリアされません。 このビットは自動的にクリアされます。													
15.4.3 SCIF の初期化 図 15.3 初期化フローチャートの例	15-19	図を修正 															
15.4.4 フロー制御を行った送受信 図 15.6 初期化フローチャートの例	15-22	図を修正 [5] FLCRのEPS、PENビットでパリティを選択してください。FLCRのSTOPビットでストップビットを設定してください。FLCRのCLS1、0ビットでデータ長を設定してください。 [6] FFCRのFIFOEビットを1にセットしFIFOをイネーブルにしてください。 FFCRのRCVTRIG1、0ビットで受信FIFOのトリガレベルを設定してください。このとき、受信FIFOのオーバーフローを防ぐために最適なトリガレベルを選択してください。															

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）																							
15.4.4 フロー制御を行った送受信 図 15.10 受信フローチャートの例	15-26	図を修正 受信データレディ割り込み FLSRをリード BI=1 or FE=1 or PE=1 or OE=1 受信FIFOをリード FLSRをリード DR=0 Yes No エラー処理 [1] [2] [3] [4] (送受信待機フロー) [1] データを受信すると受信データレディ割り込みが発生します。この割り込みで受信フローに移移します。 [2] FLSRのBIフラグ、FEフラグ、PEフラグ、OEフラグが0にクリアされていることを確認します。いずれかのフラグが1にセットされている場合はエラー処理を行います。 [3] 受信FIFOをリードします。 [4] FLSRのDRフラグを確認します。DRフラグが0にクリアされ全データのリードが終了するとデータ受信は完了です。																							
図 15.11 受信中断フローチャートの例	15-27	図を修正 受信FIFOトリガレベル割り込み FMCRのRTSビットを0にクリア [1] [2]																							
15.6.2 シリアル送受信中のFLCRアクセス	15-30	15.6.2 を追加																							
18.3 レジスタの説明 表 18.2 レジスタ構成	18-3	表を修正 <table><tr><th>チャネル</th><th>レジスタ名</th><th>略称</th><th>R/W</th><th>初期値</th></tr><tr><td rowspan="2">チャネル 0</td><td>キーボードコントロールレジスタ 1_0</td><td>KBCR1_0</td><td>R/W</td><td>H'00</td></tr><tr><td>キーボードコントロールレジスタ 2_0</td><td>KBCR2_0</td><td>R/W</td><td>H'FF</td></tr><tr><td rowspan="2">チャネル 1</td><td>キーボードコントロールレジスタ 1_1</td><td>KBCR1_1</td><td>R/W</td><td>H'00</td></tr><tr><td>キーボードコントロールレジスタ 2_1</td><td>KBCR2_1</td><td>R/W</td><td>H'FF</td></tr></table>	チャネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値	チャネル 0	キーボードコントロールレジスタ 1_0	KBCR1_0	R/W	H'00	キーボードコントロールレジスタ 2_0	KBCR2_0	R/W	H'FF	チャネル 1	キーボードコントロールレジスタ 1_1	KBCR1_1	R/W	H'00	キーボードコントロールレジスタ 2_1	KBCR2_1	R/W	H'FF
チャネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値																					
チャネル 0	キーボードコントロールレジスタ 1_0	KBCR1_0	R/W	H'00																					
	キーボードコントロールレジスタ 2_0	KBCR2_0	R/W	H'FF																					
チャネル 1	キーボードコントロールレジスタ 1_1	KBCR1_1	R/W	H'00																					
	キーボードコントロールレジスタ 2_1	KBCR2_1	R/W	H'FF																					
18.3.2 キーボードバッファコントロールレジスタ 2（KBCR2）	18-5	表を修正 <table><tr><th>ビット</th><th>ビット名</th><th>初期値</th><th>R/W</th><th>説 明</th></tr><tr><td>7～4</td><td>—</td><td>すべて 1</td><td>R/W</td><td>リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。初期値を変更しないでください。</td></tr></table>	ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明	7～4	—	すべて 1	R/W	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。初期値を変更しないでください。													
ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明																					
7～4	—	すべて 1	R/W	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。初期値を変更しないでください。																					
18.3.6 キーボードバッファ送信データレジスタ（KBTR）	18-9	表を修正 <table><tr><th>説 明</th></tr><tr><td>キーボードバッファ送信データレジスタ 7～0 リセット時、H'FF に初期化されます。</td></tr></table>	説 明	キーボードバッファ送信データレジスタ 7～0 リセット時、H'FF に初期化されます。																					
説 明																									
キーボードバッファ送信データレジスタ 7～0 リセット時、H'FF に初期化されます。																									

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）
18.4.2 送信動作 図 18.6 送信タイミング	18-13	図を修正 
18.5.4 中速モード	18-23	説明を修正 中速モード時 PS2 は中速クロックにて動作します。PS2 を正常に動作させるには、中速クロックを 300kHz 以上としてください。

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）														
19.1 特長 図 19.1 LPC のブロック図	19-2	図を修正 The diagram illustrates the internal structure of the LPC module. It shows a bidirectional data path between LAD0~LAD3 and the module decoder. This path involves two serial-to-parallel converters. The top converter's output goes through a 'サイクル検出' (cycle detection) block to the IDR4~IDR1 registers. The bottom converter's output goes through a 'サイクル検出' block to the ODR4~STR4 registers. An address matching logic (AND gate) compares the LADR1H/L~LADR4H/L registers with the module decoder's address. The TWR0MW and TWR1~15 registers are also shown, connected to the IDR3 register.														
19.3 レジスタの説明 表 19.2 レジスタ構成	19-4	表を修正 <table><tr><th rowspan="2">レジスタ名</th><th rowspan="2">略称</th><th colspan="2">R/W</th></tr><tr><th>スレーブ</th><th>ホスト</th></tr><tr><td>双方向レジスタ 0MW</td><td>TWR0MW</td><td>R</td><td>W</td></tr><tr><td>双方向レジスタ 0SW</td><td>TWR0SW</td><td>W</td><td>R</td></tr></table>	レジスタ名	略称	R/W		スレーブ	ホスト	双方向レジスタ 0MW	TWR0MW	R	W	双方向レジスタ 0SW	TWR0SW	W	R
レジスタ名	略称	R/W														
		スレーブ	ホスト													
双方向レジスタ 0MW	TWR0MW	R	W													
双方向レジスタ 0SW	TWR0SW	W	R													
19.3.2 ホストインタフェースコントロールレジスタ 2、3（HICR2、HICR3） • HICR2	19-12	表を修正 <table><tr><th rowspan="2">ビット</th><th rowspan="2">ビット名</th><th rowspan="2">初期値</th><th colspan="2">R/W</th><th rowspan="2">説明</th></tr><tr><th>スレーブ</th><th>ホスト</th></tr><tr><td>3</td><td>IBFIE3</td><td>0</td><td>R/W</td><td>—</td><td>IDR3、TWR 受信完了割り込みイネーブル スレーブ（本 LSI）に対して IBFIE3 割り込みを許可または禁止します。 0：入力データレジスタ（IDR3）および TWR の受信完了割り込み要求を禁止 1：[LADR3 の TWRE=0 の場合] 入力データレジスタ（IDR3）受信完了割り込み要求を許可 [LADR3 の TWRE=1 の場合] 入力データレジスタ（IDR3）および TWR 受信完了割り込み要求を許可</td></tr></table>	ビット	ビット名	初期値	R/W		説明	スレーブ	ホスト	3	IBFIE3	0	R/W	—	IDR3、TWR 受信完了割り込みイネーブル スレーブ（本 LSI）に対して IBFIE3 割り込みを許可または禁止します。 0：入力データレジスタ（IDR3）および TWR の受信完了割り込み要求を禁止 1：[LADR3 の TWRE=0 の場合] 入力データレジスタ（IDR3）受信完了割り込み要求を許可 [LADR3 の TWRE=1 の場合] 入力データレジスタ（IDR3）および TWR 受信完了割り込み要求を許可
ビット	ビット名	初期値				R/W			説明							
			スレーブ	ホスト												
3	IBFIE3	0	R/W	—	IDR3、TWR 受信完了割り込みイネーブル スレーブ（本 LSI）に対して IBFIE3 割り込みを許可または禁止します。 0：入力データレジスタ（IDR3）および TWR の受信完了割り込み要求を禁止 1：[LADR3 の TWRE=0 の場合] 入力データレジスタ（IDR3）受信完了割り込み要求を許可 [LADR3 の TWRE=1 の場合] 入力データレジスタ（IDR3）および TWR 受信完了割り込み要求を許可											

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）														
19.3.11 双方向データレジスタ 0～15（TWR0～TWR15）	19-20	説明を追加 ホストとスレーブがライトを開始する場合、それぞれ TWR0 にライトした後、そのライトが有効だったかをステータスフラグで確認することにより同時アクセス時のアクセス権の調停を行います。 ホストにアクセス権がある場合、TWR0 には TWR0MW が選択され、ホストが TWR0SW をリードすると TWR0MW の状態が読み出されます。スレーブによる TWR0SW へのライトは無効です。 スレーブにアクセス権がある場合、TWR0 には TWR0SW が選択され、スレーブが TWR0MW をリードすると TWR0SW の状態が読み出されます。ホストによる TWR0MW へのライトは無効です。 I/O アドレスによってホストから選択されるレジスタは、「19.3.7 LPC チャンネル 3 アドレスレジスタ H、L（LADR3H、LADR3L）」を参照してください。														
19.3.19 ホストインタフェースセレクトレジスタ（HISEL）	19-38	表を修正 <table><tr><th rowspan="2">ビット</th><th rowspan="2">ビット名</th><th rowspan="2">初期値</th><th colspan="2">R/W</th><th rowspan="2">説 明</th></tr><tr><th>スレーブ</th><th>ホスト</th></tr><tr><td>7</td><td>SELSTR3</td><td>0</td><td>R/W</td><td>—</td><td>ステータスレジスタ 3 の選択 LADR3L の TWRE ビットとの組み合わせにより、STR3 のビット 7～4 の機能を選択します。STR3 についての詳細は、「19.3.12 ステータスレジスタ 1～4（STR1～STR4）」を参照してください。 0：ホストインタフェース処理中の状態を表示します。 1：[TWRE=1] のとき ホストインタフェース処理中の状態を表示します。 [TWRE=0] のとき ユーザが必要に応じて使用できるリード/ライト可能なビットになります。</td></tr></table>	ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明	スレーブ	ホスト	7	SELSTR3	0	R/W	—	ステータスレジスタ 3 の選択 LADR3L の TWRE ビットとの組み合わせにより、STR3 のビット 7～4 の機能を選択します。STR3 についての詳細は、「19.3.12 ステータスレジスタ 1～4（STR1～STR4）」を参照してください。 0：ホストインタフェース処理中の状態を表示します。 1：[TWRE=1] のとき ホストインタフェース処理中の状態を表示します。 [TWRE=0] のとき ユーザが必要に応じて使用できるリード/ライト可能なビットになります。
ビット	ビット名	初期値				R/W			説 明							
			スレーブ	ホスト												
7	SELSTR3	0	R/W	—	ステータスレジスタ 3 の選択 LADR3L の TWRE ビットとの組み合わせにより、STR3 のビット 7～4 の機能を選択します。STR3 についての詳細は、「19.3.12 ステータスレジスタ 1～4（STR1～STR4）」を参照してください。 0：ホストインタフェース処理中の状態を表示します。 1：[TWRE=1] のとき ホストインタフェース処理中の状態を表示します。 [TWRE=0] のとき ユーザが必要に応じて使用できるリード/ライト可能なビットになります。											
20.4.3 入力サンプリングと A/D 変換時間 表 20.5 A/D 変換時間（スキャンモード）	20-10	表を修正 <table><tr><th>CKS1</th><th>CKS0</th></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table>	CKS1	CKS0	1	0	1	1								
CKS1	CKS0															
1	0															
1	1															
22.1 特長	22-1	説明を追加・修正 - LSI 起動モードに合わせた 2 種類のフラッシュメモリマツト 内蔵しているフラッシュメモリには、同一アドレス空間に配置される 2 種類のメモリ空間（以下メモリマツトと呼びます）があり、起動時のモード設定により、どちらかのメモリマツトから起動するかを選択できます。 また、起動後もバンク切り替え方式でマツトを切り替えることも可能です。 ユーザモードでパワーオンリセット時に起動するユーザメモリマツト：96K バイト ユーザブートモードでパワーオンリセット時に起動するユーザブートメモリマツト：8K バイト - 内蔵プログラムのダウンロードによる書き込み／消去インタフェース														

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）
22.1 特長	22-1	説明を修正 ・ 3 種類のオンボードプログラミングモード
		説明を追加 ユーザプログラムモード：任意のインタフェースでユーザマットの書き込み／消去ができます。 ユーザブートモード：任意のインタフェースのユーザブートプログラム作成が可能で、ユーザマットの書き換えが可能です。
22.2 モード遷移図 表 22.1 ブートモード、ユーザプログラムモード、ライターモードの相違点	22-3	注を差し替え 【注】*1 いったん、全面消去が行われます。その後、特定ブロックの消去を行うことができます。 *2 いったん組み込みプログラム格納マツトから起動し、フラッシュ関連レジスタのチェックが実行された後、ユーザブートマツトのリセットベクタから起動します。
	22-4	説明を追加 ・ ユーザブートマツトの書き込み／消去は、ブートモードとライターモードでのみ可能です。 ・ ブートモードでは、いったんユーザマツトとユーザブートマツトが全面消去されます。その後、コマンド方式でユーザマツトまたはユーザブートマツトの書き込みができますが、この状態になるまではマツト内容の読み出しはできません。ユーザブートマツトだけ書き込んでユーザマツトの書き換えはユーザブートモードで実施する、あるいは、ユーザブートモードは使用しないためユーザマツトだけ書き換えるなどの使い方が可能です。 ・ ユーザブートモードでは、ユーザプログラムモードと異なるモード端子設定で、任意のインタフェースのブート動作を実現できます。
22.5 書き込み／消去インタフェース	22-6	説明を修正 ユーザプログラムモード／ユーザブートモードでは、これらの一連の手続きプログラムは、ユーザ側で用意していただきます。図 22.5 に手続きプログラムの作成手順を示します。詳細は「22.8.2 ユーザプログラムモード」、「22.8.3 ユーザブートモード」を参照してください。

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）																																							
22.7.1 書き込み／消去インタフェースレジスタ (5) フラッシュマツトセレクトレジスタ (FMATS)	22-13	表を修正 <table><tr><th>ビット</th><th>ビット名</th><th>初期値</th><th>R/W</th></tr><tr><td>7</td><td>MS7</td><td>0/1*1</td><td>R/W*2</td></tr><tr><td>6</td><td>MS6</td><td>0</td><td>R/W*2</td></tr><tr><td>5</td><td>MS5</td><td>0/1*1</td><td>R/W*2</td></tr><tr><td>4</td><td>MS4</td><td>0</td><td>R/W*2</td></tr><tr><td>3</td><td>MS3</td><td>0/1*1</td><td>R/W*2</td></tr><tr><td>2</td><td>MS2</td><td>0</td><td>R/W*2</td></tr><tr><td>1</td><td>MS1</td><td>0/1*1</td><td>R/W*2</td></tr><tr><td>0</td><td>MS0</td><td>0</td><td>R/W*2</td></tr></table>	ビット	ビット名	初期値	R/W	7	MS7	0/1*1	R/W*2	6	MS6	0	R/W*2	5	MS5	0/1*1	R/W*2	4	MS4	0	R/W*2	3	MS3	0/1*1	R/W*2	2	MS2	0	R/W*2	1	MS1	0/1*1	R/W*2	0	MS0	0	R/W*2			
ビット	ビット名	初期値	R/W																																						
7	MS7	0/1*1	R/W*2																																						
6	MS6	0	R/W*2																																						
5	MS5	0/1*1	R/W*2																																						
4	MS4	0	R/W*2																																						
3	MS3	0/1*1	R/W*2																																						
2	MS2	0	R/W*2																																						
1	MS1	0/1*1	R/W*2																																						
0	MS0	0	R/W*2																																						
	22-13	注を修正 【注】*1 ユーザブートモードのときは 1 になります。それ以外のときは 0 となります。 *2 ユーザモードで起動した場合は、初期値を変更できません。ユーザモード以外で起動した場合は、1 にセットできますが、0 にクリアすることはできません。1 ライトのみ有効です。																																							
(6) フラッシュトランスファデステイネーションアドレスレジスタ (FTDAR)	22-13	表を修正 <table><tr><th>ビット</th><th>ビット名</th><th>初期値</th><th>R/W</th><th>説 明</th></tr><tr><td>6</td><td>TDA6</td><td>0</td><td>R/W</td><td rowspan="7">トランスファデステイネーションアドレス ダウンロード先の内蔵 RAM の先頭アドレスを指定します。設定可能な値は H'00～H'01 で、3K バイト以内で内蔵 RAM 上の先頭アドレスを指定できます。H'FFD080～H'FFE07F は、内蔵プログラム格納領域の RAM として設定されています。</td></tr><tr><td>5</td><td>TDA5</td><td>0</td><td>R/W</td></tr><tr><td>4</td><td>TDA4</td><td>0</td><td>R/W</td></tr><tr><td>3</td><td>TDA3</td><td>0</td><td>R/W</td></tr><tr><td>2</td><td>TDA2</td><td>0</td><td>R/W</td></tr><tr><td>1</td><td>TDA1</td><td>0</td><td>R/W</td></tr><tr><td>0</td><td>TDA0</td><td>0</td><td>R/W</td></tr><tr><td colspan="4"></td><td>H'00 : 先頭アドレスを H'FFD080 に設定 H'01 : 先頭アドレスを H'FFD880 に設定 H'02～H'7F : 設定禁止 (H'02～H'7F の値が設定されると、TDER ビットが 1 にセットされ、内蔵プログラムの ダウンロードが中断されます。)</td></tr></table>	ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明	6	TDA6	0	R/W	トランスファデステイネーションアドレス ダウンロード先の内蔵 RAM の先頭アドレスを指定します。設定可能な値は H'00～H'01 で、3K バイト以内で内蔵 RAM 上の先頭アドレスを指定できます。H'FFD080～H'FFE07F は、内蔵プログラム格納領域の RAM として設定されています。	5	TDA5	0	R/W	4	TDA4	0	R/W	3	TDA3	0	R/W	2	TDA2	0	R/W	1	TDA1	0	R/W	0	TDA0	0	R/W					H'00 : 先頭アドレスを H'FFD080 に設定 H'01 : 先頭アドレスを H'FFD880 に設定 H'02～H'7F : 設定禁止 (H'02～H'7F の値が設定されると、TDER ビットが 1 にセットされ、内蔵プログラムの ダウンロードが中断されます。)
ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明																																					
6	TDA6	0	R/W	トランスファデステイネーションアドレス ダウンロード先の内蔵 RAM の先頭アドレスを指定します。設定可能な値は H'00～H'01 で、3K バイト以内で内蔵 RAM 上の先頭アドレスを指定できます。H'FFD080～H'FFE07F は、内蔵プログラム格納領域の RAM として設定されています。																																					
5	TDA5	0	R/W																																						
4	TDA4	0	R/W																																						
3	TDA3	0	R/W																																						
2	TDA2	0	R/W																																						
1	TDA1	0	R/W																																						
0	TDA0	0	R/W																																						
				H'00 : 先頭アドレスを H'FFD080 に設定 H'01 : 先頭アドレスを H'FFD880 に設定 H'02～H'7F : 設定禁止 (H'02～H'7F の値が設定されると、TDER ビットが 1 にセットされ、内蔵プログラムの ダウンロードが中断されます。)																																					

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）																			
22.8.4 内蔵プログラム、書き込みデータの格納可能領域	22-37	説明を修正 4.シングルチップモードのように外部空間をアクセスできない動作モードでは、書き込み／消去前（ダウンロード結果判定）までに必要な手続きプログラムを内蔵 RAM に転送してください。 5.書き込み／消去中は、フラッシュメモリへのアクセスはできません。内蔵 RAM 上にダウンロードされたプログラムで実行します。そのため起動させる手続きプログラムをフラッシュメモリ以外の内蔵 RAM に転送してください。 ... 7.ユーザブートモードでのユーザマットへの書き込み／消去処理では、FMATS によるマット切り替えが必要です。マット切り替えの実行は内蔵 RAM 上で実施してください（「22.10 ユーザマットとユーザブートマットの切り替え」を参照してください）。マットの切り替えにおいて、現在どちらのマットが選択されているかにご注意ください。 ... これらの条件を考慮し、処理内容、動作モード、マットのバンク構成の組み合わせで、書き込みデータ格納、および実行が可能なエリアを表 22.9～表 22.13 に示します。																			
表 22.9 実行可能なメモリマット	22-37	表を修正 <table><tr><th rowspan="2">処理内容</th><th colspan="2">動作モード</th></tr><tr><th>ユーザプログラムモード</th><th>ユーザブートモード*</th></tr><tr><td>書き込み</td><td>表 22.10 参照</td><td>表 22.12 参照</td></tr><tr><td>消去</td><td>表 22.11 参照</td><td>表 22.13 参照</td></tr></table> 注を追加 【注】＊ ユーザマットに対しての書き込み／消去が可能です。	処理内容	動作モード		ユーザプログラムモード	ユーザブートモード*	書き込み	表 22.10 参照	表 22.12 参照	消去	表 22.11 参照	表 22.13 参照								
処理内容	動作モード																				
	ユーザプログラムモード	ユーザブートモード*																			
書き込み	表 22.10 参照	表 22.12 参照																			
消去	表 22.11 参照	表 22.13 参照																			
表 22.10 ユーザプログラムモードでの書き込み処理で使用可能エリア	22-38	表を修正 <table><tr><th rowspan="2">項 目</th><th colspan="2">格納／実行が可能なエリア</th><th colspan="2">選択されているマット</th></tr><tr><th>内蔵 RAM</th><th>ユーザマット</th><th>ユーザマット</th><th>組み込みプログラム格納マット</th></tr><tr><td>初期化エラー処理</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr><tr><td>割り込み禁止処理</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr></table>	項 目	格納／実行が可能なエリア		選択されているマット		内蔵 RAM	ユーザマット	ユーザマット	組み込みプログラム格納マット	初期化エラー処理	○	○	○		割り込み禁止処理	○	○	○	
項 目	格納／実行が可能なエリア			選択されているマット																	
	内蔵 RAM	ユーザマット	ユーザマット	組み込みプログラム格納マット																	
初期化エラー処理	○	○	○																		
割り込み禁止処理	○	○	○																		
表 22.11 ユーザプログラムモードでの消去処理で使用可能エリア	22-39	表を修正 <table><tr><th rowspan="2">項 目</th><th colspan="2">格納／実行が可能なエリア</th><th colspan="2">選択されているマット</th></tr><tr><th>内蔵 RAM</th><th>ユーザマット</th><th>ユーザマット</th><th>組み込みプログラム格納マット</th></tr><tr><td>初期化エラー処理</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr><tr><td>割り込み禁止処理</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr></table>	項 目	格納／実行が可能なエリア		選択されているマット		内蔵 RAM	ユーザマット	ユーザマット	組み込みプログラム格納マット	初期化エラー処理	○	○	○		割り込み禁止処理	○	○	○	
項 目	格納／実行が可能なエリア			選択されているマット																	
	内蔵 RAM	ユーザマット	ユーザマット	組み込みプログラム格納マット																	
初期化エラー処理	○	○	○																		
割り込み禁止処理	○	○	○																		
表 22.12 ユーザブートモードでの書き込み処理で使用可能エリア	22-40	表を追加																			
表 22.13 ユーザブートモードでの消去処理で使用可能エリア	22-41	表を追加																			

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）																				
22.12 ブートモードの標準シリアル通信インタフェース仕様 2. 問い合わせ選択ステータス	22-45	説明を修正 書き込み／消去ステータスに遷移する前にブートプログラムは消去関連ライブラリを内蔵 RAM 上に転送し、ユーザマットとユーザブートマットを消去します。																				
図 22.18 ブートプログラムのステータス	22-46	図を修正 ↓ ユーザマット ユーザブートマット 消去処理																				
(3) 問い合わせ選択ステータス (f) 動作周波数問い合わせ	22-52	説明を修正 ・ 動作周波数最小値（2 バイト）： 分周されたクロックの最小値 ... ・ 動作周波数最大値（2 バイト）： 分周されたクロックの最大値																				
(8) 書き込み／消去ステータス (c) 128 バイト書き込み	22-62	説明を追加 ・ ERROR：（1 バイト）：エラーコード H'11：サムチェックエラー H'2A：アドレスエラー、アドレスが指定のマットの範囲にない																				
(f) メモリリード	22-64	説明を追加 ・ エリア（1 バイト） H'00：ユーザブートマット																				
(g) ユーザブートマットのサムチェック	22-65	説明を追加																				
(i) ユーザブートマットのブランクチェック		説明を追加																				
25.3 各動作モードにおけるレジスタの状態	25-28	表を修正 <table><tr><td>レジスタ略称</td><td>リセット</td></tr><tr><td>RSTSR</td><td>初期化*</td></tr></table>	レジスタ略称	リセット	RSTSR	初期化*																
	レジスタ略称	リセット																				
RSTSR	初期化*																					
	25-37	注を追加 【注】* RSTSR の PORF ビットは端子リセットのみ初期化可能です。																				
26.2 DC 特性 表 26.2 DC 特性（1）	26-2	表を修正 <table><tr><th colspan="2">項 目</th><th>記号</th><th>min.</th><th>typ.</th><th>max.</th></tr><tr><td rowspan="3">入力 High レベル電圧</td><td>RES、NMI、MD2、MD1、ETRST</td><td rowspan="3">V_{IH}</td><td>V_{CC} × 0.9</td><td>—</td><td>V_{CC} + 0.3</td></tr><tr><td>EXTAL</td><td>V_{CC} × 0.7</td><td>—</td><td>V_{CC} + 0.3</td></tr><tr><td>ポート 7</td><td>AV_{CC} × 0.7</td><td>—</td><td>AV_{CC} + 0.3</td></tr></table>	項 目		記号	min.	typ.	max.	入力 High レベル電圧	RES、NMI、MD2、MD1、ETRST	V _{IH}	V _{CC} × 0.9	—	V _{CC} + 0.3	EXTAL	V _{CC} × 0.7	—	V _{CC} + 0.3	ポート 7	AV _{CC} × 0.7	—	AV _{CC} + 0.3
項 目		記号	min.	typ.	max.																	
入力 High レベル電圧	RES、NMI、MD2、MD1、ETRST	V _{IH}	V _{CC} × 0.9	—	V _{CC} + 0.3																	
	EXTAL		V _{CC} × 0.7	—	V _{CC} + 0.3																	
	ポート 7		AV _{CC} × 0.7	—	AV _{CC} + 0.3																	

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）																			
26.6 パワーオンリセット特性 表 26.14 パワーオンリセット回路 の電気的特性	26-20	表を修正																			
		<table><tr><td>項目</td><td>記号</td><td>min.</td><td>typ.</td><td>max.</td></tr><tr><td>パワーオンリセット検知電圧</td><td>Vpor</td><td>2.65</td><td>2.80</td><td>2.95</td></tr><tr><td>パワーオンリセット時間</td><td>Tpor</td><td>20</td><td>—</td><td>60</td></tr></table>					項目	記号	min.	typ.	max.	パワーオンリセット検知電圧	Vpor	2.65	2.80	2.95	パワーオンリセット時間	Tpor	20	—	60
		項目	記号	min.	typ.	max.															
		パワーオンリセット検知電圧	Vpor	2.65	2.80	2.95															
パワーオンリセット時間	Tpor	20	—	60																	

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

目次

1. 概要.....	1-1
1.1 特長.....	1-1
1.1.1 用途.....	1-1
1.1.2 仕様概要.....	1-2
1.2 製品一覧.....	1-6
1.3 ブロック図.....	1-7
1.4 端子説明.....	1-8
1.4.1 ピン配置図.....	1-8
1.4.2 動作モード別端子機能一覧.....	1-11
1.4.3 端子機能.....	1-17
2. CPU.....	2-1
2.1 特長.....	2-1
2.1.1 H8S/2600 CPU と H8S/2000 CPU との相違点.....	2-2
2.2 CPU動作モード.....	2-3
2.3 アドレス空間.....	2-5
2.4 レジスタの構成.....	2-6
2.4.1 汎用レジスタ.....	2-7
2.4.2 プログラムカウンタ (PC).....	2-8
2.4.3 エクステンドレジスタ (EXR).....	2-8
2.4.4 コンディションコードレジスタ (CCR).....	2-8
2.4.5 CPU 内部レジスタの初期値.....	2-9
2.5 データ形式.....	2-10
2.5.1 汎用レジスタのデータ形式.....	2-10
2.5.2 メモリ上でのデータ形式.....	2-12
2.6 命令セット.....	2-13
2.6.1 命令の機能別一覧.....	2-14
2.6.2 命令の基本フォーマット.....	2-23
2.7 アドレッシングモードと実効アドレスの計算方法.....	2-24
2.7.1 レジスタ直接 Rn.....	2-24
2.7.2 レジスタ間接 @ERn.....	2-24
2.7.3 ディスプレイースメント付きレジスタ間接 @ (d:16,ERn) /@ (d:32,ERn).....	2-24
2.7.4 ポストインクリメントレジスタ間接@ERn+/プリデクリメントレジスタ間接@-ERn.....	2-25
2.7.5 絶対アドレス @aa:8/@aa:16/@aa:24/@aa:32.....	2-25
2.7.6 イミディエイト #xx:8/#xx:16/#xx:32.....	2-26
2.7.7 プログラムカウンタ相対 @ (d:8, PC) /@ (d:16, PC).....	2-26
2.7.8 メモリ間接 @@aa:8.....	2-26
2.7.9 実効アドレスの計算方法.....	2-27
2.8 処理状態.....	2-29

2.9	使用上の注意事項	2-31
2.9.1	TAS 命令	2-31
2.9.2	STM/LDM 命令	2-31
2.9.3	ビット操作命令	2-31
2.9.4	EEPMOV 命令	2-32
3.	MCU 動作モード	3-1
3.1	動作モードの選択	3-1
3.2	レジスタの説明	3-1
3.2.1	モードコントロールレジスタ (MDCR)	3-2
3.2.2	システムコントロールレジスタ (SYSCR)	3-2
3.2.3	シリアルタイムコントロールレジスタ (STCR)	3-3
3.2.4	システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)	3-5
3.2.5	ポートコントロールレジスタ 2 (PTCNT2)	3-6
3.3	各動作モードの説明	3-7
3.3.1	モード 2	3-7
3.4	アドレスマップ	3-7
4.	リセット	4-1
4.1	リセットの種類	4-1
4.2	入出力端子	4-2
4.3	レジスタの説明	4-3
4.3.1	リセットステータスレジスタ (RSTSR)	4-3
4.3.2	システムコントロールレジスタ (SYSCR)	4-4
4.3.3	タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)	4-6
4.4	端子リセット	4-9
4.5	パワーオンリセット	4-9
4.6	ウォッチドッグタイマリセット	4-10
4.7	リセット発生要因の判定	4-10
5.	例外処理	5-1
5.1	例外処理の種類と優先度	5-1
5.2	例外処理要因とベクタテーブル	5-2
5.3	リセット	5-6
5.3.1	リセット例外処理	5-6
5.3.2	リセット直後の割り込み	5-8
5.3.3	リセット解除後の内蔵周辺機能	5-8
5.4	割り込み例外処理	5-8
5.5	トラップ命令例外処理	5-8
5.6	例外処理後のスタックの状態	5-9
5.7	使用上の注意事項	5-10
6.	割り込みコントローラ	6-1
6.1	特長	6-1
6.2	入出力端子	6-3
6.3	レジスタの説明	6-4

6.3.1	インタラプトコントロールレジスタ A～D (ICRA～ICRD)	6-6
6.3.2	アドレスブレイクコントロールレジスタ (ABRKCR)	6-7
6.3.3	ブレイクアドレスレジスタ A～C (BARA～BARC)	6-7
6.3.4	IRQ センスコントロールレジスタ (ISCR16H、ISCR16L、ISCRH、ISCRL)	6-8
6.3.5	IRQ イネーブルレジスタ (IER16、IER)	6-10
6.3.6	IRQ ステータスレジスタ (ISR16、ISR)	6-11
6.3.7	IRQ センスポートセレクトレジスタ 16 (ISSR16) IRQ センスポートセレクトレジスタ (ISSR)	6-12
6.3.8	キーボードマトリクス割り込みマスクレジスタ (KMIMRA、KMIMRB) ウェイクアップイベント割り込みマスクレジスタ (WUEMRA、WUEMRB)	6-13
6.3.9	ウェイクアップセンスコントロールレジスタ (WUESCRA、WUESCRB) ウェイクアップ入力割り込みステータスレジスタ (WUESRA、WUESRB) ウェイクアップイネーブルレジスタ (WUEER)	6-16
6.4	割り込み要因	6-18
6.4.1	外部割り込み要因	6-18
6.4.2	内部割り込み要因	6-21
6.5	割り込み例外処理ベクタテーブル	6-22
6.6	割り込み制御モードと割り込み動作	6-30
6.6.1	割り込み制御モード 0	6-32
6.6.2	割り込み制御モード 1	6-34
6.6.3	割り込み例外処理シーケンス	6-36
6.6.4	割り込み応答時間	6-38
6.7	アドレスブレイク	6-39
6.7.1	特長	6-39
6.7.2	ブロック図	6-39
6.7.3	動作説明	6-40
6.7.4	使用上の注意事項	6-40
6.8	使用上の注意事項	6-42
6.8.1	割り込みの発生とディスエーブルとの競合	6-42
6.8.2	割り込みを禁止している命令	6-42
6.8.3	EEPMOV 命令実行中の割り込み	6-43
6.8.4	ベクタアドレスの切り替え	6-43
6.8.5	ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時の外部割り込み端子について	6-43
6.8.6	ノイズキャンセラの切り替え	6-43
6.8.7	IRQ ステータスレジスタ (ISR) について	6-43
7.	バスコントローラ (BSC)	7-1
7.1	レジスタの説明	7-1
7.1.1	バスコントロールレジスタ (BCR)	7-1
7.1.2	ウェイトステートコントロールレジスタ (WSCR)	7-2
8.	I/O ポート	8-1
8.1	レジスタの説明	8-6
8.1.1	データディレクションレジスタ (PnDDR) (n=1～6、8、9、A～D、F～H)	8-7
8.1.2	データレジスタ (PnDR) (n=1～6、8、9)	8-8
8.1.3	入力データレジスタ (PnPIN) (n=1～9、A～H)	8-8

8.1.4	プリアップ MOS コントロールレジスタ (PnPCR) (n=1~3、6、9、B~D、F、H)	8-9
8.1.5	出力データレジスタ (PnODR) (n=A~D、F~H)	8-10
8.1.6	ノイズキャンセライネーブルレジスタ (PnNCE) (n=4、6、C、G)	8-11
8.1.7	ノイズキャンセラ判定制御レジスタ (PnNCCMC) (n=4、6、C、G)	8-11
8.1.8	ノイズキャンセル周期設定レジスタ (PnNCCS) (n=4、6、C、G)	8-12
8.1.9	ポート Nch-OD コントロールレジスタ (PnNOCR) (n=C、D、F、G、H)	8-13
8.1.10	出力バッファの MOS 状態.....	8-14
8.2	端子機能	8-15
8.2.1	ポート 1	8-15
8.2.2	ポート 2	8-15
8.2.3	ポート 3	8-15
8.2.4	ポート 4	8-16
8.2.5	ポート 5	8-18
8.2.6	ポート 6	8-19
8.2.7	ポート 7	8-19
8.2.8	ポート 8	8-20
8.2.9	ポート 9	8-22
8.2.10	ポート A	8-23
8.2.11	ポート B	8-24
8.2.12	ポート C	8-26
8.2.13	ポート D	8-30
8.2.14	ポート E	8-30
8.2.15	ポート F	8-31
8.2.16	ポート G	8-32
8.2.17	ポート H	8-37
8.3	周辺機能端子の移動	8-38
8.3.1	ポートコントロールレジスタ 0 (PTCNT0)	8-38
8.3.2	ポートコントロールレジスタ 1 (PTCNT1)	8-38
8.3.3	ポートコントロールレジスタ 2 (PTCNT2)	8-39
9.	8 ビット PWM タイマ (PWMU)	9-1
9.1	特長	9-1
9.2	入出力端子	9-3
9.3	レジスタの説明	9-4
9.3.1	PWM クロックコントロールレジスタ (PWMCKCR)	9-5
9.3.2	PWM 出力コントロールレジスタ (PWMOUTCR)	9-5
9.3.3	PWM モードコントロールレジスタ (PWMMDCR)	9-7
9.3.4	PWM 位相コントロールレジスタ (PWMPHCR)	9-8
9.3.5	PWM プリスケアラッチレジスタ (PRELAT)	9-9
9.3.6	PWM デューティ設定ラッチレジスタ (REGLAT)	9-9
9.3.7	PWM プリスケアラレジスタ 0~5 (PWMPRE0~PWMPRE5)	9-10
9.3.8	PWM デューティ設定レジスタ 0~5 (PWMREG0~PWMREG5)	9-12
9.4	動作説明	9-14
9.4.1	単パルスモード (8 ビット、12 ビット、16 ビット)	9-14
9.4.2	パルス分割モード	9-17

9.5	使用上の注意事項	9-20
9.5.1	モジュールストップモードの設定.....	9-20
9.5.2	16/12 ビット単パルス PWM タイマ使用上の注意点	9-20
10.	16 ビットタイマパルスユニット (TPU)	10-1
10.1	特長.....	10-1
10.2	入出力端子.....	10-5
10.3	レジスタの説明	10-6
10.3.1	タイマコントロールレジスタ (TCR)	10-7
10.3.2	タイマモードレジスタ (TMDR)	10-9
10.3.3	タイマ I/O コントロールレジスタ (TIOR)	10-10
10.3.4	タイマインタラプトイネーブルレジスタ (TIER)	10-19
10.3.5	タイマステータスレジスタ (TSR)	10-20
10.3.6	タイマカウンタ (TCNT)	10-22
10.3.7	タイマジェネラルレジスタ (TGR)	10-22
10.3.8	タイマスタートレジスタ (TSTR)	10-23
10.3.9	タイマシンクロレジスタ (TSYR)	10-23
10.4	バスマスタとのインタフェース	10-24
10.4.1	16 ビットレジスタ	10-24
10.4.2	8 ビットレジスタ	10-24
10.5	動作説明	10-26
10.5.1	基本動作	10-26
10.5.2	同期動作	10-31
10.5.3	バッファ動作	10-32
10.5.4	PWM モード.....	10-35
10.5.5	位相計数モード	10-39
10.6	割り込み要因	10-44
10.6.1	割り込み要因と優先順位	10-44
10.6.2	A/D 変換器の起動	10-45
10.7	動作タイミング	10-46
10.7.1	入出力タイミング	10-46
10.7.2	割り込み信号タイミング	10-50
10.8	使用上の注意事項	10-53
10.8.1	入力クロックの制限事項	10-53
10.8.2	周期設定上の注意事項	10-53
10.8.3	TCNT のライトとクリアの競合	10-54
10.8.4	TCNT のライトとカウントアップの競合	10-54
10.8.5	TGR のライトとコンペアマッチの競合.....	10-55
10.8.6	バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合.....	10-55
10.8.7	TGR のリードとインプットキャプチャの競合.....	10-56
10.8.8	TGR のライトとインプットキャプチャの競合.....	10-56
10.8.9	バッファレジスタのライトとインプットキャプチャの競合.....	10-57
10.8.10	オーバフロー／アンダフローとカウンタクリアの競合.....	10-57
10.8.11	TCNT のライトとオーバフロー／アンダフローの競合	10-58
10.8.12	入出力端子の兼用	10-58
10.8.13	モジュールストップモード時の設定.....	10-58

11. 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)	11-1
11.1 特長	11-1
11.2 入出力端子	11-3
11.3 レジスタの説明	11-4
11.3.1 TCM タイマカウンタ (TCMCNT)	11-5
11.3.2 TCM 周期上限レジスタ (TCMMLCM)	11-5
11.3.3 TCM 周期下限レジスタ (TCMMINCM)	11-5
11.3.4 TCM インプットキャプチャレジスタ (TCMICR)	11-6
11.3.5 TCM インプットキャプチャバッファレジスタ (TCMICRF)	11-6
11.3.6 TCM ステータスレジスタ (TCMCSR)	11-6
11.3.7 TCM コントロールレジスタ (TCMCR)	11-8
11.3.8 TCM インタラプトイネーブルレジスタ (TCMIER)	11-9
11.4 動作説明	11-11
11.4.1 タイマモード	11-11
11.4.2 周期測定モード	11-13
11.5 割り込み要因	11-17
11.6 使用上の注意事項	11-18
11.6.1 TCMCNT ライトとカウントアップの競合	11-18
11.6.2 TCMMLCM のライトとコンペアマッチの競合	11-18
11.6.3 インプットキャプチャと TCMICR リードの競合	11-19
11.6.4 周期測定モード時のエッジ検出とレジスタ (TCMMLCM、TCMMINCM) ライトの競合	11-19
11.6.5 周期測定モードのエッジ検出と TCMCR の TCMMD5 ビットクリアの競合	11-20
11.6.6 TCMCKI と TCMMCI の設定	11-20
11.6.7 モジュールストップモードの設定	11-20
12. 8 ビットタイマ (TMR)	12-1
12.1 特長	12-1
12.2 入出力端子	12-4
12.3 レジスタの説明	12-4
12.3.1 タイマカウンタ (TCNT)	12-6
12.3.2 タイムコンスタントレジスタ A (TCORA)	12-6
12.3.3 タイムコンスタントレジスタ B (TCORB)	12-6
12.3.4 タイマコントロールレジスタ (TCR)	12-7
12.3.5 タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)	12-10
12.3.6 タイムコンスタントレジスタ C (TCORC)	12-14
12.3.7 インプットキャプチャレジスタ R、F (TICRR、TICRF)	12-14
12.3.8 タイマコネクションレジスタ I (TCONRI)	12-14
12.3.9 タイマコネクションレジスタ S (TCONRS)	12-15
12.3.10 タイマ XY コントロールレジスタ (TCRXY)	12-15
12.4 動作説明	12-16
12.4.1 パルス出力	12-16
12.5 動作タイミング	12-17
12.5.1 TCNT のカウントタイミング	12-17
12.5.2 コンペアマッチ時の CMFA、CMFB フラグのセットタイミング	12-18
12.5.3 コンペアマッチ時のタイマ出力タイミング	12-18

12.5.4	コンペアマッチによるカウンタクリアタイミング	12-19
12.5.5	TCNT の外部リセットタイミング	12-19
12.5.6	オーバフローフラグ (OVF) のセットタイミング	12-20
12.6	TMR_0、TMR_1のカスケード接続	12-20
12.6.1	16 ビットカウントモード	12-20
12.6.2	コンペアマッチカウントモード	12-21
12.7	TMR_Y、TMR_Xのカスケード接続	12-21
12.7.1	16 ビットカウントモード	12-21
12.7.2	コンペアマッチカウントモード	12-21
12.7.3	インプットキャプチャ動作	12-22
12.8	割り込み要因	12-23
12.9	使用上の注意事項	12-24
12.9.1	TCNT のライトとカウンタクリアの競合	12-24
12.9.2	TCNT のライトとカウントアップの競合	12-25
12.9.3	TCOR のライトとコンペアマッチの競合	12-26
12.9.4	コンペアマッチ A、B の競合	12-26
12.9.5	内部クロックの切り替えと TCNT の動作	12-27
12.9.6	カスケード接続時のモード設定	12-28
12.9.7	モジュールストップモードの設定	12-28
13.	ウォッチドッグタイマ (WDT)	13-1
13.1	特長	13-1
13.2	入出力端子	13-3
13.3	レジスタの説明	13-3
13.3.1	タイマカウンタ (TCNT)	13-4
13.3.2	タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)	13-4
13.4	動作説明	13-7
13.4.1	ウォッチドッグタイマモード	13-7
13.4.2	インターバルタイマモード	13-8
13.5	割り込み要因	13-9
13.6	使用上の注意事項	13-9
13.6.1	レジスタアクセス時の注意事項	13-9
13.6.2	タイマカウンタ (TCNT) のライトとカウントアップの競合	13-10
13.6.3	CKS2~CKS0 ビットの書き換え	13-10
13.6.4	PSS ビットの書き換え	13-10
13.6.5	ウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードの切り替え	13-10
14.	シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)	14-1
14.1	特長	14-1
14.2	入出力端子	14-3
14.3	レジスタの説明	14-3
14.3.1	レシーブシフトレジスタ (RSR)	14-4
14.3.2	レシーブデータレジスタ (RDR)	14-4
14.3.3	トランスミットデータレジスタ (TDR)	14-4
14.3.4	トランスミットシフトレジスタ (TSR)	14-4
14.3.5	シリアルモードレジスタ (SMR)	14-5

14.3.6	シリアルコントロールレジスタ (SCR)	14-7
14.3.7	シリアルステータスレジスタ (SSR)	14-9
14.3.8	スマートカードモードレジスタ (SCMR)	14-12
14.3.9	ビットレートレジスタ (BRR)	14-13
14.4	調歩同期式モードの動作	14-17
14.4.1	送受信フォーマット	14-19
14.4.2	調歩同期式モードの受信データサンプリングタイミングと受信マージン	14-20
14.4.3	クロック	14-21
14.4.4	SCI の初期化 (調歩同期式)	14-22
14.4.5	シリアルデータ送信 (調歩同期式)	14-23
14.4.6	シリアルデータ受信 (調歩同期式)	14-25
14.5	マルチプロセッサ通信機能	14-28
14.5.1	マルチプロセッサシリアルデータ送信	14-29
14.5.2	マルチプロセッサシリアルデータ受信	14-30
14.6	クロック同期式モードの動作	14-33
14.6.1	クロック	14-33
14.6.2	SCI の初期化 (クロック同期式)	14-34
14.6.3	シリアルデータ送信 (クロック同期式)	14-35
14.6.4	シリアルデータ受信 (クロック同期式)	14-37
14.6.5	シリアルデータ送受信同時動作 (クロック同期式)	14-39
14.7	スマートカードインタフェースの動作説明	14-41
14.7.1	接続例	14-41
14.7.2	データフォーマット (ブロック転送モード時を除く)	14-41
14.7.3	ブロック転送モード	14-43
14.7.4	受信データサンプリングタイミングと受信マージン	14-43
14.7.5	初期設定	14-44
14.7.6	シリアルデータ送信 (ブロック転送モードを除く)	14-45
14.7.7	シリアルデータ受信 (ブロック転送モードを除く)	14-48
14.7.8	クロック出力制御	14-49
14.8	割り込み要因	14-51
14.8.1	通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモードにおける割り込み	14-51
14.8.2	スマートカードインタフェースモードにおける割り込み	14-52
14.9	使用上の注意事項	14-53
14.9.1	モジュールストップモードの設定	14-53
14.9.2	ブレークの検出と処理	14-53
14.9.3	マーク状態とブレークの送り出し	14-53
14.9.4	受信エラーフラグと送信動作 (クロック同期式モードのみ)	14-53
14.9.5	TDR へのライトと TDRE フラグの関係	14-53
14.9.6	モード遷移時の動作	14-54
14.9.7	SCK 端子からポート端子への切り替え	14-56
14.9.8	送信、受信、送受信中のレジスタ書き込みの注意事項	14-57
15	FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)	15-1
15.1	特長	15-1
15.2	入出力端子	15-3
15.3	レジスタの説明	15-3

15.3.1	レシーブシフトレジスタ (FRSR)	15-4
15.3.2	レシーブバッファレジスタ (FRBR)	15-4
15.3.3	トランスミッタシフトレジスタ (FTSR)	15-5
15.3.4	トランスミッタホールディングレジスタ (FTHR)	15-5
15.3.5	ディバイザラッチ H、L (FDLH、FDLL)	15-5
15.3.6	割り込みイネーブルレジスタ (FIER)	15-6
15.3.7	割り込み識別レジスタ (FIIR)	15-6
15.3.8	FIFO 制御レジスタ (FFCR)	15-8
15.3.9	ライン制御レジスタ (FLCR)	15-8
15.3.10	モデム制御レジスタ (FMCR)	15-10
15.3.11	ラインステータスレジスタ (FLSR)	15-11
15.3.12	モデムステータスレジスタ (FMSR)	15-14
15.3.13	スクラッチパッドレジスタ (FSCR)	15-16
15.3.14	SCIF コントロールレジスタ (SCIFCR)	15-16
15.4	動作説明	15-17
15.4.1	ボーレート	15-17
15.4.2	調歩同期式通信の動作	15-18
15.4.3	SCIF の初期化	15-19
15.4.4	フロー制御を行った送受信	15-22
15.4.5	LPC インタフェースからのデータ送受信	15-28
15.5	割り込み要因	15-30
15.6	使用上の注意事項	15-30
15.6.1	SCLK に LCLK を選択した場合の低消費電力モード	15-30
15.6.2	シリアル送受信中の FLCRC アクセス	15-30
16.	I ² C バスインタフェース (IIC)	16-1
16.1	特長	16-1
16.2	入出力端子	16-4
16.3	レジスタの説明	16-5
16.3.1	I ² C バスデータレジスタ (ICDR)	16-6
16.3.2	スレーブアドレスレジスタ (SAR)	16-7
16.3.3	第 2 スレーブアドレスレジスタ (SARX)	16-7
16.3.4	I ² C バスモードレジスタ (ICMR)	16-9
16.3.5	I ² C バスコントロールレジスタ (ICCR)	16-10
16.3.6	I ² C バスステータスレジスタ (ICSR)	16-17
16.3.7	I ² C バスコントロール初期化レジスタ (ICRES)	16-21
16.3.8	I ² C バスコントロール拡張レジスタ (ICXR)	16-22
16.4	動作説明	16-25
16.4.1	I ² C バスデータフォーマット	16-25
16.4.2	初期設定	16-27
16.4.3	マスタ送信動作	16-27
16.4.4	マスタ受信動作	16-32
16.4.5	スレーブ受信動作	16-35
16.4.6	スレーブ送信動作	16-39
16.4.7	IRIC セットタイミングと SCL 制御	16-42
16.4.8	ノイズ除去回路	16-45

16.4.9	内部状態の初期化	16-45
16.5	割り込み要因	16-46
16.6	使用上の注意事項	16-47
16.6.1	モジュールストップモードの設定.....	16-50
17.	SMBus 2.0 インタフェース (SMBUS)	17-1
17.1	特長.....	17-1
17.2	入出力端子	17-2
17.3	レジスタの説明	17-2
17.3.1	PEC 演算データ入力レジスタ (PECX)	17-2
17.3.2	PEC 演算データ再入力レジスタ (PECY)	17-2
17.3.3	PEC 演算結果出力レジスタ (PECZ)	17-3
17.4	動作説明	17-3
17.4.1	SMBus 2.0 データフォーマット	17-3
17.4.2	PEC 演算モジュールの使用方法	17-4
17.5	使用上の注意事項	17-5
17.5.1	モジュールストップモードの設定.....	17-5
18.	キーボードバッファコントロールユニット (PS2)	18-1
18.1	特長.....	18-1
18.2	入出力端子	18-2
18.3	レジスタの説明	18-3
18.3.1	キーボードコントロールレジスタ 1 (KBCR1)	18-4
18.3.2	キーボードバッファコントロールレジスタ 2 (KBCR2)	18-5
18.3.3	キーボードコントロールレジスタ H (KBCRH)	18-6
18.3.4	キーボードコントロールレジスタ L (KBCRL)	18-8
18.3.5	キーボードデータバッファレジスタ (KBBR)	18-9
18.3.6	キーボードバッファ送信データレジスタ (KBTR)	18-9
18.4	動作説明	18-10
18.4.1	受信動作	18-10
18.4.2	送信動作	18-12
18.4.3	受信中断動作	18-13
18.4.4	KCLKI、KDI リードタイミング.....	18-15
18.4.5	KCLKO、KDO ライトタイミング.....	18-16
18.4.6	KBF セットタイミングと KCLK 制御.....	18-16
18.4.7	受信タイミング	18-17
18.4.8	データ受信中の動作	18-17
18.4.9	KCLK 立ち下がり割り込みの動作.....	18-18
18.4.10	1st KCLK 立ち下がり割り込みの動作.....	18-19
18.5	使用上の注意事項	18-22
18.5.1	KBIOE セットと KCLK 立ち下がりエッジ検出.....	18-22
18.5.2	KDO ビット (KBCRL) による KD 出力と自動送信による KD 出力の関係.....	18-23
18.5.3	モジュールストップモードの設定.....	18-23
18.5.4	中速モード	18-23
18.5.5	送信完了フラグ (KBTE) について	18-23

19. LPC インタフェース (LPC)	19-1
19.1 特長	19-1
19.2 入出力端子	19-3
19.3 レジスタの説明	19-4
19.3.1 ホストインタフェースコントロールレジスタ 0、1 (HICR0、HICR1)	19-6
19.3.2 ホストインタフェースコントロールレジスタ 2、3 (HICR2、HICR3)	19-11
19.3.3 ホストインタフェースコントロールレジスタ 4 (HICR4)	19-13
19.3.4 ホストインタフェースコントロールレジスタ 5 (HICR5)	19-14
19.3.5 LPC チャネル 1 アドレスレジスタ H、L (LADR1H、LADR1L)	19-15
19.3.6 LPC チャネル 2 アドレスレジスタ H、L (LADR2H、LADR2L)	19-16
19.3.7 LPC チャネル 3 アドレスレジスタ H、L (LADR3H、LADR3L)	19-17
19.3.8 LPC チャネル 4 アドレスレジスタ H、L (LADR4H、LADR4L)	19-18
19.3.9 入力データレジスタ 1~4 (IDR1~IDR4)	19-19
19.3.10 出力データレジスタ 1~4 (ODR1~ODR4)	19-20
19.3.11 双方向データレジスタ 0~15 (TWR0~TWR15)	19-20
19.3.12 ステータスレジスタ 1~4 (STR1~STR4)	19-20
19.3.13 SERIRQ コントロールレジスタ 0 (SIRQCR0)	19-26
19.3.14 SERIRQ コントロールレジスタ 1 (SIRQCR1)	19-29
19.3.15 SERIRQ コントロールレジスタ 2 (SIRQCR2)	19-33
19.3.16 SERIRQ コントロールレジスタ 3 (SIRQCR3)	19-36
19.3.17 SERIRQ コントロールレジスタ 4 (SIRQCR4)	19-36
19.3.18 SCIF アドレスレジスタ (SCIFADRH、SCIFADRL)	19-37
19.3.19 ホストインタフェースセレクトレジスタ (HISEL)	19-38
19.4 動作説明	19-39
19.4.1 LPC インタフェースの起動	19-39
19.4.2 LPC の I/O サイクル	19-39
19.4.3 GATE A20	19-41
19.4.4 LPC インタフェースのシャットダウン機能 (LPCPD)	19-43
19.4.5 LPC インタフェースのシリアル割り込み動作 (SERIRQ)	19-46
19.4.6 LPC インタフェースのクロック起動要求	19-48
19.4.7 LPC インタフェースから SCIF 制御	19-48
19.5 割り込み要因	19-49
19.5.1 IBFI1、IBFI2、IBFI3、IBFI4、OBEI、ERRI	19-49
19.5.2 SMI、HIRQ1、HIRQ3、HIRQ4、HIRQ5、HIRQ6、HIRQ7、HIRQ8、HIRQ9、HIRQ10、HIRQ11、HIRQ12、HIRQ13、HIRQ14、HIRQ15	19-49
19.6 使用上の注意事項	19-51
19.6.1 データアクセスの競合	19-51
20. A/D 変換器	20-1
20.1 特長	20-1
20.2 入出力端子	20-3
20.3 レジスタの説明	20-4
20.3.1 A/D データレジスタ A~H (ADDRA~ADDRH)	20-4
20.3.2 A/D コントロール/ステータスレジスタ (ADCSR)	20-5
20.3.3 A/D コントロールレジスタ (ADCR)	20-7

20.4	動作説明	20-8
20.4.1	シングルモード	20-8
20.4.2	スキャンモード	20-8
20.4.3	入力サンプリングと A/D 変換時間.....	20-9
20.5	割り込み要因	20-10
20.6	A/D変換精度の定義	20-11
20.7	使用上の注意事項	20-13
20.7.1	モジュールストップモードの設定.....	20-13
20.7.2	許容信号源インピーダンスについて.....	20-13
20.7.3	絶対精度への影響	20-13
20.7.4	アナログ電源端子他の設定範囲	20-14
20.7.5	ボード設計上の注意事項	20-14
20.7.6	ノイズ対策上の注意事項	20-14
20.7.7	モジュールストップモードの設定.....	20-15
21.	RAM	21-1
22.	フラッシュメモリ	22-1
22.1	特長	22-1
22.2	モード遷移図	22-3
22.3	フラッシュメモリマット構成	22-4
22.4	ブロック構成	22-5
22.5	書き込み／消去インタフェース	22-6
22.6	入出力端子	22-8
22.7	レジスタの説明	22-8
22.7.1	書き込み／消去インタフェースレジスタ.....	22-10
22.7.2	書き込み／消去インタフェースパラメータ	22-14
22.8	オンボードプログラミング	22-22
22.8.1	ブートモード	22-22
22.8.2	ユーザプログラムモード	22-26
22.8.3	ユーザブートモード	22-34
22.8.4	内蔵プログラム、書き込みデータの格納可能領域.....	22-37
22.9	プロテクト	22-42
22.9.1	ハードウェアプロテクト	22-42
22.9.2	ソフトウェアプロテクト	22-42
22.9.3	エラープロテクト	22-43
22.10	ユーザマットとユーザブートマットの切り替え.....	22-44
22.11	ライターモード	22-45
22.12	ブートモードの標準シリアル通信インタフェース仕様.....	22-45
22.13	使用上の注意事項	22-68
23.	クロック発振器	23-1
23.1	発振回路	23-2
23.1.1	水晶発振子を接続する方法	23-2
23.1.2	外部クロックを入力する方法	23-3
23.2	デューティ補正回路	23-5

23.3	サブクロック入力回路	23-5
23.4	サブクロック波形成形回路	23-6
23.5	クロック選択回路	23-6
23.6	使用上の注意事項	23-6
23.6.1	発振子に関する注意事項	23-6
23.6.2	ボード設計上の注意事項	23-7
24.	低消費電力状態	24-1
24.1	レジスタの説明	24-1
24.1.1	スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR)	24-2
24.1.2	ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR)	24-3
24.1.3	モジュールストップコントロールレジスタ H、L、A、B (MSTPCRH、MSTPCRL、MSTPCRA、MSTPCRB)	24-4
24.2	モード間遷移とLSIの状態	24-6
24.3	中速モード	24-8
24.4	スリープモード	24-9
24.5	ソフトウェアスタンバイモード	24-9
24.6	ウォッチモード	24-10
24.7	モジュールストップモード	24-11
24.8	使用上の注意事項	24-11
24.8.1	I/O ポートの状態	24-11
24.8.2	発振安定待機中の消費電流	24-11
25.	レジスター一覧	25-1
25.1	レジスタアドレス一覧 (アドレス順)	25-2
25.2	レジスタビット一覧	25-17
25.3	各動作モードにおけるレジスタの状態	25-28
25.4	レジスタ選択条件	25-38
25.5	レジスタアドレス一覧 (モジュール別)	25-51
26.	電气的特性	26-1
26.1	絶対最大定格	26-1
26.2	DC特性	26-2
26.3	AC特性	26-6
26.3.1	クロックタイミング	26-6
26.3.2	制御信号タイミング	26-8
26.3.3	内蔵周辺モジュールタイミング	26-10
26.4	A/D変換特性	26-18
26.5	フラッシュメモリ特性	26-19
26.6	パワーオンリセット特性	26-20
26.7	使用上の注意事項	26-21

付録..... **付録-1**

A. 各処理状態におけるI/Oポートの状態 付録-1

B. 型名一覧 付録-2

C. 外形寸法図 付録-3

D. 未使用端子の処理について 付録-6

索引..... **索引-1**

1. 概要

1.1 特長

H8S/2112 グループは、ルネサスオリジナルマイコン H8/300、H8/300H、H8S の各 CPU に対し上位互換アーキテクチャを持ち、内部 16 ビット構成の H8S/2000 CPU をコアとする CISC (Complex Instruction Set Computer) マイコンです。

周辺機能として、FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース、I²C バスインタフェース、A/D 変換器、豊富なタイマを内蔵しており、低コストでのシステム構築を可能にします。これらは、低消費電力モードにより、ダイナミックな消費電力制御が可能です。内蔵 ROM は、フラッシュメモリ (F-ZTAT™*) であり 96K バイトの容量を持っています。

【注】 * F-ZTAT は (株) ルネサステクノロジの商標です。

1.1.1 用途

応用分野例：PC 周辺機器、OA 機器、民生機器など

1. 概要

1.1.2 仕様概要

表1.1に、本マイコンの仕様概要を示します。

表 1.1 仕様概要

分 類	モジュール／機能	説 明
メモリ	ROM	- ROM 展開：フラッシュメモリ版 - H8S/2112 96K バイト
	RAM	RAM 容量：4K バイト
CPU	CPU	16 ビット高速 H8S/2000 CPU (CISC タイプ) H8/300 CPU、H8/300H CPU および H8S CPU に対してオブジェクトレベルで 上位互換 - 汎用レジスタ方式 (汎用レジスタ：16 ビット×16 本) - アドレッシングモード：8 種類 - アドレス空間：4G バイト (プログラム：4G バイト、データ：4G バイト) - 基本命令数 65 種類 (ビット演算、乗除算、ビット操作命令など) - 最小命令実行時間 (ns) 40.0ns @システムクロックφ=25MHz、Vcc=3.0~3.6V (ADD 命令) 動作時
	動作モード	アドバンスド・シングルチップモード
	MCU 動作モード	モード 2：シングルチップモード (MD2 端子が Low レベル、MD1 端子が High レベル、MD0 端子が Low レベルのとき) モード 4：ブートモード (MD2 端子が High レベル、MD1、MD0 端子が Low レベルのとき) モード 6：オンチップエミュレーションモード (MD2、MD1 端子が High レベル、MD0 端子が Low レベルのとき) ただし、MD0 端子はチップ内部で 0 に固定されています。 低消費電力状態 (SLEEP 命令により低消費電力状態に遷移)
割り込み (要因)	割り込み コントローラ	- 外部割り込み端子：49 本 (NMI、$\overline{\text{IRQ15}}$~$\overline{\text{IRQ0}}$ (Ex$\overline{\text{IRQ15}}$~Ex$\overline{\text{IRQ6}}$)、 KIN15~KIN0、WUE15~WUE0) - 内部割り込み要因数：50 本 2 種類の割り込み制御モード (システムコントロールレジスタで指定) 2 レベルの割り込み優先順位を設定可能 (インタラプトコントロールレジスタで指定) - 独立したベクタアドレス

分 類	モジュール／機能	説 明
クロック	クロック発振器 (CPG)	- クロック発生回路：2 回路 - クロック発振器とサブクロック入力回路 システムクロック (φ) 同期：8~25MHz - 低消費電力状態：5 種類 中速モード、スリープモード、ウォッチモード、ソフトウェアスタンバイモード、モジュールストップモード
A/D コンバータ	A/D 変換器 (ADC)	- 分解能 (10 ビット) × 入力チャネル数 (12 チャネル) - サンプル & ホールド機能付き - 変換時間：1 チャネル当たり 4μs (A/D 変換用クロック ADCLK=10MHz 動作時) - 動作モード：2 種類 (シングルモード、スキャンモード) - A/D 変換開始方法：3 種類 (ソフトウェア、2 種類のタイマ (TPU/TMR) のトリガ)
タイマ	8 ビット PWM タイマ (PWMU)	8 ビット A/B×6 チャネル 4 種類のクロックを選択可能 - チャネルごとに周期を設定可能 8 ビット単パルスモード、12 ビット単パルスモード、16 ビット単パルスモード、8 ビットパルス分割モードをサポート
	16 ビットタイマパルスユニット (TPU)	16 ビット×3 チャネル (汎用パルスタイマユニット) - 各チャネルごとに 8 種類のカウンタ入力クロックを選択可能 - 最大 8 本のパルス入出力が可能 - カウンタクリア動作、複数のタイマカウンタ (TCNT) への同時書き込み、コンペアマッチ／インプットキャプチャによる同時クリア、カウンタの同期動作による各レジスタの同期入出力、同期動作と組み合わせることによる最大 7 相の PWM 出力が可能 - チャネルによりバッファ動作、位相計数モード (二相エンコーダ入力) をサポート - インプットキャプチャ機能をサポート - アウトプットコンペア機能 (コンペアマッチによる波形出力) をサポート
	16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)	16 ビット×3 チャネル 7 種類のクロックを選択可能：内部クロック 6 種類または外部クロック - 入力波形の周期を測定可能
	8 ビットタイマ (TMR)	8 ビット×4 チャネル (16 ビット×2 チャネルとしても動作可能) 7 種類のクロックを選択可能：内部クロック 6 種類または外部クロック - 任意のデューティのパルス出力や PWM 出力が可能

1. 概要

分 類	モジュール／機能	説 明
ウォッチドッグ タイマ	ウォッチドッグタイマ (WDT)	・ 8 ビット×2 チャンネル (8 種類のカウンタ入力クロックを選択可能) ・ ウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードを切り替えて使用可能
シリアル インタフェース	FIFO 内蔵シリアル コミュニケーション インタフェース (SCIF)	・ チャンネル数：1 チャンネル (調歩同期式モード) ・ 16 段の送受信用 FIFO バッファ構造 ・ 全二重通信が可能 ・ 内蔵ボーレートジェネレータにより任意のビットレートを設定可能 ・ LPC ホストから直接制御可能
	シリアルコミュニケー ションインタフェース (SCI)	・ チャンネル数：1 チャンネル (非同期式／クロック同期式兼用) ・ 全二重通信が可能 ・ 任意のビットレート、LSB ファースト／MSB ファーストを選択可能
	スマートカード ／SIM	・ SCI モジュールで、スマートカード (SIM) インタフェースをサポート
高機能通信	I ² C バスインタフェース (IIC)	・ チャンネル数：2 チャンネル (うち 1 チャンネルは入出力端子を切り替え可能) ・ 連続送信／受信が可能 ・ 送受信フォーマット：2 種類 ・ I²C バスフォーマット：アドレッシングフォーマットでアクノリッジビットあり、マスタ、スレーブ動作 ・ クロック同期シリアルフォーマット：ノンアドレッシングフォーマットでアクノリッジビットなし、マスタ動作専用
	SMBus2.0 インタフェ ース (SMBUS)	・ SMBus2.0 インタフェースをサポート ・ IIC_0 と通信機能を共有 ・ PEC (Packet Error Checking 演算器) を内蔵
	キーボードバッファ コントロールユニット (PS2)	・ チャンネル数：2 チャンネル ・ PS/2 インタフェースに準拠 ・ バスを直接駆動可能 ・ 割り込みおよびエラー検出 ・ パリティエラー、ストップビットモニタ、受信完了通知モニタ
	LPC インタフェース (LPC)	・ チャンネル数：4 チャンネル ・ PCI クロックに同期して、転送の種類、アドレスおよびデータをシリアル転送 ・ LPC インタフェースの I/O リードサイクルおよび I/O ライトサイクルに対応 ・ LPC インタフェースのシャットダウン機能 (LPCPD) に対応
I/O ポート		・ 入力専用：13 本 ・ 入出力：112 本 ・ ブルアップ抵抗：76 本 ・ LED 駆動可能：40 本 ・ ノイズキャンセラ内蔵：32 本

分 類	モジュール／機能	説 明
パッケージ		• 薄型 144 ピン QFP パッケージ (PTQP0144LC-A) (旧コード：TFP-144V、ボディサイズ：16×16mm、ピンピッチ：0.40mm) • 176 ピン BGA パッケージ (PLBG0176GA-A) (旧コード：BP-176V、ボディサイズ：13×13mm、ピンピッチ：0.80mm) • 145 ピン TLP パッケージ (PTLG0145JB-A) (ボディサイズ：9×9mm、ピンピッチ：0.65mm) • 鉛フリー版パッケージ
動作周波数／電源電圧		• 動作周波数：8～25MHz • 電源電圧：Vcc=3.0～3.6V、AVcc=3.0～3.6V • 消費電流：25mA typ. (Vcc=3.3V、AVcc=3.3V、ϕ=25MHz)
動作周囲温度 (°C)		• -20～+75°C (通常仕様品)

1. 概要

1.2 製品一覧

表 1.2 に製品一覧表、図 1.1 に製品型名の読み方を示します。

表 1.2 製品一覧表

製品型名	ROM 容量	RAM 容量	パッケージ	備考
R4F2112	96K バイト	4K バイト	PTQP0144LC-A PLBG0176GA-A PTLG0145JB-A	フラッシュメモリ版

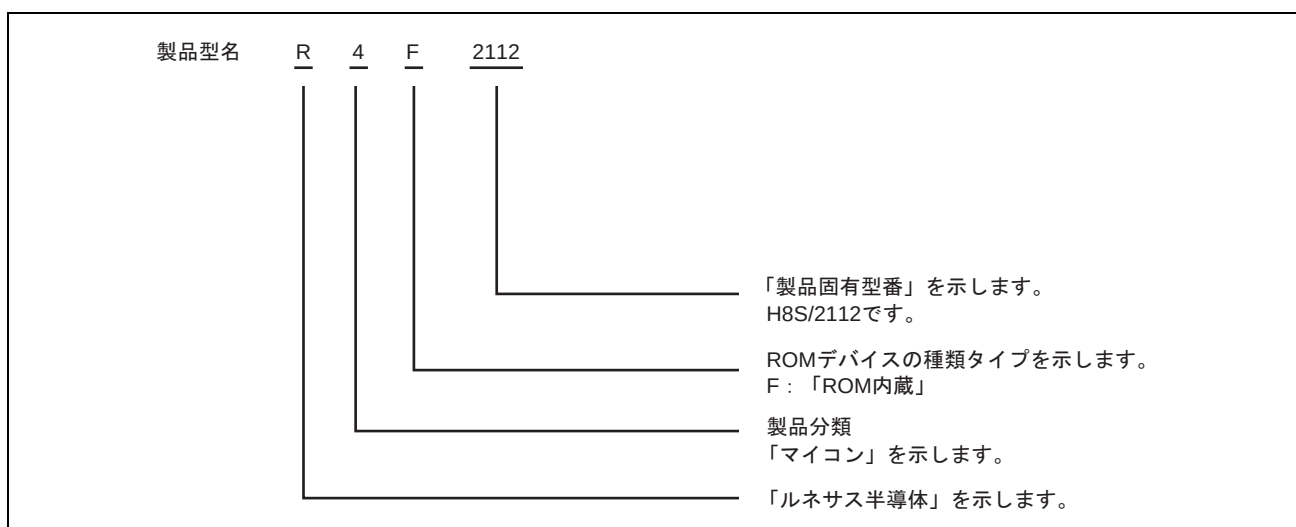


図 1.1 製品型名の読み方

1.3 ブロック図

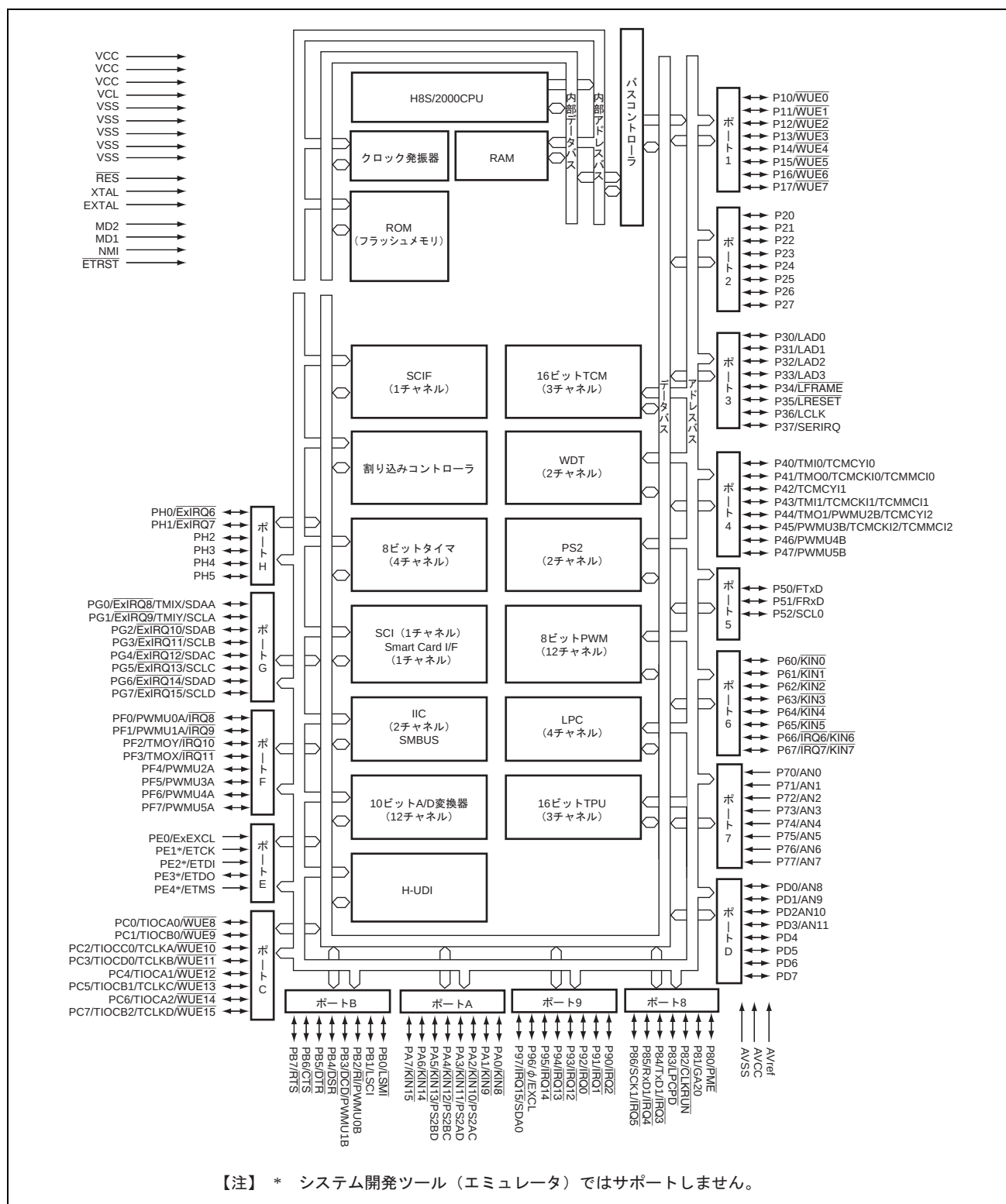


図 1.2 ブロック図

1. 概要

1.4 端子説明

1.4.1 ピン配置図

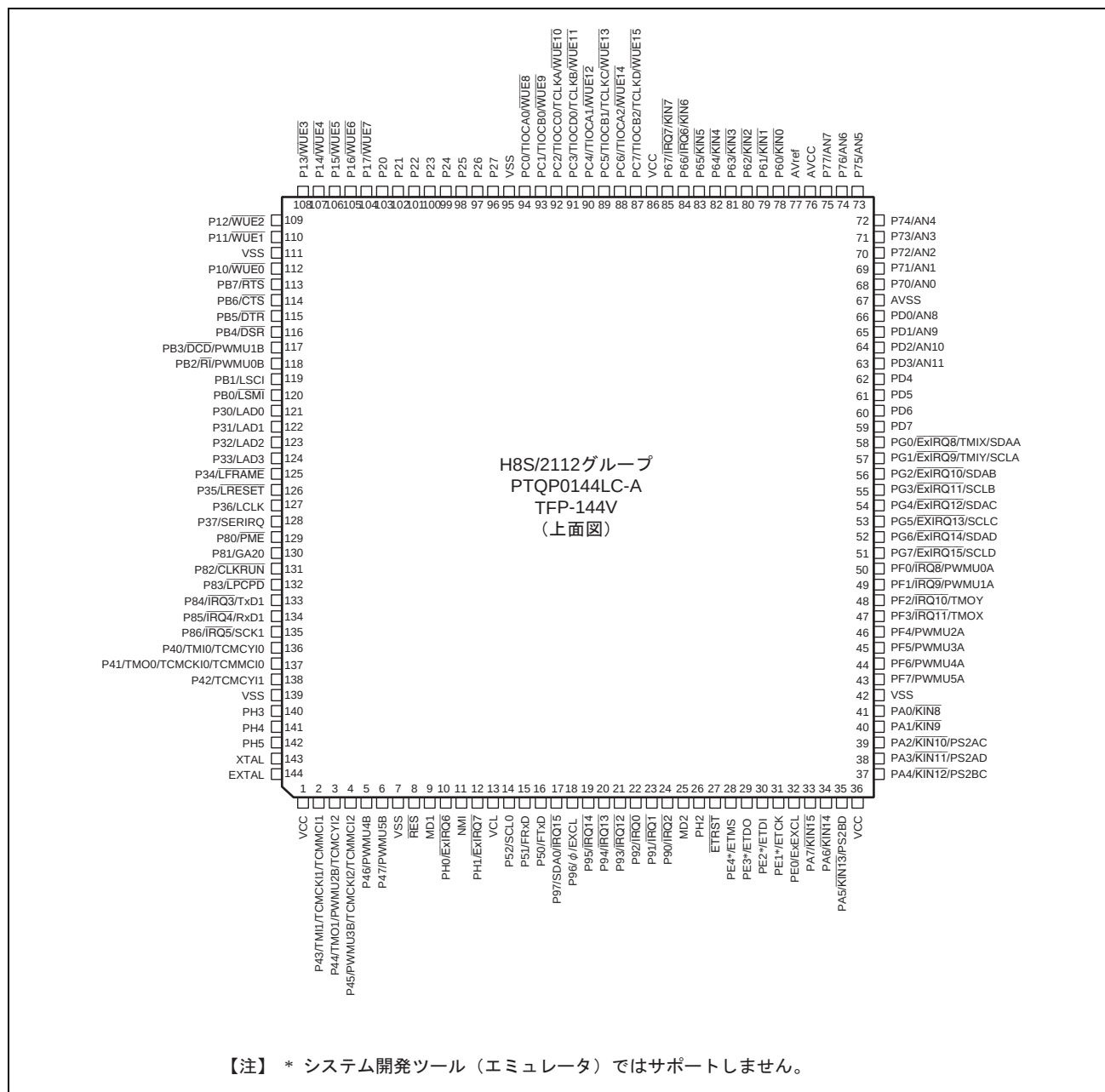
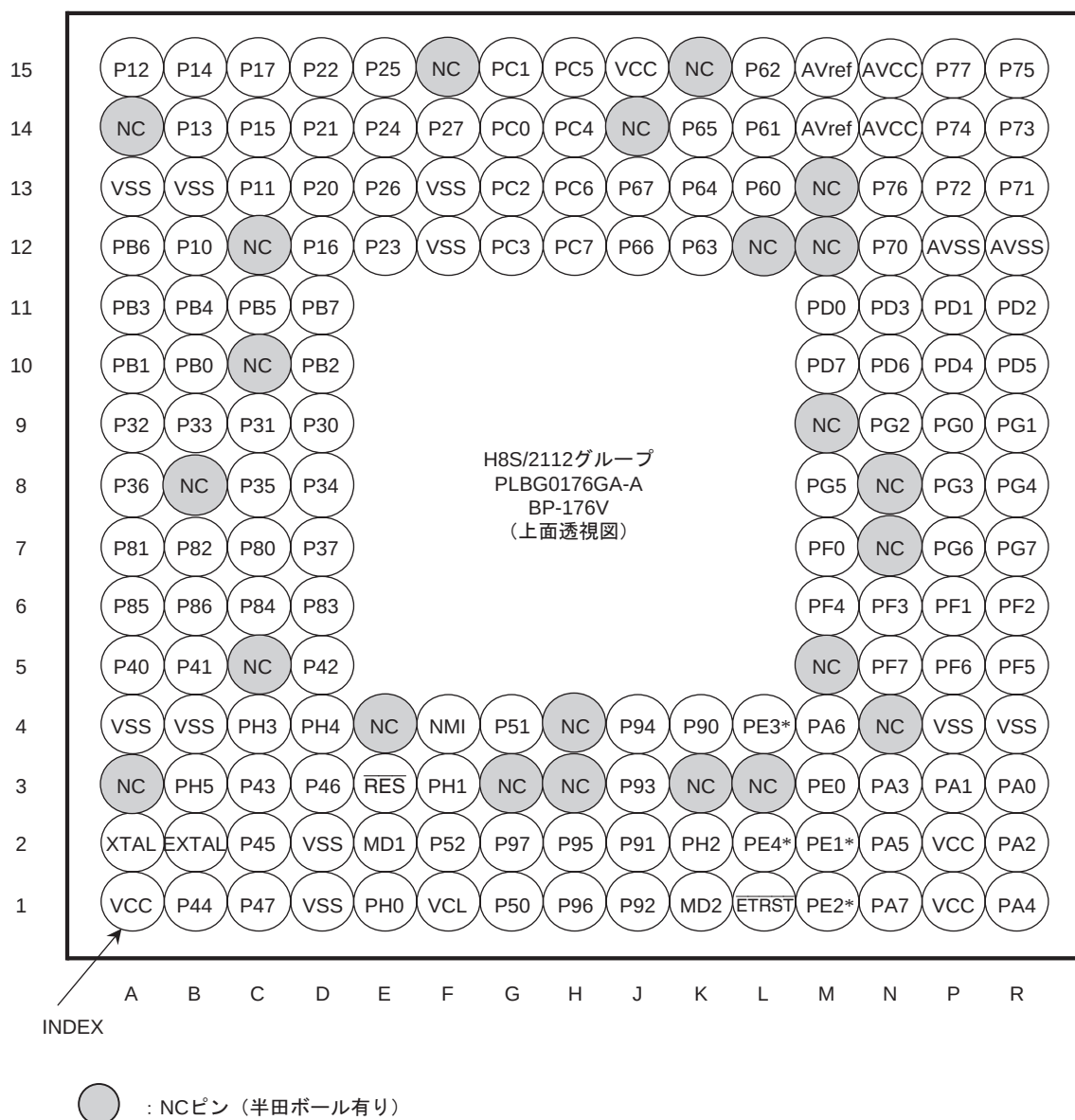


図 1.3 ピン配置図 (TFP-144V)



【注】* システム開発ツール（エミュレータ）ではサポートしません。

図 1.4 ピン配置図 (BP-176V)

1. 概要

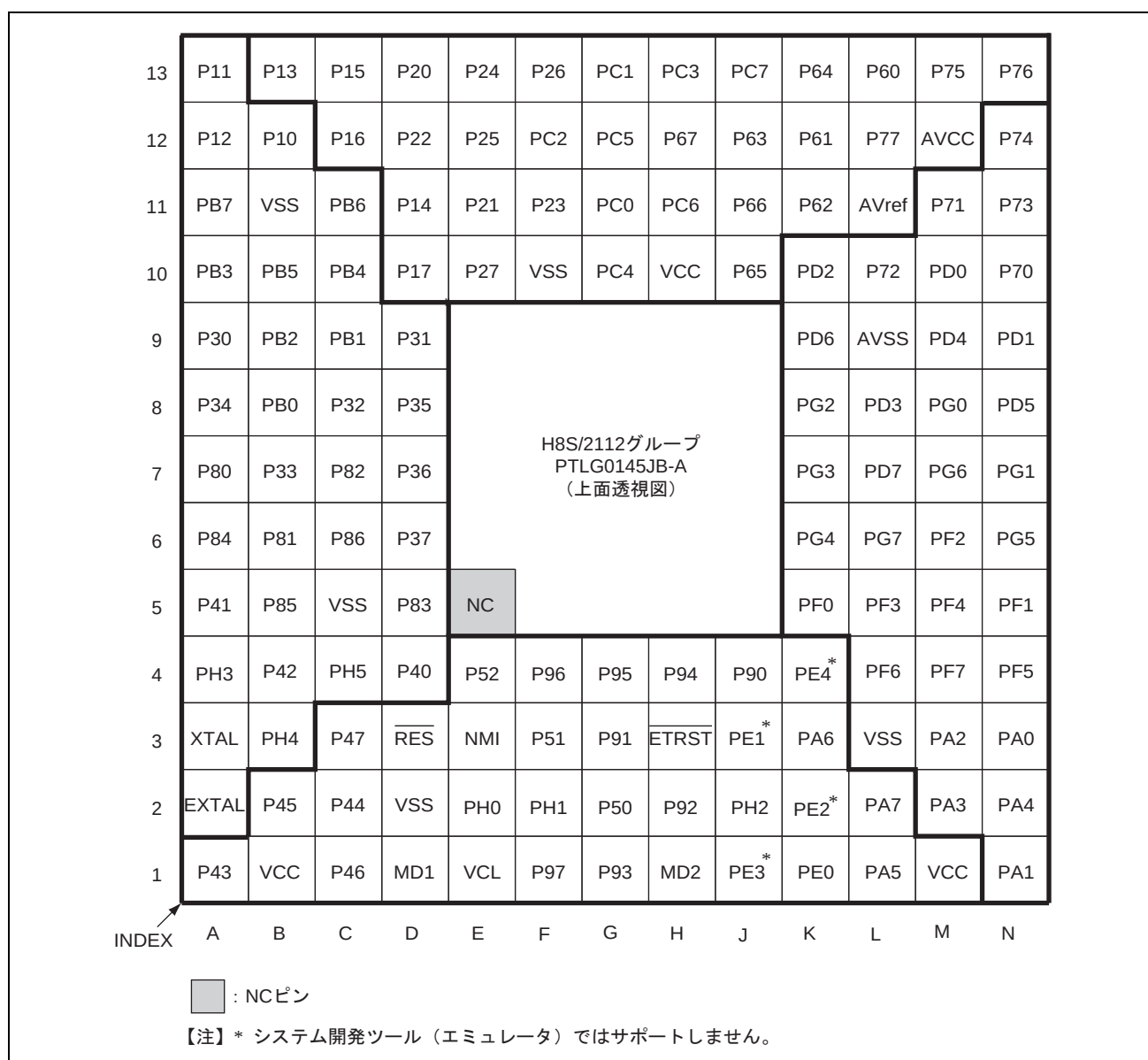


図 1.5 ピン配置図 (TLP-145V)

1.4.2 動作モード別端子機能一覧

表 1.3 動作モード別端子機能一覧

ピン番号			端子名
TFP-144V	BP-176V	TLP-145V	シングルチップモード
			モード 2 (EXPE=0)
1	A1	B1	VCC
2	C3	A1	P43/TMI1/TCMCKI1/TCMMCI1
3	B1	C2	P44/TMO1/PWMU2B/TCMCYI2
4	C2	B2	P45/PWMU3B/TCMCKI2/TCMMCI2
5	D3	C1	P46/PWMU4B
6	C1	C3	P47/PWMU5B
7	D2	D2	VSS
—	E4	—	NC
8	E3	D3	$\overline{\text{RES}}$
—	D1	—	VSS
9	E2	D1	MD1
10	E1	E2	PH0/ $\overline{\text{ExIRQ6}}$
11	F4	E3	NMI
12	F3	F2	PH1/ $\overline{\text{ExIRQ7}}$
13	F1	E1	VCL
14 (N)	F2 (N)	E4 (N)	P52/SCL0
15	G4	F3	P51/FRxD
—	G3	—	NC
16	G1	G2	P50/FTxD
17 (N)	G2 (N)	F1 (N)	P97/SDA0/ $\overline{\text{IRQ15}}$
—	H4	—	NC
—	H3	—	NC
18	H1	F4	P96/ Φ /EXCL
19	H2	G4	P95/ $\overline{\text{IRQ14}}$
20	J4	H4	P94/ $\overline{\text{IRQ13}}$
21	J3	G1	P93/ $\overline{\text{IRQ12}}$
22	J1	H2	P92/ $\overline{\text{IRQ0}}$
23	J2	G3	P91/ $\overline{\text{IRQ1}}$
24	K4	J4	P90/ $\overline{\text{IRQ2}}$
—	K3	—	NC
25	K1	H1	MD2

1. 概要

ピン番号			端子名
TFP-144V	BP-176V	TLP-145V	シングルチップモード
			モード 2 (EXPE=0)
26	K2	J2	PH2
—	L3	—	NC
27	L1	H3	ETRST
28 (T)	L2 (T)	K4 (T)	PE4*/ETMS
29	L4	J1	PE3*/ETDO
30 (T)	M1 (T)	K2 (T)	PE2*/ETDI
31 (T)	M2 (T)	J3 (T)	PE1*/ETCK
32 (T)	M3 (T)	K1 (T)	PE0/ExEXCL
33 (N)	N1 (N)	L2 (N)	PA7/KIN15
34 (N)	M4 (N)	K3 (N)	PA6/KIN14
35 (N)	N2 (N)	L1 (N)	PA5/KIN13/PS2BD
36	P1	M1	VCC
—	P2	—	VCC
37 (N)	R1 (N)	N2 (N)	PA4/KIN12/PS2BC
38 (N)	N3 (N)	M2 (N)	PA3/KIN11/PS2AD
39 (N)	R2 (N)	M3 (N)	PA2/KIN10/PS2AC
40 (N)	P3 (N)	N1 (N)	PA1/KIN9
—	N4	—	NC
41 (N)	R3 (N)	N3 (N)	PA0/KIN8
42	P4	L3	VSS
—	M5	—	NC
—	R4	—	VSS
43	N5	M4	PF7/PWMU5A
44	P5	L4	PF6/PWMU4A
45	R5	N4	PF5/PWMU3A
46	M6	M5	PF4/PWMU2A
47	N6	L5	PF3/IRQ11/TMOX
48	R6	M6	PF2/IRQ10/TMOY
49	P6	N5	PF1/IRQ9/PWMU1A
50	M7	K5	PF0/IRQ8/PWMU0A
—	N7	—	NC
51 (N)	R7 (N)	L6 (N)	PG7/ExIRQ15/SCLD
52 (N)	P7 (N)	M7 (N)	PG6/ExIRQ14/SDAD
53 (N)	M8 (N)	N6 (N)	PG5/ExIRQ13/SCLC

ピン番号			端子名
TFP-144V	BP-176V	TLP-145V	シングルチップモード
			モード 2 (EXPE=0)
—	N8	—	NC
54 (N)	R8 (N)	K6 (N)	PG4/ExIRQ12/SDAC
55 (N)	P8 (N)	K7 (N)	PG3/ExIRQ11/SCLB
—	M9	—	NC
56 (N)	N9 (N)	K8 (N)	PG2/ExIRQ10/SDAB
57 (N)	R9 (N)	N7 (N)	PG1/ExIRQ9/TMIY/SCLA
58 (N)	P9 (N)	M8 (N)	PG0/ExIRQ8/TMIX/SDAA
59	M10	L7	PD7
60	N10	K9	PD6
61	R10	N8	PD5
62	P10	M9	PD4
63	N11	L8	PD3/AN11
64	R11	K10	PD2/AN10
65	P11	N9	PD1/AN9
66	M11	M10	PD0/AN8
67	R12	L9	AVSS
—	P12	—	AVSS
68	N12	N10	P70/AN0
69	R13	M11	P71/AN1
—	M12	—	NC
70	P13	L10	P72/AN2
71	R14	N11	P73/AN3
72	P14	N12	P74/AN4
73	R15	M13	P75/AN5
74	N13	N13	P76/AN6
75	P15	L12	P77/AN7
76	N14	M12	AVCC
—	M13	—	NC
—	N15	—	AVCC
77	M14	L11	AVref
—	L12	E5	NC
—	M15	—	AVref
78	L13	L13	P60/KIN0
79	L14	K12	P61/KIN1

1. 概要

ピン番号			端子名
TFP-144V	BP-176V	TLP-145V	シングルチップモード
			モード 2 (EXPE=0)
80	L15	K11	P62/ $\overline{\text{KIN2}}$
81	K12	J12	P63/ $\overline{\text{KIN3}}$
82	K13	K13	P64/ $\overline{\text{KIN4}}$
—	K15	—	NC
83	K14	J10	P65/ $\overline{\text{KIN5}}$
84	J12	J11	P66/ $\overline{\text{IRQ6/KIN6}}$
85	J13	H12	P67/ $\overline{\text{IRQ7/KIN7}}$
86	J15	H10	VCC
—	J14	—	NC
87	H12	J13	PC7/ $\overline{\text{TIOCB2/TCLKD/WUE15}}$
88	H13	H11	PC6/ $\overline{\text{TIOCA2/WUE14}}$
89	H15	G12	PC5/ $\overline{\text{TIOCB1/TCLKC/WUE13}}$
90	H14	G10	PC4/ $\overline{\text{TIOCA1/WUE12}}$
91	G12	H13	PC3/ $\overline{\text{TIOCD0/TCLKB/WUE11}}$
92	G13	F12	PC2/ $\overline{\text{TIOCC0/TCLKA/WUE10}}$
93	G15	G13	PC1/ $\overline{\text{TIOCB0/WUE9}}$
94	G14	G11	PC0/ $\overline{\text{TIOCA0/WUE8}}$
95	F12	F10	VSS
—	F13	—	VSS
—	F15	—	NC
96	F14	E10	P27
97	E13	F13	P26
98	E15	E12	P25
99	E14	E13	P24
100	E12	F11	P23
101	D15	D12	P22
102	D14	E11	P21
103	D13	D13	P20
104	C15	D10	P17/ $\overline{\text{WUE7}}$
105	D12	C12	P16/ $\overline{\text{WUE6}}$
106	C14	C13	P15/ $\overline{\text{WUE5}}$
107	B15	D11	P14/ $\overline{\text{WUE4}}$
108	B14	B13	P13/ $\overline{\text{WUE3}}$
109	A15	A12	P12/ $\overline{\text{WUE2}}$

ピン番号			端子名
TFP-144V	BP-176V	TLP-145V	シングルチップモード
			モード 2 (EXPE=0)
110	C13	A13	P11/ $\overline{WUE1}$
—	A14	—	NC
111	B13	B11	VSS
—	C12	—	NC
—	A13	—	VSS
112	B12	B12	P10/ $\overline{WUE0}$
113	D11	A11	PB7/ $\overline{RTS}$
114	A12	C11	PB6/ $\overline{CTS}$
115	C11	B10	PB5/ $\overline{DTR}$
116	B11	C10	PB4/ $\overline{DSR}$
117	A11	A10	PB3/ $\overline{DCD}$ /PWMU1B
118	D10	B9	PB2/ $\overline{RI}$ /PWMU0B
—	C10	—	NC
119	A10	C9	PB1/ $\overline{LSCI}$
120	B10	B8	PB0/ $\overline{LSMI}$
121	D9	A9	P30/LAD0
122	C9	D9	P31/LAD1
123	A9	C8	P32/LAD2
124	B9	B7	P33/LAD3
125	D8	A8	P34/ $\overline{LFRAME}$
126	C8	D8	P35/ $\overline{LRESET}$
127	A8	D7	P36/ $\overline{LCLK}$
—	B8	—	NC
128	D7	D6	P37/ $\overline{SERIRQ}$
129	C7	A7	P80/ $\overline{PME}$
130	A7	B6	P81/GA20
131	B7	C7	P82/ $\overline{CLKRUN}$
132	D6	D5	P83/ $\overline{LPCPD}$
133	C6	A6	P84/ $\overline{IRQ3}$ /TxD1
134	A6	B5	P85/ $\overline{IRQ4}$ /RxD1
135	B6	C6	P86/ $\overline{IRQ5}$ /SCK1
—	C5	—	NC
136	A5	D4	P40/TMI0/TCMCYI0
137	B5	A5	P41/TMO0/TCMCKI0/TCMMCIO

1. 概要

ピン番号			端子名
TFP-144V	BP-176V	TLP-145V	シングルチップモード
			モード 2 (EXPE=0)
138	D5	B4	P42/TCMCY11
139	A4	C5	VSS
—	B4	—	VSS
140	C4	A4	PH3
—	A3	—	NC
141	D4	B3	PH4
142	B3	C4	PH5
143	A2	A3	XTAL
144	B2	A2	EXTAL

【注】 ピン番号の (N) は NMOS プッシュプル／オープンドレイン駆動、5V Tolerant 入力端子を表します。

ピン番号の (T) は 5V Tolerant 入力端子を表します。

* システム開発ツール（エミュレータ）ではサポートしません。

1.4.3 端子機能

表 1.4 端子機能

分類	記号	ピン番号			入出力	名称および機能
		TFP- 144V	BP- 176V	TLP- 145V		
電源	VCC	1、36、86	A1、J15、 P1、P2	B1、M1、 H10	入力	電源端子です。システムの電源に接続してください。また、VSS 端子との間にバイパスコンデンサを接続してください（端子近くに配置）。
	VCL	13	F1	E1	入力	内部降圧電源用の外付け容量端子です。内部降圧電源安定化のための外付けコンデンサを介して VSS に接続してください（端子近くに配置）。
	VSS	7、42、95、 111、139	D1、D2、 P4、R4、 F12、F13、 B13、A13、 A4、B4	D2、L3、 F10、B11、 C5	入力	グランド端子です。システムの電源（0V）に接続してください。
クロック	XTAL	143	A2	A3	入力	水晶発振子接続端子です。また、EXTAL 端子は、外部クロック入力することができます。
	EXTAL	144	B2	A2	入力	接続例については、「第 23 章 クロック発振器」を参照してください。
	ϕ	18	H1	F4	出力	外部デバイスにシステムクロックを供給します。
	EXCL	18	H1	F4	入力	32.768kHz の外部サブクロックを入力してください。EXCL または ExEXCL のどちらの端子から入力するかを選択できます。
	ExEXCL	32	M3	K1	入力	
動作モード コントロール	MD2	25	K1	H1	入力	動作モードを設定します。これらの端子は動作中には変化させないでください。
	MD1	9	E2	D1		
システム制御	$\overline{\text{RES}}$	8	E3	D3	入力	リセット端子です。この端子が Low レベルになると、リセット状態となります。
割り込み	NMI	11	F4	E3	入力	ノンマスクابل割り込み要求端子です。
	$\overline{\text{IRQ15}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$	17、 19～21、 47～50、 85、84、 135～ 133、24～ 22	G2、H2、 J4、J3、 N6、R6、 P6、M7、 J13、J12、 B6、A6、 C6、K4、 J2、J1	F1、G4、 H4、G1、 L5、M6、 N5、K5、 H12、J11、 C6、B5、 A6、H2、 G3、J4	入力	マスク可能な割り込みを要求します。 IRQn または ExIRQn のどちらの端子から入力するかを選択できます。（n=15～6）
	$\overline{\text{ExIRQ15}} \sim \overline{\text{ExIRQ6}}$	51～58、 12、10	R7、P7、 M8、R8、 P8、N9、 R9、P9、 F3、E1	L6、M7、 N6、K6、 K7、K8、 N7、M8、 F2、E2	入力	

1. 概要

分類	記号	ピン番号			入出力	名称および機能
		TFP-144V	BP-176V	TLP-145V		
H-UDI	ETRST*2	27	L1	H3	入力	エミュレータ用インタフェース端子です。 H-UDI を起動する／しないに関わらず、必ず ETRST 端子を Low レベルにして、リセットしてください。このとき、ETRST 端子は ETCK に対して 20 クロックの間、Low レベルに保持してください。その後 H-UDI を起動する場合は、ETRST 端子を High レベルにして、ETCK、ETMS、ETDI 端子を任意に設定してください。H-UDI を起動しない通常動作の場合は、ETCK、ETMS、ETDI、ETDO 端子は High レベルにプルアップしてください。ETRST 端子はチップ内部でプルアップされます。
	ETMS	28	L2	K4	入力	
	ETDO	29	L4	J1	出力	
	ETDI	30	M1	K2	入力	
	ETCK	31	M2	J3	入力	
8 ビットタイマ (TMR_0、TMR_1 TMR_X、TMR_Y)	TMO0	137	B5	A5	出力	アウトプットコンペア機能による波形出力端子です。
	TMO1	3	B1	C2		
	TMOX	47	N6	L5		
	TMOY	48	R6	M6		
	TMI0	136	A5	D4	入力	カウンタイベント入力およびカウントリセット入力端子です。
	TMI1	2	C3	A1		
	TMIX	58	P9	M8		
	TMIY	57	R9	N7		
16 ビットタイマ パルスユニット (TPU)	TCLKA	92	G13	F12	入力	タイマの外部クロック入力端子です。
	TCLKB	91	G12	H13		
	TCLKC	89	H15	G12		
	TCLKD	87	H12	J13		
	TIOCA0	94	G14	G11	入出力	TGRA_0～TGRD_0 のインプットキャプチャ入力／アウトプットコンペア出力／PWM 出力端子です。
	TIOCB0	93	G15	G13		
	TIOCC0	92	G13	F12		
	TIOCD0	91	G12	H13		
	TIOCA1	90	H14	G10	入出力	TGRA_1～TGRB_1 のインプットキャプチャ入力／アウトプットコンペア出力／PWM 出力端子です。
	TIOCB1	89	H15	G12		
	TIOCA2	88	H13	H11	入出力	TGRA_2～TGRB_2 のインプットキャプチャ入力／アウトプットコンペア出力／PWM 出力端子です。
	TIOCB2	87	H12	J13		
16 ビット サイクル メジャーメント イマ (TCM)	TCMCKI2～TCMCKI0	4、2、137	C2、C3、B5	B2、A1、A5	入力	タイマの外部クロック入力端子です。
	TCMMCI2～TCMMCI0	4、2、137	C2、C3、B5	B2、A1、A5	入力	周期測定イネーブル入力端子です。
	TCMCYI2～TCMCYI0	3、138、136	B1、D5、A5	C2、B4、D4	入力	タイマのインプットキャプチャ入力端子です。

分類	記号	ピン番号			入出力	名称および機能
		TFP- 144V	BP- 176V	TLP- 145V		
8ビットPWM タイマU (PWMU)	PWMU5A~ PWMU0A PWMU5B~ PWMU0B	43~46、 49、50、 6~3、 117、118	N5、P5、 R5、M6、 P6、M7、 C1、D3、 C2、B1、 A11、D10	M4、L4、 N4、M5、 N5、K5、 C3、C1、 B2、C2、 A10、B9	出力	PWM タイマのパルス出力端子です。
シリアル コミュニケーション インタフェース (SCI_1)	TxD1	133	C6	A6	出力	送信データ出力端子です。
	RxD1	134	A6	B5	入力	受信データ入力端子です。
	SCK1	135	B6	C6	入出力	クロック入出力端子です。
キーボードバッファ コントロール ユニット (PS2)	PS2AC PS2BC	39 37	R2 R1	M3 N2	入出力	キーボードバッファコントローラの同期ク ロック入出力端子です。
	PS2AD PS2BD	38 35	N3 N2	M2 L1	入出力	キーボードバッファコントローラのデータ 入出力端子です。
キーボード制御	KIN15~ KIN0	33~35、 37~41、 85~78	N1、M4、 N2、R1、 N3、R2、 P3、R3、 J13、J12、 K14、K13、 K12、L15、 L14、L13	L2、K3、L1、 N2、M2、 M3、N1、 N3、H12、 J11、J10、 K13、J12、 K11、K12、 L13	入力	マトリクスキーボードのための入力端子で す。通常は KIN15~KIN0 をキースキャン用 入力、P17~P10 と P27~P20 をキースキャ ン用出力として使用します。これにより、最 大 16 出力×16 入力、256 キーのマトリクス が構成できます。
	WUE15~ WUE0	87~94 104~110、 112	H12、H13、 H15、H14、 G12、G13、 G15、G14、 C15、D12、 C14、B15、 B14、A15、 C13、B12	J13、H11、 G12、G10、 H13、F12、 G13、G11、 D10、C12、 C13、D11、 B13、A12、 A13、B12	入力	ウェイクアップイベントの入力端子です。 種々のソースからキーウェイクアップと同 様のウェイクアップが可能です。 割り込み要求フラグを備えています。
FIFO 内蔵 シリアルコミュニケ ーション インタフェース (SCIF)	FTxD	16	G1	G2	出力	送信データ出力端子です。
	FRxD	15	G4	F3	入力	受信データ入力端子です。
	$\overline{\text{RI}}$	118	D10	B9	入力	リングインジケータ入力端子です。
	$\overline{\text{DCD}}$	117	A11	A10	入力	データキャリア検出入力端子です。
	$\overline{\text{DSR}}$	116	B11	C10	入力	データセットレディ入力端子です。
	$\overline{\text{DTR}}$	115	C11	B10	出力	データターミナルレディ出力端子です。
	$\overline{\text{CTS}}$	114	A12	C11	入力	送信許可入力端子です。
	$\overline{\text{RTS}}$	113	D11	A11	出力	送信要求出力端子です。

1. 概要

分類	記号	ピン番号			入出力	名称および機能
		TFP- 144V	BP- 176V	TLP- 145V		
LPC インタフェース (LPC)	LAD3～ LAD0	124～121	B9、A9、 C9、D9	B7、C8、 D9、A9	入出力	LPC のコマンド、アドレス、データの入出力端子です。
	$\overline{\text{LFRAME}}$	125	D8	A8	入力	LPC サイクルの始まりや異常な LPC サイクルの強制終了を示す入力端子です。
	$\overline{\text{LRESET}}$	126	C8	D8	入力	LPC のリセットを示す入力端子です。
	LCLK	127	A8	D7	入力	LPC のクロック入力端子です。
	SERIRQ	128	D7	D6	入出力	LPC のシリアルホスト割り込み (HIRQ1～HIRQ15) の入出力端子です。
	LSCI、 $\overline{\text{LSMI}}$ 、 $\overline{\text{PME}}$	119、120、 129	A10、B10、 C7	C9、B8、A7	入出力	LPC の補助出力端子です。機能的には汎用入出力ポートです。
	GA20	130	A7	B6	入出力	GATE A20 コントロール信号出力端子です。出力状態のモニタ入力が可能です。
	$\overline{\text{CLKRUN}}$	131	B7	C7	入出力	LCLK の停止状態で、LCLK の動作開始を要求する入出力端子です。
	$\overline{\text{LPCPD}}$	132	D6	D5	入力	LPC モジュールのシャットダウンを制御する入力端子です。
A/D 変換器	AN11～AN0	63～66、 75～68	N11、R11、 P11、M11、 P15、N13、 R15、P14、 R14、P13、 R13、N12	L8、K10、 N9、M10、 L12、N13、 M13、N12、 N11、L10、 M11、N10	入力	アナログ入力端子です。
	AVCC	76	N14、N15	M12	入力	A/D 変換器のアナログ電源端子です。A/D 変換器を使用しない場合、システムの電源 (+3V) に接続してください。
	AVref	77	M14、M15	L11	入力	A/D 変換器の基準電源端子です。A/D 変換器を使用しない場合、システムの電源 (+3V) に接続してください。
	AVSS	67	R12、P12	L9	入力	A/D 変換器のグランド端子です。システムの電源 (0V) に接続してください。
I ² C/SMBus2.0 バス インタフェース (IIC_0/SMBUS)	SCL0	14	F2	E4	入出力	IIC/SMBUS クロック入出力端子です。出力形式は NMOS オープンドレイン出力です。
	SDA0	17	G2	F1	入出力	IIC/SMBUS のデータ入出力端子です。出力形式は NMOS オープンドレイン出力です。

分類	記号	ピン番号			入出力	名称および機能
		TFP- 144V	BP- 176V	TLP- 145V		
I ² C バス インタフェース (IIC_2)	SCLD	51	R7	L6	入出力	I ² C クロック入出力端子です。出力形式は NMOS オープンドレイン出力です。 SCLD～SCLA のどの端子から入出力するか を選択できます。
	SCLC	53	M8	N6		
	SCLB	55	P8	K7		
	SCLA	57	R9	N7		
	SDAD	52	P7	M7	入出力	I ² C のデータ入出力端子です。出力形式は NMOS オープンドレイン出力です。 SDAD～SDAA のどの端子から入出力する かを選択できます。
	SDAC	54	R8	K6		
	SDAB	56	N8	K8		
	SDAA	58	P9	M8		
I/O ポート	P17～P10	104～110、 112	C15、D12、 C14、B15、 B14、A15、 C13、B12	D10、C12、 C13、D11、 B13、A12、 A13、B12	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	P27～P20	96～103	F14、E13、 E15、E14、 E12、D15、 D14、D13	E10、F13、 E12、E13、 F11、D12、 E11、D13	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	P37～P30	128～121	D7、A8、 C8、D8、 B9、A9、 C9、D9	D6、D7、 D8、A8、 B7、C8、 D9、A9	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	P47～P40	6～2、 138～136	C1、D3、 C2、B1、 C3、D5、 B5、A5	C3、C1、 B2、C2、 A1、B4、 A5、D7	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	P52～P50	14～16	F2、G4、G1	E4、F3、G2	入出力	3 ビットの入出力端子です。 (P52 は NMOS プッシュプル出力です。)
	P67～P60	85～78	J13、J12、 K14、K13、 K12、L15、 L14、L13	H12、J11、 J10、K13、 J12、K11、 K12、L13	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	P77～P70	75～68	P15、N13、 R15、P14、 R14、P13、 R13、N12	L12、N13、 M13、N12、 N11、L10、 M11、N10	入力	8 ビットの入力端子です。
	P86～P80	135～129	B6、A6、 C6、D6、 B7、A7、C7	C6、B5、 A6、D5、 C7、B6、A7	入出力	7 ビットの入出力端子です。

1. 概要

分類	記号	ピン番号			入出力	名称および機能
		TFP- 144V	BP- 176V	TLP- 145V		
I/O ポート	P97～P90	17～24	G2、H1、 H2、J4、J3、 J1、J2、K4	F1、F4、 G4、H4、 G1、H2、 G3、J4	入出力	8 ビットの入出力端子です。 (P97 は NMOS プッシュプル出力です。)
	PA7～PA0	33～35、 37～41	N1、M4、 N2、R1、 N3、R2、 P3、R3	L2、K3、L1、 N2、M2、 M3、N1、N3	入出力	8 ビットの入出力端子です。 (PA7～PA0 は NMOS プッシュプル出力です。)
	PB7～PB0	113～120	D11、A12、 C11、B11、 A11、D10、 A10、B10	A11、C11、 B10、C10、 A10、B9、 C9、B8	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	PC7～PC0	87～94	H12、H13、 H15、H14、 G12、G13、 G15、G14	J13、H11、 G12、G10、 H13、F12、 G13、G11	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	PD7～PD0	59～66	M10、N10、 R10、P10、 N11、R11、 P11、M11	L7、K9、N8、 M9、L8、 K10、N9、 M10	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	PE4～PE0* ¹	28～32	L2、L4、M1、 M2、M3	K4、J1、K2、 J3、K1	入力	5 ビットの入力端子です。
	PF7～PF0	43～50	N5、P5、 R5、M6、 N6、R6、 P6、M7	M4、L4、 N4、M5、 L5、M6、 N5、K5	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	PG7～PG0	51～58	R7、P7、 M8、R8、 P8、N9、 R9、P9	L6、M7、 N6、K6、 K7、K8、 N7、M8	入出力	8 ビットの入出力端子です。 (PG7～PG0 は NMOS プッシュプル出力です。)
	PH5～PH0	142～140、 26、12、10	B3、D4、 C4、K2、 F3、E1	C4、B3、 A4、J2、F2、 E2	入出力	6 ビットの入出力端子です。

【注】 *1 PE4～PE1 端子はシステム開発ツール（エミュレータ）ではサポートしません。

*2 $\overline{\text{ETRST}}$ 端子に印加するリセット信号については、以下の注意が必要です。

電源投入時、RES 端子入力電圧を"L"にしている場合は、 $\overline{\text{ETRST}}$ 端子に必ずリセット信号を印加してください。

エミュレータの $\overline{\text{ETRST}}$ 端子が LSI のシステム側の動作に影響がないように回路を分離してください。

LSI のシステムリセットがエミュレータの $\overline{\text{ETRST}}$ 端子に影響を与えないように回路を分離してください。

2. CPU

H8S/2000 CPU は、H8/300 CPU および H8/300H CPU と上位互換のアーキテクチャを持つ内部 32 ビット構成の高速 CPU です。H8S/2000 CPU には 16 ビットの汎用レジスタが 16 本あり、16M バイト（アーキテクチャ上は 4G バイト）のリニアなアドレス空間を扱うことができ、リアルタイム制御に最適な CPU です。

2.1 特長

- H8/300 CPU および H8/300H CPU と上位互換
H8/300 および H8/300H CPU オブジェクトプログラムを実行可能
- 汎用レジスタ：16 ビット × 16 本
8 ビット × 16 本、32 ビット × 8 本としても使用可能
- 基本命令：65 種類
8/16/32 ビット演算命令
乗除算命令
強力なビット操作命令
- アドレッシングモード：8 種類
レジスタ直接 (Rn)
レジスタ間接 (@ERn)
ディスプレースメント付レジスタ間接 (@(d:16,ERn)/@(d:32,ERn))
ポストインクリメント／プリデクリメントレジスタ間接 (@ERn+/@-ERn)
絶対アドレス (@aa:8/@aa:16/@aa:24/@aa:32)
イミディエイト (#xx:8/#xx:16/#xx:32)
プログラムカウンタ相対 (@(d:8,PC)/@(d:16,PC))
メモリ間接 (@@aa:8)
- アドレス空間：16M バイト
プログラム：16M バイト
データ：16M バイト

2. CPU

- 高速動作

頻出命令をすべて1～2ステートで実行

8/16/32ビットレジスタ間加減算：1ステート

8×8ビットレジスタ間乗算：12ステート（MULXU.B）、13ステート（MULXS.B）

16÷8ビットレジスタ間除算：12ステート（DIVXU.B）

16×16ビットレジスタ間乗算：20ステート（MULXU.W）、21ステート（MULXS.W）

32÷16ビットレジスタ間除算：20ステート（DIVXU.W）

- CPU動作モード：

- アドバンストモード

- 低消費電力状態

SLEEP命令により低消費電力状態に遷移

CPU動作クロックを選択可能

2.1.1 H8S/2600 CPU と H8S/2000 CPU との相違点

H8S/2600 CPU および H8S/2000 CPU の相違点は以下のとおりです。

- レジスタ構成

MACレジスタは、H8S/2600 CPUのみサポートしています。

- 基本命令

MAC、CLRMAC、LDMAC、STMACの4命令は、H8S/2600 CPUのみサポートしています。

- MULXU、MULXS命令の実行ステート数

命令	ニーモニック	実行ステート	
		H8S/2600	H8S/2000
MULXU	MULXU.B Rs, Rd	3	12
	MULXU.W Rs, ERd	4	20
MULXS	MULXS.B Rs, Rd	4	13
	MULXS.W Rs, ERd	5	21

そのほか、製品によってアドレス空間や CCR、EXR の機能、低消費電力状態などが異なる場合があります。

2.2 CPU 動作モード

本 LSI は、アドバンスモードで動作します。サポートするアドレス空間は、16M バイトです。動作モードは LSI のモード端子によって決まります。

- アドレス空間

最大16Mバイトの空間をリニアにアクセス可能です。

- 拡張レジスタ (En)

拡張レジスタ (E0～E7) は16ビットレジスタとして、または32ビットレジスタあるいはアドレスレジスタの上位16ビットとして使用できます。

- 命令セット

命令およびアドレッシングモードはすべて使用できます。

- 例外処理ベクタテーブル、メモリ間接の分岐アドレス

本LSIでは、H'00000000から始まる先頭領域に32ビット単位で例外処理ベクタテーブル領域が割り当てられており、上位8ビットは無視され24ビットの分岐先アドレスを格納します (図2.1参照)。例外処理ベクタテーブルは「**第5章 例外処理**」を参照してください。

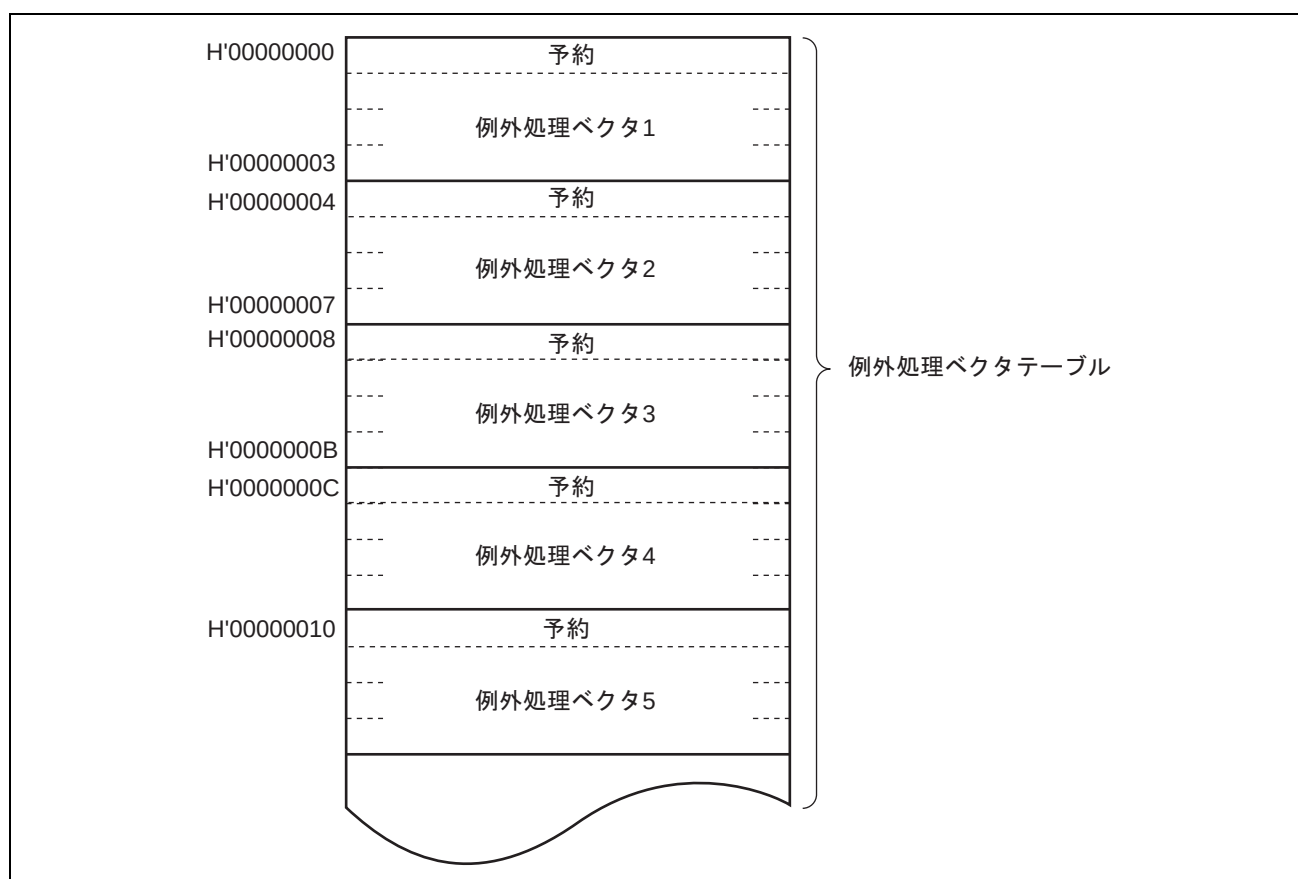


図 2.1 例外処理ベクタテーブル

メモリ間接 (@@aa:8) は、JMP および JSR 命令で使用されます。命令コードに含まれる 8 ビット絶対アドレスによりメモリ上のオペランドを指定し、この内容が分岐先アドレスとなります。

オペランドは 32 ビット (ロングワード) となり、この 32 ビットが分岐先アドレスとなります。このうち、上位 8 ビットは予約領域となっており H'00 と見なされます。なお、分岐先アドレスを格納できるのは、H'00000000~H'000000FF の領域であり、この範囲の先頭領域は例外処理ベクタテーブルと共通となっていますので注意してください。

- スタック構造

サブルーチン分岐時の PC のスタック構造と、例外処理時の PC と CCR、EXR のスタックの構造を図 2.2 に示します。EXR は割り込み制御モード 0 ではスタックされません。割り込み制御モードの詳細は「第 5 章 例外処理」を参照してください。

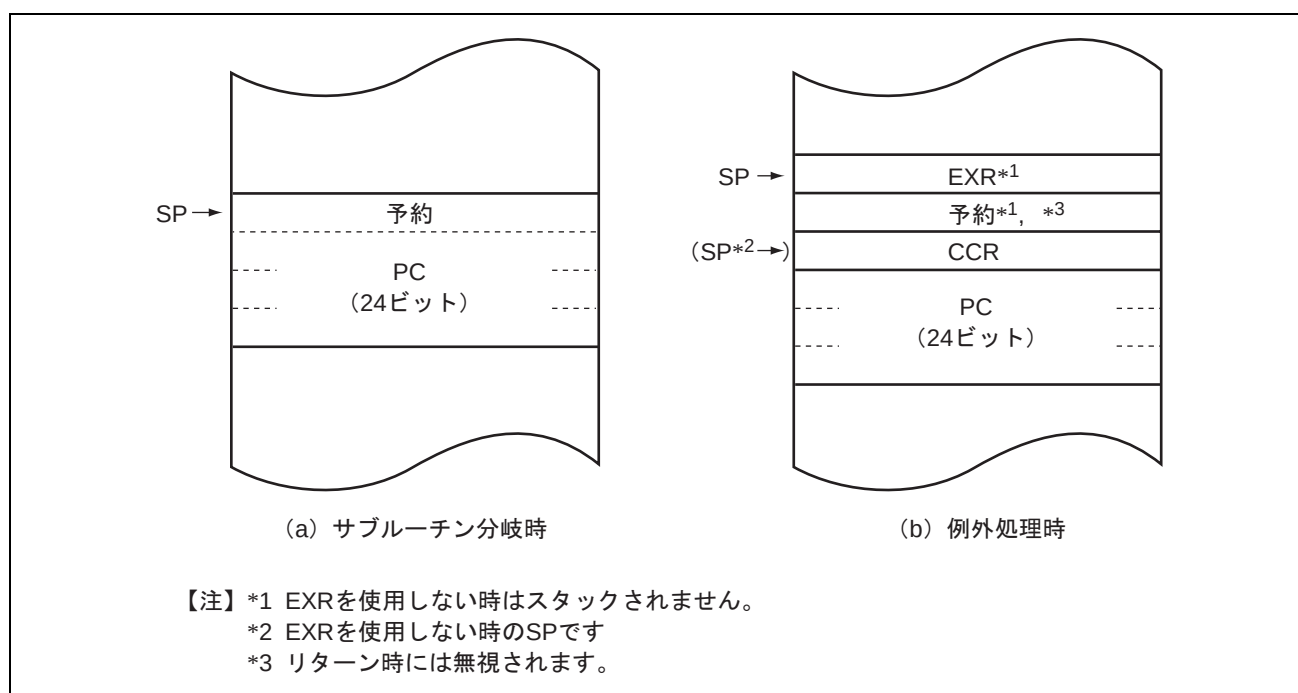


図 2.2 スタック構造

2.3 アドレス空間

H8S/2000 CPU のメモリマップを図 2.3 に示します。H8S/2000 CPU は、最大 16M バイト（アーキテクチャ上は 4G バイト）のアドレス空間をリニアに使用することができます。詳細は「第 3 章 MCU 動作モード」を参照してください。

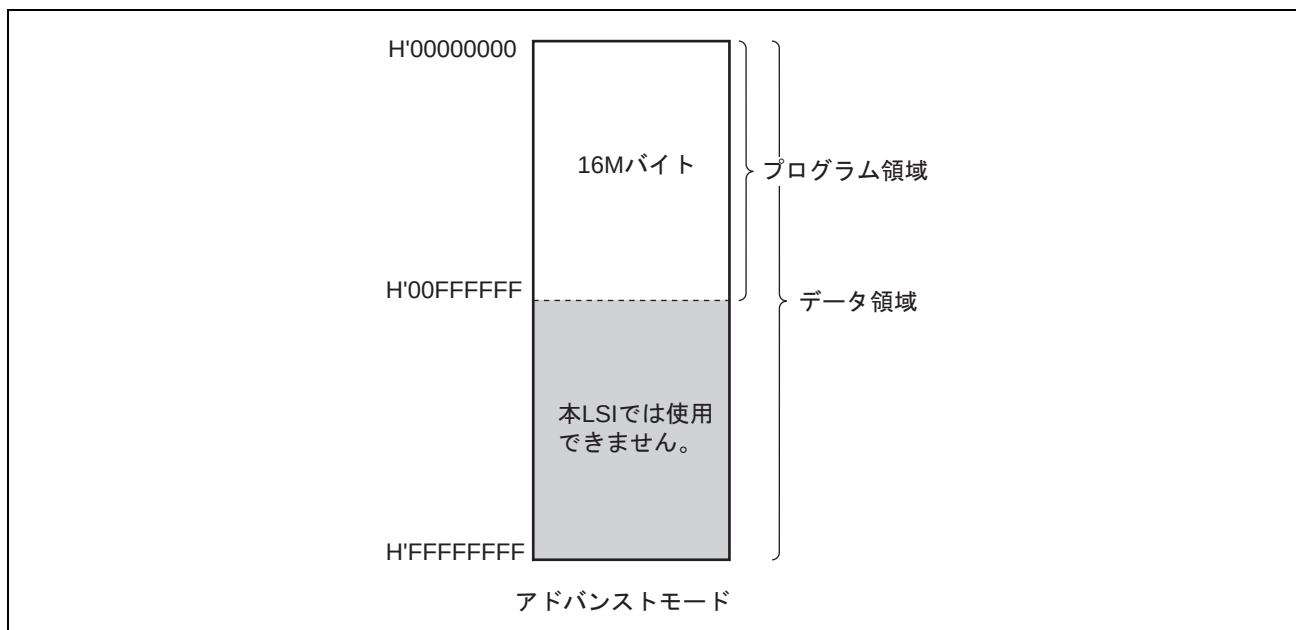


図 2.3 アドレス空間

2.4 レジスタの構成

H8S/2000 CPU の内部レジスタの構成を図 2.4 に示します。これらのレジスタは、汎用レジスタとコントロールレジスタの 2 つに分類することができます。コントロールレジスタには、24 ビットのプログラムカウンタ（PC）、8 ビットのエクステンドレジスタ（EXR）、8 ビットのコンディションコードレジスタ（CCR）があります。

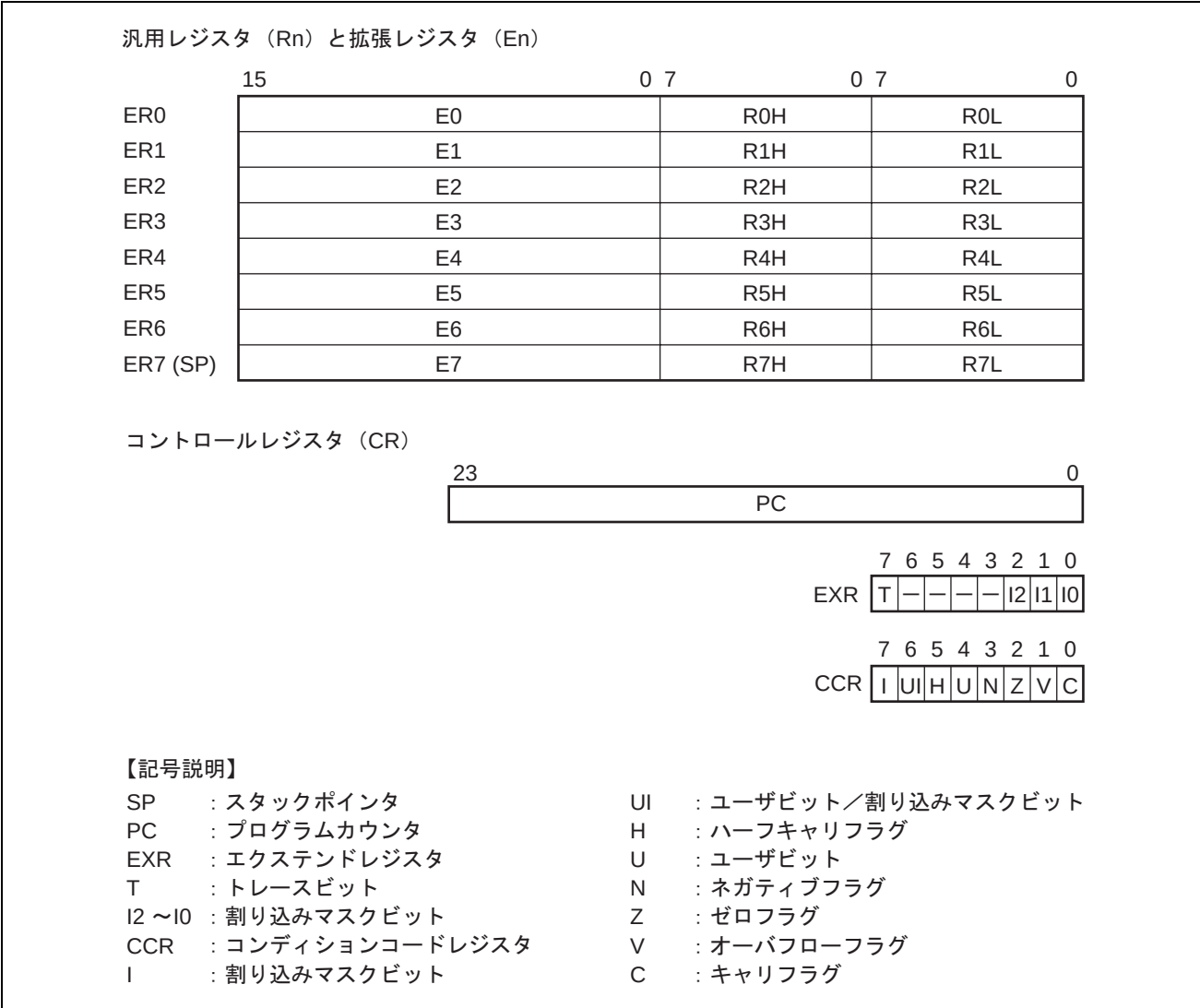


図 2.4 CPU 内部レジスタ構成

2.4.1 汎用レジスタ

H8S/2000 CPU は、32 ビット長の汎用レジスタを 8 本持っています。汎用レジスタは、すべて同じ機能を持っており、アドレスレジスタまたはデータレジスタとして使用することができます。データレジスタとしては 32 ビット、16 ビットまたは 8 ビットレジスタとして使用できます。汎用レジスタの使用方法を図 2.5 に示します。

アドレスレジスタまたは 32 ビットレジスタとして使用する場合は一括して汎用レジスタ ER (ER0~ER7) として指定します。

16 ビットレジスタとして使用する場合は汎用レジスタ ER を分割して汎用レジスタ E (E0~E7)、汎用レジスタ R (R0~R7) として指定します。これらは同等の機能を持っており、16 ビットレジスタを最大 16 本まで使用することができます。なお、汎用レジスタ E (E0~E7) を特に拡張レジスタと呼ぶ場合があります。

8 ビットレジスタとして使用する場合は汎用レジスタ R を分割して汎用レジスタ RH (R0H~R7H)、汎用レジスタ RL (R0L~R7L) として指定します。これらは同等の機能を持っており、8 ビットレジスタを最大 16 本まで使用することができます。

各レジスタは独立に使用方法を選択できます。

汎用レジスタ ER7 には、汎用レジスタとしての機能に加えて、スタックポインタ (SP) としての機能が割り当てられており、例外処理やサブルーチン分岐などで暗黙的に使用されます。スタックの状態を図 2.6 に示します。

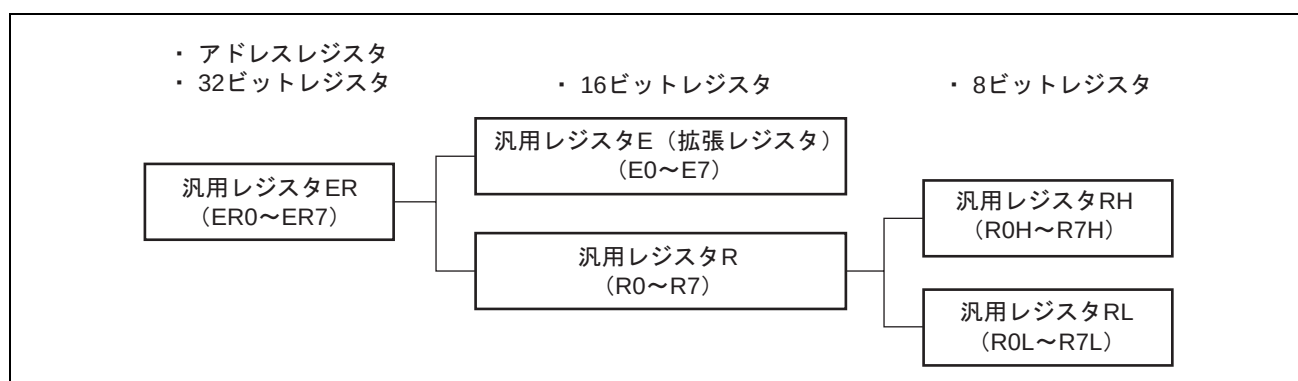


図 2.5 汎用レジスタの使用方法

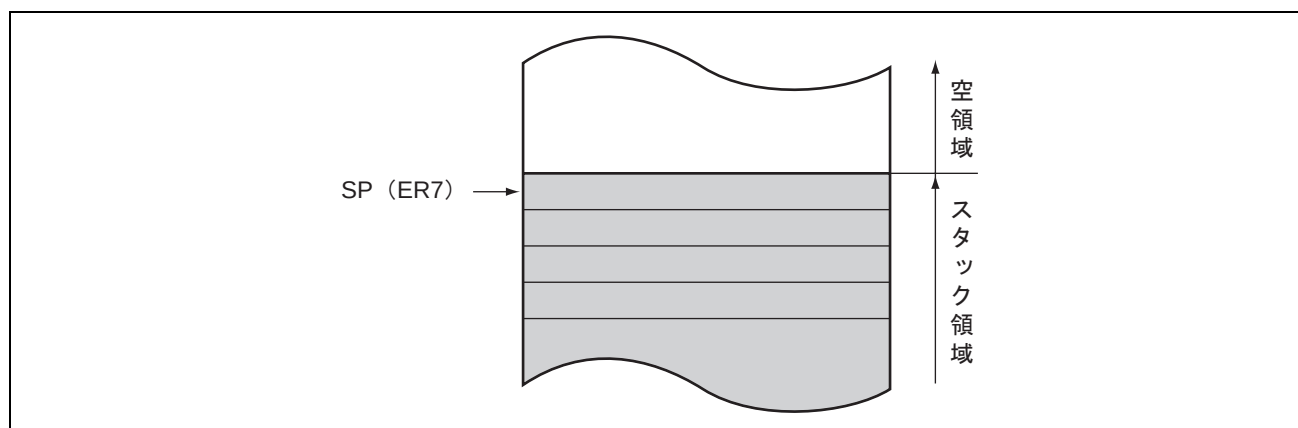


図 2.6 スタックの状態

2. CPU

2.4.2 プログラムカウンタ（PC）

24 ビットのカウンタで、CPU が次に実行する命令のアドレスを示しています。CPU の命令は、すべて 2 バイト（ワード）を単位としているため、最下位ビットは無効です（命令コードのリード時は最下位ビットは 0 とみなされます）。

2.4.3 エクステンדרレジスタ（EXR）

本 LSI では動作に影響を与えません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	T	0	R/W	トレースビット 本 LSI では動作に影響を与えません。
6～3	—	すべて 1	—	リザーブビット リードすると常に 1 がリードされます。
2	I2	1	R/W	割り込み要求マスケベル（0～7）を指定します。 本 LSI では動作に影響を与えません。
1	I1	1	R/W	
0	I0	1	R/W	

2.4.4 コンディションコードレジスタ（CCR）

8 ビットのレジスタで、CPU の内部状態を示しています。割り込みマスクビット（I）とハーフキャリ（H）、ネガティブ（N）、ゼロ（Z）、オーバフロー（V）、キャリ（C）の各フラグを含む 8 ビットで構成されています。CCR は、LDC、STC、ANDC、ORC、XORC 命令で操作することができます。また、N、Z、V、C の各フラグは、条件分岐命令（Bcc）で使用されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	I	1	R/W	割り込みマスクビット 本ビットが 1 にセットされると、割り込みがマスクされます。ただし、NMI は I ビットに関係なく、受け付けられます。例外処理の実行が開始されたときに 1 にセットされます。詳細は「第 6 章 割り込みコントローラ」を参照してください。
6	UI	不定	R/W	ユーザビット／割り込みマスクビット ソフトウェア（LDC、STC、ANDC、ORC、XORC 命令）でリード／ライトできます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
5	H	不定	R/W	ハーフキャリフラグ ADD.B、ADDX.B、SUB.B、SUBX.B、CMP.B、NEG.B 命令の実行により、ビット 3 にキャリまたはボローが生じたとき 1 にセットされ、生じなかったとき 0 にクリアされます。また、ADD.W、SUB.W、CMP.W、NEG.W 命令の実行により、ビット 11 にキャリまたはボローが生じたとき、もしくは ADD.L、SUB.L、CMP.L、NEG.L 命令の実行により、ビット 27 にキャリまたはボローが生じたとき 1 にセットされ、生じなかったとき 0 にクリアされます。
4	U	不定	R/W	ユーザビット ソフトウェア（LDC、STC、ANDC、ORC、XORC 命令）でリード／ライトできます。
3	N	不定	R/W	ネガティブフラグ データの最上位ビットを符号ビットとみなし、最上位ビットの値を格納します。
2	Z	不定	R/W	ゼロフラグ データがゼロのとき 1 にセットされ、ゼロ以外のとき 0 にクリアされます。
1	V	不定	R/W	オーバフローフラグ 算術演算命令の実行により、オーバフローが生じたとき 1 にセットされます。それ以外のとき 0 にクリアされます。
0	C	不定	R/W	キャリフラグ 演算の実行により、キャリが生じたとき 1 にセットされ、生じなかったとき 0 にクリアされます。キャリには次の種類があります。 ・ 加算結果のキャリ ・ 減算結果のボロー ・ シフト／ローテートのキャリ また、キャリフラグには、ビットアキュムレータ機能があり、ビット操作命令で使用されます。

2.4.5 CPU 内部レジスタの初期値

CPU 内部レジスタのうち、PC はリセット例外処理によってベクタアドレスからスタートアドレスをロードすることにより初期化されます。また EXR の T ビットは 0 にクリアされ、EXR、CCR の I ビットは 1 にセットされますが、汎用レジスタと CCR の他のビットは初期化されません。SP（ER7）の初期値も不定です。したがって、リセット直後に、MOV.L 命令を使用して SP の初期化を行ってください。

2.5 データ形式

H8S/2000 CPU は、1 ビット、4 ビット BCD、8 ビット（バイト）、16 ビット（ワード）、および 32 ビット（ロングワード）のデータを扱うことができます。

1 ビットデータはビット操作命令で扱われ、オペランドデータ（バイト）の第 n ビット（ $n=0,1,2,\dots,7$ ）という形式でアクセスできます。

なお、DAA および DAS の 10 進補正命令では、バイトデータは 2 桁の 4 ビット BCD データとなります。

2.5.1 汎用レジスタのデータ形式

汎用レジスタのデータ形式を図 2.7 に示します。

データ形	汎用レジスタ	データイメージ
1ビットデータ	RnH	
1ビットデータ	RnL	
4ビットBCDデータ	RnH	
4ビットBCDデータ	RnL	
バイトデータ	RnH	
バイトデータ	RnL	

図 2.7 汎用レジスタのデータ形式 (1)

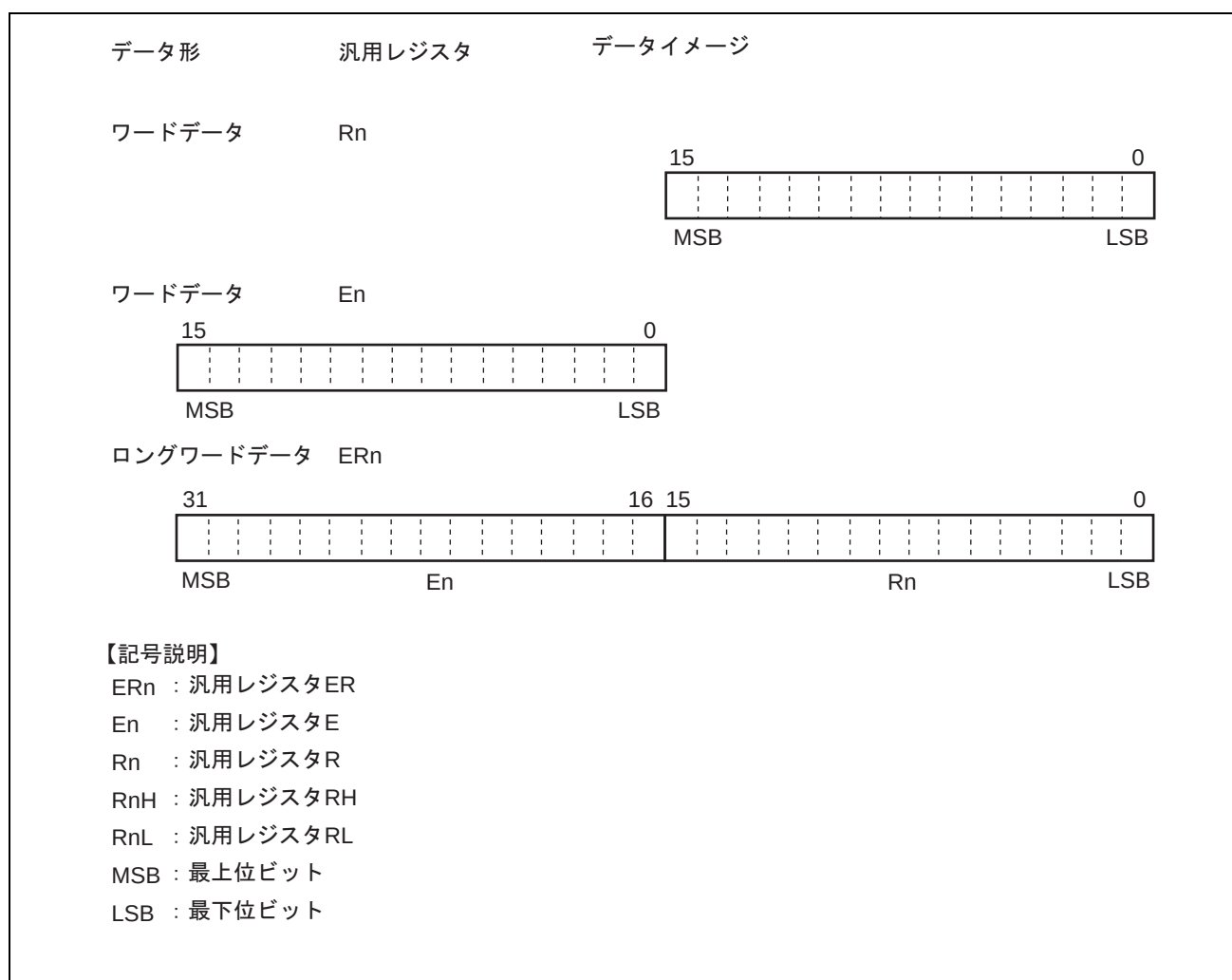


図 2.7 汎用レジスタのデータ形式 (2)

2.5.2 メモリ上でのデータ形式

メモリ上でのデータ形式を図 2.8 に示します。

H8S/2000 CPU は、メモリ上のワードデータ／ロングワードデータをアクセスすることができます。これらは、偶数番地から始まるデータに限定されます。奇数番地から始まるワードデータ／ロングワードデータをアクセスした場合、アドレスの最下位ビットは0 とみなされ、1 番地前から始まるデータをアクセスします。この場合、アドレスエラーは発生しません。命令コードについても同様です。

なお、SP（ER7）をアドレスレジスタとしてスタック領域をアクセスするときは、必ずワードサイズまたはロングワードサイズでアクセスしてください。

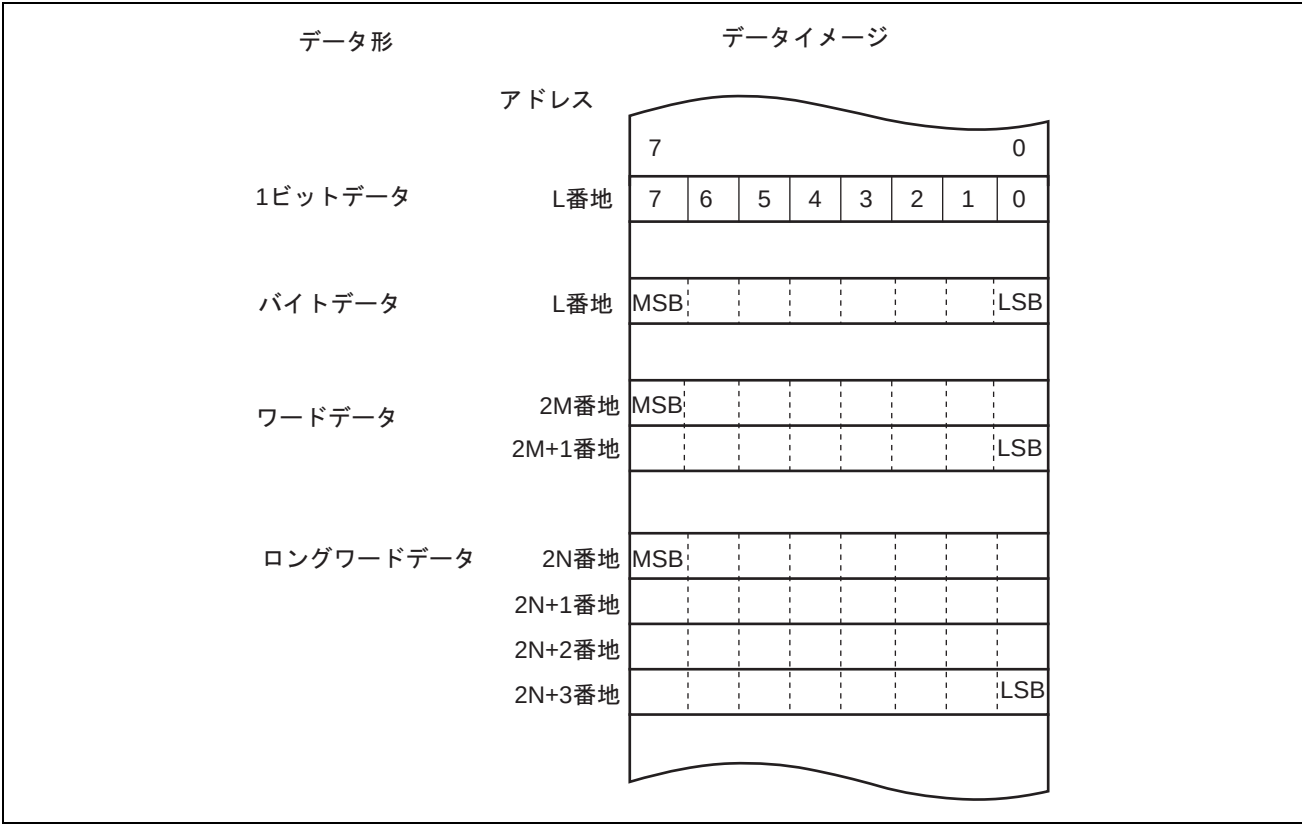


図 2.8 メモリ上でのデータ形式

2.6 命令セット

H8S/2000 CPU の命令は合計 65 種類あり、各命令の持つ機能によって表 2.1 に示すように分類されます。

表 2.1 命令の分類

分 類	命 令	サイズ	種類
データ転送命令	MOV	B/W/L	5
	POP ^{*1} , PUSH ^{*1}	W/L	
	LDM ^{*5} , STM ^{*5}	L	
	MOVFPE ^{*3} , MOVTPE ^{*3}	B	
算術演算命令	ADD, SUB, CMP, NEG	B/W/L	19
	ADDX, SUBX, DAA, DAS	B	
	INC, DEC	B/W/L	
	ADDS, SUBS	L	
	MULXU, DIVXU, MULXS, DIVXS	B/W	
	EXTU, EXTS	W/L	
	TAS ^{*4}	B	
論理演算命令	AND, OR, XOR, NOT	B/W/L	4
シフト命令	SHAL, SHAR, SHLL, SHLR, ROTL, ROTR, ROTXL, ROTXR	B/W/L	8
ビット操作命令	BSET, BCLR, BNOT, BTST, BLD, BILD, BST, BIST, BAND, BIAND, BOR, BIOR, BXOR, BIXOR	B	14
分岐命令	Bcc ^{*2} , JMP, BSR, JSR, RTS	—	5
システム制御命令	TRAPA, RTE, SLEEP, LDC, STC, ANDC, ORC, XORC, NOP	—	9
ブロック転送命令	EEPMOV	—	1

合計 65 種類

【注】 B：バイトサイズ W：ワードサイズ L：ロングワードサイズ

- *1 POP.W Rn、PUSH.W Rn は、それぞれ MOV.W @SP+,Rn、MOV.W Rn,@-SP と同一です。
また、POP.L ERn、PUSH.L ERn は、それぞれ MOV.L @SP+,ERn、MOV.L ERn,@-SP と同一です。
- *2 Bcc は条件分岐命令の総称です。
- *3 本 LSI では使用できません。
- *4 TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用してください。
- *5 STM/LDM 命令においては、ER7 レジスタはスタックポインタであるため、退避（STM）／復帰（LDM）できるレジスタとしては使えません。

2.6.1 命令の機能別一覧

各命令の機能について表 2.3～表 2.10 に示します。各表で使用しているオペレーションの記号の意味は次のとおりです。

表 2.2 オペレーションの記号

記号	説 明
Rd	汎用レジスタ（デスティネーション側）*
Rs	汎用レジスタ（ソース側）*
Rn	汎用レジスタ*
ERn	汎用レジスタ（32 ビットレジスタ）
(EAd)	デスティネーションオペランド
(EAs)	ソースオペランド
EXR	エクステンドレジスタ
CCR	コンディションコードレジスタ
N	CCR の N（ネガティブ）フラグ
Z	CCR の Z（ゼロ）フラグ
V	CCR の V（オーバフロー）フラグ
C	CCR の C（キャリ）フラグ
PC	プログラムカウンタ
SP	スタックポインタ
#IMM	イミディエイトデータ
disp	ディスプレースメント
+	加算
−	減算
×	乗算
÷	除算
∧	論理積
∨	論理和
⊕	排他的論理和
→	転送
∼	反転論理（論理的補数）
:8/:16/:24/:32	8/16/24/32 ビット長

【注】 * 汎用レジスタは、8 ビット（R0H～R7H、R0L～R7L）、16 ビット（R0～R7、E0～E7）、または 32 ビットレジスタ（ER0～ER7）です。

表 2.3 データ転送命令

命令	サイズ ^{*1}	機 能
MOV	B/W/L	(EAs)→Rd、Rs→(EAd) 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとメモリ間でデータ転送します。また、イミディエイトデータを汎用レジスタに転送します。
MOVFPE	B	本 LSI では使用できません。
MOVTPE	B	本 LSI では使用できません。
POP	W/L	@SP+→Rn スタックから汎用レジスタへデータを復帰します。 POP.W Rn は MOV.W @SP+, Rn と、また、POP.L ERn は MOV.L @SP+, ERn と同一です。
PUSH	W/L	Rn→@-SP 汎用レジスタの内容をスタックに退避します。 PUSH.W Rn は MOV.W Rn, @-SP と同一です。 PUSH.L ERn は MOV.L ERn, @-SP と同一です。
LDM ^{*2}	L	@SP+→Rn (レジスタ群) スタックから複数の汎用レジスタへデータを復帰します。
STM ^{*2}	L	Rn (レジスタ群) →@-SP 複数の汎用レジスタの内容をスタックに退避します。

【注】 *1 サイズはオペランドサイズを示します。

B：バイト

W：ワード

L：ロングワード

*2 STM/LDM 命令においては、ER7 レジスタはスタックポインタであるため、退避 (STM) / 復帰 (LDM) できるレジスタとしては使えません。

2. CPU

表 2.4 算術演算命令 (1)

命令	サイズ*	機 能
ADD SUB	B/W/L	$Rd \pm Rs \rightarrow Rd$ 、 $Rd \pm \#IMM \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の加減算を行います（バイトサイズでの汎用レジスタとイミディエイトデータ間の減算はできません。SUBX 命令または ADD 命令を使用してください）。
ADDX SUBX	B	$Rd \pm Rs \pm C \rightarrow Rd$ 、 $Rd \pm \#IMM \pm C \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間のキャリ付きの加減算を行います。
INC DEC	B/W/L	$Rd \pm 1 \rightarrow Rd$ 、 $Rd \pm 2 \rightarrow Rd$ 汎用レジスタに 1 または 2 を加減算します（バイトサイズで 1 の加減算のみ可能です）。
ADDS SUBS	L	$Rd \pm 1 \rightarrow Rd$ 、 $Rd \pm 2 \rightarrow Rd$ 、 $Rd \pm 4 \rightarrow Rd$ 32 ビットレジスタに 1、2、または 4 を加減算します。
DAA DAS	B	$Rd(10 \text{ 進補正}) \rightarrow Rd$ 汎用レジスタ上の加減算結果を CCR を参照して 4 ビット BCD データに補正します。
MULXU	B/W	$Rd \times Rs \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号なし乗算を行います。 8 ビット×8 ビット→16 ビット、16 ビット×16 ビット→32 ビットの乗算が可能です。
MULXS	B/W	$Rd \times Rs \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号付き乗算を行います。 8 ビット×8 ビット→16 ビット、16 ビット×16 ビット→32 ビットの乗算が可能です。
DIVXU	B/W	$Rd \div Rs \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号なし除算を行います。 16 ビット÷8 ビット→商 8 ビット余り 8 ビット、 32 ビット÷16 ビット→商 16 ビット余り 16 ビットの除算が可能です。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B：バイト

W：ワード

L：ロングワード

表 2.4 算術演算命令 (2)

命令	サイズ ^{*1}	機 能
DIVXS	B/W	$Rd \div Rs \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号付き除算を行います。 16 ビット $\div$ 8 ビット $\rightarrow$ 商 8 ビット 余り 8 ビット、 32 ビット $\div$ 16 ビット $\rightarrow$ 商 16 ビット 余り 16 ビットの除算が可能です。
CMP	B/W/L	$Rd - Rs$ 、 $Rd - \#IMM$ 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の比較を行い、その結果を CCR に反映します。
NEG	B/W/L	$0 - Rd \rightarrow Rd$ 汎用レジスタの内容の 2 の補数（算術的補数）をとります。
EXTU	W/L	$Rd(\text{ゼロ拡張}) \rightarrow Rd$ 16 ビットレジスタの下位 8 ビットをワードサイズにゼロ拡張します。または、32 ビットレジスタの下位 16 ビットをロングワードサイズにゼロ拡張します。
EXTS	W/L	$Rd(\text{符号拡張}) \rightarrow Rd$ 16 ビットレジスタの下位 8 ビットをワードサイズに符号拡張します。または、32 ビットレジスタの下位 16 ビットをロングワードサイズに符号拡張します。
TAS ^{*2}	B	$@ERd - 0, 1 \rightarrow (<\text{ビット } 7> \text{ of } @ERd)$ メモリの内容をテストした後、最上位ビット（ビット 7）を 1 にセットします。

【注】 *1 サイズはオペランドサイズを示します。

B：バイト

W：ワード

L：ロングワード

*2 TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用してください。

2. CPU

表 2.5 論理演算命令

命令	サイズ*	機 能
AND	B/W/L	$Rd \wedge Rs \rightarrow Rd$ 、 $Rd \wedge \#IMM \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の論理積をとります。
OR	B/W/L	$Rd \vee Rs \rightarrow Rd$ 、 $Rd \vee \#IMM \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の論理和をとります。
XOR	B/W/L	$Rd \oplus Rs \rightarrow Rd$ 、 $Rd \oplus \#IMM \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の排他的論理和をとります。
NOT	B/W/L	$\sim Rd \rightarrow Rd$ 汎用レジスタの内容の 1 の補数（論理的補数）をとります。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B：バイト

W：ワード

L：ロングワード

表 2.6 シフト命令

命令	サイズ*	機 能
SHAL SHAR	B/W/L	$Rd(\text{シフト処理}) \rightarrow Rd$ 汎用レジスタの内容を算術的にシフトします。 1 ビットまたは 2 ビットのシフトが可能です。
SHLL SHLR	B/W/L	$Rd(\text{シフト処理}) \rightarrow Rd$ 汎用レジスタの内容を論理的にシフトします。 1 ビットまたは 2 ビットのシフトが可能です。
ROTL ROTR	B/W/L	$Rd(\text{ローテート処理}) \rightarrow Rd$ 汎用レジスタの内容をローテートします。 1 ビットまたは 2 ビットのローテートが可能です。
ROTXL ROTXR	B/W/L	$Rd(\text{ローテート処理}) \rightarrow Rd$ 汎用レジスタの内容をキャリフラグを含めてローテートします。 1 ビットまたは 2 ビットのローテートが可能です。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B：バイト

W：ワード

L：ロングワード

表 2.7 ビット操作命令 (1)

命令	サイズ*	機 能
BSET	B	1→(<ビット番号>of<EAd>) 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを 1 にセットします。ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータまたは汎用レジスタの内容下位 3 ビットで指定します。
BCLR	B	0→(<ビット番号>of<EAd>) 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを 0 にクリアします。ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータまたは汎用レジスタの内容下位 3 ビットで指定します。
BNOT	B	~(<ビット番号>of<EAd>)→(<ビット番号>of<EAd>) 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを反転します。ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータまたは汎用レジスタの内容下位 3 ビットで指定されます。
BTST	B	~(<ビット番号>of<EAd>)→Z 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットをテストし、ゼロフラグに反映します。ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータまたは汎用レジスタの内容下位 3 ビットで指定されます。
BAND	B	C ∧ (<ビット番号>of<EAd>) → C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットとキャリフラグとの論理積をとり、結果をキャリフラグに格納します。
BIAND	B	C ∧ [~(<ビット番号>of<EAd>)] → C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを反転し、キャリフラグとの論理積をとり、結果をキャリフラグに格納します。 ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定されます。
BOR	B	C ∨ (<ビット番号>of<EAd>) → C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットとキャリフラグとの論理和をとり、結果をキャリフラグに格納します。
BIOR	B	C ∨ [~(<ビット番号>of<EAd>)] → C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを反転し、キャリフラグとの論理和をとり、結果をキャリフラグに格納します。 ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定されます。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B：バイト

表 2.7 ビット操作命令 (2)

命令	サイズ*	機 能
BXOR	B	$C \oplus (<\text{ビット番号}> \text{of} <\text{EAd}>) \rightarrow C$ 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットとキャリフラグとの排他的論理和をとり、結果をキャリフラグに格納します。
BIXOR	B	$C \oplus [\sim(<\text{ビット番号}> \text{of} <\text{EAd}>)] \rightarrow C$ 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを反転し、キャリフラグとの排他的論理和をとり、結果をキャリフラグに格納します。 ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定されます。
BLD	B	$(<\text{ビット番号}> \text{of} <\text{EAd}>) \rightarrow C$ 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットをキャリフラグに転送します。
BILD	B	$\sim(<\text{ビット番号}> \text{of} <\text{EAd}>) \rightarrow C$ 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを反転し、キャリフラグに転送します。 ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定されます。
BST	B	$C \rightarrow (<\text{ビット番号}> \text{of} <\text{EAd}>)$ 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットに、キャリフラグの内容を転送します。
BIST	B	$\sim C \rightarrow (<\text{ビット番号}> \text{of} <\text{EAd}>)$ 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットに、キャリフラグを反転して転送します。 ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定されます。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

表 2.8 分岐命令

命令	サイズ	機 能																																																			
Bcc	－	指定した条件が成立しているとき、指定されたアドレスへ分岐します。分岐条件を下表に示します。 <table> <tr> <th>ニーモニック</th><th>説 明</th><th>分岐条件</th></tr> <tr> <td>BRA(BT)</td><td>Always(True)</td><td>Always</td></tr> <tr> <td>BRN(BF)</td><td>Never(False)</td><td>Never</td></tr> <tr> <td>BHI</td><td>High</td><td>CVZ=0</td></tr> <tr> <td>BLS</td><td>Low or Same</td><td>CVZ=1</td></tr> <tr> <td>BCC(BHS)</td><td>Carry Clear(High or Same))</td><td>C=0</td></tr> <tr> <td>BCS(BLO)</td><td>Carry Set(Low)</td><td>C=1</td></tr> <tr> <td>BNE</td><td>Not Equal</td><td>Z=0</td></tr> <tr> <td>BEQ</td><td>EQual</td><td>Z=1</td></tr> <tr> <td>BVC</td><td>oVerflow Clear</td><td>V=0</td></tr> <tr> <td>BVS</td><td>oVerflow Set</td><td>V=1</td></tr> <tr> <td>BPL</td><td>PLus</td><td>N=0</td></tr> <tr> <td>BMI</td><td>MInus</td><td>N=1</td></tr> <tr> <td>BGE</td><td>Greater or Equal</td><td>$N \oplus V = 0$</td></tr> <tr> <td>BLT</td><td>Less Than</td><td>$N \oplus V = 1$</td></tr> <tr> <td>BGT</td><td>Greater Than</td><td>$Z \vee (N \oplus V) = 0$</td></tr> <tr> <td>BLE</td><td>Less or Equal</td><td>$Z \vee (N \oplus V) = 1$</td></tr> </table>	ニーモニック	説 明	分岐条件	BRA(BT)	Always(True)	Always	BRN(BF)	Never(False)	Never	BHI	High	CVZ=0	BLS	Low or Same	CVZ=1	BCC(BHS)	Carry Clear(High or Same))	C=0	BCS(BLO)	Carry Set(Low)	C=1	BNE	Not Equal	Z=0	BEQ	EQual	Z=1	BVC	oVerflow Clear	V=0	BVS	oVerflow Set	V=1	BPL	PLus	N=0	BMI	MInus	N=1	BGE	Greater or Equal	$N \oplus V = 0$	BLT	Less Than	$N \oplus V = 1$	BGT	Greater Than	$Z \vee (N \oplus V) = 0$	BLE	Less or Equal	$Z \vee (N \oplus V) = 1$
ニーモニック	説 明	分岐条件																																																			
BRA(BT)	Always(True)	Always																																																			
BRN(BF)	Never(False)	Never																																																			
BHI	High	CVZ=0																																																			
BLS	Low or Same	CVZ=1																																																			
BCC(BHS)	Carry Clear(High or Same))	C=0																																																			
BCS(BLO)	Carry Set(Low)	C=1																																																			
BNE	Not Equal	Z=0																																																			
BEQ	EQual	Z=1																																																			
BVC	oVerflow Clear	V=0																																																			
BVS	oVerflow Set	V=1																																																			
BPL	PLus	N=0																																																			
BMI	MInus	N=1																																																			
BGE	Greater or Equal	$N \oplus V = 0$																																																			
BLT	Less Than	$N \oplus V = 1$																																																			
BGT	Greater Than	$Z \vee (N \oplus V) = 0$																																																			
BLE	Less or Equal	$Z \vee (N \oplus V) = 1$																																																			
JMP	－	指定されたアドレスへ無条件に分岐します。																																																			
BSR	－	指定されたアドレスへサブルーチン分岐します。																																																			
JSR	－	指定されたアドレスへサブルーチン分岐します。																																																			
RTS	－	サブルーチンから復帰します。																																																			

2. CPU

表 2.9 システム制御命令

命令	サイズ*	機 能
TRAPA	—	命令トラップ例外処理を行います。
RTE	—	例外処理ルーチンから復帰します。
SLEEP	—	低消費電力状態に遷移します。
LDC	B/W	(EAs)→CCR、(EAs)→EXR 汎用レジスタまたはメモリの内容を CCR、EXR に転送します。また、イミディエイトデータを CCR、EXR に転送します。CCR、EXR は 8 ビットですが、メモリと CCR、EXR 間の転送はワードサイズで行われ、上位 8 ビットが有効になります。
STC	B/W	CCR→(EAd)、EXR→(EAd) CCR、EXR の内容を汎用レジスタまたはメモリに転送します。CCR、EXR は 8 ビットですが、CCR、EXR とメモリ間の転送はワードサイズで行われ、上位 8 ビットが有効になります。
ANDC	B	CCR∧#IMM→CCR、EXR∧#IMM→EXR CCR、EXR とイミディエイトデータの論理積をとります。
ORC	B	CCR∨#IMM→CCR、EXR∨#IMM→EXR CCR、EXR とイミディエイトデータの論理和をとります。
XORC	B	CCR⊕#IMM→CCR、EXR⊕#IMM→EXR CCR、EXR とイミディエイトデータの排他的論理和をとります。
NOP	—	PC+2→PC PC のインクリメントだけを行います。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B：バイト

W：ワード

表 2.10 ブロック転送命令

命令	サイズ	機 能
EEPMOV.B	—	if R4L≠0 then Repeat @ER5+→@ER6+ R4L-1→R4L Until R4L=0 else next;
EEPMOV.W	—	if R4≠0 then Repeat @ER5+→@ER6+ R4-1→R4 Until R4=0 else next; ブロック転送命令です。ER5 で示されるアドレスから始まり、R4L または R4 で指定されるバイト数のデータを、ER6 で示されるアドレスのロケーションへ転送します。転送終了後、次の命令を実行します。

2.6.2 命令の基本フォーマット

H8S/2000 CPU の命令は、2 バイト(ワード)を単位にしています。各命令はオペレーションフィールド(op)、レジスタフィールド (r)、EA 拡張部 (EA)、およびコンディションフィールド (cc) から構成されています。

図 2.9 に命令フォーマットの例を示します。

- オペレーションフィールド

命令の機能を表し、アドレッシングモードの指定、オペランドの処理内容を指定します。命令の先頭4ビットを必ず含みます。2つのオペレーションフィールドを持つ場合もあります。

- レジスタフィールド

汎用レジスタを指定します。アドレスレジスタのとき3ビット、データレジスタのとき3ビットまたは4ビットです。2つのレジスタフィールドを持つ場合、またはレジスタフィールドを持たない場合もあります。

- EA拡張部

イミディエイトデータ、絶対アドレスまたはディスプレースメントを指定します。8ビット、16ビット、または32ビットです。

- コンディションフィールド

Bcc命令の分岐条件を指定します。

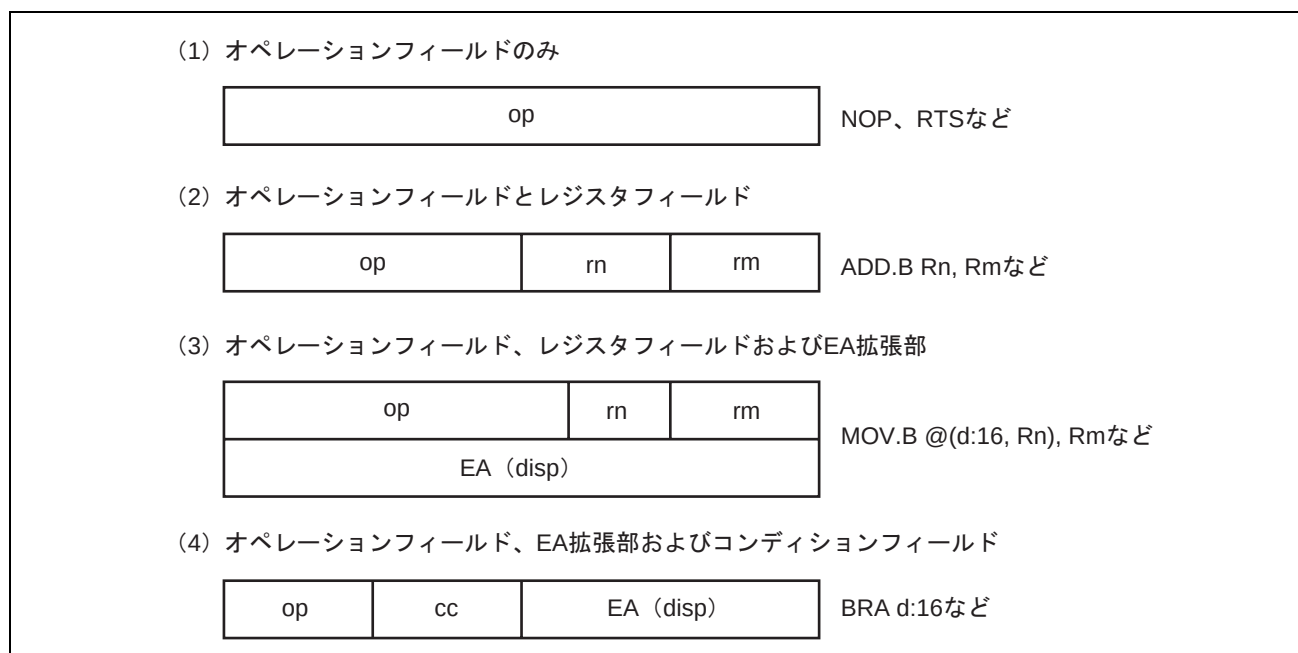


図 2.9 命令フォーマットの例

2.7 アドレッシングモードと実効アドレスの計算方法

H8S/2000 CPU は表 2.11 に示すように、8 種類のアドレッシングモードをサポートしています。命令ごとに、使用できるアドレッシングモードが異なります。

演算命令では、レジスタ直接、およびイミディエイトが使用できます。転送命令では、プログラムカウンタ相対とメモリ間接を除くすべてのアドレッシングモードが使用できます。また、ビット操作命令では、オペランドの指定にレジスタ直接、レジスタ間接、および絶対アドレスが使用できます。さらに、オペランド中のビット番号を指定するためにレジスタ直接 (BSET、BCLR、BNOT、BTST の各命令)、およびイミディエイト (3 ビット) が独立して使用できます。

表 2.11 アドレッシングモード一覧表

No.	アドレッシングモード	記号
1	レジスタ直接	Rn
2	レジスタ間接	@ERn
3	ディスプレースメント付きレジスタ間接	@(d:16,ERn)/@(d:32,ERn)
4	ポストインクリメントレジスタ間接 プリデクリメントレジスタ間接	@ERn+ @-ERn
5	絶対アドレス	@aa:8/@aa:16/@aa:24/@aa:32
6	イミディエイト	#xx:8/#xx:16/#xx:32
7	プログラムカウンタ相対	@(d:8,PC)/@(d:16,PC)
8	メモリ間接	@@aa:8

2.7.1 レジスタ直接 Rn

命令コードのレジスタフィールドで指定されるレジスタ (8 ビット、16 ビットまたは 32 ビット) がオペランドとなります。8 ビットレジスタとしては R0H~R7H、R0L~R7L を指定可能です。16 ビットレジスタとしては R0~R7、E0~E7 を指定可能です。32 ビットレジスタとしては ER0~ER7 を指定可能です。

2.7.2 レジスタ間接 @ERn

命令コードのレジスタフィールドで指定されるアドレスレジスタ (ERn) の内容をアドレスとしてメモリ上のオペランドを指定します。プログラム領域としては、下位 24 ビットが有効になり、上位 8 ビットはすべて 0 (H'00) とみなされます。

2.7.3 ディスプレースメント付きレジスタ間接 @(d:16,ERn) /@(d:32,ERn)

命令コードのレジスタフィールドで指定されるアドレスレジスタ (ERn) の内容に、命令コード中に含まれる 16 ビットディスプレースメント、または 32 ビットディスプレースメントを加算した内容をアドレスとして、メモリ上のオペランドを指定します。加算に際して、16 ビットディスプレースメントは符号拡張されます。

2.7.4 ポストインクリメントレジスタ間接@ERn+/ プリデクリメントレジスタ間接@-ERn

(1) ポストインクリメントレジスタ間接 @ERn+

命令コードのレジスタフィールドで指定されるアドレスレジスタ（ERn）の内容をアドレスとしてメモリ上のオペランドを指定します。その後、アドレスレジスタの内容に 1、2 または 4 が加算され、加算結果がアドレスレジスタに格納されます。バイトサイズでは 1、ワードサイズでは 2、ロングワードサイズでは 4 がそれぞれ加算されます。ワードサイズまたはロングワードサイズするとき、アドレスレジスタの内容が偶数となるようにしてください。

(2) プリデクリメントレジスタ間接 @-ERn

命令コードのレジスタフィールドで指定されるアドレスレジスタ（ERn）の内容から、1、2 または 4 を減算した内容をアドレスとしてメモリ上のオペランドを指定します。その後、減算結果がアドレスレジスタに格納されます。バイトサイズでは 1、ワードサイズでは 2、ロングワードサイズでは 4 がそれぞれ減算されます。ワードサイズまたはロングワードサイズするとき、アドレスレジスタの内容が偶数になるようにしてください。

2.7.5 絶対アドレス @aa:8/@aa:16/@aa:24/@aa:32

命令コード中に含まれる絶対アドレスで、メモリ上のオペランドを指定します。絶対アドレスは 8 ビット（@aa:8）、16 ビット（@aa:16）、24 ビット（@aa:24）、または 32 ビット（@aa:32）です。絶対アドレスのアクセス範囲を表 2.12 に示します。

データ領域としては、8 ビット（@aa:8）、16 ビット（@aa:16）、または 32 ビット（@aa:32）を使用します。8 ビット絶対アドレスの場合、上位 24 ビットはすべて 1（H'FFFF）となります。16 ビット絶対アドレスの場合、上位 16 ビットは符号拡張されます。32 ビット絶対アドレスの場合、全アドレス空間をアクセスできます。

プログラム領域としては 24 ビット（@aa:24）を使用します。上位 8 ビットはすべて 0（H'00）となります。

表 2.12 絶対アドレスのアクセス範囲

絶対アドレス		アドバンストモード
データ領域	8 ビット（@aa:8）	H'FFFF00～H'FFFFFF
	16 ビット（@aa:16）	H'000000～H'007FFF、 H'FF8000～H'FFFFFF
	32 ビット（@aa:32）	H'000000～H'FFFFFF
プログラム領域	24 ビット（@aa:24）	

2.7.6 イミディエイト #xx:8/#xx:16/#xx:32

命令コード中に含まれる 8 ビット (#xx:8)、16 ビット (#xx:16)、または 32 ビット (#xx:32) のデータを直接オペランドとして使用します。

なお、ADDS、SUBS、INC、DEC 命令では、イミディエイトデータが命令コード中に暗黙的に含まれます。ビット操作命令では、ビット番号を指定するための 3 ビットのイミディエイトデータが、命令コード中に含まれる場合があります。また、TRAPA 命令では、ベクタアドレスを指定するための 2 ビットのイミディエイトデータが命令コードの中に含まれます。

2.7.7 プログラムカウンタ相対 @ (d:8, PC) /@ (d:16, PC)

Bcc、BSR 命令で使用されます。PC の内容で指定される 24 ビットのアドレスに、命令コード中に含まれる 8 ビット、または 16 ビットディスプレースメントを加算して 24 ビットの分岐アドレスを生成します。加算に際して、ディスプレースメントは 24 ビットに符号拡張されます。加算結果は下位 24 ビットが有効になり、上位 8 ビットはすべて 0 (H'00) とみなされます。また加算される PC の内容は次の命令の先頭アドレスとなっていますので、分岐可能範囲は分岐命令に対して -126 ~ +128 バイト (-63 ~ +64 ワード) または -32766 ~ +32768 バイト

(-16383 ~ +16384 ワード) です。このとき、加算結果が偶数となるようにしてください。

2.7.8 メモリ間接 @@aa:8

JMP、JSR 命令で使用されます。命令コード中に含まれる 8 ビット絶対アドレスでメモリ上のオペランドを指定し、この内容を分岐アドレスとして分岐します。8 ビット絶対アドレスの上位のビットはすべて 0 となりますので、分岐アドレスを格納できるのは 0 ~ 255 (H'000000 ~ H'0000FF) 番地です。

メモリ上のオペランドはロングワードサイズで指定します。このうち先頭の 1 バイトはすべて 0 (H'00) とみなされます。ただし、分岐アドレスを格納可能なアドレスの先頭領域は、例外処理ベクタ領域と共通となっていますので注意してください。詳細は「第 5 章 例外処理」を参照してください。

ワードサイズ、ロングワードサイズでメモリを指定する場合、および分岐アドレスを指定する場合に奇数アドレスを指定すると、最下位ビットは 0 とみなされ、1 番地前から始まるデータまたは命令コードをアクセスします（「2.5.2 メモリ上でのデータ形式」を参照してください）。

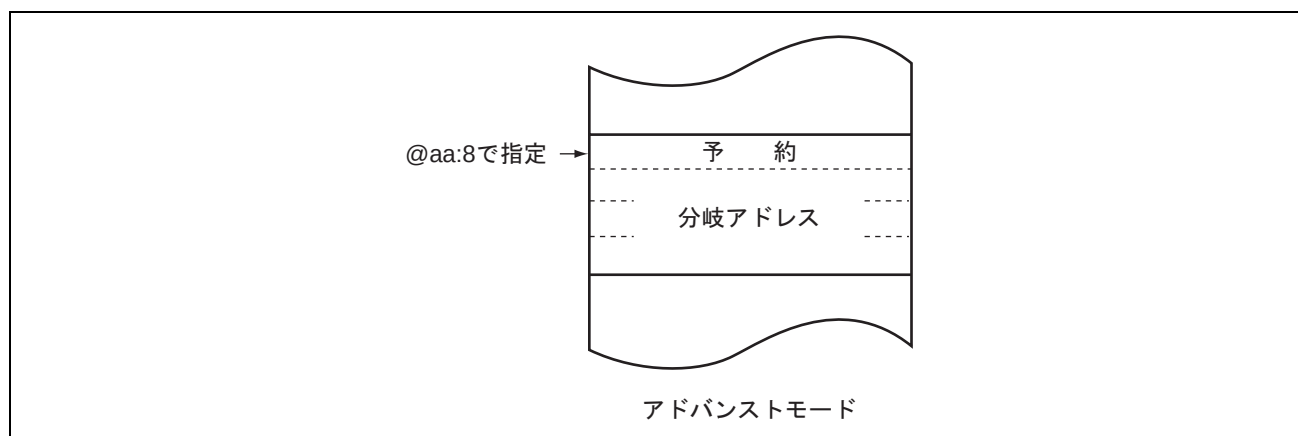


図 2.10 メモリ間接による分岐アドレスの指定

2.7.9 実効アドレスの計算方法

各アドレッシングモードにおける実効アドレス（EA：Effective Address）の計算法を表 2.13 に示します。

表 2.13 実行アドレスの計算方法（1）

No	アドレッシングモード・命令フォーマット	実効アドレス計算方法	実効アドレス（EA）								
1	レジスタ直接（Rn） op rm m		オペランドは汎用レジスタの内容です。								
2	レジスタ間接（@ERn） op r	310 汎用レジスタの内容	3124230 Don't care								
3	ディスプレースメント付きレジスタ間接 @(d:16,ERn)／@(d:32,ERn) op r disp	310 汎用レジスタの内容 310 符号拡張 disp	3124230 Don't care								
4	ポストインクリメントレジスタ間接／プリデクリメントレジスタ間接 ・ポストインクリメントレジスタ間接 @ERn+ op r ・プリデクリメントレジスタ間接 @-ERn op r	310 汎用レジスタの内容 310 汎用レジスタの内容 1、2または4	3124230 Don't care 3124230 Don't care								
		<table><tr><th>オペランドサイズ</th><th>加減算される値</th></tr><tr><td>バイト</td><td>1</td></tr><tr><td>ワード</td><td>2</td></tr><tr><td>ロングワード</td><td>4</td></tr></table>	オペランドサイズ	加減算される値	バイト	1	ワード	2	ロングワード	4	
オペランドサイズ	加減算される値										
バイト	1										
ワード	2										
ロングワード	4										

2. CPU

表 2.13 実行アドレスの計算方法 (2)

No	アドレッシングモード・命令フォーマット	実効アドレス計算方法	実効アドレス (EA)
5	絶対アドレス @aa:8 		
	@aa:16 		
	@aa:24 		
	@aa:32 		
6	イミディエイト #xx:8／#xx:16／#xx:32 		オペランドはイミディエイトデータです。
7	プログラムカウンタ相対 @(d:8,PC)／@(d:16,PC) 		
8	メモリ間接 @@aa:8 ・ノーマルモード* ・アドバンスドモード 	 	

【注】 * 本 LSI では使用できません。

2.8 処理状態

H8S/2000 CPU の処理状態には、リセット状態、例外処理状態、プログラム実行状態、およびプログラム停止状態の 4 種類があります。処理状態間の状態遷移図を図 2.11 に示します。

- リセット状態

CPUおよび内蔵周辺モジュールがすべて初期化され、停止している状態です。リセット端子がLowレベルになると、実行中の処理はすべて中止され、CPUはリセット状態になります。リセット状態ではすべての割り込みが禁止されます。リセット端子をLowレベルからHighレベルにすると、リセット例外処理を開始します。リセットの詳細は「**第5章 例外処理**」を参照してください。ウォッチドッグタイマのオーバフローまたは低電圧検出回路の低電圧検知によってもリセットすることもできます。

- 例外処理状態

例外処理状態は、リセット、トレース、割り込み、またはトラップ命令の例外処理要因によってCPUが通常の処理状態の流れを変え、例外処理ベクタテーブルからスタートアドレス（ベクタ）を取り出してそのスタートアドレスに分岐する過渡的な状態です。詳細は「**第5章 例外処理**」を参照してください。

- プログラム実行状態

CPUがプログラムを順次実行している状態です。

- プログラム停止状態

CPUが動作を停止し、消費電力を低下させた状態です。SLEEP命令の実行、またはソフトウェアスタンバイモードへの遷移でCPUはプログラム停止状態になります。詳細は「**第24章 低消費電力状態**」を参照してください。

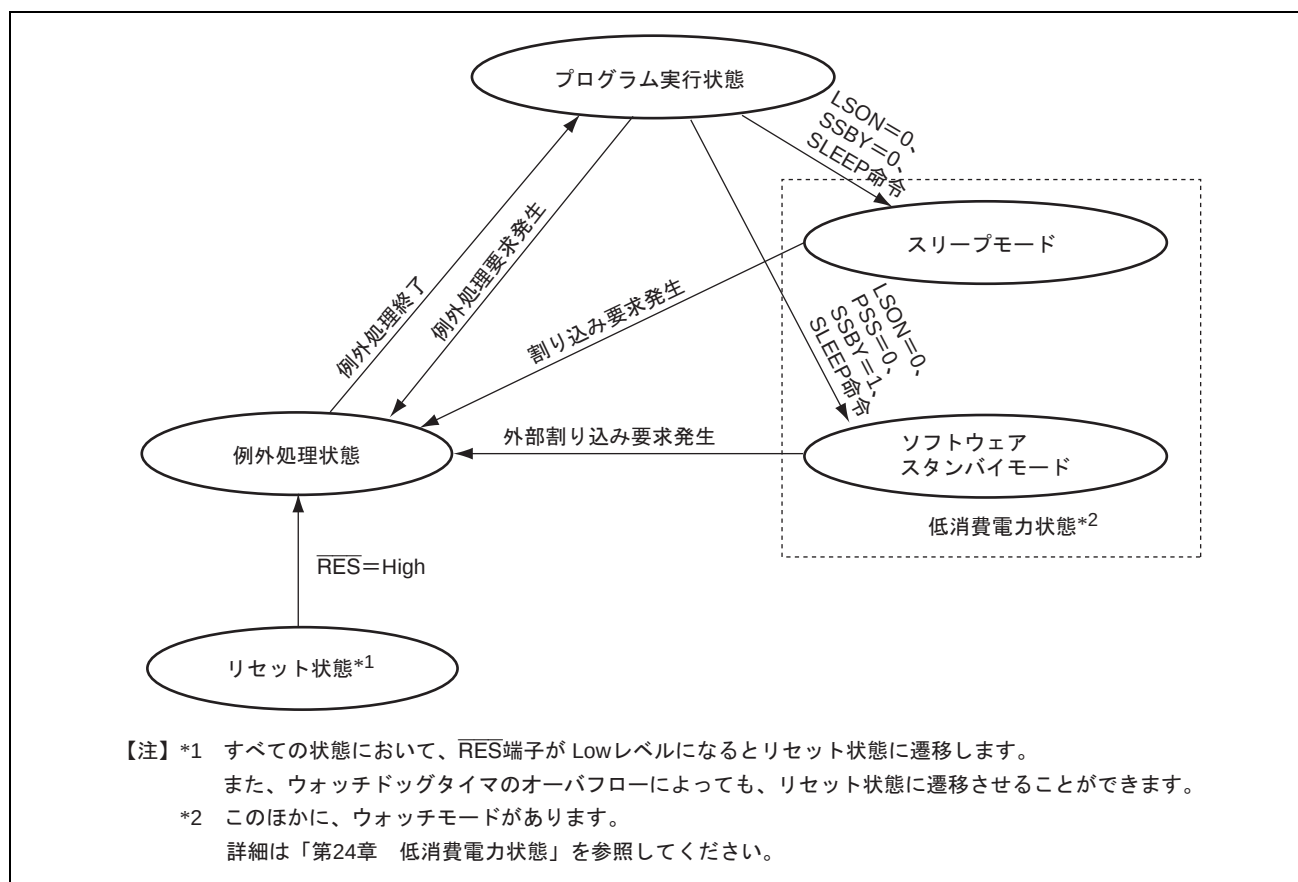


図 2.11 状態遷移図

2.9 使用上の注意事項

2.9.1 TAS 命令

TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用してください。

なお、ルネサス テクノロジ製 H8S、H8/300 シリーズ C/C++コンパイラでは、TAS 命令は生成されません。ユーザ定義の組み込み関数として TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用するようお願いいたします。

2.9.2 STM/LDM 命令

STM/LDM 命令において、ER7 レジスタはスタックポイントであるため、退避 (STM) / 復帰 (LDM) できるレジスタとしては、使用できません。一命令で退避 (STM) / 復帰 (LDM) できるレジスタ数は 2 本、3 本、4 本です。そのとき使用可能なレジスタリストは、以下のとおりです。

2 本：ER0—ER1、ER2—ER3、ER4—ER5

3 本：ER0—ER2、ER4—ER6

4 本：ER0—ER3

また、ルネサス テクノロジ製 H8S、H8S/300 シリーズ C/C++コンパイラでは、ER7 を含む STM/LDM 命令は生成されません。

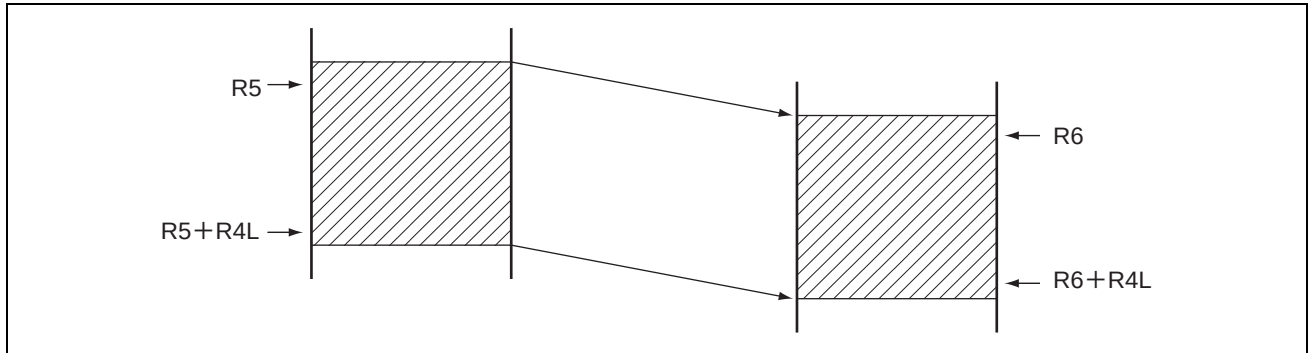
2.9.3 ビット操作命令

BSET、BCLR、BNOT、BST、BIST の各命令は、バイト単位でデータをリードし、ビット操作後に再びバイト単位でデータをライトします。したがって、ライト専用ビットを含むレジスタ、またはポートに対してこれらの命令を使用するときは注意が必要です。

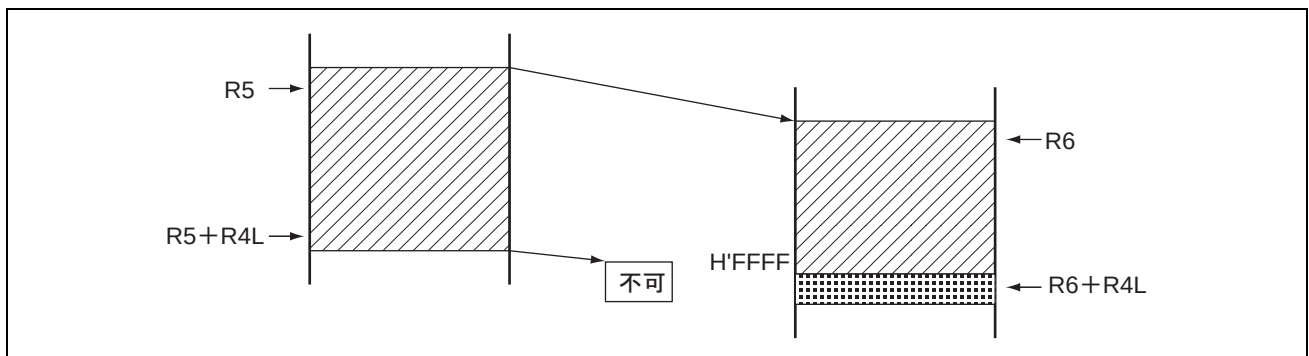
また、内部 I/O レジスタのフラグを 0 にクリアするために、BCLR 命令を使用できます。この場合、割り込み処理ルーチンなどで当該フラグが 1 にセットされていることが明らかであれば、事前に当該フラグをリードする必要はありません。

2.9.4 EEPMOV 命令

1. EEPMOV命令はブロック転送命令で、R5で示されるアドレスから始まるR4Lで示されるバイト数のデータを、R6で示されるアドレスへ転送します。



2. 転送先の最終アドレス (R6+R4Lの値) がH'FFFFを超えないように (実行途中でR6の値がH'FFFF→H'0000とならないように)、R4L、R6を設定してください。



3. MCU 動作モード

3.1 動作モードの選択

本 LSI には、3 種類の動作モード（モード 2、4、6）があります。動作モードは、モード端子（MD2、MD1）の設定で決まります。表 3.1 に、MCU 動作モードの選択を示します。

表 3.1 MCU 動作モードの選択

MCU 動作モード	MD2	MD1	MD0*	CPU 動作モード	内 容	内蔵 ROM
2	0	1	0	アドバンスト	シングルチップモード	有効
4	1	0	0	—	フラッシュ書き込み／消去	—
6	1	1	0	エミュレーション	オンチップエミュレーションモード	有効

【注】 * MD0 は端子として存在せず、チップ内で 0 に固定されています。

モード 2 は、シングルチップモードで動作します。

モード 0、1、3、5、7 は、本 LSI では使用できません。モード 4、6 は、特殊な動作モードです。したがって、通常のプログラム実行状態では、モード端子は必ずモード 2 になるように設定してください。また、モード端子は動作中に変化させないでください。リセット解除後は MDCR レジスタのリードによるモード端子入力のラッチを行ってください。

モード 4 は、フラッシュメモリの書き込み／消去を行うためのブートモードです。詳細は「第 22 章 フラッシュメモリ」を参照してください。

モード 6 は、オンチップエミュレーションモードです。JTAG を用いてオンチップエミュレータ（E10A）により制御され、オンチップエミュレーションが可能です。

3.2 レジスタの説明

動作モードに関連するレジスタには以下のものがあります。

表 3.2 レジスタ構成

レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
モードコントロールレジスタ	MDCR	R/W	—	H'FFC5	8
システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'09	H'FFC4	8
シリアルタイムコントロールレジスタ	STCR	R/W	H'00	H'FFC3	8
システムコントロールレジスタ 3	SYSCR3	R/W	H'60	H'FE7D	8

3. MCU 動作モード

3.2.1 モードコントロールレジスタ (MDCR)

MDCR は、動作モードの設定および現在の動作モードをモニタするのに用います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	EXPE	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6～3	—	すべて 0	R	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2 1	MDS2 MDS1	—* —*	R R	モードセレクト 2、1 モード端子 (MD2、MD1) の入力レベルを反映した値 (現在の動作モード) を示しています。MDS2、MDS1 ビットは MD2、MD1 端子にそれぞれ対応します。これらのビットはリード専用でライトは無効です。 MDCR をリードすると、モード端子 (MD2、MD1) の入力レベルがこれらのビットにラッチされます。このラッチはリセットで解除されます。
0	—	0	R	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

【注】 * MD2、MD1 端子により決定されます。

3.2.2 システムコントロールレジスタ (SYSCR)

SYSCR は、リセット要因のモニタ、割り込み制御モードの選択、NMI 検出エッジの選択、周辺機能のレジスタアクセスの制御、RAM のアドレス空間の制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	0	R/W	リザーブビット
6	—	0	R/W	初期値を変更しないでください。
5 4	INTM1 INTM0	0 0	R R/W	割り込み制御選択モード 1、0 割り込みコントローラの割り込み制御モードを選択します。 割り込み制御モードについては「6.6 割り込み制御モードと割り込み動作」を参照してください。 00：割り込み制御モード 0 01：割り込み制御モード 1 10：設定禁止 11：設定禁止
3	XRST	1	R	リセット要因 リセット要因を表すビットです。リセットは、端子リセット、パワーオンリセットまたはウォッチドッグタイマオーバーフローにより発生できます。 0：ウォッチドッグタイマオーバーフローで発生 1：リセット (端子リセット、パワーオンリセット) で発生

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
2	NMIEG	0	R/W	NMI エッジセレクト NMI 端子の入力エッジ選択を行います。 0：NMI 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 1：NMI 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生
1	KINWUE	0	R/W	キーボードコントロールレジスタアクセスイネーブル RELOCATE ビットが 0 にクリアされているときに、キーボードマトリクス割り込みレジスタ (KMIMRA、KMIMRB)、プルアップ MOS コントロールレジスタ (P6PCR)、8 ビットタイマ TMR_X、TMR_Y のレジスタ (TCR_X/TCR_Y、TCSR_X/TCSR_Y、TICRR/TCORA_Y、TICRF/TCORB_Y、TCNT_X/TCNT_Y、TCORC、TCORA_X、TCORB_X、TCONRI、TCONRS) の CPU アクセスを制御します。 0：アドレス H'(FF)FFF0～H'(FF)FFF7、H'(FF)FFFC～H'(FF)FFFF のエリアは、TMR_X および TMR_Y のレジスタの CPU アクセスを許可 1：アドレス H'(FF)FFF0～H'(FF)FFF7、H'(FF)FFFC～H'(FF)FFFF のエリアは、キーボードマトリクス割り込みレジスタおよび入力プルアップ MOS コントロールレジスタの CPU アクセスを許可 RELOCATE ビットが 1 にセットされているときは、無効になります。 詳細は「3.2.4 システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)」、「第 25 章 レジスタ一覧」を参照してください。
0	RAME	1	R/W	RAM イネーブル 内蔵 RAM の有効または無効を選択します。 0：内蔵 RAM 無効 1：内蔵 RAM 有効

3.2.3 シリアルタイマコントロールレジスタ (STCR)

STCR は、レジスタアクセスの制御、IIC の動作モードの制御、内蔵フラッシュメモリの制御、タイマカウンタの入力クロックの選択を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IICX2	0	R/W	I ² C_2 トランスファレートセレクト IIC_2 の動作を制御するビットです。I ² C_2 バスモードレジスタ (ICMR_2) の CKS2～CKS0 ビットと組み合わせて、マスタモードでの転送レートを選択します。 転送レートについては、表 16.4 を参照してください。
6	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

3. MCU 動作モード

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
5	IICX0	0	R/W	I²C_0 トランスファレートセレクト IIC_0 の動作を制御するビットです。I²C_0 バスモードレジスタ (ICMR_0) の CKS2~CKS0 ビットと組み合わせて、マスタモードでの転送レートを選択します。 転送レートについては、表 16.4 を参照してください。
4	IICE	0	R/W	I²C マスタイネーブル RELOCATE ビットが 0 にクリアされているときに、IIC のレジスタ (ICCR、ICSR、ICDR/SARX、ICMR/SAR、ICRES)、SCI のレジスタ (SMR、BRR、SCMR) の CPU アクセスを制御します。 0: アドレス H'(FF)FF88~H'(FF)FF89、H'(FF)FF8E~H'(FF)FF8F のエリアは、SCI_1 のレジスタにアクセス アドレス H'(FF)FFD8~H'(FF)FFD9、H'(FF)FFDE~H'(FF)FFDF のエリアは、アクセス禁止 1: アドレス H'(FF)FF88~H'(FF)FF89、H'(FF)FF8E~H'(FF)FF8F のエリアは、アクセス禁止 アドレス H'(FF)FFD8~H'(FF)FFD9、H'(FF)FFDE~H'(FF)FFDF のエリアは、IIC_0 のレジスタにアクセス アドレス H'(FF)FEE6 のエリアは ICRES をアクセス RELOCATE ビットが 1 にセットされているときは、無効になります。 詳細は「3.2.4 システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)」、「第 25 章 レジスタ一覧」を参照してください。
3	FLSHE	0	R/W	フラッシュメモリコントロールレジスタイネーブル フラッシュメモリのレジスタ (FCCS、FPCS、FECS、FKEY、FMATS、FTDAR)、低消費電力状態の制御レジスタ (SBYCR、LPWRCR、MSTPCR、MSTPCRL)、および周辺モジュールの制御レジスタ (PCSR) の CPU アクセスを制御します。 0: RELOCATE=0 のとき、アドレス H'(FF)FF80~H'(FF)FF87 のエリアは、低消費電力状態および周辺モジュールの制御レジスタにアクセス アドレス H'(FF)FEA8~H'(FF)FEAE はリザーブエリア RELOCATE=1 のとき、アドレス H'(FF)FF80~H'(FF)FF87 のエリアは、低消費電力状態および周辺モジュールの制御レジスタにアクセス アドレス H'(FF)FEA8~H'(FF)FEAE はリザーブエリア 1: RELOCATE=0 のとき、アドレス H'(FF)FF80~H'(FF)FF87 のエリアはリザーブエリア アドレス H'(FF)FEA8~H'(FF)FEAE はフラッシュメモリの制御レジスタにアクセス RELOCATE=1 のとき、アドレス H'(FF)FF80~H'(FF)FF87 のエリアは、低消費電力状態および周辺モジュールの制御レジスタにアクセス アドレス H'(FF)FEA8~H'(FF)FEAE はフラッシュメモリの制御レジスタにアクセス

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
2	IICS	0	R/W	I ² C エクストラバッファセレクト ポート A のビット 7～4 を SCL、SDA と同様の出力バッファとなるように設定します。ソフトウェアのみによる I ² C インタフェースを実現する場合に利用します。 0：PA7～PA4 は通常入出力端子 1：PA7～PA4 はバス駆動可能な入出力端子
1	ICKS1	0	R/W	インターナルクロックソースセレクト 1、0 TMR_0、TMR_1 タイマコントロールレジスタ (TCR) の CKS2～CKS0 ビットと組み合わせてタイマカウンタ (TCNT) に入力するクロックとカウント条件を選択します。詳細は「12.3.4 タイマコントロールレジスタ (TCR)」を参照してください。
0	ICKS0	0	R/W	

3.2.4 システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)

SYSCR3 は、レジスタマップの選択、割り込みベクタの選択を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	EIVS*	1	R/W	拡張割り込みベクタセレクト* 割り込みベクタテーブルの互換モードか拡張モードを選択します。 0：H8S/2140B グループ互換ベクタモード 1：拡張ベクタモード 詳細は「第 6 章 割り込みコントローラ」を参照してください。
5	RELOCATE	1	R/W	レジスタアドレスマップセレクト レジスタマップの互換モードか拡張モードを選択します。 レジスタマップ拡張モードでは、レジスタの CPU アクセス制御を SYSCR の KINWUE、STCR の IICE で切り替えることなく使用できます。 0：H8S/2140B グループレジスタマップ互換モード 1：レジスタマップ拡張モード 詳細は「第 25 章 レジスタ一覧」を参照してください。
4～0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

【注】 * 割り込みが発生しない状態で切り替えてください。

3. MCU 動作モード

3.2.5 ポートコントロールレジスタ 2 (PTCNT2)

PTCNT2 は、SCI 入出力反転の選択およびポートレジスタ仕様を制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～5	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	TxD1RS	0	R/W	0：TxD1 直接出力 1：TxD1 反転出力
3	RxD1RS	0	R/W	0：RxD1 直接入力 1：RxD1 反転入力
2	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
1	PORTS	0	R/W	0：従来ポートレジスタ仕様 1：新規ポートレジスタ仕様
0	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

3.3 各動作モードの説明

3.3.1 モード 2

CPU はアドバンスト・シングルチップモードで、アドレス空間は 16M バイトです。内蔵 ROM は有効です。

3.4 アドレスマップ

アドレスマップを図 3.1 に示します。

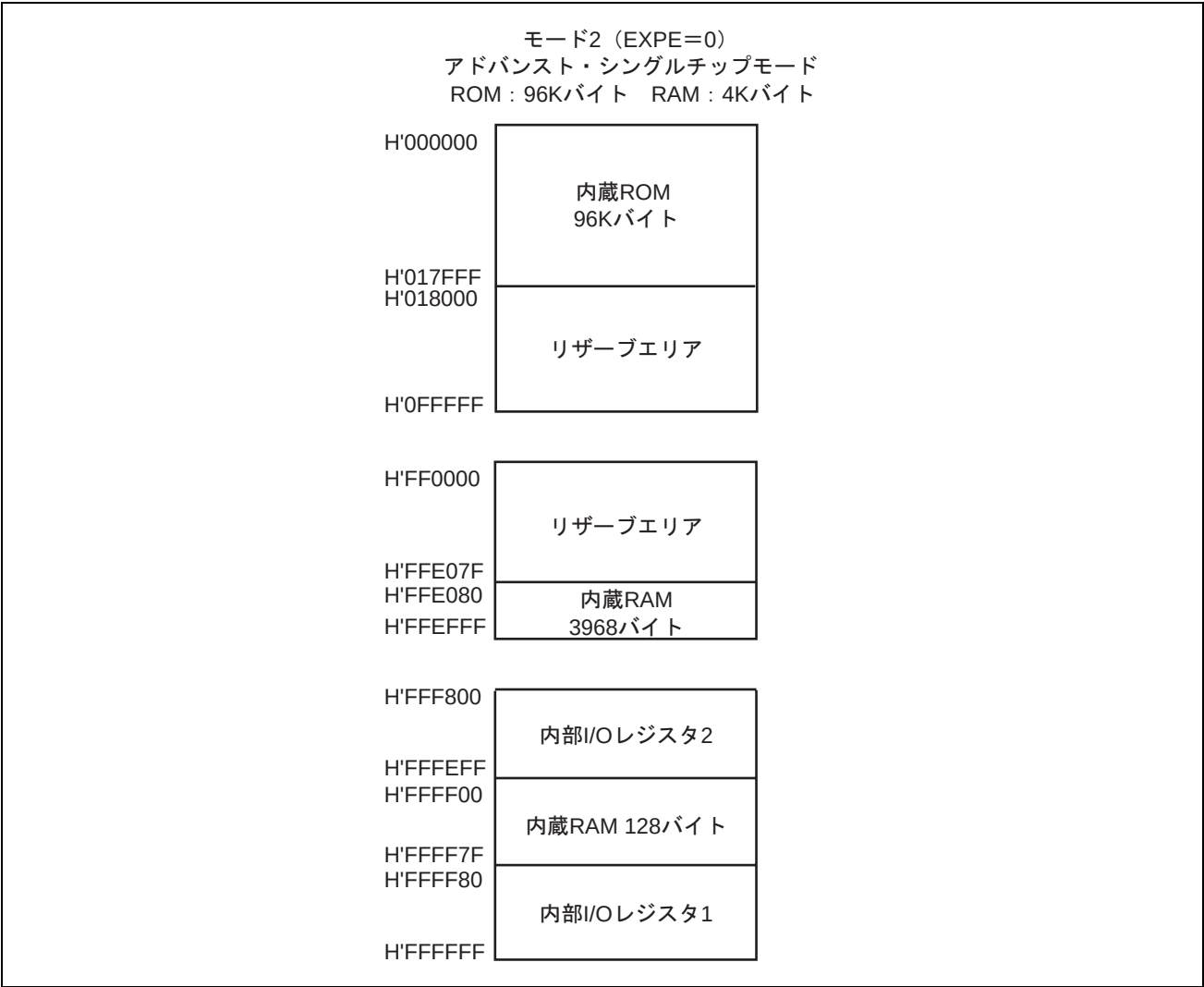


図 3.1 アドレスマップ

3. MCU 動作モード

4. リセット

4.1 リセットの種類

リセットには端子リセット、パワーオンリセット、ウォッチドッグタイマリセットがあります。

表 4.1 にリセットの名称と要因を示します。

リセットにより、内部状態は初期化され、端子は初期状態になります。図 4.1 に各リセットによって初期化される対象を示します。

表 4.1 リセットの名称と要因

リセットの名称	要 因
端子リセット	$\overline{\text{RES}}$ 端子の入力電圧が"L"
パワーオンリセット	VCC の上昇、VCC の下降
ウォッチドッグタイマリセット	ウォッチドッグタイマのオーバーフロー

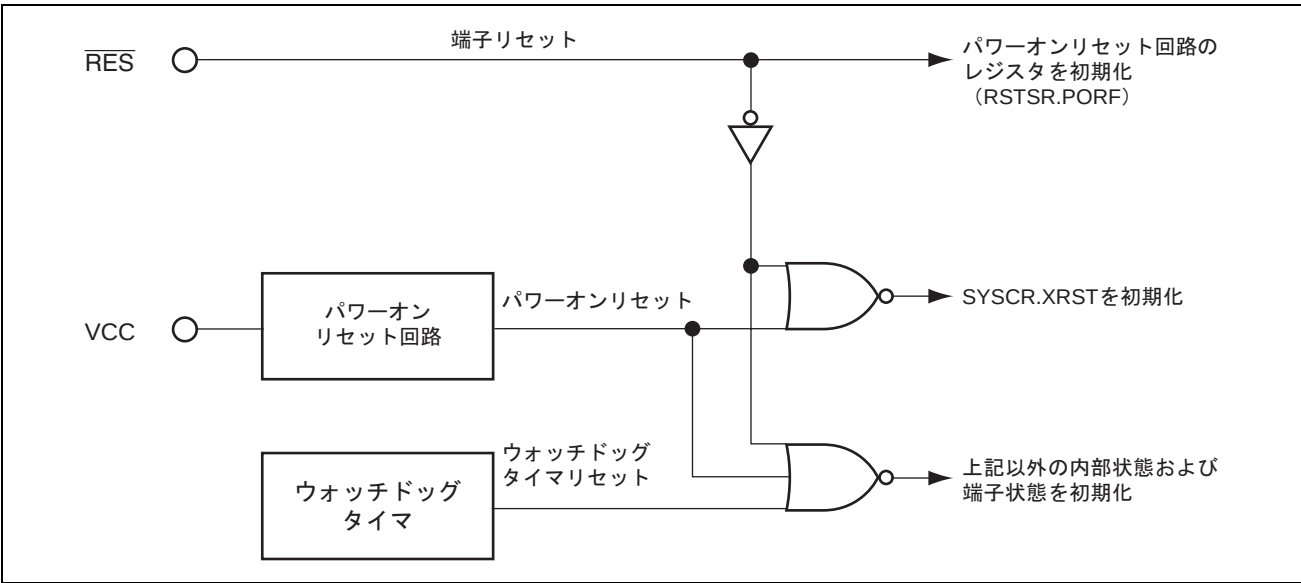


図 4.1 リセット回路のブロック図

4. リセット

レジスタの中には、いずれのリセットでも初期化されないものがあります。CPU 内部レジスタについて以下に説明します。

CPU 内部レジスタのうち PC は、リセット例外処理によってベクタアドレスからスタートアドレスをロードすることにより初期化されます。また、EXR の T ビットは 0 にクリアされ、EXR、CCR の I ビットは 1 にセットされますが、汎用レジスタ、CCR の他のビットは初期化されません。SP (ER7) の初期値も不定です。したがって、リセット直後に MOV.L 命令を使用して、SP の初期化を行ってください。詳細については、「**第 2 章 CPU**」を参照してください。CPU 以外の初期化されないレジスタについては、各章のレジスタ説明を参照してください。

リセットが解除されると、リセット例外処理を開始します。リセット例外処理については、「**5.3 リセット**」を参照してください。

4.2 入出力端子

リセットに関連する端子の構成を表 4.2 に示します。

表 4.2 端子構成

名称	記号	入出力	機 能
リセット	RES	入力	リセット入力

4.3 レジスタの説明

リセットに関連するレジスタには以下のものがあります。

表 4.3 レジスタ構成

レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
リセットステータスレジスタ	RSTSR	R/W	H'00	H'FB35	8
システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'09	H'FFC4	8
タイマコントロール／ステータスレジスタ_0	TCSR_0	R/W	H'00	H'FFA8	16*
					8
タイマコントロール／ステータスレジスタ_1	TCSR_1	R/W	H'00	H'FFEA	16*
					8

【注】 * 上段：ライト時、下段：リード時のデータバス幅です。レジスタのアクセス方法は「第 13 章 ウォッチドッグタイマ (WDT)」を参照してください。

4.3.1 リセットステータスレジスタ (RSTSR)

RSTSR は、端子リセット／パワーオンリセットの発生状態を示します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～1	—	すべて 0	R/W	リザーブビット リードすると常に 0 が読み出されます。初期値を変更しないでください。
0	PORF	0	R	パワーオンリセットフラグ パワーオンリセットが発生したことを示します。 1：[セット条件] パワーオンリセットが発生したとき 0：[クリア条件] 端子リセットが発生したとき

4. リセット

4.3.2 システムコントロールレジスタ (SYSCR)

SYSCR は、リセット要因のモニタ、割り込み制御モードの選択、NMI 検出エッジの選択、周辺機能のレジスタアクセスの制御、RAM のアドレス空間の制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	0	R/W	リザーブビット
6	—	0	R/W	初期値を変更しないでください。
5	INTM1	0	R	割り込み制御選択モード 1、0
4	INTM0	0	R/W	割り込みコントローラの割り込み制御モードを選択します。 割り込み制御モードについては「6.6 割り込み制御モードと割り込み動作」を参照してください。 00：割り込み制御モード 0 01：割り込み制御モード 1 10：設定禁止 11：設定禁止
3	XRST	1	R	リセット要因 リセット要因を表すビットです。リセットは、端子リセット、パワーオンリセットまたはウォッチドッグタイマオーバフローにより発生できます。 0：ウォッチドッグタイマオーバフローで発生 1：リセット（端子リセット、パワーオンリセット）で発生
2	NMIEG	0	R/W	NMI エッジセレクト NMI 端子の入力エッジ選択を行います。 0：NMI 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 1：NMI 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
1	KINWUE	0	R/W	キーボードコントロールレジスタアクセスイネーブル RELOCATE ビットが 0 にクリアされているときに、キーボードマトリクス割り込みレジスタ (KMIMRA、KMIMR)、プルアップ MOS コントロールレジスタ (KMPCR)、8 ビットタイマ TMR_X、TMR_Y のレジスタ (TCR_X/TCR_Y、TCSR_X/TCSR_Y、TICRR/TCORA_Y、TICRF/TCORB_Y、TCNT_X/TCNT_Y、TCORC、TCORA_X、TCORB_X、TCONRI、CONRS) の CPU アクセスを制御します。 0：アドレス H'(FF)FFF0～H'(FF)FFF7、H'(FF)FFFC～H'(FF)FFFF のエリアは、TMR_X および TMR_Y のレジスタの CPU アクセスを許可 1：アドレス H'(FF)FFF0～H'(FF)FFF7、H'(FF)FFFC～H'(FF)FFFF のエリアは、キーボードマトリクス割り込みレジスタおよび入力プルアップ MOS コントロールレジスタの CPU アクセスを許可 RELOCATE ビットが 1 にセットされているときは、無効になります。 詳細は「3.2.4 システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)」、「第 25 章 レジスタ一覧」を参照してください。
0	RAME	1	R/W	RAM イネーブル 内蔵 RAM の有効または無効を選択します。 0：内蔵 RAM 無効 1：内蔵 RAM 有効

4. リセット

4.3.3 タイマコントロール／ステータスレジスタ (TCSR)

TCSRは、ウォッチドッグタイマのTCNTに入力するクロック、モードの選択などを行います。

• TCSR_0

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	OVF	0	R/(W)*	オーバーフローフラグ TCNT がオーバーフロー (H'FF→H'00) したことを示します。 [セット条件] TCNT がオーバーフロー (H'FF→H'00) したとき ただし、ウォッチドッグタイマモードで、内部リセット要求を選択した場合は、セット後、内部リセットにより自動的にクリアされます。 [クリア条件] • OVF=1 の状態で、TCSR をリード後、OVF に 0 をライトしたとき • TME ビットに 0 をライトしたとき
6	WT/IT	0	R/W	タイマモードセレクト ウォッチドッグタイマとして使用するか、インターバルタイマとして使用するかを選択します。 0：インターバルタイマモード 1：ウォッチドッグタイマモード
5	TME	0	R/W	タイマイネーブル このビットを 1 にセットすると TCNT がカウントを開始します。クリアすると TCNT はカウント動作を停止し、H'00 に初期化されます。
4	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
3	RST/NMI	0	R/W	リセットまたは NMI TCNT がオーバーフローしたときに、内部リセットか NMI 割り込み要求かを選択します。 0：NMI 割り込みを要求 1：内部リセットを要求

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
2	CKS2	0	R/W	クロックセレクト 2~0 TCNT に入力するクロックを選択します。()内は $\phi=20\text{MHz}$ のときのオーバフロー周期を表します。 000: $\phi/2$ (周期 25.6 μs) 001: $\phi/64$ (周期 819.2 μs) 010: $\phi/128$ (周期 1.6ms) 011: $\phi/512$ (周期 6.6ms) 100: $\phi/2048$ (周期 26.2ms) 101: $\phi/8192$ (周期 104.9ms) 110: $\phi/32768$ (周期 419.4ms) 111: $\phi/131072$ (周期 1.68s)
1	CKS1	0	R/W	
0	CKS0	0	R/W	

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• TCSR_1

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	OVF	0	R/(W)* ¹	オーバフローフラグ TCNT がオーバフロー (H'FF→H'00) したことを示します。 【セット条件】 TCNT がオーバフロー (H'FF→H'00) したとき ただし、ウォッチドッグタイマモードで、内部リセット要求を選択した場合は、セット後、内部リセットにより自動的にクリアされます。 【クリア条件】 • OVF=1 の状態で、TCSR をリード後* ² 、OVF に 0 をライトしたとき • TME ビットに 0 をライトしたとき
6	WT/IT	0	R/W	タイマモードセレクト ウォッチドッグタイマとして使用するか、インターバルタイマとして使用するかを選択します。 0: インターバルタイマモード 1: ウォッチドッグタイマモード
5	TME	0	R/W	タイマイネーブル このビットを 1 にセットすると TCNT がカウントを開始します。クリアすると TCNT はカウント動作を停止し、H'00 に初期化されます。

4. リセット

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
4	PSS	0	R/W	プリスケラセレクト TCNT に入力するクロックを選択します。 0：ϕ ベースのプリスケラ (PSM) の分周クロックをカウント 1：ϕ SUB ベースのプリスケラ (PSS) の分周クロックをカウント
3	RST/ $\overline{\text{NMI}}$	0	R/W	リセットまたは NMI TCNT がオーバフローしたときに、内部リセットか NMI 割り込み要求かを選択します。 0：NMI 割り込みを要求 1：内部リセットを要求
2 1 0	CKS2 CKS1 CKS0	0 0 0	R/W R/W R/W	クロックセレクト 2～0 TCNT に入力するクロックを選択します。() 内は $\phi=20\text{MHz}$、$\phi\text{ SUB}=32.768\text{kHz}$ のときのオーバフロー周期を表します。 PSS=0 の場合 000：$\phi/2$ (周期 25.6μs) 001：$\phi/64$ (周期 819.2μs) 010：$\phi/128$ (周期 1.6ms) 011：$\phi/512$ (周期 6.6ms) 100：$\phi/2048$ (周期 26.2ms) 101：$\phi/8192$ (周期 104.9ms) 110：$\phi/32768$ (周期 419.4ms) 111：$\phi/131072$ (周期 1.68s) PSS=1 の場合 000：$\phi\text{ SUB}/2$ (周期 15.6ms) 001：$\phi\text{ SUB}/4$ (周期 31.3ms) 010：$\phi\text{ SUB}/8$ (周期 62.5ms) 011：$\phi\text{ SUB}/16$ (周期 125ms) 100：$\phi\text{ SUB}/32$ (周期 250ms) 101：$\phi\text{ SUB}/64$ (周期 500ms) 110：$\phi\text{ SUB}/128$ (周期 1s) 111：$\phi\text{ SUB}/256$ (周期 2s)

【注】 *1 フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

*2 インターバルタイマ割り込みを禁止して OVF をポーリングした場合、OVF=1 の状態を 2 回以上リードしてください。

4.4 端子リセット

$\overline{\text{RES}}$ 端子によるリセットです。

$\overline{\text{RES}}$ 端子が Low レベルになると、実行中の処理はすべて打ち切れ、本 LSI はリセット状態になります。端子リセットで本 LSI を確実にリセットするために、電源投入時は最低 20ms の間、 $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルに保持してください。動作中にリセット入力を行う場合は $\overline{\text{RES}}$ 端子を最低 20 ステートの間、Low レベルに保持してください。リセットによって、CPU の内部状態と内蔵周辺モジュールの各レジスタが初期化されます。

4.5 パワーオンリセット

パワーオンリセット回路による内部リセットです。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を High レベルにした状態で電源を投入すると、パワーオンリセットが発生します。VCC が V_{por} を超えると、ある一定の時間（パワーオンリセット時間）経過後、パワーオンリセットは解除されます。パワーオンリセット時間は、外部電源および LSI が安定するための時間です。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を High レベルにした状態で電源電圧が低下し VCC が V_{por} 以下になると、パワーオンリセットが発生します。次に VCC が上昇し V_{por} を超えると、パワーオンリセット時間経過後、パワーオンリセットは解除されます。

また、パワーオンリセットが発生すると、RSTSR の PORF ビットに 1 がセットされます。PORF ビットはリード専用のレジスタで端子リセットでのみ初期化されます。

図 4.2 にパワーオンリセットの動作を示します。

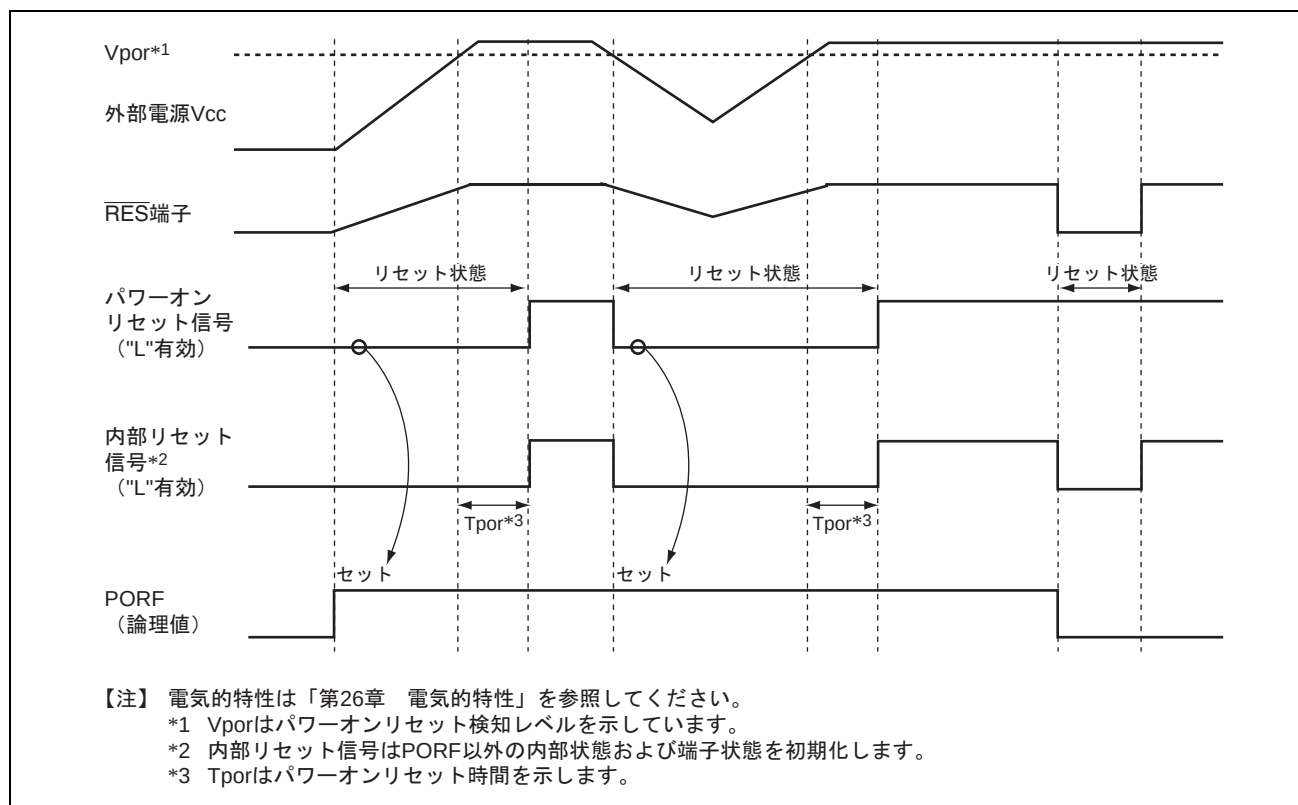


図 4.2 パワーオンリセットの動作

4. リセット

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにした状態（端子リセットの状態）で VCC を立ち上げた場合、VCC が V_{por} より高いレベルにある状態で $\overline{\text{RES}}$ 端子が High レベルに解除されたときは、パワーオンリセット機能は無効となりパワーオンリセット時間を待たずにリセット例外処理を開始します。このとき、PORF ビットは 0 にクリアされています。VCC が V_{por} を下回る状態で $\overline{\text{RES}}$ 端子が High レベルに解除されたときは、パワーオンリセット機能が有効となります。この場合は VCC が V_{por} 以上になってパワーオンリセット時間が経過した後、パワーオンリセットが解除され、リセット例外処理を開始します。このとき、PORF ビットは 1 にセットされています。

4.6 ウォッチドッグタイマリセット

ウォッチドッグタイマによる内部リセットです。

TCSR の $\text{RST}/\overline{\text{NMI}}$ ビットを 1 にセットしておく、TCNT がオーバフローしたときに、ウォッチドッグタイマリセットが 518 システムクロック間発生します。

ウォッチドッグタイマリセットの詳細は「**第 13 章 ウォッチドッグタイマ (WDT)**」を参照してください。

4.7 リセット発生要因の判定

RSTSR、SYSCR をリードすることにより、いずれのリセット発生要因でリセット例外処理が実行されたかを確認することができます。図 4.3 にリセット発生要因の判定フローの例を示します。

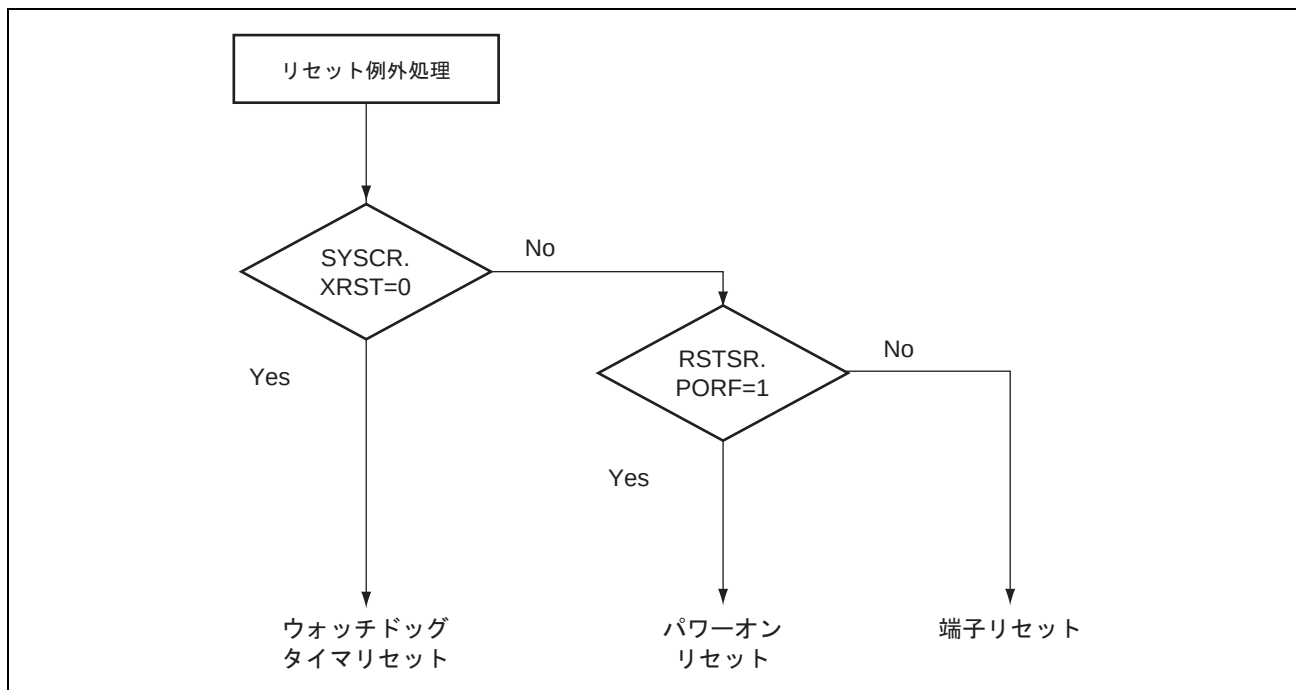


図 4.3 リセット発生要因判定フロー例

5. 例外処理

5.1 例外処理の種類と優先度

例外処理要因には**表 5.1** に示すようにリセット、割り込み、直接遷移、およびトラップ命令があります。これらの例外処理要因には**表 5.1** に示すように優先順位が設けられており、複数の例外処理が同時に発生した場合は、この優先度に従って受け付けられ処理されます。

表 5.1 例外処理の種類と優先度

優先度	例外処理の種類	例外処理開始タイミング
高  低	リセット	RES 端子の Low レベルから High レベルへの遷移時、ウォッチドッグタイマのオーバフロー、またはパワーオンリセット回路の低電圧検知により開始します。
	割り込み	割り込み要求が発生すると、命令または例外処理の実行終了時に開始します。ただし、ANDC、ORC、XORC、LDC 命令の実行終了時点、またはリセット例外処理の終了時点では割り込みの検出を行いません。
	直接遷移	SLEEP 命令の実行により、直接遷移が発生すると開始します。
	トラップ命令	トラップ (TRAPA) 命令の実行により開始します。 トラップ命令例外処理は、プログラム実行状態で常に受け付けられます。

5. 例外処理

5.2 例外処理要因とベクタテーブル

例外処理要因には、それぞれ異なるベクタアドレスが割り当てられています。システムコントロールレジスタ3（SYSCR3）のEIVSビットにより、H8S/2140Bグループ互換ベクタモードか、拡張ベクタモードを選択できます。例外処理要因とベクタアドレスとの対応を表5.2、表5.3に示します。

表 5.2 例外処理ベクタテーブル（H8S/2140B グループ互換ベクタモード）

例外処理要因	ベクタ番号	ベクタアドレス
		アドバンストモード
リセット	0	H'000000～H'000003
システム予約	1	H'000004～H'000007
	3	H'00000C～H'00000F
システム予約	4	H'000010～H'000013
システム予約	5	H'000014～H'000017
直接遷移	6	H'000018～H'00001B
外部割り込み NMI	7	H'00001C～H'00001F
トラップ命令（4 要因）	8	H'000020～H'000023
	9	H'000024～H'000027
	10	H'000028～H'00002B
	11	H'00002C～H'00002F
システム予約	12	H'000030～H'000033
	15	H'00003C～H'00003F
外部割り込み IRQ0	16	H'000040～H'000043
外部割り込み IRQ1	17	H'000044～H'000047
外部割り込み IRQ2	18	H'000048～H'00004B
外部割り込み IRQ3	19	H'00004C～H'00004F
外部割り込み IRQ4	20	H'000050～H'000053
外部割り込み IRQ5	21	H'000054～H'000057
外部割り込み IRQ6、KIN7～KIN0	22	H'000058～H'00005B
外部割り込み IRQ7、KIN15～KIN8	23	H'00005C～H'00005F
内部割り込み*	24	H'000060～H'000063
	29	H'000074～H'000077
システム予約	30	H'000078～H'00007B
システム予約	31	H'00007C～H'00007F
外部割り込み WUE7～WUE0	32	H'000080～H'000083
外部割り込み WUE15～WUE8	33	H'000084～H'000087

例外処理要因	ベクタ番号	ベクタアドレス
		アドバンスモード
内部割り込み*	34	H'000088~H'00008B
	55	H'0000DC~H'0000DF
外部割り込みIRQ8	56	H'0000E0~H'0000E3
外部割り込みIRQ9	57	H'0000E4~H'0000E7
外部割り込みIRQ10	58	H'0000E8~H'0000EB
外部割り込みIRQ11	59	H'0000EC~H'0000EF
外部割り込みIRQ12	60	H'0000F0~H'0000F3
外部割り込みIRQ13	61	H'0000F4~H'0000F7
外部割り込みIRQ14	62	H'0000F8~H'0000FB
外部割り込みIRQ15	63	H'0000FC~H'0000FF
内部割り込み*	64	H'000100~H'000103
	127	H'0001FC~H'0001FF

【注】 * 内部割り込みのベクタテーブルは「6.5 割り込み例外処理ベクタテーブル」を参照してください。

5. 例外処理

表 5.3 例外処理ベクタテーブル（拡張ベクタモード）

例外処理要因	ベクタ番号	ベクタアドレス
		アドバンスモード
リセット	0	H'0000000~H'0000003
システム予約	1	H'0000004~H'0000007
	3	H'000000C~H'000000F
システム予約	4	H'0000010~H'0000013
システム予約	5	H'0000014~H'0000017
直接遷移	6	H'0000018~H'000001B
外部割り込み NMI	7	H'000001C~H'000001F
トラップ命令（4 要因）	8	H'0000020~H'0000023
	9	H'0000024~H'0000027
	10	H'0000028~H'000002B
	11	H'000002C~H'000002F
システム予約	12	H'0000030~H'0000033
	15	H'000003C~H'000003F
外部割り込み IRQ0	16	H'0000040~H'0000043
外部割り込み IRQ1	17	H'0000044~H'0000047
外部割り込み IRQ2	18	H'0000048~H'000004B
外部割り込み IRQ3	19	H'000004C~H'000004F
外部割り込み IRQ4	20	H'0000050~H'0000053
外部割り込み IRQ5	21	H'0000054~H'0000057
外部割り込み IRQ6	22	H'0000058~H'000005B
外部割り込み IRQ7	23	H'000005C~H'000005F
内部割り込み*	24	H'0000060~H'0000063
	29	H'0000074~H'0000077
外部割り込み KIN7~KIN0	30	H'0000078~H'000007B
外部割り込み KIN15~KIN8	31	H'000007C~H'000007F
外部割り込み WUE7~WUE0	32	H'0000080~H'0000083
外部割り込み WUE15~WUE8	33	H'0000084~H'0000087
内部割り込み*	34	H'0000088~H'000008B
	55	H'00000DC~H'00000DF

例外処理要因	ベクタ番号	ベクタアドレス
		アドバンスモード
外部割り込みIRQ8	56	H'0000E0~H'0000E3
外部割り込みIRQ9	57	H'0000E4~H'0000E7
外部割り込みIRQ10	58	H'0000E8~H'0000EB
外部割り込みIRQ11	59	H'0000EC~H'0000EF
外部割り込みIRQ12	60	H'0000F0~H'0000F3
外部割り込みIRQ13	61	H'0000F4~H'0000F7
外部割り込みIRQ14	62	H'0000F8~H'0000FB
外部割り込みIRQ15	63	H'0000FC~H'0000FF
内部割り込み*	64	H'000100~H'000103
	127	H'0001FC~H'0001FF

【注】 * 内部割り込みのベクタテーブルは「6.5 割り込み例外処理ベクタテーブル」を参照してください。

5.3 リセット

リセットは、最も優先順位の高い例外処理です。 $\overline{\text{RES}}$ 端子が Low レベルになると、実行中の処理はすべて打ち切れ、本 LSI はリセット状態になります。端子リセットで本 LSI を確実にリセットするため、電源投入時は最低 20ms の間、 $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルに保持してください。また、動作中にリセット入力を行う場合は $\overline{\text{RES}}$ 端子を最低 20 ステートの間、Low レベルに保持してください。リセットによって、CPU の内部状態と内蔵周辺モジュールの各レジスタが初期化されます。またウォッチドッグタイマのオーバフローまたはパワーオンリセット回路の低電圧検知によって、リセット状態とすることもできます。詳細は「**第 4 章 リセット**」または「**第 13 章 ウォッチドッグタイマ (WDT)**」を参照してください。

5.3.1 リセット例外処理

$\overline{\text{RES}}$ 端子が一定期間 Low レベルの後 High レベルになったときおよびパワーオンリセットが解除されたとき、リセット例外処理を開始し、本 LSI は次のように動作します。

1. CPU の内部状態と内蔵周辺モジュールの各レジスタが初期化され、CCR の I ビットが 1 にセットされます。
2. リセット例外処理ベクタアドレスをリードして PC に転送した後、PC で示されるアドレスからプログラムの実行を開始します。

リセットシーケンスの例を図 5.1 に示します。

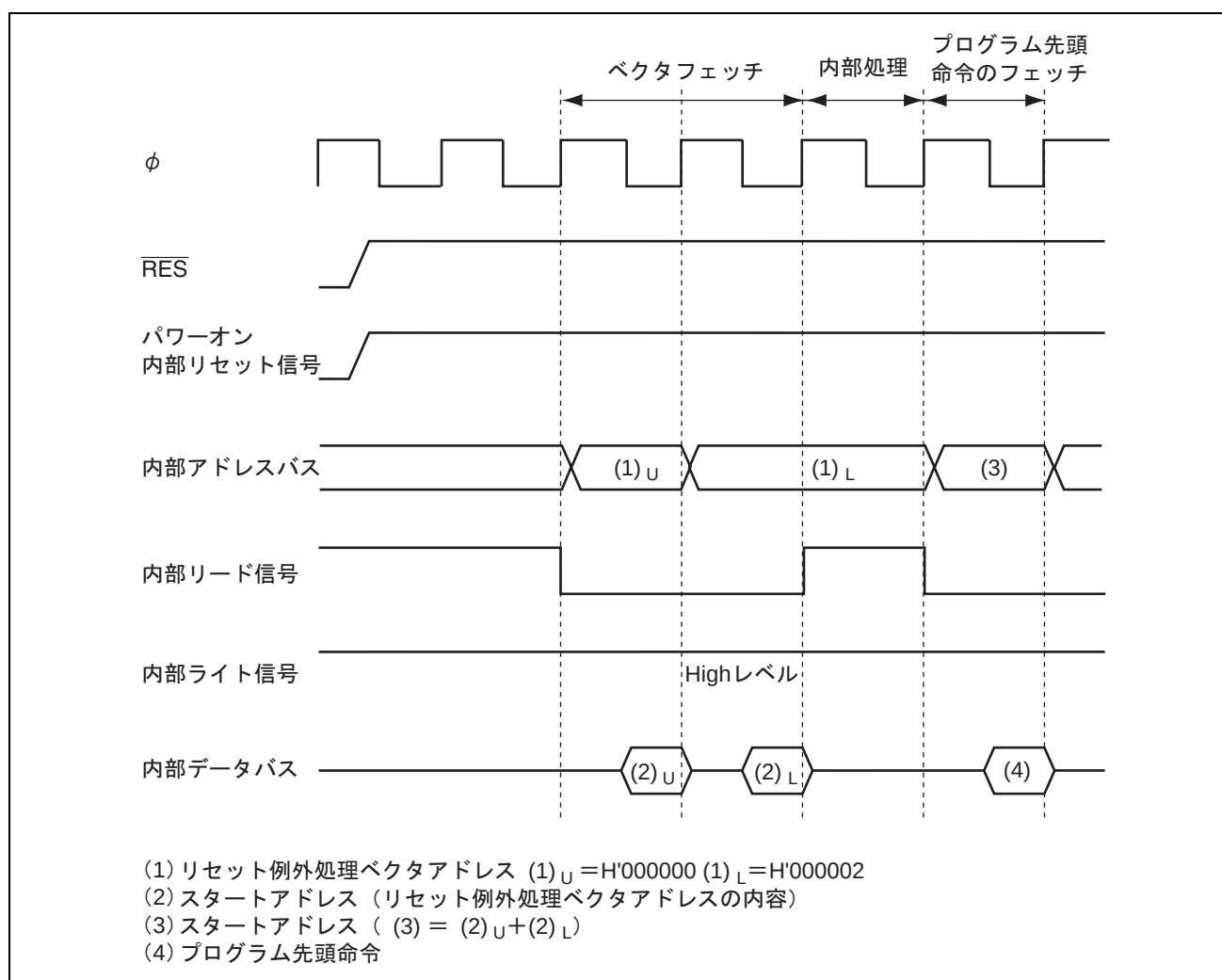


図 5.1 リセットシーケンス (モード 2)

5. 例外処理

5.3.2 リセット直後の割り込み

リセット直後、スタックポインタ（SP）を初期化する前に割り込みを受け付けると、PC と CCR の退避が正常に行われなため、プログラムの暴走につながります。これを防ぐため、リセット例外処理が実行された直後は、NMI を含めたすべての割り込み要求が禁止されます。すなわち、リセット直後はプログラムの先頭 1 命令が必ず実行されますので、プログラム先頭命令は SP を初期化する命令としてください（例：MOV.L #xx：32, SP）。

5.3.3 リセット解除後の内蔵周辺機能

リセット解除後は、モジュールストップコントロールレジスタ（MSTPCR_H、MSTPCR_L、MSTPCR_A、MSTPCR_B）は初期化され、すべてのモジュールがモジュールストップモードになっています。そのため、各内蔵周辺モジュールのレジスタは、リード／ライトできません。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのリード／ライトが可能となります。モジュールストップモードについての詳細は「**第 24 章 低消費電力状態**」を参照してください。

5.4 割り込み例外処理

割り込みは割り込みコントローラによって制御されます。割り込み例外処理を開始させる要因には、外部割り込み要因（NMI、IRQ15～IRQ0、KIN15～KIN0、WUE15～WUE0）と、内蔵周辺モジュールからの内部割り込み要因があります。NMI は最も優先順位の高い割り込みです。割り込みについての詳細は「**第 6 章 割り込みコントローラ**」を参照してください。

割り込み例外処理は、次のように動作します。

1. プログラムカウンタ（PC）とコンディションコードレジスタ（CCR）の内容をスタックに退避します。
2. 割り込み要因に対応するベクタアドレスを生成し、ベクタテーブルからスタートアドレスをPCにロードしてその番地からプログラムの実行を開始します。

5.5 トラップ命令例外処理

トラップ命令例外処理は、TRAPA 命令を実行すると例外処理を開始します。トラップ命令例外処理はプログラム実行状態で常に実行可能です。

トラップ命令例外処理は、次のように動作します。

1. プログラムカウンタ（PC）とコンディションコードレジスタ（CCR）の内容をスタックに退避します。
2. 割り込み要因に対応するベクタアドレスを生成し、ベクタテーブルからスタートアドレスをPCにロードしてその番地からプログラムの実行を開始します。

TRAPA 命令は、命令コード中で指定した 0～3 のベクタ番号に対応するベクタテーブルからスタートアドレスを取り出します。

表 5.4 にトラップ命令例外処理実行後の CCR の状態を示します。

表 5.4 トラップ命令例外処理後の CCR の状態

割り込み制御モード	CCR	
	I	UI
0	1 にセット	実行前の値を保持
1	1 にセット	1 にセット

5.6 例外処理後のスタックの状態

トラップ命令例外処理および割り込み例外処理後のスタックの状態を図 5.2 に示します。

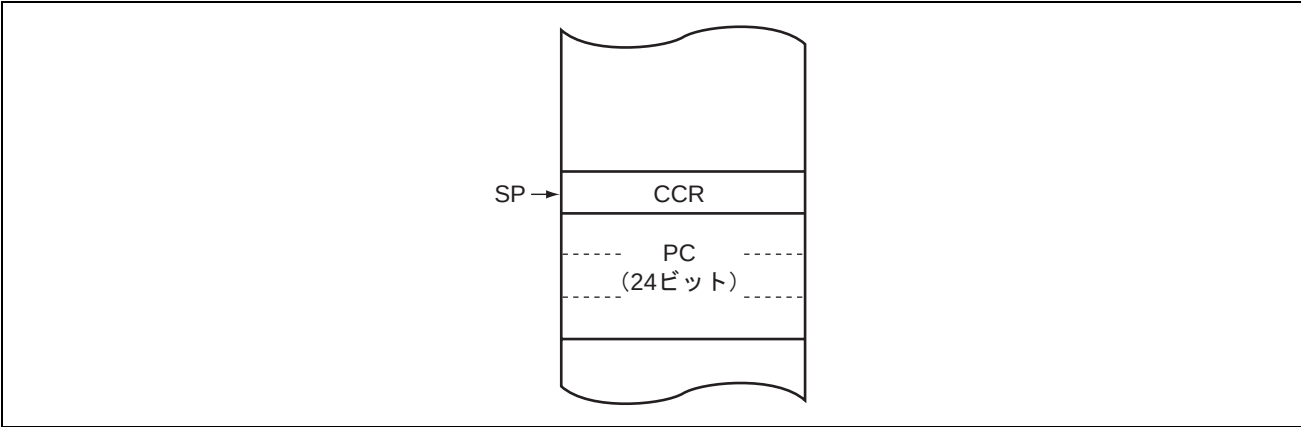


図 5.2 例外処理終了後のスタックの状態

5.7 使用上の注意事項

ワードデータまたはロングワードデータをアクセスする場合は、アドレスの最下位ビットは0とみなされます。スタック領域に対するアクセスは常にワードサイズまたはロングワードサイズで行い、スタックポインタ（SP：ER7）の内容は奇数にしないでください。

すなわち、レジスタの退避は

PUSH.W Rn (MOV.W Rn, @-SP)

PUSH.L ERn (MOV.L ERn, @-SP)

また、レジスタの復帰は

POP.W Rn (MOV.W @SP+, Rn)

POP.L ERn (MOV.L @SP+, ERn)

を使用してください。

SP を奇数に設定すると誤動作の原因となります。SP を奇数に設定したときの動作例を図 5.3 に示します。

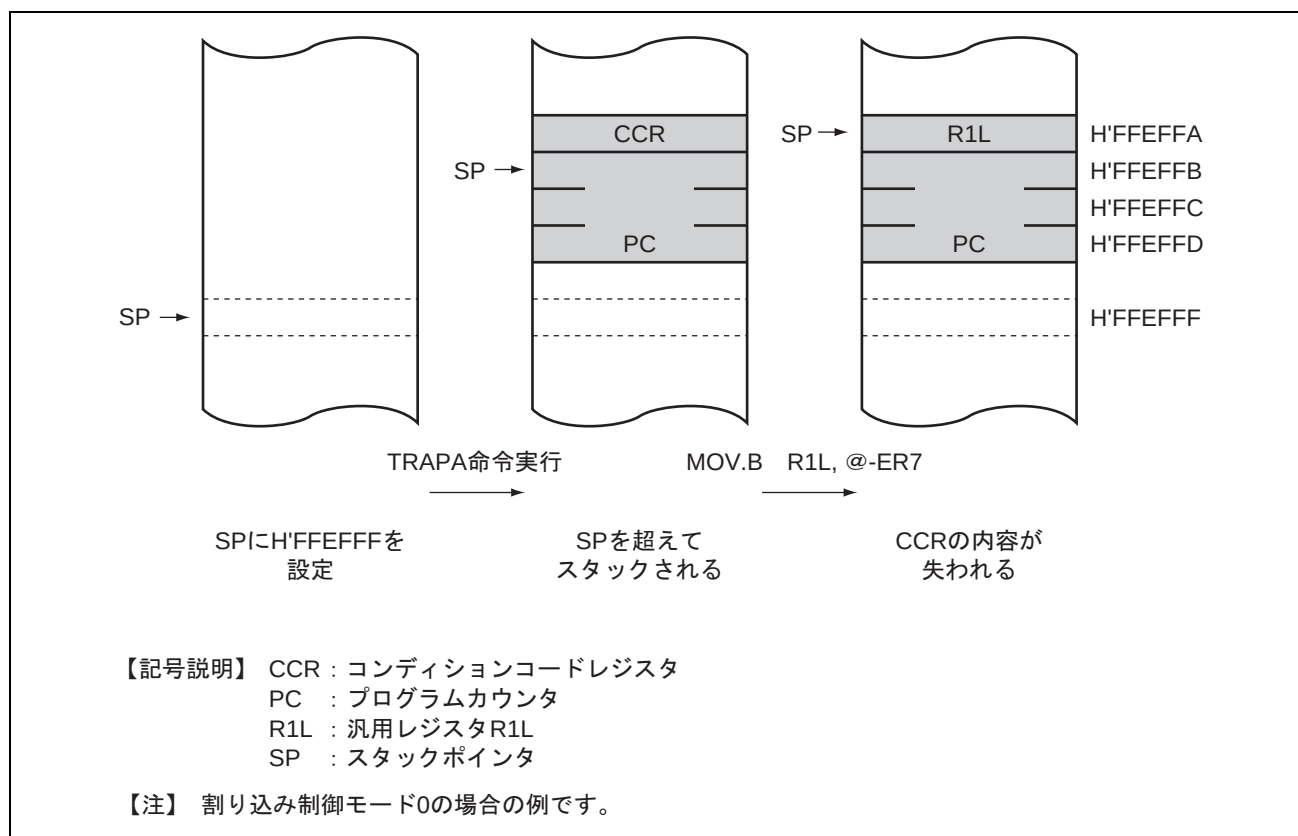


図 5.3 SP を奇数に設定したときの動作

6. 割り込みコントローラ

6.1 特長

- 2種類の割り込み制御モード

システムコントロールレジスタ（SYSCR）のINTM1、INTM0ビットにより2種類の割り込み制御モードを設定できます。

- ICRにより、優先順位を設定可能

インタラプトコントロールレジスタ（ICR）により、NMI、アドレスブレーク以外の割り込み要求にはモジュールごとに優先順位を設定できます。

- 3レベルの割り込みマスク制御

割り込み制御モード、CCRのI、UIビット、およびICRにより3レベルの割り込みマスク制御を行うことができます。

- 49本の外部割り込み端子

NMIは最優先の割り込みで常に受け付けられます。NMIは立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジを選択できます。 $\overline{\text{IRQ15}}\sim\overline{\text{IRQ0}}$ は立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ、レベルセンスのいずれかをそれぞれ独立に選択できます。 $\overline{\text{WUE15}}\sim\overline{\text{WUE0}}$ は立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジのいずれかをそれぞれ独立に選択できます。システムコントロールレジスタ3（SYSCR3）のEIVSビットが0の場合、IRQ6割り込みは $\overline{\text{IRQ6}}$ からの割り込みと $\overline{\text{KIN7}}\sim\overline{\text{KIN0}}$ との兼用になっています。また、IRQ7割り込みは $\overline{\text{IRQ7}}$ からの割り込みと $\overline{\text{KIN15}}\sim\overline{\text{KIN8}}$ との兼用になっています。EIVSビットが1の場合、 $\overline{\text{KIN15}}\sim\overline{\text{KIN0}}$ は立ち下がりエッジで割り込みが要求されます。

- 2種類の割り込みベクタアドレスの選択が可能

システムコントロールレジスタ3（SYSCR3）のEIVSビットにより、H8S/2140Bグループ互換のベクタアドレスか、拡張した割り込みベクタアドレスを選択できます。割り込みベクタアドレスの拡張モードでは $\overline{\text{KIN7}}\sim\overline{\text{KIN0}}$ 、 $\overline{\text{KIN15}}\sim\overline{\text{KIN8}}$ にそれぞれ個別のベクタアドレスを割り当てることができます。

- $\overline{\text{IRQ15}}\sim\overline{\text{IRQ6}}$ と $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ6}}$ で割り込み入力 of 兼用ポートの選択が可能

6. 割り込みコントローラ

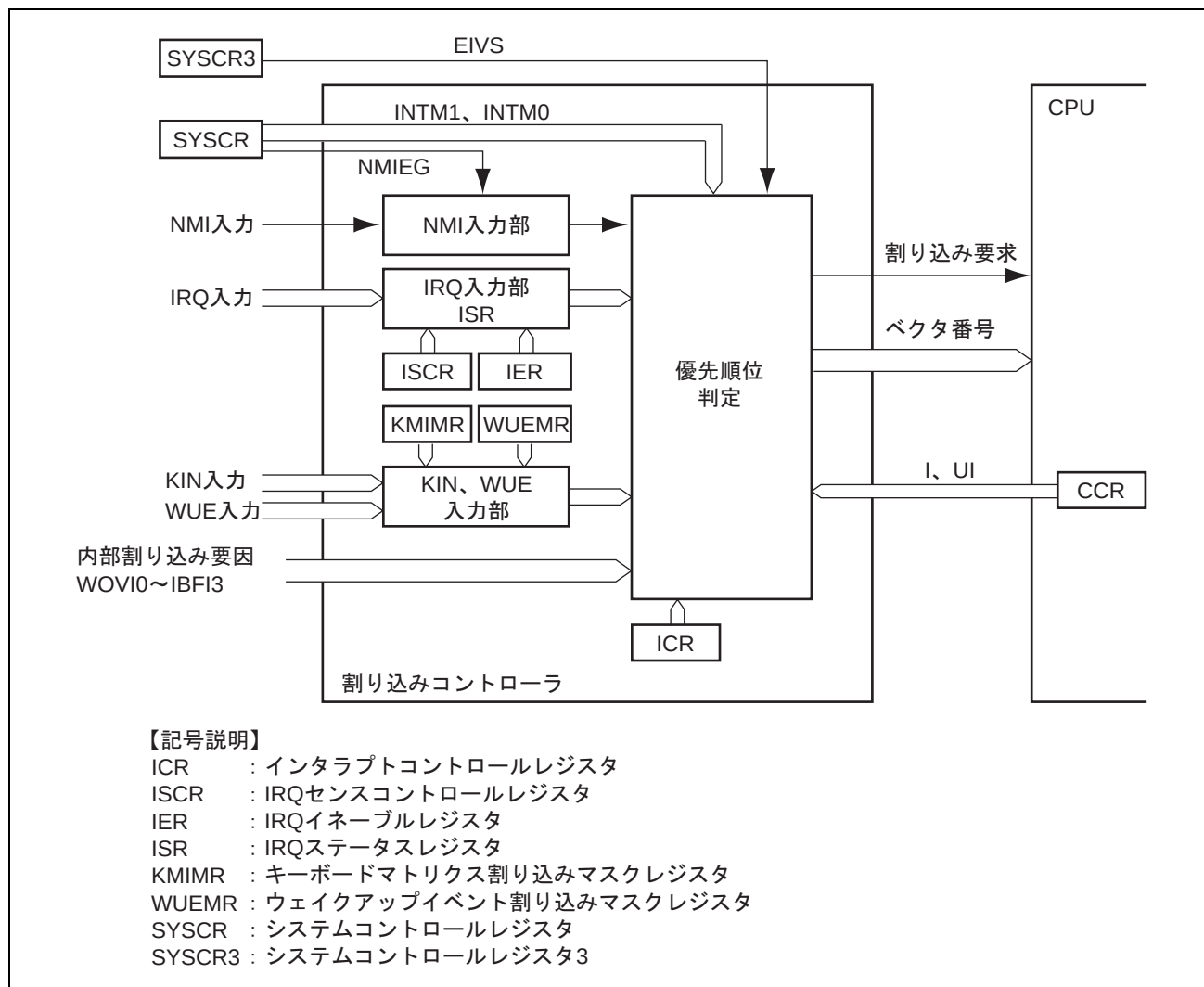


図 6.1 割り込みコントローラのブロック図

6.2 入出力端子

割り込みコントローラの端子構成を表 6.1 に示します。

表 6.1 端子構成

端子名	入出力	機 能
NMI	入力	ノンマスクابل外部割り込み端子 立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジを選択可能です。
$\overline{\text{IRQ15}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$ $\text{ExIRQ15} \sim \text{ExIRQ6}$	入力	マスク可能な外部割り込み端子 立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ、レベルセンスのいずれかを独立に選択可能です。IRQ15～IRQ6 割り込みは、 $\overline{\text{IRQm}}$ または ExIRQm のどの端子から入力するかを選択できます。 (m=15～6)
$\text{KIN15} \sim \text{KIN0}$	入力	マスク可能な外部割り込み端子 EIVS=0 のとき 立ち下がりエッジ、レベルセンスのいずれかを選択可能です。 EIVS=1 のとき 立ち下がりエッジで割り込みを要求します。
$\text{WUE15} \sim \text{WUE0}$	入力	マスク可能な外部割り込み端子 立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジのいずれかを独立に選択可能です。

6. 割り込みコントローラ

6.3 レジスタの説明

割り込みコントローラには以下のレジスタがあります。システムコントロールレジスタ (SYSCR) およびシステムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3) については「3.2.2 システムコントロールレジスタ (SYSCR)」、
「3.2.4 システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)」を参照してください。

表 6.2 レジスタ構成

レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
インタラプトコントロールレジスタ A	ICRA	R/W	H'00	H'FEE8	8
インタラプトコントロールレジスタ B	ICRB	R/W	H'00	H'FEE9	8
インタラプトコントロールレジスタ C	ICRC	R/W	H'00	H'FEEA	8
インタラプトコントロールレジスタ D	ICRD	R/W	H'00	H'FE87	8
アドレスブレイクコントロールレジスタ	ABRKCR	R/W	—	H'FEF4	8
ブレイクアドレスレジスタ A	BARA	R/W	H'00	H'FEF5	8
ブレイクアドレスレジスタ B	BARB	R/W	H'00	H'FEF6	8
ブレイクアドレスレジスタ C	BARC	R/W	H'00	H'FEF7	8
IRQ センスコントロールレジスタ 16H	ISCR16H	R/W	H'00	H'FEFA	8
IRQ センスコントロールレジスタ 16L	ISCR16L	R/W	H'00	H'FEFB	8
IRQ センスコントロールレジスタ H	ISCRH	R/W	H'00	H'FEEC	8
IRQ センスコントロールレジスタ L	ISCR L	R/W	H'00	H'FEED	8
IRQ イネーブルレジスタ 16	IER16	R/W	H'00	H'FEF8	8
IRQ イネーブルレジスタ	IER	R/W	H'00	H'FFC2	8
IRQ ステータスレジスタ 16	ISR16	R/W	H'00	H'FEF9	8
IRQ ステータスレジスタ	ISR	R/W	H'00	H'FEEB	8
IRQ センスポートセレクトレジスタ 16	ISSR16	R/W	H'00	H'FEFC	8
IRQ センスポートセレクトレジスタ	ISSR	R/W	H'00	H'FEFD	8
キーボードマトリクス割り込みマスクレジスタ A	KMIMRA	R/W	H'FF	H'FFF3 H'FE83* ¹	8
キーボードマトリクス割り込みマスクレジスタ B	KMIMRB	R/W	H'BF H'FF* ²	H'FFF1 H'FE81* ¹	8
ウェイクアップイベント割り込みマスクレジスタ A	WUEMRA	R/W	H'FF	H'FE45	8
ウェイクアップイベント割り込みマスクレジスタ B	WUEMRB	R/W	H'FF	H'FE44	8
ウェイクアップセンスコントロールレジスタ A (WUE15~WUE8)	WUESCRA	R/W	H'00	H'FE84	8
ウェイクアップセンスコントロールレジスタ B (WUE7~WUE0)	WUESCRB	R/W	H'00	H'FE96	8
ウェイクアップ入力割り込みステータスレジスタ A (WUE15~WUE8)	WUESRA	R/W	H'00	H'FE85	8

レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
ウェイクアップ入力割り込みステータスレジスタ B (WUE7～WUE0)	WUESRB	R/W	H'00	H'FE97	8
ウェイクアップイネーブルレジスタ	WUEER	R/W	H'00	H'FE86	8

【注】 *1 上段：RELOCATE=0 のとき、下段：RELOCATE=1 のときのアドレス

*2 上段：EIVS=0 のとき、下段：EIVS=1 のときの初期値

6. 割り込みコントローラ

6.3.1 インタラプトコントロールレジスタ A～D (ICRA～ICRD)

ICR は、NMI を除く割り込みのコントロールレベルを設定します。各割り込み要因と ICRA～ICRD の対応を表 6.3 に示します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～0	ICRn7 ～ ICRn0	すべて 0	R/W	割り込みコントロールレベル 0：対応する割り込み要因は割り込みコントロールレベル 0（非優先） 1：対応する割り込み要因は割り込みコントロールレベル 1（優先）

【注】 n：A～D

表 6.3 各割り込み要因と ICR の対応（H8S/2140B グループ互換ベクタモード EIVS=0）

ビット	ビット名	レジスタ			
		ICRA	ICRB	ICRC	ICRD
7	ICRn7	IRQ0	A/D 変換器	SCIF	IRQ8～IRQ11
6	ICRn6	IRQ1	TCM_0、TCM_1、 TCM_2	SCI_1	IRQ12～IRQ15
5	ICRn5	IRQ2、IRQ3	—	—	—
4	ICRn4	IRQ4、IRQ5	—	IIC_0 (SMBUS)	WUE0～WUE15
3	ICRn3	IRQ6、IRQ7	TMR_0	IIC_2	TPU_0
2	ICRn2	—	TMR_1	—	TPU_1
1	ICRn1	WDT_0	TMR_X、TMR_Y	LPC	TPU_2
0	ICRn0	WDT_1	PS2	—	—

【注】 n：A～D

—：リザーブビットです。初期値を変更しないでください。

表 6.4 各割り込み要因と ICR の対応（拡張ベクタモード EIVS=1）

ビット	ビット名	レジスタ			
		ICRA	ICRB	ICRC	ICRD
7	ICRn7	IRQ0	A/D 変換器	SCIF	IRQ8～IRQ11
6	ICRn6	IRQ1	TCM_0、TCM_1、 TCM_2	SCI_1	IRQ12～IRQ15
5	ICRn5	IRQ2、IRQ3	—	—	KIN0～KIN15
4	ICRn4	IRQ4、IRQ5	—	IIC_0 (SMBUS)	WUE0～WUE15
3	ICRn3	IRQ6、IRQ7	TMR_0	IIC_2	TPU_0
2	ICRn2	—	TMR_1	—	TPU_1
1	ICRn1	WDT_0	TMR_X、TMR_Y	LPC	TPU_2
0	ICRn0	WDT_1	PS2	—	—

【注】 n：A～D

—：リザーブビットです。初期値を変更しないでください。

6.3.2 アドレスブレイクコントロールレジスタ (ABRKCR)

ABRKCR は、アドレスブレイクの制御を行います。CMF フラグ、BIE フラグがいずれも 1 にセットされるとアドレスブレイクが要求されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	CMF	不定	R	コンディションマッチフラグ アドレスブレイク要因フラグです。BARA～BARC で設定したアドレスをプリフェッチしたことを示します。 [クリア条件] ・ アドレスブレイク割り込みを例外処理を実行したとき [セット条件] ・ BIE フラグが 1 のとき、BARA～BARC で設定したアドレスのプリフェッチを実行したとき
6～1	—	すべて 0	R	リザーブビット リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。
0	BIE	0	R/W	ブレイク割り込みイネーブル アドレスブレイクの許可/禁止を選択します。 0：禁止 1：許可

6.3.3 ブレイクアドレスレジスタ A～C (BARA～BARC)

BAR は、ブレイクアドレスを発生させるアドレスを指定します。ブレイクアドレスは、命令の第 1 バイトが存在するアドレスに設定してください。

• BARA

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～0	A23～A16	すべて 0	R/W	アドレス 23～16 A23～A16 ビットは、内部アドレスバスの A23～A16 と比較されます。

• BARB

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～0	A15～A8	すべて 0	R/W	アドレス 15～8 A15～A8 ビットは、内部アドレスバスの A15～A8 と比較されます。

• BARC

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～1	A7～A1	すべて 0	R/W	アドレス 7～1 A7～A1 ビットは、内部アドレスバスの A7～A1 と比較されます。
0	—	0	R	リザーブビット リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

6. 割り込みコントローラ

6.3.4 IRQ センスコントロールレジスタ (ISCR16H、ISCR16L、ISCRH、ISCRL)

ISCR は、 $\overline{\text{IRQ15}}\sim\overline{\text{IRQ0}}$ 端子または $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子から割り込み要求を発生させる要因を選択します。

• ISCR16H

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IRQ15SCB	0	R/W	IRQn センスコントロール B
6	IRQ15SCA	0	R/W	
5	IRQ14SCB	0	R/W	IRQn センスコントロール A
4	IRQ14SCA	0	R/W	
3	IRQ13SCB	0	R/W	B A
2	IRQ13SCA	0	R/W	
1	IRQ12SCB	0	R/W	0 0 : $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生
0	IRQ12SCA	0	R/W	
				0 1 : $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生
				1 0 : $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生
				1 1 : $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がり、立ち上がりの両エッジで割り込み要求を発生
				(n=15~12)
				【注】 $\overline{\text{IRQn}}$ と $\overline{\text{ExIRQn}}$ 端子は、IRQ センスポートセレクトレジスタ 16 (ISSR16) により選択します。

• ISCR16L

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IRQ11SCB	0	R/W	IRQn センスコントロール B
6	IRQ11SCA	0	R/W	
5	IRQ10SCB	0	R/W	IRQn センスコントロール A
4	IRQ10SCA	0	R/W	
3	IRQ9SCB	0	R/W	B A
2	IRQ9SCA	0	R/W	
1	IRQ8SCB	0	R/W	0 0 : $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生
0	IRQ8SCA	0	R/W	
				0 1 : $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生
				1 0 : $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生
				1 1 : $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がり、立ち上がりの両エッジで割り込み要求を発生
				(n=11~8)
				【注】 $\overline{\text{IRQn}}$ と $\overline{\text{ExIRQn}}$ 端子は、IRQ センスポートセレクトレジスタ 16 (ISSR16) により選択します。

• ISCRH

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IRQ7SCB	0	R/W	IRQ _n センスコントロール B IRQ _n センスコントロール A B A 0 0: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 0 1: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 1 0: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 1 1: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がり、立ち上がりの両エッジで割り込み要求を発生 (n=7~4) 【注】 $\overline{\text{IRQn}}$ と $\overline{\text{ExIRQn}}$ 端子は、IRQ センスポートセレクトレジスタ (ISSR) により選択します。ExIRQ5、ExIRQ4 端子はサポートしません。
6	IRQ7SCA	0	R/W	
5	IRQ6SCB	0	R/W	
4	IRQ6SCA	0	R/W	
3	IRQ5SCB	0	R/W	
2	IRQ5SCA	0	R/W	
1	IRQ4SCB	0	R/W	
0	IRQ4SCA	0	R/W	

• ISCRL

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IRQ3SCB	0	R/W	IRQ _n センスコントロール B IRQ _n センスコントロール A B A 0 0: $\overline{\text{IRQn}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 0 1: $\overline{\text{IRQn}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 1 0: $\overline{\text{IRQn}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 1 1: $\overline{\text{IRQn}}$ 入力の立ち下がり、立ち上がりの両エッジで割り込み要求を発生 (n=3~0)
6	IRQ3SCA	0	R/W	
5	IRQ2SCB	0	R/W	
4	IRQ2SCA	0	R/W	
3	IRQ1SCB	0	R/W	
2	IRQ1SCA	0	R/W	
1	IRQ0SCB	0	R/W	
0	IRQ0SCA	0	R/W	

6. 割り込みコントローラ

6.3.5 IRQ イネーブルレジスタ (IER16、IER)

IER は、IRQ15～IRQ0 割り込み要求をイネーブルにします。

• IER16

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IRQ15E	0	R/W	IRQn イネーブル このビットが 1 のとき IRQn 割り込み要求がイネーブルになります。 (n=15～8)
6	IRQ14E	0	R/W	
5	IRQ13E	0	R/W	
4	IRQ12E	0	R/W	
3	IRQ11E	0	R/W	
2	IRQ10E	0	R/W	
1	IRQ9E	0	R/W	
0	IRQ8E	0	R/W	

• IER

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IRQ7E	0	R/W	IRQn イネーブル このビットが 1 のとき IRQn 割り込み要求がイネーブルになります。 (n=7～0)
6	IRQ6E	0	R/W	
5	IRQ5E	0	R/W	
4	IRQ4E	0	R/W	
3	IRQ3E	0	R/W	
2	IRQ2E	0	R/W	
1	IRQ1E	0	R/W	
0	IRQ0E	0	R/W	

6.3.6 IRQ ステータスレジスタ (ISR16、ISR)

ISR は、IRQ15～IRQ0 割り込み要求フラグレジスタです。

• ISR16

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IRQ15F	0	R/(W)*	【セット条件】 • ISCR16 で選択した割り込み要因が発生したとき 【クリア条件】 • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき • Low レベル検出設定の状態かつ $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力が High レベルの状態、割り込み例外処理を実行したとき • 立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ検出設定時の状態で IRQn 割り込み例外処理を実行したとき (n=15～8) 【注】 $\overline{\text{IRQn}}$ と $\overline{\text{ExIRQn}}$ 端子は、IRQ センサポートセレクトレジスタ 16 (ISSR16) により選択します。
6	IRQ14F	0	R/(W)*	
5	IRQ13F	0	R/(W)*	
4	IRQ12F	0	R/(W)*	
3	IRQ11F	0	R/(W)*	
2	IRQ10F	0	R/(W)*	
1	IRQ9F	0	R/(W)*	
0	IRQ8F	0	R/(W)*	

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• ISR

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IRQ7F	0	R/(W)*	【セット条件】 • ISCR で選択した割り込み要因が発生したとき 【クリア条件】 • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき • Low レベル検出設定の状態かつ $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力が High レベルの状態、割り込み例外処理を実行したとき • 立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ検出設定時の状態で IRQn 割り込み例外処理を実行したとき (n=7～0) 【注】 $\overline{\text{IRQn}}$ と $\overline{\text{ExIRQn}}$ 端子は、IRQ センサポートセレクトレジスタ (ISSR) により選択します。 $\overline{\text{ExIRQ5}} \sim \overline{\text{ExIRQ0}}$ 端子はサポートしません。
6	IRQ6F	0	R/(W)*	
5	IRQ5F	0	R/(W)*	
4	IRQ4F	0	R/(W)*	
3	IRQ3F	0	R/(W)*	
2	IRQ2F	0	R/(W)*	
1	IRQ1F	0	R/(W)*	
0	IRQ0F	0	R/(W)*	

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

6. 割り込みコントローラ

6.3.7 IRQ センSPORTセレクトレジスタ 16 (ISSR16) IRQ センSPORTセレクトレジスタ (ISSR)

ISSR16、ISSR は、IRQ15～IRQ0 割り込みの外部入力を $\overline{\text{IRQ15}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 端子と $\overline{\text{ExIRQ15}} \sim \overline{\text{ExIRQ7}}$ 端子から選択します。

• ISSR16

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	ISS15	0	R/W	0 : P97/ $\overline{\text{IRQ15}}$ を選択します。 1 : PG7/ $\overline{\text{ExIRQ15}}$ を選択します。
6	ISS14	0	R/W	0 : P95/ $\overline{\text{IRQ14}}$ を選択します。 1 : PG6/ $\overline{\text{ExIRQ14}}$ を選択します。
5	ISS13	0	R/W	0 : P94/ $\overline{\text{IRQ13}}$ を選択します。 1 : PG5/ $\overline{\text{ExIRQ13}}$ を選択します。
4	ISS12	0	R/W	0 : P93/ $\overline{\text{IRQ12}}$ を選択します。 1 : PG4/ $\overline{\text{ExIRQ12}}$ を選択します。
3	ISS11	0	R/W	0 : PF3/ $\overline{\text{IRQ11}}$ を選択します。 1 : PG3/ $\overline{\text{ExIRQ11}}$ を選択します。
2	ISS10	0	R/W	0 : PF2/ $\overline{\text{IRQ10}}$ を選択します。 1 : PG2/ $\overline{\text{ExIRQ10}}$ を選択します。
1	ISS9	0	R/W	0 : PF1/ $\overline{\text{IRQ9}}$ を選択します。 1 : PG1/ $\overline{\text{ExIRQ9}}$ を選択します。
0	ISS8	0	R/W	0 : PF0/ $\overline{\text{IRQ8}}$ を選択します。 1 : PG0/ $\overline{\text{ExIRQ8}}$ を選択します。

• ISSR

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	ISS7	0	R/W	0 : P67/ $\overline{\text{IRQ7}}$ を選択します。 1 : PH1/ $\overline{\text{ExIRQ7}}$ を選択します。
6～0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

6.3.8 キーボードマトリクス割り込みマスクレジスタ (KMIMRA、KMIMRB) ウェイクアップイベント割り込みマスクレジスタ (WUEMRA、WUEMRB)

KMIMR、WUEMR は、キーセンス割り込み入力 ($\overline{\text{KIN15}} \sim \overline{\text{KIN0}}$) およびウェイクアップイベント割り込み入力 ($\overline{\text{WUE15}} \sim \overline{\text{WUE0}}$) のマスク制御を行います。

• KMIMRA

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	KMIMR15	1	R/W	キーボードマトリクス割り込みマスク キーセンス入力割り込み要求 (KIN15～KIN8) を制御します。 0：キーセンス入力割り込み要求を許可 1：キーセンス入力割り込み要求を禁止
6	KMIMR14	1	R/W	
5	KMIMR13	1	R/W	
4	KMIMR12	1	R/W	
3	KMIMR11	1	R/W	
2	KMIMR10	1	R/W	
1	KMIMR9	1	R/W	
0	KMIMR8	1	R/W	

• KMIMRB

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	KMIMR7	1	R/W	キーボードマトリクス割り込みマスク キーセンス入力割り込み要求 (KIN7～KIN0) を制御します。 0：キーセンス入力割り込み要求を許可 1：キーセンス入力割り込み要求を禁止 KMIMR6 は EIVS=0 のとき IRQ6 端子割り込み要求のマスク制御も同時に行います。EIVS=0 とすると本ビットは 0 にクリアされます。
6	KMIMR6	0/1*	R/W	
5	KMIMR5	1	R/W	
4	KMIMR4	1	R/W	
3	KMIMR3	1	R/W	
2	KMIMR2	1	R/W	
1	KMIMR1	1	R/W	
0	KMIMR0	1	R/W	

【注】 * EIVS=0 のとき初期値 0、EIVS=1 のとき初期値 1

• WUEMRA

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	WUEMR15	1	R/W	ウェイクアップイベント割り込みマスク ウェイクアップイベント入力割り込み要求 (WUE15～WUE8) を制御します。 0：ウェイクアップイベント入力割り込み要求を許可 1：ウェイクアップイベント入力割り込み要求を禁止
6	WUEMR14	1	R/W	
5	WUEMR13	1	R/W	
4	WUEMR12	1	R/W	
3	WUEMR11	1	R/W	
2	WUEMR10	1	R/W	
1	WUEMR9	1	R/W	
0	WUEMR8	1	R/W	

6. 割り込みコントローラ

• WUEMRB

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	WUEMR7	1	R/W	ウェイクアップイベント割り込みマスク ウェイクアップイベント入力割り込み要求（WUE7～WUE0）を制御します。 0：ウェイクアップイベント入力割り込み要求を許可 1：ウェイクアップイベント入力割り込み要求を禁止
6	WUEMR6	1	R/W	
5	WUEMR5	1	R/W	
4	WUEMR4	1	R/W	
3	WUEMR3	1	R/W	
2	WUEMR2	1	R/W	
1	WUEMR1	1	R/W	
0	WUEMR0	1	R/W	

H8S/2140B グループ互換ベクタモードでの IRQ7、IRQ6 割り込み、KMIMRA、KMIMRB との関係を図 6.2 に示します。また、拡張ベクタモードでの関係を図 6.3 に示します。

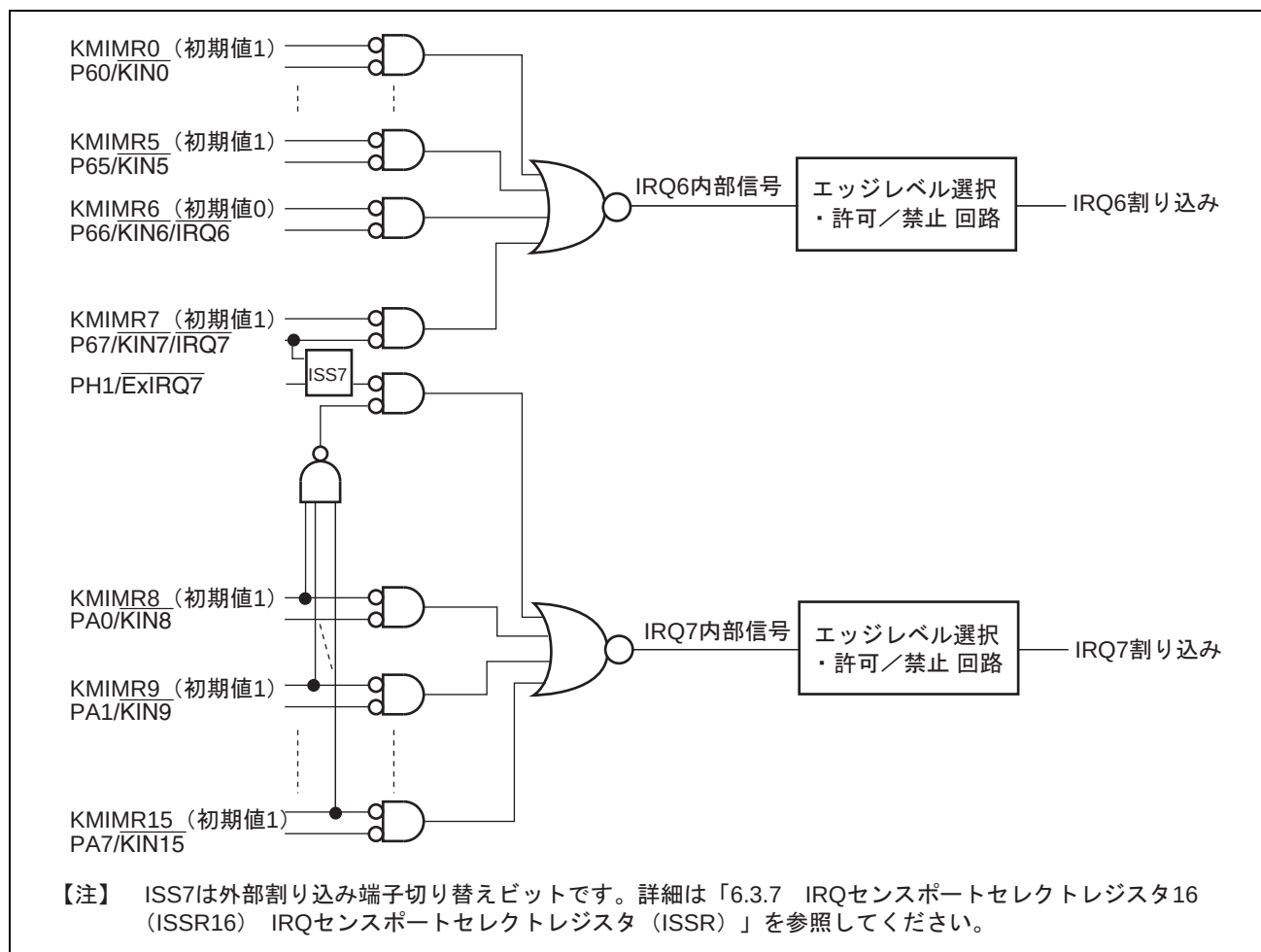


図 6.2 IRQ7、IRQ6 割り込みと KIN15～KIN0 割り込み KMIMRA、KMIMRB との関係
(H8S/2140B グループ互換ベクタモード EIVS=0)

H8S/2140B グループ互換ベクタモードのときは、KMIMR15～KMIMR8 の1ビットでも0にクリアされていると、 $\overline{\text{IRQ7}}$ 端子からの割り込み入力が無視されます。また、 $\overline{\text{KIN7}} \sim \overline{\text{KIN0}}$ 端子、あるいは $\overline{\text{KIN15}} \sim \overline{\text{KIN8}}$ 端子を、キーセンス割り込み入力端子として使用する場合は、それぞれ対応する割り込み要因（IRQ6 あるいは IRQ7）の割り込みセンス条件を、必ず Low レベルセンスまたは立ち下りエッジセンスに設定してください。また、 $\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子からの割り込み入力はありません。

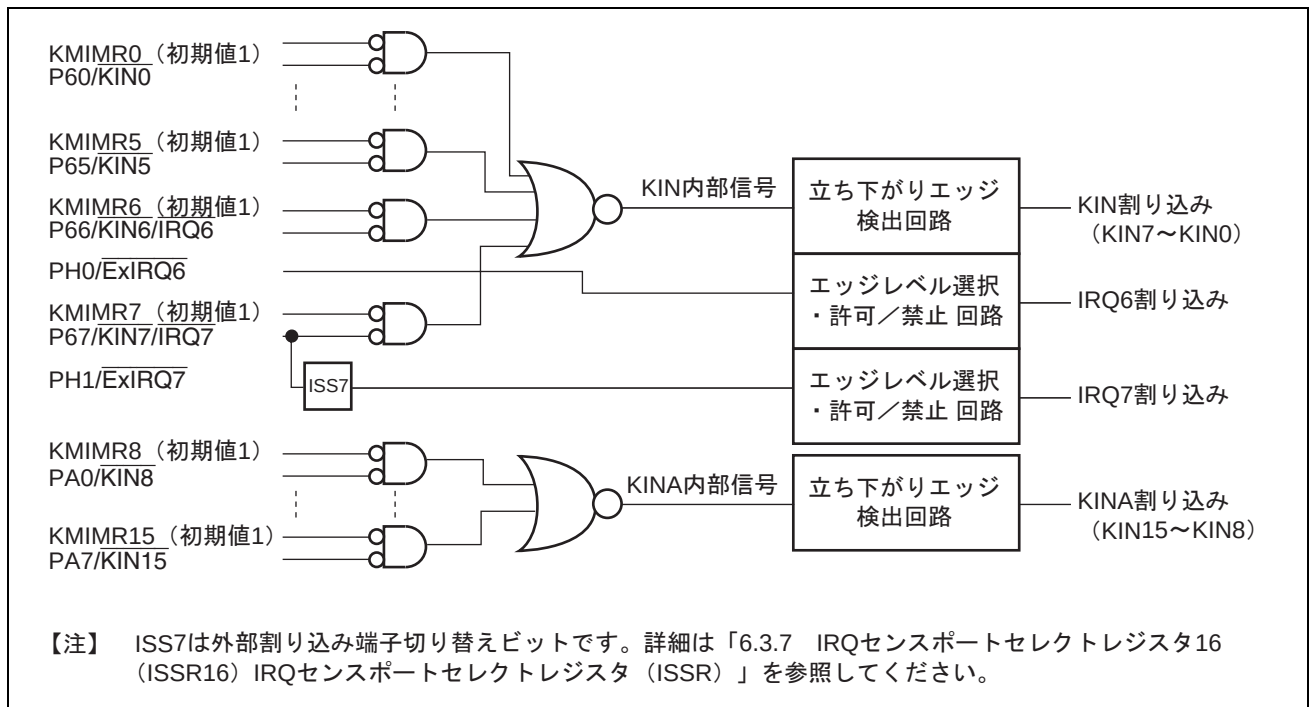


図 6.3 IRQ7、IRQ6 割り込みと KIN15～KIN0 割り込み、KMIMRA、KMIMRB との関係 (拡張ベクタモード EIVS=1)

拡張ベクタモードでは KMIMR6 の初期値は1となり $\overline{\text{IRQ6}}$ 端子割り込みの制御は行いません。IRQ6 割り込みは $\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子からの割り込み入力となります。

6. 割り込みコントローラ

6.3.9 ウェイクアップセンスコントロールレジスタ (WUESCRA、WUESCRB) ウェイクアップ入力割り込みステータスレジスタ (WUESRA、WUESRB) ウェイクアップイネーブルレジスタ (WUEER)

WUESCR、WUESR、WUEER は、ウェイクアップイベント割り込み入力 (WUE15～WUE0) の割り込み要因を選択、割り込み要求フラグレジスタ、割り込み許可／禁止を制御します。

• WUESCRA

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	WUE15SC	0	R/W	ウェイクアップイベント割り込み要因選択
6	WUE14SC	0	R/W	ウェイクアップイベント割り込み入力 (WUE15～WUE8) の割り込み要求を発生させる要因を選択します。 0 : $\overline{WUE_n}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 1 : $\overline{WUE_n}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 (n=15～8)
5	WUE13SC	0	R/W	
4	WUE12SC	0	R/W	
3	WUE11SC	0	R/W	
2	WUE10SC	0	R/W	
1	WUE9SC	0	R/W	
0	WUE8SC	0	R/W	

• WUESCRB

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	WUE7SC	0	R/W	ウェイクアップイベント割り込み要因選択
6	WUE6SC	0	R/W	ウェイクアップイベント割り込み入力 (WUE7～WUE0) の割り込み要求を発生させる要因を選択します。 0 : $\overline{WUE_n}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 1 : $\overline{WUE_n}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 (n=7～0)
5	WUE5SC	0	R/W	
4	WUE4SC	0	R/W	
3	WUE3SC	0	R/W	
2	WUE2SC	0	R/W	
1	WUE1SC	0	R/W	
0	WUE0SC	0	R/W	

• WUESRA

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	WUE15F	0	R/(W)*	ウェイクアップ入力割り込み (WUE15～WUE8) 要求フラグレジスタ
6	WUE14F	0	R/(W)*	ウェイクアップ入力割り込み (WUE15～WUE8) 要求の発生を示すステータスフラグです。
5	WUE13F	0	R/(W)*	
4	WUE12F	0	R/(W)*	[セット条件]
3	WUE11F	0	R/(W)*	• ウェイクアップ入力割り込みが発生したとき。
2	WUE10F	0	R/(W)*	[クリア条件]
1	WUE9F	0	R/(W)*	• 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
0	WUE8F	0	R/(W)*	

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• WUESRB

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	WUE7F	0	R/(W)*	ウェイクアップ入力割り込み（WUE7～WUE0）要求フラグレジスタ ウェイクアップ入力割り込み（WUE7～WUE0）要求の発生を示すステータスフラグです。 [セット条件] • ウェイクアップ入力割り込みが発生したとき。 [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
6	WUE6F	0	R/(W)*	
5	WUE5F	0	R/(W)*	
4	WUE4F	0	R/(W)*	
3	WUE3F	0	R/(W)*	
2	WUE2F	0	R/(W)*	
1	WUE1F	0	R/(W)*	
0	WUE0F	0	R/(W)*	

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• WUEER

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	WUEAE	0	R/W	WUE15～WUE8 イネーブル このビットが 1 のとき WUE 割り込み要求がイネーブルになります。 0：ウェイクアップ入力割り込み要求を禁止 1：ウェイクアップ入力割り込み要求を許可
6	WUEBE	0	R/W	WUE7～WUE0 イネーブル このビットが 1 のとき WUE 割り込み要求がイネーブルになります。 0：ウェイクアップ入力割り込み要求を禁止 1：ウェイクアップ入力割り込み要求を許可
5～0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

6.4 割り込み要因

6.4.1 外部割り込み要因

外部割り込みには、NMI、IRQ15～IRQ0、KIN15～KIN0、WUE15～WUE0 の割り込み要因があります。これらは、すべてソフトウェアスタンバイモードからの復帰に使用できます。

(1) NMI 割り込み

ノンマスクابل割り込み要求 NMI は最優先の外部割り込み要求で、割り込み制御モードや CPU の割り込みマスクビットの状態にかかわらず常に受け付けられます。NMI 端子の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジのいずれで割り込み要求を発生させるか、SYSCR の NMIEG ビットで選択できます。

(2) IRQ15～IRQ0 割り込み

IRQ15～IRQ0 割り込みは $\overline{\text{IRQ15}}\sim\overline{\text{IRQ0}}$ 端子または $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子の入力信号により割り込み要求を発生します。IRQ15～IRQ0 割り込みには以下の特長があります。

- IRQ15～IRQ0割り込み要求により、独立のベクタアドレスで割り込み例外処理を開始できます。
- $\overline{\text{IRQ15}}\sim\overline{\text{IRQ0}}$ 端子または $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子のLowレベル、立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジおよび両エッジのいずれで割り込み要求を発生させるか、ISCRで選択できます。
- IRQ15～IRQ0割り込み要求はIERによりマスクできます。
- IRQ15～IRQ0割り込み要求のステータスは、ISRに表示されます。ISRのフラグはソフトウェアで0にクリアすることができます。

IRQ15～IRQ0 割り込み要求を $\overline{\text{IRQn}}$ 入力の Low レベルで発生するようにした場合、割り込み要求時には当該 $\overline{\text{IRQ}}$ 入力を割り込み処理開始まで Low レベルに保持してください。その後、割り込み処理ルーチン内で、当該 $\overline{\text{IRQ}}$ 入力を High レベルに戻し、かつ ISR の IRQnF ビット (n=15～0) を 0 にクリアしてください。割り込み処理開始前に、当該 $\overline{\text{IRQ}}$ 入力を High レベルに戻すと当該割り込みが実行されない場合があります。

IRQ15～IRQ0 割り込みの検出は、当該の端子が入力に設定されているか、出力に設定されているかに依存しません。したがって、外部割り込み入力端子として使用する場合には、対応するポートの DDR を 0 にクリアしてそのほかの機能の入出力端子としては使用しないでください。

IRQ15～IRQ0 割り込みのブロック図を図 6.4 に示します。

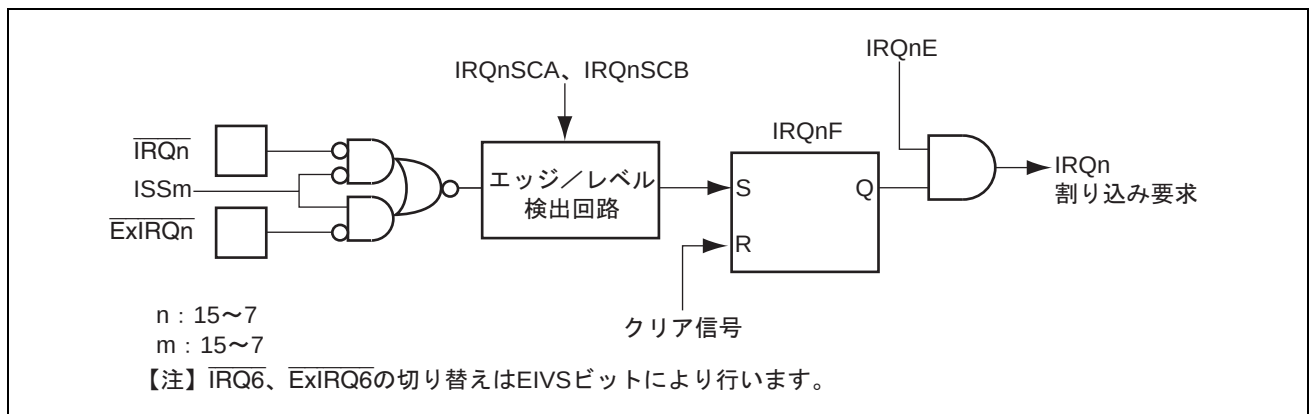


図 6.4 IRQ15～IRQ7 割り込みのブロック図

(3) KIN15～KIN0 割り込み

KIN15～KIN0 割り込みは、 $\overline{\text{KIN15}} \sim \overline{\text{KIN0}}$ 端子の入力信号により要求されます。システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3) の EIVS ビットにより、KIN15～KIN0 割り込みは以下のように機能が切り換わります。

(a) H8S/2140B グループ互換ベクタモード (SYSCR3 の EIVS ビットが 0 の場合)

- KIN15～KIN8割り込みはIRQ7割り込み、KIN7～KIN0割り込みはIRQ6割り込みとなります。割り込み要求の発生の端子条件、割り込み要求の許可、割り込みコントロールレベルの設定、および割り込み要求のステータス表示は、IRQ7およびIRQ6割り込みの各設定、表示に従います。
- KIN15～KIN0割り込み要求はKMIMRA、KMIMRBによりマスクできます。
- $\overline{\text{KIN7}} \sim \overline{\text{KIN0}}$ 端子をキーセンサ割り込み入力端子として使用する場合は、それぞれの対応する割り込み要因 (IRQ6あるいはIRQ7) の割り込みセンス条件をLowレベルセンスまたは立ち下がりエッジセンスに設定する必要があります。
- $\overline{\text{IRQ6}}$ 端子をIRQ6割り込み入力端子として使用する場合は、KMIMR6ビットを0にクリアしてください。また、 $\overline{\text{IRQ7}}$ 端子をIRQ7割り込み入力端子として使用する場合は、必ずKMIMR15～KMIMR8の各ビットをすべて1にセットしてください。いずれか1ビットでも0にクリアされていると、 $\overline{\text{IRQ7}}$ 端子からのIRQ7割り込みが無視されます。

(b) 拡張ベクタモード (SYSCR3 の EIVS ビットが 1 の場合)

- KIN15～KIN8、KIN7～KIN0の各々がひとつのグループとなっています。同一グループの割り込み要求は、同一のベクタアドレスから割り込み例外処理を開始します。
- $\overline{\text{KIN15}} \sim \overline{\text{KIN0}}$ 端子の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生します。
- KIN15～KIN0割り込み要求はKMIMRA、KMIMRBによりマスクできます。

6. 割り込みコントローラ

- KIN15～KIN0割り込み要求のステータスは表示されません。

IRQ6割り込みは $\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子のみ有効となります。 $\overline{\text{IRQ6}}$ 端子はKIN割り込みのみ有効となり $\overline{\text{KIN6}}$ 端子となります。またこのとき、KMIMR6の初期値は1となります。IRQ7割り込みはISS7ビットの切り替えにより $\overline{\text{IRQ7}}$ 端子および $\overline{\text{ExIRQ7}}$ 端子の選択ができ、KMIMR15～KMIMR8に依存しません。KIN15～KIN0割り込みの検出は、当該の端子が入力に設定されているか、出力に設定されているかに依存しません。したがって、外部割り込み入力端子として使用する場合には、対応するポートのDDRを0にクリアしてそのほかの機能の入出力端子としては使用しないでください。

(4) WUE15～WUE0 割り込み

WUE15～WUE0 割り込みは $\overline{\text{WUE15}}\sim\overline{\text{WUE0}}$ 端子の入力信号により割り込み要求を発生します。WUE15～WUE0 割り込みには以下の特長があります。

- WUE15～WUE8、WUE7～WUE0の各々がひとつのグループとなっています。同一グループの割り込み要求は、同一のベクタアドレスから割り込み例外処理を開始します。
- $\overline{\text{WUE15}}\sim\overline{\text{WUE0}}$ 端子の立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジのいずれで割り込み要求を発生させるか、WUESCRで選択できます。
- WUE15～WUE0割り込み要求はWUEERによりマスクできます。
- WUE15～WUE0割り込み要求のステータスは、WUESRに表示されます。WUESRのフラグはソフトウェアで0にクリアすることができます。

WUE15～WUE0 割り込みの検出は、当該の端子が入力に設定されているか、出力に設定されているかに依存しません。したがって、外部割り込み入力端子として使用する場合には、対応するポートのDDRを0にクリアしてそのほかの機能の入出力端子としては使用しないでください。

WUE15～WUE0 割り込みのブロック図を図 6.5 に示します。

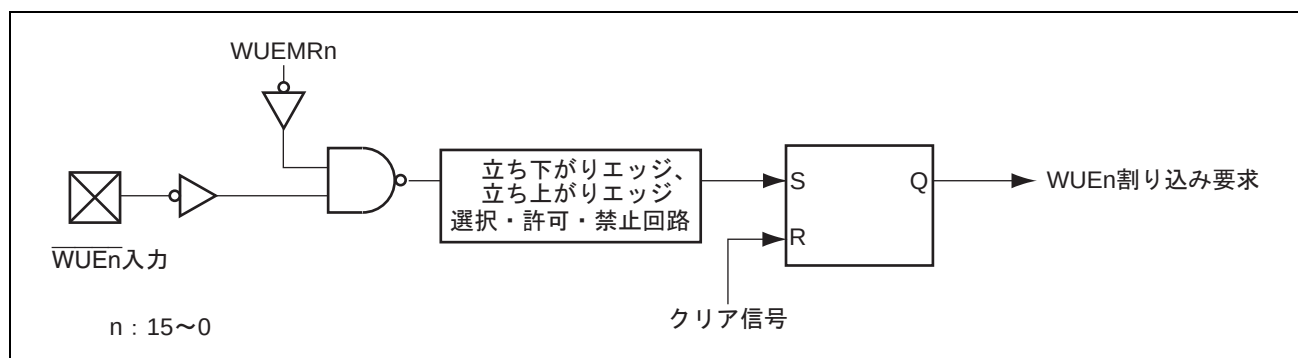


図 6.5 WUE15～WUE0 割り込みのブロック図

6.4.2 内部割り込み要因

内蔵周辺モジュールからの内部割り込み要因には以下の特長があります。

1. 各内蔵周辺モジュールには、割り込み要求のステータスを表示するフラグと、これらの割り込みイネーブルビットがあり、独立にマスクすることができます。イネーブルビットが1のとき割り込み要求が割り込みコントローラに送られます。
2. ICRによって割り込みのコントロールレベルを設定できます。

6. 割り込みコントローラ

6.5 割り込み例外処理ベクタテーブル

表 6.5、表 6.6 に割り込み例外処理要因とベクタアドレスおよび割り込み優先順位の一覧を示します。ベクタアドレスはシステムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3) の EIVS ビットで H8S/2140B グループ互換モードと拡張モードを選択可能です。

デフォルトの優先順位はベクタ番号の小さいものほど高くなっています。同一優先順位に設定されたモジュールはデフォルトの優先順位に従います。モジュール内の優先順位は固定されています。

ICR のビットが割り当てられているモジュールは、割り込みコントロールレベルを設定することができます。割り込みコントロールレベルと CCR の I、UI ビットにより、コントロールレベル 1 (優先) に設定したモジュールの割り込みは、コントロールレベル 0 (非優先) に設定したモジュールの割り込みより優先して処理できます。

表 6.5 割り込み要因とベクタアドレスおよび割り込み優先順位一覧
(H8S/2140B グループ互換ベクタモード)

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
外部端子	NMI	7	H'00001C	—	高 ▲
	IRQ0	16	H'000040	ICRA7	
	IRQ1	17	H'000044	ICRA6	
	IRQ2	18	H'000048	ICRA5	
	IRQ3	19	H'00004C		
	IRQ4	20	H'000050	ICRA4	
	IRQ5	21	H'000054		
	IRQ6、KIN7~KIN0 IRQ7、KIN15~KIN8	22 23	H'000058 H'00005C	ICRA3	
—	システム予約	24	H'000060	—	
WDT_0	WOVI0 (インターバルタイマ)	25	H'000064	ICRA1	
WDT_1	WOVI1 (インターバルタイマ)	26	H'000068	ICRA0	
—	アドレスブレーク	27	H'00006C	—	
A/D 変換器	ADI (A/D 変換終了)	28	H'000070	ICRB7	
—	システム予約	29 31	H'000074 H'00007C	—	
外部端子	WUE7~WUE0 WUE15~WUE8	32 33	H'000080 H'000084	ICRD4	低

6. 割り込みコントローラ

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
TPU_0	TGI0A (TGR0A インพุットキャプチャ／コンペアマッチ)	34	H'000088	ICRD3	高 ▲
	TGI0B (TGR0B インพุットキャプチャ／コンペアマッチ)	35	H'00008C		
	TGI0C (TGR0C インพุットキャプチャ／コンペアマッチ)	36	H'000090		
	TGI0D (TGR0D インพุットキャプチャ／コンペアマッチ)	37	H'000094		
	TGI0V (オーバーフロー0)	38	H'000098		
TPU_1	TGI1A (TGR1A インพุットキャプチャ／コンペアマッチ)	39	H'00009C	ICRD2	
	TGI1B (TGR1B インพุットキャプチャ／コンペアマッチ)	40	H'0000A0		
	TGI1V (オーバーフロー1)	41	H'0000A4		
	TGI1U (アンダフロー1)	42	H'0000A8		
TPU_2	TGI2A (TGR2A インพุットキャプチャ／コンペアマッチ)	43	H'0000AC	ICRD1	
	TGI2B (TGR2B インพุットキャプチャ／コンペアマッチ)	44	H'0000B0		
	TGI2V (オーバーフロー2)	45	H'0000B4		
	TGI2U (アンダフロー2)	46	H'0000B8		
—	システム予約	47	H'0000BC	—	
TCM_0	TICI0 (インพุットキャプチャ)	48	H'0000C0	ICRB6	
	TCMI0 (コンペアマッチ)				
	TOVMI0 (周期オーバーフロー)				
	TUDI0 (周期アンダフロー)				
	TOVI0 (オーバーフロー)				
TCM_1	TICI1 (インพุットキャプチャ)	49	H'0000C4		
	TCMI1 (コンペアマッチ)				
	TOVMI1 (周期オーバーフロー)				
	TUDI1 (周期アンダフロー)				
	TOVI1 (オーバーフロー)				
TCM_2	TICI2 (インพุットキャプチャ)	50	H'0000C8		
	TCMI2 (コンペアマッチ)				
	TOVMI2 (周期オーバーフロー)				
	TUDI2 (周期アンダフロー)				
	TOVI2 (オーバーフロー)				
—	システム予約	51	H'0000CC	—	
		55	H'0000DC		低

6. 割り込みコントローラ

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
外部端子	IRQ8	56	H'0000E0	ICRD7	高 ↑
	IRQ9	57	H'0000E4		
	IRQ10	58	H'0000E8		
	IRQ11	59	H'0000EC		
	IRQ12	60	H'0000F0	ICRD6	
	IRQ13	61	H'0000F4		
	IRQ14	62	H'0000F8		
	IRQ15	63	H'0000FC		
TMR_0	CMIA0 (コンペアマッチ A)	64	H'000100	ICRB3	↑
	CMIB0 (コンペアマッチ B)	65	H'000104		
	OVI0 (オーバフロー)	66	H'000108		
—	システム予約	67	H'00010C	—	
TMR_1	CMIA1 (コンペアマッチ A)	68	H'000110	ICRB2	
	CMIB1 (コンペアマッチ B)	69	H'000114		
	OVI1 (オーバフロー)	70	H'000118		
—	システム予約	71	H'00011C	—	
TMR_X TMR_Y	CMIA _X (コンペアマッチ A)	72	H'000120	ICRB1	
	CMIB _X (コンペアマッチ B)	73	H'000124		
	OVI _X (オーバフロー)	74	H'000128		
	ICIX (インプットキャプチャ)	75	H'00012C		
	CMIA _Y (コンペアマッチ A)	76	H'000130		
	CMIB _Y (コンペアマッチ B)	77	H'000134		
	OVI _Y (オーバフロー)	78	H'000138		
—	システム予約	79	H'00013C	—	
		81	H'000144		
SCIF	SCIF (SCIF 割り込み)	82	H'000148	ICRC7	
—	システム予約	83	H'00014C	—	低

6. 割り込みコントローラ

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
SCI_1	ERI1 (受信エラー1)	84	H'000150	ICRC6	高 ▲ <

6. 割り込みコントローラ

表 6.6 割り込み要因とベクタアドレスおよび割り込み優先順位一覧（拡張ベクタモード）

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンスモード		
外部端子	NMI	7	H'00001C	—	高 ▲
	IRQ0	16	H'000040	ICRA7	
	IRQ1	17	H'000044	ICRA6	
	IRQ2	18	H'000048	ICRA5	
	IRQ3	19	H'00004C		
	IRQ4	20	H'000050	ICRA4	
	IRQ5	21	H'000054		
	IRQ6	22	H'000058	ICRA3	
	IRQ7	23	H'00005C		
—	システム予約	24	H'000060	—	
WDT_0	WOVI0（インターバルタイマ）	25	H'000064	ICRA1	
WDT_1	WOVI1（インターバルタイマ）	26	H'000068	ICRA0	
—	アドレスブレーク	27	H'00006C	—	
A/D 変換器	ADI（A/D 変換終了）	28	H'000070	ICRB7	
—	システム予約	29	H'000074	—	
外部端子	KIN7～KIN0	30	H'000078	ICRD5	
	KIN15～KIN8	31	H'00007C		
外部端子	WUE7～WUE0	32	H'000080	ICRD4	
	WUE15～WUE8	33	H'000084		
TPU_0	TGI0A（TGR0A インプットキャプチャ／コンペアマッチ）	34	H'000088	ICRD3	
	TGI0B（TGR0B インプットキャプチャ／コンペアマッチ）	35	H'00008C		
	TGI0C（TGR0C インプットキャプチャ／コンペアマッチ）	36	H'000090		
	TGI0D（TGR0D インプットキャプチャ／コンペアマッチ）	37	H'000094		
	TGI0V（オーバフロー-0）	38	H'000098		
TPU_1	TGI1A（TGR1A インプットキャプチャ／コンペアマッチ）	39	H'00009C	ICRD2	
	TGI1B（TGR1B インプットキャプチャ／コンペアマッチ）	40	H'0000A0		
	TGI1V（オーバフロー-1）	41	H'0000A4		
	TGI1U（アンダフロー-1）	42	H'0000A8		
TPU_2	TGI2A（TGR2A インプットキャプチャ／コンペアマッチ）	43	H'0000AC	ICRD1	
	TGI2B（TGR2B インプットキャプチャ／コンペアマッチ）	44	H'0000B0		
	TGI2V（オーバフロー-2）	45	H'0000B4		
	TGI2U（アンダフロー-2）	46	H'0000B8		
—	システム予約	47	H'0000BC	—	低

6. 割り込みコントローラ

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
TCM_0	TIC10（インプットキャプチャ） TCMI0（コンペアマッチ） TOVMI0（周期オーバフロー） TUDI0（周期アンダフロー） TOVI0（オーバフロー）	48	H'0000C0	ICRB6	高 ▲
TCM_1	TIC11（インプットキャプチャ） TCMI1（コンペアマッチ） TOVMI1（周期オーバフロー） TUDI1（周期アンダフロー） TOVI1（オーバフロー）	49	H'0000C4		
TCM_2	TIC12（インプットキャプチャ） TCMI2（コンペアマッチ） TOVMI2（周期オーバフロー） TUDI2（周期アンダフロー） TOVI2（オーバフロー）	50	H'0000C8		
－	システム予約	51 55	H'0000CC H'0000DC	－	低 ▲
外部端子	IRQ8	56	H'0000E0	ICRD7	
	IRQ9	57	H'0000E4		
	IRQ10	58	H'0000E8		
	IRQ11	59	H'0000EC		
	IRQ12	60	H'0000F0	ICRD6	
	IRQ13	61	H'0000F4		
	IRQ14	62	H'0000F8		
	IRQ15	63	H'0000FC		
TMR_0	CMIA0（コンペアマッチ A） CMIB0（コンペアマッチ B） OVI0（オーバフロー）	64 65 66	H'000100 H'000104 H'000108	ICRB3	
－	システム予約	67	H'00010C	－	
TMR_1	CMIA1（コンペアマッチ A） CMIB1（コンペアマッチ B） OVI1（オーバフロー）	68 69 70	H'000110 H'000114 H'000118	ICRB2	
－	システム予約	71	H'00011C	－	

6. 割り込みコントローラ

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
TMR_X TMR_Y	CMIAY (コンペアマッチ A) CMIBY (コンペアマッチ B) OVIY (オーバフロー) ICIX (インプットキャプチャ) CMIAX (コンペアマッチ A) CMIBX (コンペアマッチ B) OVIX (オーバフロー)	72 73 74 75 76 77 78	H'000120 H'000124 H'000128 H'00012C H'000130 H'000134 H'000138	ICRB1	高 ▲ <

6. 割り込みコントローラ

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
—	システム予約	104	H'0001A0	—	高 ▲
		105	H'0001A4		
LPC	OBEI (ODR1~4 送信完了)	106	H'0001A8	ICRC1	
	IBFI4 (IDR4 受信完了)	107	H'0001AC		
	ERRI (転送エラー他)	108	H'0001B0		
	IBFI1 (IDR1 受信完了)	109	H'0001B4		
	IBFI2 (IDR2 受信完了)	110	H'0001B8		
	IBFI3 (IDR3 受信完了)	111	H'0001BC		
—	システム予約	112	H'0001C0	—	低 ▼
		127	H'0001FC		

6. 割り込みコントローラ

6.6 割り込み制御モードと割り込み動作

割り込みコントローラには割り込み制御モード 0 と割り込み制御モード 1 の 2 種類のモードがあり、割り込み制御モードによって動作が異なります。NMI 割り込みおよびアドレスブレイク割り込みは、リセット状態を除き常に受け付けられます。割り込み制御モードの選択は SYSCR で行います。表 6.7 に割り込み制御モードを示します。

表 6.7 割り込み制御モード

割り込み制御 モード	SYSCR		優先順位設 定レジスタ	割り込み マスクビット	説 明
	INTM1	INTM0			
0	0	0	ICR	I	I ビットにより割り込みマスク制御を行います。ICR により優先順位の設定ができます。
1		1	ICR	I、UI	I、UI ビットにより 3 レベルの割り込みマスク制御を行います。ICR により優先順位の設定ができます。

図 6.6 に優先順位判定回路のブロック図を示します。

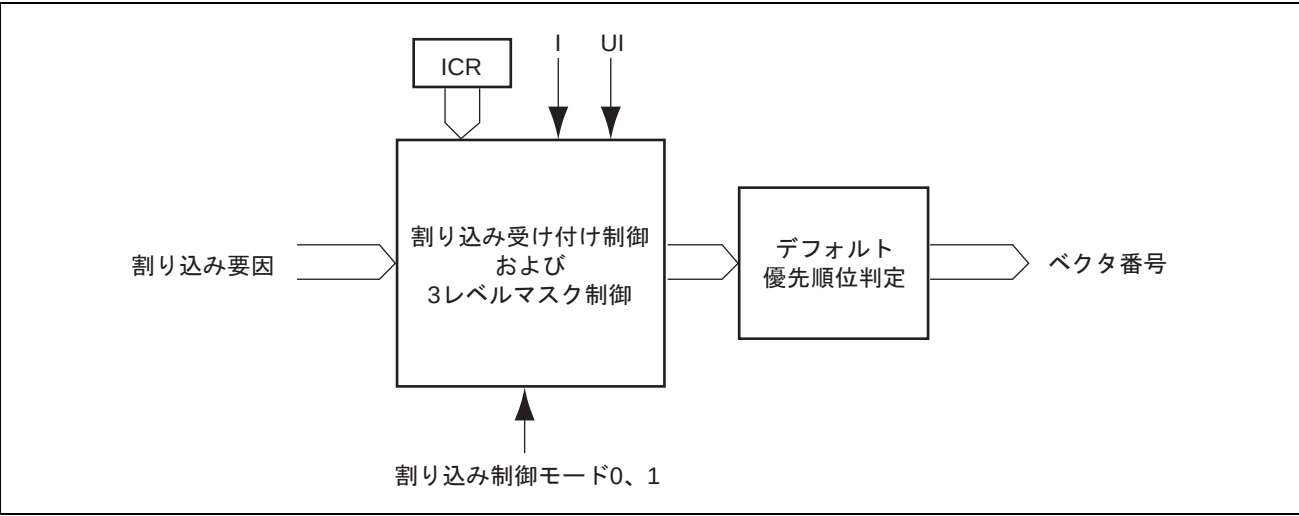


図 6.6 割り込み制御動作のブロック図

(1) 割り込み受け付け制御および 3 レベル制御

割り込み制御モード 0、1 のとき、CCR の I、UI ビット、および ICR（割り込みコントロールレベル）により割り込み受け付け制御、3 レベルのマスク制御を行います。

表 6.8 に、割り込み制御モードと選択可能な割り込みについて示します。

表 6.8 割り込み制御モードと選択される割り込み

割り込み制御モード	割り込みマスクビット		選択される割り込み
	I	UI	
0	0	*	すべての割り込み（割り込みコントロールレベル 1 を優先）
	1	*	NMI 割り込み、アドレスブレイク割り込み
1	0	*	すべての割り込み（割り込みコントロールレベル 1 を優先）
	1	0	NMI、アドレスブレイク割り込みおよび割り込みコントロールレベル 1 の割り込み
		1	NMI、アドレスブレイク割り込み

【記号説明】

*：Don't care

(2) デフォルト優先順位判定

選択された割り込みについて優先順位を判定し、ベクタ番号を生成します。

ICR に対して同じ値を設定した場合には、複数の割り込み要因の受け付けが許可されることになるため、あらかじめデフォルトで設定した優先順位に従って最も優先順位の高い割り込み要因のみを選択し、ベクタ番号を生成します。

受け付けられた割り込み要因よりも低い優先順位をもった割り込み要因は保留されます。

表 6.9 に割り込み制御モードと動作および制御信号機能を示します。

表 6.9 割り込み制御モードと動作および制御信号機能

割り込み制御モード	設 定			割り込み受け付け制御 3 レベル制御			デフォルト優先順位判定
	INTM1	INTM0		I	UI	ICR	
0	0	0	○	IM	—	PR	○
1		1	○	IM	IM	PR	○

【記号説明】

○： 割り込み動作制御を行います。

IM： 割り込みマスクビットとして使用します。

PR： 優先順位を設定します。

—：使用しません。

6. 割り込みコントローラ

6.6.1 割り込み制御モード 0

割り込み制御モード 0 では NMI とアドレスブレイク割り込みを除く割り込み要求は、ICR および CPU の CCR の I ビットによってマスク制御されます。割り込み受け付け動作のフローチャートを図 6.7 に示します。

1. 割り込みイネーブルビットが1にセットされている割り込み要因が発生すると、割り込み要求が割り込みコントローラに送られます。
2. 割り込みコントローラは、ICRに設定された割り込みコントロールレベルに従って優先度の高い割り込みコントロールレベル1の割り込み要求を選択し、割り込みコントロールレベル0の割り込み要求は保留します。このとき、複数の割り込み要求があるときは割り込みコントローラは優先順位に従って最も優先度の高い割り込み要求を選択してCPUに対して割り込み処理を要求し、その他は保留します。
3. CCRのIビットが1にセットされているときは、割り込みコントローラはNMIとアドレスブレイク以外の割り込み要求を保留します。Iビットが0にクリアされているときは、割り込み要求を受け付けます。
4. CPUは割り込み要求を受け付けると、実行中の命令の処理が終了した後、割り込み例外処理を開始します。
5. 割り込み例外処理によって、PCとCCRがスタック領域に退避されます。PCにはリターン後に実行する最初の命令のアドレスが退避されます。
6. CCRのIビットを1にセットします。これにより、NMIとアドレスブレイク割り込みを除く割り込みはマスクされます。
7. CPUは受け付けた割り込み要求に対応するベクタアドレスを生成し、ベクタテーブルから割り込みルーチン開始アドレスを読み取って割り込み処理を開始します。

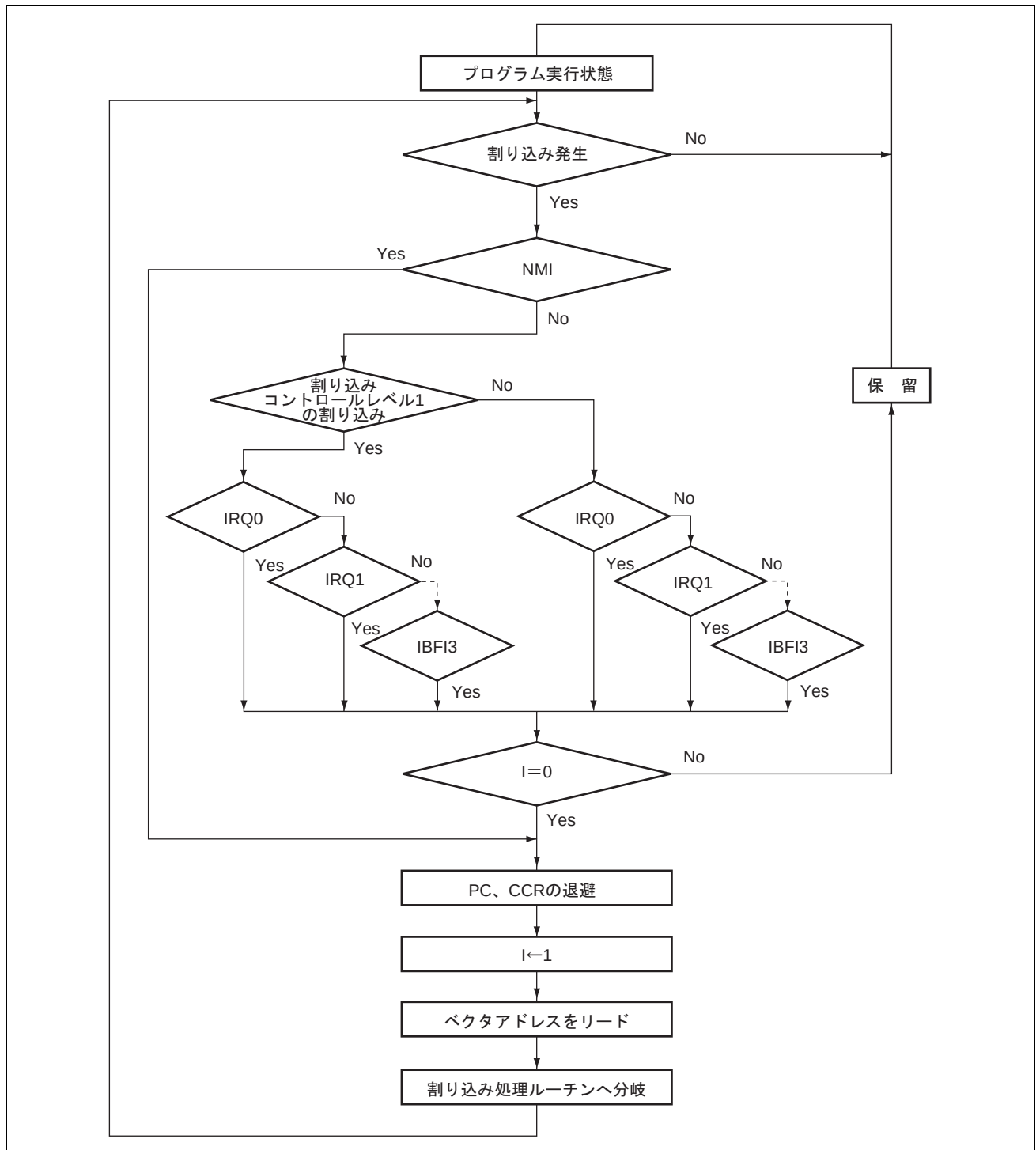


図 6.7 割り込み制御モード 0 の割り込み受け付けまでのフロー

6. 割り込みコントローラ

6.6.2 割り込み制御モード 1

割り込み制御モード 1 では NMI とアドレスブレイク割り込みを除く割り込み要求は、ICR および CPU の CCR の I、UI ビットによって 3 レベルのマスク制御を行います。

- 割り込みコントロールレベル0の割り込み要求は、CCRのIビットが0にクリアされているときは割り込み要求を受け付けます。Iビットが1にセットされているときは割り込み要求を保留します。
- 割り込みコントロールレベル1の割り込み要求は、CCRのIビット、またはUIビットが0にクリアされているときは割り込み要求を受け付けます。Iビット、およびUIビットがいずれも1にセットされているときは割り込み要求を保留します。

たとえば各割り込み要求に対応する割り込みイネーブルビットを1にセット、ICRA～ICRDをそれぞれH'20、H'00、H'00、H'00 に設定した場合（IRQ2、IRQ3 割り込みをコントロールレベル 1 に、その他の割り込みをコントロールレベル 0 に設定）、次のようになります。このときの状態遷移を図 6.8 に示します。

- I=0のときはすべての割り込み要求を受け付けます。
（優先順位：NMI>IRQ2>IRQ3>IRQ0>IRQ1…）
- I=1、UI=0のときはNMI、IRQ2、IRQ3とアドレスブレイクの割り込み要求のみを受け付けます。
- I=1、UI=1のときはNMIとアドレスブレイクの割り込み要求のみを受け付けます。

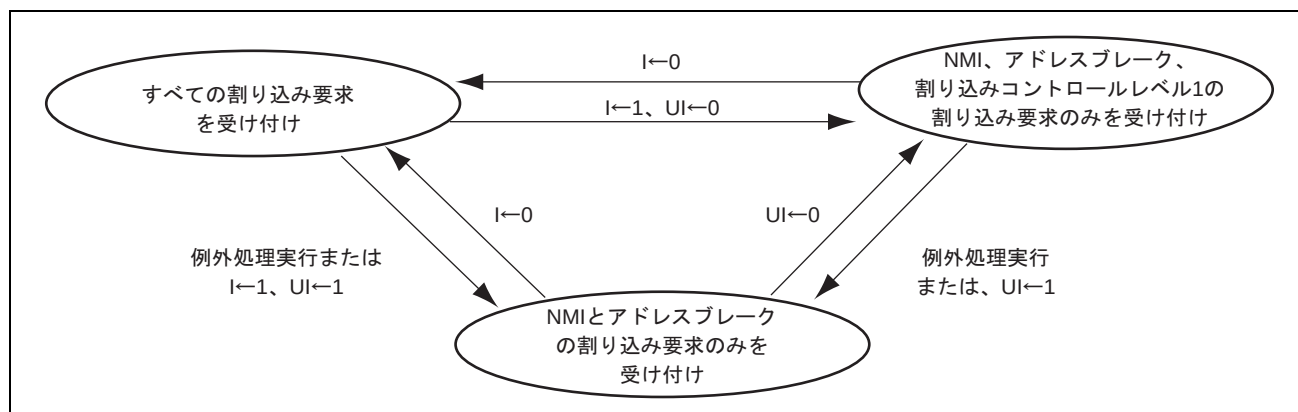


図 6.8 割り込み制御モード 1 の状態遷移

割り込み受け付けの動作フローチャートを図 6.9 に示します。

1. 割り込みイネーブルビットが1にセットされている割り込み要因が発生すると、割り込み要求が割り込みコントローラに送られます。
2. 割り込みコントローラは、ICRに設定された割り込みコントロールレベルに従って優先度の高い割り込みコントロールレベル1の割り込み要求を選択し、割り込みコントロールレベル0の割り込み要求は保留します。このとき、複数の割り込み要求があるときは割り込みコントローラは優先順位に従って最も優先度の高い割り込み要求を選択してCPUに対して割り込み処理を要求し、その他は保留します。
3. 割り込みコントロールレベル1の割り込み要求は、Iビットが0にクリアされているとき、またはIビットが1にセットされ、UIビットが0にクリアされているときに受け付けます。
割り込みコントロールレベル0の割り込み要求は、Iビットが0にクリアされているときに受け付けます。
Iビットが1にセットされているときはNMIとアドレスブレイクの割り込み要求のみ受け付け、その他は保留します。
I、UIビットがいずれも1にセットされているときはNMIとアドレスブレイクの割り込み要求のみ受け付け、その他は保留します。
Iビットが0にクリアされているときは、UIビットの影響を受けません。
4. CPUは割り込み要求を受け付けると、実行中の命令の処理が終了した後、割り込み例外処理を開始します。
5. 割り込み例外処理によって、PCとCCRがスタック領域に退避されます。PCにはリターン後に実行する最初の命令のアドレスが退避されます。
6. CCRのI、UIビットを1にセットします。これにより、NMIとアドレスブレイクを除く割り込みがマスクされます。
7. CPUは受け付けた割り込み要求に対応するベクタアドレスを生成し、ベクタテーブルから割り込みルーチン開始アドレスを読み取って割り込み処理を開始します。

6. 割り込みコントローラ

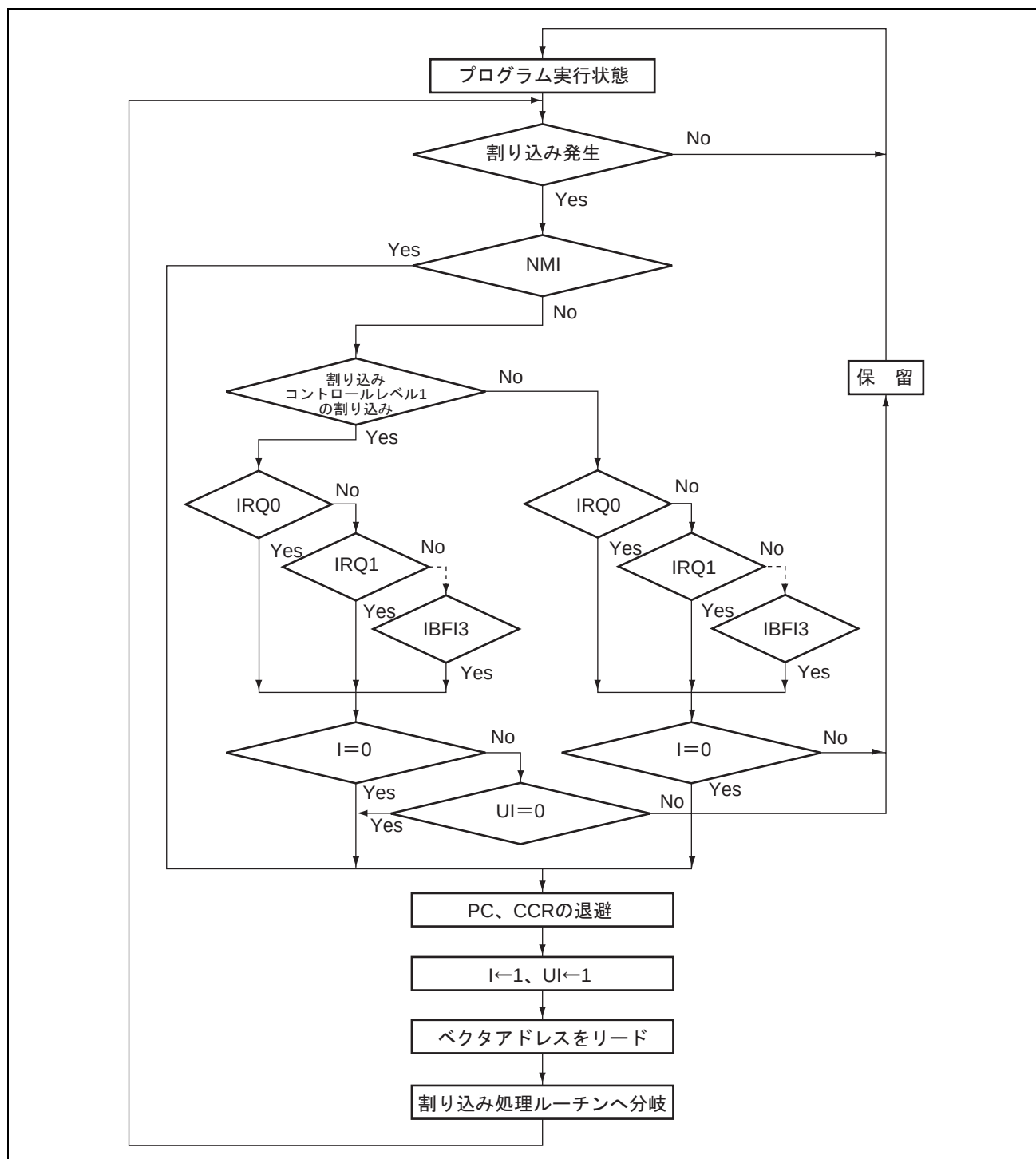


図 6.9 割り込み制御モード 1 の割り込み受け付けまでのフロー

6.6.3 割り込み例外処理シーケンス

図 6.10 に割り込み例外処理シーケンスを示します。アドバンスドモードで割り込み制御モード 0、プログラム領域およびスタック領域を内蔵メモリの場合の例です。

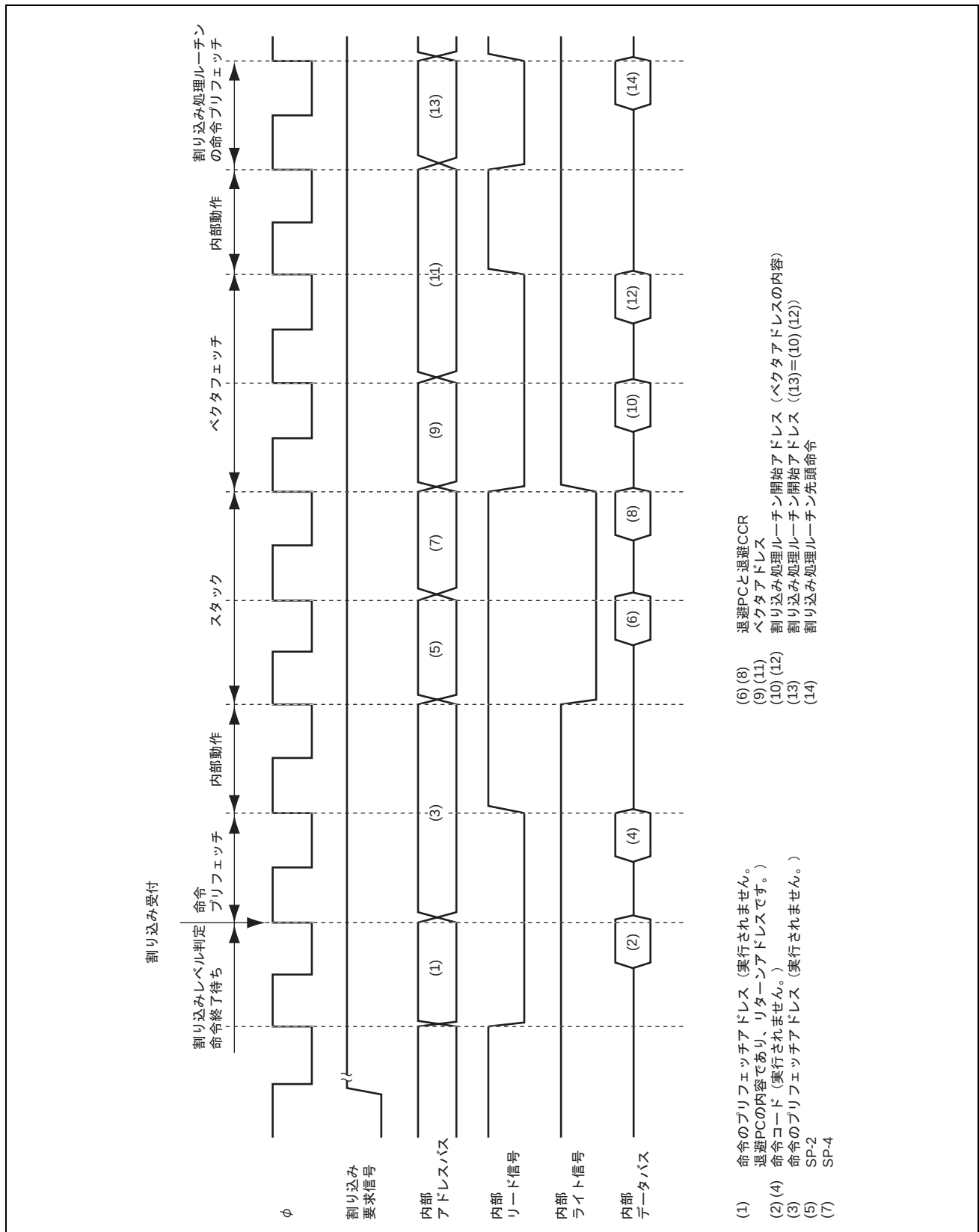


図 6.10 割り込み例外処理

6. 割り込みコントローラ

6.6.4 割り込み応答時間

割り込み要求が発生してから、割り込み例外処理ルーチンの先頭命令が実行されるまでの割り込み応答時間を表 6.10 に示します。

表 6.10 割り込み応答時間

No.	実行状態	アドバンスモード
1	割り込み優先順位判定 ^{*1}	3
2	実行中の命令が終了するまでの待ちステート数 ^{*2}	1～21
3	PC、CCR のスタック	2
4	ベクタフェッチ	2
5	命令フェッチ ^{*3}	2
6	内部処理 ^{*4}	2
合計（内蔵メモリ使用時）		12～32

【注】 *1 内部割り込みの場合 2 ステートとなります。

*2 MULXS、DIVXS 命令について示しています。

*3 割り込み受け付け後のプリフェッチおよび割り込み処理ルーチンのプリフェッチです。

*4 割り込み受け付け後の内部処理およびベクタフェッチ後の内部処理です。

6.7 アドレスブレイク

6.7.1 特長

本 LSI では、ABRKCR、BAR の設定により、CPU による特定アドレスのプリフェッチを判定し、アドレスブレイク割り込みを発生させることができます。このアドレスブレイク割り込みが発生すると、アドレスブレイク割り込み例外処理を実行します。

本機能によりプログラム上、バグの箇所の実行開始を検出し修正プログラムへ分岐するなどの応用が可能です。

6.7.2 ブロック図

アドレスブレイクのブロック図を図 6.11 に示します。

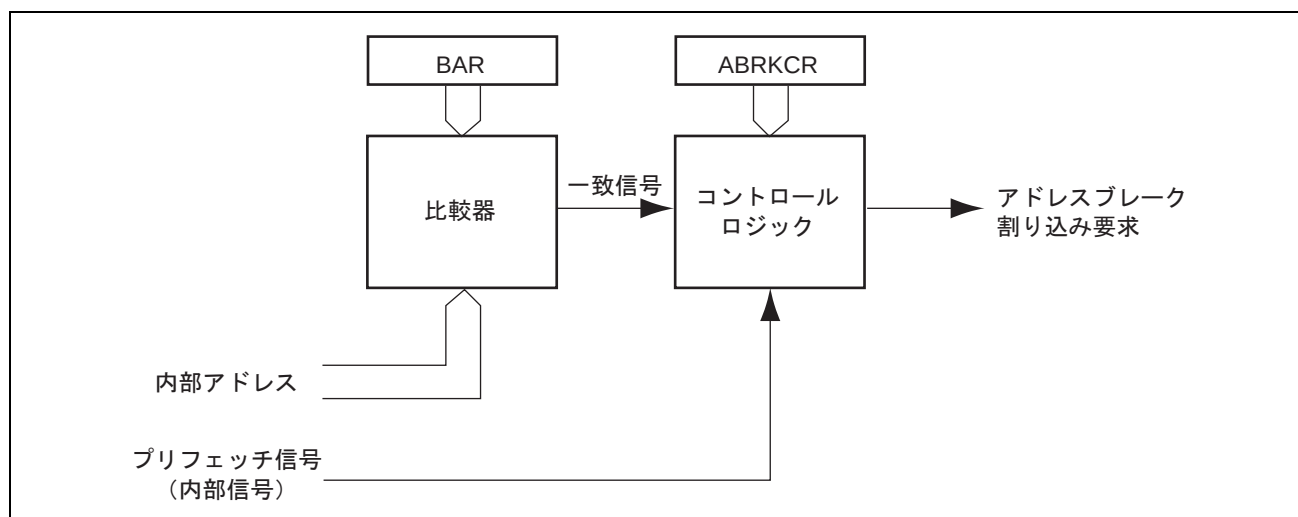


図 6.11 アドレスブレイクのブロック図

6.7.3 動作説明

ABRKCR、BAR の設定により、BAR に設定されたアドレスを CPU がプリフェッチしたときに、アドレスブレイク割り込みを発生させることができます。このアドレスブレイク機能は、プリフェッチした時点で割り込みコントローラに対して、割り込み要求を発生し、割り込みコントローラで優先順位を判定します。割り込みが受け付けられると、そのとき実行中の命令が終了した後、割り込み例外処理を起動します。なお、アドレスブレイク割り込みでは CPU の CCR の I、UI ビットによる割り込みマスク制御は無効です。

アドレスブレイクを使用するときは、次のように各レジスタを設定します。

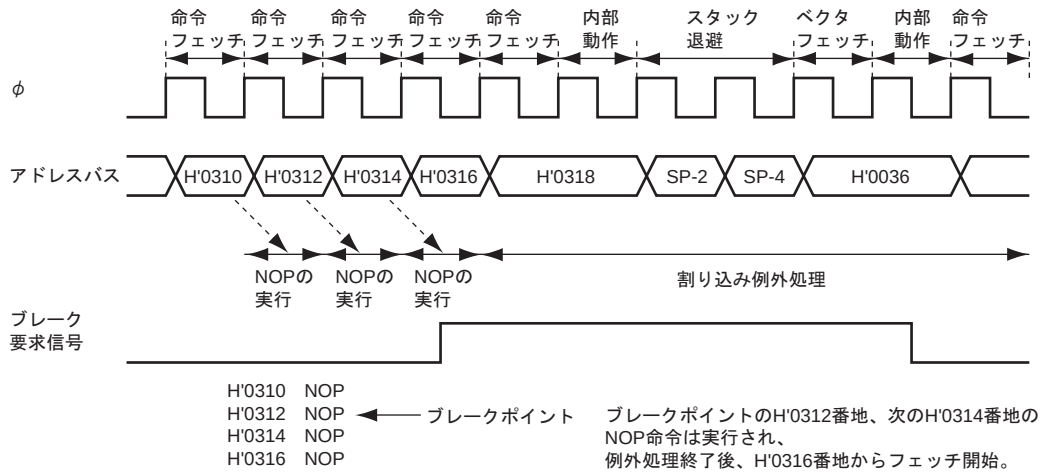
1. ブレイクアドレスをBARのA23～A1ビットに設定します。
2. ABRKCRのBIEビットを1にセットしてアドレスブレイクを許可します。
BIEビットを0にクリアしている場合、アドレスブレイクは要求されません。

設定条件が成立すると、ABRKCR の CMF フラグが 1 にセットされ、割り込みを要求します。割り込み処理ルーチンで、必要に応じて要因の判定を行ってください。

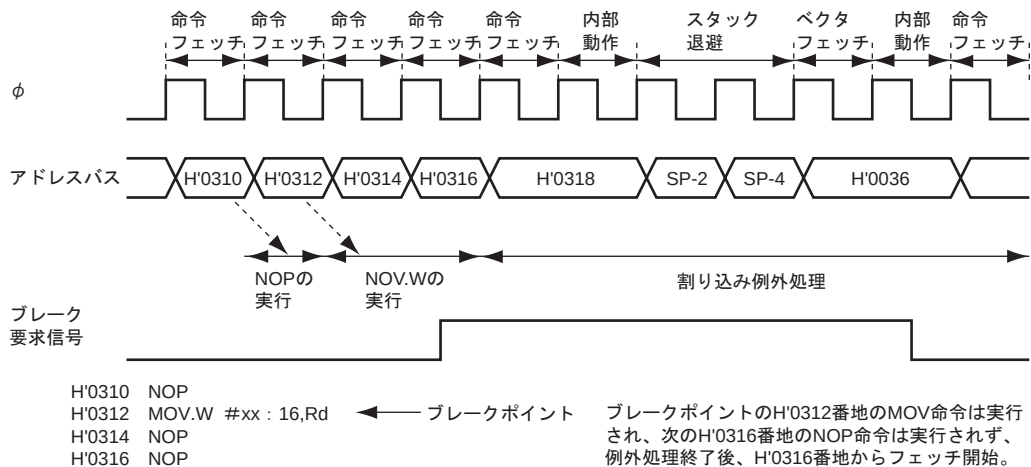
6.7.4 使用上の注意事項

1. アドレスブレイクでは、ブレイクアドレスを命令の第1バイトが存在するアドレスにしてください。その他のアドレスでは、条件成立とみなされない場合があります。
2. BARで設定したアドレスの直前の命令にブランチ命令（Bcc、BSR）、ジャンプ命令（JMP、JSR）、RTS 命令、RTE命令を配置した場合、これらの命令の実行により当該アドレスに対するプリフェッチ信号が出力され、アドレスブレイクが要求される場合があります。これらの命令の直後のアドレスに対するブレイクアドレスの設定を行わない、あるいは割り込み処理ルーチンで、本来の条件成立による割り込み処理であったかの判定を行う、などの対策が必要です。
3. アドレスブレイク割り込みは、内部プリフェッチ信号とアドレスの組み合わせにより発生しますので、設定したアドレスの命令および直前の命令内容、実行サイクルにより、割り込み例外処理の入るタイミングが異なります。図6.12にアドレスタイミング例を示します。

- (1) プログラム領域・内蔵メモリで、ブレークアドレスを指定した命令が1ステート実行命令時



- (2) プログラム領域・内蔵メモリで、ブレークアドレスを指定した命令が2ステート実行命令時



- (3) プログラム領域・内蔵メモリ（2ステートアクセス・16ビットバスアクセス）で、ブレークアドレスを指定した命令が1ステート実行命令時

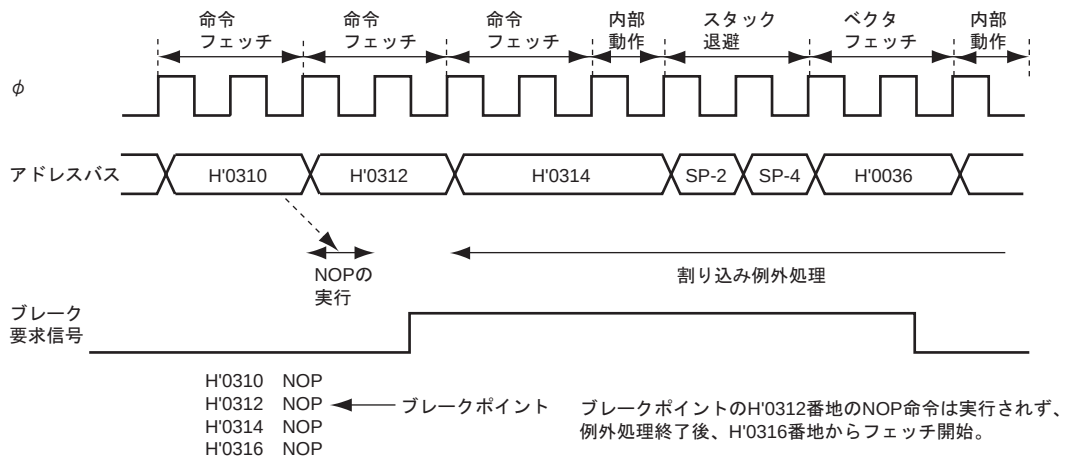


図 6.12 アドレスブレークタイミング例

6.8 使用上の注意事項

6.8.1 割り込みの発生とディスエーブルとの競合

割り込みイネーブルビットをクリアして割り込み要求をマスクする場合、割り込みのマスクはその命令実行終了後に有効になります。BCLR 命令、MOV 命令等で割り込みイネーブルビットをクリアする場合、命令実行中にその割り込みが発生すると、命令実行終了時点では当該割り込みはイネーブル状態にあるため、命令実行終了後にその割り込み例外処理を開始します。ただし、その割り込みより優先順位の高い割り込み要求がある場合には優先順位の高い割り込み例外処理を実行し、その割り込みは無視されます。割り込み要因フラグを 0 にクリアする場合も同様です。TMR の TCR の CMIEA ビットを 0 にクリアする場合の例を図 6.13 に示します。なお、割り込みをマスクした状態でイネーブルビットまたは割り込み要因フラグを 0 にクリアすれば、上記の競合は発生しません。

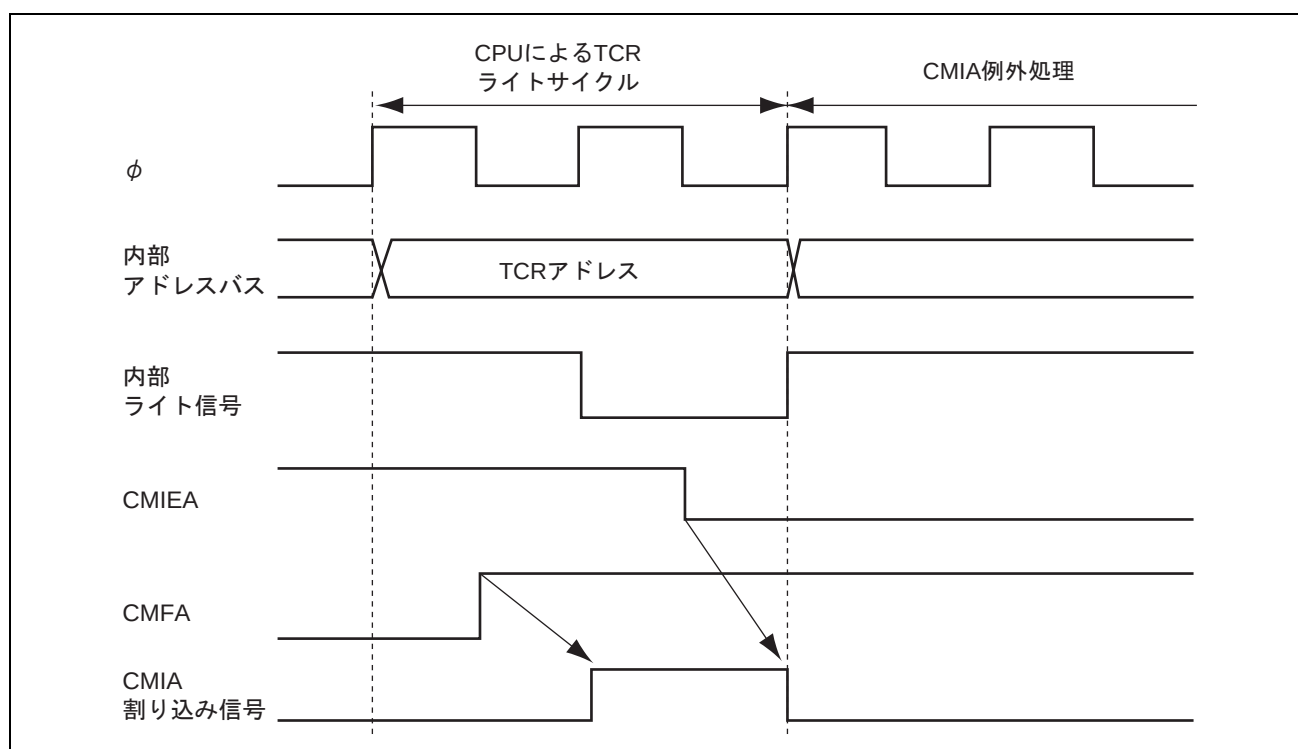


図 6.13 割り込みの発生とディスエーブルの競合

6.8.2 割り込みを禁止している命令

実行直後に割り込み要求を受け付けられない命令として、LDC、ANDC、ORC、XORC 命令があります。これらの命令実行終了後は NMI 割り込みを含めて割り込みが禁止され、必ず次の命令を実行します。これらの命令により I ビットまたは UI ビットを設定した場合、命令実行終了の 2 ステート後に新しい値が有効になります。

6.8.3 EEPMOV 命令実行中の割り込み

EEPMOV.B 命令と EEPMOV.W 命令では、割り込み動作が異なります。

EEPMOV.B 命令のときは、転送中に NMI を含めた割り込み要求があっても転送終了まで割り込みを受け付けません。

EEPMOV.W 命令のときは、転送中に割り込み要求があった場合、転送サイクルの切れ目で割り込み例外処理が開始されます。このときスタックされる PC の値は次の命令のアドレスとなります。このため、EEPMOV.W 命令実行中に割り込みが発生する場合には、以下のプログラムとしてください。

```
L1:      EEPMOV.W
        MOV.W    R4, R4
        BNE     L1
```

6.8.4 ベクタアドレスの切り替え

H8S/2140B グループ互換ベクタモードと拡張ベクタモードの切り替えは、割り込みが発生しない状態で行ってください。

$\overline{\text{KIN15}} \sim \overline{\text{KIN0}}$ 端子および $\overline{\text{WUE15}} \sim \overline{\text{WUE0}}$ 端子が Low レベルで入力許可状態のときに EIVS=0 から EIVS=1 に切り替えを行うと、立ち下がりエッジを検出し割り込みを入力した状態となります。切り替えは $\overline{\text{KIN15}} \sim \overline{\text{KIN0}}$ 端子および $\overline{\text{WUE15}} \sim \overline{\text{WUE0}}$ 端子を High レベルとし、入力禁止状態で行ってください。

6.8.5 ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時の外部割り込み端子について

- ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時に外部割り込み端子 ($\overline{\text{IRQ15}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$ 、 $\overline{\text{ExIRQ15}} \sim \overline{\text{ExIRQ6}}$ 、 $\overline{\text{KIN15}} \sim \overline{\text{KIN0}}$ 、 $\overline{\text{WUE15}} \sim \overline{\text{WUE0}}$) として使用する場合は端子をフローティングとしないでください。
- ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時に外部割り込み端子 ($\overline{\text{IRQ7}}$ 、 $\overline{\text{IRQ6}}$ 、 $\overline{\text{ExIRQ15}} \sim \overline{\text{ExIRQ8}}$ 、 $\overline{\text{KIN7}} \sim \overline{\text{KIN0}}$ 、 $\overline{\text{WUE15}} \sim \overline{\text{WUE8}}$) を使用する場合、ノイズキャンセラはディスエーブルとしてください。

6.8.6 ノイズキャンセラの切り替え

ノイズキャンセラの切り替えは外部割り込み端子 ($\overline{\text{IRQ7}}$ 、 $\overline{\text{IRQ6}}$ 、 $\overline{\text{ExIRQ15}} \sim \overline{\text{ExIRQ8}}$ 、 $\overline{\text{KIN7}} \sim \overline{\text{KIN0}}$ 、 $\overline{\text{WUE15}} \sim \overline{\text{WUE8}}$) を High レベルの状態で行ってください。

6.8.7 IRQ ステータスレジスタ (ISR) について

リセット後の端子状態により $\text{IRQnF}=1$ となっていることがあるので、リセット後に必ず ISR をリードし、0 をライトしてください。(n=15~0)

7. バスコントローラ (BSC)

本 LSI には、外部拡張機能がないため、バスコントローラの機能は内蔵していません。しかし、類似製品とのソフトウェアの流用性などを考慮し、バスコントローラ関連の制御レジスタを不適切な値に設定しないよう注意する必要があります。

7.1 レジスタの説明

BSC には以下のレジスタがあります。

表 7.1 レジスタ構成

レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
バスコントロールレジスタ	BCR	R/W	H'D3	H'FFC6	8
ウェイトステートコントロールレジスタ	WSCR	R/W	H'F3	H'FFC7	8

7.1.1 バスコントロールレジスタ (BCR)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	ICIS0	1	R/W	アイドルサイクル挿入 初期値を変更しないでください。
5	BRSTRM	0	R/W	バースト ROM イネーブル 初期値を変更しないでください。
4	BRSTS1	1	R/W	バーストサイクルセレクト 1 初期値を変更しないでください。
3	BRSTS0	0	R/W	バーストサイクルセレクト 0 初期値を変更しないでください。
2	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
1	IOS1	1	R/W	IOS セレクト 1、0
0	IOS0	1	R/W	初期値を変更しないでください。

7. バスコントローラ (BSC)

7.1.2 ウェイトステートコントロールレジスタ (WSCR)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7、6	—	すべて 1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
5	ABW	1	R/W	バス幅コントロール 初期値を変更しないでください。
4	AST	1	R/W	アクセスステートコントロール 初期値を変更しないでください。
3	WMS1	0	R/W	ウェイトモードセレクト 1、0 初期値を変更しないでください。
2	WMS0	0	R/W	
1	WC1	1	R/W	ウェイトカウント 1、0 初期値を変更しないでください。
0	WC0	1	R/W	

8. I/O ポート

ポート機能一覧を表 8.1 に示します。各ポートは周辺モジュールの入出力端子や割り込み入力と端子を兼用しています。入出力ポートには入出力を制御するデータディレクションレジスタ（DDR）、出力データを格納するデータレジスタ（DR）、端子の状態をリードするポート入力データレジスタ（PIN）があります。ポート E には DDR、DR はありません。

ポート 1～3、6、9、B～D、F、H には、入力プルアップ MOS が内蔵されており、プルアップ MOS コントロールレジスタ（PCR）で入力プルアップ MOS のオン／オフを制御できます。

また、ポート 1～3、C、D は LED を駆動する（シンク電流 5mA）ことができます。また、P52、P97、ポート A、G は、NMOS プッシュプル出力、5V Tolerant 入力となっています。PE4、PE2～PE0 は 5V Tolerant 入力となっています。

表 8.1 ポート機能一覧

ポート名	概要	ビット	機能			入力プルアップ MOS 機能	LED 駆動可能 (シンク電流 5mA)	ノイズキャンセラ内蔵
			入出力	入力	出力			
ポート 1	ウェイクアップ入力端子と兼用汎用入出力ポート	7	P17	WUE7	—	○	○	—
		6	P16	WUE6	—			
		5	P15	WUE5	—			
		4	P14	WUE4	—			
		3	P13	WUE3	—			
		2	P12	WUE2	—			
		1	P11	WUE1	—			
		0	P10	WUE0	—			
ポート 2	汎用入出力ポート	7	P27	—	—	○	○	—
		6	P26	—	—			
		5	P25	—	—			
		4	P24	—	—			
		3	P23	—	—			
		2	P22	—	—			
		1	P21	—	—			
		0	P20	—	—			

8. I/O ポート

ポート名	概要	ピ ツ ト	機能			入力ブル アップ MOS 機能	LED 駆動可能 (シンク電流 5mA)	ノイズ キャンセ ラ内蔵
			入出力	入力	出力			
ポート 3	LPC 入出力と兼用 汎用入出力ポート	7	P37/SERIRQ	—	—	○	○	—
		6	P36	LCLK	—			
		5	P35	$\overline{\text{LRESET}}$	—			
		4	P34	$\overline{\text{LFRAME}}$	—			
		3	P33/LAD3	—	—			
		2	P32/LAD2	—	—			
		1	P31/LAD1	—	—			
		0	P30/LAD0	—	—			
ポート 4	PWMU_B 出力、 TCM 入力、TMR_0、 TMR_1 入出力と兼用 汎用入出力ポート	7	P47	—	PWMU5B	—	—	○
		6	P46	—	PWMU4B			
		5	P45	TCMCKI2/TCMMCI2	PWMU3B			
		4	P44	TCMCYI2	PWMU2B/TMO1			
		3	P43	TMI1/TCMCKI1/TCMMCI1	—			
		2	P42	TCMCYI1	—			
		1	P41	TCMCKI0/TCMMCI0	TMO0			
		0	P40	TMI0/TCMCYI0	—			
ポート 5	SMBUS/IIC_0、SCIF 入出力と兼用汎用入出 力ポート	2	P52/SCL0	—	—	—	—	—
		1	P51	FRxD	—			
		0	P50	—	FTxD			
ポート 6	割り込み入力、 キーボード入力と兼用 汎用入出力ポート	7	P67	$\overline{\text{IRQ7/KIN7}}$	—	○	—	○
		6	P66	$\overline{\text{IRQ6/KIN6}}$	—			
		5	P65	$\overline{\text{KIN5}}$	—			
		4	P64	$\overline{\text{KIN4}}$	—			
		3	P63	$\overline{\text{KIN3}}$	—			
		2	P62	$\overline{\text{KIN2}}$	—			
		1	P61	$\overline{\text{KIN1}}$	—			
		0	P60	$\overline{\text{KIN0}}$	—			

ポート名	概要	ビット	機能			入力プル アップ MOS 機能	LED 駆動可能 (シンク電流 5mA)	ノイズ キャンセ ラ内蔵
			入出力	入力	出力			
ポート 7	A/D 変換器アナログ 入力と兼用汎用入力 ポート	7	—	P77/AN7	—	—	—	—
		6	—	P76/AN6	—			
		5	—	P75/AN5	—			
		4	—	P74/AN4	—			
		3	—	P73/AN3	—			
		2	—	P72/AN2	—			
		1	—	P71/AN1	—			
		0	—	P70/AN0	—			
ポート 8	割り込み入力、 SCI_1、LPC 入出力と 兼用汎用入出力ポート	6	P86/SCK1	$\overline{\text{IRQ5}}$	—	—	—	—
		5	P85	$\overline{\text{IRQ4/RxD1}}$	—			
		4	P84	$\overline{\text{IRQ3}}$	TxD1			
		3	P83	$\overline{\text{LPCPD}}$	—			
		2	P82/CLKRUN	—	—			
		1	P81/GA20	—	—			
		0	P80/PME	—	—			
ポート 9	外部サブクロック、 割り込み入力、 SMBUS/IIC_0 入出力、 システムクロック出力 と兼用汎用入出力 ポート	7	P97/SDA0	$\overline{\text{IRQ15}}$	—	— ○	—	—
		6	P96	EXCL	Φ			
		5	P95	$\overline{\text{IRQ14}}$	—			
		4	P94	$\overline{\text{IRQ13}}$	—			
		3	P93	$\overline{\text{IRQ12}}$	—			
		2	P92	$\overline{\text{IRQ0}}$	—			
		1	P91	$\overline{\text{IRQ1}}$	—			
		0	P90	$\overline{\text{IRQ2}}$	—			
ポート A	キーボード入力、 PS2 入出力と兼用汎用 入出力ポート	7	PA7	$\overline{\text{KIN15}}$	—	—	—	—
		6	PA6	$\overline{\text{KIN14}}$	—			
		5	PA5/PS2BD	$\overline{\text{KIN13}}$	—			
		4	PA4/PS2BC	$\overline{\text{KIN12}}$	—			
		3	PA3/PS2AD	$\overline{\text{KIN11}}$	—			
		2	PA2/PS2AC	$\overline{\text{KIN10}}$	—			
		1	PA1	$\overline{\text{KIN9}}$	—			
		0	PA0	$\overline{\text{KIN8}}$	—			

8. I/O ポート

ポート名	概要	ビット	機能			入力ブル アップ MOS 機能	LED 駆動可能 (シンク電流 5mA)	ノイズ キャンセ ラ内蔵
			入出力	入力	出力			
ポート B	LPC、SCIF 入出力、 PWMU_B 出力と兼用 汎用入出力ポート	7	PB7	—	RTS	○	—	—
		6	PB6	CTS	—			
		5	PB5	—	DTR			
		4	PB4	DSR	—			
		3	PB3	DCD	PWMU1B			
		2	PB2	RI	PWMU0B			
		1	PB1/LSCI	—	—			
		0	PB0/LSMI	—	—			
ポート C	ウェイクアップ入力、 TPU 入出力と兼用汎用 入出力ポート	7	PC7/TIOCB2	WUE15/TCLKD	—	○	○	○
		6	PC6/TIOCA2	WUE14	—			
		5	PC5/TIOCB1	WUE13/TCLKC	—			
		4	PC4/TIOCA1	WUE12	—			
		3	PC3/TIOCD0	WUE11/TCLKB	—			
		2	PC2/TIOCC0	WUE10/TCLKA	—			
		1	PC1/TIOCB0	WUE9	—			
		0	PC0/TIOCA0	WUE8	—			
ポート D	A/D 変換アナログ入力 と兼用汎用入出力 ポート	7	PD7	—	—	○	○	—
		6	PD6	—	—			
		5	PD5	—	—			
		4	PD4	—	—			
		3	PD3	AN11	—			
		2	PD2	AN10	—			
		1	PD1	AN9	—			
		0	PD0	AN8	—			
ポート E	外部サブクロック入 力、エミュレータ入出 力と兼用汎用入力ポー ト	4	—	PE4*/ETMS	—	—	—	—
		3	—	PE3*	ETDO			
		2	—	PE2*/ETDI	—			
		1	—	PE1*/ETCK	—			
		0	—	PE0/ExEXCL	—			

ポート名	概要	ビット	機能			入力ブル アップ MOS 機能	LED 駆動可能 (シンク電流 5mA)	ノイズ キャンセ ラ内蔵
			入出力	入力	出力			
ポート F	割り込み入力、 TMR_X、TMR_Y、 PWMU_A 出力と兼用 汎用入出力ポート	7	PF7	—	PWMU5A	○	—	—
		6	PF6	—	PWMU4A			
		5	PF5	—	PWMU3A			
		4	PF4	—	PWMU2A			
		3	PF3	$\overline{\text{IRQ11}}$	TMOX			
		2	PF2	$\overline{\text{IRQ10}}$	TMOY			
		1	PF1	$\overline{\text{IRQ9}}$	PWMU1A			
		0	PF0	$\overline{\text{IRQ8}}$	PWMU0A			
ポート G	割り込み、 TMR_X、TMR_Y 入力、 IIC_2 入出力と兼用汎 用入出力ポート	7	PG7/SCLD	$\overline{\text{ExIRQ15}}$	—	—	—	○
		6	PG6/SDAD	$\overline{\text{ExIRQ14}}$	—			
		5	PG5/SCLC	$\overline{\text{ExIRQ13}}$	—			
		4	PG4/SDAC	$\overline{\text{ExIRQ12}}$	—			
		3	PG3/SCLB	$\overline{\text{ExIRQ11}}$	—			
		2	PG2/SDAB	$\overline{\text{ExIRQ10}}$	—			
		1	PG1/SCLA	$\overline{\text{ExIRQ9/TMIY}}$	—			
		0	PG0/SDAA	$\overline{\text{ExIRQ8/TMIX}}$	—			
ポート H	割り込み入力と兼用汎 用入出力ポート	5	PH5	—	—	○	—	—
		4	PH4	—	—			
		3	PH3	—	—			
		2	PH2	—	—			
		1	PH1	$\overline{\text{ExIRQ7}}$	—			
		0	PH0	$\overline{\text{ExIRQ6}}$	—			

【注】 * システム開発ツール（エミュレータ）ではサポートしません。

8. I/O ポート

8.1 レジスタの説明

各ポートのレジスタを表 8.2 に示します。

表 8.2 各ポートのレジスタ構成

ポート	端子数	レジスタ								
		DDR	DR	PIN	PCR	ODR	NCE	NCMC	NCCS	NOCR
ポート 1	8	○	○	○*	○	—	—	—	—	—
ポート 2	8	○	○	○*	○	—	—	—	—	—
ポート 3	8	○	○	○*	○	—	—	—	—	—
ポート 4	8	○	○	○*	—	—	○	○	○	—
ポート 5	3	○	○	○*	—	—	—	—	—	—
ポート 6	8	○	○	○*	○	—	○	○	○	—
ポート 7	8	—	—	○	—	—	—	—	—	—
ポート 8	7	○	○	○*	—	—	—	—	—	—
ポート 9	8	○	○	○*	○	—	—	—	—	—
ポート A	8	○	—	○	—	○	—	—	—	—
ポート B	8	○	—	○	○*	○	—	—	—	—
ポート C	8	○	—	○	○*	○	○	○	○	○
ポート D	8	○	—	○	○*	○	—	—	—	○
ポート E	5	—	—	○	—	—	—	—	—	—
ポート F	8	○	—	○	○*	○	—	—	—	○
ポート G	8	○	—	○	—	○	○	○	○	○
ポート H	6	○	—	○	○*	○	—	—	—	○

【記号説明】

○：レジスタあり

—：レジスタなし

【注】 * ポートコントロールレジスタ 2 (PTCNT2) の PORTS ビットが 1 のときのみ有効

8.1.1 データディレクションレジスタ (PnDDR) (n=1~6、8、9、A~D、F~H)

DDR は、ポートの入出力をビットごとに指定するレジスタです。

P5DDR の上位 5 ビット、P8DDR の上位 1 ビットと PHDDR の上位 2 ビットがそれぞれリザーブビットです。

(1) PORTS=0 の場合

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	Pn7DDR	0	W	このビットを 1 にセットすると、対応する端子は出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートになります。 【注】 BSET、BCLR 等のビット操作命令での設定はできません。
6	Pn6DDR	0	W	
5	Pn5DDR	0	W	
4	Pn4DDR	0	W	
3	Pn3DDR	0	W	
2	Pn2DDR	0	W	
1	Pn1DDR	0	W	
0	Pn0DDR	0	W	

(2) PORTS=1 の場合

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	Pn7DDR	0	R/W	このビットを 1 にセットすると、対応する端子は出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートになります。
6	Pn6DDR	0	R/W	
5	Pn5DDR	0	R/W	
4	Pn4DDR	0	R/W	
3	Pn3DDR	0	R/W	
2	Pn2DDR	0	R/W	
1	Pn1DDR	0	R/W	
0	Pn0DDR	0	R/W	

8. I/O ポート

8.1.2 データレジスタ (PnDR) (n=1~6、8、9)

DR は、汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納するレジスタです。なお、P96DR ビットは P96 端子の状態により決定されるため、初期値は不定です。P5DR の上位 5 ビットと P8DR の上位 1 ビットはそれぞれリザーブビットです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	Pn7DR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。 PTCNT2 の PORTS=0 の場合、このレジスタをリードすると、PnDDR が 1 にセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PnDDR が 0 にクリアされているビットは端子の状態が読み出されます。 PTCNT2 の PORTS=1 の場合、このレジスタをリードすると、PnDDR の値に関わらず、常にこのレジスタの値が読み出されます。
6	Pn6DR	0	R/W	
5	Pn5DR	0	R/W	
4	Pn4DR	0	R/W	
3	Pn3DR	0	R/W	
2	Pn2DR	0	R/W	
1	Pn1DR	0	R/W	
0	Pn0DR	0	R/W	

8.1.3 入力データレジスタ (PnPIN) (n=1~9、A~H)

PIN は、ポートの端子の状態を反映する 8 ビットのリード専用レジスタです。PIN のライトは無効です。P5PIN の上位 5 ビット、P8PIN の上位 1 ビット、PEPIN の上位 3 ビットと PHPIN の上位 2 ビットはそれぞれリザーブビットです。

なお、P1PIN~P9PIN は PTCNT2 の PORTS=1 のときのみ有効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	Pn7PIN	不定*	R	このレジスタをリードすると、端子の状態が読み出されます。
6	Pn6PIN	不定*	R	
5	Pn5PIN	不定*	R	
4	Pn4PIN	不定*	R	
3	Pn3PIN	不定*	R	
2	Pn2PIN	不定*	R	
1	Pn1PIN	不定*	R	
0	Pn0PIN	不定*	R	

【注】 * Pn7~Pn0 端子の状態により決定されます。

8.1.4 プルアップ MOS コントロールレジスタ (PnPCR) (n=1~3、6、9、B~D、F、H)

PCR は、ポートの入力プルアップ MOS のオン／オフを制御するレジスタです。

端子が入力状態のとき、PCR が 1 にセットされているビットに対応する端子の入力プルアップ MOS がオンします。**表 8.3** に入力プルアップ MOS の状態を示します。P9PCR の上位 2 ビットと PHPCR の上位 2 ビットはそれぞれリザーブビットです。

なお、PBPCR~PDPCR、PFPCR、PHPCR は PTCNT2 の PORTS=1 のときのみ有効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	Pn7PCR	0	R/W	端子が入力状態のとき、このレジスタの 1 にセットされたビットに対応する端子の入力プルアップ MOS がオンします。
6	Pn6PCR	0	R/W	
5	Pn5PCR	0	R/W	
4	Pn4PCR	0	R/W	
3	Pn3PCR	0	R/W	
2	Pn2PCR	0	R/W	
1	Pn1PCR	0	R/W	
0	Pn0PCR	0	R/W	

- ポート 1~3、6、9 の場合

表 8.3 入力プルアップ MOS の状態 (1)

ポート	端子状態	リセット	ソフトウェアスタンバイモード	その他の動作
ポート 1~3、6、9	ポート出力	OFF		
	ポート入力	OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF： 入力プルアップ MOS は常にオフ状態です。

ON/OFF： PnDDR=0 かつ PnPCR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

8. I/O ポート

- ポートB～D、F、Hの場合

表 8.3 入力プルアップ MOS の状態 (2)

ポート	端子状態	リセット	ソフトウェア スタンバイモード	その他の動作
ポート B～D、F、H	ポート出力	OFF		
	ポート入力	OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF： 入力プルアップ MOS は常にオフ状態です。

ON/OFF：PTCNT2 の PORTS=0 の場合、端子が入力状態で PnDDR=0 かつ PnODR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

PTCNT2 の PORTS=1 の場合、端子が入力状態で PnDDR=0 かつ PnPCR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

8.1.5 出力データレジスタ (PnODR) (n=A～D、F～H)

ODR は、ポートの出力データを格納するレジスタです。PHODR の上位 2 ビットはリザーブビットです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	Pn7ODR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。
6	Pn6ODR	0	R/W	
5	Pn5ODR	0	R/W	
4	Pn4ODR	0	R/W	
3	Pn3ODR	0	R/W	
2	Pn2ODR	0	R/W	
1	Pn1ODR	0	R/W	
0	Pn0ODR	0	R/W	

8.1.6 ノイズキャンセライネーブルレジスタ (PnNCE) (n=4、6、C、G)

NCE は、ポート n 端子のノイズキャンセル回路のイネーブルとディスエーブルをビットごとに制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	Pn7NCE	0	R/W	このビットを 1 にセットするとノイズキャンセル回路をイネーブルにして、PnNCCS で設定したサンプリング周期で端子設定状態を P4DR、P6DR または PnPIN に取り込みます。
6	Pn6NCE	0	R/W	
5	Pn5NCE	0	R/W	
4	Pn4NCE	0	R/W	
3	Pn3NCE	0	R/W	
2	Pn2NCE	0	R/W	
1	Pn1NCE	0	R/W	
0	Pn0NCE	0	R/W	

8.1.7 ノイズキャンセラ判定制御レジスタ (PnNCMC) (n=4、6、C、G)

NCMC は、ポート n 端子の入力信号で 1 期待か 0 期待かをビットごとに制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	Pn7NCMC	0	R/W	1 期待：1 が安定入力時にポートデータレジスタに 1 が格納されます。 0 期待：0 が安定入力時にポートデータレジスタに 0 が格納されます。
6	Pn6NCMC	0	R/W	
5	Pn5NCMC	0	R/W	
4	Pn4NCMC	0	R/W	
3	Pn3NCMC	0	R/W	
2	Pn2NCMC	0	R/W	
1	Pn1NCMC	0	R/W	
0	Pn0NCMC	0	R/W	

8. I/O ポート

8.1.8 ノイズキャンセル周期設定レジスタ (PnNCCS) (n=4、6、C、G)

NCCS は、ノイズキャンセラのサンプリング周期を設定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～3	—	すべて 不定	R/W	リザーブビット リード値は不定です。ライトするときは 0 をライトしてください。
2	PnNCCK2	0	R/W	ノイズキャンセラのサンプリング周期を設定します。 $\Phi = 10\text{MHz}$ 時 000 : 0.80us $\Phi/2$ 001 : 12.8us $\Phi/32$ 010 : 3.3ms $\Phi/8192$ 011 : 6.6ms $\Phi/16384$ 100 : 13.1ms $\Phi/32768$ 101 : 26.2ms $\Phi/65536$ 110 : 52.4ms $\Phi/131072$ 111 : 104.9ms $\Phi/262144$
1	PnNCCK1	0	R/W	
0	PnNCCK0	0	R/W	

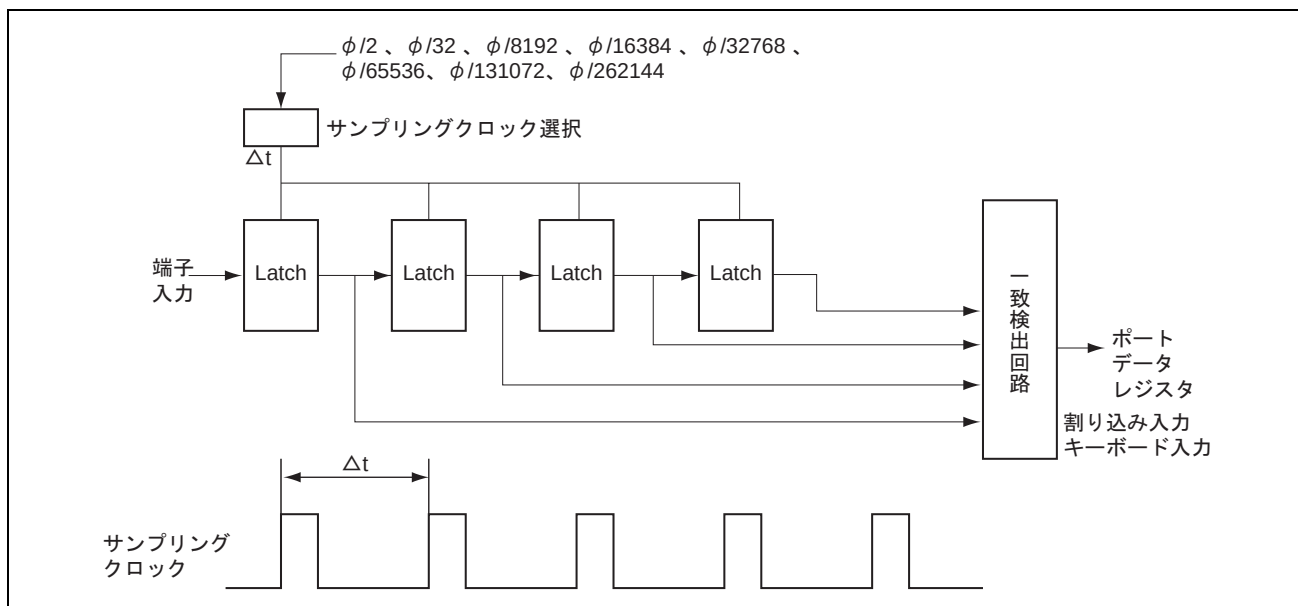


図 8.1 ノイズキャンセル回路

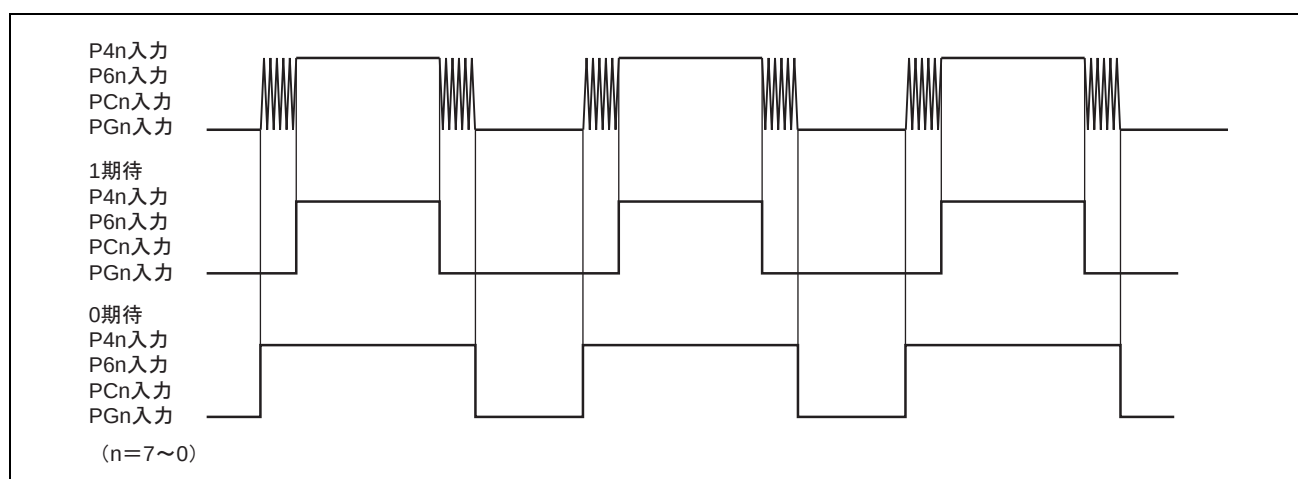


図 8.2 ノイズキャンセル動作概念図

8.1.9 ポート Nch-OD コントロールレジスタ (PnNOCR) (n=C、D、F、G、H)

NOCR は、出力に指定されたときの、ポート n の各端子の出力ドライバタイプをビットごとに指定します。
PHNOCR の上位 2 ビットはリザーブビットです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	Pn7NOCR	0	R/W	ポート C、D、F、H
6	Pn6NOCR	0	R/W	
5	Pn5NOCR	0	R/W	0: CMOS (P チャンネルドライバが有効)
4	Pn4NOCR	0	R/W	1: N チャンネルオープンドレイン (P チャンネルドライバが無効)
3	Pn3NOCR	0	R/W	ポート G
2	Pn2NOCR	0	R/W	
1	Pn1NOCR	0	R/W	0: NMOS プッシュプル出力 (Vcc 側 N チャンネルドライバが有効)
0	Pn0NOCR	0	R/W	1: N チャンネルオープンドレイン (Vcc 側 N チャンネルドライバが無効)

8. I/O ポート

8.1.10 出力バッファの MOS 状態

PTCNT2 の PORTS ビットの設定により、端子機能が切り替わります（ポート C、D、F、G、H）。

(1) PORTS=0 の場合

DDR	0		1			
NOCR	—		0		1	
ODR	0	1	0	1	0	1
Vss 側ドライバ	OFF		ON	OFF	ON	OFF
Vcc 側ドライバ	OFF		OFF	ON	OFF	
入力プルアップ MOS*	OFF	ON	OFF			
端子機能	入力端子		出力端子			

【注】 * ポート G には入力プルアップ MOS はありません。

(2) PORTS=1 の場合

DDR	0		1			
NOCR	—		0		1	
ODR	—		0	1	0	1
PCR	0	1	—			
Vss 側ドライバ	OFF		ON	OFF	ON	OFF
Vcc 側ドライバ	OFF		OFF	ON	OFF	
入力プルアップ MOS*	OFF	ON	OFF			
端子機能	入力端子		出力端子			

【注】 * ポート G には入力プルアップ MOS はありません。

8.2 端子機能

8.2.1 ポート 1

(1) P17/ $\overline{\text{WUE7}}$ 、P16/ $\overline{\text{WUE6}}$ 、P15/ $\overline{\text{WUE5}}$ 、P14/ $\overline{\text{WUE4}}$ 、P13/ $\overline{\text{WUE3}}$ 、P12/ $\overline{\text{WUE2}}$ 、P11/ $\overline{\text{WUE1}}$ 、P10/ $\overline{\text{WUE0}}$
P1nDDR ビットにより、次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMRB の WUEMRn ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{WUEn}}$ 入力端子になります。

P1nDDR	0	1
端子機能	P1n 入力端子	P1n 出力端子
	$\overline{\text{WUEn}}$ 入力端子	

(n=7~0)

8.2.2 ポート 2

(1) P27~P20

P2nDDR ビットにより、次のように切り替わります。

P2nDDR	0	1
端子機能	P2n 入力端子	P2n 出力端子

(n=7~0)

8.2.3 ポート 3

(1) P37/SERIRQ、P36/LCLK、P35/ $\overline{\text{LRESET}}$ 、P34/ $\overline{\text{LFRAME}}$ 、P33/LAD3、P32/LAD2、P31/LAD1、P30/LAD0
LPC の HICR5 の SCIFE ビット、HICR4 の LPC4E ビット、HICR0 の LPC3E~LPC1E ビットと P3nDDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の LPCENABLE は、次の論理式で表されます。

$\text{LPCENABLE} = 1 : \text{SCIFE} + \text{LPC4E} + \text{LPC3E} + \text{LPC2E} + \text{LPC1E}$

LPCENABLE	0		1
P3nDDR	0	1	—
端子機能	P3n 入力端子	P3n 出力端子	LPC 入出力端子

(n=7~0)

8. I/O ポート

8.2.4 ポート 4

(1) P47/PWMU5B

PWMU_B の PWMOUTCR の PWM5E ビットおよび P47DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

P47DDR	0	1	
PWM5E	—	0	1
端子機能	P47 入力端子	P47 出力端子	PWMU5B 出力端子

(2) P46/PWMU4B

PWMU_B の PWMOUTCR の PWM4E ビット、PWMPCR の CNTMD45A ビット、および P46DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の PWM4OE は、次の論理式で表されます。

$$\text{PWM4OE} = \text{PWM4E} \cdot \overline{\text{CNTMD45A}}$$

P46DDR	0	1	
PWM4OE	—	0	1
端子機能	P46 入力端子	P46 出力端子	PWMU4B 出力端子

(3) P45/PWMU3B/TCMCKI2/TCMMCI2

PWMU_B の PWMOUTCR の PWM3E ビットおよび P45DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。TCM_2 の TCMCR の CKS2～CKS0 ビットで外部クロックを選択すると、TCMCKI2 入力端子になります。TCM_2 の TCMIER の CMMS ビットを 1 にセットすると、TCMMCI2 入力端子になります。

P45DDR	0	1	
PWM3E	—	0	1
端子機能	P45 入力端子	P45 出力端子	PWMU3B 出力端子
	TCMCKI2 入力端子/TCMMCI2 入力端子		

(4) P44/TMO1/PWMU2B/TCMCYI2

TMR_1 の TCR の OS3～OS0 ビット、PWMU_B の PWMOUTCR の PWM2E ビット、PWMPCR の CNTMD23A ビット、および P44DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。TCM_2 の TCMIER_2 の TCMPIE ビットを 1 にセットすると、TCMCY2 入力端子になります。表中の PWM2OE は、次の論理式で表されます。

$$\text{PWM2OE} = \text{PWM2E} \cdot \overline{\text{CNTMD23A}}$$

OS3～OS0	すべてが 0			いずれかが 1
P44DDR	0	1		—
PWM2OE	—	0	1	—
端子機能	P44 入力端子	P44 出力端子	PWMU2B 出力端子	TMO1 出力端子
	TCMCYI2 入力端子			

(5) P43/TMI1/TCMCKI1/TCMMCI1

P43DDR ビットにより、次のように切り替わります。TMI1 は TMRI1 と TMC11 の兼用入力端子です。TMR_1 の TCR の CCLR1、CCLR0 ビットをいずれも 1 にセットすると TMI1 (TMRI1) 入力端子になります。TMR_1 の TCR の CKS2～CKS0 ビットで外部クロックを選択すると、TMI1 (TMC11) 入力端子になります。TCM_1 の TCMCR の CKS2～CKS0 ビットで外部クロックを選択すると、TCMCKI1 入力端子になります。TCM_1 の TCMIER の CMMS ビットを 1 にセットすると、TCMMCI1 入力端子になります。

P43DDR	0	1
端子機能	P43 入力端子	P43 出力端子
	TMI1 入力端子/TCMCKI1 入力端子/TCMMCI1 入力端子	

(6) P42/TCMCYI1

P42DDR ビットにより、次のように切り替わります。TCM_1 の TCMIER_1 の TCM1PE ビットを 1 にセットすると TCMCYI1 入力端子になります。

P42DDR	0	1
端子機能	P42 入力端子	P42 出力端子
	TCMCYI1 入力端子	

(7) P41/TMO0/TCMCKI0/TCMMCI0

TMR_0 の TCSR の OS3～OS0 ビットおよび P41DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。TCM_0 の TCMCR の CKS2～CKS0 ビットで外部クロックを選択すると、TCMCKI0 入力端子になります。TCM_0 の TCMIER の CMMS ビットを 1 にセットすると、TCMMCI0 入力端子になります。

OS3～OS0	すべてが 0		いずれかが 1
P41DDR	0	1	—
端子機能	P41 入力端子	P41 出力端子	TMO0 出力端子
	TCMCKI0 入力端子/TCMMCI0 入力端子		

(8) P40/TMI0/TCMCYI0

P40DDR ビットにより、次のように切り替わります。TMI0 は TMRI0 と TMC10 の兼用入力端子です。TMR_0 の TCR の CCLR1、CCLR0 ビットをいずれも 1 にセットすると TMI0 (TMRI0) 入力端子になります。TMR_0 の TCR の CKS2～CKS0 ビットで外部クロックを選択すると、TMI0 (TMC10) 入力端子になります。TCM_0 の TCMIER_0 の TCM1PE ビットを 1 にセットすると TCMCYI0 入力端子になります。

P40DDR	0	1
端子機能	P40 入力端子	P40 出力端子
	TMI0 入力端子/TCMCYI0 入力端子	

8. I/O ポート

8.2.5 ポート 5

(1) P52/SCL0

IIC_0 の ICCR の ICE ビットと P52DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

ICE	0		1
P52DDR	0	1	—
端子機能	P52 入力端子	P52 出力端子	SCL0 入出力端子

【注】 SCL0 の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、P52 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

(2) P51/FRxD

SCIF の SCIFCR の SCIFOE1 ビット、HICR5 の SCIFE ビットと P51DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

SCIFENABLE=1：SCIFOE1+SCIFE

SCIFENABLE	0		1
P51DDR	0	1	—
端子機能	P51 入力端子	P51 出力端子	FRxD 入力端子

(3) P50/FTxD

SCIF の SCIFCR の SCIFOE1 ビット、HICR5 の SCIFE ビットと P50DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

SCIFENABLE=1：SCIFOE1+SCIFE

SCIFENABLE	0		1
P50DDR	0	1	—
端子機能	P50 入力端子	P50 出力端子	FTxD 出力端子

8.2.6 ポート 6

(1) P67/ $\overline{\text{IRQ7}}$ / $\overline{\text{KIN7}}$

割り込みコントローラの KMIMRB の KMIM7 ビットを 0 にクリアすると、 $\overline{\text{KIN7}}$ 入力端子になります。ISSR の ISS7 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER の IRQ7E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ7}}$ 入力端子として使用できます。

P67DDR ビットにより、次のように切り替わります。

P67DDR	0	1
端子機能	P67 入力端子	P67 出力端子
	$\overline{\text{IRQ7}}$ 入力端子/ $\overline{\text{KIN7}}$ 入力端子	

(2) P66/ $\overline{\text{IRQ6}}$ / $\overline{\text{KIN6}}$

割り込みコントローラの KMIMRB の KMIM6 ビットを 0 にクリアすると、 $\overline{\text{KIN6}}$ 入力端子になります。SYSCR3 の EIVS ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER の IRQ6E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ6}}$ 入力端子として使用できます。

P66DDR ビットにより、次のように切り替わります。

P66DDR	0	1
端子機能	P66 入力端子	P66 出力端子
	$\overline{\text{IRQ6}}$ 入力端子/ $\overline{\text{KIN6}}$ 入力端子	

(3) P65/ $\overline{\text{KIN5}}$ 、P64/ $\overline{\text{KIN4}}$ 、P63/ $\overline{\text{KIN3}}$ 、P62/ $\overline{\text{KIN2}}$ 、P61/ $\overline{\text{KIN1}}$ 、P60/ $\overline{\text{KIN0}}$

割り込みコントローラの KMIMRB の KMIMn ビットを 0 にクリアすると、 $\overline{\text{KINn}}$ 入力端子になります。

P6nDDR ビットにより、次のように切り替わります。

P6nDDR	0	1
端子機能	P6n 入力端子	P6n 出力端子
	$\overline{\text{KINn}}$ 入力端子	

(n=5~0)

8.2.7 ポート 7

(1) P77/AN7、P76/AN6、P75/AN5、P74/AN4、P73/AN3、P72/AN2、P71/AN1、P70/AN0

端子機能	ANn/P7n 入力
------	------------

(n=7~0)

8. I/O ポート

8.2.8 ポート 8

(1) P86/ $\overline{\text{IRQ5}}$ /SCK1

SCI_1 の SMR の $\text{C}/\overline{\text{A}}$ ビット、SCR の CKE0、CKE1 ビットと P86DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。ISSR の ISS5 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER の IRQ5E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ5}}$ 入力端子として使用できます。

CKE1	0				1
$\text{C}/\overline{\text{A}}$	0			1	—
CKE0	0		1	—	—
P86DDR	0	1	—	—	—
端子機能	P86 入力端子	P86 出力端子	SCK1 出力端子	SCK1 出力端子	SCK1 入力端子
	$\overline{\text{IRQ5}}$ 入力端子				

(2) P85/ $\overline{\text{IRQ4}}$ /RxD1

SCI_1 の SCR の RE ビットと P85DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。ISSR の ISS4 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER の IRQ4E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ4}}$ 入力端子として使用できます。

RE	0		1
P85DDR	0	1	—
端子機能	P85 入力端子	P85 出力端子	RxD1 入力端子
	$\overline{\text{IRQ4}}$ 入力端子		

(3) P84/ $\overline{\text{IRQ3}}$ /TxD1

SCI_1 の SCR の TE ビットと P84DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。ISSR の ISS3 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER の IRQ3E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ3}}$ 入力端子として使用できます。

TE	0		1
P84DDR	0	1	—
端子機能	P84 入力端子	P84 出力端子	TxD1 出力端子
	$\overline{\text{IRQ3}}$ 入力端子		

(4) P83/ $\overline{\text{LPCPD}}$

LPC の HICR5 の SCIFE ビット、HICR4 の LPC4E ビット、HICR0 の LPC3E～LPC1E ビットと P83DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の LPCENABLE は、次の論理式で表されます。

$$\text{LPCENABLE} = 1 : \text{SCIFE} + \text{LPC4E} + \text{LPC3E} + \text{LPC2E} + \text{LPC1E}$$

LPCENABLE	0		1
P83DDR	0	1	—
端子機能	P83 入力端子	P83 出力端子	$\overline{\text{LPCPD}}$ 入力端子

(5) P82/ $\overline{\text{CLKRUN}}$

LPC の HICR5 の SCIFE ビット、HICR4 の LPC4E ビット、HICR0 の LPC3E～LPC1E ビットと P82DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の LPCENABLE は、次の論理式で表されます。

$$\text{LPCENABLE} = 1 : \text{SCIFE} + \text{LPC4E} + \text{LPC3E} + \text{LPC2E} + \text{LPC1E}$$

LPCENABLE	0		1
P82DDR	0	1	—
端子機能	P82 入力端子	P82 出力端子	$\overline{\text{CLKRUN}}$ 入出力端子

(6) P81/GA20

LPC の HICR0 の FGA20E ビット、および P81DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

FGA20E	0		1
P81DDR	0	1	—
端子機能	P81 入力端子	P81 出力端子	GA20 出力端子

(7) P80/ $\overline{\text{PME}}$

LPC の HICR0 の PMEE ビット、および P80DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

PMEE	0		1
P80DDR	0	1	—
端子機能	P80 入力端子	P80 出力端子	$\overline{\text{PME}}$ 出力端子

8. I/O ポート

8.2.9 ポート 9

(1) P97/ $\overline{\text{IRQ15}}$ /SDA0

IIC_0 の ICCR の ICE ビットと P97DDR の組み合わせにより、次のように切り替わります。ISSR16 の ISS15 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ15E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ15}}$ 入力端子として使用できます。

ICE	0		1
P97DDR	0	1	—
端子機能	P97 入力端子	P97 出力端子	SDA0 入出力端子
	$\overline{\text{IRQ15}}$ 入力端子		

【注】 SDA0 の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、P97 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

(2) P96/ ϕ /EXCL

PTCNT0 の EXCLS ビット、LPWRCR の EXCLE ビットのレジスタ設定、および P96DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

P96DDR	0		1
EXCLS	0	1	—
EXCLE	0	1	—
端子機能	P96 入力端子	EXCL 入力端子	ϕ 出力端子

(3) P95/ $\overline{\text{IRQ14}}$ 、P94/ $\overline{\text{IRQ13}}$ 、P93/ $\overline{\text{IRQ12}}$ 、P92/ $\overline{\text{IRQ0}}$ 、P91/ $\overline{\text{IRQ1}}$ 、P90/ $\overline{\text{IRQ2}}$

P9nDDR ビットにより、次のように切り替わります。ISSR (ISSR16) の ISSm ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER (IER16) の IRQmE ビットを 1 にすると $\overline{\text{IRQm}}$ 入力端子として使用できます。

P9nDDR	0	1
端子機能	P9n 入力端子	P9n 出力端子
	$\overline{\text{IRQm}}$ 入力端子	

(n=5~0)

(m=14~12、2~0)

8.2.10 ポート A

(1) PA7/ $\overline{\text{KIN15}}$ 、PA6/ $\overline{\text{KIN14}}$ 、PA1/ $\overline{\text{KIN9}}$ 、PA0/ $\overline{\text{KIN8}}$

PAnDDR ビットにより、次のように切り替わります。割り込みコントローラの KMIMRA の KMIMRm ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{KINm}}$ 入力端子になります。

PAnDDR	0	1
端子機能	PAn 入力端子	PAn 出力端子
	$\overline{\text{KINm}}$ 入力端子	

(n=7、6、1、0、m=15、14、9、8)

【注】 PA7、PA6 は STCR の IICS ビットを 1 にセットすると NMOS オープンドレイン出力となり、直接バス駆動が可能です。

(2) PA5/ $\overline{\text{KIN13}}$ /PS2BD、PA4/ $\overline{\text{KIN12}}$ /PS2BC、PA3/ $\overline{\text{KIN11}}$ /PS2AD、PA2/ $\overline{\text{KIN10}}$ /PS2AC

PS2 の KBCRH の KBIOE ビットと PAnDDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。割り込みコントローラの KMIMRA の KMIMRm ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{KINm}}$ 入力端子になります。

KBIOE	0		1
PAnDDR	0	1	—
端子機能	PAn 入力端子	PAn 出力端子	PS2 入出力端子
	$\overline{\text{KINm}}$ 入力端子		

(n=5~2、m=13~10)

【注】 KBIOE ビットを 1 にセットすると NMOS オープンドレイン出力となり、直接バス駆動が可能です。

PA5、PA4 は STCR の IICS ビットを 1 にセットすると NMOS オープンドレイン出力となり、直接バス駆動が可能です。

8. I/O ポート

8.2.11 ポート B

(1) PB7/ $\overline{\text{RTS}}$

LPC の HICR5 の SCIFE ビットと PB7DDR の組み合わせにより、次のように切り替わります。

表中の SCIFOE は、次の論理式で表されます。

$$\text{SCIFOE}=1: (\overline{\text{SCIFE}} \cdot \text{SCIFOE1} \cdot \overline{\text{SCIFOE0}} + \text{SCIFE} \cdot \overline{\text{SCIFOE0}})$$

SCIFOE	0		1
PB7DDR	0	1	—
端子機能	PB7 入力端子	PB7 出力端子	$\overline{\text{RTS}}$ 出力端子

(2) PB6/ $\overline{\text{CTS}}$

PB6DDR ビットにより、次のように切り替わります。

PB6DDR	0	1
端子機能	PB6 入力端子	PB6 出力端子
	$\overline{\text{CTS}}$ 入力端子	

(3) PB5/ $\overline{\text{DTR}}$

LPC の HICR5 の SCIFE ビットと PB5DDR の組み合わせにより、次のように切り替わります。

表中の SCIFOE は、次の論理式で表されます。

$$\text{SCIFOE}=1: (\overline{\text{SCIFE}} \cdot \text{SCIFOE1} \cdot \overline{\text{SCIFOE0}} + \text{SCIFE} \cdot \overline{\text{SCIFOE0}})$$

SCIFOE	0		1
PB5DDR	0	1	—
端子機能	PB5 入力端子	PB5 出力端子	$\overline{\text{DTR}}$ 出力端子

(4) PB4/ $\overline{\text{DSR}}$

PB4DDR ビットにより、次のように切り替わります。

PB4DDR	0	1
端子機能	PB4 入力端子	PB4 出力端子
	$\overline{\text{DSR}}$ 入力端子	

(5) PB3/ $\overline{\text{DCD}}$ /PWMU1B

PWMU_B の PWM の PWMIE ビット、および PB3DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

PB3DDR	0	1	
PWM1E	—	0	1
端子機能	PB3 入力端子	PB3 出力端子	PWMU1B 出力端子
	$\overline{\text{DCD}}$ 入力端子		

(6) PB2/ $\overline{\text{RI}}$ /PWMU0B

PWMU_B の PWMOUTCR の PWM0E ビット、PWMMDCR の CNTMD01A ビット、および PB2DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の PWM0OE は、次の論理式で表されます。

$$\text{PWM0OE} = \text{PWM0E} \cdot \overline{\text{CNTMD01A}}$$

PB2DDR	0	1	
PWM0OE	—	0	1
端子機能	PB2 入力端子	PB2 出力端子	PWMU0B 出力端子
	$\overline{\text{RI}}$ 入力端子		

(7) PB1/LSCI

LPC の HICR0 の LSCIE ビット、および PB1DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

LSCIE	0		1
PB1DDR	0	1	—
端子機能	PB1 入力端子	PB1 出力端子	LSCI 出力端子

(8) PB0/ $\overline{\text{LSMI}}$

LPC の HICR0 の LSMIE ビット、および PB0DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

LSMIE	0		1
PB0DDR	0	1	—
端子機能	PB0 入力端子	PB0 出力端子	$\overline{\text{LSMI}}$ 出力端子

8. I/O ポート

8.2.12 ポート C

(1) PC7/ $\overline{\text{WUE15}}$ /TIOCB2/TCLKD

TPU チャンネル 2 の設定、TPU の TCR_0 の TPSC2～TPSC0 ビットと PC7DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMRA の WUEMR15 ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{WUE15}}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 2 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC7DDR	0	1	－
端子機能	PC7 入力端子	PC7 出力端子	TIOCB2 出力端子
	TIOCB2 入力端子* ²		
	WUE15 入力端子／TCLKD 入力端子* ¹		

【注】 *¹ TCR_0 の TPSC2～TPSC0=B'111 のとき、TCLKD 入力端子となります。また、チャンネル 2 を位相計数モードに設定すると TCLKD 入力端子となります。

*² TPU チャンネル 2 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_2 の IOB3=1 のとき、TIOCB2 入力端子となります。

(2) PC6/ $\overline{\text{WUE14}}$ /TIOCA2

TPU チャンネル 2 の設定と PC6DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMRA の WUEMR14 ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{WUE14}}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 2 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC6DDR	0	1	－
端子機能	PC6 入力端子	PC6 出力端子	TIOCA2 出力端子
	TIOCA2 入力端子*		
	WUE14 入力端子		

【注】 * TPU チャンネル 2 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_2 の IOA3=1 のとき、TIOCA2 入力端子となります。

(3) PC5/ $\overline{\text{WUE13}}$ /TIOCB1/TCLKC

TPU チャンネル 1 の設定、TPU の TCR_0、TCR_2 の TPSC2～TPSC0 ビットと PC5DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMRA の WUEMR13 ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{WUE13}}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 1 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC5DDR	0	1	—
端子機能	PC5 入力端子	PC5 出力端子	TIOCB1 出力端子
	TIOCB1 入力端子* ²		
	WUE13 入力端子／TCLKC 入力端子* ¹		

【注】 *¹ TCR_0、TCR_2 のいずれかの設定が TPSC2～TPSC0=B'110 のとき、TCLKC 入力端子となります。また、チャンネル 1 を位相計数モードに設定すると TCLKC 入力端子となります。

*² TPU チャンネル 1 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_1 の IOB3～IOB0=B'10xx のとき、TIOCB1 入力端子となります。(x：Don't care)

(4) PC4/ $\overline{\text{WUE12}}$ /TIOCA1

TPU チャンネル 1 の設定と PC4DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMRA の WUEMR12 ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{WUE12}}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 1 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC4DDR	0	1	—
端子機能	PC4 入力端子	PC4 出力端子	TIOCA1 出力端子
	TIOCA1 入力端子*		
	WUE12 入力端子		

【注】 * TPU チャンネル 1 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_1 の IOA3～IOA0=B'10xx のとき、TIOCA1 入力端子となります。(x：Don't care)

8. I/O ポート

(5) PC3/ $\overline{\text{WUE11}}$ /TIOCD0/TCLKB

TPU チャンネル 0 の設定、TPU の TCR_0~TCR_2 の TPSC2~TPSC0 ビットと PC3DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMRA の WUEMR11 ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{WUE11}}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 0 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC3DDR	0	1	—
端子機能	PC3 入力端子	PC3 出力端子	TIOCD0 出力端子
	TIOCD0 入力端子*2		
	WUE11 入力端子／TCLKB 入力端子*1		

【注】 *1 TCR_0~TCR_2 のいずれかの設定が TPSC2~TPSC0=B'101 のとき、TCLKB 入力端子となります。また、チャンネル 0 を位相計数モードに設定すると TCLKB 入力端子となります。

*2 TPU チャンネル 0 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_0 の IOD3~IOD0=B'10xx のとき、TIOCD0 入力端子となります。(x : Don't care)

(6) PC2/ $\overline{\text{WUE10}}$ /TIOCC0/TCLKA

TPU チャンネル 0 の設定、TPU の TCR_0~TCR_2 の TPSC2~TPSC0 ビットと PC2DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMRA の WUEMR10 ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{WUE10}}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 0 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC2DDR	0	1	—
端子機能	PC2 入力端子	PC2 出力端子	TIOCC0 出力端子
	TIOCC0 入力端子*2		
	WUE10 入力端子／TCLKA 入力端子*1		

【注】 *1 TCR_0~TCR_2 のいずれかの設定が TPSC2~TPSC0=B'100 のとき、TCLKA 入力端子となります。また、チャンネル 0 を位相計数モードに設定すると TCLKA 入力端子となります。

*2 TPU チャンネル 0 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_0 の IOC3~IOC0=B'10xx のとき、TIOCC0 入力端子となります。(x : Don't care)

(7) PC1/ $\overline{\text{WUE9}}$ /TIOCB0

TPU チャンネル 0 の設定と PC1DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMRA の WUEMR9 ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{WUE9}}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 0 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC1DDR	0	1	—
端子機能	PC1 入力端子	PC1 出力端子	TIOCB0 出力端子
	TIOCB0 入力端子*		
	WUE9 入力端子		

【注】 * TPU チャンネル 0 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIORH_0 の IOB3~IOB0=B'10xx のとき、TIOCB0 入力端子となります。(x : Don't care)

(8) PC0/ $\overline{\text{WUE8}}$ /TIOCA0

TPU チャンネル 0 の設定と PC0DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMRA の WUEMR8 ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{WUE8}}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 0 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC0DDR	0	1	—
端子機能	PC0 入力端子	PC0 出力端子	TIOCA0 出力端子
	TIOCA0 入力端子*		
	WUE8 入力端子		

【注】 * TPU チャンネル 0 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIORH_0 の IOA3~IOA0=B'10xx のとき、TIOCA0 入力端子となります。(x : Don't care)

8. I/O ポート

8.2.13 ポート D

(1) PD7、PD6、PD5、PD4

PDnDDR ビットにより、次のように切り替わります。

PDnDDR	0	1
端子機能	PDn 入力端子	PDn 出力端子

(n=7~4)

(2) PD3/AN11、PD2/AN10、PD1/AN9、PD0/AN8

PDnDDR ビットにより、次のように切り替わります。

アナログ入力端子として使用する場合は、出力端子に設定しないでください。

PDnDDR	0	1
端子機能	PDn 入力端子	PDn 出力端子
	ANm 入力端子	

(n=3~0)
(m=11~8)

8.2.14 ポート E

(1) PE4/ETMS、PE3/ETDO、PE2/ETDI、PE1/ETCK

動作モードにより、次のように切り替わります。

動作モード	オンチップエミュレーションモード	シングルチップモード
端子機能	エミュレータ入出力	PEn 入力

(n=4~1)

【注】 システム開発ツール（エミュレータ）では PE4~PE1 はサポートしていません。

(2) PE0/ExEXCL

PTCNT0 の EXCLS ビット、LPWRCR の EXCLE ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

PTCNT0 の EXCLS ビットを 1 にセットし、LPWRCR の EXCLE ビットを 1 にセットすると ExEXCL 入力端子になります。

EXCLS	0	1	
EXCLE	—	0	1
端子機能	PE0 入力端子	PE0 入力端子	ExEXCL 入力端子

8.2.15 ポート F

(1) PF7/PWMU5A、PF5/PWMU3A

PWMU_A の PWMOUTCR の PWMmE ビット、および PFnDDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

PFnDDR	0	1	
PWMmE	—	0	1
端子機能	PFn 入力端子	PFn 出力端子	PWMUmA 出力端子

(n=7、5、m=5、3)

(2) PF6/PWMU4A、PF4/PWMU2A

PWMU_A の PWMOUTCR の PWMmE ビット、PWMPCR の CNTMDiA ビット、PWMOUTCR の CNTMDiB ビット、および PFnDDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の PWMmOE は、次の論理式で表されます。

$$\text{PWMmOE} = \text{PWMmE} \cdot \overline{\text{CNTMDiA}} \cdot \overline{\text{CNTMDiB}}$$

PFnDDR	0	1	
PWMmOE	—	0	1
端子機能	PFn 入力端子	PFn 出力端子	PWMUmA 出力端子

(i=45、23、n=6、4、m=4、2)

(3) PF3/TMOX/ $\overline{\text{IRQ11}}$

TMR_X の TCSR の OS3～OS0 ビットと PF3DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。ISSR16 の ISS11 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ11E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ11}}$ 入力端子として使用できます。

OS3～OS0	すべて 0		いずれかが 1
PF3DDR	0	1	—
端子機能	PF3 入力端子	PF3 出力端子	TMOX 出力端子
	$\overline{\text{IRQ11}}$ 入力端子		

(4) PF2/TMOY/ $\overline{\text{IRQ10}}$

TMR_Y の TCSR の OS3～OS0 ビットと PF2DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。ISSR16 の ISS10 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ10E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ10}}$ 入力端子として使用できます。

OS3～OS0	すべて 0		いずれかが 1
PF2DDR	0	1	—
端子機能	PF2 入力端子	PF2 出力端子	TMOY 出力端子
	$\overline{\text{IRQ10}}$ 入力端子		

8. I/O ポート

(5) PF1/ $\overline{\text{IRQ9}}$ /PWMU1A

PWMU_A の PWMOUTCR の PWM1E ビットと PF1DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS9 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ9E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ9}}$ 入力端子として使用できます。

PF1DDR	0	1	
PWM1E	—	0	1
端子機能	PF1 入力端子	PF1 出力端子	PWMU1A 出力端子
	$\overline{\text{IRQ9}}$ 入力端子		

(6) PF0/ $\overline{\text{IRQ8}}$ /PWMU0A

PWMU_A の PWMOUTCR の PWM0E ビット、PWMMDCR の CNTMD01A ビット、および PF0DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS8 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ8E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ8}}$ 入力端子として使用できます。表中の PWM0OE は、次の論理式で表されます。

$$\text{PWM0OE} = \text{PWM0E} \cdot \overline{\text{CNTMD01A}}$$

PF0DDR	0	1	
PWM0OE	—	0	1
端子機能	PF0 入力端子	PF0 出力端子	PWMU0A 出力端子
	$\overline{\text{IRQ8}}$ 入力端子		

8.2.16 ポート G

(1) PG7/SCLD/ $\overline{\text{ExIRQ15}}$

IIC_2 の ICCR の ICE ビット、PTCNT1 の IIC2BS と IIC2AS ビット、および PG7DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS15 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ15E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ15}}$ 入力端子として使用できます。

表中の SCLD_EN は、次の論理式で表されます。

$$\text{SCLD_EN} = \text{ICE} \cdot \text{IIC2BS} \cdot \text{IIC2AS}$$

SCLD_EN	0		1
PG7DDR	0	1	—
端子機能	PG7 入力端子	PG7 出力端子	SCLD 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ15}}$ 入力端子		

【注】 SCLD の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG7 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

(2) PG6/SDAD/ $\overline{\text{ExIRQ14}}$

IIC_2 の ICCR の ICE ビット、PTCNT1 の IIC2BS と IIC2AS ビット、および PG6DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS14 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ14E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ14}}$ 入力端子として使用できます。

表中の SDAD_EN は、次の論理式で表されます。

$$\text{SDAD_EN} = \text{ICE} \cdot \text{IIC2BS} \cdot \text{IIC2AS}$$

SDAD_EN	0		1
PG6DDR	0	1	—
端子機能	PG6 入力端子	PG6 出力端子	SDAD 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ14}}$ 入力端子		

【注】 SDAD の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG6 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

(3) PG5/SCLC/ $\overline{\text{ExIRQ13}}$

IIC_2 の ICCR の ICE ビット、PTCNT1 の IIC2BS と IIC2AS ビット、および PG5DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS13 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ13E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ13}}$ 入力端子として使用できます。

表中の SCLC_EN は、次の論理式で表されます。

$$\text{SCLC_EN} = \text{ICE} \cdot \text{IIC2BS} \cdot \overline{\text{IIC2AS}}$$

SCLC_EN	0		1
PG5DDR	0	1	—
端子機能	PG5 入力端子	PG5 出力端子	SCLC 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ13}}$ 入力端子		

【注】 SCLC の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG5 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

8. I/O ポート

(4) PG4/SDAC/ $\overline{\text{ExIRQ12}}$

IIC_2 の ICCR の ICE ビット、PTCNT1 の IIC2BS と IIC2AS ビット、および PG4DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS12 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ12E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ12}}$ 入力端子として使用できます。

表中の SDAC_EN は、次の論理式で表されます。

$$\text{SDAC_EN} = \text{ICE} \cdot \text{IIC2BS} \cdot \overline{\text{IIC2AS}}$$

SDAC_EN	0		1
PG4DDR	0	1	—
端子機能	PG4 入力端子	PG4 出力端子	SDAC 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ12}}$ 入力端子		

【注】 SDAC の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG4 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

(5) PG3/SCLB/ $\overline{\text{ExIRQ11}}$

IIC_2 の ICCR の ICE ビット、PTCNT1 の IIC2BS と IIC2AS ビット、および PG3DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS11 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ11E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ11}}$ 入力端子として使用できます。

表中の SCLB_EN は、次の論理式で表されます。

$$\text{SCLB_EN} = \text{ICE} \cdot \overline{\text{IIC2BS}} \cdot \text{IIC2AS}$$

SCLB_EN	0		1
PG3DDR	0	1	—
端子機能	PG3 入力端子	PG3 出力端子	SCLB 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ11}}$ 入力端子		

【注】 SCLB の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG3 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

(6) PG2/SDAB/ $\overline{\text{ExIRQ10}}$

IIC_2 の ICCR の ICE ビット、PTCNT1 の IIC2BS と IIC2AS ビット、および PG2DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS10 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ10E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ10}}$ 入力端子として使用できます。

表中の SDAB_EN は、次の論理式で表されます。

$$\text{SDAB_EN} = \text{ICE} \cdot \overline{\text{IIC2BS}} \cdot \text{IIC2AS}$$

SDAB_EN	0		1
PG2DDR	0	1	—
端子機能	PG2 入力端子	PG2 出力端子	SDAB 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ10}}$ 入力端子		

【注】 SDAB の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG2 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

(7) PG1/SCLA/ $\overline{\text{ExIRQ9}}$ /TMIY

IIC_2 の ICCR の ICE ビット、PTCNT1 の IIC2BS と IIC2AS ビット、および PG1DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

TMIY は TMRIY と TMCY の兼用入力端子です。TMR_Y の TCR の CCLR1、CCLR0 ビットをいずれも 1 にセットすると TMIY (TMRIY) 入力端子になります。TMR_Y の TCR の CKS2～CKS0 ビットで外部クロックを選択すると、TMIY (TMCY) 入力端子になります。

ISSR16 の ISS9 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ9E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ9}}$ 入力端子として使用できます。

表中の SCLA_EN は、次の論理式で表されます。

$$\text{SCLA_EN} = \text{ICE} \cdot \overline{\text{IIC2BS}} \cdot \overline{\text{IIC2AS}}$$

SCLA_EN	0		1
PG1DDR	0	1	—
端子機能	PG1 入力端子	PG1 出力端子	SCLA 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ9}}$ 入力端子/TMIY 入力端子		

【注】 SCLA の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG1 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

8. I/O ポート

(8) PG0/ $\overline{\text{ExIRQ8}}$ /TMIX

IIC_2 の ICCR の ICE ビット、PTCNT1 の IIC2BS と IIC2AS ビット、および PG0DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

TMIX は TMRIX と TMCIX の兼用入力端子です。TMR_X の TCR の CCLR1、CCLR0 ビットをいずれも 1 にセットすると TMIX (TMRIX) 入力端子になります。TMR_X の TCR の CKS2～CKS0 ビットで外部クロックを選択すると、TMIX (TMCIX) 入力端子になります。

ISSR16 の ISS8 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ8E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ8}}$ 入力端子として使用できます。

表中の SDAA_EN は、次の論理式で表されます。

$$\text{SDAA_EN} = \text{ICE} \cdot \overline{\text{IIC2BS}} \cdot \overline{\text{IIC2AS}}$$

SDAA_EN	0		1
PG0DDR	0	1	—
端子機能	PG0 入力端子	PG0 出力端子	SDAA 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ8}}$ 入力端子/TMIX 入力端子		

【注】 SDAA の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG0 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

8.2.17 ポート H

(1) PH5、PH4、PH3、PH2

PHnDDR ビットにより、次のように切り替わります。

PHnDDR	0	1
端子機能	PHn 入力端子	PHn 出力端子

(n=5~2)

(2) PH1/ $\overline{\text{ExIRQ7}}$

PH1DDR ビットにより、次のように切り替わります。

ISSR の ISS7 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER の IRQ7E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ7}}$ 入力端子として使用できます。

PH1DDR	0	1
端子機能	PH1 入力端子	PH1 出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ7}}$ 入力端子	

(3) PH0/ $\overline{\text{ExIRQ6}}$

PH0DDR ビットにより、次のように切り替わります。

SYSCR3 の EIVS ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER の IRQ6E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ6}}$ 入力端子として使用できます。

PH0DDR	0	1
端子機能	PH0 入力端子	PH0 出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ6}}$ 入力端子	

8. I/O ポート

8.3 周辺機能端子の移動

外部サブクロック入力、IIC_2 入出力では、兼用の入出力ポートを変更することができます。外部割り込みは、ISSR16 および ISSR の設定で変更できます。外部サブクロック入力 は PTCNT0 の設定で、IIC 入出力は PTCNT1 の設定で兼用となる入出力ポートが変更されます。変更先の周辺機能端子名は、元の端子名の先頭に「Ex」を付加して表示します。各周辺機能の説明では元の端子名のみを使用します。

ポートコントロールレジスタには以下のレジスタがあります。

- ポートコントロールレジスタ0 (PTCNT0)
- ポートコントロールレジスタ1 (PTCNT1)
- ポートコントロールレジスタ2 (PTCNT2)

8.3.1 ポートコントロールレジスタ 0 (PTCNT0)

PTCNT0 は、外部サブクロック入力の兼用ポートを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～1	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
0	EXCLS	0	R/W	0 : P96/EXCL を選択します。 1 : PE0/ExEXCL を選択します。

8.3.2 ポートコントロールレジスタ 1 (PTCNT1)

PTCNT1 は、IIC_2 入出力の兼用ポートを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IIC2BS	0	R/W	IIC_2 の入出力端子を選択します。 IIC2BS IIC2AS 0 0 : PG1/SCLA、PG0/SDAA を選択します。 0 1 : PG3/SCLB、PG2/SDAB を選択します。 1 0 : PG5/SCLC、PG4/SDAC を選択します。 1 1 : PG7/SCLD、PG6/SDAD を選択します。
6	IIC2AS	1	R/W	
5～0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

8.3.3 ポートコントロールレジスタ 2 (PTCNT2)

PTCNT2 は、SCI 入出力反転の選択、およびポートレジスタ仕様を制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～5	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	TxD1RS	0	R/W	0：TxD1 直接出力 1：TxD1 反転出力
3	RxD1RS	0	R/W	0：RxD1 直接入力 1：RxD1 反転入力
2	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
1	PORTS	0	R/W	0：従来ポートレジスタ仕様 1：新規ポートレジスタ仕様
0	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

9. 8ビット PWM タイマ (PWMU)

本 LSI は 2 チャンネルの 8 ビット PWM タイマ A、B (PWMU_A、PWMU_B) を内蔵しています。この二つの PWMU にはそれぞれ 6 チャンネルの PWM 波形を出力します。PWMU の各 PWM チャンネルはそれぞれ独立して動作できます。8 ビットの単パルス方式により、6 チャンネルの長周期の PWM 出力が可能です。16 ビット／12 ビットの単パルス方式により、3 チャンネルの長周期の PWM 出力も可能です。また、8 ビットのパルス分割方式により、高いキャリア周波数の PWM 出力も可能です。LSI 外部にローパスフィルタを接続することにより、8 ビット D/A 変換器として使用できます。

9.1 特長

- 4種類のカウンタ入力クロックを選択可能
内部クロック (ϕ 、 $\phi/2$ 、 $\phi/4$ 、 $\phi/8$) のうちから選択できます。
- チャンネル毎に独立動作、チャンネルごとに周期可変
2チャンネルのカスケード接続が可能
チャンネル1 (上位)、チャンネル0 (下位) とする 16/12 ビット単パルス PWM タイマとして動作可能
チャンネル3 (上位)、チャンネル2 (下位) とする 16/12 ビット単パルス PWM タイマとして動作可能
チャンネル5 (上位)、チャンネル4 (下位) とする 16/12 ビット単パルス PWM タイマとして動作可能
- 8ビット単パルスモード
最大 98.0 kHz のキャリア周波数での動作可能 (25 MHz 動作時)
デューティ比 0/255 ~ 255/255 のパルス出力設定可能
PWM 出力のイネーブル／ディスエーブルの切り替え、直接出力／反転出力の切り替えが可能
- 12ビット単パルスモード
2チャンネルをカスケード接続することで動作可能
最大 6.1 kHz のキャリア周波数での動作可能 (25 MHz 動作時)
デューティ比 0/4095 ~ 4095/4095 のパルス出力設定可能
PWM 出力のイネーブル／ディスエーブルの切り替え、直接出力／反転出力の切り替えが可能
- 16ビット単パルスモード
2チャンネルをカスケード接続することで動作可能
最大 381.6 kHz のキャリア周波数での動作可能 (25 MHz 動作時)
デューティ比 0/65535 ~ 65535/65535 のパルス出力設定可能
PWM 出力のイネーブル／ディスエーブルの切り替え、直接出力／反転出力の切り替えが可能
- 8ビットパルス分割モード
最大 1.57 MHz のキャリア周波数での動作可能 (25 MHz 動作時)
デューティ比 0/16 ~ 15/16 のパルス出力設定可能
PWM 出力のイネーブル／ディスエーブルの切り替え、直接出力／反転出力の切り替えが可能

9. 8ビットPWM タイマ (PWMU)

PWMU のブロック図を図 9.1 に示します。

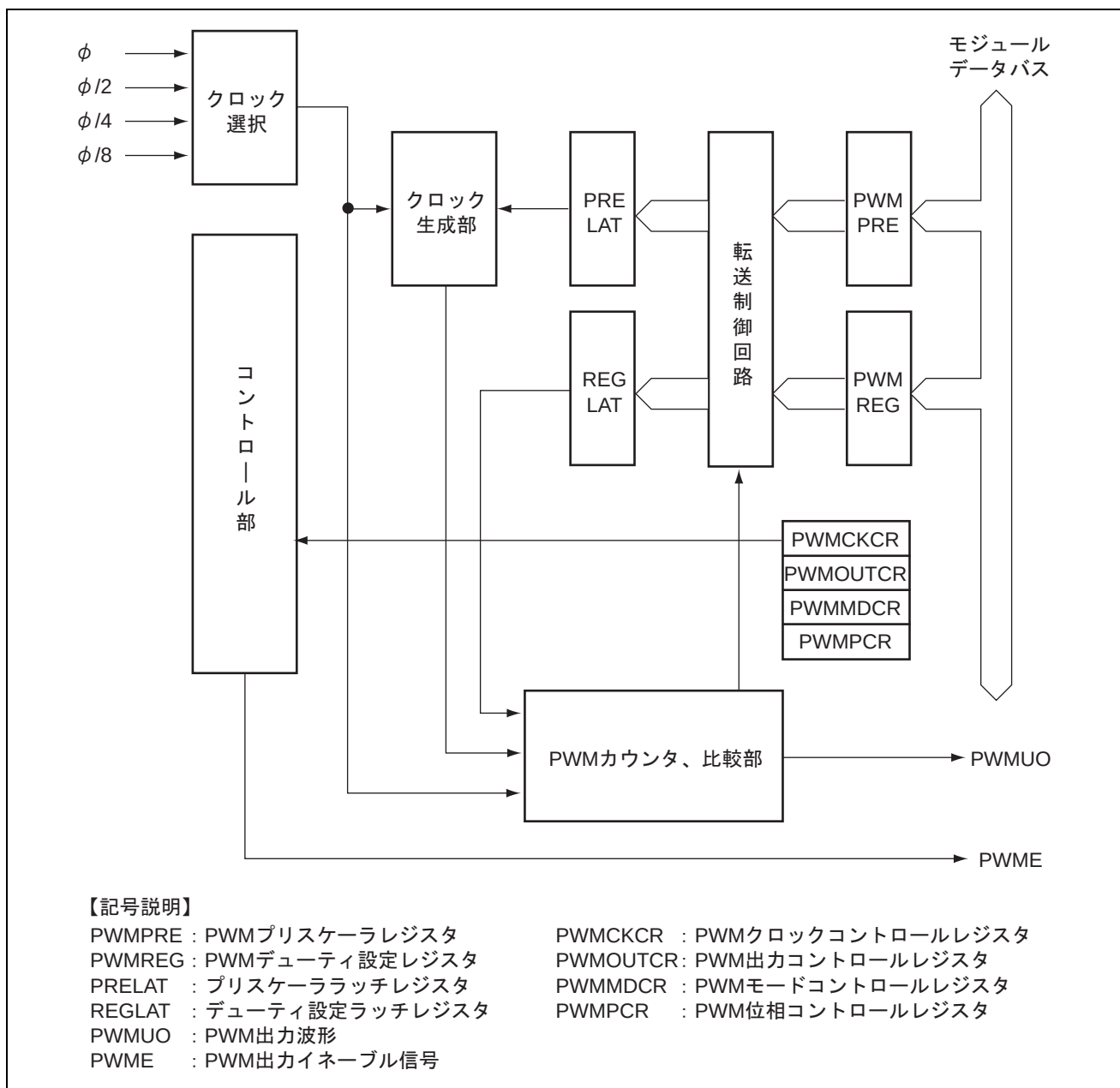


図 9.1 PWMU ブロック図

9.2 入出力端子

PWMU の端子構成を表 9.1 に示します。

表 9.1 端子構成

チャンネル		端子名	入出力	機 能
チャンネル A	0	PWMU0A	出力	PWM パルス出力 (8 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)
	1	PWMU1A	出力	PWM パルス出力 (8/12/16 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)
	2	PWMU2A	出力	PWM パルス出力 (8 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)
	3	PWMU3A	出力	PWM パルス出力 (8/12/16 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)
	4	PWMU4A	出力	PWM パルス出力 (8 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)
	5	PWMU5A	出力	PWM パルス出力 (8/12/16 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)
チャンネル B	0	PWMU0B	出力	PWM パルス出力 (8 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)
	1	PWMU1B	出力	PWM パルス出力 (8/12/16 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)
	2	PWMU2B	出力	PWM パルス出力 (8 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)
	3	PWMU3B	出力	PWM パルス出力 (8/12/16 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)
	4	PWMU4B	出力	PWM パルス出力 (8 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)
	5	PWMU5B	出力	PWM パルス出力 (8/12/16 ビット単パルス、8 ビットパルス分割)

9. 8ビットPWM タイマ (PWMU)

9.3 レジスタの説明

PWMU には以下のレジスタがあります。

表 9.2 レジスタ構成

チャンネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
チャンネル A	PWM クロックコントロールレジスタ_A	PWMCKCR_A	R/W	H'00	H'FD0C	8
	PWM 出力コントロールレジスタ_A	PWMOUTCR_A	R/W	H'00	H'FD0D	8
	PWM モードコントロールレジスタ_A	PWMMDCR_A	R/W	H'00	H'FD0E	8
	PWM 位相コントロールレジスタ_A	PWMPCR_A	R/W	H'00	H'FD0F	8
	PWM プリスケアラレジスタ 0_A	PWMPRE0_A	R/W	H'00	H'FD01	8
	PWM プリスケアラレジスタ 1_A	PWMPRE1_A	R/W	H'00	H'FD03	8
	PWM プリスケアラレジスタ 2_A	PWMPRE2_A	R/W	H'00	H'FD05	8
	PWM プリスケアラレジスタ 3_A	PWMPRE3_A	R/W	H'00	H'FD07	8
	PWM プリスケアラレジスタ 4_A	PWMPRE4_A	R/W	H'00	H'FD09	8
	PWM プリスケアラレジスタ 5_A	PWMPRE5_A	R/W	H'00	H'FD0B	8
	PWM デューティ設定レジスタ 0_A	PWMREG0_A	R/W	H'00	H'FD00	8
	PWM デューティ設定レジスタ 1_A	PWMREG1_A	R/W	H'00	H'FD02	8
	PWM デューティ設定レジスタ 2_A	PWMREG2_A	R/W	H'00	H'FD04	8
	PWM デューティ設定レジスタ 3_A	PWMREG3_A	R/W	H'00	H'FD06	8
	PWM デューティ設定レジスタ 4_A	PWMREG4_A	R/W	H'00	H'FD08	8
	PWM デューティ設定レジスタ 5_A	PWMREG5_A	R/W	H'00	H'FD0A	8
チャンネル B	PWM クロックコントロールレジスタ_B	PWMCKCR_B	R/W	H'00	H'FD1C	8
	PWM 出力コントロールレジスタ_B	PWMOUTCR_B	R/W	H'00	H'FD1D	8
	PWM モードコントロールレジスタ_B	PWMMDCR_B	R/W	H'00	H'FD1E	8
	PWM 位相コントロールレジスタ_B	PWMPCR_B	R/W	H'00	H'FD1F	8
	PWM プリスケアラレジスタ 0_B	PWMPRE0_B	R/W	H'00	H'FD11	8
	PWM プリスケアラレジスタ 1_B	PWMPRE1_B	R/W	H'00	H'FD13	8
	PWM プリスケアラレジスタ 2_B	PWMPRE2_B	R/W	H'00	H'FD15	8
	PWM プリスケアラレジスタ 3_B	PWMPRE3_B	R/W	H'00	H'FD17	8
	PWM プリスケアラレジスタ 4_B	PWMPRE4_B	R/W	H'00	H'FD19	8
	PWM プリスケアラレジスタ 5_B	PWMPRE5_B	R/W	H'00	H'FD1B	8
	PWM デューティ設定レジスタ 0_B	PWMREG0_B	R/W	H'00	H'FD10	8
	PWM デューティ設定レジスタ 1_B	PWMREG1_B	R/W	H'00	H'FD12	8
	PWM デューティ設定レジスタ 2_B	PWMREG2_B	R/W	H'00	H'FD14	8
	PWM デューティ設定レジスタ 3_B	PWMREG3_B	R/W	H'00	H'FD16	8
	PWM デューティ設定レジスタ 4_B	PWMREG4_B	R/W	H'00	H'FD18	8
	PWM デューティ設定レジスタ 5_B	PWMREG5_B	R/W	H'00	H'FD1A	8

9.3.1 PWM クロックコントロールレジスタ (PWMCKCR)

PWMCKCR は PWM クロックソースを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7、6	CLK1、CLK0	すべて 0	R/W	クロックセレクト 1、0 PWM カウントクロックソースを選択します。 CLK1 CLK0 0 0：内部クロックφを選択 0 1：内部クロックφ/2 を選択 1 0：内部クロックφ/4 を選択 1 1：内部クロックφ/8 を選択
5～0	—	すべて 0	R	リザーブビット リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

9.3.2 PWM 出力コントロールレジスタ (PWMOUTCR)

PWMOUTCR は PWM のチャンネル毎の出力を許可／禁止、カウンタ動作の許可／禁止を制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	CNTMD45B	0	R/W	チャンネル 4、5、12 ビットカウントセレクト 0：チャンネル 4、5 を 8 ビットカウント動作モードに設定します。 1：チャンネル 4、5 を 12 ビットカウント動作モードに設定します。 12 ビットカウント動作モードを選択するときは 16 ビットカウント動作モードは非選択 (CNTMD45A=0) にしてください。 詳細は、表 9.5 を参照してください。
6	CNTMD23B	0	R/W	チャンネル 2、3、12 ビットカウントセレクト 0：チャンネル 2、3 を 8 ビットカウント動作モードに設定します。 1：チャンネル 2、3 を 12 ビットカウント動作モードに設定します。 12 ビットカウント動作モードを選択するときは 16 ビットカウント動作モードは非選択 (CNTMD23A=0) にしてください。 詳細は、表 9.4 を参照してください。
5	PWM5E	0	R/W	PWMU5 出力イネーブルビット 0：PWMU5 出力禁止、カウンタ動作禁止 1：PWMU5 出力許可、カウンタ動作許可

9. 8 ビット PWM タイマ (PWMU)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
4	PWM4E	0	R/W	PWMU4 出力イネーブルビット • 8 ビット単パルス／パルス分割モード時 0：PWMU4 出力禁止、カウンタ動作禁止 1：PWMU4 出力許可、カウンタ動作許可 • 12/16 ビット単パルスモード時 0：PWMU4 出力禁止、カウンタ動作禁止 1：PWMU4 出力禁止、カウンタ動作許可
3	PWM3E	0	R/W	PWMU3 出力イネーブルビット 0：PWMU3 出力禁止、カウンタ動作禁止 1：PWMU3 出力許可、カウンタ動作許可
2	PWM2E	0	R/W	PWMU2 出力イネーブルビット • 8 ビット単パルス／パルス分割モード時 0：PWMU2 出力禁止、カウンタ動作禁止 1：PWMU2 出力許可、カウンタ動作許可 • 12/16 ビット単パルスモード時 0：PWMU2 出力禁止、カウンタ動作禁止 1：PWMU2 出力禁止、カウンタ動作許可
1	PWM1E	0	R/W	PWMU1 出力イネーブルビット 0：PWMU1 出力禁止、カウンタ動作禁止 1：PWMU1 出力許可、カウンタ動作許可
0	PWM0E	0	R/W	PWMU0 出力イネーブルビット • 8 ビット単パルス／パルス分割モード時 0：PWMU0 出力禁止、カウンタ動作禁止 1：PWMU0 出力許可、カウンタ動作許可 • 12/16 ビット単パルスモード時 0：PWMU0 出力禁止、カウンタ動作禁止 1：PWMU0 出力禁止、カウンタ動作許可

9.3.3 PWM モードコントロールレジスタ (PWMMDCR)

PWMMDCR は PWM のチャンネル毎のカウントモードおよび動作モードを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	CNTMD01B	0	R/W	チャンネル 0、1、12 ビットカウントセレクト 0：チャンネル 0、1 を 8 ビットカウント動作モードに設定します。 1：チャンネル 0、1 を 12 ビットカウント動作モードに設定します。 12 ビットカウント動作モードを選択するときは 16 ビットカウント動作モードは非選択 (CNTMD01A=0) にしてください。 詳細は、表 9.3 を参照してください。
6	CNTMD01A	0	R/W	チャンネル 0、1、16 ビットカウントセレクト 0：チャンネル 0、1 を 8 ビットカウント動作モードに設定します。 1：チャンネル 0、1 を 16 ビットカウント動作モードに設定します。 16 ビットカウント動作モードを選択するときは 12 ビットカウント動作モードは非選択 (CNTMD01B=0) にしてください。 詳細は、表 9.3 を参照してください。
5	PWMSL5	0	R/W	チャンネル 5 動作モードセレクト 0：単パルスモード 1：パルス分割モード (8 ビットカウンタモードに設定してください)
4	PWMSL4	0	R/W	チャンネル 4 動作モードセレクト 0：単パルスモード 1：パルス分割モード (8 ビットカウンタモードに設定してください)
3	PWMSL3	0	R/W	チャンネル 3 動作モードセレクト 0：単パルスモード 1：パルス分割モード (8 ビットカウンタモードに設定してください)
2	PWMSL2	0	R/W	チャンネル 2 動作モードセレクト 0：単パルスモード 1：パルス分割モード (8 ビットカウンタモードに設定してください)
1	PWMSL1	0	R/W	チャンネル 1 動作モードセレクト 0：単パルスモード 1：パルス分割モード (8 ビットカウンタモードに設定してください)
0	PWMSL0	0	R/W	チャンネル 0 動作モードセレクト 0：単パルスモード 1：パルス分割モード (8 ビットカウンタモードに設定してください)

9. 8 ビット PWM タイマ (PWMU)

9.3.4 PWM 位相コントロールレジスタ (PWMPCR)

PWMPCR は PWM のチャンネルごとのカウントモードおよび出力位相を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	PH5S	0	R/W	チャンネル 5 出力位相セレクト 0：PWMU5 直接出力 1：PWMU5 反転出力
6	PH4S	0	R/W	チャンネル 4 出力位相セレクト 0：PWMU4 直接出力 1：PWMU4 反転出力
5	PH3S	0	R/W	チャンネル 3 出力位相セレクト 0：PWMU3 直接出力 1：PWMU3 反転出力
4	PH2S	0	R/W	チャンネル 2 出力位相セレクト 0：PWMU2 直接出力 1：PWMU2 反転出力
3	PH1S	0	R/W	チャンネル 1 出力位相セレクト 0：PWMU1 直接出力 1：PWMU1 反転出力
2	PH0S	0	R/W	チャンネル 0 出力位相セレクト 0：PWMU0 直接出力 1：PWMU0 反転出力
1	CNTMD45A	0	R/W	チャンネル 4、5、16 ビットカウントセレクト 0：チャンネル 4、5 を 8 ビットカウント動作モードに設定します。 1：チャンネル 4、5 を 16 ビットカウント動作モードに設定します。 16 ビットカウント動作モードを選択するときは 12 ビットカウント動作モードは非選択 (CNTMD45B=0) にしてください。 詳細は、表 9.5 を参照してください。
0	CNTMD23A	0	R/W	チャンネル 2、3、16 ビットカウントセレクト 0：チャンネル 2、3 を 8 ビットカウント動作モードに設定します。 1：チャンネル 2、3 を 16 ビットカウント動作モードに設定します。 16 ビットカウント動作モードを選択するときは 12 ビットカウント動作モードは非選択 (CNTMD23B=0) にしてください。 詳細は、表 9.4 を参照してください。

9.3.5 PWM プリスケアラッチレジスタ (PRELAT)

PRELAT は PWMPRE のシフトレジスタです。1 パルス完了時、PWMPRE のデータは自動的に PRELAT へ転送されます。CPU から直接アクセスすることはできません。

9.3.6 PWM デューティ設定ラッチレジスタ (REGLAT)

REGLAT は PWMREG のシフトレジスタです。1 パルス完了時、PWMREG のデータは自動的に REGLAT へ転送されます。CPU から直接アクセスすることはできません。

表 9.3 チャンネル 0、1 のカウンタ動作

PWMMDCR の CNTMD01A	PWMMDCR の CNTMD01B	チャンネル 0、1 のカウンタ動作
0	0	8 ビットカウンタ動作
0	1	12 ビットカウンタ動作 (上位：チャンネル 1、下位：チャンネル 0)
1	0	16 ビットカウンタ動作 (上位：チャンネル 1、下位：チャンネル 0)
1	1	設定禁止

【注】 12/16 ビットカウンタを選択した場合は、単パルスモードに設定してください。

表 9.4 チャンネル 2、3 のカウンタ動作

PWMPCR の CNTMD23A	PWMOUTCR の CNTMD23B	チャンネル 2、3 のカウンタ動作
0	0	8 ビットカウンタ動作
0	1	12 ビットカウンタ動作 (上位：チャンネル 3、下位：チャンネル 2)
1	0	16 ビットカウンタ動作 (上位：チャンネル 3、下位：チャンネル 2)
1	1	設定禁止

【注】 12/16 ビットカウンタを選択した場合は、単パルスモードに設定してください。

9. 8 ビット PWM タイマ (PWMU)

表 9.5 チャンネル 4、5 のカウンタ動作

PWMPCR の CNTMD45A	PWMOUTCR の CNTMD45B	チャンネル 4、5 のカウンタ動作
0	0	8 ビットカウンタ動作
0	1	12 ビットカウンタ動作 (上位：チャンネル 5、下位：チャンネル 4)
1	0	16 ビットカウンタ動作 (上位：チャンネル 5、下位：チャンネル 4)
1	1	設定禁止

【注】 12/16 ビットカウンタを選択した場合は、単パルスモードに設定してください。

9.3.7 PWM プリスケアラレジスタ 0～5 (PWMPRE0～PWMPRE5)

PWMPRE は 8 ビットのリード／ライト可能なレジスタです。PWM 周期を設定します。初期値は、H'00 です。

PWMPRE の値を n とすると PWM 周期は以下のようになります。

(1) 8 ビット単パルスモード

PWM 周期 = $[255 \times (n+1)] / \text{内部クロック周波数}$ ($0 \leq n \leq 255$)

表 9.6 $\phi = 20\text{MHz}$ 時の分解能、PWM 変換周期、キャリア周波数 (8 ビットカウンタ動作)

内部 クロック 周波数	分解能	PWM 変換周期		キャリア周波数	
				単パルス方式	
		Min.	Max.	Min.	Max.
ϕ	50ns	12.8 μs	3.3ms	306.4Hz	78.4kHz
$\phi/2$	100ns	25.5 μs	6.5ms	153.2Hz	39.2kHz
$\phi/4$	200ns	51.0 μs	13.1ms	76.6Hz	19.6kHz
$\phi/8$	400ns	102.0 μs	26.1ms	38.3Hz	9.8kHz

(2) 12 ビット単パルスモード

12 ビット単パルスモードに設定した場合は、PWMPRE0、PWMPRE2、PWMPRE4 がそれぞれ有効になります。PWMPRE1、PWMPRE3、PWMPRE5 の設定は無効です。

$$\text{PWM 周期} = [4095 \times (n + 1)] / \text{内部クロック周波数} \quad (0 \leq n \leq 255)$$

表 9.7 $\phi = 20\text{MHz}$ 時の分解能、PWM 変換周期、キャリア周波数 (12 ビットカウンタ動作)

内部 クロック 周波数	分解能	PWM 変換周期		キャリア周波数	
				単パルス方式	
		Min.	Max.	Min.	Max.
ϕ	50ns	204.8 μs	52.4ms	19.1Hz	4.9kHz
$\phi/2$	100ns	409.5 μs	104.8ms	9.5Hz	2.4kHz
$\phi/4$	200ns	819.0 μs	209.7ms	4.8Hz	1.2kHz
$\phi/8$	400ns	1.6ms	419.3ms	2.4Hz	0.6kHz

(3) 16 ビット単パルスモード

16 ビット単パルスモードに設定した場合は、PWMPRE0、PWMPRE2、PWMPRE4 がそれぞれ有効になります。PWMPRE1、PWMPRE3、PWMPRE5 の設定は無効です。

$$\text{PWM 周期} = [65535 \times (n + 1)] / \text{内部クロック周波数} \quad (0 \leq n \leq 255)$$

表 9.8 $\phi = 20\text{MHz}$ 時の分解能、PWM 変換周期、キャリア周波数 (16 ビットカウンタ動作)

内部 クロック 周波数	分解能	PWM 変換周期		キャリア周波数	
				単パルス方式	
		Min.	Max.	Min.	Max.
ϕ	50ns	3.3ms	838.8ms	1.2Hz	305.2Hz
$\phi/2$	100ns	6.6ms	1.7s	0.6Hz	152.6Hz
$\phi/4$	200ns	13.1ms	3.4s	0.3Hz	76.3Hz
$\phi/8$	400ns	26.2ms	6.7s	0.1Hz	38.1Hz

9. 8 ビット PWM タイマ (PWMU)

(4) 8 ビットパルス分割モード

PWM 周期 = $\lceil 16 \times (n+1) \rceil / \text{内部クロック周波数} \quad (0 \leq n \leq 255)$

PWM 変換周期 = $\lceil 256 \times (n+1) \rceil / \text{内部クロック周波数} \quad (0 \leq n \leq 255)$

表 9.9 $\phi = 20\text{MHz}$ 時の分解能、PWM 変換周期、キャリア周波数 (8 ビットカウンタ動作)

内部クロック周波数	分解能	PWM 変換周期		キャリア周波数 (1/PWM 周期)	
		Min.	Max.	Min.	Max.
ϕ	50ns	12.8 μs	3.3ms	4882.8Hz	1250.0kHz
$\phi/2$	100ns	25.6 μs	6.6ms	2441.4Hz	625.0kHz
$\phi/4$	200ns	51.2 μs	13.1ms	1220.7Hz	312.5kHz
$\phi/8$	400ns	102.4 μs	26.2ms	610.4Hz	156.3kHz

9.3.8 PWM デューティ設定レジスタ 0~5 (PWMREG0~PWMREG5)

PWMREG は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタです。PWM 出力パルスの High 期間 (デューティ) を設定します。初期値は H'00 です。

(1) 8 ビット単パルスモード

PWM 出力するパルスの High 期間を直接指定します。PWMREG により PWM 出力パルスのデューティ比 0/255~255/255 まで 1/255 の分解能で指定します。

PWMREG の値を m とすると出力パルスの High 期間は以下ようになります。

$$\text{出力パルスの High 期間} = (\text{PWM 周期} \times m) / 255 \quad (0 \leq m \leq 255)$$

(2) 12 ビット単パルスモード

PWM 出力するパルスの High 期間を直接指定します。PWMREG により、PWM 出力パルスのデューティ比 0/4095~4095/4095 まで 1/4095 の分解能で指定します。

PWMREG の値を m とすると出力パルスの High 期間は以下ようになります。

$$\text{出力パルスの High 期間} = (\text{PWM 周期} \times m) / 4095 \quad (0 \leq m \leq 4095)$$

PWMREG1 (上位) と PWMREG0 (下位)、PWMREG3 (上位) と PWMREG2 (下位)、PWMREG5 (上位) と PWMREG4 (下位) の組み合わせで、パルスの High 期間をそれぞれ設定します。

【注】 上位レジスタのビット 3~0 と下位レジスタの設定が有効です。上位レジスタのビット 7~4 は無効です。また、下位側のレジスタを設定した後で、上位側のレジスタを設定してください。上位側のレジスタを先に設定すると期待通りの出力にならない場合があります。

(3) 16 ビット単パルスモード

PWM 出力するパルスの High 期間を直接指定します。PWMREG をカスケード接続することで、PWM 出力パルスのデューティ比 0/65535~65535/65535 まで 1/65535 の分解能で指定します。

PWMREG の値を m とすると出力パルスの High 期間は以下のようになります。

$$\text{出力パルスの High 期間} = (\text{PWM 周期} \times m) / 65535 \quad (0 \leq m \leq 65535)$$

PWMREG1 (上位) と PWMREG0 (下位)、PWMREG3 (上位) と PWMREG2 (下位)、PWMREG5 (上位) と PWMREG4 (下位) の組み合わせ (カスケード接続) で、パルスの High 期間をそれぞれ設定します。

(4) 8 ビットパルス分割モード

PWM 出力する基本パルスのデューティ比および付加パルスの個数を指定します。PWMREG に設定する値のうち、上位 4 ビットは基本パルスのデューティ比を 0/16~15/16 まで 1/16 の分解能で指定し、下位 4 ビットは基本パルスで構成される変換周期内に付加パルスをいくつ付加するかを指定します。

9.4 動作説明

PWMU は、8 ビット単パルスモード、12 ビット単パルスモード、16 ビット単パルスモードおよび 8 ビット分割パルスモードで動作します。

9.4.1 単パルスモード (8 ビット、12 ビット、16 ビット)

8 ビット単パルスモードのブロック図を図 9.2 に、12 ビット単パルスモードおよび 16 ビット単パルスモードのブロック図を図 9.3 に示します。

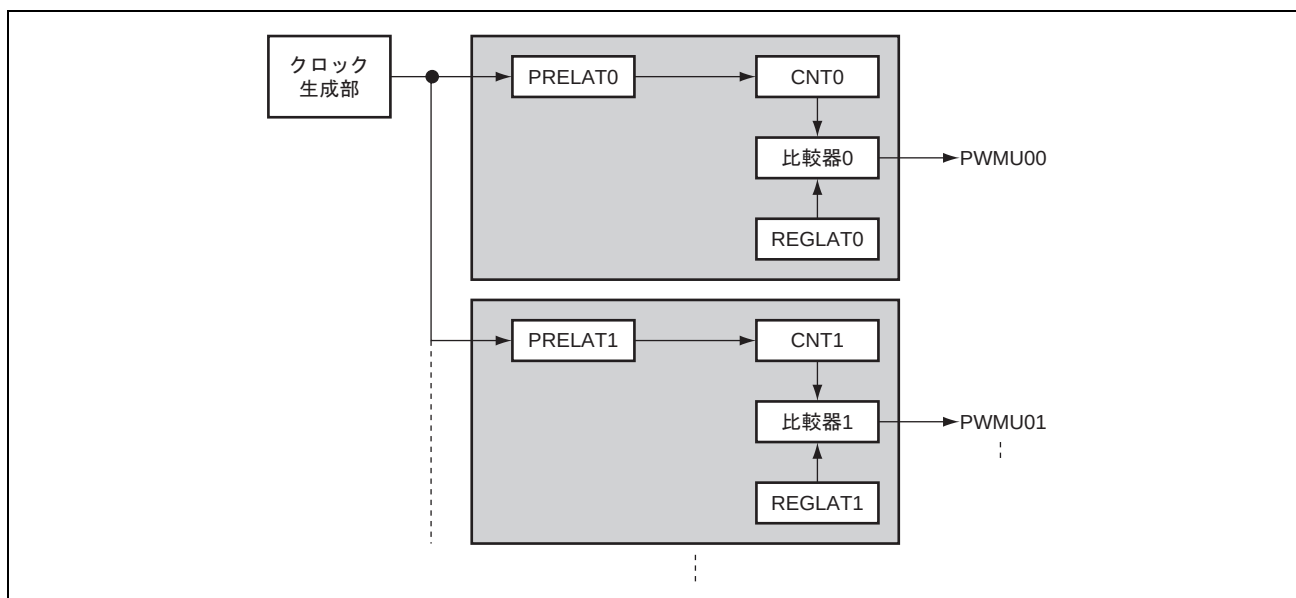


図 9.2 8 ビット単パルスモードのブロック図

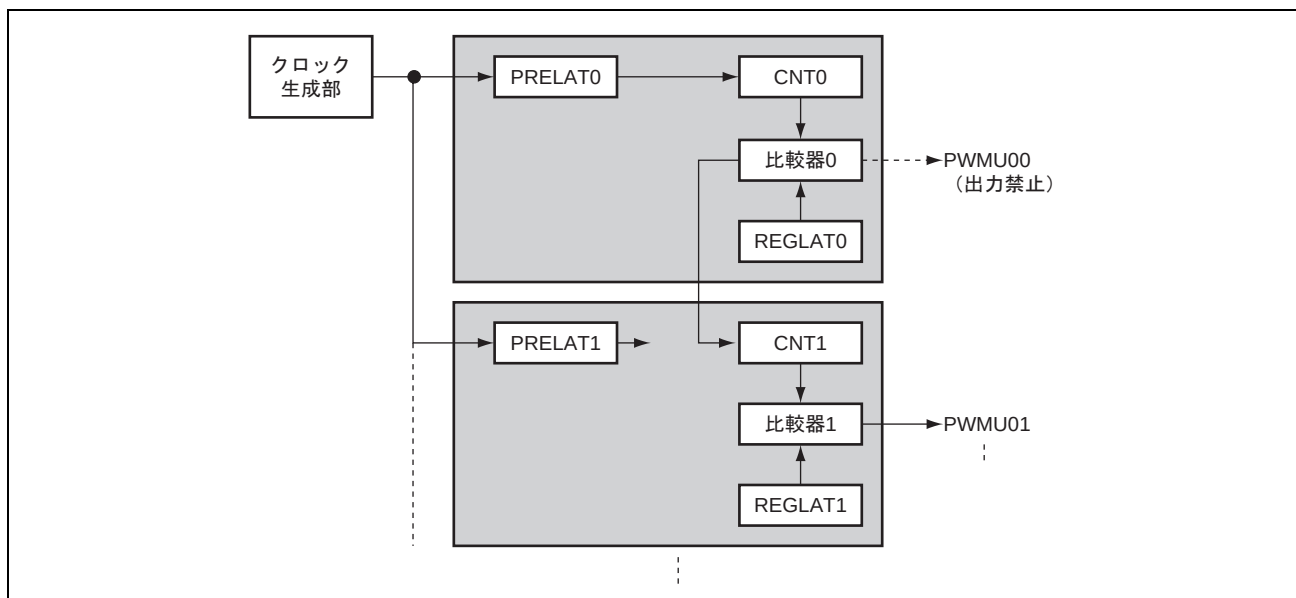


図 9.3 12 ビット、16 ビット単パルスモードのブロック図

PWMOUTCR レジスタの PWMnE ビット (n=0~5) を 1 にセットすると、PWMU は High から始まるパルスを出力します。REGLAT には PWMREG の更新値が、PRELAT には PWMPRE の更新値が書き込まれます。

REGLAT の値がデューティカウンタの値より小さい時、PWMU は High を出力します (直接出力選択時)。デューティカウンタは PWM クロックによりカウントアップします。PWM クロックは、PRELAT の値をダウンカウントして生成します。クロック生成用カウンタが H'00 のとき、PWM クロックが生成されます。

デューティカウンタとクロック生成用カウンタの動作例を図 9.4 に示します。

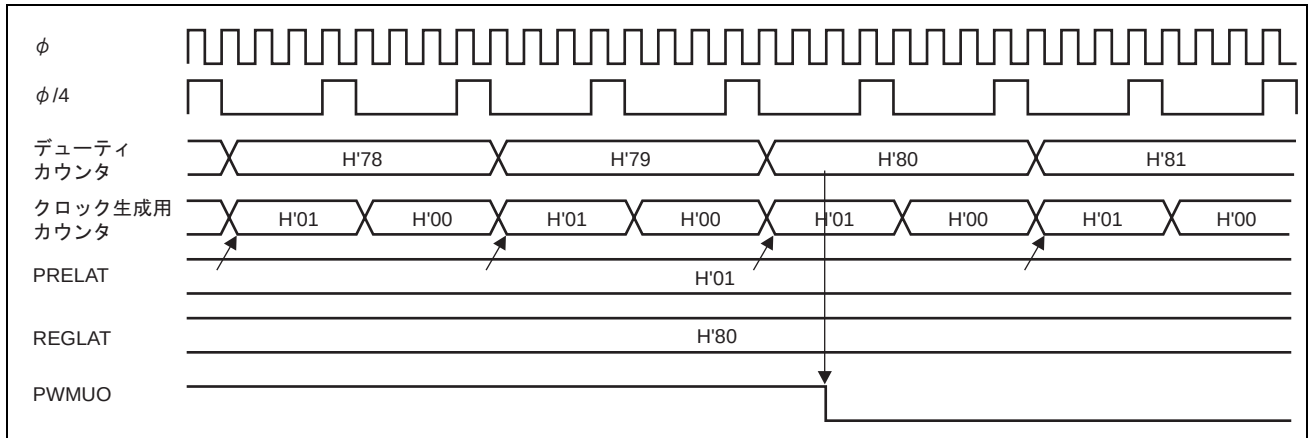


図 9.4 デューティカウンタとクロック生成用カウンタの動作例
(カウントクロックソースに $\phi/4$ を選択、PWMPRE=H'01、PWMREG=H'80 に設定した場合)

デューティカウンタの値と PWMU 出力のタイミングを以下に示します。

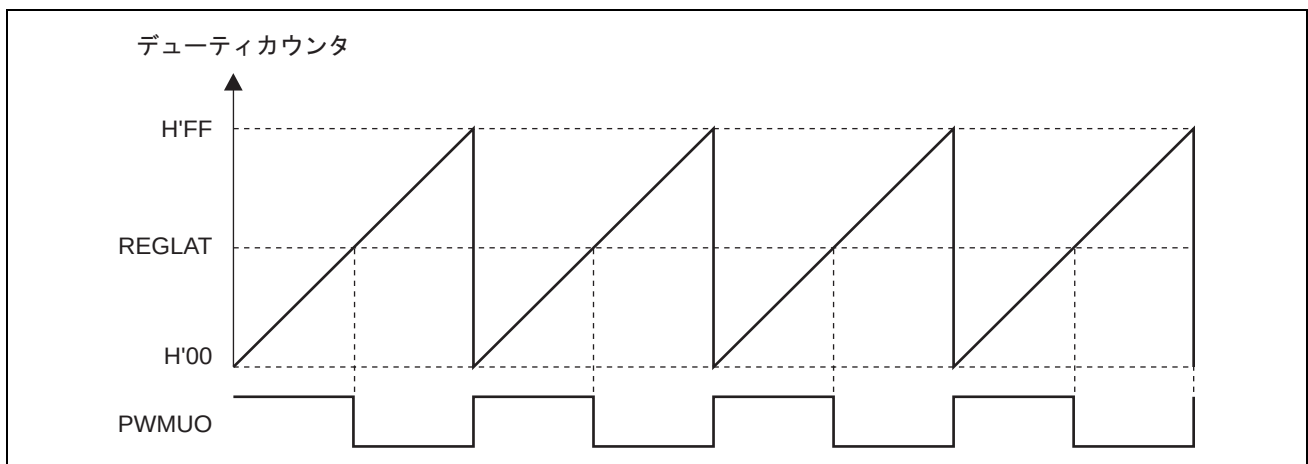


図 9.5 デューティカウンタの値と PWMU 出力のタイミング

9. 8ビット PWM タイマ (PWMU)

PWM 出力中に PWMREG を変更した場合、デューティカウンタがオーバーフローした時（次の PWM 周期の開始時）に PWMREG の値を REGLAT にロードします。PWMREG を変更した場合の PWMU 出力波形を以下に示します。

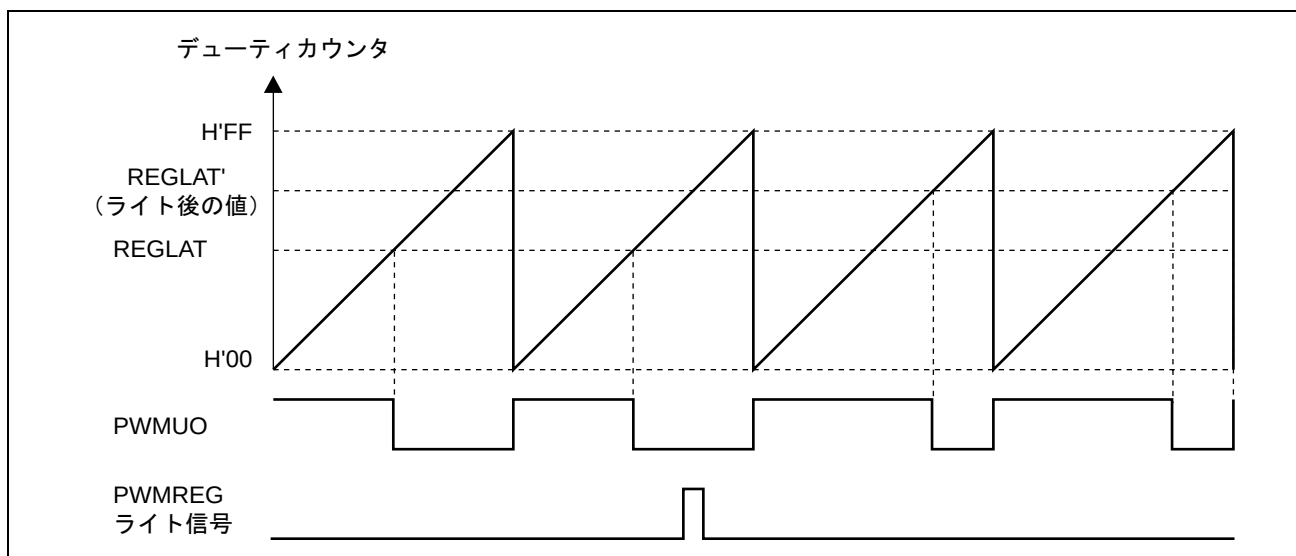


図 9.6 PWMREG を変更した場合の PWMU 出力波形

PWM 出力中に PWMPRE を変更した場合、次の PWM 周期から、PWM 周期が変化します。クロック生成カウンタがアンダフローした時に、PWMPRE の値を PRELAT にロードします。PWMPRE を変更した場合の PRELAT 更新タイミングを以下に示します。

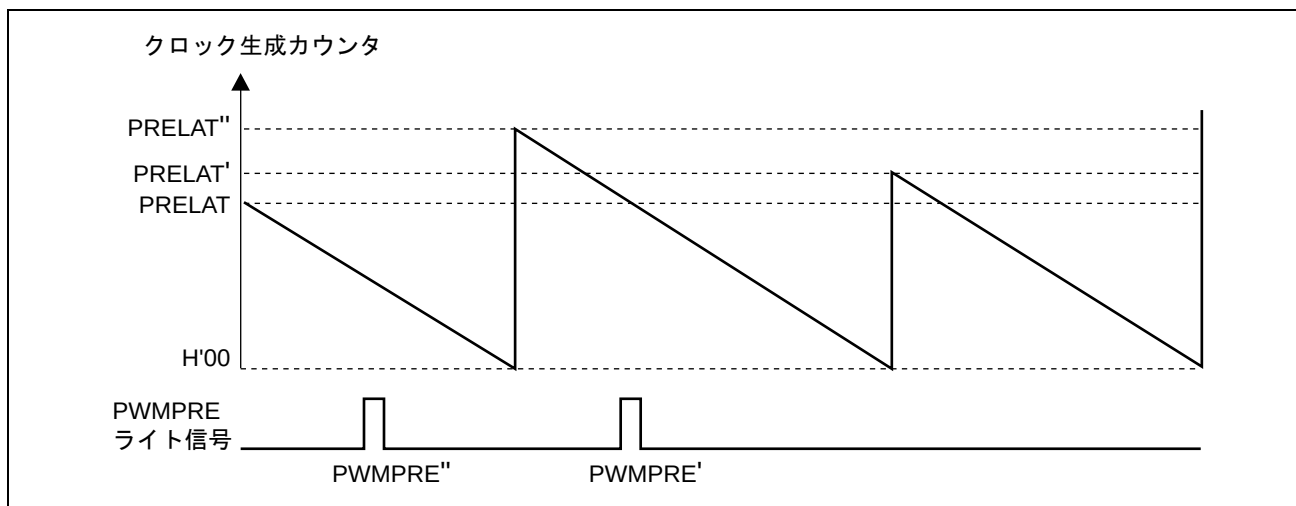


図 9.7 PWMPRE を変更した場合の PRELAT 更新タイミング

9.4.2 パルス分割モード

パルス分割モードでは、PWMREG の上位 4 ビットは、基本パルスのデューティ比を 0/16～15/16 まで 1/16 の分解能で指定します。以下に基本パルスのデューティ比を示します。

表 9.10 基本パルスのデューティ比

上位4ビット	基本パルス波形 (内部)															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
B'0000																
B'0001	1															
B'0010	1	1														
B'0011	1	1	1													
B'0100	1	1	1	1												
B'0101	1	1	1	1	1											
B'0110	1	1	1	1	1	1										
B'0111	1	1	1	1	1	1	1									
B'1000	1	1	1	1	1	1	1	1								
B'1001	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
B'1010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
B'1011	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
B'1100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
B'1101	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
B'1110	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
B'1111	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

分解能

9. 8ビット PWM タイマ (PWMU)

PWMREG の下位 4 ビットは、16 基本パルスに対する付加パルスの付加位置を指定します。付加パルスは、基本パルスの立ち上がりエッジの前に分解能分の幅の High 期間 (PHnS=0 の場合) を付加します。PWMREG の上位 4 ビットが B'0000 の場合は基本パルスの立ち上がりエッジは存在しませんが、付加パルスの付加タイミングは同様です。以下に基本パルスに対応する付加パルスの位置を、図 9.8 に付加パルスタイミング例を示します。

表 9.11 基本パルスに対する付加パルスの位置

下位 4 ビット	基本パルス No.															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B'0000																
B'0001																○
B'0010								○								○
B'0011								○				○				○
B'0100				○				○				○				○
B'0101				○				○				○		○		○
B'0110				○		○		○				○		○		○
B'0111				○		○		○		○		○		○		○
B'1000		○		○		○		○		○		○		○		○
B'1001		○		○		○		○		○		○		○	○	○
B'1010		○		○		○	○	○		○		○		○	○	○
B'1011		○		○		○	○	○		○	○	○		○	○	○
B'1100		○	○	○		○	○	○		○	○	○		○	○	○
B'1101		○	○	○		○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
B'1110		○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
B'1111		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

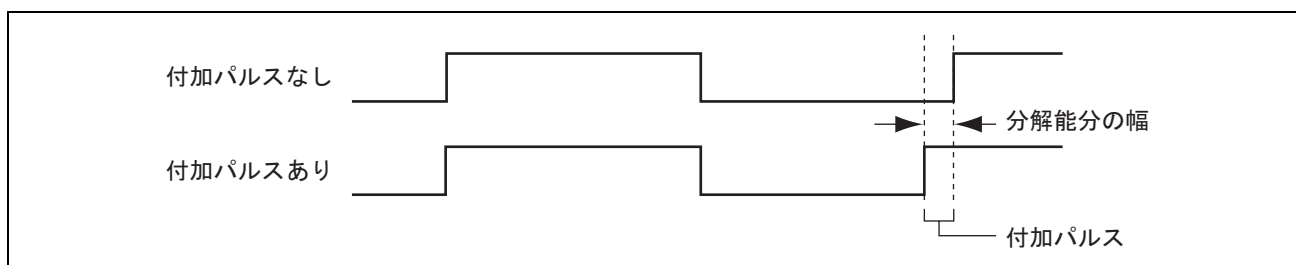


図 9.8 付加パルスタイミング例 (PWMREG 上位 4 ビットが B'1000)

9.5 使用上の注意事項

9.5.1 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、PWMU の動作停止／許可を設定することが可能です。初期値では PWMU の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は「**第 24 章 低消費電力状態**」を参照してください。

9.5.2 16/12 ビット単パルス PWM タイマ使用上の注意点

16/12 ビット単パルス PWM タイマとして使用する場合にはデューティ比を切り換えるために PWMREGn (n=0~5) の上位 8 ビットと下位 8 ビットを個別にライトする必要があります。

そのため、ライト動作に時間差が発生することから、その期間中のパルス波形のデューティ比が意図しない値となる可能性があります。

また PWMREGn のライト動作中に割り込み処理が入ると異常デューティ比パルスが出続ける可能性があるため、割り込み処理が入らないよう注意してください。

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

本 LSI は、3 チャンネルの 16 ビットタイマにより構成される 16 ビットタイマパルスユニット (TPU) を内蔵しています。16 ビットタイマパルスユニットのブロック図を図 10.1 に、機能一覧を表 10.1 に示します。

10.1 特長

- 最大8本のパルス入出力が可能
- チャンネル0、2は8種類、チャンネル1は7種類のカウンタ入力クロックを選択可能
- 各チャンネルとも次の動作を設定可能
コンペアマッチによる波形出力、インプットキャプチャ機能、カウンタクリア動作、複数のタイマカウンタ (TCNT) への同時書き込み、コンペアマッチ／インプットキャプチャによる同時クリア、カウンタの同期動作による各レジスタの同期入出力、任意デューティのPWM出力、同期動作と組み合わせることによる最大7相のPWM出力
- チャンネル0はバッファ動作を設定可能
- チャンネル1、2は各々独立に位相計数モードを設定可能
- 内部16ビットバスによる高速アクセス
- 13種類の割り込み要因
- レジスタデータの自動転送が可能
- A/D変換器の変換スタートトリガを生成可能

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

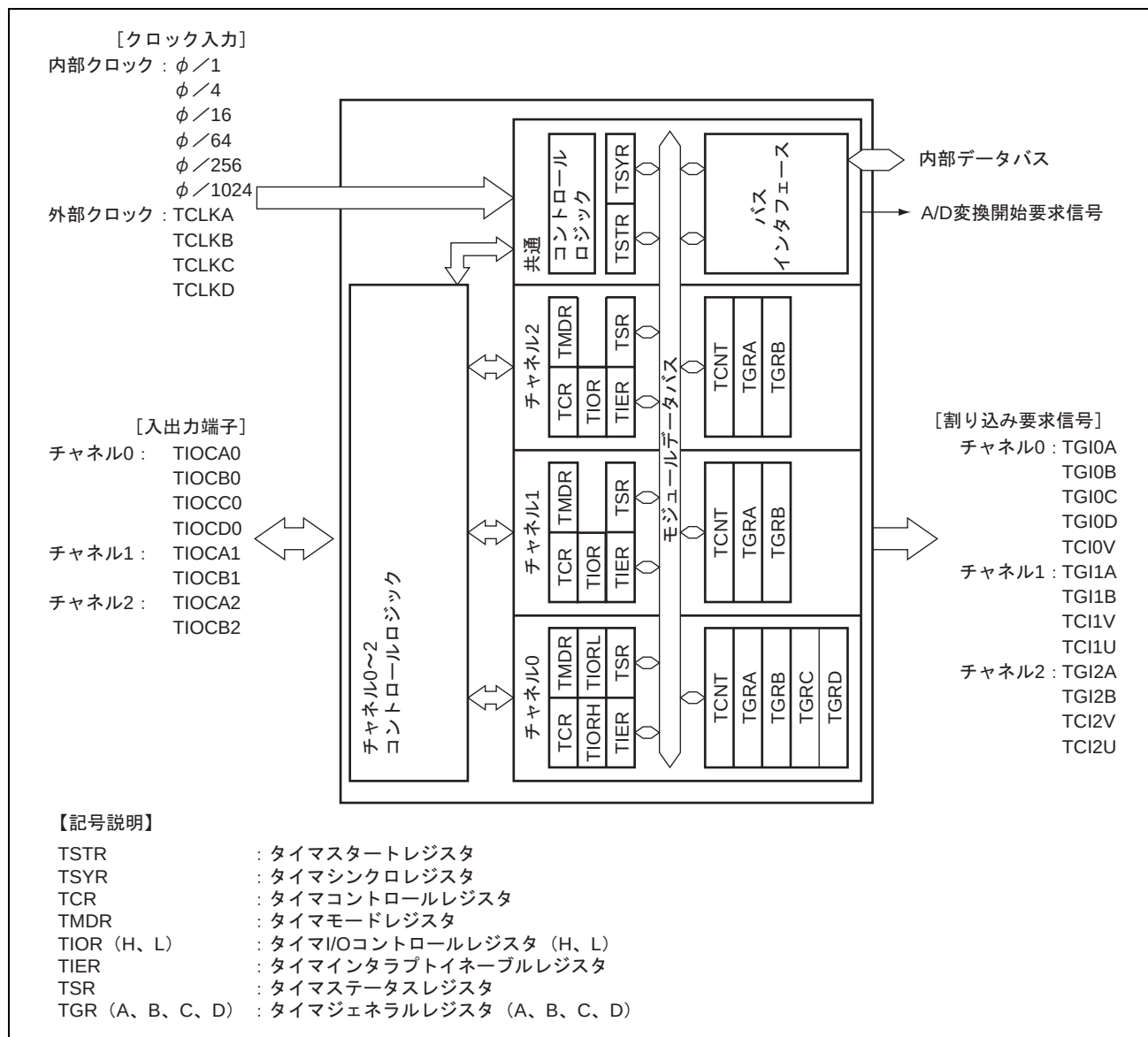


図 10.1 TPU のブロック図

表 10.1 TPU の機能一覧

項目		チャンネル 0	チャンネル 1	チャンネル 2
カウントクロック		$\Phi/1$ $\Phi/4$ $\Phi/16$ $\Phi/64$ TCLKA TCLKB TCLKC TCLKD	$\Phi/1$ $\Phi/4$ $\Phi/16$ $\Phi/64$ $\Phi/256$ TCLKA TCLKB	$\Phi/1$ $\Phi/4$ $\Phi/16$ $\Phi/64$ $\Phi/1024$ TCLKA TCLKB TCLKC
ジェネラルレジスタ (TGR)		TGRA_0 TGRB_0	TGRA_1 TGRB_1	TGRA_2 TGRB_2
ジェネラルレジスタ/ バッファレジスタ		TGRC_0 TGRD_0	—	—
入出力端子		TIOCA0 TIOCB0 TIOCC0 TIOCD0	TIOCA1 TIOCB1	TIOCA2 TIOCB2
カウンタクリア機能		TGR のコンペアマッチ または インプットキャプチャ	TGR のコンペアマッチ または インプットキャプチャ	TGR のコンペアマッチ または インプットキャプチャ
コンペア マッチ 出力	0 出力	○	○	○
	1 出力	○	○	○
	トグル 出力	○	○	○
インプットキャプチャ機能		○	○	○
同期動作		○	○	○
PWM モード		○	○	○
位相計数モード		—	○	○
バッファ動作		○	—	—

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

項目	チャンネル 0	チャンネル 1	チャンネル 2
A/D 変換開始トリガ	TGRA_0 のコンペアマッチ または インプットキャプチャ	TGRA_1 のコンペアマッチ または インプットキャプチャ	TGRA_2 のコンペアマッチ または インプットキャプチャ
割り込み要因	5 要因 • コンペアマッチ ／インプットキャプチャ 0A • コンペアマッチ ／インプットキャプチャ 0B • コンペアマッチ ／インプットキャプチャ 0C • コンペアマッチ ／インプットキャプチャ 0D • オーバフロー	4 要因 • コンペアマッチ ／インプットキャプチャ 1A • コンペアマッチ ／インプットキャプチャ 1B • オーバフロー • アンダフロー	4 要因 • コンペアマッチ ／インプットキャプチャ 2A • コンペアマッチ ／インプットキャプチャ 2B • オーバフロー • アンダフロー

【記号説明】

○：可能

－：不可

10.2 入出力端子

表 10.2 TPU の端子構成

チャンネル	端子名	入出力	機 能
共通	TCLKA	入力	外部クロック A 入力端子 (チャンネル 1 の位相計数モード A 相入力)
	TCLKB	入力	外部クロック B 入力端子 (チャンネル 1 の位相計数モード B 相入力)
	TCLKC	入力	外部クロック C 入力端子 (チャンネル 2 の位相計数モード A 相入力)
	TCLKD	入力	外部クロック D 入力端子 (チャンネル 2 の位相計数モード B 相入力)
0	TIOCA0	入出力	TGRA_0 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
	TIOCB0	入出力	TGRB_0 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
	TIOCC0	入出力	TGRC_0 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
	TIOCD0	入出力	TGRD_0 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
1	TIOCA1	入出力	TGRA_1 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
	TIOCB1	入出力	TGRB_1 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
2	TIOCA2	入出力	TGRA_2 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
	TIOCB2	入出力	TGRB_2 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子

10.3 レジスタの説明

TPU には各チャンネルに以下のレジスタがあります。

表 10.3 レジスタ構成

チャンネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
チャンネル 0	タイマコントロールレジスタ_0	TCR_0	R/W	H'00	H'FE50	8
	タイマモードレジスタ_0	TMDR_0	R/W	H'C0	H'FE51	8
	タイマ I/O コントロールレジスタ H_0	TIORH_0	R/W	H'00	H'FE52	8
	タイマ I/O コントロールレジスタ L_0	TIORL_0	R/W	H'00	H'FE53	8
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ_0	TIER_0	R/W	H'40	H'FE54	8
	タイマステータスレジスタ_0	TSR_0	R/W	H'C0	H'FE55	8
	タイマカウンタ_0	TCNT_0	R/W	H'0000	H'FE56	16
	タイマジェネラルレジスタ A_0	TGRA_0	R/W	H'FFFF	H'FE58	16
	タイマジェネラルレジスタ B_0	TGRB_0	R/W	H'FFFF	H'FE5A	16
	タイマジェネラルレジスタ C_0	TGRC_0	R/W	H'FFFF	H'FE5C	16
	タイマジェネラルレジスタ D_0	TGRD_0	R/W	H'FFFF	H'FE5E	16
チャンネル 1	タイマコントロールレジスタ_1	TCR_1	R/W	H'00	H'FD40	8
	タイマモードレジスタ_1	TMDR_1	R/W	H'C0	H'FD41	8
	タイマ I/O コントロールレジスタ_1	TIOR_1	R/W	H'00	H'FD42	8
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ_1	TIER_1	R/W	H'40	H'FD44	8
	タイマステータスレジスタ_1	TSR_1	R/W	H'C0	H'FD45	8
	タイマカウンタ_1	TCNT_1	R/W	H'0000	H'FD46	16
	タイマジェネラルレジスタ A_1	TGRA_1	R/W	H'FFFF	H'FD48	16
	タイマジェネラルレジスタ B_1	TGRB_1	R/W	H'FFFF	H'FD4A	16
チャンネル 2	タイマコントロールレジスタ_2	TCR_2	R/W	H'00	H'FE70	8
	タイマモードレジスタ_2	TMDR_2	R/W	H'C0	H'FE71	8
	タイマ I/O コントロールレジスタ_2	TIOR_2	R/W	H'00	H'FE72	8
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ_2	TIER_2	R/W	H'40	H'FE74	8
	タイマステータスレジスタ_2	TSR_2	R/W	H'C0	H'FE75	8
	タイマカウンタ_2	TCNT_2	R/W	H'0000	H'FE76	16
	タイマジェネラルレジスタ A_2	TGRA_2	R/W	H'FFFF	H'FE78	16
	タイマジェネラルレジスタ B_2	TGRB_2	R/W	H'FFFF	H'FE7A	16
共通	タイマスタートレジスタ	TSTR	R/W	H'00	H'FEB0	8
	タイマシンクロレジスタ	TSYR	R/W	H'00	H'FEB1	8

10.3.1 タイマコントロールレジスタ (TCR)

TCR は各チャネルの TCNT を制御します。TPU には、チャンネル 0～2 に各 1 本、計 3 本の TCR があります。TCR の設定は、TCNT の動作が停止した状態で行ってください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	CCLR2	0	R/W	カウンタクリア 2～0 TCNT のカウンタクリア要因を選択します。詳細は表 10.4 表 10.5 を参照してください。
6	CCLR1	0	R/W	
5	CCLR0	0	R/W	
4	CKEG1	0	R/W	クロックエッジ 1、0 入力クロックのエッジを選択します。内部クロックを両エッジでカウントすると、入力クロックの周期が 1/2 になります（例： $\phi/4$ の両エッジ = $\phi/2$ の立ち上がりエッジ）。チャンネル 1、2 で位相計数モードを使用する場合は、本設定は無視され、位相計数モードの設定が優先されます。内部クロックのエッジ選択は、入力クロックが $\phi/4$ もしくはそれより遅い場合に有効です。入力クロックに $\phi/1$ を選択した場合は本設定は無視され、立ち上がりエッジカウント選択になります。 00：立ち上がりエッジでカウント 01：立ち下がりエッジでカウント 1X：両エッジでカウント 【記号説明】 X：Don't care
3	CKEG0	0	R/W	
2	TPSC2	0	R/W	タイマプリスケラ 2～0 TCNT のカウンタクロックを選択します。各チャネル独立にクロックソースを選択することができます。詳細は表 10.6～表 10.8 TPSC2～TPSC0 を参照してください。
1	TPSC1	0	R/W	
0	TPSC0	0	R/W	

表 10.4 CCLR2～CCLR0 (チャンネル 0)

チャネル	ビット 7	ビット 6	ビット 5	説 明
	CCLR2	CCLR1	CCLR0	
0	0	0	0	TCNT のクリア禁止
	0	0	1	TGRA のコンペアマッチ/インプットキャプチャで TCNT クリア
	0	1	0	TGRB のコンペアマッチ/インプットキャプチャで TCNT クリア
	0	1	1	同期クリア/同期動作をしている他のチャネルのカウンタクリアで TCNT をクリア*1
	1	0	0	TCNT のクリア禁止
	1	0	1	TGRC のコンペアマッチ/インプットキャプチャで TCNT クリア*2
	1	1	0	TGRD のコンペアマッチ/インプットキャプチャで TCNT クリア*2
	1	1	1	同期クリア/同期動作をしている他のチャネルのカウンタクリアで TCNT をクリア*1

【注】 *1 同期動作の設定は、TSYR の SYNC ビットを 1 にセットすることにより行います。

*2 TGRC または TGRD をバッファレジスタとして使用している場合は、バッファレジスタの設定が優先され、コンペアマッチ/インプットキャプチャが発生しないため、TCNT はクリアされません。

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 10.5 CCLR2～CCLR0 (チャンネル 1、2)

チャンネル	ビット 7	ビット 6	ビット 5	説 明
	リザーブ*2	CCLR1	CCLR0	
1、2	0	0	0	TCNT のクリア禁止
	0	0	1	TGRA のコンペアマッチ／インプットキャプチャで TCNT クリア
	0	1	0	TGRB のコンペアマッチ／インプットキャプチャで TCNT クリア
	0	1	1	同期クリア／同期動作をしている他のチャンネルのカウンタクリアで TCNT をクリア*1

【注】 *1 同期動作の設定は、TSYR の SYNC ビットを 1 にセットすることにより行います。

*2 チャンネル 1、2 ではビット 7 はリザーブです。リードすると常に 0 が読み出しされます。ライトは無効です。

表 10.6 TPSC2～TPSC0 (チャンネル 0)

チャンネル	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
0	0	0	0	内部クロック：φでカウント
	0	0	1	内部クロック：φ／4 でカウント
	0	1	0	内部クロック：φ／16 でカウント
	0	1	1	内部クロック：φ／64 でカウント
	1	0	0	外部クロック：TCLKA 端子入力でカウント
	1	0	1	外部クロック：TCLKB 端子入力でカウント
	1	1	0	外部クロック：TCLKC 端子入力でカウント
	1	1	1	外部クロック：TCLKD 端子入力でカウント

表 10.7 TPSC2～TPSC0 (チャンネル 1)

チャンネル	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
1	0	0	0	内部クロック：φでカウント
	0	0	1	内部クロック：φ／4 でカウント
	0	1	0	内部クロック：φ／16 でカウント
	0	1	1	内部クロック：φ／64 でカウント
	1	0	0	外部クロック：TCLKA 端子入力でカウント
	1	0	1	外部クロック：TCLKB 端子入力でカウント
	1	1	0	内部クロック：φ／256 でカウント
	1	1	1	設定禁止

【注】 チャンネル 1 が位相計数モード時、この設定は無効になります。

表 10.8 TPSC2～TPSC0 (チャンネル 2)

チャンネル	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
2	0	0	0	内部クロック： ϕ でカウント
	0	0	1	内部クロック： $\phi/4$ でカウント
	0	1	0	内部クロック： $\phi/16$ でカウント
	0	1	1	内部クロック： $\phi/64$ でカウント
	1	0	0	外部クロック：TCLKA 端子入力でカウント
	1	0	1	外部クロック：TCLKB 端子入力でカウント
	1	1	0	外部クロック：TCLKC 端子入力でカウント
	1	1	1	内部クロック： $\phi/1024$ でカウント

【注】 チャンネル 2 が位相計数モード時、この設定は無効になります。

10.3.2 タイマモードレジスタ (TMDR)

TMDR は各チャンネルの動作モードの設定を行います。TPU には、各チャンネル 1 本、計 3 本の TMDR があります。TMDR の設定は、TCNT の動作が停止した状態で行ってください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	1	R	リザーブビット
6	—	1	R	リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。
5	BFB	0	R/W	バッファ動作 B TGRB を通常動作させるか、TGRB と TGRD を組み合わせてバッファ動作させるかを設定します。TGRD をバッファレジスタとして使用した場合は、TGRD のインプットキャプチャ／アウトプットコンペアは発生しません。 TGRD を持たないチャンネル 1、2 ではこのビットはリザーブビットになります。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。 0：TGRB は通常動作 1：TGRB と TGRD はバッファ動作
4	BFA	0	R/W	バッファ動作 A TGRA を通常動作させるか、TGRA と TGRC を組み合わせてバッファ動作させるかを設定します。TGRC をバッファレジスタとして使用した場合は、TGRC のインプットキャプチャ／アウトプットコンペアは発生しません。 TGRC を持たないチャンネル 1、2 ではこのビットはリザーブビットになります。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。 0：TGRA は通常動作 1：TGRA と TGRC はバッファ動作
3	MD3	0	R/W	モード 3～0 MD3～MD0 はタイマの動作モードを設定します。 MD3 はリザーブビットです。ライト時には常に 0 としてください。 詳細は表 10.9 を参照してください。
2	MD2	0	R/W	
1	MD1	0	R/W	
0	MD0	0	R/W	

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 10.9 MD3～MD0

ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明
MD3* ¹	MD2* ²	MD1	MD0	
0	0	0	0	通常動作
0	0	0	1	リザーブ
0	0	1	0	PWM モード 1
0	0	1	1	PWM モード 2
0	1	0	0	位相計数モード 1
0	1	0	1	位相計数モード 2
0	1	1	0	位相計数モード 3
0	1	1	1	位相計数モード 4
1	x	x	x	設定禁禁止

【記号説明】 x : Don't care

【注】 *1 MD3 はリザーブビットです。ライト時には常に 0 としてください。

*2 チャンネル 0 では、位相計数モードの設定はできません。MD2 には常に 0 をライトしてください。

10.3.3 タイマ I/O コントロールレジスタ (TIOR)

TIOR は TGR を制御します。TPU には、チャンネル 0 に 2 本、チャンネル 1、2 に各 1 本、計 4 本の TIOR があります。TIOR は TMDR の設定により影響を受けますので注意してください。

TIOR で指定した初期出力はカウンタ停止した (TSTR の CST ビットを 0 にクリアした) 状態で有効になります。また、PWM モード 2 の場合にはカウンタが 0 にクリアされた時点での出力を指定します。

TGRC、あるいは TGRD をバッファ動作に設定した場合は、本設定は無効となり、バッファレジスタとして動作します。

• TIORH_0、TIOR_1、TIOR_2

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IOB3	0	R/W	I/O コントロール B3～0 TGRB の機能を設定します。
6	IOB2	0	R/W	
5	IOB1	0	R/W	
4	IOB0	0	R/W	
3	IOA3	0	R/W	I/O コントロール A3～0 TGRA の機能を設定します。
2	IOA2	0	R/W	
1	IOA1	0	R/W	
0	IOA0	0	R/W	

• TIORL_0

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	IOD3	0	R/W	I/O コントロール D3~0 TGRD の機能を設定します。
6	IOD2	0	R/W	
5	IOD1	0	R/W	
4	IOD0	0	R/W	
3	IOC3	0	R/W	I/O コントロール C3~0 TGRC の機能を設定します。
2	IOC2	0	R/W	
1	IOC1	0	R/W	
0	IOC0	0	R/W	

表 10.10 TIORH_0 (チャンネル 0)

ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	説 明	
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	TGRB_0 の機能	TIOCB0 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペア レジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元は TIOCB0 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCB0 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCB0 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x: Don't care

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 10.11 TIORH_0 (チャンネル 0)

ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明	
IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	TGRA_0 の機能	TIOCA0 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペア レジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元は TIOCA0 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCA0 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCA0 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x : Don't care

表 10.12 TIORL_0 (チャンネル 0)

ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	説 明	
IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	TGRD_0 の機能	TIOCD0 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペア レジスタ*	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャ レジスタ*	キャプチャ入力元は TIOCD0 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCD0 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCD0 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x : Don't care

【注】 * TMDR_0 の BFB ビットを 1 にセットして TGRD_0 をバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効になり、インプットキャプチャ／アウトプットコンペアは発生しません。

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 10.13 TIORL_0 (チャンネル 0)

ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明	
IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	TGRC_0 の機能	TIOCC0 の端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペア レジスタ*	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャ レジスタ*	キャプチャ入力元は TIOCC0 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCC0 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCC0 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x : Don't care

【注】 * TMDR_0 の BFA ビットを 1 にセットして TGRC_0 をバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効になり、インプットキャプチャ／アウトプットコンペアは発生しません。

表 10.14 TIOR_1 (チャンネル 1)

ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	説 明	
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	TGRB_1 の機能	TIOCB1 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペア レジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元は TIOCB1 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCB1 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCB1 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x : Don't care

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 10.15 TIOR_1 (チャンネル 1)

ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明	
IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	TGRA_1 の機能	TIOCA1 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペア レジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元は TIOCA1 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCA1 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCA1 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x : Don't care

表 10.16 TIOR_2 (チャンネル 2)

ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	説 明	
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	TGRB_2 の機能	TIOCB2 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペア レジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	x	0	0	インプットキャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元は TIOCB2 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	x	0	1		キャプチャ入力元は TIOCB2 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	x	1	x		キャプチャ入力元は TIOCB2 端子 両エッジでインプットキャプチャ

【記号説明】 x : Don't care

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 10.17 TIOR_2 (チャンネル 2)

ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明	
IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	TGRA_2 の機能	TIOCA2 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペア レジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	x	0	0	インプットキャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元は TIOCA2 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	x	0	1		キャプチャ入力元は TIOCA2 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	x	1	x		キャプチャ入力元は TIOCA2 端子 両エッジでインプットキャプチャ

【記号説明】 x : Don't care

10.3.4 タイマインタラプトイネーブルレジスタ (TIER)

TIER は各チャンネルの割り込み要求の許可、禁止を制御します。TPU には、各チャンネル 1 本、計 3 本の TIER があります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TTGE	0	R/W	A/D 変換開始要求イネーブル TGRA のインプットキャプチャ/コンペアマッチによる A/D 変換器開始要求の発生を許可または禁止します。 0 : A/D 変換開始要求の発生を禁止 1 : A/D 変換開始要求の発生を許可
6	—	1	R	リザーブビット リードすると 1 が読み出しされます。ライトは無効です
5	TCIEU	0	R/W	アンダフローインタラプトイネーブル チャンネル 1、2 で TSR の TCFU フラグが 1 にセットされたとき、TCFU フラグによる割り込み要求 (TCIU) を許可または禁止します。 チャンネル 0 ではリザーブビットです。 リードすると常に 0 が読み出しされます。ライトは無効です。 0 : TCFU による割り込み要求 (TCIU) を禁止 1 : TCFU による割り込み要求 (TCIU) を許可
4	TCIEV	0	R/W	オーバフローインタラプトイネーブル TSR の TCFV フラグが 1 にセットされたとき、TCFV フラグによる割り込み要求 (TCIV) を許可または禁止します。 0 : TCFV による割り込み要求 (TCIV) を禁止 1 : TCFV による割り込み要求 (TCIV) を許可
3	TGIED	0	R/W	TGR インタラプトイネーブル D チャンネル 0 で TSR の TGFD ビットが 1 にセットされたとき、TGFD ビットによる割り込み要求 (TGID) を許可または禁止します。チャンネル 1、2 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。 0 : TGFD ビットによる割り込み要求 (TGID) を禁止 1 : TGFD ビットによる割り込み要求 (TGID) を許可
2	TGIEC	0	R/W	TGR インタラプトイネーブル C チャンネル 0 で TSR の TGFC ビットが 1 にセットされたとき、TGFC ビットによる割り込み要求 (TGIC) を許可または禁止します。 チャンネル 1、2 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。 0 : TGFC ビットによる割り込み要求 (TGIC) を禁止 1 : TGFC ビットによる割り込み要求 (TGIC) を許可

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
1	TGIEB	0	R/W	TGR インタラプトイネーブル B TSR の TGFB ビットが 1 にセットされたとき、TGFB ビットによる割り込み要求 (TGIB) を許可または禁止します。 0: TGFB ビットによる割り込み要求 (TGIB) を禁止 1: TGFB ビットによる割り込み要求 (TGIB) を禁止
0	TGIEA	0	R/W	TGR インタラプトイネーブル A TSR の TGFA ビットが 1 にセットされたとき、TGFA ビットによる割り込み要求 (TGIA) を許可または禁止します。 0: TGFA ビットによる割り込み要求 (TGIA) を禁止 1: TGFA ビットによる割り込み要求 (TGIA) を許可

10.3.5 タイマステータスレジスタ (TSR)

TSR は各チャンネルのステータスの表示を行います。TPU には、各チャンネル 1 本、計 3 本の TSR があります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TCFD	1	R	カウント方向フラグ チャンネル 1、2 の TCNT のカウント方向を示すステータスフラグです。 チャンネル 0 ではリザーブビットです。リードすると常に 1 が読み出されます。 ライトは無効です。 0: TCNT はダウンカウント 1: TCNT はアップカウント
6	—	1	R	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です
5	TCFU	0	R/(W)*	アンダフローフラグ チャンネル 1、2 が位相計数モードのとき、TCNT のアンダフローの発生を示すステータスフラグです。 チャンネル 0 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。 ライトは無効です。 [セット条件] • TCNT の値がアンダフロー (H'0000→H'FFFF) したとき [クリア条件] • TCFU=1 の状態で TCFU をリード後、TCFU に 0 をライトしたとき
4	TCFV	0	R/(W)*	オーバフローフラグ TCNT のオーバフローの発生を示すステータスフラグです。 [セット条件] • TCNT の値がオーバフロー (H'FFFF→H'0000) したとき [クリア条件] • TCFV=1 の状態で TCFV をリード後、TCFV に 0 をライトしたとき

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
3	TGFD	0	R/(W)*	インプットキャプチャ／アウトプットコンペアフラグ D チャンネル 0 の TGRD のインプットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。 チャンネル 1、2 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。 [セット条件] • TGRD がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRD になったとき • TGRD がインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRD に転送されたとき [クリア条件] • TGFD=1 の状態で TGFD をリード後、TGFD に 0 をライトしたとき
2	TGFC	0	R/(W)*	インプットキャプチャ／アウトプットコンペアフラグ C チャンネル 0 の TGRC のインプットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。 チャンネル 1、2 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。 [セット条件] • TGRC がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRC になったとき • TGRC がインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRC に転送されたとき [クリア条件] • TGFC=1 の状態で TGFC をリード後、TGFC に 0 をライトしたとき
1	TGFB	0	R/(W)*	インプットキャプチャ／アウトプットコンペアフラグ B TGRB のインプットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。 [セット条件] • TGRB がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRB になったとき • TGRB がインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRB に転送されたとき [クリア条件] • TGFB=1 の状態で TGFB をリード後、TGFB に 0 をライトしたとき

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
0	TGFA	0	R/(W) *	インプットキャプチャ／アウトプットコンペアフラグ A TGRA のインプットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。 [セット条件] • TGRA がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRA になったとき • TGRA がインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRA に転送されたとき [クリア条件] • TGFA=1 の状態で TGFA をリード後、TGFA に 0 をライトしたとき

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

10.3.6 タイマカウンタ (TCNT)

TCNT は 16 ビットのリード／ライト可能なカウンタです。各チャンネルに 1 本、計 3 本の TCNT があります。

TCNT は、リセット時に H'0000 に初期化されます。

TCNT の 8 ビット単位でのアクセスは禁止です。常に 16 ビット単位でアクセスしてください。

10.3.7 タイマジェネラルレジスタ (TGR)

TGR は 16 ビットのリード／ライト可能なアウトプットコンペア／インプットキャプチャ兼用のレジスタです。チャンネル 0 に 4 本、チャンネル 1、2 に各 2 本、計 8 本のジェネラルレジスタがあります。チャンネル 0 の TGRC と TGRD は、バッファレジスタとして動作設定することができます。TRG は、リセット時に H'FFFF に初期化されます。TGR の 8 ビット単位でのアクセスは禁止です。常に 16 ビット単位でアクセスしてください。TGR とバッファレジスタの組み合わせは、TGRA—TGRC、TGRB—TGRD になります。

10.3.8 タイマスタートレジスタ (TSTR)

TSTR はチャンネル 0～2 の TCNT の動作／停止を選択するレジスタです。対応するビットを 1 にセットしたチャンネルの TCNT がカウント動作を行います。TMDR へ動作モードを設定する場合や TCR へ TCNT のカウントクロックを設定する場合は、TCNT のカウンタ動作を停止させてから行ってください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～3	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	CST2	0	R/W	カウンタスタート 2～0 TCNT の動作または停止を選択します。 TIOC 端子を出力状態で動作中に、CST ビットに 0 をライトするとカウンタは停止しますが、TIOC 端子のアウトプットコンペア出力レベルは保持されます。 CST ビットが 0 の状態で TIOR へのライトを行うと、設定した初期出力値に端子の出力レベルが更新されます。 0：TCNTn のカウント動作は停止 1：TCNTn はカウント動作 (n=2～0)
1	CST1	0	R/W	
0	CST0	0	R/W	

10.3.9 タイマシンクロレジスタ (TSYR)

TSYR はチャンネル 0～2 の TCNT の独立動作または同期動作を選択します。対応するビットを 1 にセットしたチャンネルが同期動作を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～3	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	SYNC2	0	R/W	タイマ同期 2～0 他のチャンネルとの独立動作または同期動作を選択します。 同期動作を選択すると、複数の TCNT の同期プリセットや、他チャンネルのカウントクリアによる同期クリアが可能となります。 同期動作の設定には、最低 2 チャンネルの SYNC ビットを 1 にセットする必要があります。同期クリアの設定には、SYNC ビットの他に TCR の CCLR2～CCLR0 ビットで、TCNT のクリア要因を設定する必要があります。 0：TCNTn は独立動作 (TCNT のプリセット／クリアは他チャンネルと無関係) 1：TCNTn は同期動作 TCNT の同期プリセット／同期クリアが可能 (n=2～0)
1	SYNC1	0	R/W	
0	SYNC0	0	R/W	

10.4 バスマスタとのインタフェース

10.4.1 16 ビットレジスタ

TCNT、TGR は 16 ビットのレジスタです。バスマスタとの間のデータバスは 16 ビット幅なので、16 ビット単位での読み出し／書き込みが可能です。

8 ビット単位での読み出し／書き込みはできません。常に 16 ビット単位でアクセスしてください。

16 ビットレジスタのアクセス動作例を図 10.2 に示します。

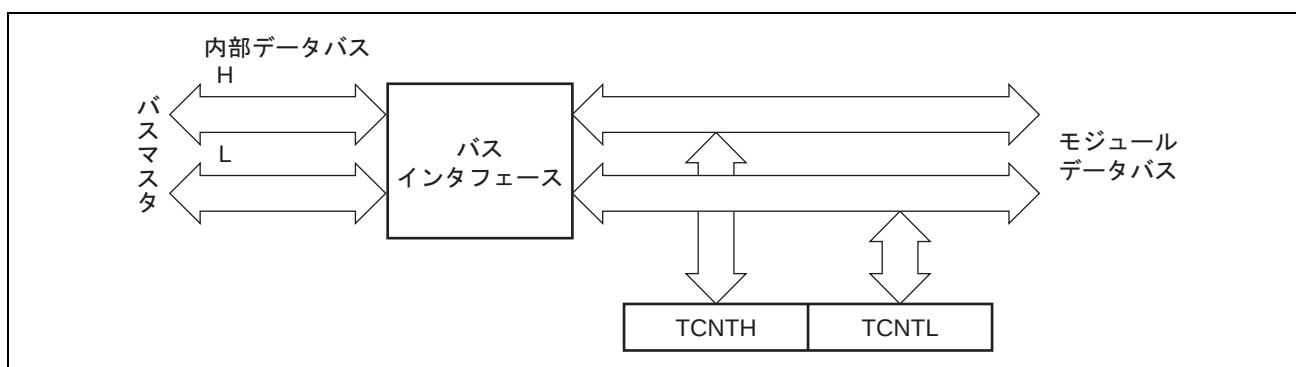


図 10.2 16 ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ $\leftrightarrow$ TCNT (16 ビット))

10.4.2 8 ビットレジスタ

TCNT、TGR 以外のレジスタは 8 ビットのレジスタです。バスマスタとの間のデータバスは 16 ビット幅なので、16 ビット単位での読み出し／書き込みが可能です。また、8 ビット単位での読み出し／書き込みもできます。

8 ビットレジスタのアクセス動作例を図 10.3～図 10.5 に示します。

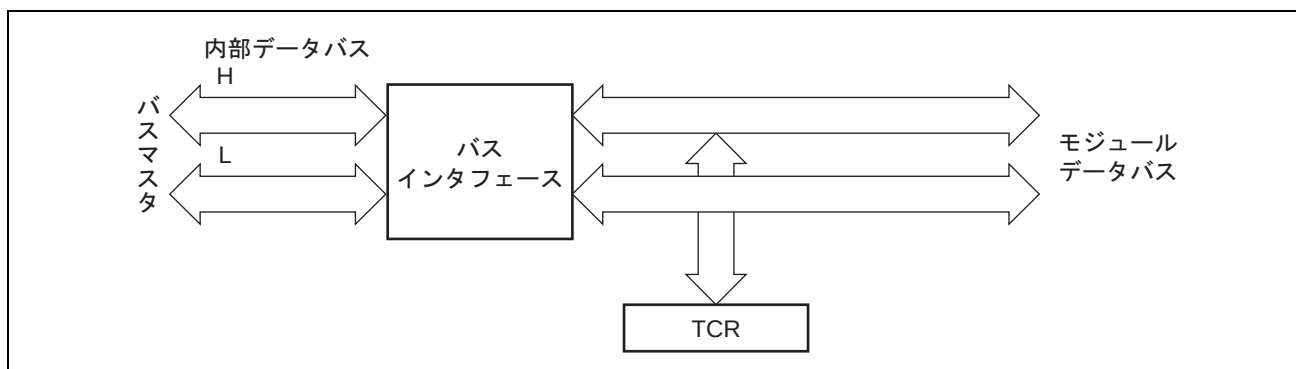


図 10.3 8 ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ $\leftrightarrow$ TCR (上位 8 ビット))

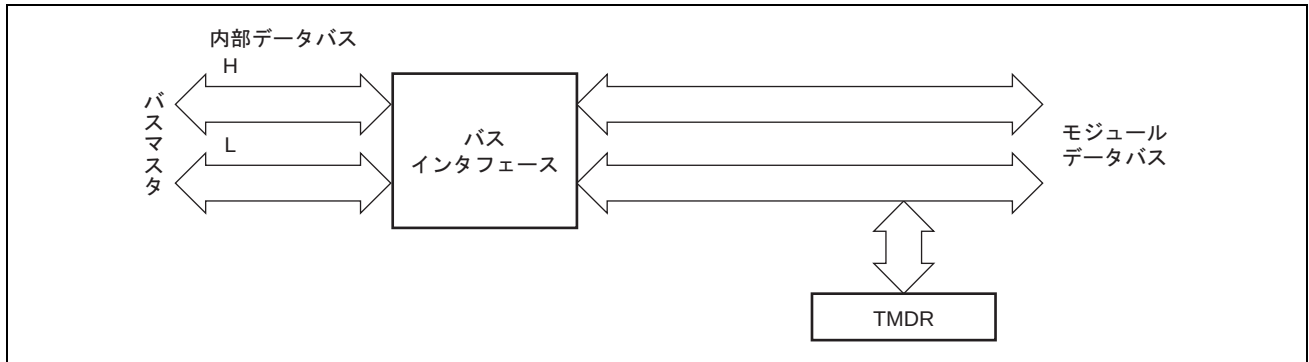


図 10.4 8 ビットレジスタのアクセス動作（バスマスター↔TMDR（下位 8 ビット））

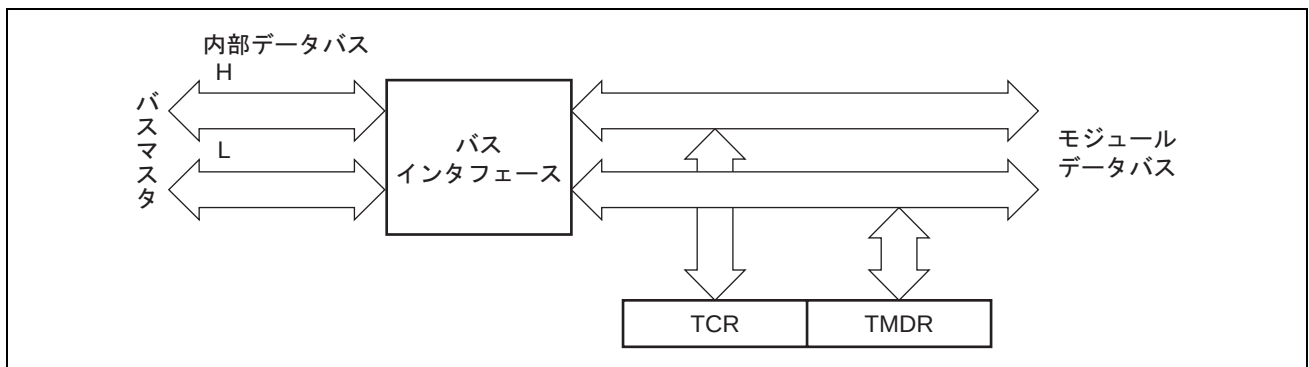


図 10.5 8 ビットレジスタのアクセス動作（バスマスター↔TCR、TMDR（16 ビット））

10.5 動作説明

10.5.1 基本動作

各チャンネルには、TCNT と TGR があります。TCNT は、アップカウント動作を行い、フリーランニング動作、周期カウント動作、または外部イベントカウント動作が可能です。

TGR は、それぞれインプットキャプチャレジスタまたはアウトプットコンペアレジスタとして使用することができます。

(1) カウンタの動作

TSTR の CST0～CST2 ビットを 1 にセットすると、対応するチャンネルの TCNT はカウント動作を開始します。フリーランニングカウンタ動作、周期カウンタ動作などが可能です。

(a) カウント動作の設定手順例

カウント動作の設定手順例を図 10.6 に示します。

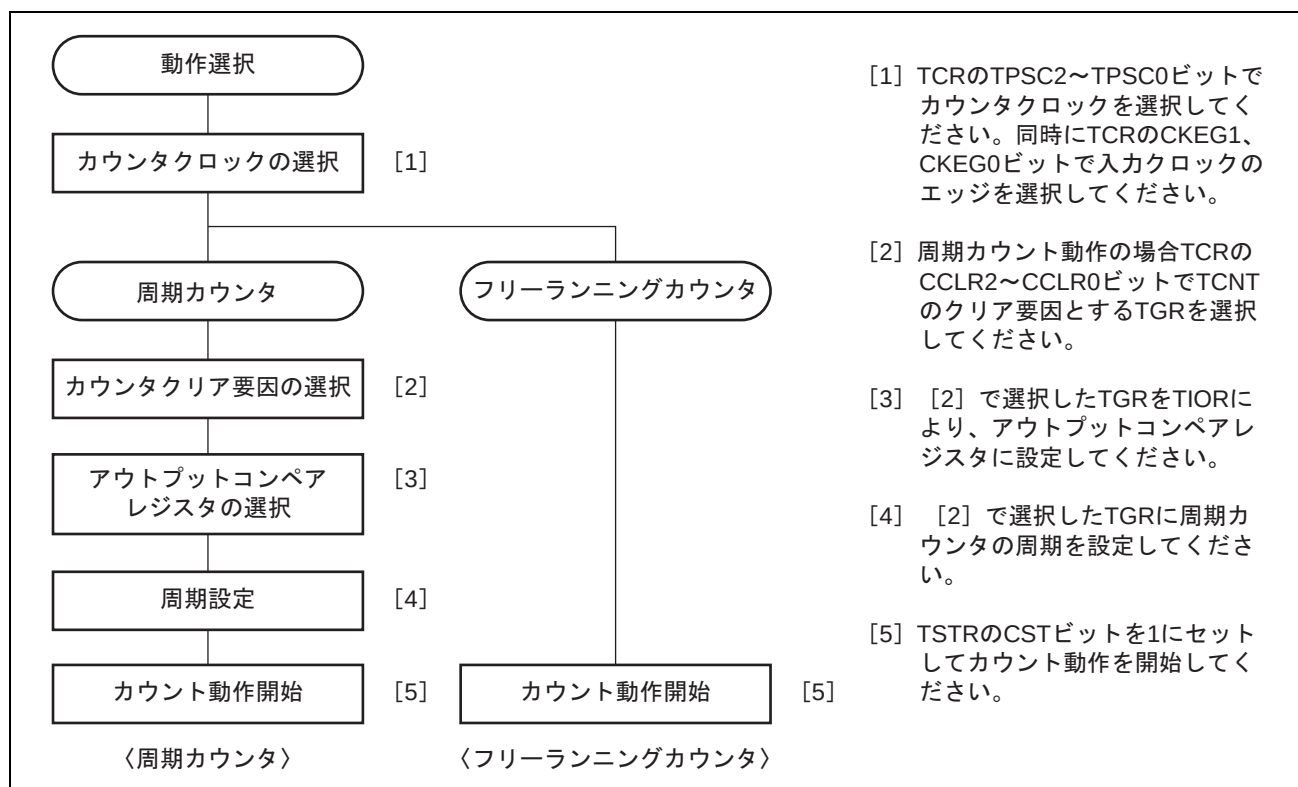


図 10.6 カウンタ動作設定手順例

(b) フリーランニングカウント動作と周期カウント動作

TPU の TCNT は、リセット直後はすべてフリーランニングカウンタの設定となっており、TSTR の対応するビットを 1 にセットするとフリーランニングカウンタとしてアップカウント動作を開始します。TCNT がオーバーフロー (H'FFFF→H'0000) すると、TSR の TCFV ビットが 1 にセットされます。このとき、対応する TIER の TCIEV ビットが 1 ならば、TPU は割り込みを要求します。TCNT はオーバーフロー後、H'0000 からアップカウント動作を継続します。

フリーランニングカウンタの動作を図 10.7 に示します。

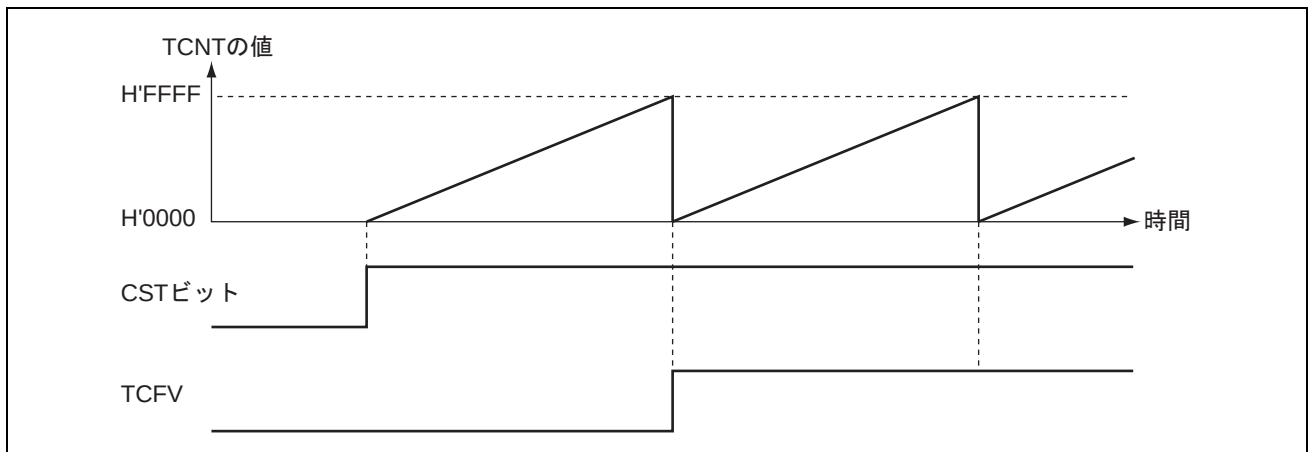


図 10.7 フリーランニングカウンタの動作

TCNT のクリア要因にコンペアマッチを選択したときは、対応するチャンネルの TCNT は周期カウント動作を行います。周期設定用の TGR をアウトプットコンペアレジスタに設定し、TCR の CCLR2～CCLR0 ビットによりコンペアマッチによるカウンタクリアを選択します。設定後、TSTR の対応するビットを 1 にセットすると、周期カウンタとしてアップカウント動作を開始します。カウント値が TGR の値と一致すると、TSR の TGF ビットが 1 にセットされ、TCNT は H'0000 にクリアされます。

このとき対応する TIER の TGIE ビットが 1 ならば、TPU は割り込みを要求します。TCNT はコンペアマッチ後、H'0000 からアップカウント動作を継続します。

周期カウンタの動作を図 10.8 に示します。

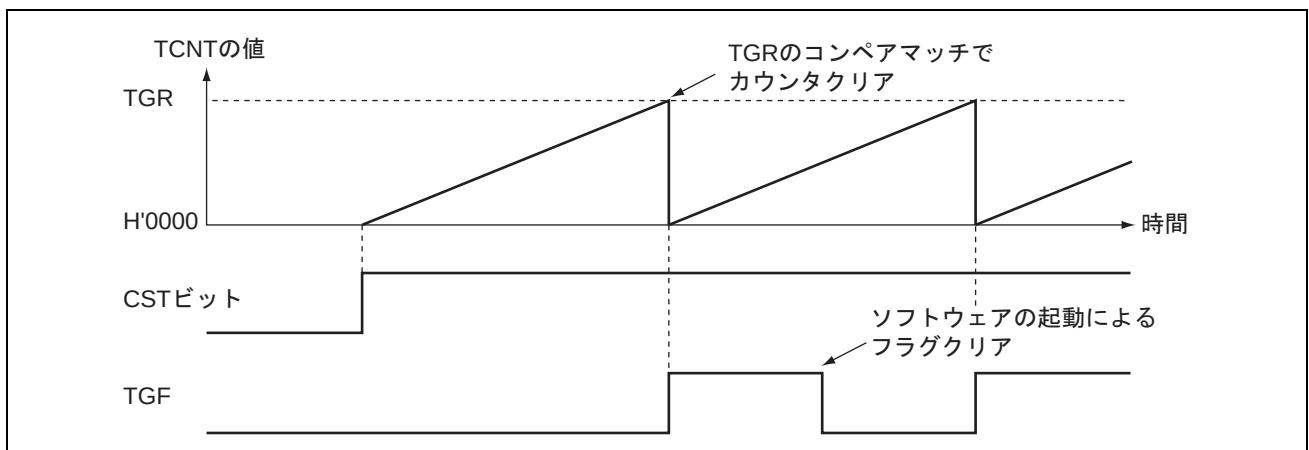


図 10.8 周期カウンタの動作

(2) コンペアマッチによる波形出力機能

TPU は、コンペアマッチにより対応する出力端子から 0 出力／1 出力／トグル出力を行うことができます。

(a) コンペアマッチによる波形出力動作の設定手順例

コンペアマッチによる波形出力動作の設定手順例を図 10.9 に示します。

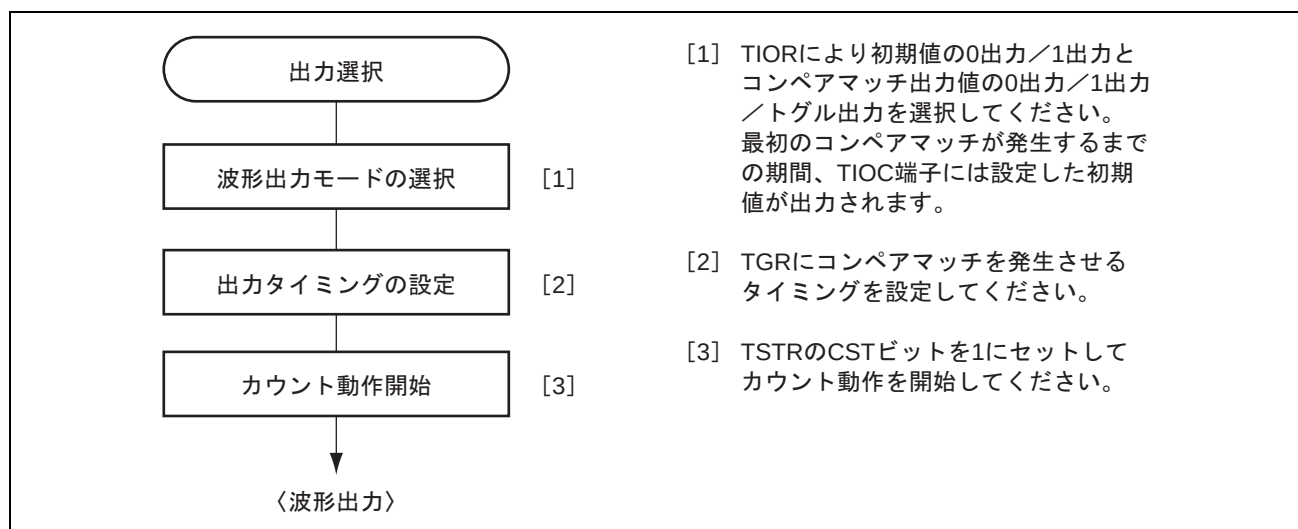


図 10.9 コンペアマッチによる波形出力動作例

(b) 波形出力動作例

0 出力／1 出力例を図 10.10 に示します。

TCNT をフリーランニングカウント動作とし、コンペアマッチ A により 1 出力、コンペアマッチ B により 0 出力となるように設定した場合の例です。設定したレベルと端子のレベルが一致した場合には、端子のレベルは変化しません。

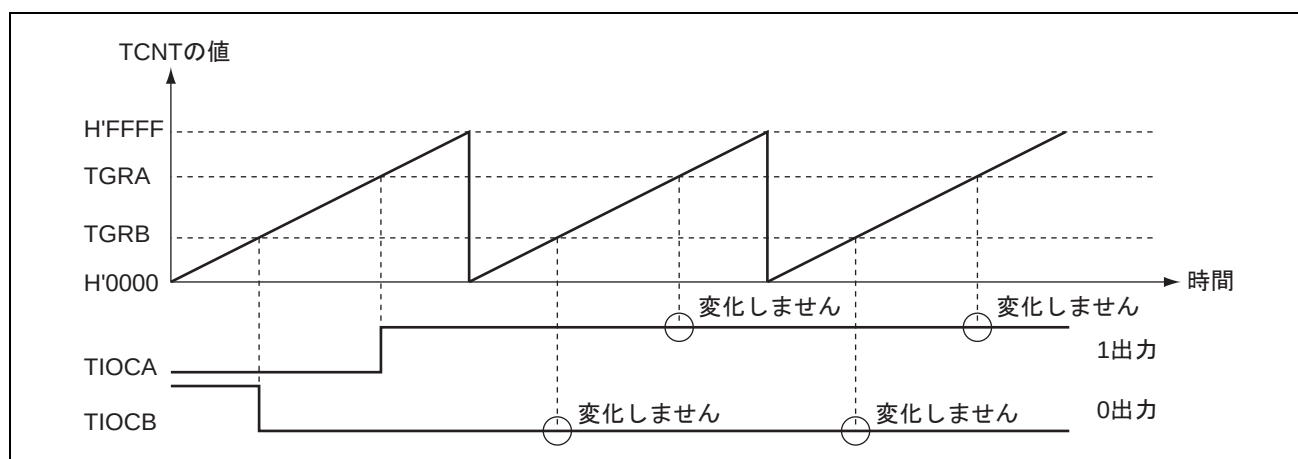


図 10.10 0 出力／1 出力の動作例

トグル出力の例を図 10.11 に示します。

TCNT を周期カウント動作（コンペアマッチ B によりカウンタクリア）に、コンペアマッチ A、B ともトグル出力となるように設定した場合の例です。

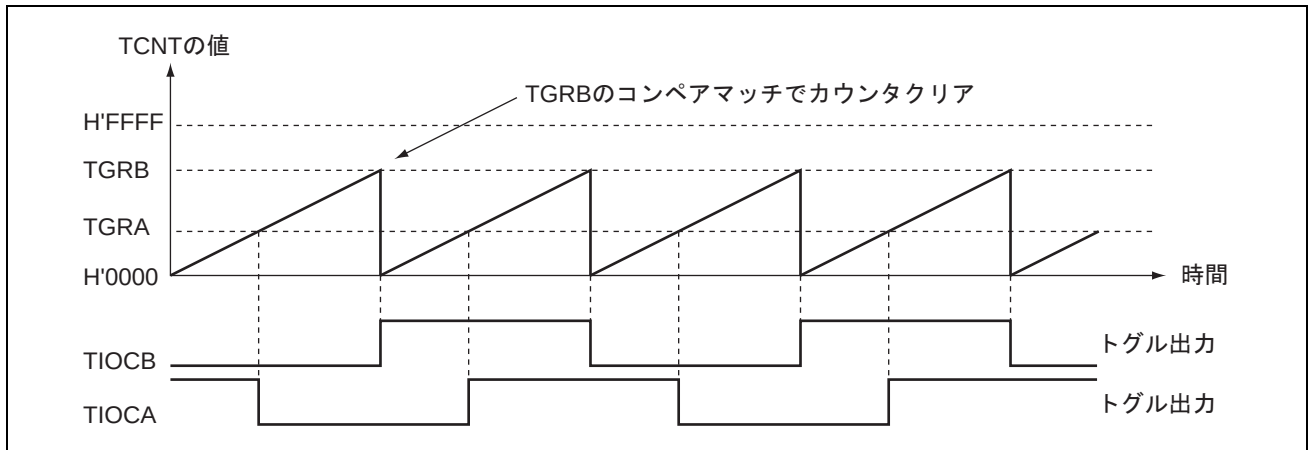


図 10.11 トグル出力の動作例

(3) インพุットキャプチャ機能

TIOC 端子の入力エッジを検出して TCNT の値を TGR に転送することができます。

検出エッジは立ち上がりエッジ／立ち下がりエッジ／両エッジから選択できます。

(a) インพุットキャプチャ動作の設定手順例

インพุットキャプチャ動作の設定手順例を図 10.12 に示します。

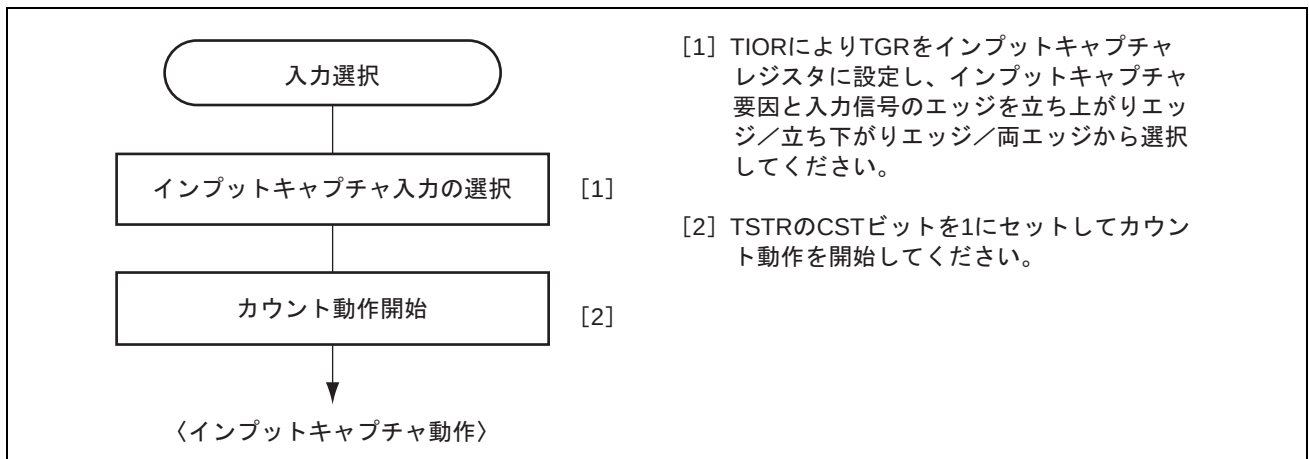


図 10.12 インพุットキャプチャ動作の設定例

(b) インพุットキャプチャ動作例

インพุットキャプチャ動作例を図 10.13 に示します。

TIOCA 端子のインพุットキャプチャ入力エッジは立ち上がり／立ち下がりの両エッジ、また TIOCB 端子のインพุットキャプチャ入力エッジは立ち下がりエッジを選択し、TCNT は TGRB のインพุットキャプチャでカウンタクリアされるように設定した場合の例です。

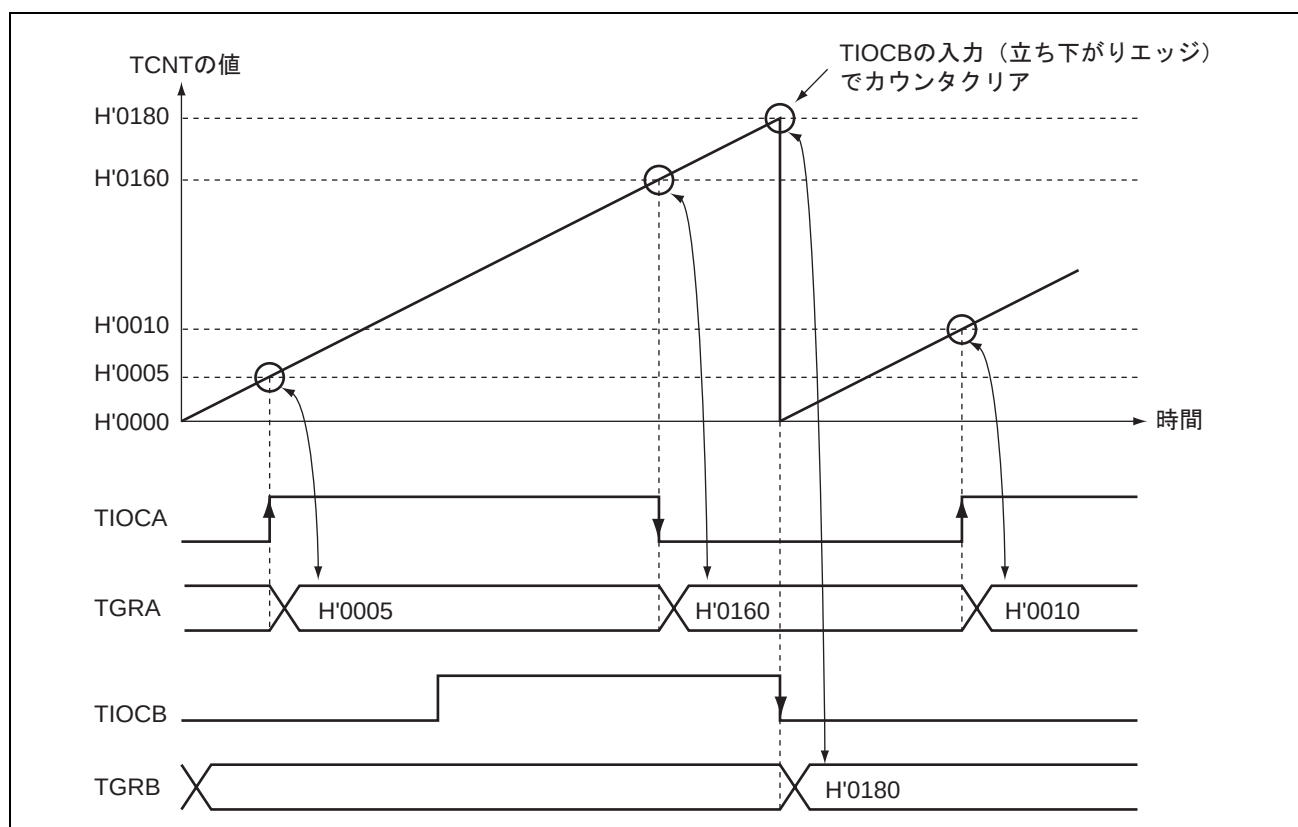


図 10.13 インพุットキャプチャ動作例

10.5.2 同期動作

同期動作は、複数の TCNT の値を同時に書き換えることができます（同期プリセット）。また、TCR の設定により複数の TCNT を同時にクリアすることができます（同期クリア）。

同期動作により、1 つのタイムベースに対して TGR を増加することができます。

チャンネル 0～2 はすべて同期動作の設定が可能です。

(1) 同期動作の設定手順例

同期動作の設定手順例を図 10.14 に示します。

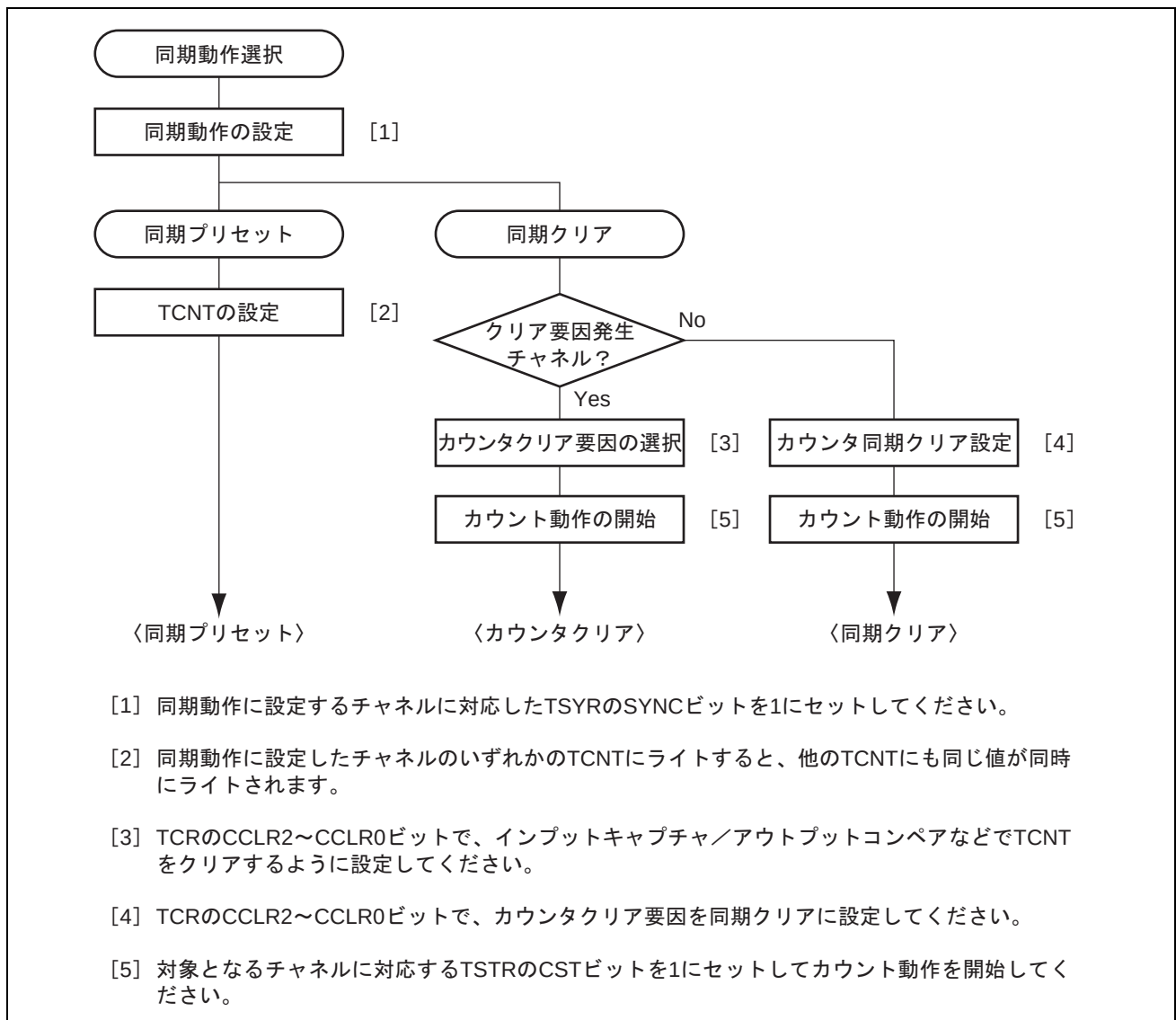


図 10.14 同期動作の設定手順例

(2) 同期動作の例

同期動作の例を図 10.15 に示します。

チャンネル 0～2 を同期動作かつ PWM モード 1 に設定し、チャンネル 0 のカウンタクリア要因を TGRB_0 のコンペアマッチ、またチャンネル 1、2 のカウンタクリア要因を同期クリアに設定した場合の例です。

3 相の PWM 波形を TIOCA0、TIOCA1、TIOCA2 端子から出力します。このとき、チャンネル 0～2 の TCNT は同期プリセット、TGRB_0 のコンペアマッチによる同期クリアを行い、TGRB_0 に設定したデータが PWM 周期となります。

PWM モードについては、「10.5.4 PWM モード」を参照してください。

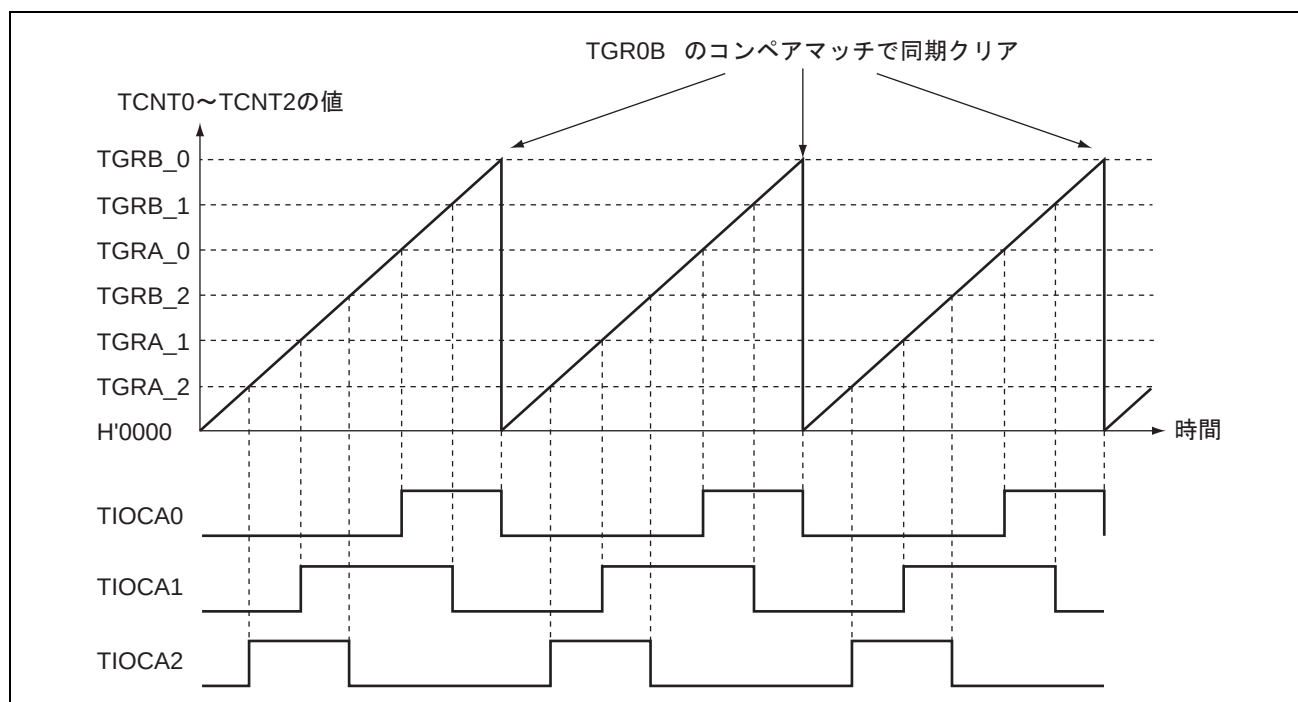


図 10.15 同期動作の動作例

10.5.3 バッファ動作

バッファ動作は、チャンネル 0 が持つ機能です。TGRC と TGRD をバッファレジスタとして使用することができます。バッファ動作は、TGR をインプットキャプチャレジスタに設定した場合と、コンペアマッチレジスタに設定した場合のそれぞれで動作内容が異なります。表 10.18 にバッファ動作時のレジスタの組み合わせを示します。

表 10.18 レジスタの組み合わせ

チャンネル	タイマジェネラルレジスタ	バッファレジスタ
0	TGRA_0	TGRC_0
	TGRB_0	TGRD_0

• TGRがアウトプットコンペアレジスタの場合

コンペアマッチが発生すると、対応するチャンネルのバッファレジスタの値がタイマジェネラルレジスタに転送されます。この動作を図 10.16 に示します。

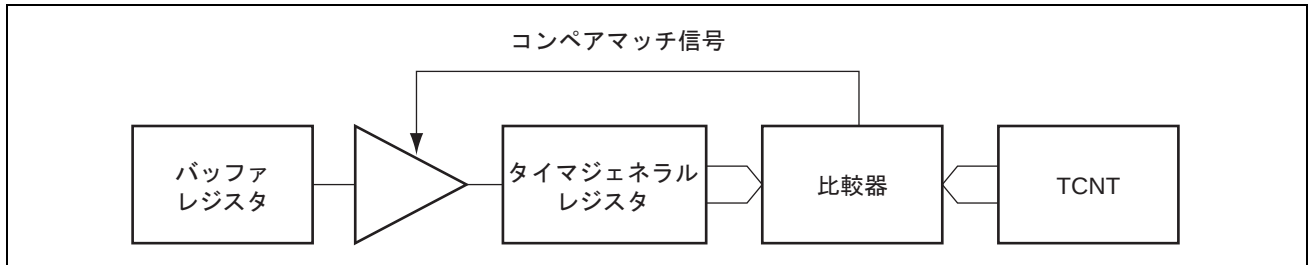


図 10.16 コンペアマッチバッファ動作

• TGRがインプットキャプチャレジスタの場合

インプットキャプチャが発生すると、TCNT の値を TGR に転送すると同時に、それまで格納されていたタイマジェネラルレジスタの値をバッファレジスタに転送します。

この動作を図 10.17 に示します。

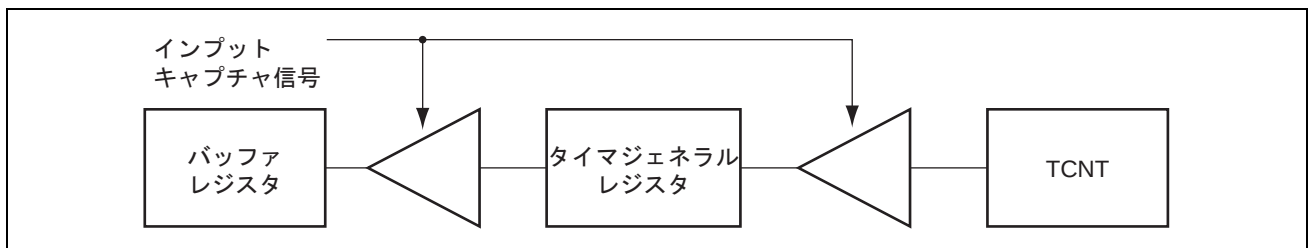


図 10.17 インプットキャプチャバッファ動作

(1) バッファ動作の設定手順例

バッファ動作の設定手順例を図 10.18 に示します。

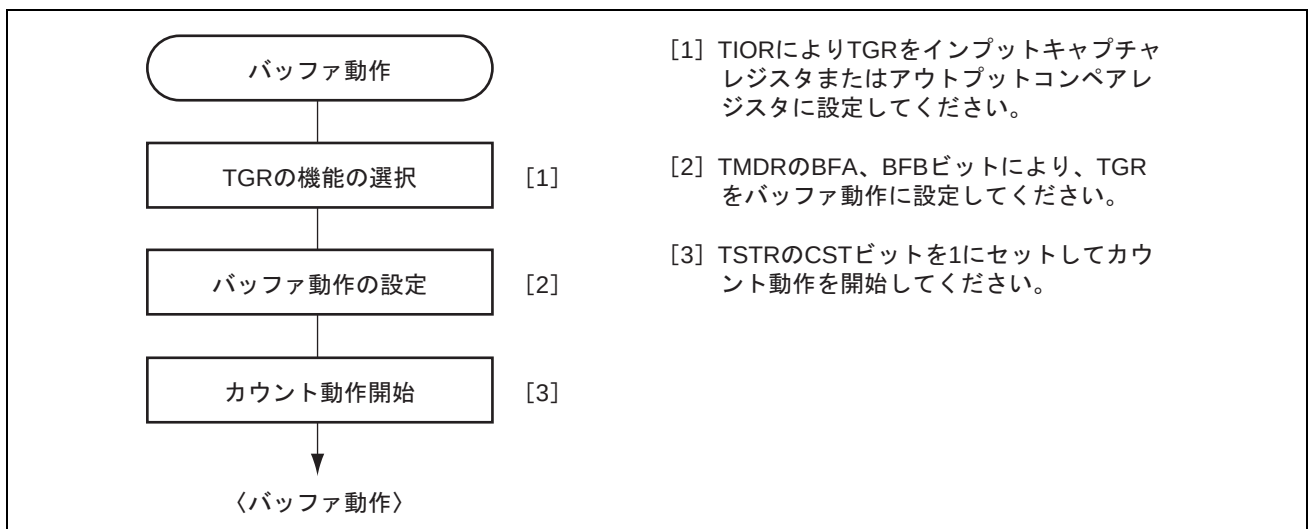


図 10.18 バッファ動作の設定手順例

(2) バッファ動作例

(a) TGR がアウトプットコンペアレジスタの場合

チャンネル 0 を PWM モード 1 に設定し、TGRA と TGRC をバッファ動作に設定した場合の動作例を図 10.19 に示します。TCNT はコンペアマッチ B によりクリア、出力はコンペアマッチ A で 1 出力、コンペアマッチ B で 0 出力に設定した例です。

バッファ動作が設定されているため、コンペアマッチ A が発生すると出力を変化させると同時に、バッファレジスタ TGRC の値がタイマジェネラルレジスタ TGRA に転送されます。この動作は、コンペアマッチ A が発生する度に繰り返されます。

PWM モードについては、「10.5.4 PWM モード」を参照してください。

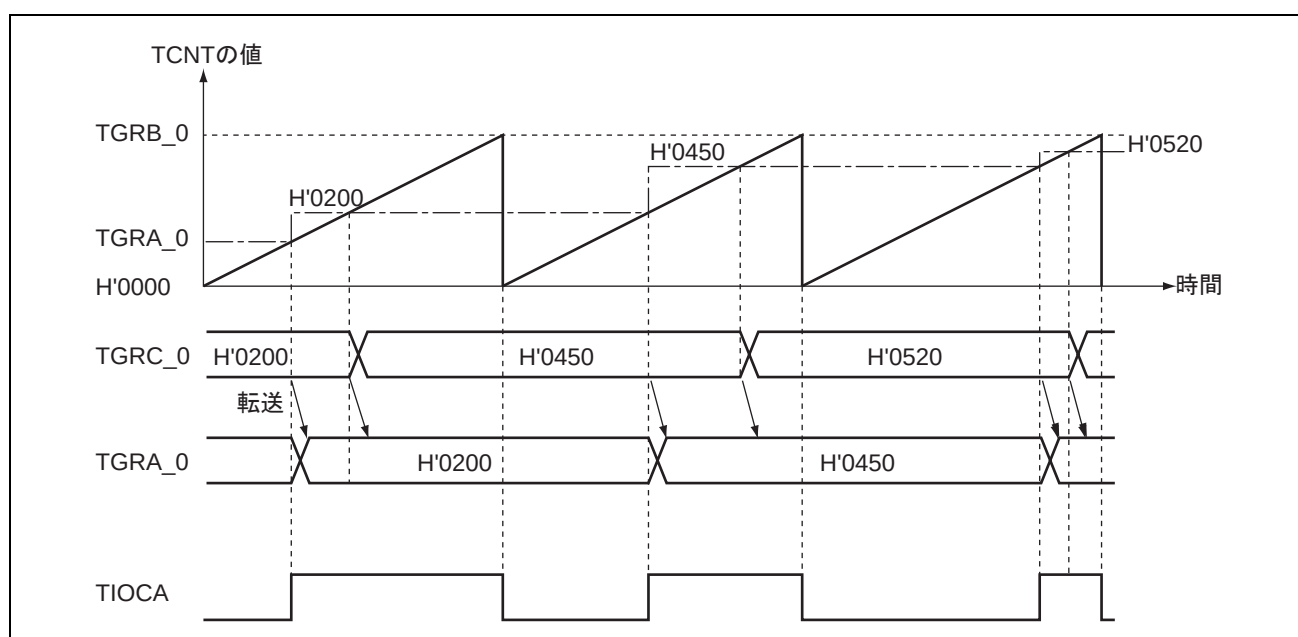


図 10.19 バッファ動作例 (1)

(b) TGR が入力キャプチャレジスタの場合

TGRA を入力キャプチャレジスタに設定し、TGRA と TGRC をバッファ動作に設定したときの動作例を図 10.20 に示します。

TCNT は TGRA の入力キャプチャでカウンタクリア、TIOCA 端子の入力キャプチャ入力エッジは立ち上がりエッジ／立ち下がりエッジの両エッジが選択されています。

バッファ動作が設定されているため、入力キャプチャ A により TCNT の値が TGRA に格納されると同時に、それまで TGRA に格納されていた値が TGRC に転送されます。

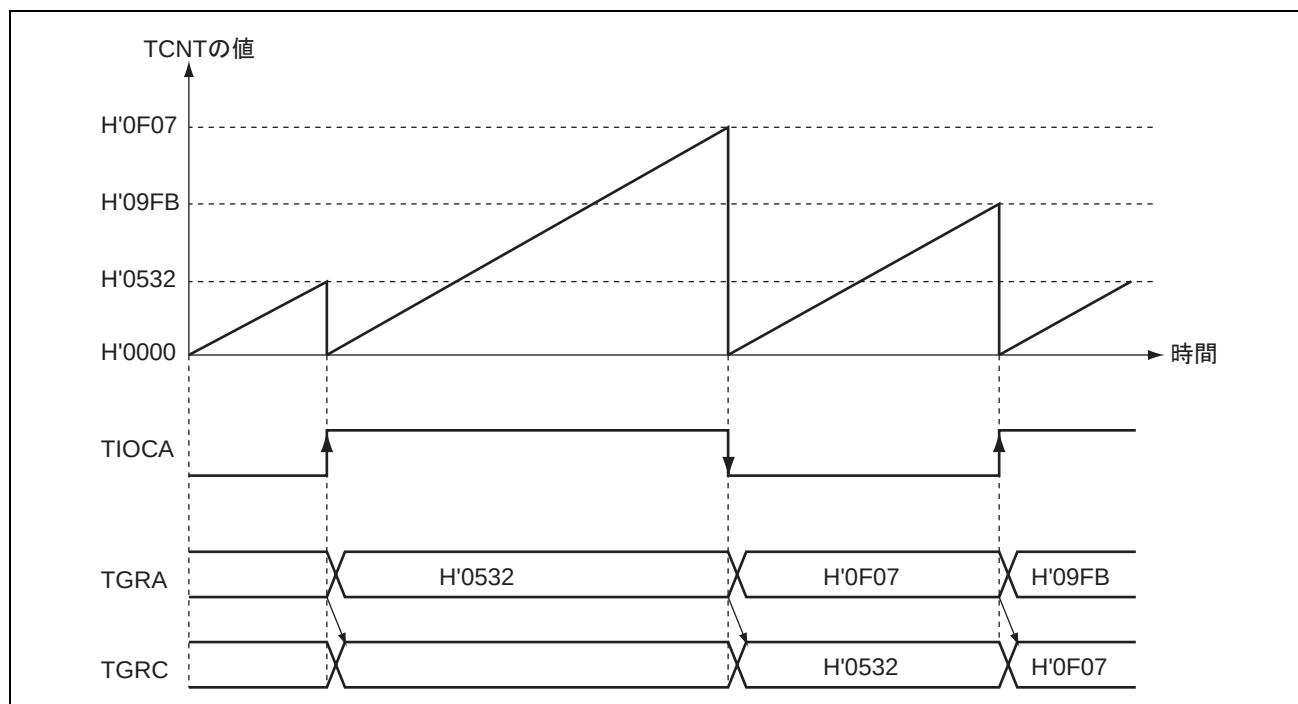


図 10.20 バッファ動作例 (2)

10.5.4 PWM モード

PWM モードは出力端子よりそれぞれ PWM 波形を出力するモードです。各 TGR のコンペアマッチによる出力レベルは 0 出力 / 1 出力 / トグル出力の中から選択可能です。

各 TGR の設定により、デューティ 0~100% の PWM 波形が出力できます。

TGR のコンペアマッチをカウンタクリア要因とすることにより、そのレジスタに周期を設定することができます。全チャンネル独立に PWM モードに設定できます。同期動作も可能です。

PWM モードは次に示す 2 種類あります。

(1) PWM モード 1

TGRA と TGRB、TGRC と TGRD をペアで使用して、TIOCA、TIOCC 端子から PWM 出力を生成します。TIOCA、TIOCC 端子からコンペアマッチ A、C によって TIOR の IOA3~IOA0、IOC3~IOC0 ビットで指定した出力を、また、コンペアマッチ B、D によって TIOR の IOB3~IOB0、IOD3~IOD0 ビットで指定した出力を行います。初期出力値は TGRA、TGRC に設定した値になります。ペアで使用する TGR の設定値が同一の場合、コンペアマッチが発生しても出力値は変化しません。

PWM モード 1 では、最大 4 相の PWM 出力が可能です。

(2) PWM モード 2

TGR の 1 本を周期レジスタ、他の TGR をデューティレジスタに使用して PWM 出力を生成します。コンペアマッチによって、TIOR で指定した出力を行います。また、同期レジスタのコンペアマッチによるカウンタのクリアで各端子の出力値は TIOR で設定した初期値が出力されます。周期レジスタとデューティレジスタの設定値が同一の場合、コンペアマッチが発生しても出力値は変化しません。

PWM モード 2 では、同期動作と併用することにより最大 7 相の PWM 出力が可能です。

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

PWM 出力端子とレジスタの対応を表 10.19 に示します。

表 10.19 各 PWM 出力のレジスタと出力端子

チャンネル	レジスタ	出力端子	
		PWM モード 1	PWM モード 2
0	TGRA_0	TIOCA0	TIOCA0
	TGRB_0		TIOCB0
	TGRC_0	TIOCC0	TIOCC0
	TGRD_0		TIOCD0
1	TGRA_1	TIOCA1	TIOCA1
	TGRB_1		TIOCB1
2	TGRA_2	TIOCA2	TIOCA2
	TGRB_2		TIOCB2

【注】 PWM モード 2 の時、周期を設定した TGR の PWM 出力はできません。

(a) PWM モードの設定手順例

PWM モードの設定手順例を図 10.21 に示します。

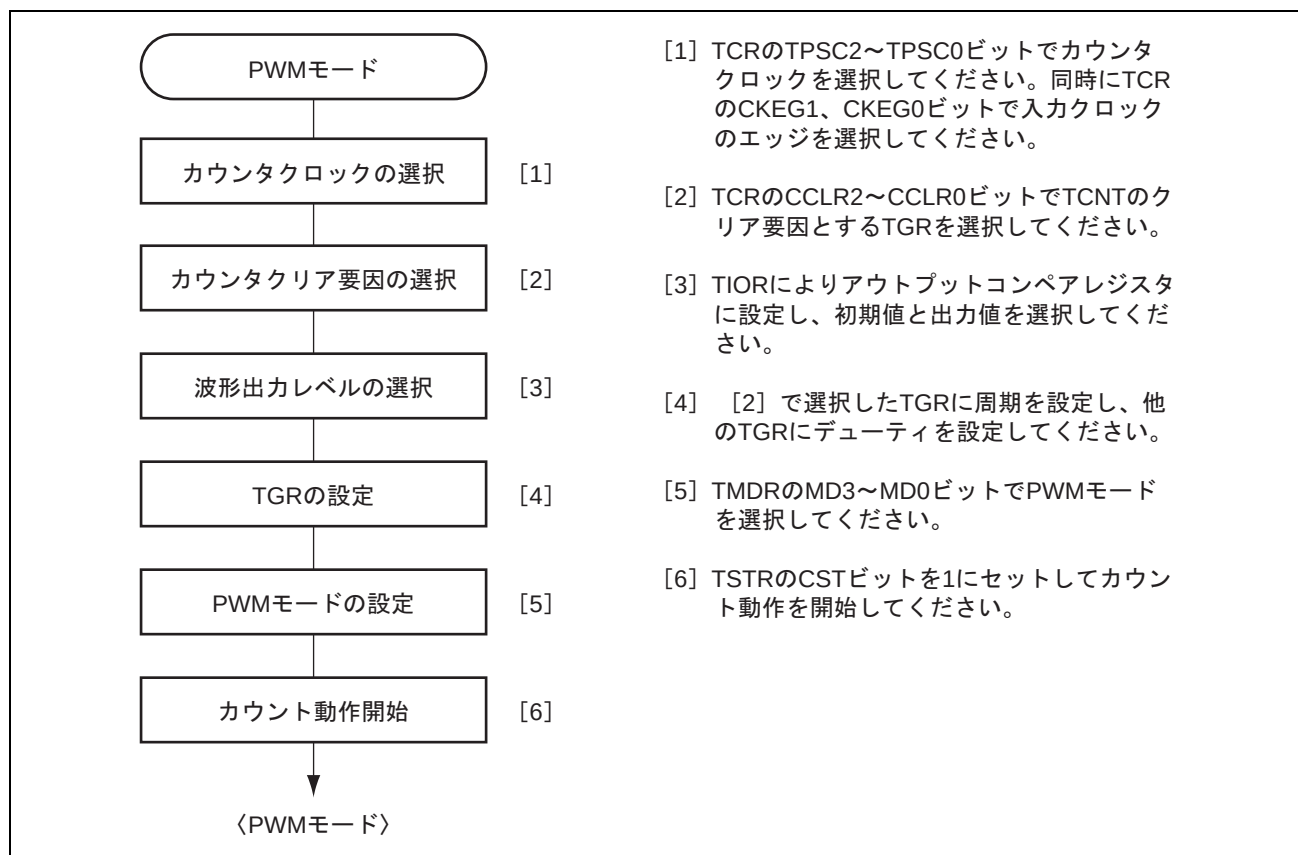


図 10.21 PWM モードの設定手順例

(b) PWM モードの動作例

PWM モード 1 の動作例を図 10.22 に示します。

この図は、TCNT のクリア要因を TGRA のコンペアマッチとし、TGRA の初期出力値と出力値を 0、TGRB の出力値を 1 に設定した場合の例です。

この場合、TGRA に設定した値が周期となり、TGRB に設定した値がデューティになります。

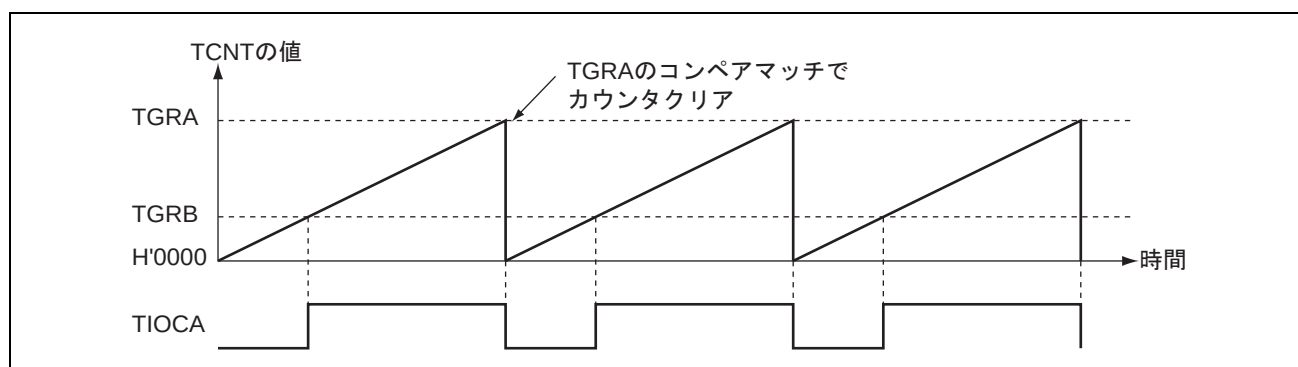


図 10.22 PWM モードの動作例 (1)

PWM モード 2 の動作例を図 10.23 に示します。

この図は、チャンネル 0 と 1 を同期動作させ、TCNT のクリア要因を TGRB_1 のコンペアマッチとし、他の TGR (TGRA_0~TGRD_0, TGRA_1) の初期出力値を 0、出力値を 1 に設定して 5 相の PWM 波形を出力させた場合の例です。

この場合、TGRB_1 に設定した値が周期となり、他の TGR に設定した値がデューティになります。

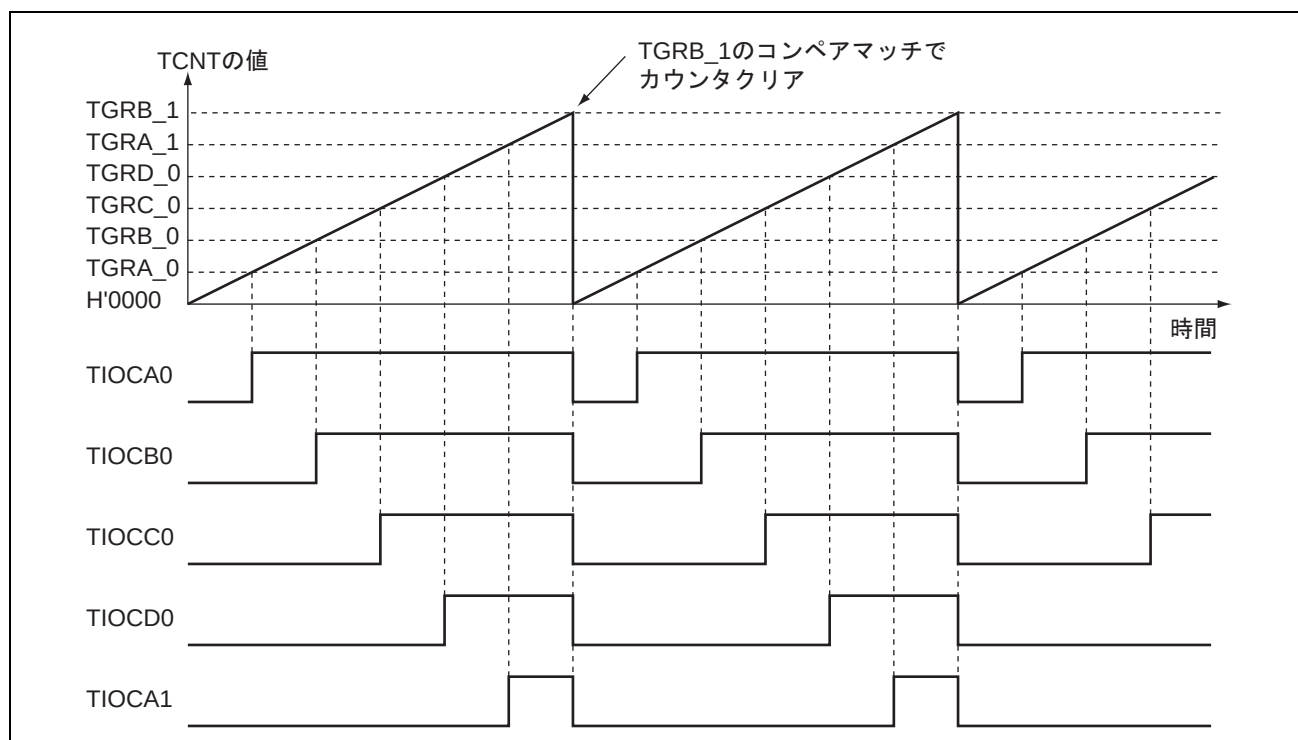


図 10.23 PWM モードの動作例 (2)

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

PWM モードで、デューティ 0%、デューティ 100% の PWM 波形を出力する例を図 10.24 に示します。

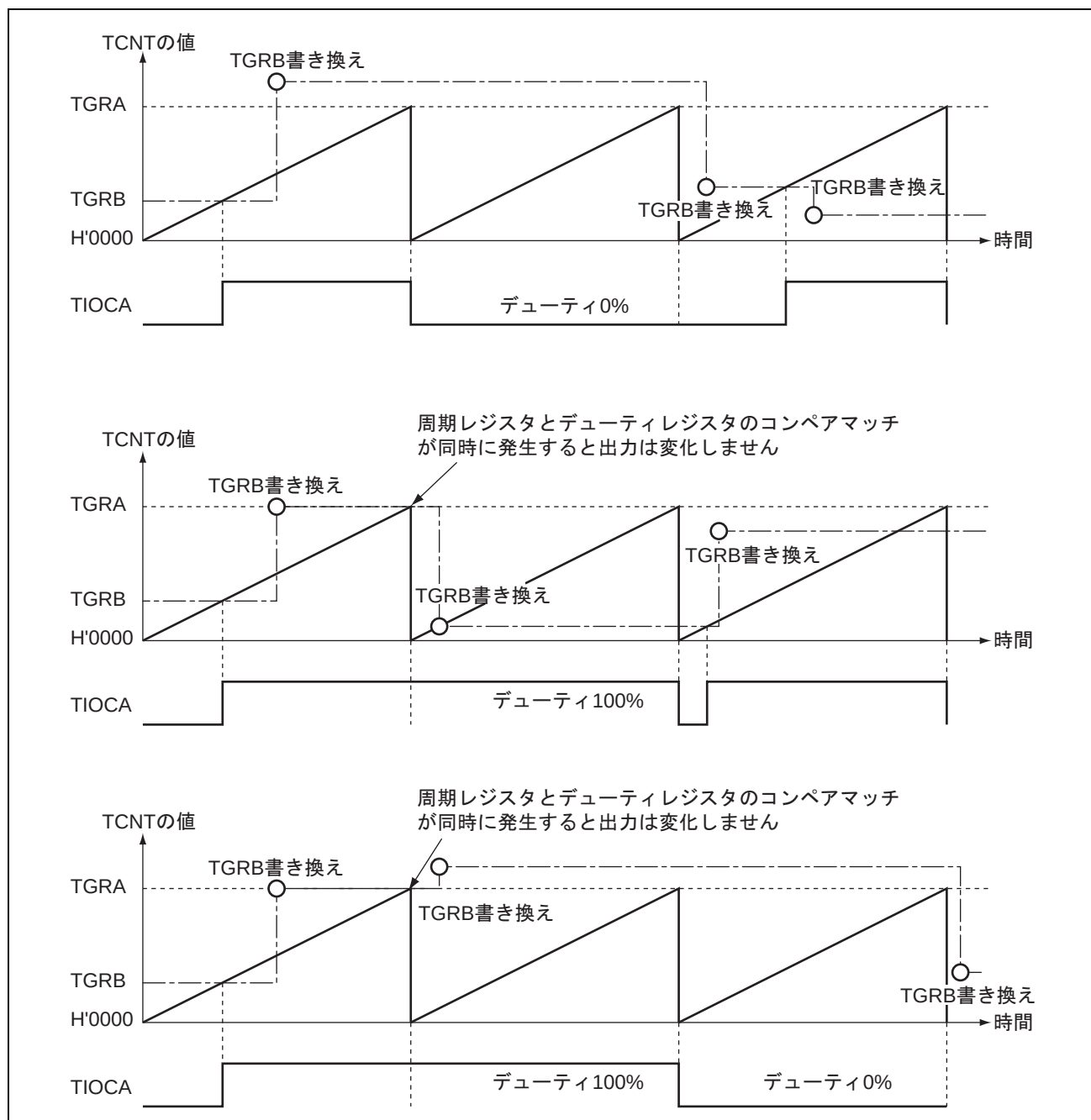


図 10.24 PWM モード動作例 (3)

10.5.5 位相計数モード

位相計数モードは、チャンネル 1、2 の設定により、2 本の外部クロック入力の位相差を検出し、TCNT をアップ／ダウンカウントします。

位相計数モードに設定すると、TCR の TPSC2～TPSC0 ビット、CKEG1、CKEG0 ビットの設定にかかわらずカウンタ入力クロックは外部クロックを選択し、TCNT はアップ／ダウンカウンタとして動作します。ただし、TCR の CCLR1、CCLR0 ビット、TIOR、TIER、TGR の機能は有効ですので、インプットキャプチャ／コンペアマッチ機能や割り込み機能は使用することができます。

TCNT がアップカウント時、オーバフローが発生するとすると TSR の TCFV フラグがセットされます。また、ダウンカウント時にアンダフローが発生すると、TCFU フラグがセットされます。

TSR の TCFD ビットはカウント方向フラグです。TCFD フラグをリードすることにより、TCNT がアップカウントしているかダウンカウントしているかを確認することができます。

表 10.20 に外部クロック端子とチャンネルの対応を示します。

表 10.20 位相計数モードクロック入力端子

チャンネル	外部クロック端子	
	A 相	B 相
チャンネル 1 を位相計数モードとするとき	TCLKA	TCLKB
チャンネル 2 を位相計数モードとするとき	TCLKC	TCLKD

(1) 位相計数モードの設定手順例

位相計数モードの設定手順例を図 10.25 に示します。

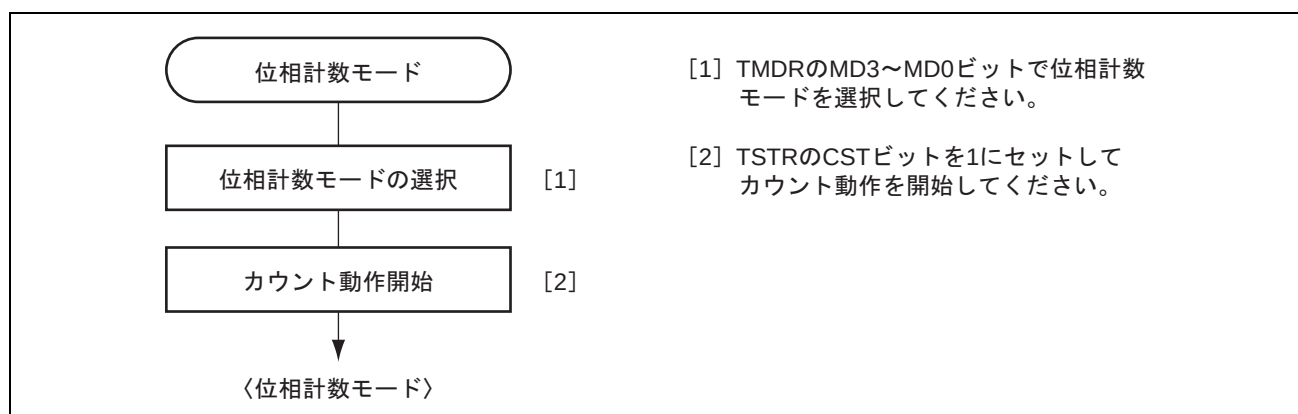


図 10.25 位相計数モードの設定手順例

(2) 位相計数モードの動作例

位相計数モードでは、2 本の外部クロックの位相差で TCNT がアップ／ダウンカウントします。また、カウント条件により 4 つのモードがあります。

(a) 位相計数モード 1

位相計数モード 1 の動作例を図 10.26 に、TCNT のアップ／ダウンカウント条件を表 10.21 に示します。

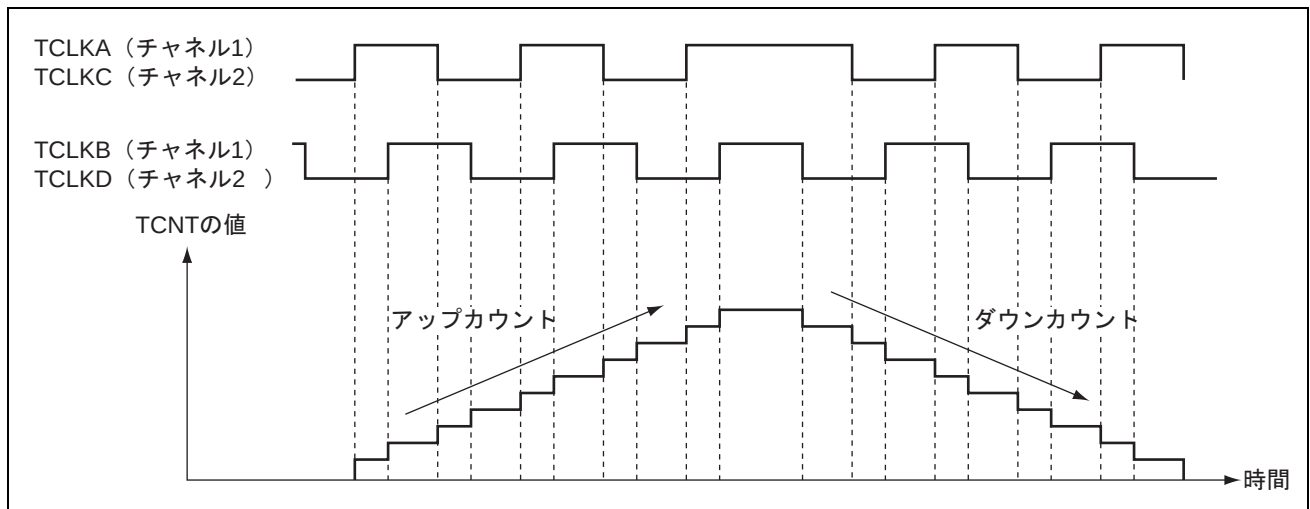


図 10.26 位相計数モード 1 の動作例

表 10.21 位相計数モード 1 のアップ／ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル 1) TCLKC (チャンネル 2)	TCLKB (チャンネル 1) TCLKD (チャンネル 2)	動作内容
High レベル	↑	アップカウント
Low レベル	↓	
↑	Low レベル	
↓	High レベル	
High レベル	↓	ダウンカウント
Low レベル	↑	
↑	High レベル	
↓	Low レベル	

【記号説明】

↑ : 立ち上がりエッジ

↓ : 立ち下がりエッジ

(b) 位相計数モード 2

位相計数モード 2 の動作例を図 10.27 に、TCNT のアップ／ダウンカウント条件を表 10.22 に示します。

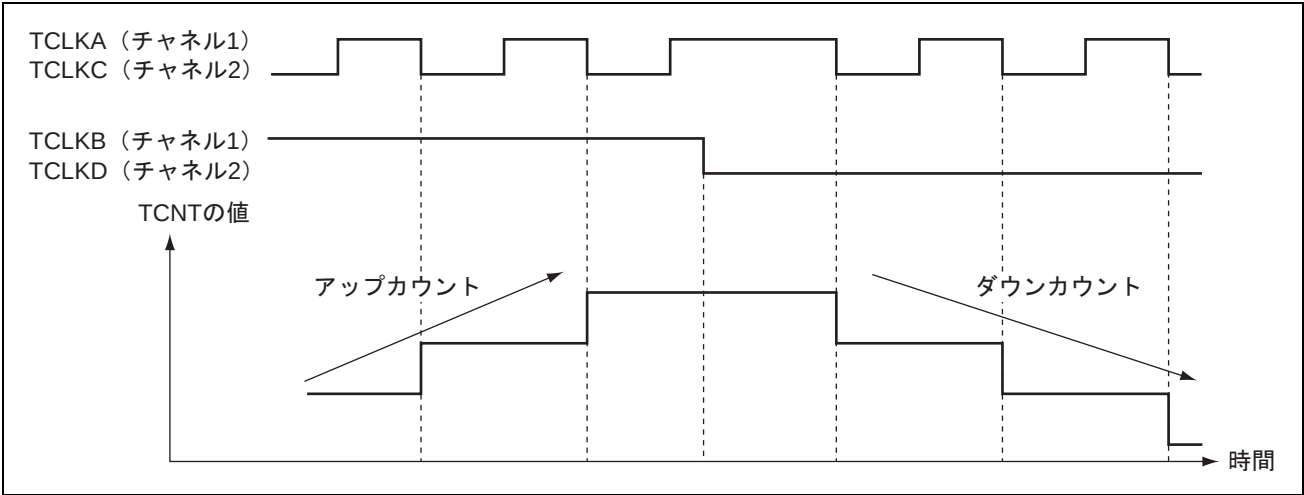


図 10.27 位相計数モード 2 の動作例

表 10.22 位相計数モード 2 のアップ／ダウンカウント条件

TCLKA (チャネル 1) TCLKC (チャネル 2)	TCLKB (チャネル 1) TCLKD (チャネル 2)	動作内容
High レベル		Don't care
Low レベル		Don't care
	Low レベル	Don't care
	High レベル	アップカウント
High レベル		Don't care
Low レベル		Don't care
	High レベル	Don't care
	Low レベル	ダウンカウント

【記号説明】

：立ち上がりエッジ

：立ち下がりエッジ

(c) 位相計数モード 3

位相計数モード 3 の動作例を図 10.28 に、TCNT のアップ/ダウンカウント条件を表 10.23 に示します。

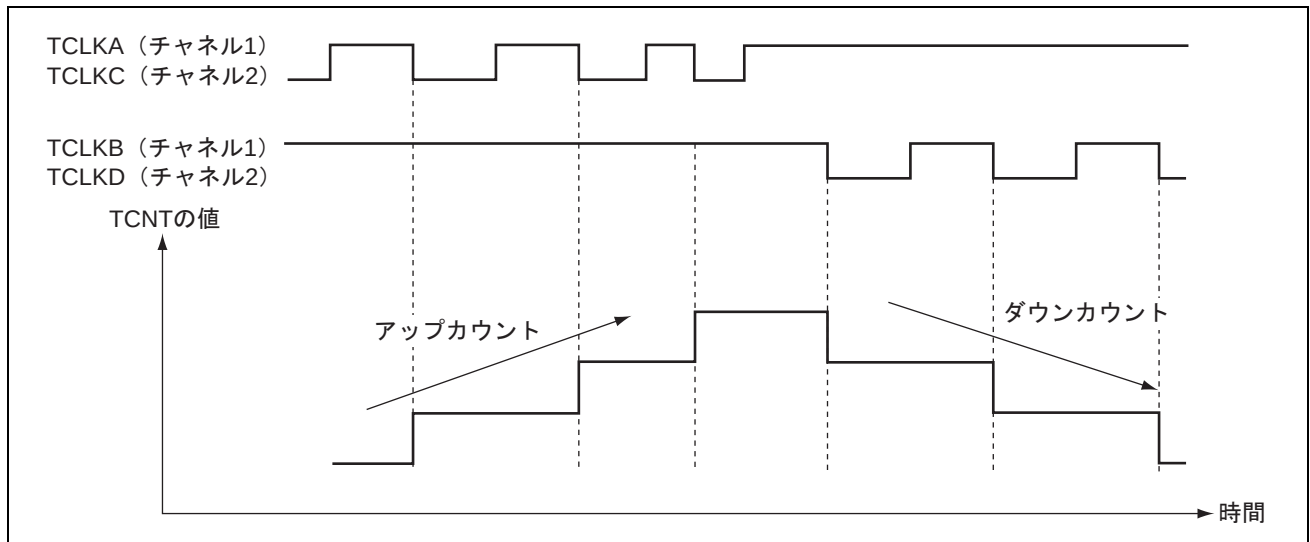


図 10.28 位相計数モード 3 の動作例

表 10.23 位相計数モード 3 のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル 1) TCLKC (チャンネル 2)	TCLKB (チャンネル 1) TCLKD (チャンネル 2)	動作内容
High レベル	▲	Don't care
Low レベル	▼	Don't care
▲	Low レベル	Don't care
▼	High レベル	アップカウント
High レベル	▼	ダウンカウント
Low レベル	▲	Don't care
▲	High レベル	Don't care
▼	Low レベル	Don't care

【記号説明】

▲：立ち上がりエッジ

▼：立ち下がりエッジ

(d) 位相計数モード 4

位相計数モード 4 の動作例を図 10.29 に、TCNT のアップ／ダウンカウント条件を表 10.24 に示します。

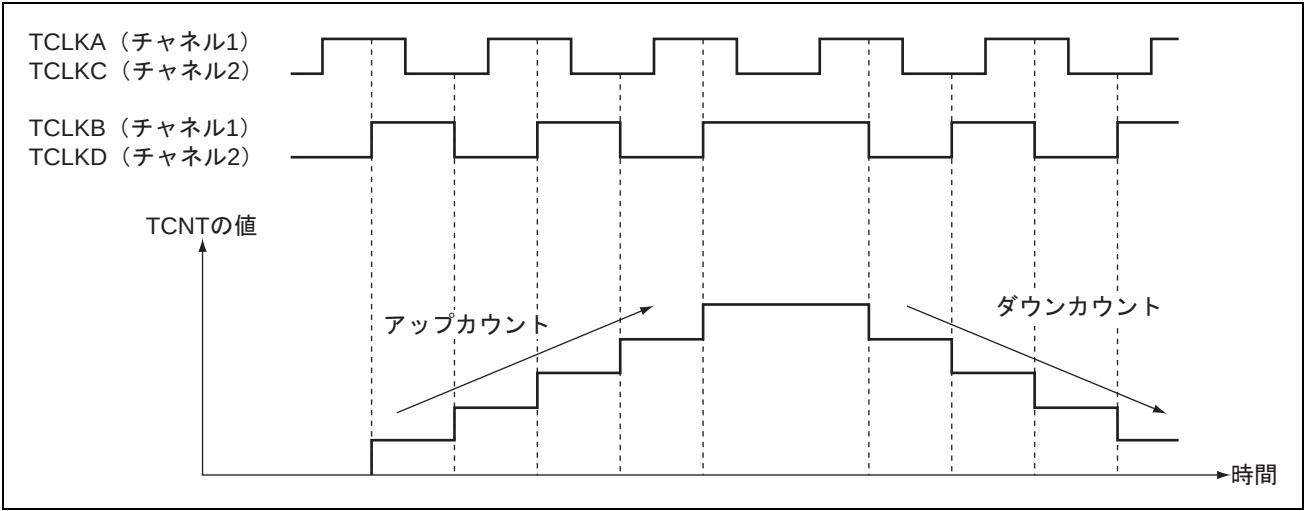


図 10.29 位相計数モード 4 の動作例

表 10.24 位相計数モード 4 のアップ／ダウンカウント条件

TCLKA (チャネル 1) TCLKC (チャネル 2)	TCLKB (チャネル 1) TCLKD (チャネル 2)	動作内容
High レベル		アップカウント
Low レベル		
	Low レベル	Don't care
	High レベル	
High レベル		ダウンカウント
Low レベル		
	High レベル	Don't care
	Low レベル	

【記号説明】

：立ち上がりエッジ

：立ち下がりエッジ

10.6 割り込み要因

10.6.1 割り込み要因と優先順位

TPU の割り込み要因には、TGR のインプットキャプチャ／コンペアマッチ、TCNT のオーバフロー、アンダフローの 3 種類があります。各割り込み要因は、それぞれ専用のステータスフラグと、許可／禁止ビットを持っているため、割り込み要求信号の発生を独立に許可または禁止することができます。

割り込み要因が発生すると、TSR の対応するステータスフラグが 1 にセットされます。このとき TIER の対応する許可／禁止ビットが 1 にセットされていれば、割り込みを要求します。ステータスフラグを 0 にクリアすることで割り込み要求は解除されます。

チャンネル間の優先順位は、割り込みコントローラにより変更可能です。チャンネル内の優先順位は固定です。詳細は「第 6 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

表 10.25 に TPU の割り込み要因の一覧を示します。

表 10.25 TPU 割り込み一覧

チャンネル	名称	割り込み要因	割り込みフラグ	優先順位*
0	TGI0A	TGRA_0 のインプットキャプチャ／コンペアマッチ	TGFA	高 ↑
	TGI0B	TGRB_0 のインプットキャプチャ／コンペアマッチ	TGFB	
	TGI0C	TGRC_0 のインプットキャプチャ／コンペアマッチ	TGFC	
	TGI0D	TGRD_0 のインプットキャプチャ／コンペアマッチ	TGFD	
	TCI0V	TCNT_0 のオーバフロー	TCFV	
1	TGI1A	TGRA_1 のインプットキャプチャ／コンペアマッチ	TGFA	
	TGI1B	TGRB_1 のインプットキャプチャ／コンペアマッチ	TGFB	
	TCI1V	TCNT_1 のオーバフロー	TCFV	
	TCI1U	TCNT_1 のアンダフロー	TCFU	
2	TGI2A	TGRA_2 のインプットキャプチャ／コンペアマッチ	TGFA	低 ↓
	TGI2B	TGRB_2 のインプットキャプチャ／コンペアマッチ	TGFB	
	TCI2V	TCNT_2 のオーバフロー	TCFV	
	TCI2U	TCNT_2 のアンダフロー	TCFU	

【注】 * リセット直後の初期状態について示しています。チャンネル間の優先順位は割り込みコントローラにより変更可能です。

(1) インプットキャプチャ／コンペアマッチ割り込み

各チャンネルの TGR のインプットキャプチャ／コンペアマッチの発生により、TSR の TGF フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TGIE ビットが 1 にセットされていれば、割り込みを要求します。TGF フラグを 0 にクリアすることで割り込み要求は解除されます。TPU には、チャンネル 0 に各 4 本、チャンネル 1、2 に各 2 本、計 8 本のインプットキャプチャ／コンペアマッチ割り込みがあります。

(2) オーバフロー割り込み

各チャンネルの TCNT のオーバフローの発生により、TSR の TCFV フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TCIEV ビットが 1 にセットされていれば、割り込みを要求します。TCFV フラグを 0 にクリアすることで割り込み要求は解除されます。TPU には、各チャンネルに 1 本、計 3 本のオーバフロー割り込みがあります。

(3) アンダフロー割り込み

各チャンネルの TCNT のアンダフローの発生により、TSR の TCFU フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TCIEU ビットが 1 にセットされていれば、割り込みを要求します。TCFU フラグを 0 にクリアすることで割り込み要求は解除されます。TPU には、チャンネル 1、2 に各 1 本、計 2 本のアンダフロー割り込みがあります。

10.6.2 A/D 変換器の起動

各チャンネルの TGRA のインプットキャプチャ／コンペアマッチによって、A/D 変換器を起動できます。

各チャンネルの TGRA のインプットキャプチャ／コンペアマッチの発生により、TSR の TGFA フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TTGE ビットが 1 にセットされていれば、A/D 変換器に対して A/D 変換の開始を要求します。このとき A/D 変換器側で、TPU の変換開始トリガが選択されていれば、A/D 変換が開始されます。

TPU では、各チャンネル 1 本、計 3 本の TGRA のインプットキャプチャ／コンペアマッチ割り込みを A/D 変換器の変換開始要因とすることができます。

10.7 動作タイミング

10.7.1 入出力タイミング

(1) TCNT のカウントタイミング

内部クロック動作の場合の TCNT のカウントタイミングを図 10.30 に示します。また、外部クロック動作の場合の TCNT のカウントタイミングを図 10.31 に示します。

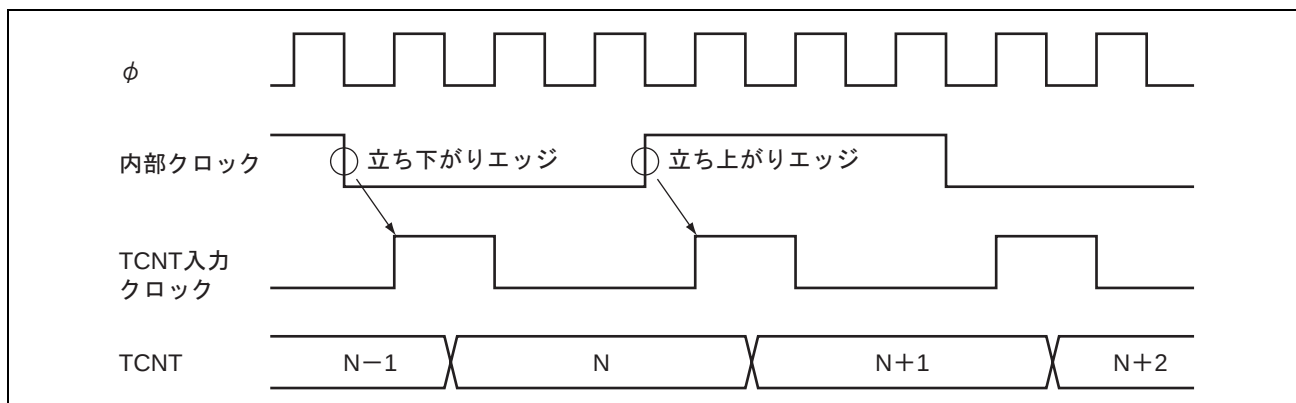


図 10.30 内部クロック動作時のカウントタイミング

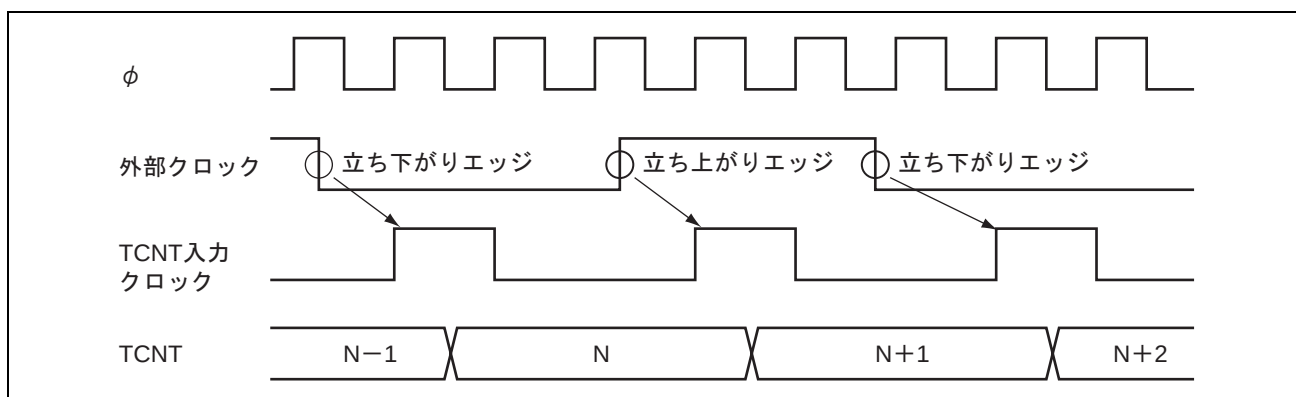


図 10.31 外部クロック動作時のカウントタイミング

(2) アウトプットコンペア出力タイミング

コンペアマッチ信号は、TCNT と TGR が一致した最後のステート（TCNT が一致したカウント値を更新するタイミング）で発生します。コンペアマッチ信号が発生したとき、TIOF で設定した出力値がアウトプットコンペア出力端子（TIOC 端子）に出力されます。TCNT と TGR が一致した後、TCNT 入力クロックが発生するまで、コンペアマッチ信号は発生しません。

アウトプットコンペア出力タイミングを図 10.32 に示します。

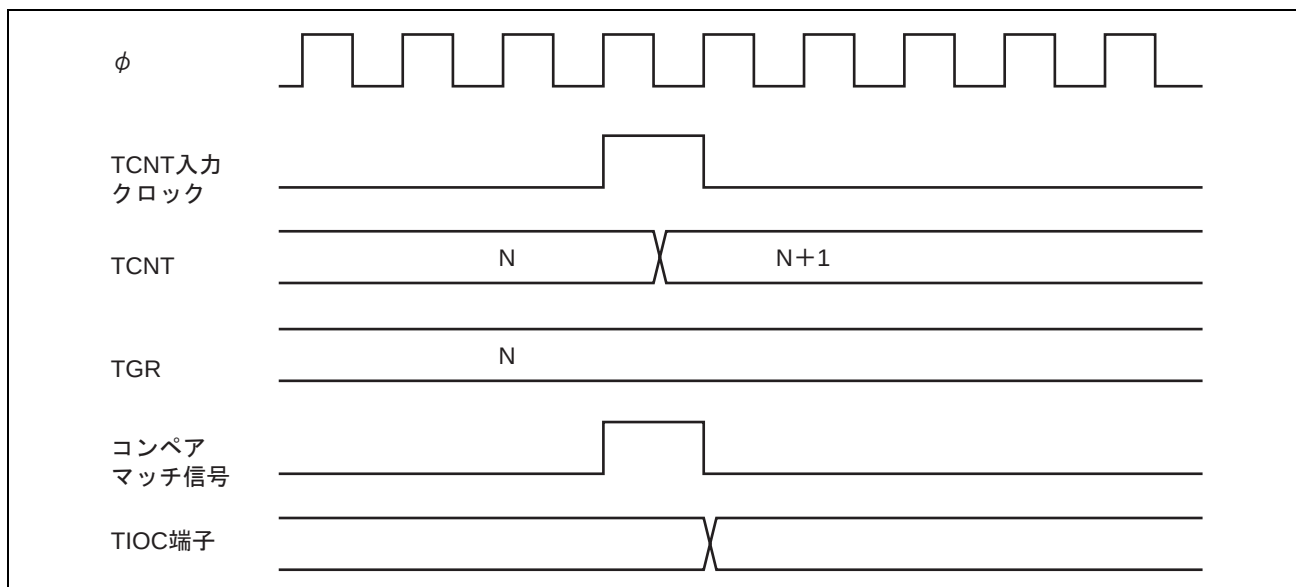


図 10.32 アウトプットコンペア出力タイミング

(3) インプットキャプチャ信号タイミング

インプットキャプチャのタイミングを図 10.33 に示します。

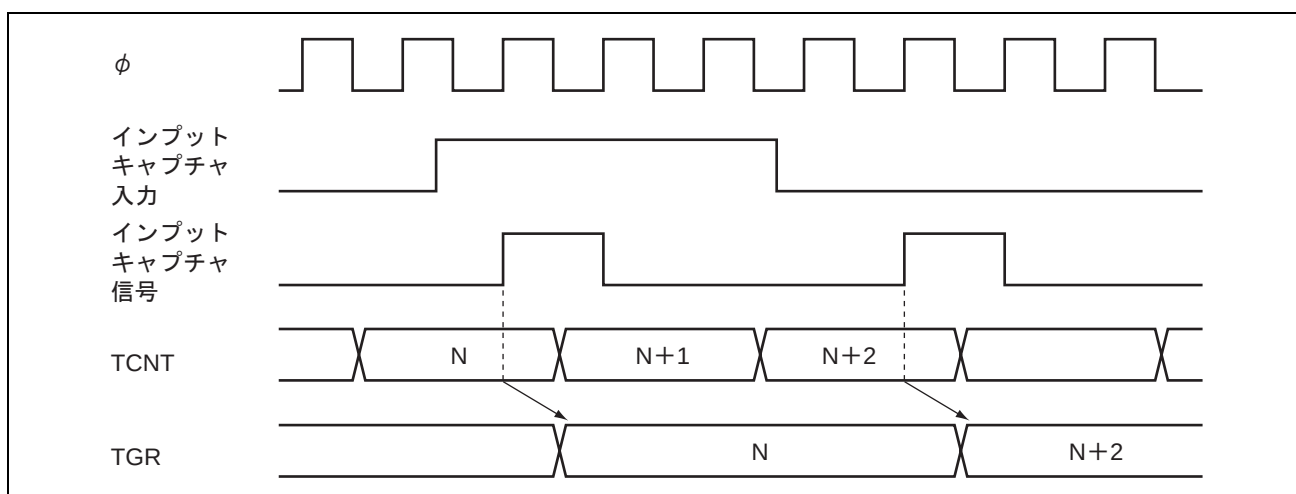


図 10.33 インプットキャプチャ入力信号タイミング

(4) コンペアマッチ／インプットキャプチャによるカウンタクリアタイミング

コンペアマッチの発生によるカウンタクリアを指定した場合のタイミングを図 10.34 に示します。

インプットキャプチャの発生によるカウンタクリアを指定した場合のタイミングを図 10.35 に示します。

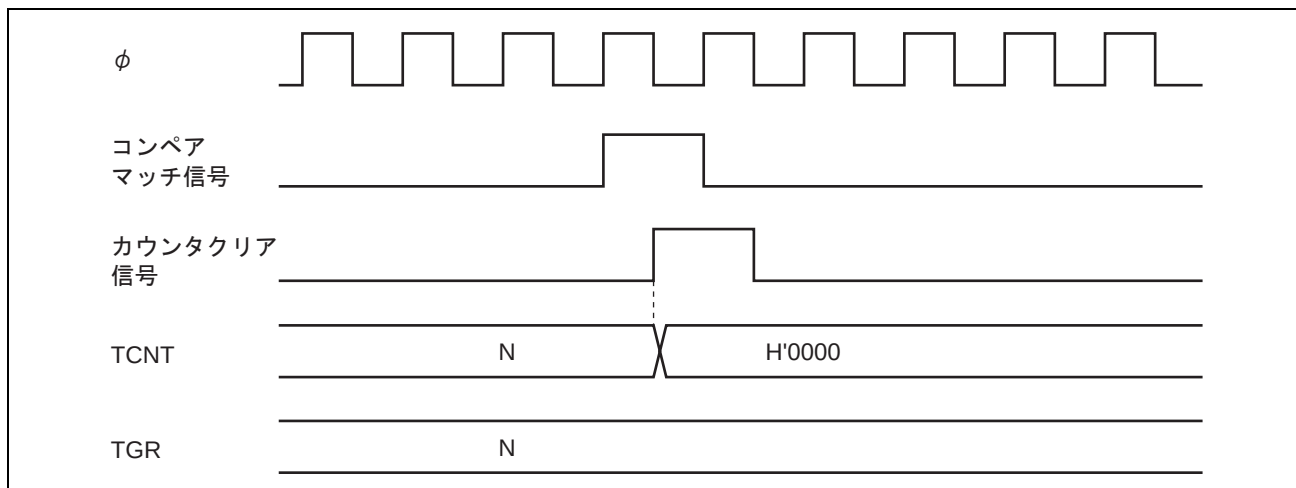


図 10.34 カウンタクリアタイミング (コンペアマッチ)

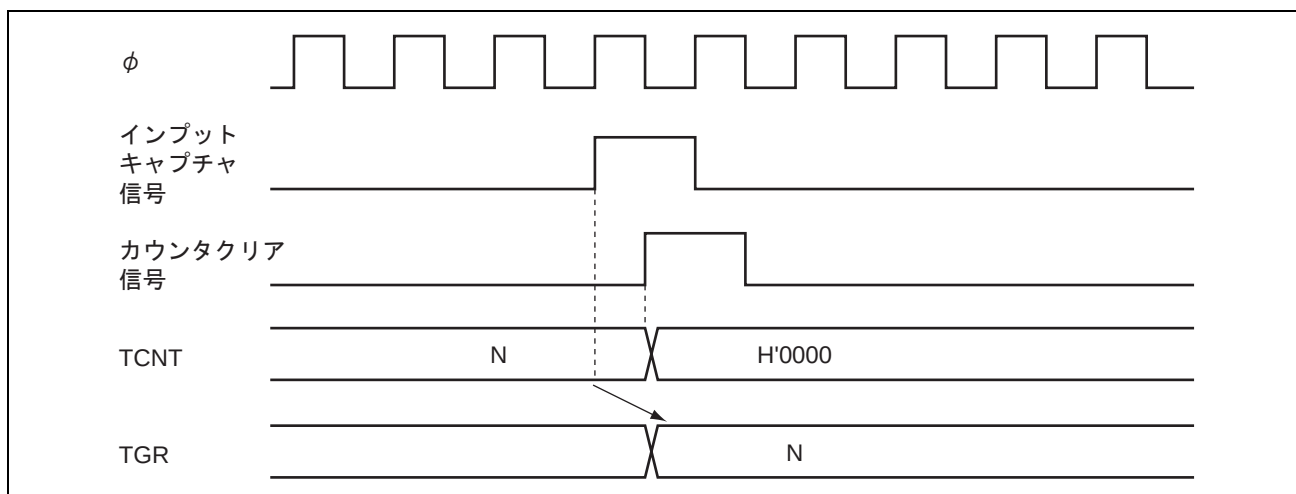


図 10.35 カウンタクリアタイミング (インプットキャプチャ)

(5) バッファ動作タイミング

バッファ動作の場合のタイミングを図 10.36、図 10.37 に示します。

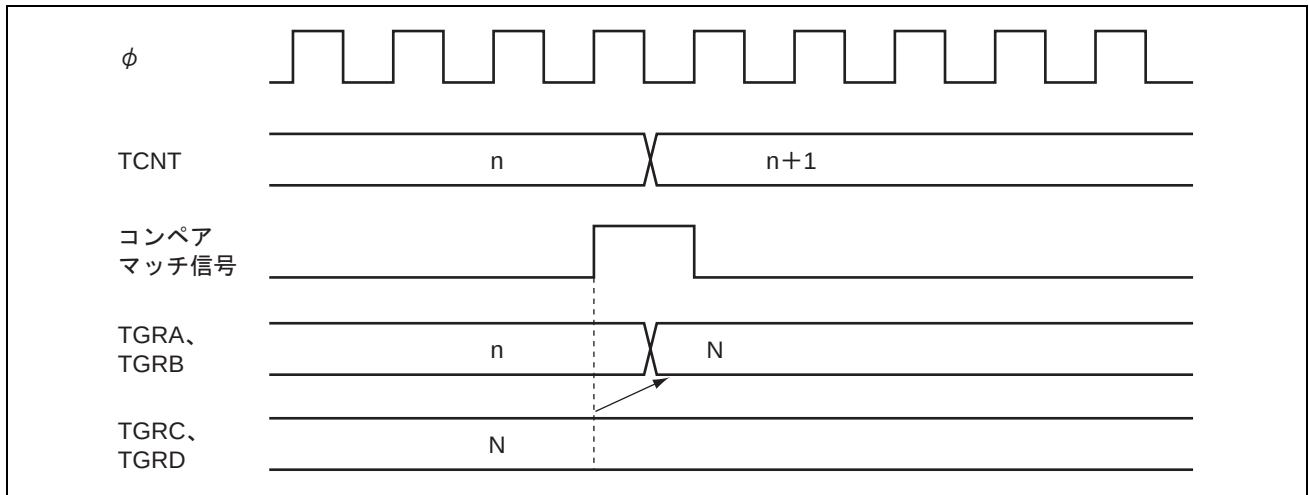


図 10.36 バッファ動作タイミング (コンペアマッチ)

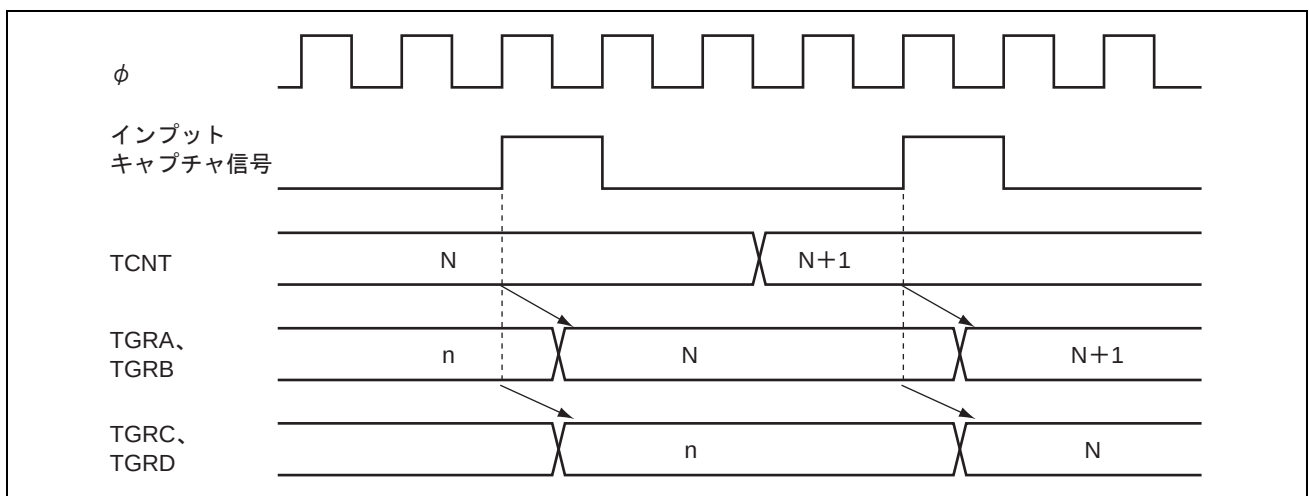


図 10.37 バッファ動作タイミング (インプットキャプチャ)

10.7.2 割り込み信号タイミング

(1) コンペアマッチ時の TGF フラグのセットタイミング

コンペアマッチの発生による TSR の TGF フラグのセットタイミングと、TGI 割り込み要求信号のタイミングを図 10.38 に示します。

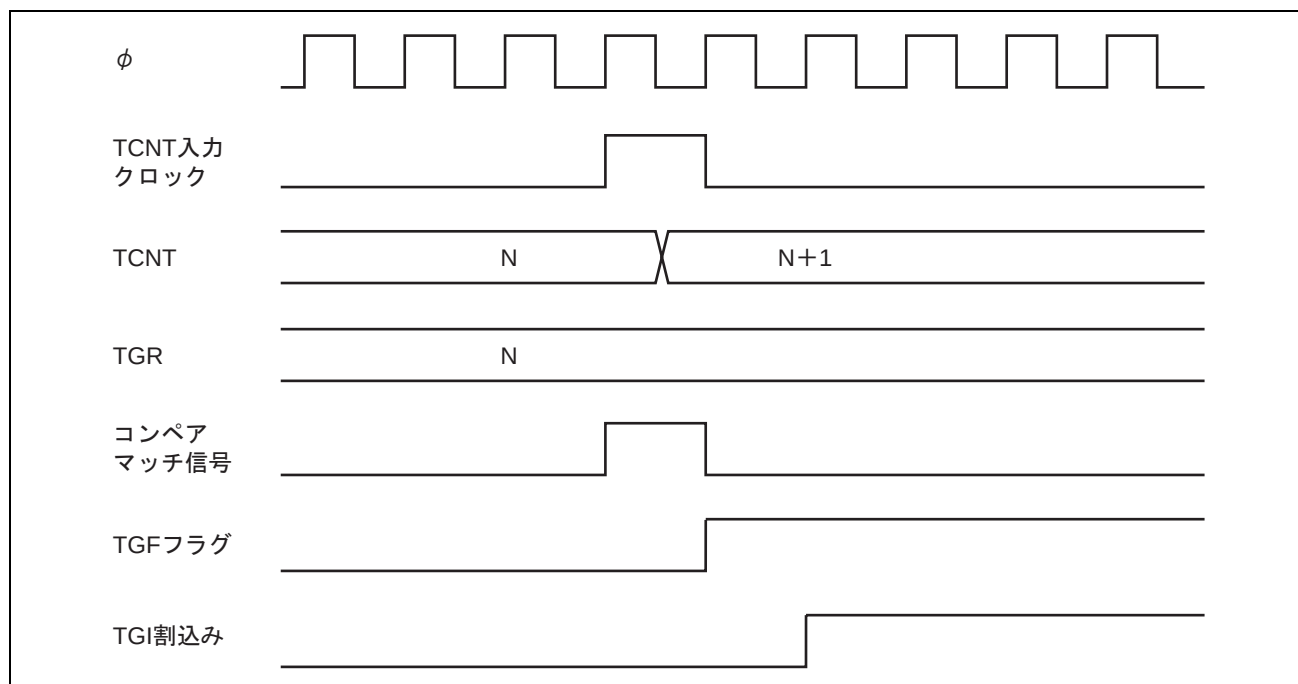


図 10.38 TGI 割り込みタイミング (コンペアマッチ)

(2) インพุットキャプチャ時の TGF フラグのセットタイミング

インพุットキャプチャの発生による TSR の TGF フラグのセットタイミングと、TGI 割り込み要求信号のタイミングを図 10.39 に示します。

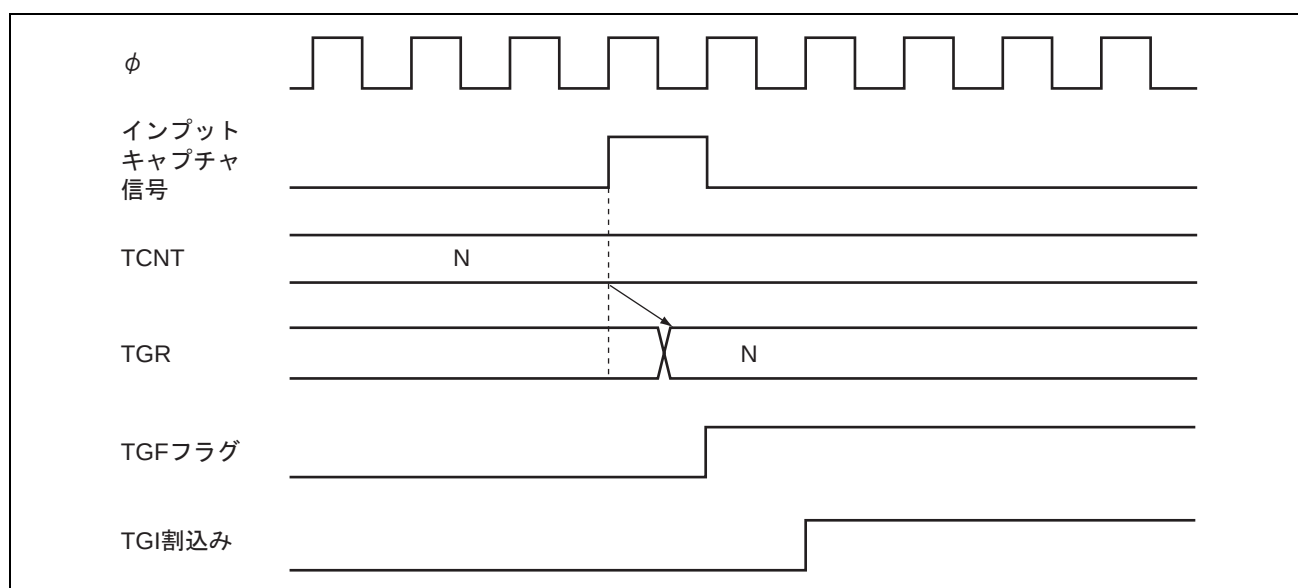


図 10.39 TGI 割り込みタイミング (インพุットキャプチャ)

(3) TCFV フラグ／TCFU フラグのセットタイミング

オーバフローの発生による TSR の TCFV フラグのセットタイミングと、TCIV 割り込み要求信号のタイミングを図 10.40 に示します。

アンダフローの発生による TSR の TCFU フラグのセットタイミングと、TCIU 割り込み要求信号のタイミングを図 10.41 に示します。

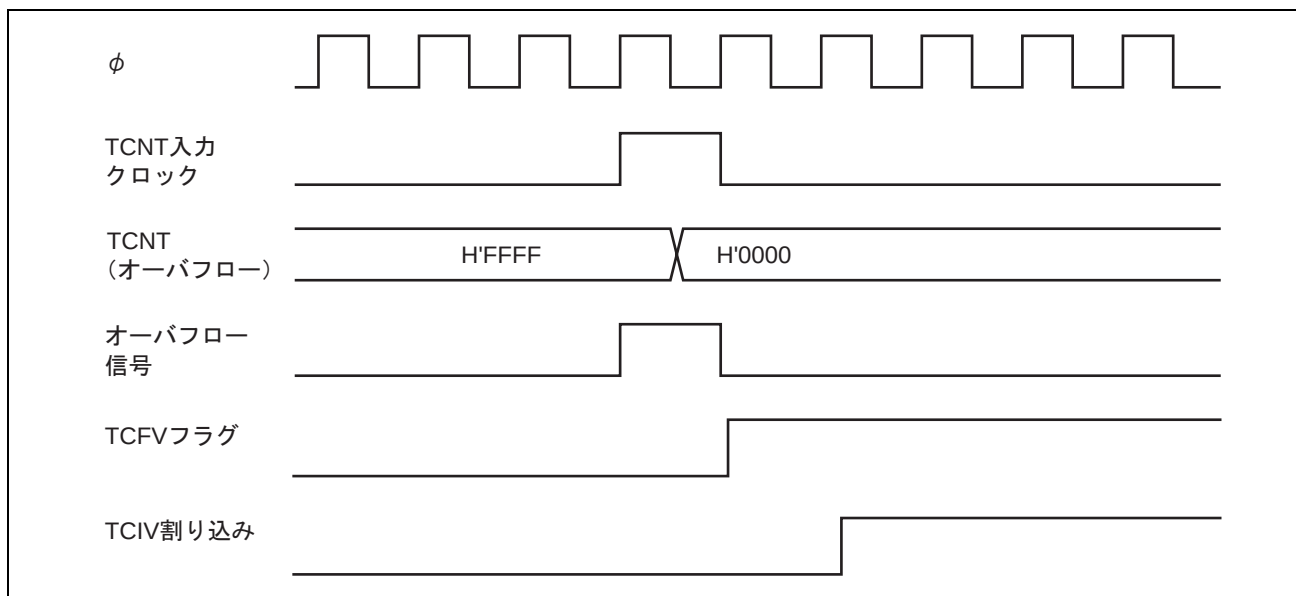


図 10.40 TCIV 割り込みのセットタイミング

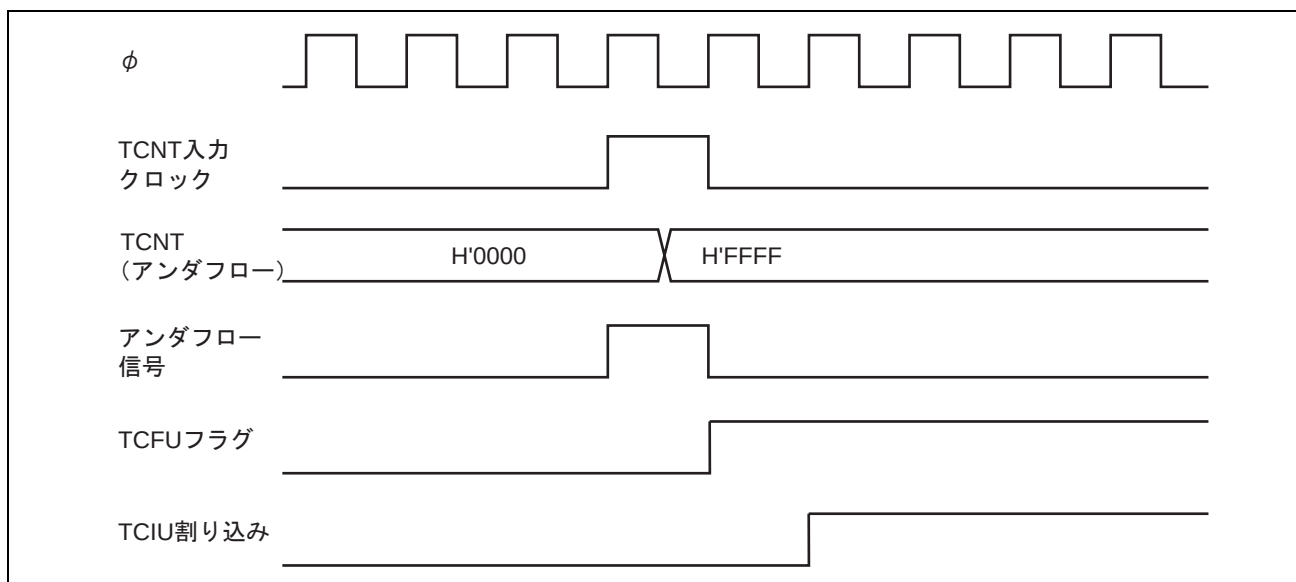


図 10.41 TCIU 割り込みのセットタイミング

(4) ステータスフラグのクリアタイミング

ステータスフラグはCPUが1の状態をリードした後、0をライトするとクリアされます。CPUによるステータスフラグのクリアタイミングを図10.42に示します。

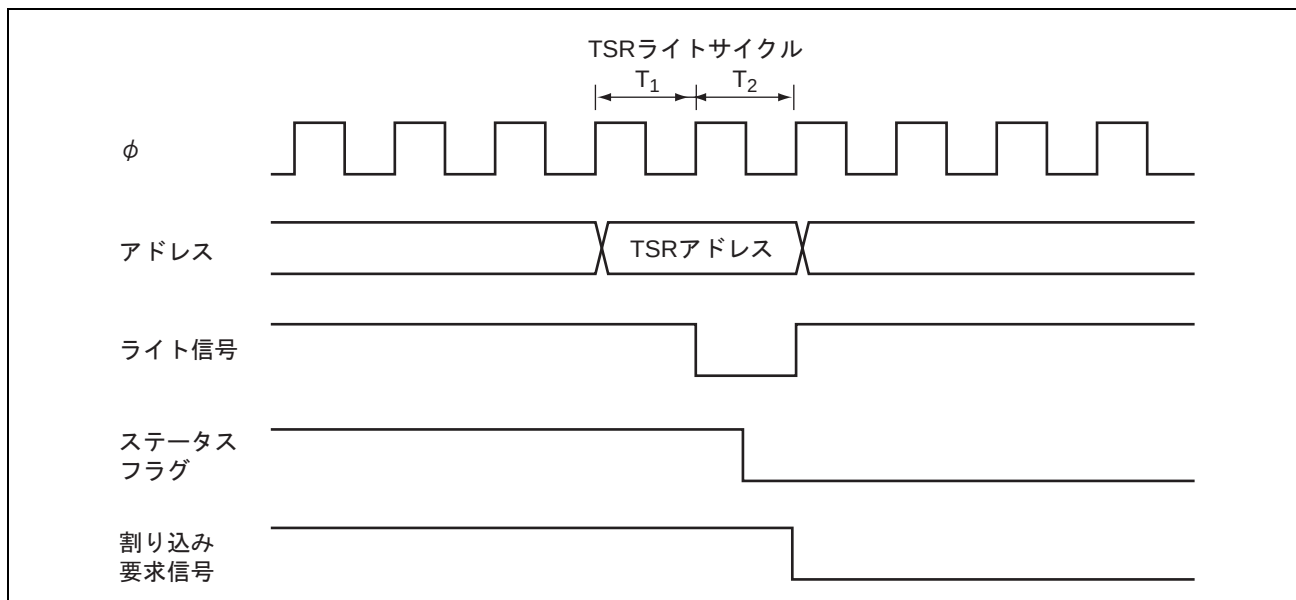


図 10.42 CPU によるステータスフラグのクリアタイミング

10.8 使用上の注意事項

10.8.1 入力クロックの制限事項

入力クロックのパルス幅は、単エッジの場合は 1.5 ステートクロック以上、両エッジの場合は 2.5 ステート以上が必要です。これ以下のパルス幅では正しく動作しませんのでご注意ください。

位相計数モードの場合は、2 本の入力クロックの位相差およびオーバーラップはそれぞれ 1.5 ステート以上、パルス幅は 2.5 ステート以上必要です。位相計数モードの入力クロックの条件を図 10.43 に示します。

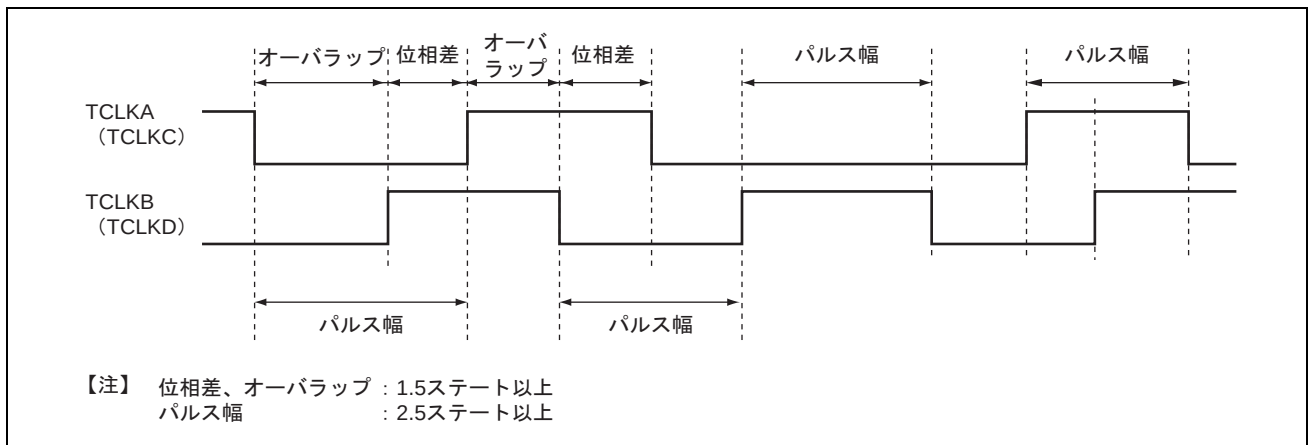


図 10.43 位相計数モード時の位相差、オーバーラップ、およびパルス幅

10.8.2 周期設定上の注意事項

コンペアマッチによるカウンタクリアを設定した場合、TCNT は TGR の値と一致した最後のステート (TCNT が一致したカウント値を更新するタイミング) でクリアされます。このため、実際のカウンタの周波数は次の式ようになります。

$$f = \frac{\phi}{(N+1)}$$

f : カウンタ周波数

ϕ : 動作周波数

N : TGR の設定値

10.8.3 TCNT のライトとクリアの競合

TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウンタクリア信号が発生すると、TCNT へのライトは行われずに TCNT のクリアが優先されます。

このタイミングを図 10.44 に示します。

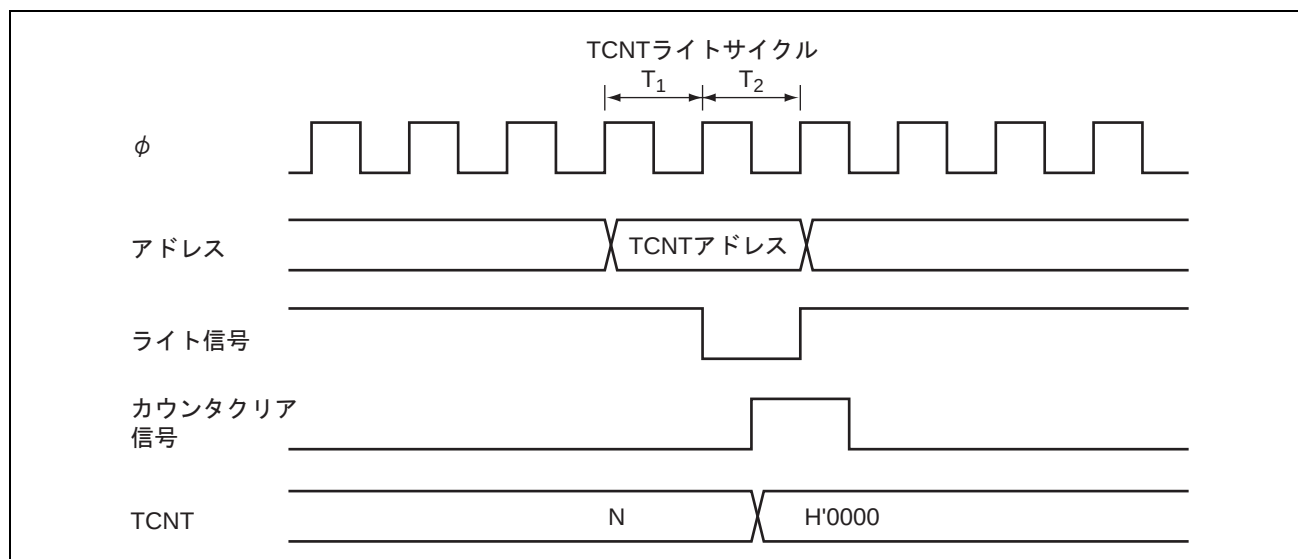


図 10.44 TCNT のライトとクリアの競合

10.8.4 TCNT のライトとカウントアップの競合

TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウントアップが発生してもカウントアップされず、TCNT へのライトが優先されます。

このタイミングを図 10.45 に示します。

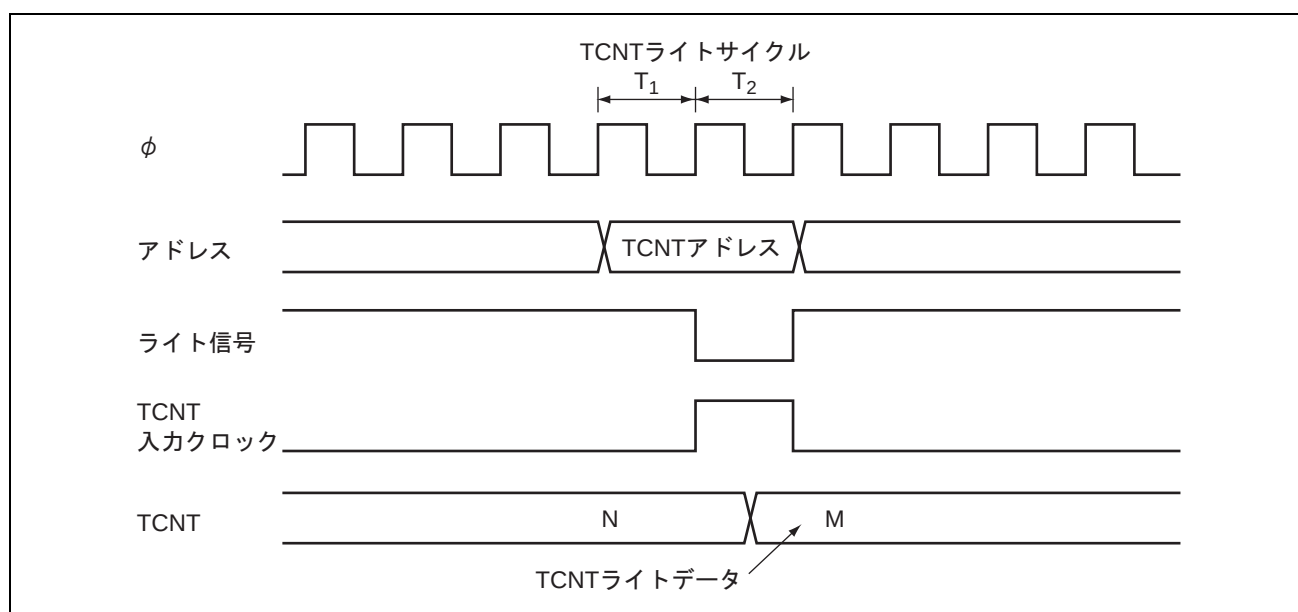


図 10.45 TCNT のライトとカウントアップの競合

10.8.5 TGR のライトとコンペアマッチの競合

TGR のライトサイクル中の T_2 ステートでコンペアマッチが発生しても TGR のライトが優先され、コンペアマッチ信号は禁止されます。前回と同じ値をライトした場合でもコンペアマッチは発生しません。

このタイミングを図 10.46 に示します。

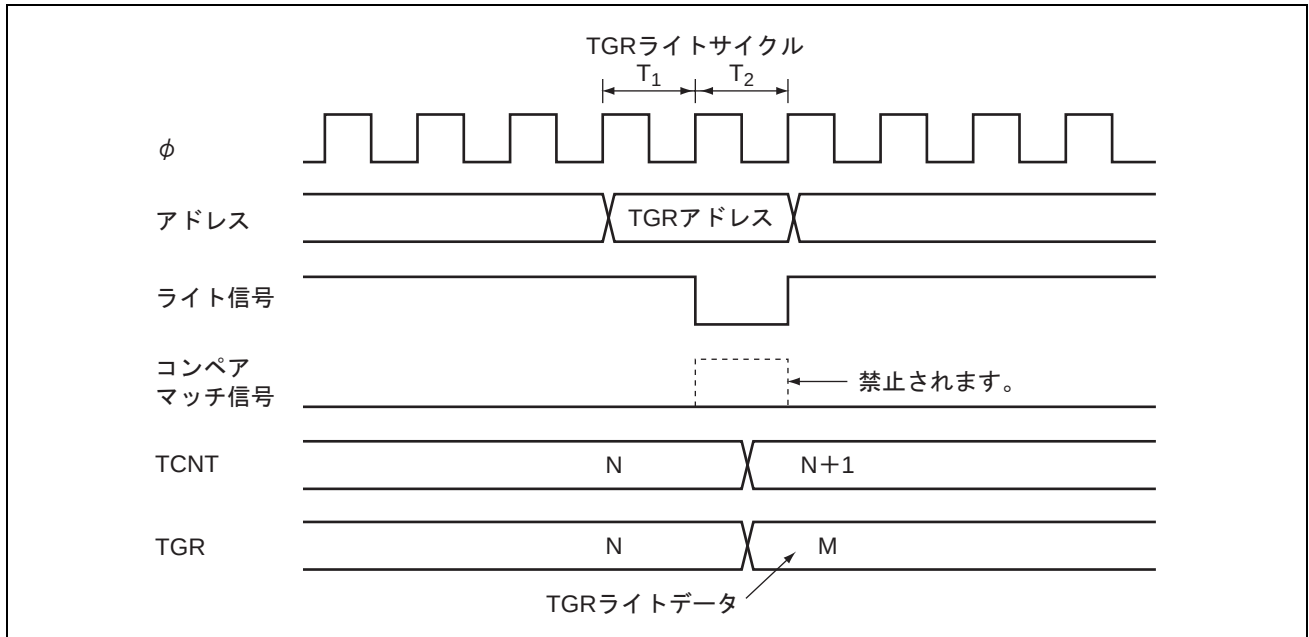


図 10.46 TGR のライトとコンペアマッチの競合

10.8.6 バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合

TGR のライトサイクル中の T_2 ステートでコンペアマッチが発生すると、バッファ動作によって TGR に転送されるデータはライトデータとなります。

このタイミングを図 10.47 に示します。

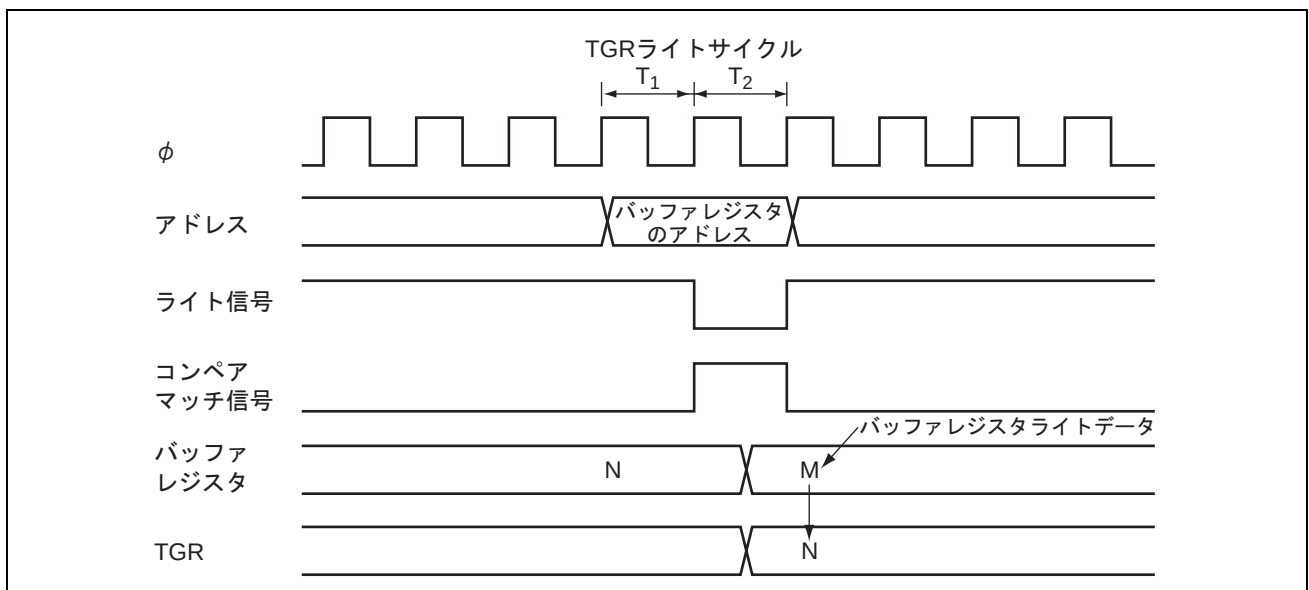


図 10.47 バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合

10.8.7 TGR のリードとインプットキャプチャの競合

TGR のリードサイクル中の T_1 ステートでインプットキャプチャ信号が発生すると、リードされるデータはインプットキャプチャ転送後のデータとなります。

このタイミングを図 10.48 に示します。

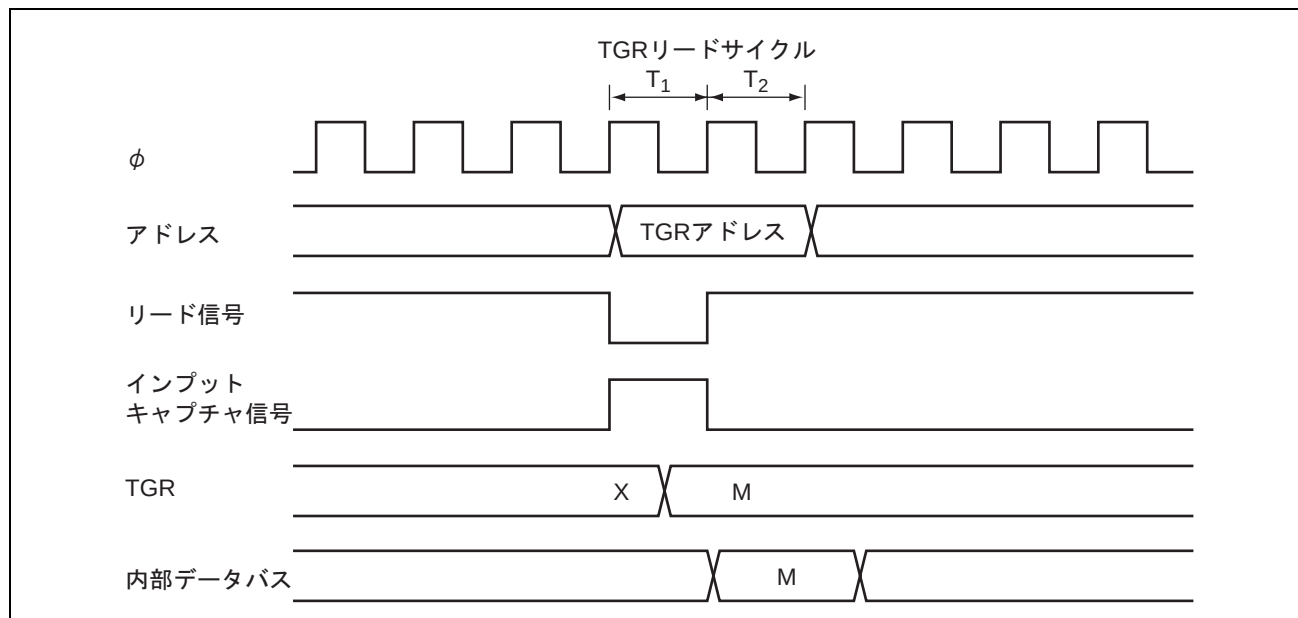


図 10.48 TGR のリードとインプットキャプチャの競合

10.8.8 TGR のライトとインプットキャプチャの競合

TGR のライトサイクル中の T_2 ステートでインプットキャプチャ信号が発生すると、TGR へのライトは行われず、インプットキャプチャが優先されます。

このタイミングを図 10.49 に示します。

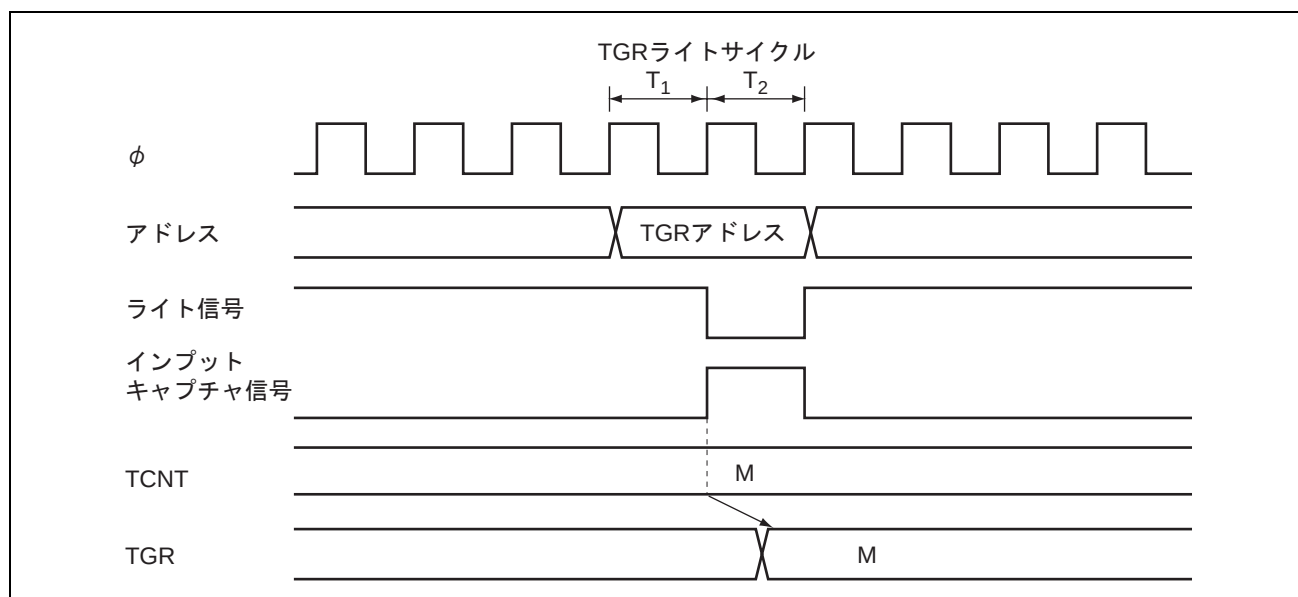


図 10.49 TGR のライトとインプットキャプチャの競合

10.8.9 バッファレジスタのライトとインプットキャプチャの競合

バッファレジスタのライトサイクル中の T_2 ステートでインプットキャプチャ信号が発生すると、バッファレジスタへのライトは行われず、バッファ動作が優先されます。このタイミングを図 10.50 に示します。

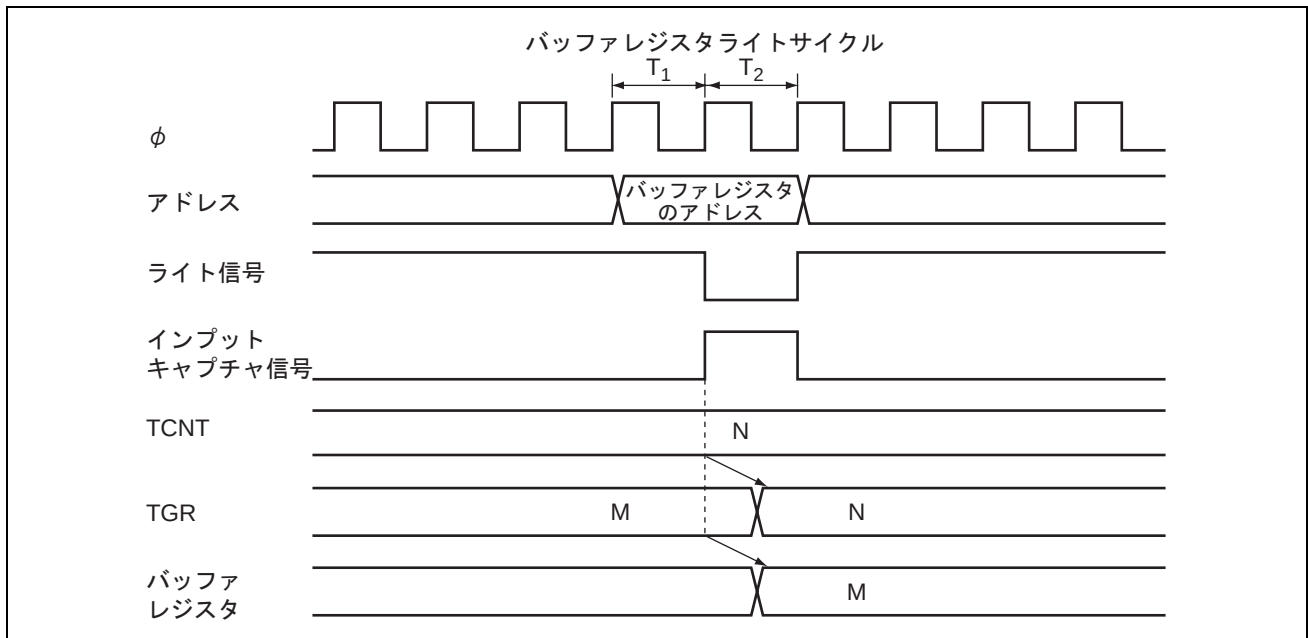


図 10.50 バッファレジスタのライトとインプットキャプチャの競合

10.8.10 オーバフロー／アンダフローとカウンタクリアの競合

オーバフロー／アンダフローとカウンタクリアが同時に発生すると、TSR の TCFV／TCFU フラグはセットされず、TCNT のクリアが優先されます。

TGR のコンペアマッチをクリア要因とし、TGR に H'FFFF を設定した場合の動作タイミングを図 10.51 に示します。

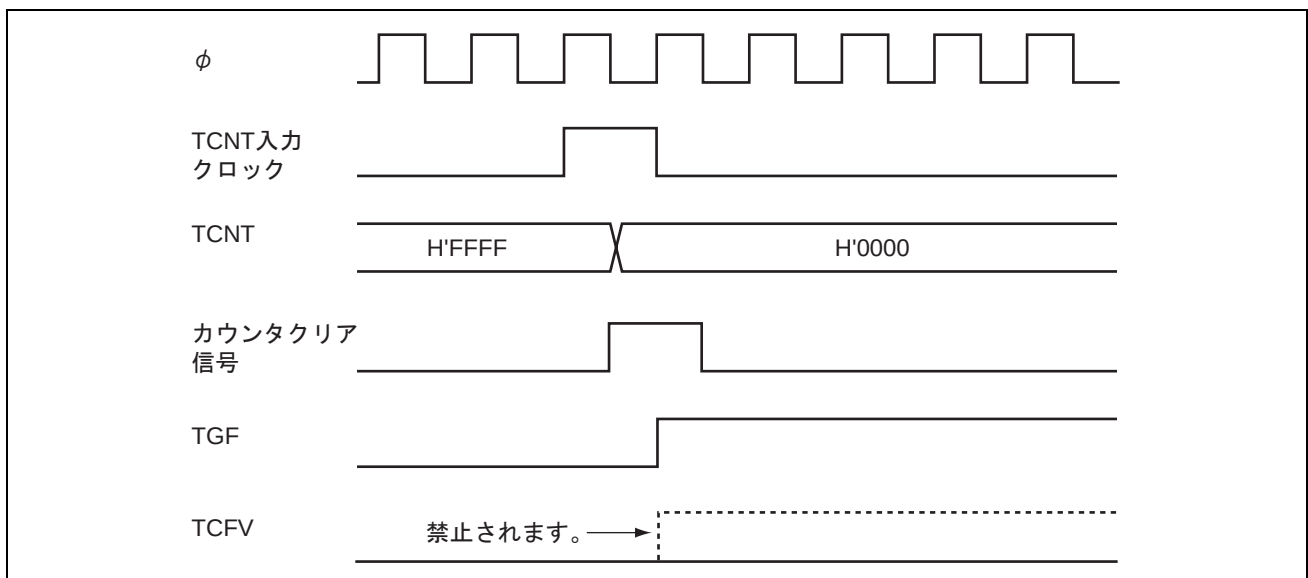


図 10.51 オーバフローとカウンタクリアの競合

10.8.11 TCNT のライトとオーバフロー／アンダフローの競合

TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウントアップ／カウントダウンが発生し、オーバフロー／アンダフローが発生しても TCNT へのライトが優先され、TSR の TCFV/TCFU フラグはセットされません。

TCNT のライトとオーバフロー競合時の動作タイミングを図 10.52 に示します。

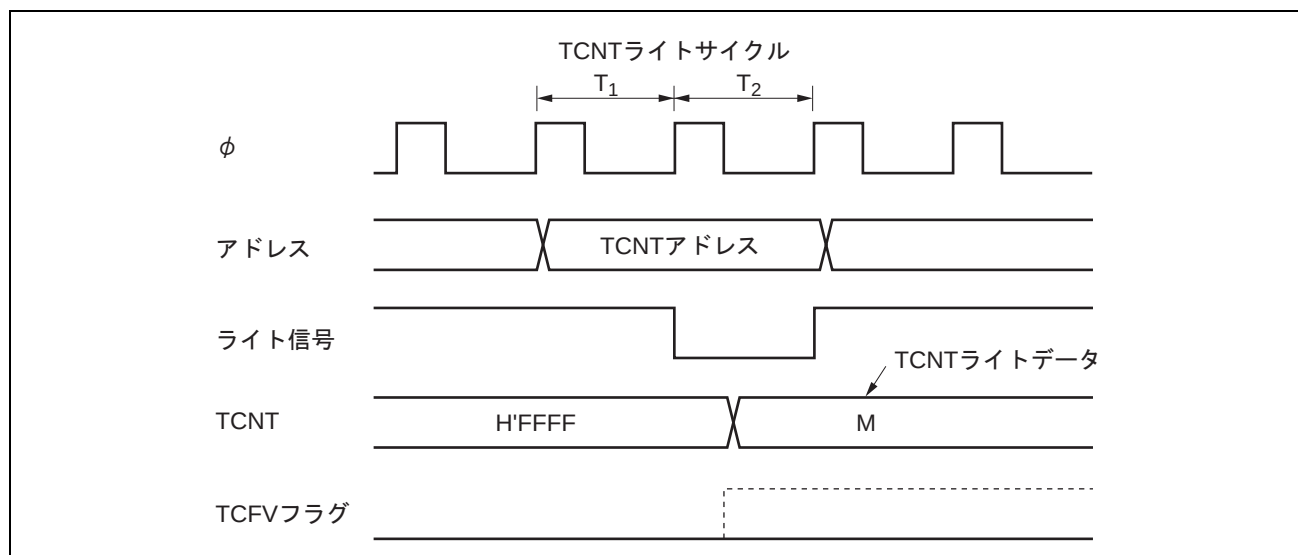


図 10.52 TCNT のライトとオーバフローの競合

10.8.12 入出力端子の兼用

本 LSI では、TCLKA 入力と TIOCC0 入出力、TCLKB 入力と TIOCD0 入出力、TCLKC 入力と TIOCB1 入出力、TCLKD 入力と TIOCB2 入出力の端子がそれぞれ兼用になっています。外部クロックを入力する場合には、兼用されている端子からコンペアマッチ出力を行わないでください。

10.8.13 モジュールストップモード時の設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、TPU の動作停止／許可を設定することが可能です。初期値では TPU の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は「第 24 章 低消費電力状態」を参照してください。

11. 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)

本 LSI は 3 チャンネルの 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM) を内蔵しています。TCM は 16 ビットのカウンタをベースにして、入力波形の周期を測定することができます。

11.1 特長

- 入力波形の周期を測定可能
- 測定エッジを選択可能
- 16ビットのコンペアマッチ
- 16ビットの分解能力
- カウンタのクロックを選択可能
7種類の内部クロックと、外部クロックのうちから選択可能
- 5つの割り込み要因
 - カウンタオーバフロー
 - 周期上限オーバフロー
 - 周期下限アンダフロー
 - コンペアマッチ
 - インプットキャプチャ発生

11. 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)

TCM のブロック図を図 11.1 に示します。

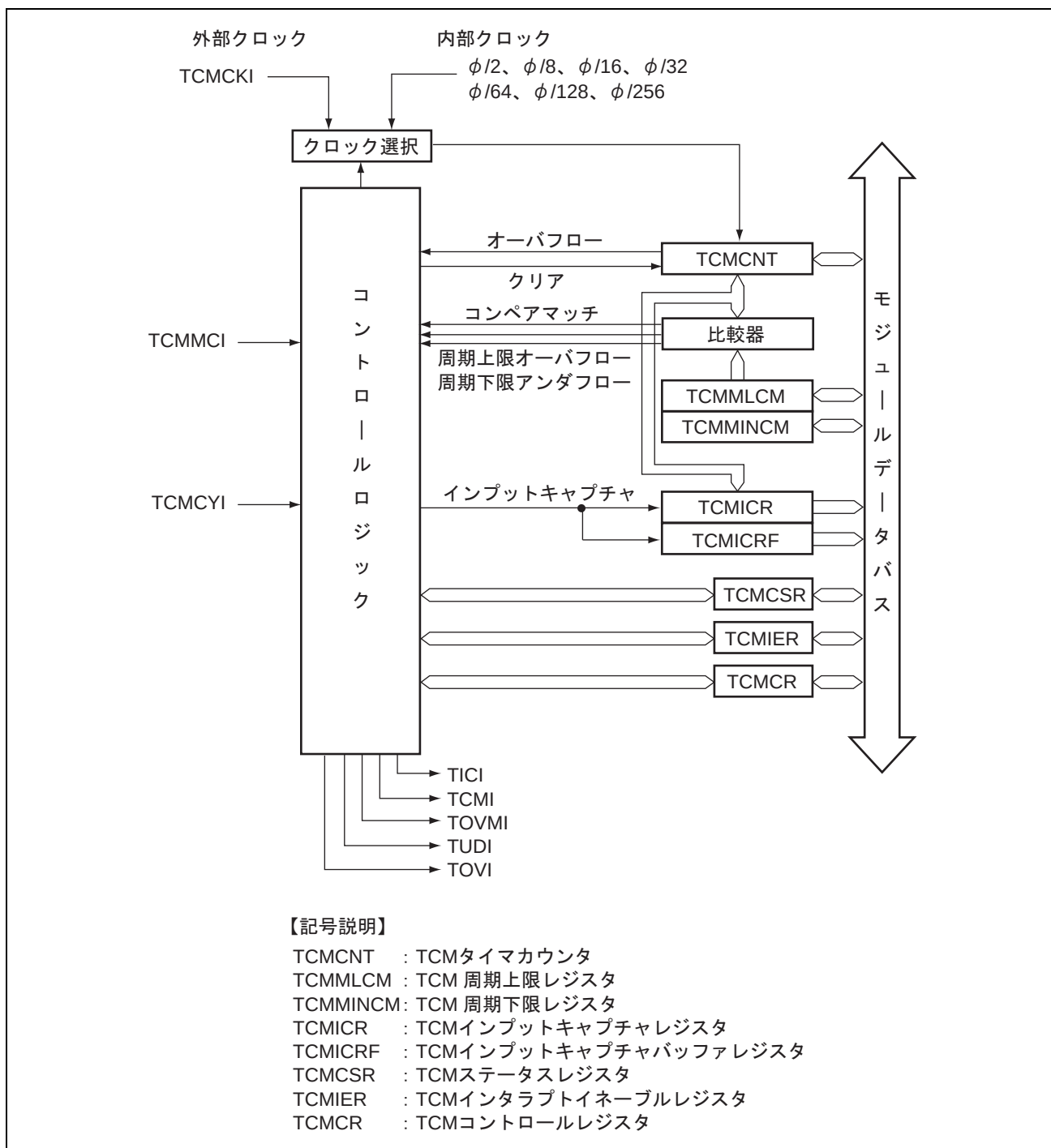


図 11.1 TCM ブロック図

11.2 入出力端子

TCM の端子構成を表 11.1 に示します。

表 11.1 端子構成

チャンネル	端子名	入出力	機 能
0	TCMCKI0 (TCMMCI0)	入力	カウンタ外部クロック入力 周期測定コントロール入力
	TCMCYI0	入力	外部イベント入力
1	TCMCKI1 (TCMMCI1)	入力	カウンタ外部クロック入力 周期測定コントロール入力
	TCMCYI1	入力	外部イベント入力
2	TCMCKI2 (TCMMCI2)	入力	カウンタ外部クロック入力 周期測定コントロール入力
	TCMCYI2	入力	外部イベント入力

11. 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)

11.3 レジスタの説明

TCM には以下のレジスタがあります。

表 11.2 レジスタの構成

チャンネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データ バス幅
チャンネル 0	TCM タイマカウンタ_0	TCMCNT_0	R/W	H'0000	H'FBC0	16
	TCM 周期上限レジスタ_0	TCMMLCM_0	R/W	H'FFFF	H'FBC2	16
	TCM 周期下限レジスタ_0	TCMMINCM_0	R/W	H'0000	H'FBCC	16
	TCM インพุットキャプチャレジスタ_0	TCMICR_0	R	H'0000	H'FBC4	16
	TCM インพุットキャプチャバッファレジスタ_0	TCMICRF_0	R	H'0000	H'FBC6	16
	TCM ステータスレジスタ_0	TCMCSR_0	R/W	H'00	H'FBC8	8
	TCM コントロールレジスタ_0	TCMCR_0	R/W	H'00	H'FBC9	8
	TCM インタラプトイネーブルレジスタ_0	TCMIER_0	R/W	H'00	H'FBCA	8
チャンネル 1	TCM タイマカウンタ_1	TCMCNT_1	R/W	H'0000	H'FBD0	16
	TCM 周期上限レジスタ_1	TCMMLCM_1	R/W	H'FFFF	H'FBD2	16
	TCM 周期下限レジスタ_1	TCMMINCM_1	R/W	H'0000	H'FBDC	16
	TCM インพุットキャプチャレジスタ_1	TCMICR_1	R	H'0000	H'FBD4	16
	TCM インพุットキャプチャバッファレジスタ_1	TCMICRF_1	R	H'0000	H'FBD6	16
	TCM ステータスレジスタ_1	TCMCSR_1	R/W	H'00	H'FBD8	8
	TCM コントロールレジスタ_1	TCMCR_1	R/W	H'00	H'FBD9	8
	TCM インタラプトイネーブルレジスタ_1	TCMIER_1	R/W	H'00	H'FBDA	8
チャンネル 2	TCM タイマカウンタ_2	TCMCNT_2	R/W	H'0000	H'FBE0	16
	TCM 周期上限レジスタ_2	TCMMLCM_2	R/W	H'FFFF	H'FBE2	16
	TCM 周期下限レジスタ_2	TCMMINCM_2	R/W	H'0000	H'FBEC	16
	TCM インพุットキャプチャレジスタ_2	TCMICR_2	R	H'0000	H'FBE4	16
	TCM インพุットキャプチャバッファレジスタ_2	TCMICRF_2	R	H'0000	H'FBE6	16
	TCM ステータスレジスタ_2	TCMCSR_2	R/W	H'00	H'FBE8	8
	TCM コントロールレジスタ_2	TCMCR_2	R/W	H'00	H'FBE9	8
	TCM インタラプトイネーブルレジスタ_2	TCMIER_2	R/W	H'00	H'FBEA	8

11.3.1 TCM タイマカウンタ (TCMCNT)

TCMCNT は 16 ビットのリード／ライト可能なアップカウンタです。入力クロックは TCMCR の CKS2～CKS0 のビットにより選択します。CKS2～CKS0 が B'111 にセットされたとき、外部クロックが選択されます。TCMCSR の CKSEG により、外部クロックの立ち上がりエッジ／立ち下がりエッジを選択します。

TCMCNT は H'FFFF から H'0000 にオーバフローすると、TCMCSR の OVF が 1 にセットされます。タイマモードの場合、TCMCNT は TCMCR の CST ビットが 0 にクリアされていると、H'0000 に初期化されます。周期測定モードの場合、TCMCNT は測定周期（1 つの入力波形周期が 1 つの測定周期になります）の 1 番目のエッジ検出（TCMCR の IEDG ビットにより選択可能）によりクリアします。

タイマモードの場合、TCMCNT は常にライト可能です。周期測定モードの場合、TCMCNT の書き換えはできません。TCMCNT は 8 ビット単位のアクセスはできません。常に 16 ビットでアクセスしてください。TCMCNT の初期値は H'0000 です。

11.3.2 TCM 周期上限レジスタ (TCMMLCM)

TCMMLCM は 16 ビットのリード／ライト可能なレジスタです。TCMCR の TCMMDS ビットを 0 に設定（タイマモード）した場合、TCMMLCM はコンペアマッチレジスタとして使用可能です。TCMCR の TCMMDS ビットを 1 に設定（周期測定モード）した場合、TCMMLCM は周期上限レジスタとして使用可能です。

タイマモードでは、TCMMLCM の値は TCMCNT と常に比較され、一致すると TCMCSR の CMF が 1 にセットされます。ただし、TCMMLCM へのライトサイクルの後半での比較は禁止されています。

周期測定モードでは、TCMMLCM は測定周期の上限値を設定可能です。測定周期中の 2 番目のエッジ（次の周期の 1 番目のエッジ）を検出すると TCMCNT の値が TCMICR に転送されます。このとき同時に TCMICR の値と TCMMLCM の値を比較します。TCMICR の値が TCMMLCM の値より大きいと、TCMCSR の MAXOVF フラグが 1 にセットされます。TCMMLCM は 8 ビット単位のアクセスはできません。常に 16 ビットでアクセスしてください。TCMMLCM の初期値は H'FFFF です。

11.3.3 TCM 周期下限レジスタ (TCMMINCM)

TCMMINCM は 16 ビットのリード／ライト可能なレジスタです。TCMCR の TCMMDS ビットを 1 に設定（周期測定モード）した場合、TCMMINCM は周期下限レジスタとして使用可能です。

周期測定モードでは、TCMMINCM は測定周期の下限値を設定可能です。測定周期中の 2 番目のエッジ（TCMCR の IEDG ビットにより選択可能）を検出すると TCMCNT の値が TCMICR に転送されます。このとき同時に TCMICR の値と TCMMINCM の値を比較します。TCMICR の値が TCMMINCM の値より小さいと、TCMCSR の MINUDF フラグが 1 にセットされます。TCMMLCM は 8 ビット単位のアクセスはできません。常に 16 ビットでアクセスしてください。TCMMINCM の初期値は H'0000 です。

11. 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)

11.3.4 TCM インプットキャプチャレジスタ (TCMICR)

TCMICR は 16 ビットのリード専用のレジスタです。タイマモードの場合、TCMCR の IEDG ビットにより選択したエッジで TCMCNT の値が TCMICR に転送されます。このとき、同時に TCMCSR の ICPF フラグが 1 にセットされます。周期測定モードの場合、測定周期中の 2 番目のエッジを検出すると TCMCNT の値が TCMICR に転送されます。このとき同時に TCMCSR の ICPF フラグが 1 にセットされます。TCMICR は 8 ビット単位のアクセスはできません。常に 16 ビットでアクセスしてください。TCMICR の初期値は H'0000 です。

11.3.5 TCM インプットキャプチャバッファレジスタ (TCMICRF)

TCMICRF は 16 ビットのリード専用のレジスタです。TCMICR のバッファレジスタとして使用します。インプットキャプチャが発生したとき、TCMICR の値を TCMICRF に転送します。

TCMICR、TCMICRF は 8 ビット単位のアクセスはできません。常に 16 ビットでアクセスしてください。TCMICRF の初期値は H'0000 です。

11.3.6 TCM ステータスレジスタ (TCMCSR)

TCMCSR は 8 ビットのリード／ライト可能なレジスタです。割り込み要因の制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	OVF	0	R/(W)*	タイマオーバーフロー TCMCNT のオーバーフローの発生を示すフラグです。 [セット条件] • TCMCNT の値がオーバーフロー (H'FFFF→H'0000) したとき [クリア条件] • OVF=1 の状態で OVF をリード後、OVF に 0 をライトしたとき
6	MAXOVF	0	R/(W)*	測定周期上限オーバーフロー 周期測定モードで測定した波形の測定周期が TCMMLCM に設定した上限に対してオーバーフロー発生を示すフラグです。 [セット条件] • TCMICR の値が TCMMLCM の値より大きいとき [クリア条件] • MAXOVF=1 の状態で MAXOVF をリード後、MAXOVF に 0 をライトしたとき

11. 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
5	CMF	0	R/(W)*	コンペアマッチフラグ (タイマモードのみ有効) [セット条件] - タイマモードで TCMCNT の値と TCMMLCM の値が一致したとき [クリア条件] - CMF=1 の状態で CMF をリード後、CMF に 0 をライトしたとき 【注】 周期測定モードでは、TCMCNT の値と TCMMLCM の値が一致しても CMF は 1 にセットされません。
4	CKSEG	0	R/W	外部クロックエッジセレクト TCMCR の CKS2~CKS0 で外部クロック (B'111) にセットされたときの外部カウンタクロックエッジを選択します。 0：外部クロック立ち下がりエッジでカウント 1：外部クロック立ち上がりエッジでカウント
3	ICPF	0	R/(W)*	インプットキャプチャ発生 タイマモードでは、インプットキャプチャ信号により、TCMCNT の値が TCMICR に転送されたことを示すステータスフラグです。本フラグは、TCMMDS ビットが 0 にクリアされているとき、TCMCYI 入力端子に IEDG ビットで選択したインプットキャプチャ信号が発生するとセットされます。 周期測定モードでは、測定周期中の 2 番目のエッジ (TCMCR の IEDG ビットにより選択可能) を検出し、TCMCNT の値が TCMICR に転送されたことを示すフラグです。 [セット条件] - インプットキャプチャ信号が発生したとき [クリア条件] - ICPF=1 の状態で ICPF をリード後、ICPF に 0 をライトしたとき
2	MINUDF	0	R/(W)*	測定周期下限アンダフロー 周期測定モードで測定した波形の測定周期が TCMMINCM に設定した下限に対してアンダフロー発生を示すフラグです。 [セット条件] - TCMICR の値が TCMMINCM の値より小さいとき [クリア条件] - MINUDF=1 の状態で MINUDF をリード後、MINUDF に 0 をライトしたとき
1	MCICTL	0	R/W	TCMMCI 入力極性反転 0：TCMMCI 入力を反転して使用 1：TCMMCI 入力を直接使用 【注】 CST=0、TCMMDS=0 のときに、本ビットを変更してください。
0	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

11. 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)

11.3.7 TCM コントロールレジスタ (TCMCR)

TCMCR は 8 ビットのリード／ライト可能なレジスタです。インプットキャプチャ入力エッジの選択、TCMCNT のカウンタ開始またカウンタのクロックの選択、動作モードの切り替えを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	CST	0	R/W	カウンタスタート タイマモードでは、本ビットを 1 にセットすると TCMCNT がカウントを開始します。0 にクリアすると TCMCNT はカウント動作を停止し、H'0000 に初期化されて、インプットキャプチャ動作も停止します。 周期測定モードでは TCMCNT を H'0000 に初期化するために 0 にクリアしてください。
6	POCTL	0	R/W	TCMCYI 入力極性反転 0：TCMCYI 入力を直接使用 1：TCMCYI 入力を反転して使用 【注】 CST=0、TCMMDS=0 のときに、本ビットを変更してください。
5	CPSPE	0	R/W	インプットキャプチャ停止イネーブル 周期測定モードで MAXOVF、MINUDF のいずれか 1 つのフラグが 1 にセットされたときの TCMCNT のカウントアップおよびインプットキャプチャの動作／停止を制御します。タイマモードでは動作に影響を与えません。 0：フラグが 1 にセットされたとき、カウントアップおよびインプットキャプチャ動作を継続 1：フラグが 1 にセットされたとき、カウントアップおよびインプットキャプチャ動作を禁止
4	IEDG	0	R/W	インプットエッジセレクト タイマモードでは、POCTL ビットとの組み合わせで TCMCYI 入力の立ち上がりエッジまた立ち下がりエッジのどちらのエッジでインプットキャプチャするかを選択します。 周期測定モードでは、POCTL ビットとの組み合わせで、TCMCYI 入力の立ち上がりエッジまた立ち下がりエッジのどちらのエッジで測定するかを選択します。 POCTL=0 の場合 0：TCMCYI 入力の立ち上がりエッジを選択 1：TCMCYI 入力の立ち下がりエッジを選択 POCTL=1 の場合 0：TCMCYI 入力の立ち下がりエッジを選択 1：TCMCYI 入力の立ち上がりエッジを選択

11. 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
3	TCMMDS	0	R/W	TCM モードセレクト TCM の動作モードを選択します。 0：タイマモード タイマモードのとき、インプットキャプチャとコンペアマッチとして機能します。 1：周期測定モード 本ビットを 1 にセットすると TCMCNT がカウントを開始します。 TCMCNT を H'0000 に初期化するため、周期測定モードに設定する前に、TCMCR の CST を 0 クリアしてください。
2	CKS2	0	R/W	クロックセレクト 2、1、0 TCMCNT に入力するクロックを選択します。 000：内部クロック $\phi/2$ をカウント 001：内部クロック $\phi/8$ をカウント 010：内部クロック $\phi/16$ をカウント 011：内部クロック $\phi/32$ をカウント 100：内部クロック $\phi/64$ をカウント 101：内部クロック $\phi/128$ をカウント 110：内部クロック $\phi/256$ をカウント 111：外部クロックをカウント (TCMCSR の CKSEG により、外部クロックのエッジを選択してください。) 【注】 CST=0、TCMMDS=0 のときに、本ビットを変更してください。
1	CKS1	0	R/W	
0	CKS0	0	R/W	

11.3.8 TCM インタラプトイネーブルレジスタ (TCMIER)

TCMIER は 8 ビットリード／ライト可能なレジスタです。割り込み要求の許可／禁止を制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	OVIE	0	R/W	カウンタオーバーフローインタラプトイネーブル TCMCSR の OVF フラグが 1 にセットされたとき、OVF フラグによる割り込み要求を許可または禁止します。 0：OVF による割り込み要求を禁止 1：OVF による割り込み要求を許可
6	MAXOVIE	0	R/W	周期上限オーバーフローインタラプトイネーブル TCMCSR の MAXOVF フラグが 1 にセットされたとき、MAXOVF フラグによる割り込み要求を許可または禁止します。 0：MAXOVF による割り込み要求を禁止 1：MAXOVF による割り込み要求を許可

11. 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
5	CMIE	0	R/W	コンペアマッチインタラプトイネーブル TCMCSR の CMF が 1 にセットされたとき、CMF による割り込み要求を許可または禁止します。 0：CMF による割り込み要求を禁止 1：CMF による割り込み要求を許可
4	TCMIPE	0	R/W	インプットキャプチャ入力イネーブル 端子入力の無効／有効を設定します。インプットキャプチャおよび周期測定モードを使用する場合は、本ビットを 1 にセットしてください。 0：無効 1：有効 【注】 CST=0、TCMMDS=0 のときに、本ビットを変更してください。
3	ICPIE	0	R/W	インプットキャプチャインタラプトイネーブル TCMCSR の ICPF フラグが 1 にセットされたとき、ICPF フラグによる割り込み要求を許可または禁止します。 0：ICPF による割り込み要求を禁止 1：ICPF による割り込み要求を許可
2	MINUDIE	0	R/W	周期下限アンダフローインタラプトイネーブル TCMCSR の MINUDF フラグが 1 にセットされたときの TUDI 割り込み要求を許可または禁止します。 0：MINUDF による割り込み要求を禁止 1：MINUDF による割り込み要求を許可
1	CMMS	0	R/W	周期測定モードセレクト 周期測定モード時に TCMMCI 信号を使用／未使用を選択します。 0：TCMMCI 信号は未使用（常に周期測定を行います） 1：TCMMCI 信号を使用 TCMCSR の MCICCTL=0 の場合、TCMMCI が Low の期間のみ周期測定を行います。MCICCTL=1 の場合、TCMMCI が High の期間のみ周期測定を行います。 【注】 CST=0、TCMMDS=0 のときに、本ビットを変更してください。
0	—	0	R	リザーブビット リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

11.4 動作説明

TCM は、タイマモードおよび周期測定モードで動作します。リセット直後、TCM はタイマモードに設定されています。

11.4.1 タイマモード

TCMCR の TCMMDS ビットを 0 にクリアすると、TCM はタイマモードで動作します。

(1) カウンタ動作

タイマモードでは、フリーランニングカウンタとして動作可能です。TCMCR の CST ビットを 1 にセットすると、TCMCNT はカウントアップ動作を開始します。TCMCNT が H'FFFF から H'0000 にオーバフローすると、TCMCSR の OVF ビットが 1 にセットされ、TCMIER の OVIE ビットが 1 であれば割り込み要求が発生します。フリーランニングカウンタの動作例を図 11.2 に示します。また、外部クロック動作の場合の TCMCNT カウントタイミングを図 11.3 に示します。なお外部クロックのパルス幅は、1.5 ステート以上必要です。これ以下のパルス幅では正しく動作しませんので注意してください。

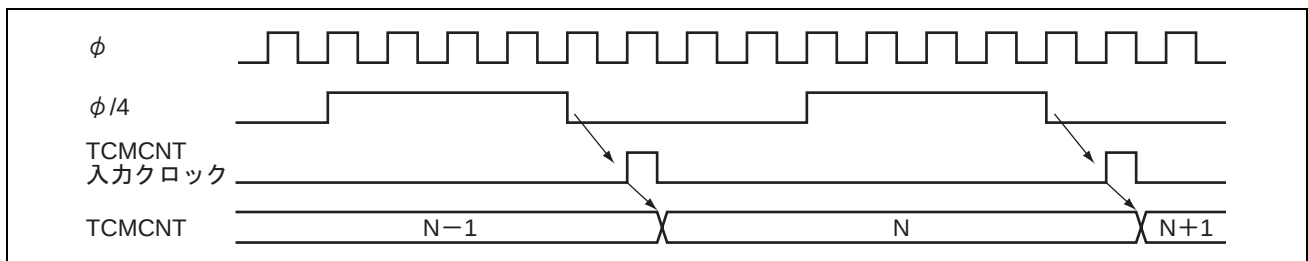


図 11.2 フリーランニングカウンタの動作例

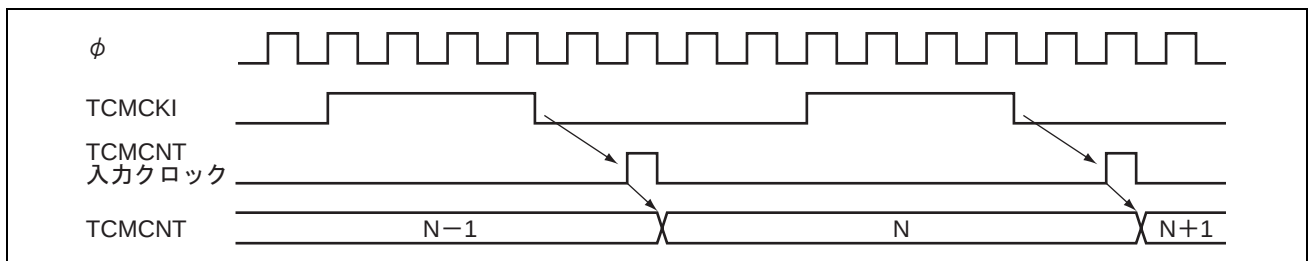


図 11.3 外部クロック動作時のカウントタイミング (立ち下がりエッジの場合)

(2) インพุットキャプチャ

タイマモードでは、TCMCYI 端子の入力エッジを検出して TCMCNT の値を TCMICR に転送します。このとき同時に TCMCSR の ICPF フラグがセットされます。検出エッジは TCMCR の IEDG ビットの設定により、立ち上がりまたは立ち下がりから選択できます。インพุットキャプチャ動作タイミング例を図 11.4 に、インพุットキャプチャのバッファ動作例を図 11.5 に示します。

11. 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)

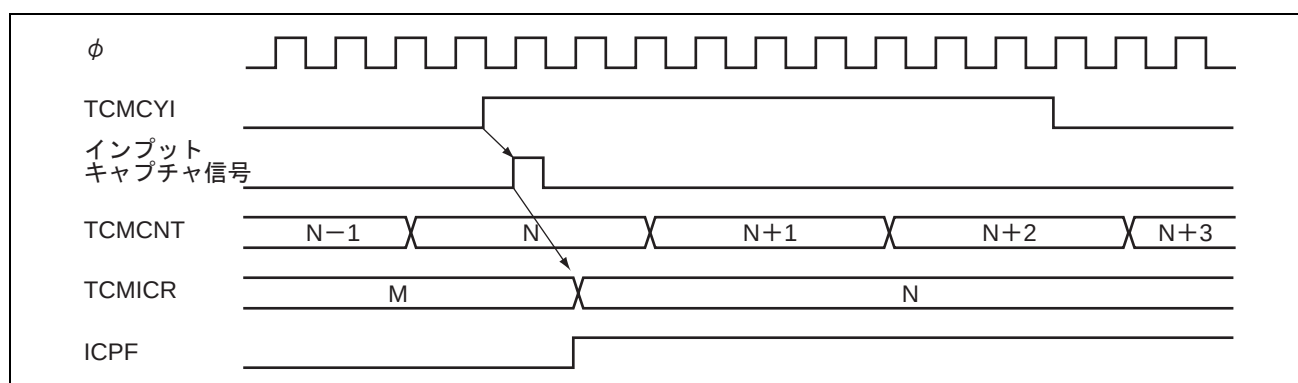


図 11.4 インพุットキャプチャ動作タイミング例（立ち上がりエッジ選択時）

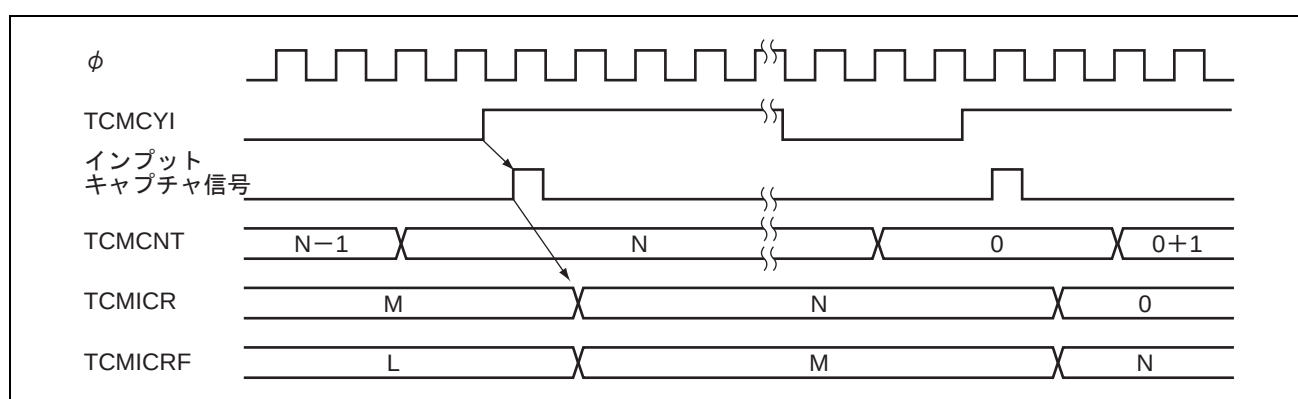


図 11.5 インพุットキャプチャのバッファ動作例

(3) コンペアマッチ時の CMF のセットタイミング

TCMCSR の CMF フラグのセットは、タイマモードで TCMCNT と TCMMLCM の値が一致した最後のステート（TCMCNT が一致したカウント値を更新するタイミング）で発生します。したがって、TCMCNT と TCMMLCM の値が一致した後、TCMCNT 入力クロックが発生するまでコンペアマッチ信号は発生しません。詳細は、「11.6.2 TCMMLCM のライトとコンペアマッチの競合」を参照してください。CMF フラグのセットタイミングを図 11.6 に示します。

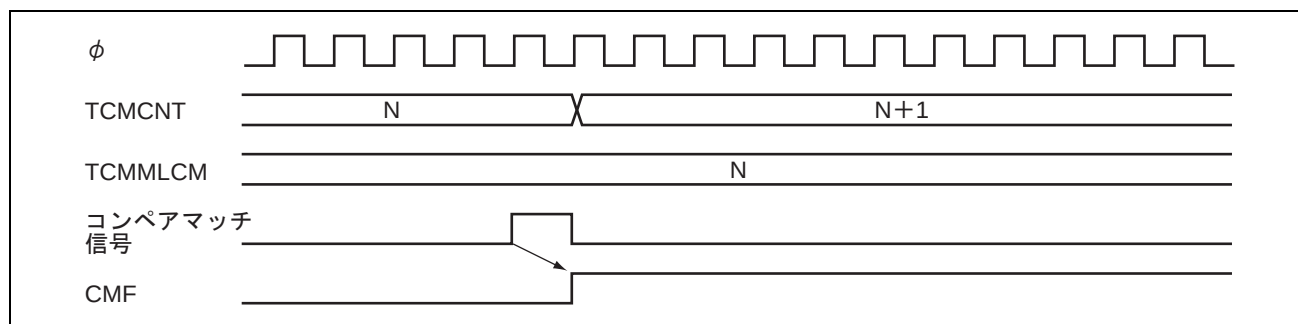


図 11.6 コンペアマッチ時の CMF フラグのセットタイミング

11.4.2 周期測定モード

TCMCR の TCMMD5 ビットを 1 にセットすると、TCM は周期測定モードで動作します。

(1) カウンタ動作

TCMCR の TCMMD5 ビットを 1 にセットすると、周期測定モードに設定され、TCMCR の CST ビットの設定に関わらず、カウントアップ動作を行います。測定周期の 1 番目のエッジを検出すると、TCMCNT は H'0000 にクリアされ、カウントアップ動作を続けます。周期測定モード時のカウンタの動作例を図 11.7 に示します。

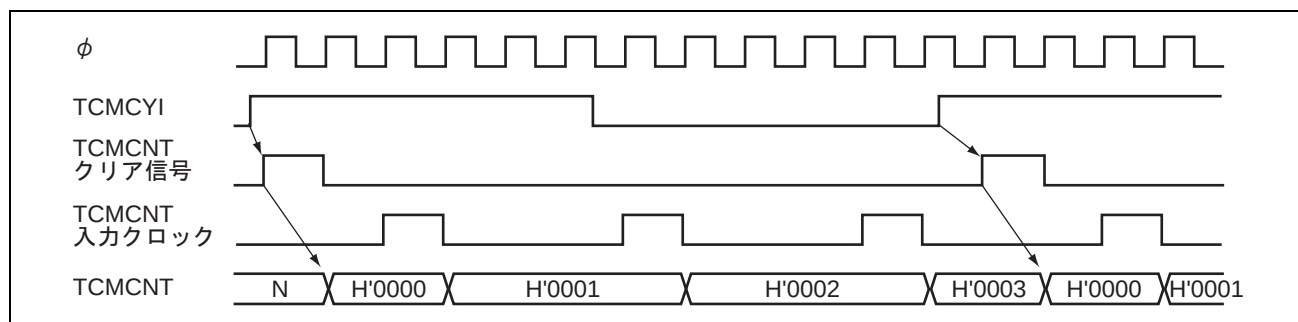


図 11.7 周期測定モード時のカウンタの動作例

(2) 周期測定

周期測定モードでは、1 つの TCM 入力波形周期が 1 つの測定周期になります。最初に、TCMMD5=0、CST=0 に設定して TCMCNT を H'0000 にクリアします。次に、TCMMLCM/TCMMINCM レジスタに測定周期の上限値/下限値を設定します。最後に、TCMCR の TCMMD5 ビットを 1 にセットすると、周期測定モードになります。TCMCNT は選択されたクロックに従って、カウントアップします。測定周期の 1 番目のエッジ（TCMCR の IEDG ビットにより選択可能）を検出すると TCMCNT は自動的に H'0000 にクリアされます。2 番目のエッジを検出すると TCMCNT の値が TCMICR に転送されます。このとき、同時に TCMICR の値が TCMMLCM/TCMMINCM の値と比較されます。TCMICR の値が TCMMLCM の値よりも大きい場合は、TCMCSR の MAXOVF ビットが 1 にセットされます。TCMICR の値が TCMMINCM の値よりも小さい場合は、TCMCSR の MINUDF ビットが 1 にセットされます。TCMIER の設定により対応する割り込み要求を発生させることができます。また、2 番目のエッジを検出すると TCMCNT は H'0000 にクリアされ、次の測定を開始します。

TCMCR の CPSPE ビットが 0 にクリアされている場合、MAXOVF/MINUDF フラグが 1 にセットされても、次の周期測定を開始します。

TCMCR の CPSPE ビットが 1 にセットされている場合、MAXOVF/MINUDF が 1 にセットされると TCMCNT はカウントアップを停止し、周期測定を停止します。MAXOVF/MINUDF を 0 にクリアすると TCMCNT は自動的に H'0000 にクリアされて、カウントアップを開始し、周期測定を再開します。

図 11.8 に周期測定のタイミング例を示します。

11. 16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)

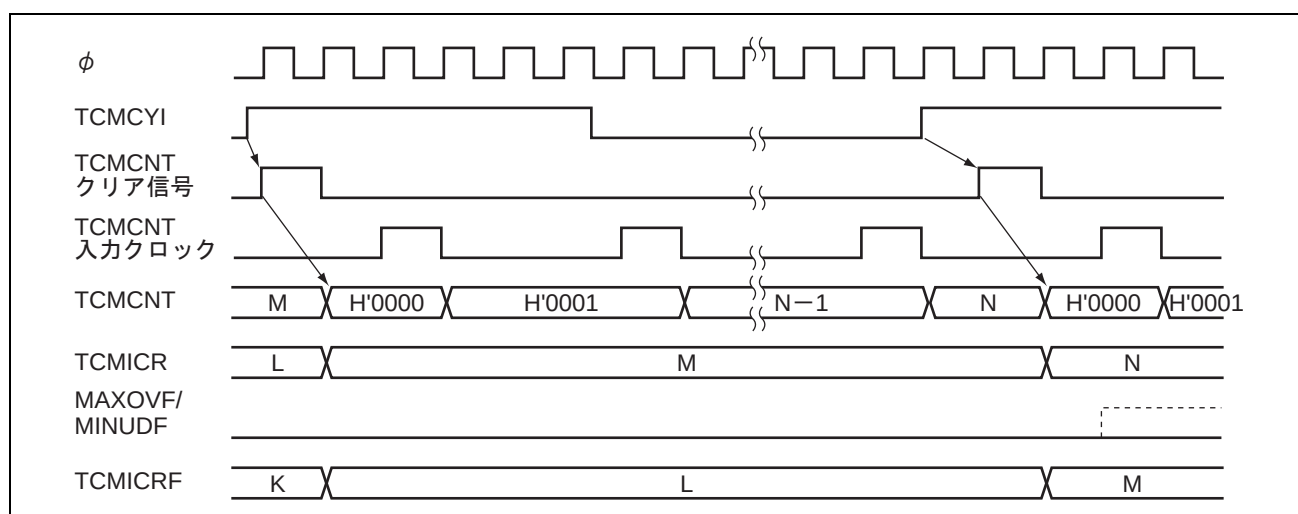


図 11.8 周期測定 タイミング例

TCMIER の CMMS ビットが 1 にセットされている場合、TCMMCI 信号が High 期間のみ (TCMCSR の MCICTL=1 の場合) 周期測定を行います。図 11.9 に CMMS ビットが 1 にセットされているときの周期測定のタイミング例を示します。

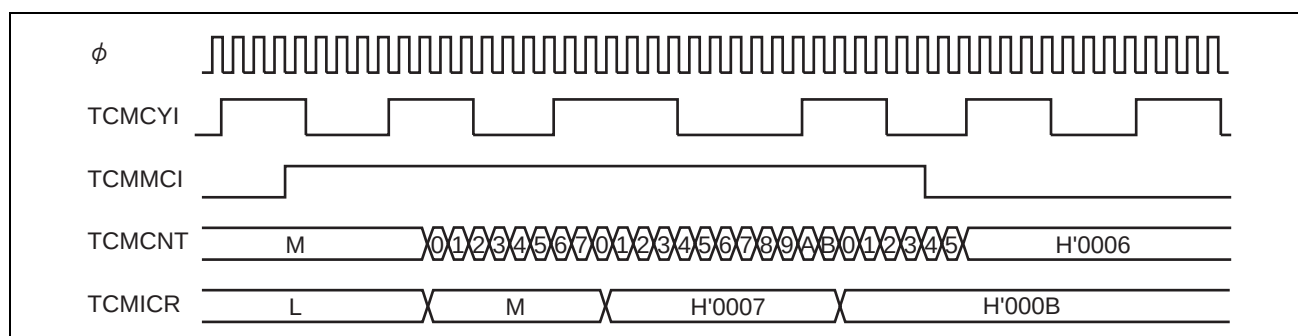


図 11.9 CMMS ビットが 1 にセットされているときの周期測定のタイミング例

(3) 外部イベント (TCMCYI) 停止判定

タイマオーバフローフラグを使用して、外部イベント (TCMCYI) 停止状態を判定することができます。外部イベント停止状態は2種類の条件があります。

周期測定モードを開始してから、1 番目のエッジ (TCMCR の IEDG ビットにより選択可能) を検出するまでに、タイマオーバフローが発生すると外部イベント停止状態と判定することができます。

図 11.10 に外部イベント停止状態のタイミング例 (1) を示します。

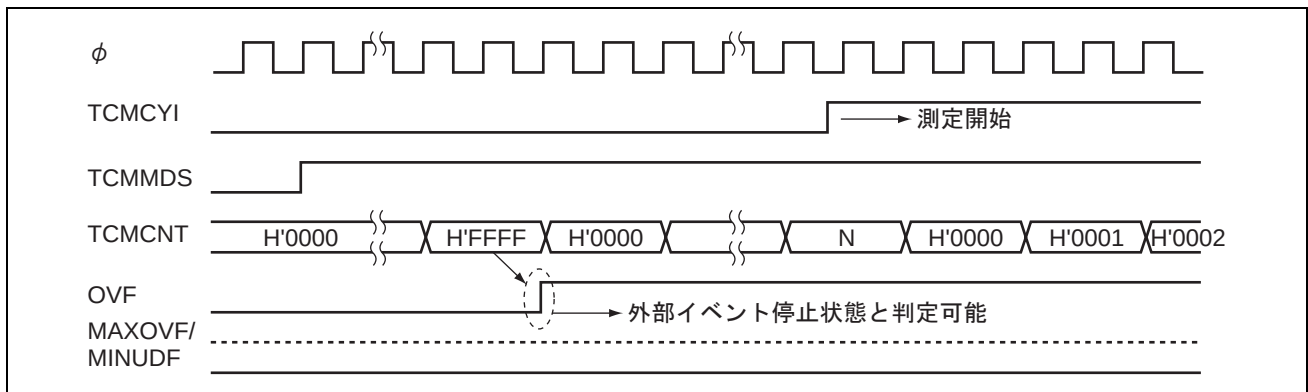


図 11.10 外部イベント停止状態のタイミング例 (1)

TCMCR の CPSPE ビットが 1 にセットされている場合に、MAXOVF/MINUDF が 1 にセットされると、周期測定を停止します。その後、MAXOVF/MINUDF を 0 にクリアすると、周期測定を再開します。ここで、周期測定を再開後に 1 回目のエッジを検出するまでに、タイマオーバフローが発生すると外部イベント停止状態と判定することができます。

図 11.11 に外部イベント停止状態のタイミング例 (2) を示します。

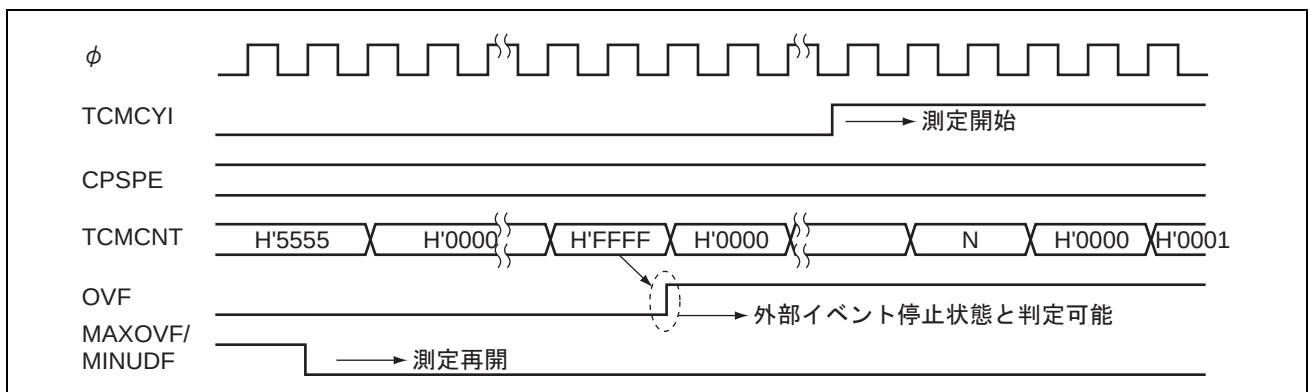


図 11.11 外部イベント停止状態のタイミング例 (2)

(4) 周期測定モードの設定例

周期測定モードを使用する場合のフローチャート例を図 11.12 に示します。

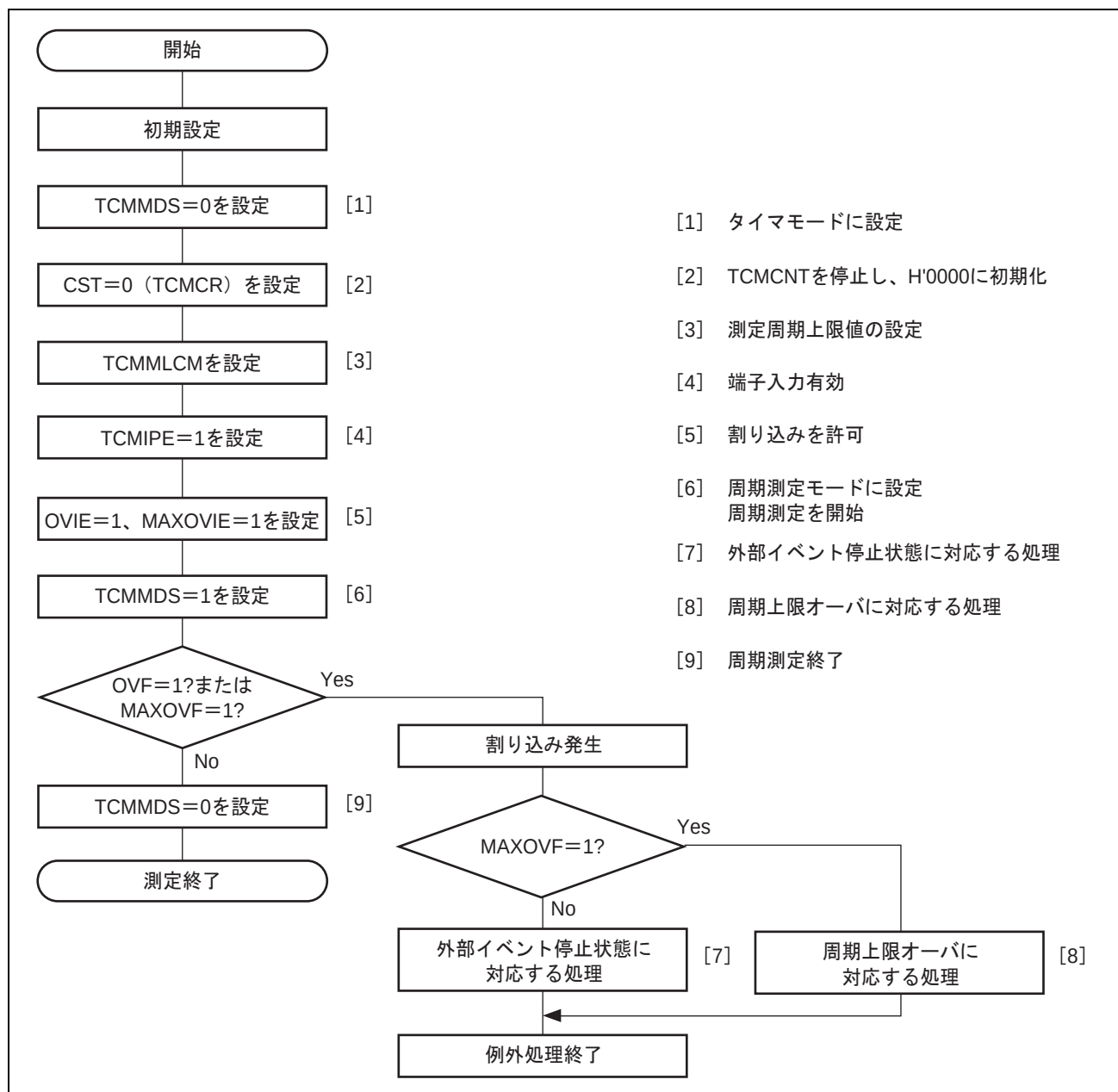


図 11.12 周期測定モード設定例

11.5 割り込み要因

TCMの割り込み要因はTICI、TCMI、TOVMI、TUDIおよびTOVIの5つあります。各割り込み要因はTCMIERの各割り込みイネーブルビットで許可または禁止され、それぞれ独立に割り込みコントローラに送られます。各チャンネルの割り込み要因は1つのベクタアドレスに割り付けられているため、フラグによる要因の判別が必要です。

表 11.3 各割り込み要因と優先順位を示します。

表 11.3 TCM 割り込み要因

チャンネル	名称	割り込み要因	割り込みフラグ	優先順位
TCM_0	TICI0	TCMICR_0 のインプットキャプチャ	ICPF_0	高 ↑ ↓ 低
	TCMI0	TCMMLCM_0 のコンペアマッチ	CMF_0	
	TOVMI0	TCMMLCM_0 のオーバフロー	MAXOVF_0	
	TUDI0	TCMMINCM_0 のアンダフロー	MINUDF_0	
	TOVI0	TCMCNT_0 のオーバフロー	OVF_0	
TCM_1	TICI1	TCMICR_1 のインプットキャプチャ	ICPF_1	
	TCMI1	TCMMLCM_1 のコンペアマッチ	CMF_1	
	TOVMI1	TCMMLCM_1 のオーバフロー	MAXOVF_1	
	TUDI1	TCMMINCM_1 のアンダフロー	MINUDF_1	
	TOVI1	TCMCNT_1 のオーバフロー	OVF_1	
TCM_2	TICI2	TCMICR_2 のインプットキャプチャ	ICPF_2	
	TCMI2	TCMMLCM_2 のコンペアマッチ	CMF_2	
	TOVMI2	TCMMLCM_2 のオーバフロー	MAXOVF_2	
	TUDI2	TCMMINCM_2 のアンダフロー	MINUDF_2	
	TOVI2	TCMCNT_2 のオーバフロー	OVF_2	

11.6 使用上の注意事項

11.6.1 TCMCNT ライトとカウントアップの競合

TCMCNT のライトサイクルの後半でカウントアップが発生すると、TCMCNT のカウントアップは行われず、TCMCNT のライトが優先されます。このタイミングを図 11.13 に示します。

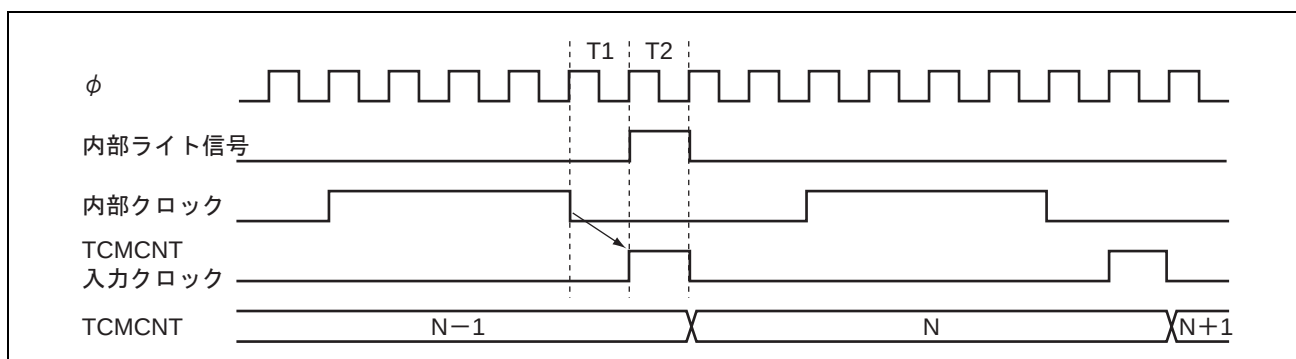


図 11.13 TCMCNT ライトとカウントアップの競合

11.6.2 TCMLLCM のライトとコンペアマッチの競合

タイマモードで、TCMLLCM のライトサイクルの後半でコンペアマッチが発生しても、TCMLLCM のライトが優先されコンペアマッチ信号は禁止されます。このタイミングを図 11.14 に示します。

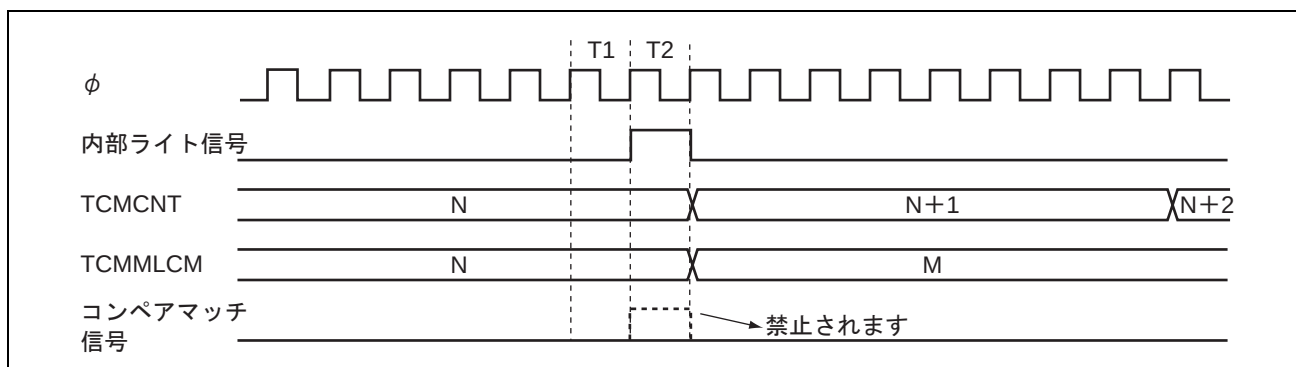


図 11.14 TCMLLCM のライトとコンペアマッチの競合

11.6.3 インプットキャプチャと TCMICR リードの競合

タイマモードで TCMICR をリード時に、対応するインプットキャプチャ信号を検出すると、インプットキャプチャ信号は 1 システムクロック (ϕ) 遅延されます。このタイミングを図 11.15 に示します。

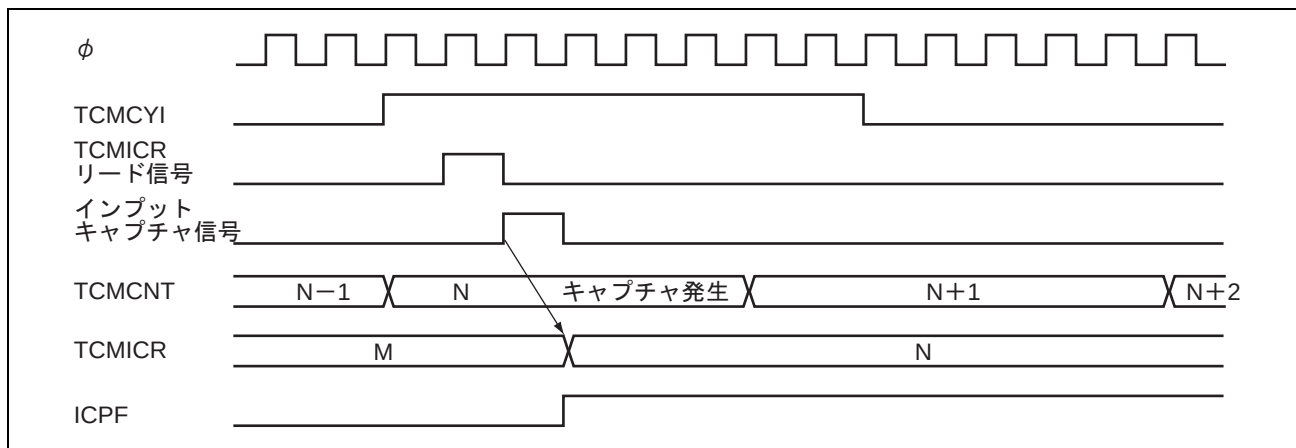


図 11.15 インプットキャプチャと TCMICR リードの競合

11.6.4 周期測定モード時のエッジ検出とレジスタ (TCMMLCM、TCMMINCM) ライトの競合

周期測定モードでレジスタ (TCMMLCM、TCMMINCM) のライトサイクルの後半で TCMCYI のエッジを検出すると、検出したエッジ信号は 1 システムクロック (ϕ) 遅延されます。

このタイミングを図 11.16 に示します。

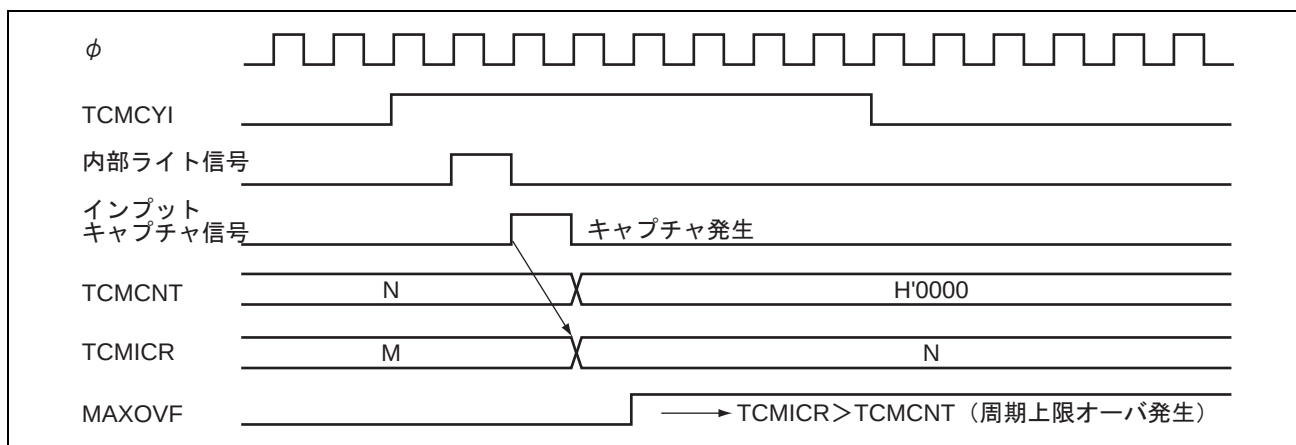


図 11.16 エッジ検出とレジスタライトの競合 (周期測定モード)

11.6.5 周期測定モードのエッジ検出と TCMCR の TCMMDS ビットクリアの競合

周期測定モードで TCMCR の CST ビットが 1 にセットされている場合、TCMCR の TCMMDS ビットをクリアするときに TCMCYI のエッジを検出すると、本タイマは検出したエッジ信号により周期測定モードの動作を行います。次のエッジ検出によりタイマモードの動作を行います。周期測定モードでは CST ビットを 0 にクリアしてください。

このタイミングを図 11.17 に示します。

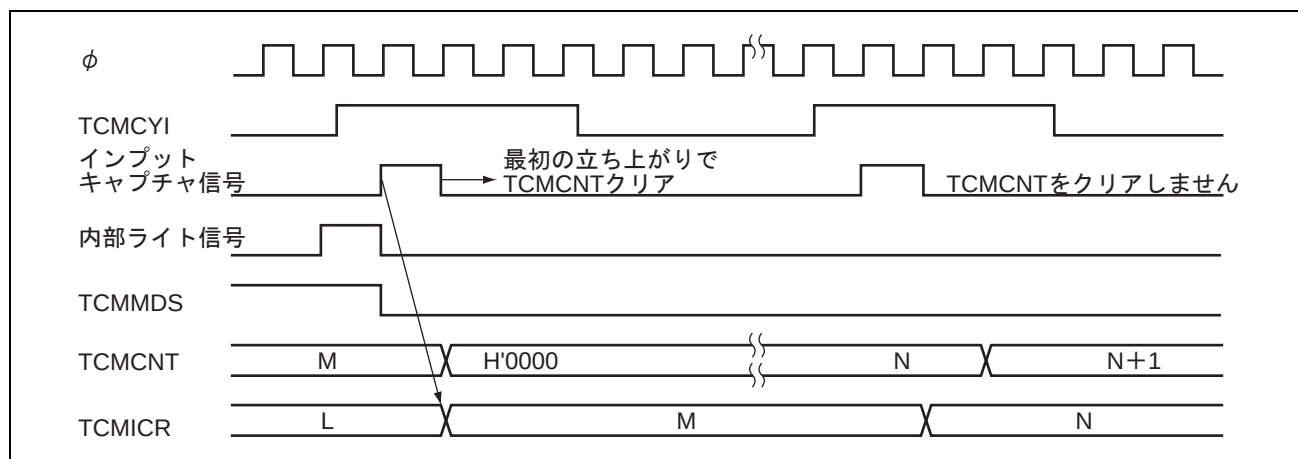


図 11.17 エッジ検出と TCMMDS クリアの競合 (周期測定モードからタイマモードへの切り替え)

11.6.6 TCMCKI と TCMMCI の設定

本 LSI では、TCMCKI と TCMMCI は同一端子に割り付けられています。このため、外部クロックの選択と TCMMCI 信号を同時に使用することができません。CKS2~CKS0=B'111、CMMS=B'1 に設定しないでください。

11.6.7 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、TCM の動作停止／許可を設定することが可能です。初期値では TCM の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は「第 24 章 低消費電力状態」を参照してください。

12. 8 ビットタイマ (TMR)

本 LSI は、8 ビットのカウンタをベースにした 4 チャンネルの 8 ビットタイマ (TMR_0、TMR_1、TMR_Y、TMR_X) を内蔵しています。外部のイベントのカウンタが可能のほか、2 本のレジスタとのコンペアマッチ信号により、カウンタのリセット、割り込み要求、任意のデューティ比のパルス出力など、多機能タイマとして種々の応用が可能です。

12.1 特長

- クロックを選択可能
6種類の内部クロックと、外部クロックのうちから選択できます。
- カウンタのクリア指定が可能
コンペアマッチA、コンペアマッチB、または外部リセット信号のうちから選択できます。
- 2つのコンペアマッチ信号の組み合わせでタイマ出力を制御
独立に動作可能な2つのコンペアマッチ信号の組み合わせによって、任意のデューティのパルス出力や PWM出力など種々の応用が可能です。
- 2チャンネルのカスケード接続が可能
TMR_0、TMR_1のカスケード接続：
TMR_0を上位、TMR_1を下位とする16ビットタイマとして動作可能です。(16ビットカウントモード)
TMR_1はTMR_0のコンペアマッチをカウント可能です。(コンペアマッチカウントモード)
TMR_Y、TMR_Xのカスケード接続：
TMR_Yを上位、TMR_Xを下位とする16ビットタイマとして動作可能です。
(16ビットカウントモード)
TMR_XはTMR_Yのコンペアマッチをカウント可能です。(コンペアマッチカウントモード)
- 複数の割り込み要因
TMR_0、TMR_1、TMR_Y：コンペアマッチA、コンペアマッチB、オーバフローの3種類があります。
TMR_X：コンペアマッチA、コンペアマッチB、オーバフロー、インプットキャプチャの4種類があります。

12. 8ビットタイマ (TMR)

8ビットタイマのブロック図を図12.1、図12.2に示します。

TMR_X には、入力キャプチャ機能が追加されています。

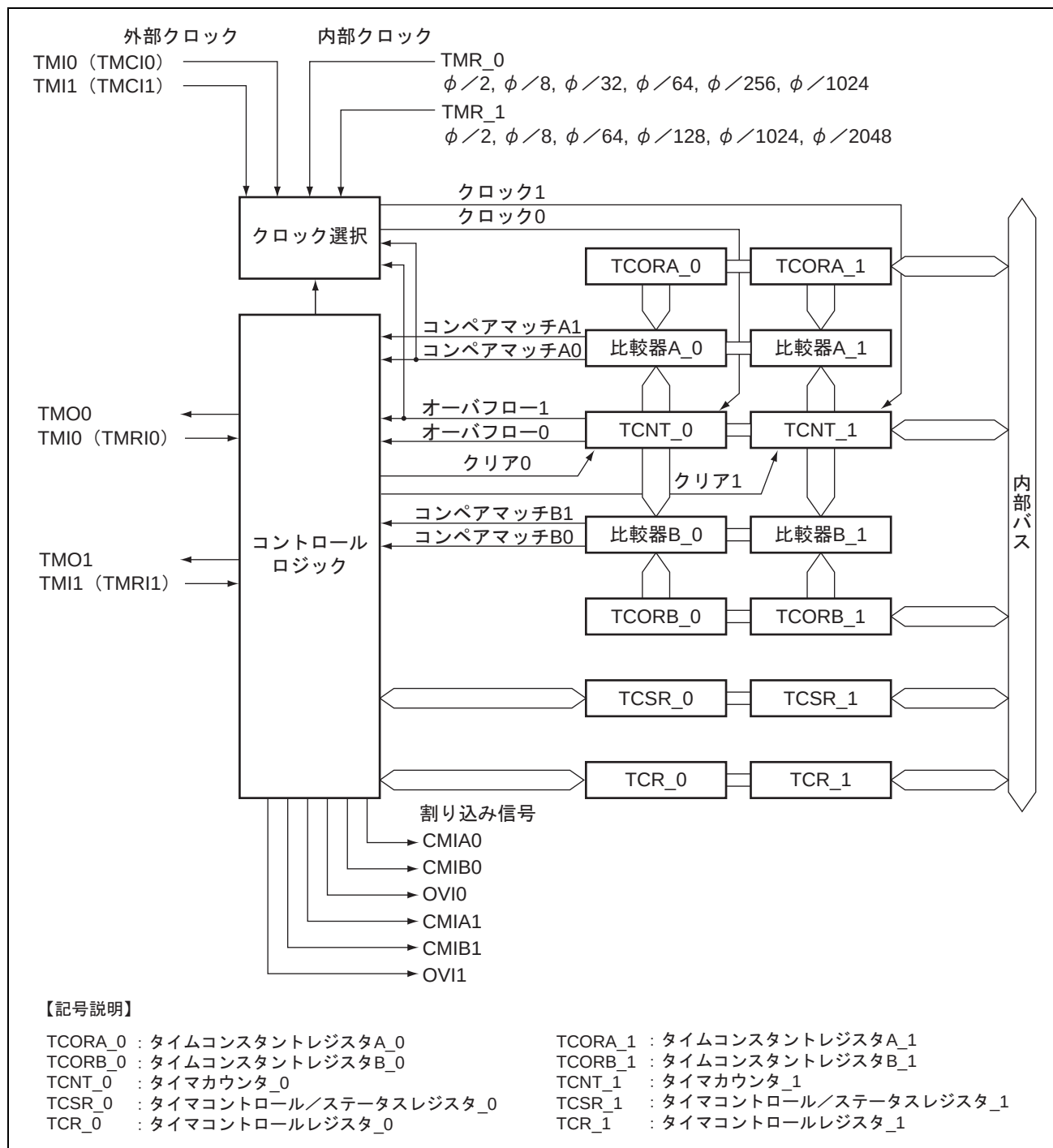


図12.1 8ビットタイマ (TMR_0、TMR_1) のブロック図

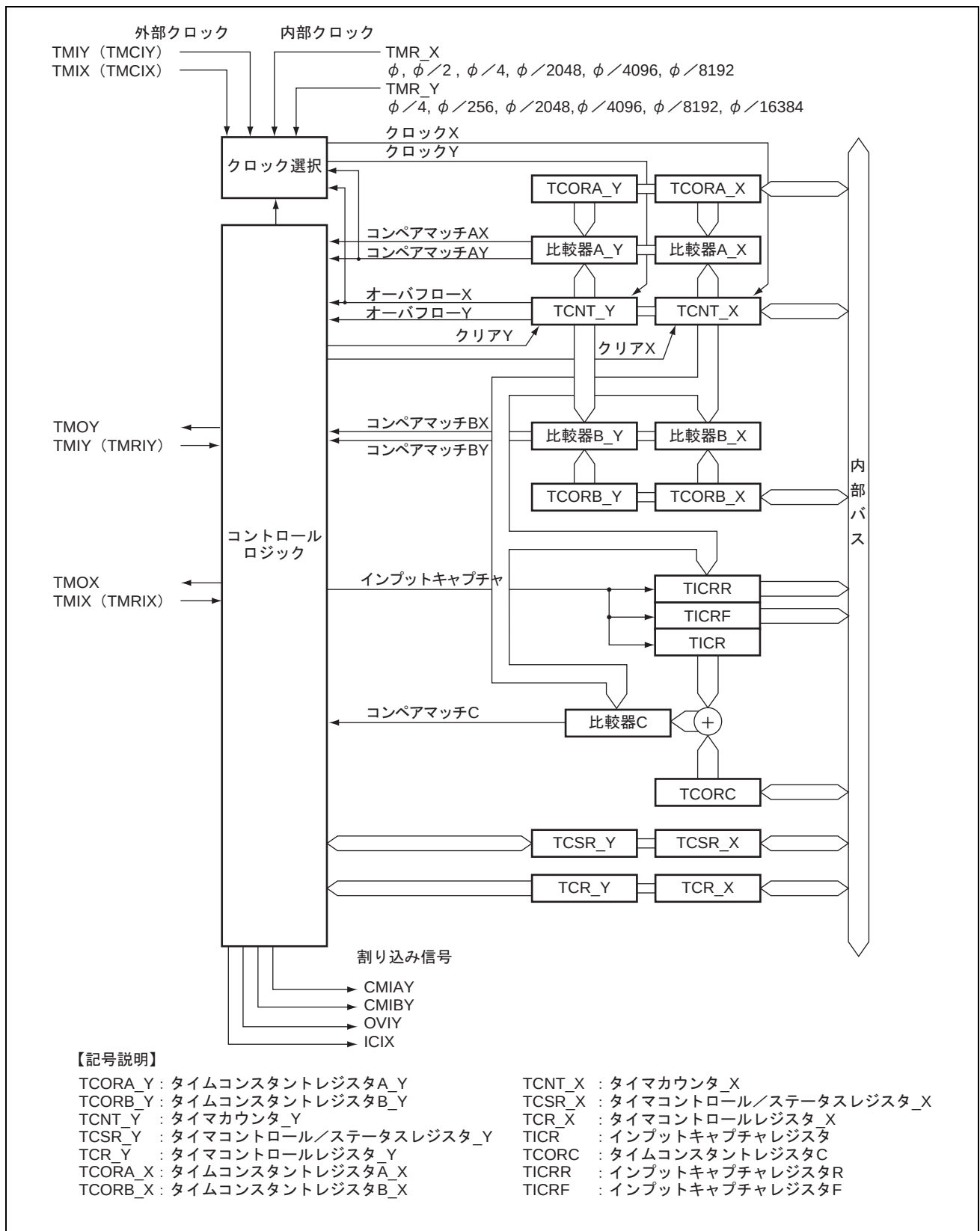


図 12.2 8ビットタイマ (TMR_Y、TMR_X) のブロック図

12. 8ビットタイマ（TMR）

12.2 入出力端子

TMR の入出力端子を表 12.1 に示します。

表 12.1 端子構成

チャンネル	端子名	入出力	機 能
TMR_0	TMO0	出力	コンペアマッチ出力
	TMI0（TMCIO/TMRI0）	入力	カウンタ外部クロック入力／リセット入力
TMR_1	TMO1	出力	コンペアマッチ出力
	TMI1（TMC1I/TMRI1）	入力	カウンタ外部クロック入力／リセット入力
TMR_Y	TMIY（TMC1Y/TMRIY）	入力	カウンタ外部クロック入力／リセット入力
	TMOY	出力	コンペアマッチ出力
TMR_X	TMOX	出力	コンペアマッチ出力
	TMIX（TMCIX/TMRIX）	入力	カウンタ外部クロック入力／リセット入力

12.3 レジスタの説明

TMR には以下のレジスタがあります。なお、シリアルタイマコントロールレジスタについては「3.2.3 シリアルタイマコントロールレジスタ（STCR）」を参照してください。

表 12.2 レジスタの構成

チャンネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データ バス幅
チャンネル 0	タイマカウンタ_0	TCNT_0	R/W	H'00	H'FFD0	16
	タイムコンスタントレジスタ A_0	TCORA_0	R/W	H'FF	H'FFCC	16
	タイムコンスタントレジスタ B_0	TCORB_0	R/W	H'FF	H'FFCE	16
	タイマコントロールレジスタ_0	TCR_0	R/W	H'00	H'FFC8	8
	タイマコントロール／ステータスレジスタ_0	TCSR_0	R/W	H'00	H'FFCA	8
チャンネル 1	タイマカウンタ_1	TCNT_1	R/W	H'00	H'FFD1	16
	タイムコンスタントレジスタ A_1	TCORA_1	R/W	H'FF	H'FFCD	16
	タイムコンスタントレジスタ B_1	TCORB_1	R/W	H'FF	H'FFCF	16
	タイマコントロールレジスタ_1	TCR_1	R/W	H'00	H'FFC9	8
	タイマコントロール／ステータスレジスタ_1	TCSR_1	R/W	H'10	H'FFCB	8

チャンネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データ バス幅
チャンネル Y	タイマカウンタ_Y	TCNT_Y	R/W	H'00	H'FFF4 H'FECC	8
	タイムコンスタントレジスタ A_Y	TCORA_Y	R/W	H'FF	H'FFF2 H'FECA	8
	タイムコンスタントレジスタ B_Y	TCORB_Y	R/W	H'FF	H'FFF3 H'FECB	8
	タイマコントロールレジスタ_Y	TCR_Y	R/W	H'00	H'FFF0 H'FEC8	8
	タイマコントロール/ステータスレジスタ_Y	TCSR_Y	R/W	H'00	H'FFF1 H'FEC9	8
	タイマコネクションレジスタ S	TCONRS	R/W	H'00	H'FFFE	8
チャンネル X	タイマカウンタ_X	TCNT_X	R/W	H'00	H'FFF4	8
	タイムコンスタントレジスタ A_X	TCORA_X	R/W	H'FF	H'FFF6	8
	タイムコンスタントレジスタ B_X	TCORB_X	R/W	H'FF	H'FFF7	8
	タイマコントロールレジスタ_X	TCR_X	R/W	H'00	H'FFF0	8
	タイマコントロール/ステータスレジスタ_X	TCSR_X	R/W	H'00	H'FFF1	8
	タイムコンスタントレジスタ	TCORC	R/W	H'FF	H'FFF5	8
	インプットキャプチャレジスタ R	TICRR	R	H'00	H'FFF2	8
	インプットキャプチャレジスタ F	TICRF	R	H'00	H'FFF3	8
	タイマコネクションレジスタ I	TCONRI	R/W	H'00	H'FFFC	8
共通	タイマ XY コントロールレジスタ	TCRXY	R/W	H'00	H'FEC6	8

【注】 TMR_X と TMR_Y のレジスタは一部同一アドレスです。レジスタの切り替えは TCONRS の TMRX/Y ビットで行います。

TCNT_Y、TCORA_Y、TCORB_Y、TCR_Y は SYSCR3 の RELOCATE=0、SYSCR の KINWUE=0、TCONRS の TMRX/Y=1 のとき、または SYSCR3 の RELOCATE=1 のときアクセス可能です。TCNT_X、TCORA_X、TCORB_X、TCR_X は SYSCR3 の RELOCATE=0、SYSCR の KINWUE=0、TCONRS の TMRX/Y=0 のとき、または SYSCR3 の RELOCATE=1 のときアクセス可能です。

12.3.1 タイマカウンタ (TCNT)

TCNT は 8 ビットのリード／ライト可能なアップカウンタです。TCNT_0、TCNT_1 は 16 ビットレジスタとしてワードアクセスすることも可能です。クロックは、TCR の CKS2～CKS0 ビットにより選択します。TCNT は、外部リセット入力信号またはコンペアマッチ A 信号、コンペアマッチ B 信号によりクリアすることができます。いずれの信号でクリアするかは、TCR の CCLR1、CCLR0 ビットにより選択します。また、TCNT がオーバフロー (H'FF→H'00) すると、TCSR の OVF が 1 にセットされます。TCNT の初期値は H'00 です。

12.3.2 タイムコンスタントレジスタ A (TCORA)

TCORA は 8 ビットのリード／ライト可能なレジスタです。TCORA_0、TCORA_1 は 16 ビットレジスタとしてワードアクセスすることも可能です。TCORA の値は TCNT と常に比較され、一致すると TCSR の CMFA が 1 にセットされます。ただし、TCORA へのライトサイクルの T2 ステートでの比較は禁止されています。また、この一致信号 (コンペアマッチ A) と TCSR の OS1、OS0 ビットの設定により、TMO 端子からのタイマ出力を制御することができます。TCORA の初期値は H'FF です。

12.3.3 タイムコンスタントレジスタ B (TCORB)

TCORB は 8 ビットのリード／ライト可能なレジスタです。TCORB_0、TCORB_1 は 16 ビットレジスタとしてワードアクセスすることも可能です。TCORB の値は TCNT と常に比較され、一致すると TCSR の CMFB が 1 にセットされます。ただし、TCORB へのライトサイクルの T2 ステートでの比較は禁止されています。また、この一致信号 (コンペアマッチ B) と TCSR の OS3、OS2 ビットの設定により、TMO 端子からのタイマ出力を制御することができます。TCORB の初期値は H'FF です。

12.3.4 タイマコントロールレジスタ (TCR)

TCR は TCNT の入力クロックの選択、TCNT のクリア条件指定、各割り込み要求の制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	CMIEB	0	R/W	コンペアマッチインタラプトイネーブル B TCSR の CMFB が 1 にセットされたとき、CMFB による割り込み要求 (CMIB) の許可または禁止を選択します。 0 : CMFB による割り込み要求 (CMIB) を禁止 1 : CMFB による割り込み要求 (CMIB) を許可
6	CMIEA	0	R/W	コンペアマッチインタラプトイネーブル A TCSR の CMFA が 1 にセットされたとき、CMFA による割り込み要求 (CMIA) の許可または禁止を選択します。 0 : CMFA による割り込み要求 (CMIA) を禁止 1 : CMFA による割り込み要求 (CMIA) を許可
5	OVIE	0	R/W	タイマオーバフローインタラプトイネーブル TCSR の OVF が 1 にセットされたとき、OVF による割り込み要求 (OVI) の許可または禁止を選択します。 0 : OVF による割り込み要求 (OVI) を禁止 1 : OVF による割り込み要求 (OVI) を許可
4 3	CCLR1 CCLR0	0 0	R/W R/W	カウンタクリア 1、0 TCNT のクリア条件を指定します。 00 : クリアを禁止 01 : コンペアマッチ A によりクリア 10 : コンペアマッチ B によりクリア 11 : 外部リセット入力の立ち上がりエッジによりクリア
2 1 0	CKS2 CKS1 CKS0	0 0 0	R/W R/W R/W	クロックセレクト 2~0 STCR の ICKS1、ICKS0 ビットとの組み合わせで、TCNT に入力するクロックとカウント条件を選択します。表 12.3 を参照してください。

12. 8 ビットタイマ (TMR)

表 12.3 TCNT に入力するクロックとカウント条件 (1)

チャンネル	TCR			STCR		説 明
	CKS2	CKS1	CKS0	ICKS1	ICKS0	
TMR_0	0	0	0	—	—	クロック入力を禁止
	0	0	1	—	0	内部クロックφ/8 立ち下がりエッジでカウント
	0	0	1	—	1	内部クロックφ/2 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	0	—	0	内部クロックφ/64 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	0	—	1	内部クロックφ/32 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	1	—	0	内部クロックφ/1024 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	1	—	1	内部クロックφ/256 立ち下がりエッジでカウント
	1	0	0	—	—	TCNT_1 のオーバフロー信号でカウント*
TMR_1	0	0	0	—	—	クロック入力を禁止
	0	0	1	0	—	内部クロックφ/8 立ち下がりエッジでカウント
	0	0	1	1	—	内部クロックφ/2 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	0	0	—	内部クロックφ/64 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	0	1	—	内部クロックφ/128 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	1	0	—	内部クロックφ/1024 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	1	1	—	内部クロックφ/2048 立ち下がりエッジでカウント
	1	0	0	—	—	TCNT_0 のコンペアマッチ A でカウント*
共通	1	0	1	—	—	外部クロックの立ち上がりエッジでカウント
	1	1	0	—	—	外部クロックの立ち下がりエッジでカウント
	1	1	1	—	—	外部クロックの立ち上がり/立ち下がり両エッジでカウント

【注】 * TMR_0 のクロック入力を TCNT_1 のオーバフロー信号とし、TMR_1 のクロック入力を TCNT_0 のコンペアマッチ信号とするとカウントアップクロックが発生しません。これらの設定は行わないでください。

表 12.3 TCNT に入力するクロックとカウント条件 (2)

チャンネル	TCR			TCRXY		説 明
	CKS2	CKS1	CKS0	CKSX	CKSY	
TMR_Y	0	0	0	—	0	クロック入力を禁止
	0	0	1	—	0	$\Phi/4$ でカウント
	0	1	0	—	0	$\Phi/256$ でカウント
	0	1	1	—	0	$\Phi/2048$ でカウント
	1	0	0	—	0	クロック入力を禁止
	0	0	0	—	1	クロック入力を禁止
	0	0	1	—	1	$\Phi/4096$ でカウント
	0	1	0	—	1	$\Phi/8192$ でカウント
	0	1	1	—	1	$\Phi/16384$ でカウント
	1	0	0	—	1	TCNT_X のオーバーフローでカウント*
	1	0	1	—	x	外部クロック：立ち上がりエッジカウント
	1	1	0	—	x	外部クロック：立ち下がりエッジカウント
	1	1	1	—	x	外部クロック：両エッジカウント
TMR_X	0	0	0	0	—	クロック入力を禁止
	0	0	1	0	—	Φ でカウント
	0	1	0	0	—	$\Phi/2$ でカウント
	0	1	1	0	—	$\Phi/4$ でカウント
	1	0	0	0	—	クロック入力を禁止
	0	0	0	1	—	クロック入力を禁止
	0	0	1	1	—	$\Phi/2048$ でカウント
	0	1	0	1	—	$\Phi/4096$ でカウント
	0	1	1	1	—	$\Phi/8192$ でカウント
	1	0	0	1	—	TCNT_Y のコンペアマッチ A でカウント*
	1	0	1	x	—	外部クロック：立ち上がりエッジカウント
	1	1	0	x	—	外部クロック：立ち下がりエッジカウント
	1	1	1	x	—	外部クロック：両エッジカウント

【注】 * TMR_Y のクロック入力を TCNT_X のオーバーフロー信号とし、TMR_X のクロック入力を TCNT_Y のコンペアマッチ信号とするとカウントアップクロックが発生しません。これらの設定は行わないでください。

【記号説明】 x : Don't care

— : 無効

12. 8 ビットタイマ (TMR)

12.3.5 タイマコントロール／ステータスレジスタ (TCSR)

TCSR はステータスフラグの表示およびコンペアマッチによる出力制御を行います。

• TCSR_0

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	CMFB	0	R/(W)*	コンペアマッチフラグ B [セット条件] TCNT_0 の値と TCORB_0 の値が一致したとき [クリア条件] CMFB=1 の状態で CMFB をリードした後、CMFB に 0 をライトしたとき
6	CMFA	0	R/(W)*	コンペアマッチフラグ A [セット条件] TCNT_0 の値と TCORA_0 の値が一致したとき [クリア条件] CMFA=1 の状態で CMFA をリードした後、CMFA に 0 をライトしたとき
5	OVF	0	R/(W)*	タイマオーバフローフラグ [セット条件] TCNT_0 の値が H'FF から H'00 にオーバフローしたとき [クリア条件] OVF=1 の状態で OVF をリードした後、OVF に 0 をライトしたとき
4	ADTE	0	R/W	A/D トリガイネーブル コンペアマッチ A による A/D 変換開始要求の許可または禁止を選択します。 0：コンペアマッチ A による A/D 変換開始要求を禁止 1：コンペアマッチ A による A/D 変換開始要求を許可
3 2	OS3 OS2	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 3、2 TCORB_0 と TCNT_0 のコンペアマッチ B による TMO0 端子の出力方法を選択します。 00：変化しない 01：0 出力 10：1 出力 11：反転出力（トグル出力）
1 0	OS1 OS0	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 1、0 TCORA_0 と TCNT_0 のコンペアマッチ A による TMO0 端子の出力方法を選択します。 00：変化しない 01：0 出力 10：1 出力 11：反転出力（トグル出力）

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• TCSR_1

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	CMFB	0	R/(W)*	コンペアマッチフラグ B [セット条件] TCNT_1 の値と TCORB_1 の値が一致したとき [クリア条件] CMFB=1 の状態で CMFB をリードした後、CMFB に 0 をライトしたとき
6	CMFA	0	R/(W)*	コンペアマッチフラグ A [セット条件] TCNT_1 の値と TCORA_1 の値が一致したとき [クリア条件] CMFA=1 の状態で CMFA をリードした後、CMFA に 0 をライトしたとき
5	OVF	0	R/(W)*	タイマオーバフローフラグ [セット条件] TCNT_1 の値が H'FF から H'00 にオーバフローしたとき [クリア条件] OVF=1 の状態で OVF をリードした後、OVF に 0 をライトしたとき
4	—	1	R	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。
3 2	OS3 OS2	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 3、2 TCORB_1 と TCNT_1 のコンペアマッチ B による TMO1 端子の出力方法を選択します。 00: 変化しない 01: 0 出力 10: 1 出力 11: 反転出力 (トグル出力)
1 0	OS1 OS0	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 1、0 TCORA_1 と TCNT_1 のコンペアマッチ A による TMO1 端子の出力方法を選択します。 00: 変化しない 01: 0 出力 10: 1 出力 11: 反転出力 (トグル出力)

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

12. 8 ビットタイマ (TMR)

• TCSR_Y

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	CMFB	0	R/(W)*	コンペアマッチフラグ B [セット条件] TCNT_Y の値と TCORB_Y の値が一致したとき [クリア条件] CMFB=1 の状態で CMFB をリードした後、CMFB に 0 をライトしたとき
6	CMFA	0	R/(W)*	コンペアマッチフラグ A [セット条件] TCNT_Y の値と TCORA_Y の値が一致したとき [クリア条件] CMFA=1 の状態で CMFA をリードした後、CMFA に 0 をライトしたとき
5	OVF	0	R/(W)*	タイマオーバフローフラグ [セット条件] TCNT_Y の値が H'FF から H'00 にオーバフローしたとき [クリア条件] OVF=1 の状態で OVF をリードした後、OVF に 0 をライトしたとき
4	ICIE	0	R/W	インプットキャプチャインタラプトイネーブル TCSR_X の ICF が 1 にセットされたとき、ICF による割り込み要求 (ICIX) の許可または禁止を選択します。 0 : ICF による割り込み要求 (ICIX) を禁止 1 : ICF による割り込み要求 (ICIX) を許可
3 2	OS3 OS2	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 3、2 TCORB_Y と TCNT_Y のコンペアマッチ B による TMOY 端子の出力方法を選択します。 00 : 変化しない 01 : 0 出力 10 : 1 出力 11 : 反転出力 (トグル出力)
1 0	OS1 OS0	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 1、0 TCORA_Y と TCNT_Y のコンペアマッチ A による TMOY 端子の出力方法を選択します。 00 : 変化しない 01 : 0 出力 10 : 1 出力 11 : 反転出力 (トグル出力)

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• TCSR_X

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	CMFB	0	R/(W)*	コンペアマッチフラグ B [セット条件] TCNT_X の値と TCORB_X の値が一致したとき [クリア条件] CMFB=1 の状態で CMFB をリードした後、CMFB に 0 をライトしたとき
6	CMFA	0	R/(W)*	コンペアマッチフラグ A [セット条件] TCNT_X の値と TCORA_X の値が一致したとき [クリア条件] CMFA=1 の状態で CMFA をリードした後、CMFA に 0 をライトしたとき
5	OVF	0	R/(W)*	タイマオーバフローフラグ [セット条件] TCNT_X の値が H'FF から H'00 にオーバフローしたとき [クリア条件] OVF=1 の状態で OVF をリードした後、OVF に 0 をライトしたとき
4	ICF	0	R/(W)*	インプットキャプチャフラグ [セット条件] 外部リセット信号に立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジの順でエッジを検出したとき [クリア条件] ICF=1 の状態で ICF をリードした後、ICF に 0 をライトしたとき
3 2	OS3 OS2	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 3、2 TCORB_X と TCNT_X のコンペアマッチ B による TMOX 端子の出力方法を選択します。 00: 変化しない 01: 0 出力 10: 1 出力 11: 反転出力 (トグル出力)
1 0	OS1 OS0	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 1、0 TCORA_X と TCNT_X のコンペアマッチ A による TMOX 端子の出力方法を選択します。 00: 変化しない 01: 0 出力 10: 1 出力 11: 反転出力 (トグル出力)

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

12. 8 ビットタイマ (TMR)

12.3.6 タイムコンスタントレジスタ C (TCORC)

TCORC は 8 ビットのリード／ライト可能なレジスタです。TCORC と TICR の内容を加算した値は TCNT と常に比較され、一致するとコンペアマッチ C 信号が発生されます。ただし、TCORC へのライトサイクルの T2 ステートと TICR のインプットキャプチャサイクルの比較は禁止されています。TCORC の初期値は H'FF です。

12.3.7 インプットキャプチャレジスタ R、F (TICRR、TICRF)

TICRR、TICRF は 8 ビットのリード専用のレジスタです。TICRR、TICRF は、TCONRI の ICST ビットが 1 にセットされている場合に、外部リセット入力 (TMRX) の立ち上がり、立ち下がりの順で TCNT の内容が転送されます。1 回のキャプチャ動作が終了すると ICST ビットは 0 にクリアされます。TICRR、TICRF の初期値は H'00 です。

12.3.8 タイマコネクションレジスタ I (TCONRI)

TCONRI はインプットキャプチャ機能を制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～5	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	ICST	0	R/W	インプットキャプチャスタートビット TMR_X はインプットキャプチャレジスタ (TICRR、TICRF) があります。TICRR と TICRF は、このビットの制御で 1 回限りのキャプチャ動作を行い、パルス幅を測定することができます。このビットが 1 にセットされたとき、TMRX に立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジの順でエッジが検出されると、そのときの TCNT の内容が TICRR、TICRF にそれぞれキャプチャされ、このビットはクリアされます。 [クリア条件] TMRX に立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジの順でエッジを検出したとき [セット条件] ICST=0 の状態で ICST リード後、ICST に 1 をライトしたとき
3～0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

12.3.9 タイマコネクションレジスタ S (TCONRS)

TCONRS は TMR_X、TMR_Y のアクセスを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TMRX/Y	0	R/W	TMR_X/TMR_Y アクセス選択 表 12.4 を参照してください。 0: アドレス H'(FF)FFF0~H'(FF)FFF5 で TMR_X のレジスタをアクセスする 1: アドレス H'(FF)FFF0~H'(FF)FFF5 で TMR_Y のレジスタをアクセスする
6~0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

表 12.4 TMR_X/TMR_Y のアクセス可能なレジスタ

TMRX/Y	H'FFF0	H'FFF1	H'FFF2	H'FFF3	H'FFF4	H'FFF5	H'FFF6	H'FFF7
0	TMR_X TCR_X	TMR_X TCSR_X	TMR_X TICRR	TMR_X TICRF	TMR_X TCNT_X	TMR_X TCORC	TMR_X TCORA_X	TMR_X TCORB_X
1	TMR_Y TCR_Y	TMR_Y TCSR_Y	TMR_Y TCORA_Y	TMR_Y TCORB_Y	TMR_Y TCNT_Y	TMR_Y		

12.3.10 タイマ XY コントロールレジスタ (TCRXY)

TCRXY は TMR_X、TMR_Y の出力端子および内部クロックを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	0	R/W	リザーブビット
6	—	0	R/W	初期値を変更しないでください。
5	CKSX	0	R/W	TMR_X クロックセレクト 選択の詳細は、表 12.3 を参照してください。
4	CKSY	0	R/W	TMR_X クロックセレクト 選択の詳細は、表 12.3 を参照してください。
3~0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

12.4 動作説明

12.4.1 パルス出力

任意のデューティパルスを出力させる例を図 12.3 に示します。

TCORAのコンペアマッチによりTCNTがクリアされるようにTCRのCCLR1ビットを0にクリア、CCLR0ビットを1にセットします。

TCORAのコンペアマッチにより1出力、TCORBのコンペアマッチにより0出力になるようにTCSRのOS3～OS0ビットをB'0110に設定します。

以上の設定により周期が TCORA、パルス幅が TCORB の波形をソフトウェアの介入なしに出力できます。

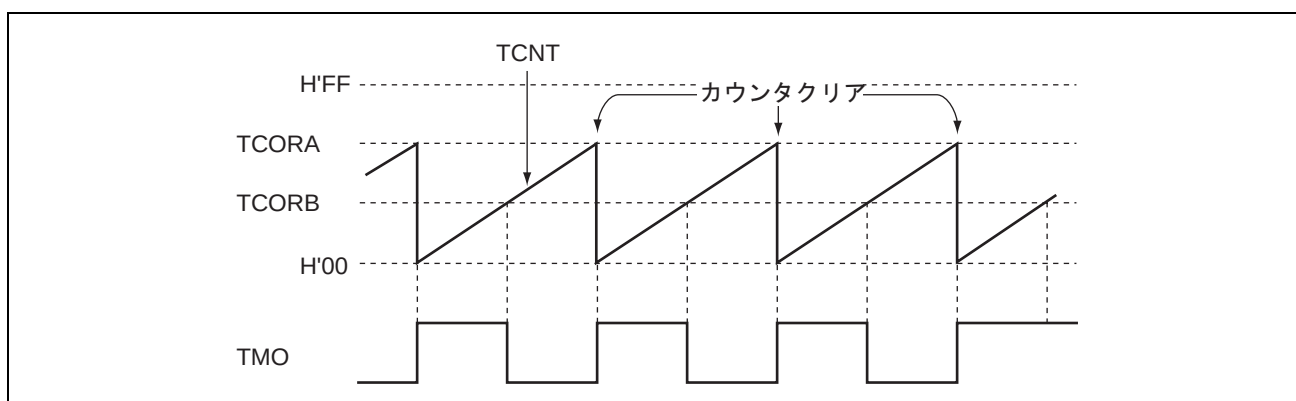


図 12.3 パルス出力例

12.5 動作タイミング

12.5.1 TCNT のカウントタイミング

内部クロック動作の場合の TCNT のカウントタイミングを図 12.4 に示します。また、外部クロック動作の場合の TCNT のカウントタイミングを図 12.5 に示します。なお外部クロックのパルス幅は、単エッジの場合は 1.5 ステート以上、両エッジの場合は 2.5 ステート以上が必要です。これ以下のパルス幅では正しく動作しませんので注意してください。

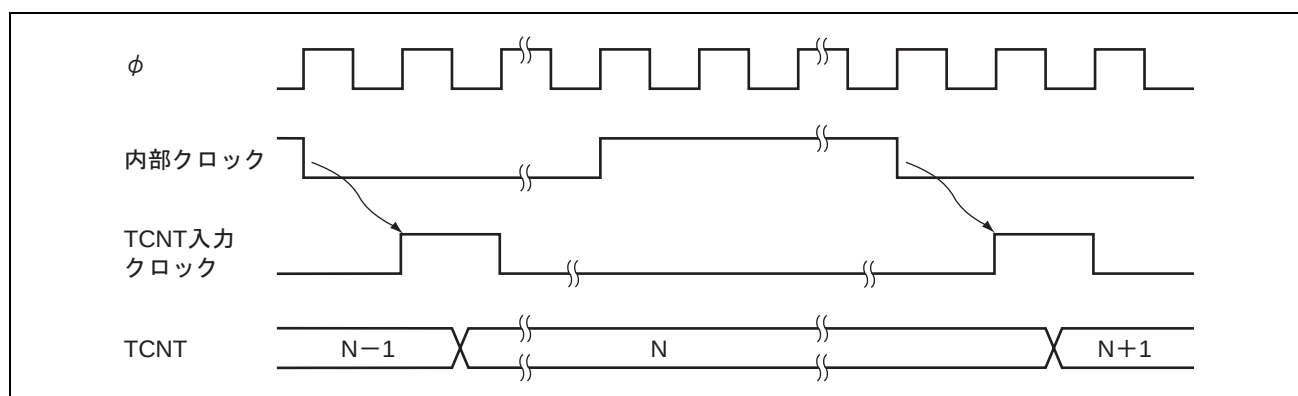


図 12.4 内部クロック動作時のカウントタイミング

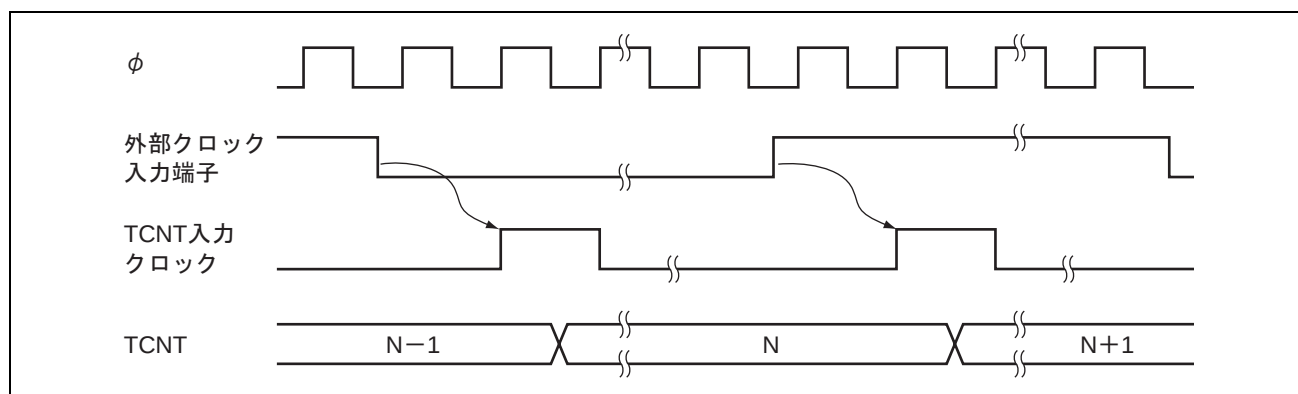


図 12.5 外部クロック動作時のカウントタイミング (両エッジの場合)

12.5.2 コンペアマッチ時の CMFA、CMFB フラグのセットタイミング

TCSR の CMFA、CMFB フラグは、TCNT と TCOR の値が一致したとき出力されるコンペアマッチ信号により 1 にセットされます。コンペアマッチ信号は、一致した最後のステート（TCNT が一致したカウント値を更新するタイミング）で発生します。したがって、TCNT と TCOR の値が一致した後、TCNT 入力クロックが発生するまでコンペアマッチ信号は発生しません。CMF フラグのセットタイミングを図 12.6 に示します。

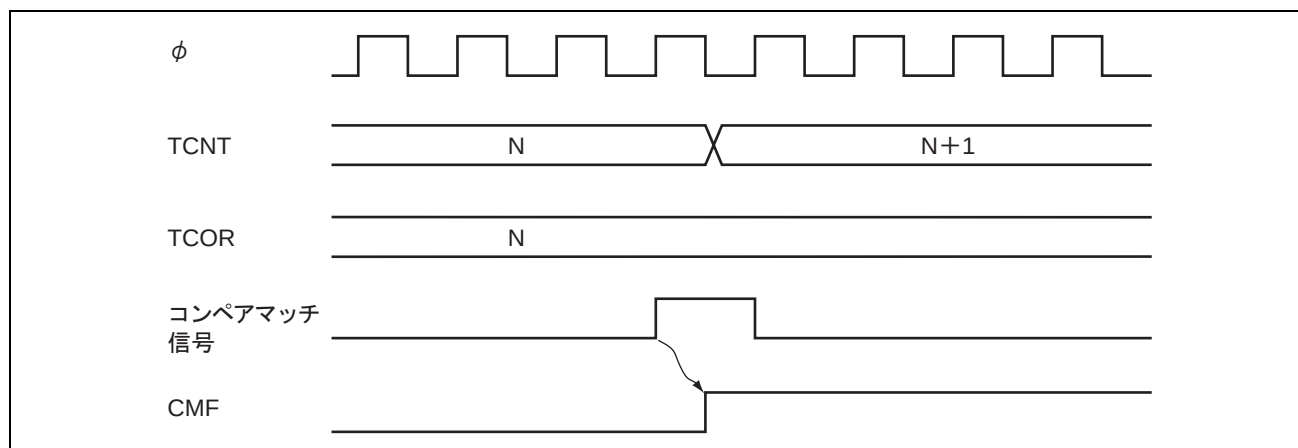


図 12.6 コンペアマッチ時の CMF フラグのセットタイミング

12.5.3 コンペアマッチ時のタイマ出力タイミング

コンペアマッチ信号が発生したとき、TCSR の OS3～OS0 ビットで設定される出力値がタイマ出力端子に出力されます。コンペアマッチ A 信号によるトグル出力の場合のタイマ出力タイミングを図 12.7 に示します。

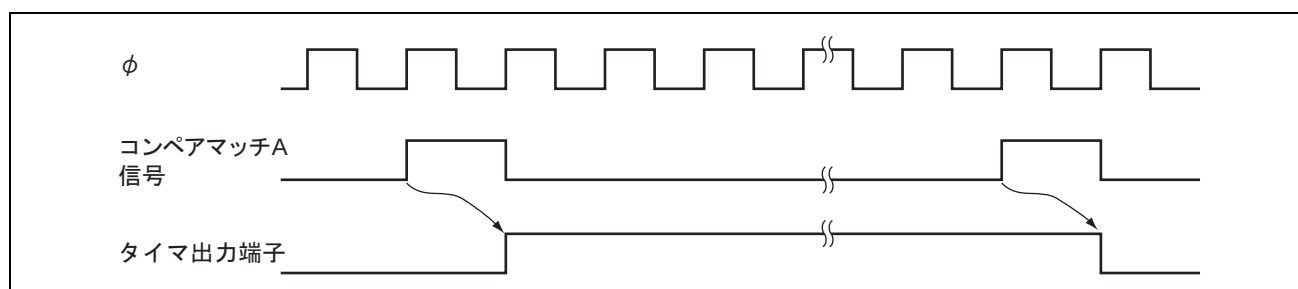


図 12.7 コンペアマッチ A 信号によるトグル出力のタイマ出力タイミング

12.5.4 コンペアマッチによるカウンタクリアタイミング

TCNT は、TCR の CCLR1、CCLR0 ビットの選択によりコンペアマッチ A またはコンペアマッチ B でクリアされます。コンペアマッチによるカウンタクリアタイミングを図 12.8 に示します。

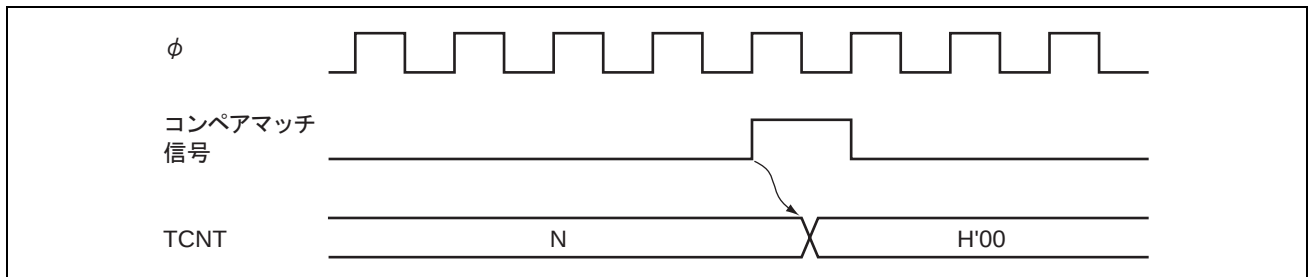


図 12.8 コンペアマッチによるカウンタクリアタイミング

12.5.5 TCNT の外部リセットタイミング

TCNT は、TCR の CCLR1、CCLR0 ビットの選択により外部リセット入力の立ち上がりエッジでクリアされます。クリアまでのパルス幅は 1.5 ステート以上必要となります。外部リセット入力によるクリアタイミングを図 12.9 に示します。

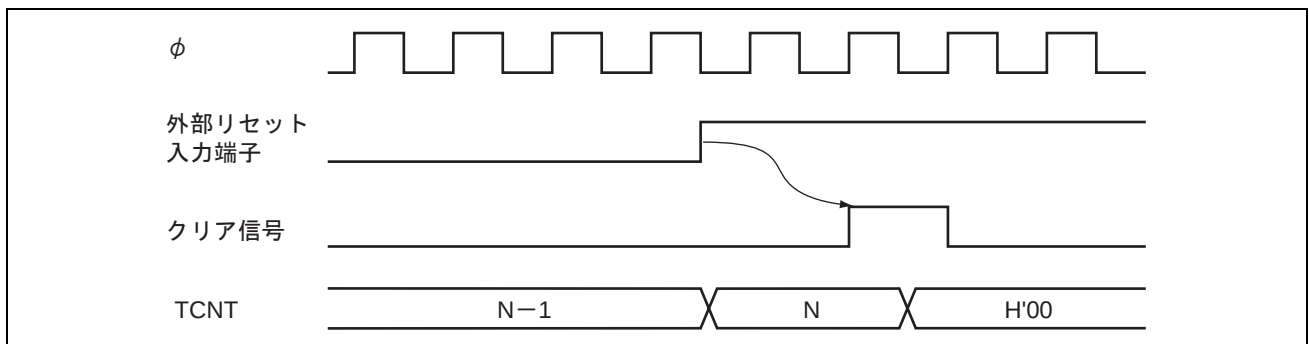


図 12.9 外部リセット入力によるクリアタイミング

12.5.6 オーバフローフラグ (OVF) のセットタイミング

TCSR の OVF は、TCNT がオーバフロー (H'FF→H'00) したとき出力されるオーバフロー信号により 1 にセットされます。OVF フラグのセットタイミングを図 12.10 に示します。

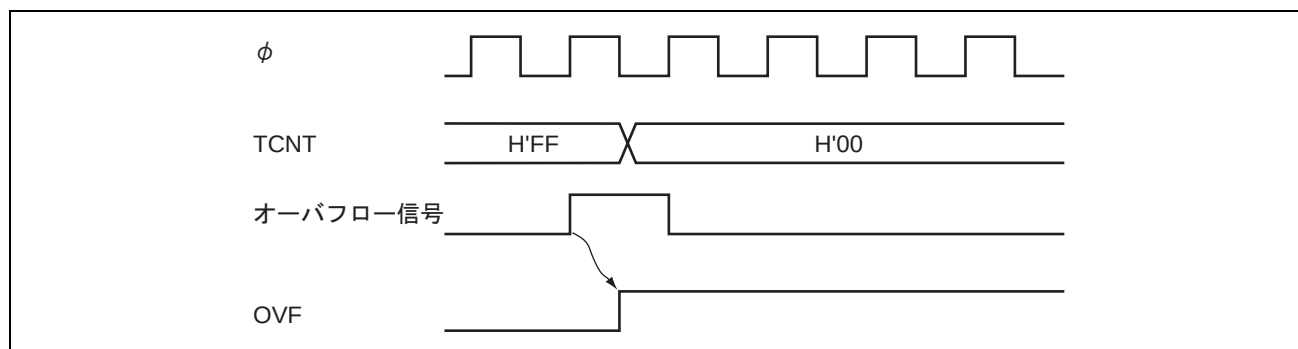


図 12.10 OVF フラグのセットタイミング

12.6 TMR_0、TMR_1 のカスケード接続

TCR_0、TCR_1 のいずれか一方の CKS2～CKS0 ビットを B'100 に設定すると、2 チャンネルの 8 ビットタイマはカスケード接続されます。この場合、16 ビットタイマモードか、コンペアマッチカウントモードにすることができます。

12.6.1 16 ビットカウントモード

TCR_0 の CKS2～CKS0 ビットが B'100 のとき、タイマは TMR_0 を上位 8 ビット、TMR_1 を下位 8 ビットとする 1 チャンネルの 16 ビットタイマとして動作します。

(1) コンペアマッチフラグのセット

- TCSR_0 の CMF フラグは、16 ビットのコンペアマッチが発生したとき 1 にセットされます。
- TCSR_1 の CMF フラグは、下位 8 ビットのコンペアマッチが発生したとき 1 にセットされます。

(2) カウンタクリア指定

- TCR_0 の CCLR1、CCLR0 ビットでコンペアマッチによるカウンタクリアを設定した場合、16 ビットのコンペアマッチが発生したとき 16 ビットカウンタ (TCNT_0、TCNT_1 の両方) がクリアされます。また、TMI0 端子によるカウンタクリアを設定した場合も、16 ビットカウンタ (TCNT_0、TCNT_1 の両方) がクリアされます。
- TCR_1 の CCLR1、CCLR0 ビットの設定は無効になります。下位 8 ビットのみのカウンタクリアはできません。

(3) 端子出力

- TCSR_0 の OS3～OS0 ビットによる TMO0 端子の出力制御は 16 ビットのコンペアマッチ条件に従います。
- TCSR_1 の OS3～OS0 ビットによる TMO1 端子の出力制御は下位 8 ビットのコンペアマッチ条件に従います。

12.6.2 コンペアマッチカウントモード

TCR_1のCKS2～CKS0ビットがB'100のとき、TCNT_1はTMR_0のコンペアマッチAをカウントします。TMR_0、TMR_1の制御はそれぞれ独立に行われます。CMFフラグのセット、割り込みの発生、TMO端子の出力、カウンタクリアなどは各チャンネルの設定に従います。

12.7 TMR_Y、TMR_Xのカスケード接続

TCR_Y、TCR_Xのいずれか一方のCKS2～CKS0ビットをB'100に設定すると、2チャンネルの8ビットタイマはカスケード接続されます。この場合、TCRXYのCKSXおよびCKSYビットの設定により16ビットカウントモードか、コンペアマッチカウントモードにすることができます。

12.7.1 16ビットカウントモード

TCR_YのCKS2～CKS0ビットがB'100かつTCRXYのCKSYビットが1のとき、TMR_Yを上位8ビット、TMR_Xを下位8ビットとする1チャンネルの16ビットタイマとして動作します。

(1) コンペアマッチフラグのセット

- TCSR_YのCMFフラグは、上位8ビットのコンペアマッチが発生したとき1にセットされます。
- TCSR_XのCMFフラグは、下位8ビットのコンペアマッチが発生したとき1にセットされます。

(2) カウンタクリア指定

- TCR_YのCCLR1、CCLR0ビットでコンペアマッチによるカウンタクリアを設定した場合、TCNT_Yの上位8ビットのみクリアされます。また、TMRIY端子によるカウンタクリアを設定した場合もTCNT_Yの上位8ビットのみクリアされます。
- TCR_XのCCLR1、CCLR0ビットの設定は有効でTCNT_Xの下位8ビットのカウンタクリアができます。

(3) 端子出力

- TCSR_YのOS3～OS0ビットによるTMOY端子の出力制御は上位8ビットのコンペアマッチ条件に従います。
- TCSR_XのOS3～OS0ビットによるTMOX端子の出力制御は下位8ビットのコンペアマッチ条件に従います。

12.7.2 コンペアマッチカウントモード

TCR_XのCKS2～CKS0ビットがB'100かつTCRXYのCKSXビットが1のとき、TCNT_XはTMR_YのコンペアマッチAをカウントします。TCNT_X、TMR_Yの制御はそれぞれ独立に行われます。CMFフラグのセット、割り込みの発生、TMO端子の出力、カウンタクリアなどは各チャンネルの設定に従います。

12.7.3 インプットキャプチャ動作

TMR_X には、インプットキャプチャレジスタ (TICRR、TICRF) があります。TICRR と TICRF は、1 回限りのキャプチャ動作をして、短いパルスのパルス幅を測定することができます。TMRX (TMR_X のインプットキャプチャ入力信号) に立ち上がりエッジ→立ち下がりエッジの順でエッジが検出されると、そのときの TCNT_X の内容が TICRR、TICRF にそれぞれ転送されます。

(1) インプットキャプチャ入力タイミング

インプットキャプチャ機能を設定した場合の動作タイミングを図 12.11 に示します。

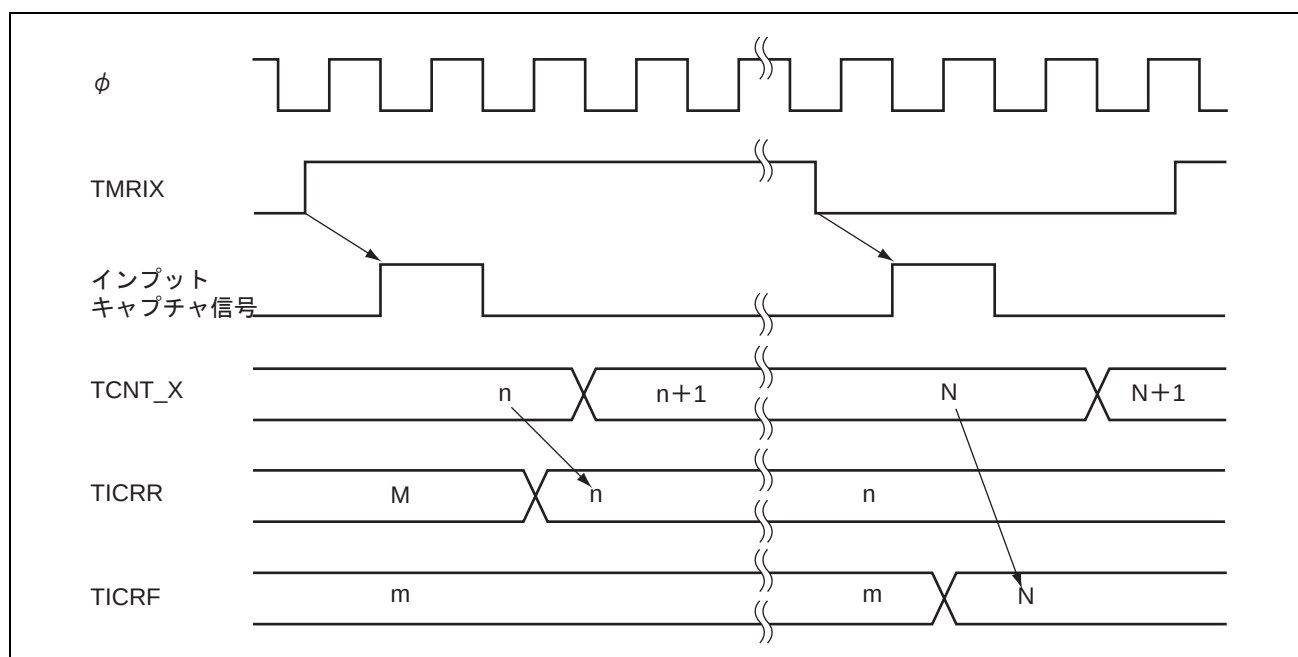


図 12.11 インプットキャプチャ動作タイミング

また、TICRR、TICRF のリード時に、インプットキャプチャ入力を入力すると、インプットキャプチャ信号は 1 システムクロック (ϕ) 遅延されます。このタイミングを図 12.12 に示します。

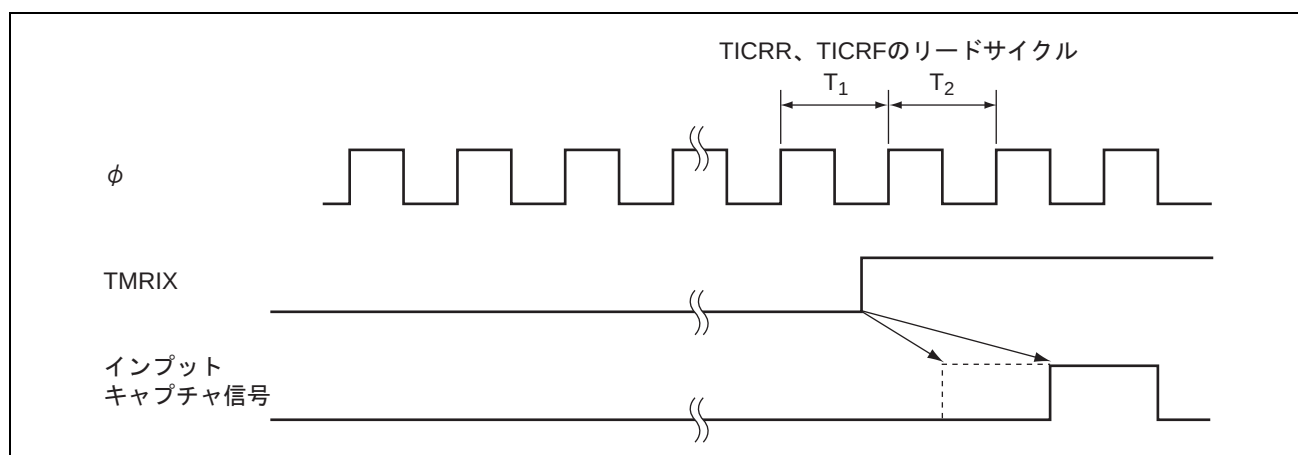


図 12.12 インプットキャプチャ信号タイミング
(TICRR、TICRF のリード時に、インプットキャプチャ入力を入力した場合)

(2) インพุットキャプチャ入力信号の選択

TCONRI レジスタの ICST ビットの設定により、TMR_{IX} を選択することができます。インพุットキャプチャ信号の選択を表 12.5 に示します。

表 12.5 インพุットキャプチャ信号の選択

TCONRI	説 明
ビット 4	
ICST	
0	インพุットキャプチャ機能を使用しない
1	TMR _{IX} 端子の入力信号を選択

12.8 割り込み要因

TMR₀、TMR₁、TMR_Y の割り込み要因は、CMIA、CMIB、OVI の 3 種類があります。TMR_X の割り込み要因は、CMIA、CMIB、OVI、ICIX の 4 種類があります。表 12.6 に各割り込み要因と優先順位を示します。各割り込み要因は、TCR または TCSR の各割り込みイネーブルビットにより許可または禁止が設定され、それぞれ独立に割り込みコントローラに送られます。

表 12.6 8ビットタイマ TMR₀、TMR₁、TMR_Y、TMR_X の割り込み要因

チャネル	名 称	割り込み要因	割り込みフラグ	優先順位
TMR ₀	CMIA0	TCORA ₀ のコンペアマッチ	CMFA	高 ↑ ↓ 低
	CMIB0	TCORB ₀ のコンペアマッチ	CMFB	
	OVI0	TCNT ₀ のオーバーフロー	OVF	
TMR ₁	CMIA1	TCORA ₁ のコンペアマッチ	CMFA	
	CMIB1	TCORB ₁ のコンペアマッチ	CMFB	
	OVI1	TCNT ₁ のオーバーフロー	OVF	
TMR _Y	CMIA _Y	TCORA _Y のコンペアマッチ	OMFA	
	CMIB _Y	TCORB _Y のコンペアマッチ	CMFB	
	OVI _Y	TCNT _Y のオーバーフロー	OVF	
TMR _X	ICIX	インพุットキャプチャ	ICF	
	CMIA _X	TCORA _X のコンペアマッチ	CMFA	
	CMIB _X	TCORB _X のコンペアマッチ	CMFB	
	OVI _X	TCNT _X のオーバーフロー	OVF	

12.9 使用上の注意事項

12.9.1 TCNT のライトとカウンタクリアの競合

図 12.13 のように TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウンタクリアが発生すると、カウンタへのライトは行われずクリアが優先されます。

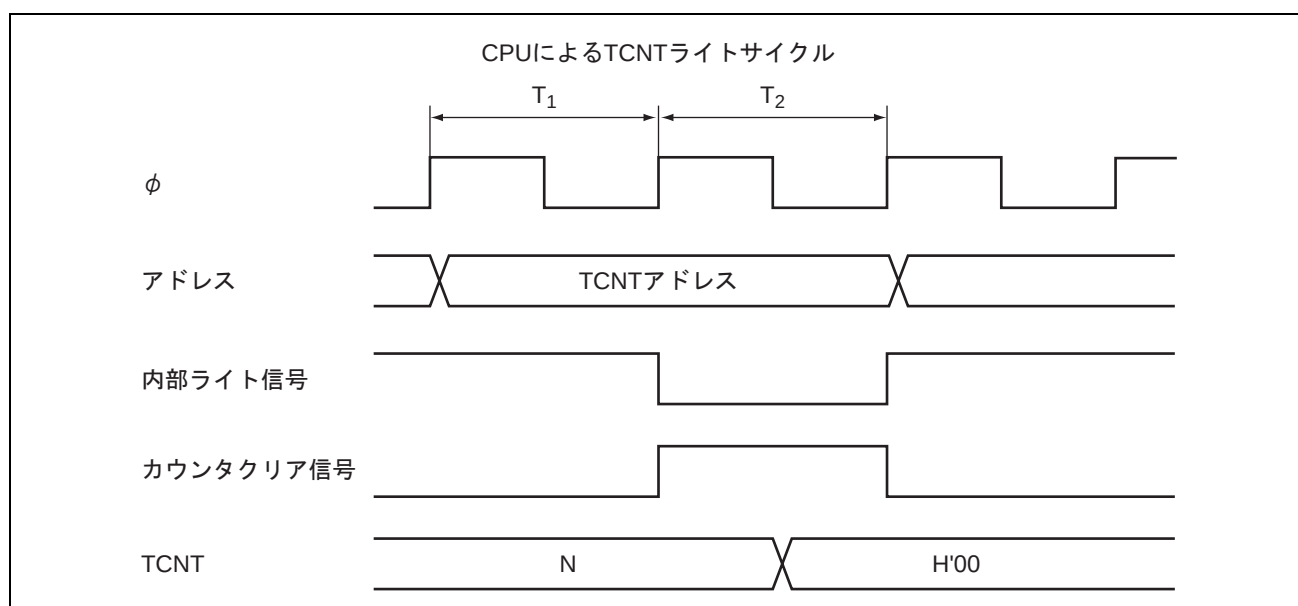


図 12.13 TCNT のライトとクリアの競合

12.9.2 TCNT のライトとカウントアップの競合

図 12.14 のように TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウントアップが発生しても、カウントアップされずカウンタライトが優先されます。

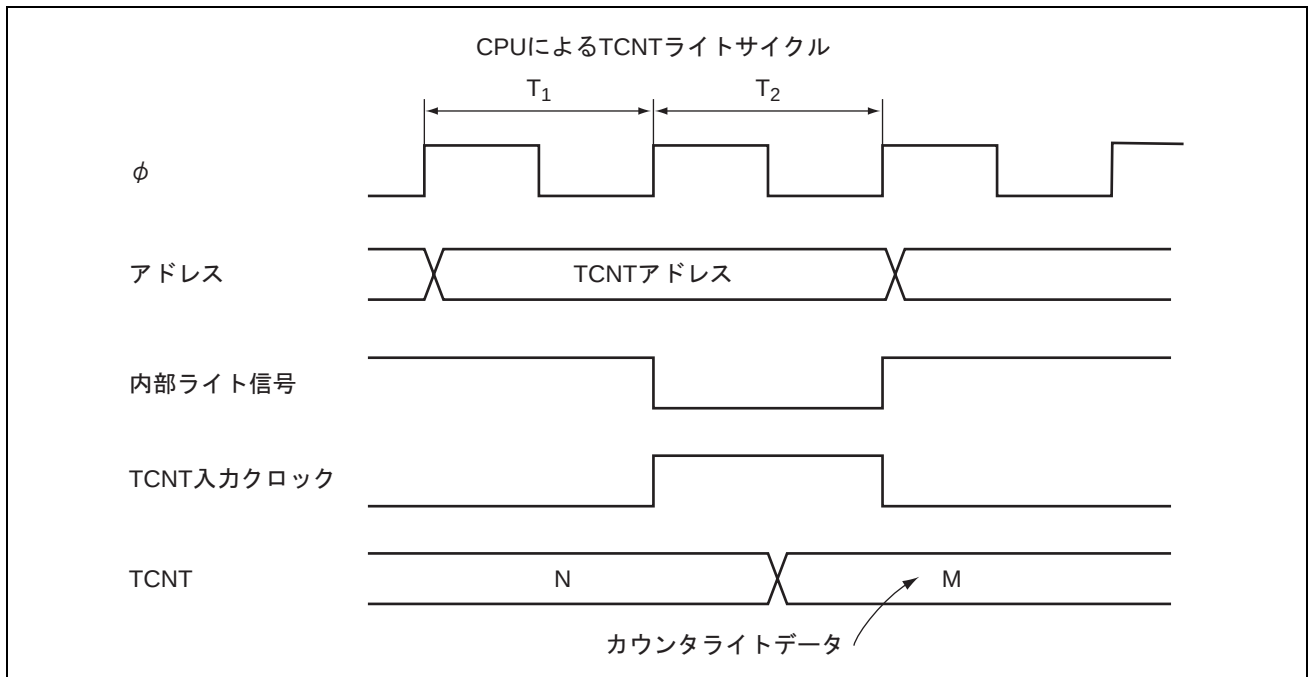


図 12.14 TCNT のライトとカウントアップの競合

12.9.3 TCOR のライトとコンペアマッチの競合

図 12.15 のように TCOR のライトサイクル中の T_2 ステートでコンペアマッチが発生しても、TCOR のライトが優先されコンペアマッチ信号は禁止されます。TMR_X では TICR のインプットキャプチャは、TCORC へのライトと同様にコンペアマッチと競合します。このときもインプットキャプチャが優先され、コンペアマッチ信号は禁止されます。

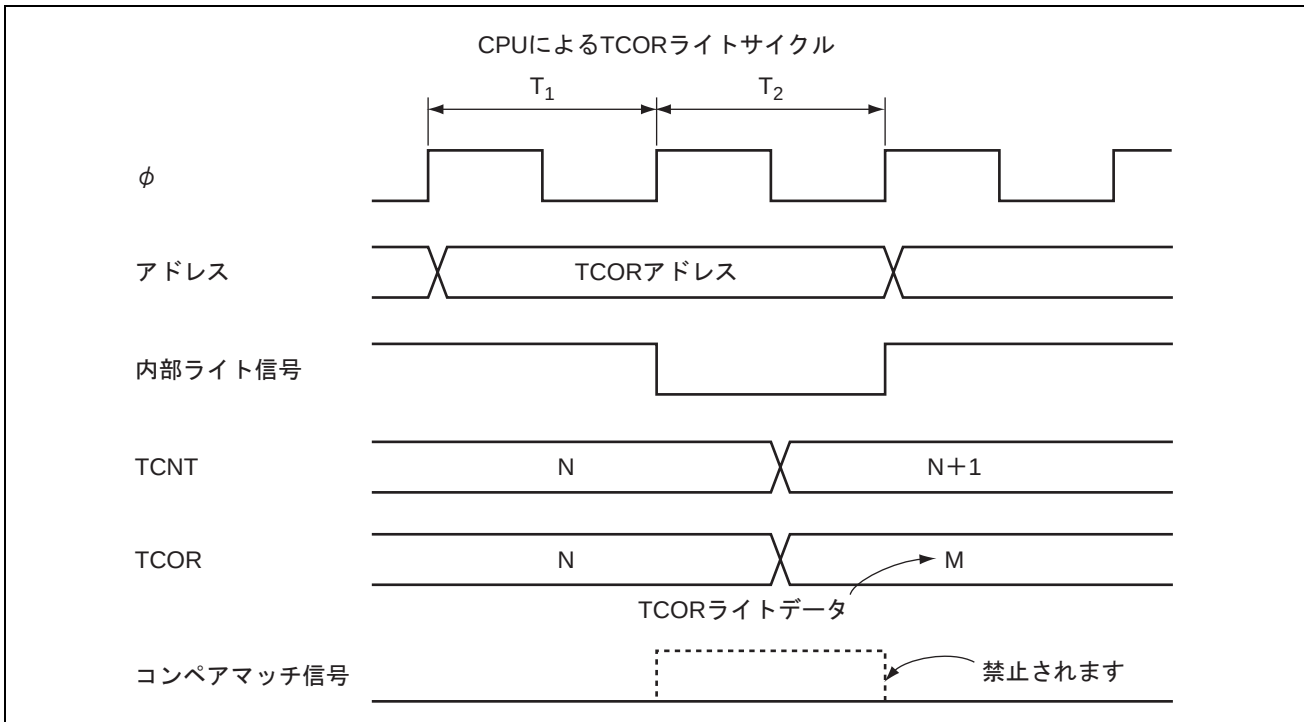


図 12.15 TCOR のライトとコンペアマッチの競合

12.9.4 コンペアマッチ A、B の競合

コンペアマッチ A、コンペアマッチ B が同時に発生すると、コンペアマッチ A に対して設定されている出力状態と、コンペアマッチ B に対して設定されている出力状態のうち、表 12.7 に示すタイマ出力の優先順位に従って動作します。

表 12.7 タイマ出力の優先順位

出力設定	優先順位
トグル出力	高 ▲ 低
1 出力	
0 出力	
変化しない	

12.9.5 内部クロックの切り替えと TCNT の動作

内部クロックを切り替えるタイミングによっては、TCNT がカウントアップされてしまう場合があります。内部クロックの切り替えタイミング（CKS1、CKS0 ビットの書き換え）と TCNT 動作の関係を表 12.8 に示します。

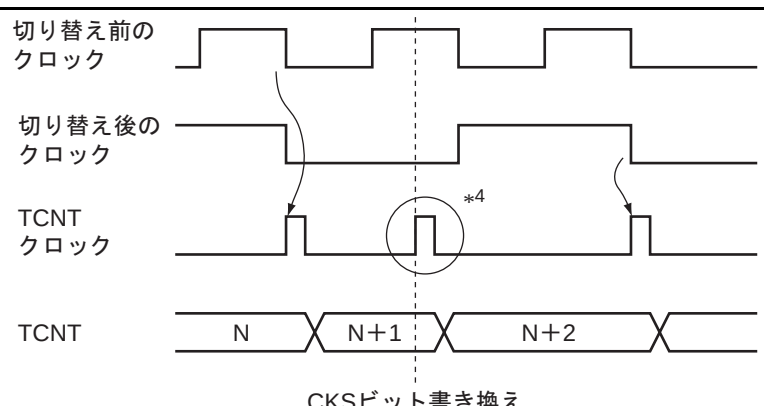
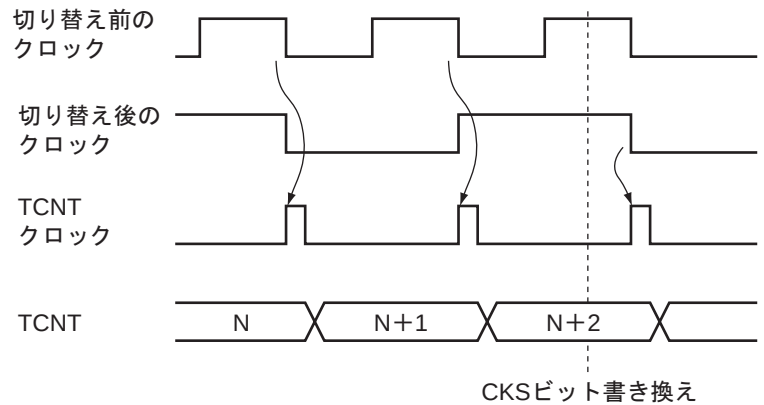
内部クロックから TCNT クロックを生成する場合、内部クロックの立ち下がりエッジで検出しています。そのため表 12.8 の No.3 のように、High→Low レベルになるようなクロックの切り替えを行うと、切り替えタイミングを立ち下がりエッジとみなして TCNT クロックが発生し、TCNT がカウントアップされてしまいます。

また、内部クロックと外部クロックを切り替えるときも、TCNT がカウントアップされることがあります。

表 12.8 内部クロックの切り替えと TCNT の動作

No	CKS1、CKS0 ビット 書き換えタイミング	TCNT クロックの動作
1	Low→Low レベル* ¹ の切り替え	切り替え前のクロック 切り替え後のクロック TCNT クロック TCNT CKSビット書き換え
2	Low→High レベル* ² の切り替え	切り替え前のクロック 切り替え後のクロック TCNT クロック TCNT CKSビット書き換え

12. 8 ビットタイマ (TMR)

No	CKS1、CKS0 ビット 書き換えタイミング	TCNT クロックの動作
3	High→Low レベル* ³ の切り替え	 切り替え前のクロック 切り替え後のクロック TCNT クロック TCNT CKSビット書き換え
4	High→High レベル の切り替え	 切り替え前のクロック 切り替え後のクロック TCNT クロック TCNT CKSビット書き換え

- 【注】 *1 Low レベル→停止、および停止→Low レベルの場合を含みます。
- *2 停止→High レベルの場合を含みます。
- *3 High レベル→停止を含みます。
- *4 切り替えのタイミングを立ち下がりエッジとみなすために発生し、TCNT はカウントアップされてしまいます。

12.9.6 カスケード接続時のモード設定

16 ビットカウンタモードとコンペアマッチカウントモードを同時に設定した場合、TCNT_0 と TCNT_1、TCNT_X と TCNT_Y の入力クロックが発生しなくなるためカウンタが停止して動作しません。この設定は行わないでください。

12.9.7 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、TMR の動作停止／許可を設定することが可能です。初期値では TMR の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタアクセスが可能になります。詳細は、「第 24 章 低消費電力状態」を参照してください。

13. ウォッチドッグタイマ (WDT)

本 LSI は、2 チャンネルのウォッチドッグタイマ (WDT_0、WDT_1) を内蔵しています。WDT は 8 ビットのタイマで、システムの暴走などによりカウンタの値を CPU が書き換えられずにオーバーフローすると、本 LSI 内部をリセットするかまたは内部 NMI 割り込みを発生させることができます。

ウォッチドッグタイマとして使用しない場合は、インターバルタイマとして使用することもできます。インターバルタイマモードとして使用する場合は、カウンタがオーバーフローするごとにインターバルタイマ割り込みを発生します。WDT_0、WDT_1 のブロック図を図 13.1 に示します。

13.1 特長

- WDT_0は8種類、WDT_1は16種類のカウンタ入力クロックを選択可能
- ウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードを切り替え可能

ウォッチドッグタイマモード

- カウンタがオーバーフローすると、本LSI内部をリセットするかまたは内部NMI割り込みを発生するかを選択可能

インターバルタイマモード

- カウンタがオーバーフローすると、インターバルタイマ割り込み (WOVI) を発生

13. ウォッチドッグタイマ (WDT)

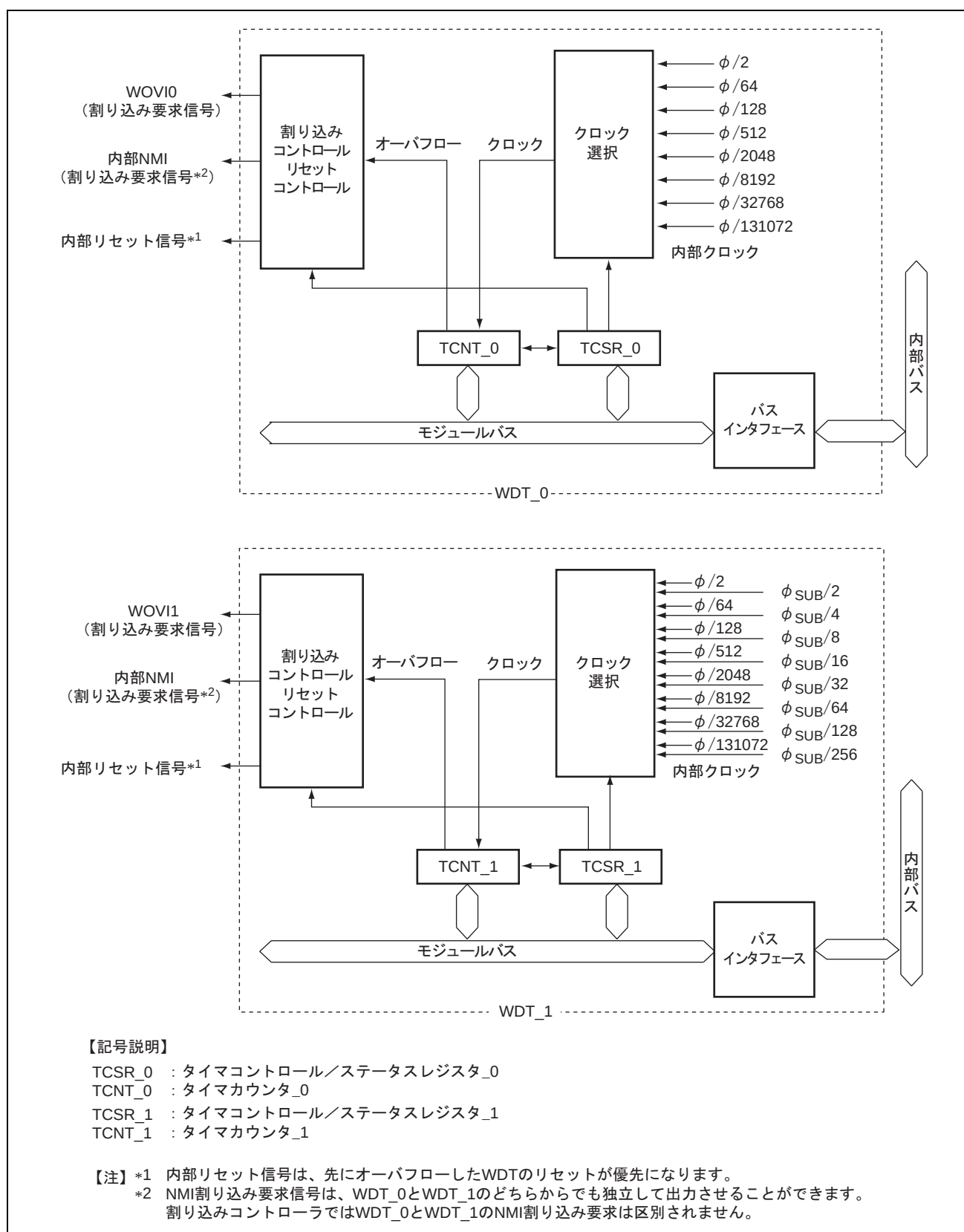


図 13.1 WDT のブロック図

13.2 入出力端子

WDT の入出力端子を表 13.1 に示します。

表 13.1 端子構成

名 称	端子名	入出力	機 能
外部サブクロック入力端子	EXCL	入力	WDT_1 のプリスケーラのカウンタ入力クロック

13.3 レジスタの説明

WDT にはチャンネルごとに以下のレジスタがあります。TCNT、TCSR は容易に書き換えられないように、ライト方法が一般のレジスタと異なっています。詳細は「13.6.1 レジスタアクセス時の注意事項」を参照してください。システムコントロールレジスタについては、「3.2.2 システムコントロールレジスタ (SYSCR)」を参照してください。

表 13.2 レジスタの構成

チャンネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
チャンネル 0	タイマカウンタ_0	TCNT_0	R/W	H'00	H'FFA8 H'FFA9*	16 8
	タイマコントロール／ステータスレジスタ_0	TCSR_0	R/W	H'00	H'FFA8 H'FFA8*	16 8
チャンネル 1	タイマカウンタ_1	TCNT_1	R/W	H'00	H'FFEA H'FFEB*	16 8
	タイマコントロール／ステータスレジスタ_1	TCSR_1	R/W	H'00	H'FFEA H'FFEA*	16 8

【注】 * 上段：ライト時、下段：リード時のアドレス

13. ウォッチドッグタイマ (WDT)

13.3.1 タイマカウンタ (TCNT)

TCNT は、リード／ライト可能な 8 ビットのアップカウンタです。TCNT は、タイマコントロール／ステータスレジスタ (TCSR) の TME ビットが 0 のとき、H'00 に初期化されます。

13.3.2 タイマコントロール／ステータスレジスタ (TCSR)

TCSR は、TCNT に入力するクロック、モードの選択などを行います。

• TCSR_0

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	OVF	0	R/(W)*	オーバーフローフラグ TCNT がオーバーフロー (H'FF→H'00) したことを示します。 [セット条件] TCNT がオーバーフロー (H'FF→H'00) したとき ただし、ウォッチドッグタイマモードで、内部リセット要求を選択した場合は、セット後、内部リセットにより自動的にクリアされます。 [クリア条件] • OVF=1 の状態で、TCSR をリード後、OVF に 0 をライトしたとき • TME ビットに 0 をライトしたとき
6	WT/IT	0	R/W	タイマモードセレクト ウォッチドッグタイマとして使用するか、インターバルタイマとして使用するかを選択します。 0：インターバルタイマモード 1：ウォッチドッグタイマモード
5	TME	0	R/W	タイマイネーブル このビットを 1 にセットすると TCNT がカウントを開始します。クリアすると TCNT はカウント動作を停止し、H'00 に初期化されます。
4	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
3	RST/NMI	0	R/W	リセットまたは NMI TCNT がオーバーフローしたときに、内部リセットか NMI 割り込み要求かを選択します。 0：NMI 割り込みを要求 1：内部リセットを要求

13. ウォッチドッグタイマ (WDT)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
2	CKS2	0	R/W	クロックセレクト 2~0 TCNT に入力するクロックを選択します。() 内は $\phi=20\text{MHz}$ のときのオーバフロー周期を表します。 000: $\phi/2$ (周期 25.6 μs) 001: $\phi/64$ (周期 819.2 μs) 010: $\phi/128$ (周期 1.6ms) 011: $\phi/512$ (周期 6.6ms) 100: $\phi/2048$ (周期 26.2ms) 101: $\phi/8192$ (周期 104.9ms) 110: $\phi/32768$ (周期 419.4ms) 111: $\phi/131072$ (周期 1.68s)
1	CKS1	0	R/W	
0	CKS0	0	R/W	

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• TCSR_1

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	OVF	0	R/(W)* ¹	オーバフローフラグ TCNT がオーバフロー (H'FF→H'00) したことを示します。 [セット条件] TCNT がオーバフロー (H'FF→H'00) したとき ただし、ウォッチドッグタイマモードで、内部リセット要求を選択した場合は、セット後、内部リセットにより自動的にクリアされます。 [クリア条件] • OVF=1 の状態で、TCSR をリード後*²、OVF に 0 をライトしたとき • TME ビットに 0 をライトしたとき
6	WT/IT	0	R/W	タイマモードセレクト ウォッチドッグタイマとして使用するか、インターバルタイマとして使用するかを選択します。 0: インターバルタイマモード 1: ウォッチドッグタイマモード
5	TME	0	R/W	タイマイネーブル このビットを 1 にセットすると TCNT がカウントを開始します。クリアすると TCNT はカウント動作を停止し、H'00 に初期化されます。
4	PSS	0	R/W	プリスケラセレクト TCNT に入力するクロックを選択します。 0: ϕ ベースのプリスケラ (PSM) の分周クロックをカウント 1: ϕ_{SUB} ベースのプリスケラ (PSS) の分周クロックをカウント

13. ウォッチドッグタイマ (WDT)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
3	RST/ $\overline{\text{NMI}}$	0	R/W	リセットまたは NMI TCNT がオーバーフローしたときに、内部リセットか NMI 割り込み要求かを選択します。 0 : NMI 割り込みを要求 1 : 内部リセットを要求
2 1 0	CKS2 CKS1 CKS0	0 0 0	R/W R/W R/W	クロックセレクト 2~0 TCNT に入力するクロックを選択します。() 内は $\phi = 20\text{MHz}$ 、 $\phi_{\text{SUB}} = 32.768\text{kHz}$ のときのオーバーフロー周期を表します。 PSS=0 の場合 000 : $\phi/2$ (周期 25.6 μs) 001 : $\phi/64$ (周期 819.2 μs) 010 : $\phi/128$ (周期 1.6ms) 011 : $\phi/512$ (周期 6.6ms) 100 : $\phi/2048$ (周期 26.2ms) 101 : $\phi/8192$ (周期 104.9ms) 110 : $\phi/32768$ (周期 419.4ms) 111 : $\phi/131072$ (周期 1.68s) PSS=1 の場合 000 : $\phi_{\text{SUB}}/2$ (周期 15.6ms) 001 : $\phi_{\text{SUB}}/4$ (周期 31.3ms) 010 : $\phi_{\text{SUB}}/8$ (周期 62.5ms) 011 : $\phi_{\text{SUB}}/16$ (周期 125ms) 100 : $\phi_{\text{SUB}}/32$ (周期 250ms) 101 : $\phi_{\text{SUB}}/64$ (周期 500ms) 110 : $\phi_{\text{SUB}}/128$ (周期 1s) 111 : $\phi_{\text{SUB}}/256$ (周期 2s)

【注】 *1 フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

*2 インターバルタイマ割り込みを禁止して OVF をポーリングした場合、OVF=1 の状態を 2 回以上リードしてください。

13.4 動作説明

13.4.1 ウォッチドッグタイマモード

ウォッチドッグタイマモードとして使用するときは、TCSR の $WT/\overline{IT}$ ビット=1 に、TME ビット=1 に設定してください。ウォッチドッグタイマとして動作しているとき、システムの暴走などにより TCNT の値が書き換えられずオーバーフローすると、内部リセットまたは NMI 割り込み要求を発生します。システムが正常に動作している間は、TCNT のオーバーフローは発生しません。TCNT がオーバーフローする前に必ず TCNT の値を書き換えて（通常は H'00 をライトする）、オーバーフローを発生させないようにプログラミングしてください。

TCSR の $RST/\overline{NMI}$ ビットを 1 にセットしておくとし、図 13.2 に示すように TCNT がオーバーフローしたときに、本 LSI の内部をリセットする信号が 518 システムクロックの間出力されます。また、 $RST/\overline{NMI}$ ビットを 0 にクリアしておくとし、TCNT がオーバーフローしたときに、NMI 割り込み要求を発生します。

ウォッチドッグタイマからの内部リセット要求と $\overline{RES}$ 端子からのリセット入力およびパワーオンリセットは、同一ベクタで処理されます。リセット要因は SYSCR の XRST ビットの内容によって判別できます。ウォッチドッグタイマからの内部リセット要求と $\overline{RES}$ 端子からのリセット入力が同時に発生したときは、 $\overline{RES}$ 端子からのリセット入力が優先され、SYSCR の XRST ビットは 1 にセットされます。

ウォッチドッグタイマからの NMI 割り込み要求と NMI 端子からの割り込み要求は、同一ベクタで処理されます。ウォッチドッグタイマからの NMI 割り込み要求と NMI 端子からの割り込み要求を同時に扱うことは避けてください。

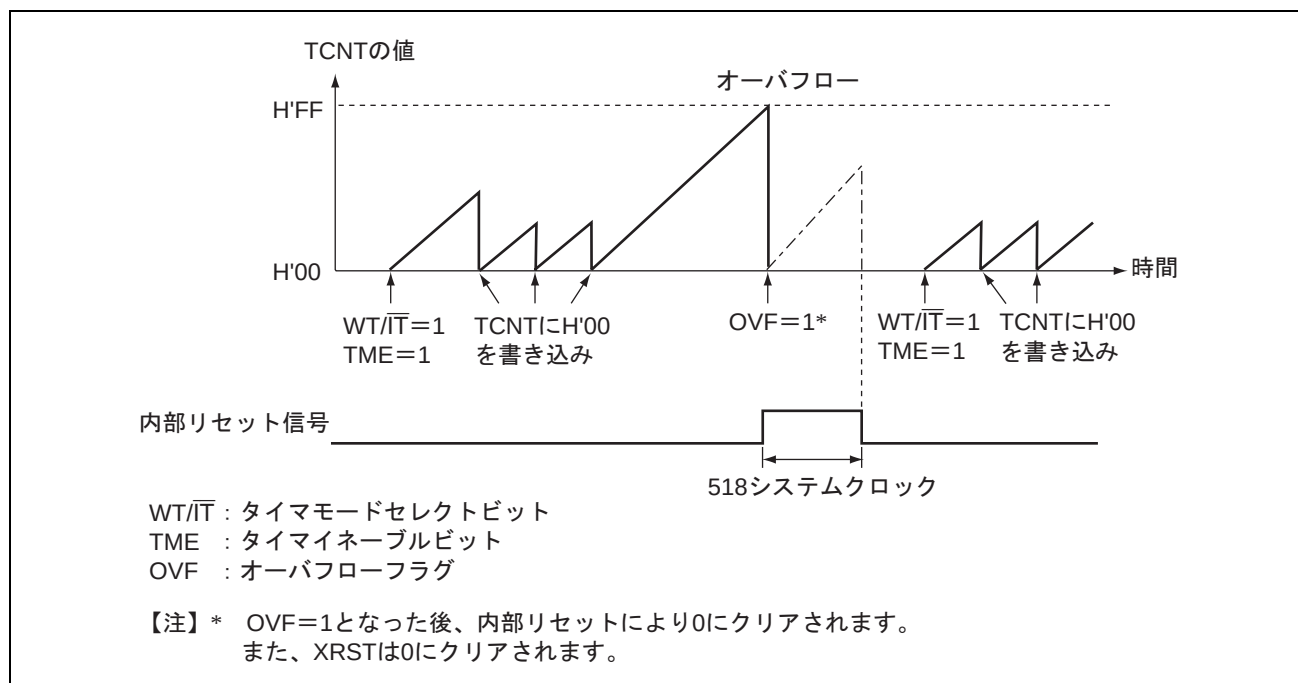


図 13.2 ウォッチドッグタイマモード時 ($RST/\overline{NMI}=1$) の動作

13. ウォッチドッグタイマ (WDT)

13.4.2 インターバルタイマモード

インターバルタイマとして動作しているときは、図 13.3 に示すように TCNT がオーバーフローするごとにインターバルタイマ割り込み (WOVI) が発生します。したがって、一定時間ごとに、割り込みを発生させることができます。

インターバルタイマモードで TCNT がオーバーフローすると、TCSR の OVF フラグが 1 にセットされ、同時にインターバルタイマ割り込み (WOVI) が要求されます。このタイミングを図 13.4 に示します。

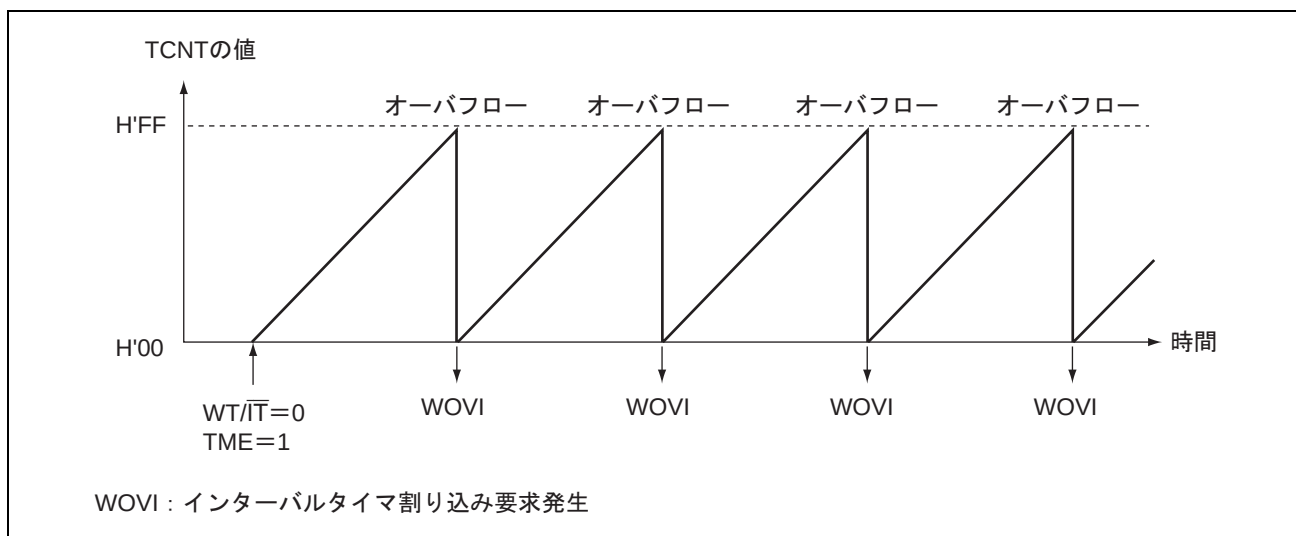


図 13.3 インターバルタイマモード時の動作

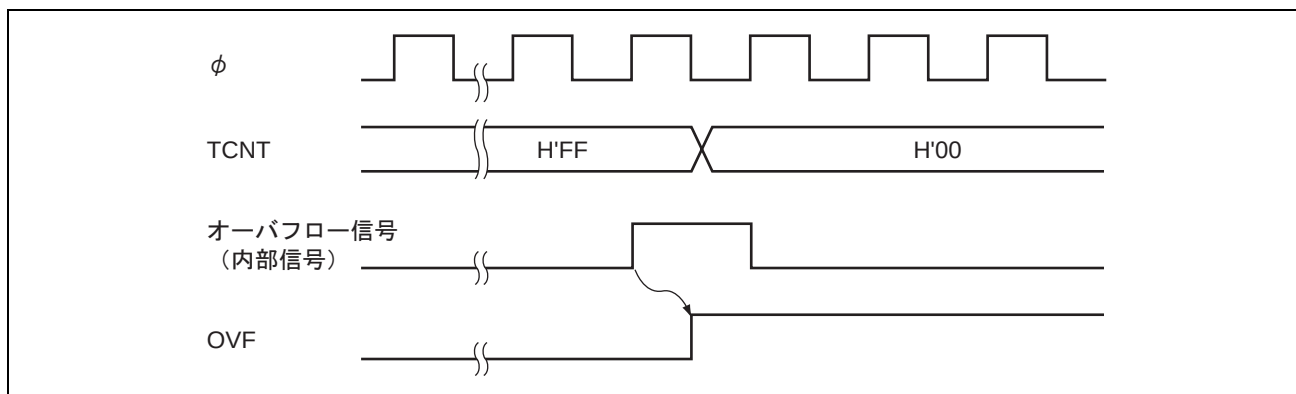


図 13.4 OVF のセットタイミング

13.5 割り込み要因

インターバルタイマモード時、オーバーフローによりインターバルタイマ割り込み (WOVI) が発生します。インターバルタイマ割り込みは、TCSR の OVF フラグが 1 にセットされると常に要求されます。割り込み処理ルーチンで必ず OVF を 0 にクリアしてください。

ウォッチドッグタイマモードで NMI 割り込み要求の選択時は、オーバーフローにより NMI 割り込み要求が発生します。

表 13.3 WDT の割り込み要因

名称	割り込み要因	割り込みフラグ
WOVI	TCNT のオーバーフロー	OVF

13.6 使用上の注意事項

13.6.1 レジスタアクセス時の注意事項

TCNT、TCSR は、容易に書き換えられないように、ライト方法が一般のレジスタと異なっています。次の方法で、リード／ライトを行ってください。

(1) TCNT、TCSR へのライト (WDT_0 の例)

TCNT、TCSR ヘライトするときは、必ずワード転送命令を使用してください。バイト転送命令では、ライトできません。

ライト時は、TCNT と TCSR が同一アドレスに割り当てられています。このため、**図 13.5** に示すようにして転送してください。TCNT ヘライトするときは上位バイトを H'5A にし、下位バイトをライトデータにして転送してください。TCSR ヘライトするときは上位バイトを H'A5 にし、下位バイトをライトデータにして転送してください。

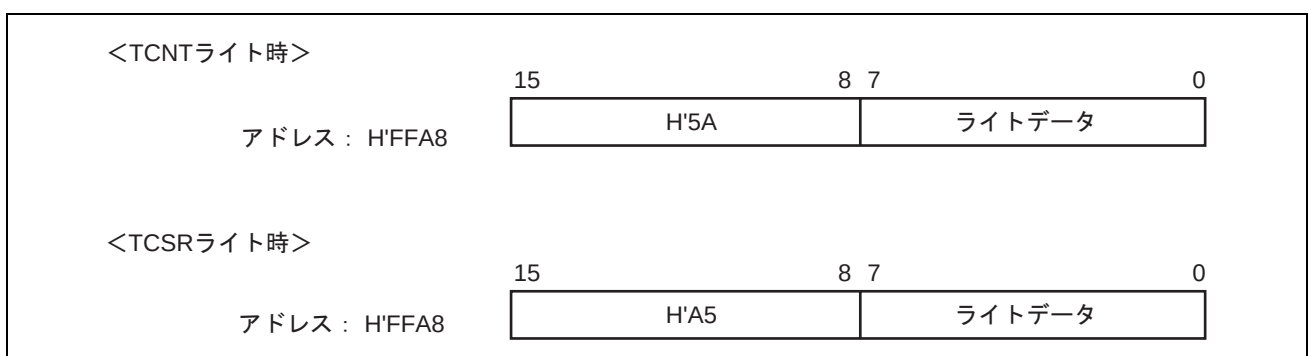


図 13.5 TCNT、TCSR へのライト (WDT_0 の例)

(2) TCNT、TCSR からのリード (WDT_0 の例)

リードは、一般のレジスタと同様の方法で行うことができます。TCSR はアドレス H'FFA8 に、TCNT はアドレス H'FFA9 にそれぞれ割り当てられています。

13.6.2 タイマカウンタ (TCNT) のライトとカウントアップの競合

TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウントアップが発生しても、カウントアップされずに TCNT へのカウンタライトが優先されます。これを図 13.6 に示します。

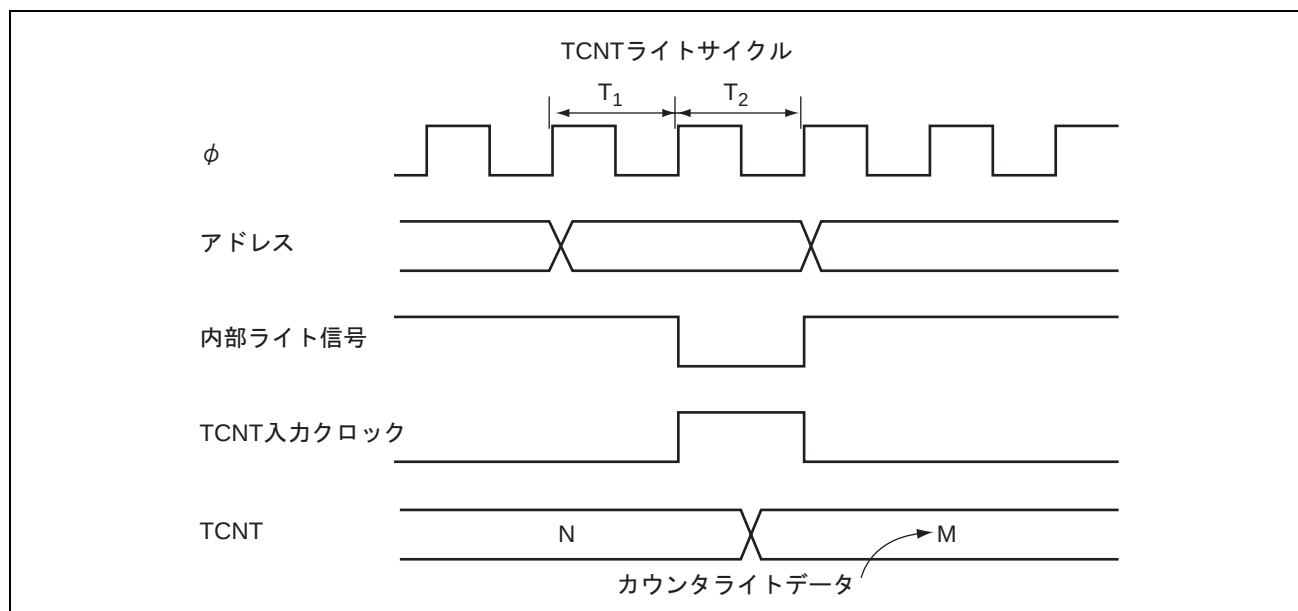


図 13.6 TCNT のライトとカウントアップの競合

13.6.3 CKS2～CKS0 ビットの書き換え

WDT の動作中に TCSR の CKS2～CKS0 ビットを書き換えると、カウントアップが正しく行われな場合があります。CKS2～CKS0 ビットを書き換えるときは、必ず WDT を停止させてから (TME ビットを 0 にクリアしてから) 行ってください。

13.6.4 PSS ビットの書き換え

WDT の動作中に TCSR_1 の PSS ビットを書き換えると、正しい動作が行われな場合があります。PSS ビットを書き換えるときは、必ず WDT を停止させて (TME ビットを 0 にクリアして) から行ってください。

13.6.5 ウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードの切り替え

WDT の動作中にウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードを切り替えると、正しい動作が行われな場合があります。タイマモードの切り替えは、必ず WDT を停止させてから (TME ビットを 0 にクリアしてから) 行ってください。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

本 LSI は 1 チャネルのシリアルコミュニケーションインタフェース (SCI : Serial Communication Interface) を備えています。SCI は、調歩同期式とクロック同期式の 2 方式のシリアル通信が可能です。調歩同期方式では Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) や、Asynchronous Communication Interface Adapter (ACIA) などの標準の調歩同期式通信用 LSI とのシリアル通信ができます。また、調歩同期式モードでは複数のプロセッサ間のシリアル通信機能 (マルチプロセッサ通信機能) を備えています。このほか、SCI は調歩同期式モードの拡張機能として、ISO/IEC 7816-3 (Identification Card) に準拠したスマートカード (IC カード) インタフェースをサポートしています。

14.1 特長

- シリアルデータ通信フォーマットを調歩同期式またはクロック同期式に設定可能
- 全二重通信が可能
独立した送信部と受信部を備えているので、送信と受信を同時に行うことができます。また、送信部と受信部はともにダブルバッファ構造になっていますので、連続送受信が可能です。
- 内蔵ボーレートジェネレータで任意のビットレートを選択可能
送受信クロックソースとして外部クロックの選択も可能です (スマートカードインタフェースを除く)。
- LSBファースト/MSBファースト選択可能 (調歩同期式7ビットデータを除く)
- 割り込み要因: 4種類
送信終了、送信データエンプティ、受信データフル、受信エラーの割り込み要因があります。

調歩同期式モード

- データ長: 7ビット/8ビット選択可能
- ストップビット長: 1ビット/2ビット選択可能
- パリティ: 偶数パリティ/奇数パリティ/パリティなしから選択可能
- 受信エラーの検出: パリティエラー、オーバランエラー、フレーミングエラー
- ブレークの検出: フレーミングエラー発生時、RxD端子のレベルを直接リードすることでブレークを検出可能
- マルチプロセッサ間通信が可能

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

クロック同期式モード

- データ長：8ビット
- 受信エラーの検出：オーバランエラー

スマートカードインタフェース

- 受信時パリティエラーを検出するとエラーシグナルを自動送出
- 送信時エラーシグナルを受信するとデータを自動再送信
- ダイレクトコンベンション／インバースコンベンションの両方をサポート

SCI のブロック図を図 14.1 に示します。

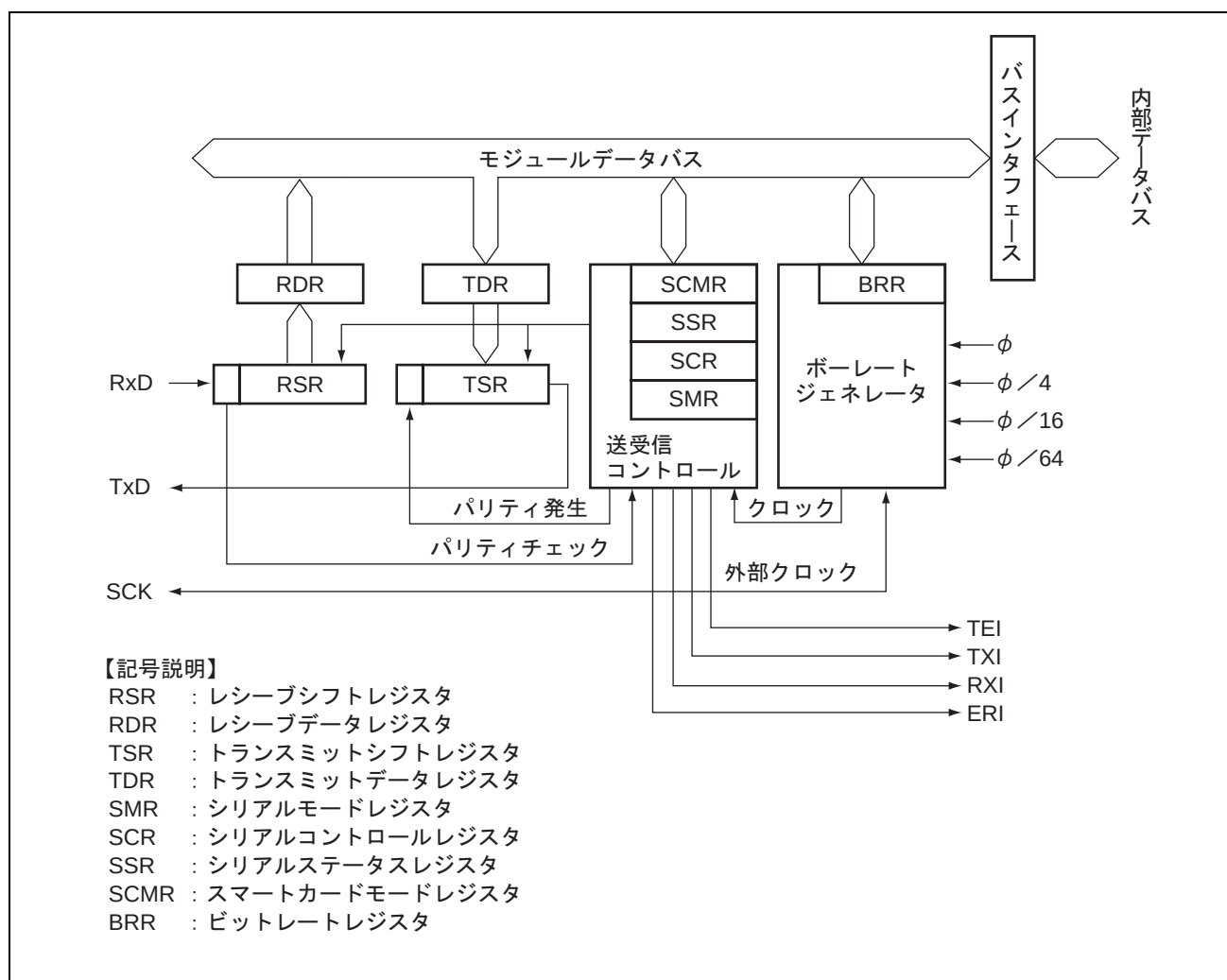


図 14.1 SCI のブロック図

14.2 入出力端子

SCI には、表 14.1 の入出力端子があります。

表 14.1 端子構成

チャンネル	端子名*	入出力	機 能
1	SCK1	入出力	チャンネル 1 のクロック入出力端子
	RxD1	入力	チャンネル 1 の受信データ入力端子
	TxD1	出力	チャンネル 1 の送信データ出力端子

【注】 * 本文中ではチャンネルを省略し、それぞれ SCK、RxD、TxD と略称します。

14.3 レジスタの説明

SCI にはチャンネルごとに以下のレジスタがあります。シリアルモードレジスタ (SMR)、シリアルステータスレジスタ (SSR)、シリアルコントロールレジスタ (SCR) は通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモードとスマートカードインタフェースモードで一部のビットの機能が異なるため、別々に記載してあります。

チャンネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
チャンネル 1	シリアルモードレジスタ_1	SMR_1	R/W	H'00	H'FF88	8
	ビットレートレジスタ_1	BRR_1	R/W	H'FF	H'FF89	8
	シリアルコントロールレジスタ_1	SCR_1	R/W	H'00	H'FF8A	8
	トランスミットデータレジスタ_1	TDR_1	R/W	H'FF	H'FF8B	8
	シリアルステータスレジスタ_1	SSR_1	R/W	H'84	H'FF8C	8
	レシーブデータレジスタ_1	RDR_1	R	H'00	H'FF8D	8
	スマートカードモードレジスタ_1	SCMR_1	R/W	H'F2	H'FF8E	8

14.3.1 レシーブシフトレジスタ (RSR)

RSR は RxD 端子から入力されたシリアルデータをパラレル変換するための受信シフトレジスタです。1 フレーム分のデータを受信すると、データは自動的に RDR へ転送されます。CPU から直接アクセスすることはできません。

14.3.2 レシーブデータレジスタ (RDR)

RDR は受信データを格納するための 8 ビットのレジスタです。1 フレーム分のデータを受信すると RSR から受信データがこのレジスタへ転送され、RSR は次のデータを受信可能となります。RSR と RDR はダブルバッファ構造になっているため連続受信動作が可能です。RDR のリードは SSR の RDRF が 1 にセットされていることを確認して 1 回だけ行ってください。RDR は CPU からライトできません。RDR の初期値は H'00 です。

14.3.3 トランスミットデータレジスタ (TDR)

TDR は送信データを格納するための 8 ビットのレジスタです。TSR に空きを検出すると TDR にライトされた送信データは TSR に転送されて送信を開始します。TDR と TSR はダブルバッファ構造になっているため連続送信動作が可能です。1 フレーム分のデータを送信したとき TDR につぎの送信データがライトされていれば TSR へ転送して送信を継続します。TDR は CPU から常にリード／ライト可能ですが、シリアル送信を確実にを行うため TDR への送信データのライトは必ず SSR の TDRE が 1 にセットされていることを確認して 1 回だけ行ってください。TDR の初期値は H'FF です。

14.3.4 トランスミットシフトレジスタ (TSR)

TSR はシリアルデータを送信するためのシフトレジスタです。TDR にライトされた送信データは自動的に TSR に転送され、TxD 端子に送出することでシリアルデータの送信を行います。CPU からは直接アクセスすることはできません。

14.3.5 シリアルモードレジスタ (SMR)

SMR は通信フォーマットと内蔵ボーレートジェネレータのクロックソースを選択するためのレジスタです。SMR は通常モードとスマートカードインタフェースモードで一部のビットの機能が異なります。SMR は、常に CPU による読み出しが可能です。CPU による書き込みは初期設定時のみとし、送信、受信、および送受信動作時は書き込みを行わないでください。

• 通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモード (SCMRのSMIF=0のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	C/Ā	0	R/W	コミュニケーションモード 0: 調歩同期式モードで動作します。 1: クロック同期式モードで動作します。
6	CHR	0	R/W	キャラクタレングス (調歩同期式モードのみ有効) 0: データ長 8 ビットで送受信します。 1: データ長 7 ビットで送受信します。LSB ファースト固定となり、送信では TDR の MSB は送信されません。 クロック同期式モードではデータ長は 8 ビット固定です。
5	PE	0	R/W	パリティイネーブル (調歩同期式モードのみ有効) このビットが 1 のとき、送信時はパリティビットを付加し、受信時はパリティチェックを行います。マルチプロセッサフォーマットではこのビットの設定にかかわらずパリティビットの付加、チェックは行いません。
4	O/Ē	0	R/W	パリティモード (調歩同期式モードで PE=1 のときのみ有効) 0: 偶数パリティで送受信します。 1: 奇数パリティで送受信します。
3	STOP	0	R/W	ストップビットレングス (調歩同期式モードのみ有効) 送信時のストップビットの長さを選択します。 0: 1 ストップビット 1: 2 ストップビット 受信時はこのビットの設定にかかわらずストップビットの 1 ビット目のみチェックし、2 ビット目が 0 の場合は次の送信フレームのスタートビットと見なします。
2	MP	0	R/W	マルチプロセッサモード (調歩同期式モードのみ有効) このビットが 1 のときマルチプロセッサ通信機能がイネーブルになります。 マルチプロセッサモードでは PE、O/Ē ビットの設定は無効です。
1 0	CKS1 CKS0	0 0	R/W R/W	クロックセレクト 1、0 内蔵ボーレートジェネレータのクロックソースを選択します。 00: ϕ クロック (n=0) 01: $\phi/4$ クロック (n=1) 10: $\phi/16$ クロック (n=2) 11: $\phi/64$ クロック (n=3) このビットの設定値とボーレートの関係については、「14.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)」を参照してください。n は設定値の 10 進表示で、「14.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)」中の n の値を表します。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

• スマートカードインタフェース (SCMRのSMIF=1のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	GM	0	R/W	GSM モード このビットを 1 にセットすると GSM モードで動作します。GSM モードでは TEND のセットタイミングが先頭から 11.0etu*に前倒しされ、クロック出力制御機能が追加されます。詳細は「14.7.8 クロック出力制御」を参照してください。
6	BLK	0	R/W	このビットを 1 にセットするとブロック転送モードで動作します。ブロック転送モードについての詳細は「14.7.3 ブロック転送モード」を参照してください。
5	PE	0	R/W	パリティイネーブル (調歩同期式モードのみ有効) このビットが 1 のとき、送信時はパリティビットを付加し、受信時はパリティチェックを行います。スマートカードインタフェースではこのビットは 1 にセットして使用してください。
4	O/ $\bar{E}$	0	R/W	パリティモード (調歩同期式モードで PE=1 のときのみ有効) 0: 偶数パリティで送受信します。 1: 奇数パリティで送受信します。 スマートカードインタフェースにおけるこのビットの使用方法については「14.7.2 データフォーマット (ブロック転送モード時を除く)」を参照してください。
3 2	BCP1 BCP0	0 0	R/W R/W	基本クロックパルス 1、0 スマートカードインタフェースモードにおいて 1 ビット転送期間中の基本クロック数を選択します。 00: 32 クロック (S=32) 01: 64 クロック (S=64) 10: 372 クロック (S=372) 11: 256 クロック (S=256) 詳細は、「14.7.4 受信データサンプリングタイミングと受信マージン」を参照してください。S は「14.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)」中の S の値を表します。
1 0	CKS1 CKS0	0 0	R/W R/W	クロックセレクト 1、0 内蔵ボーレートジェネレータのクロックソースを選択します。 00: ϕ クロック (n=0) 01: $\phi/4$ クロック (n=1) 10: $\phi/16$ クロック (n=2) 11: $\phi/64$ クロック (n=3) このビットの設定値とボーレートの関係については、「14.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)」を参照してください。n は設定値の 10 進表示で、「14.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)」中の n の値を表します。

【注】 * etu: Eelement Time Unit 1 ビットの転送期間

14.3.6 シリアルコントロールレジスタ (SCR)

SCR は以下の送受信制御と割り込み制御、送受信クロックソースの選択を行うためのレジスタです。各割り込み要求については「14.8 割り込み要因」を参照してください。SCR は通常モードとスマートカードインタフェースモードで一部のビットの機能が異なります。SCR は、常に CPU による読み出しが可能です。CPU による書き込みは初期設定時のみとし、送信、受信、および送受信動作時は書き込みを行わないでください。

• 通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモード (SCMRのSMIF=0のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TIE	0	R/W	トランスミットインタラプトイネーブル このビットを 1 にセットすると、TXI 割り込み要求がイネーブルになります。
6	RIE	0	R/W	レシーブインタラプトイネーブル このビットを 1 にセットすると、RXI および ERI 割り込み要求がイネーブルになります。
5	TE	0	R/W	トランスミットイネーブル このビットを 1 にセットすると、送信動作が可能になります。
4	RE	0	R/W	レシーブイネーブル このビットを 1 にセットすると、受信動作が可能になります。
3	MPIE	0	R/W	マルチプロセッサインタラプトイネーブル (調歩同期式モードで SMR の MP = 1 のとき有効) このビットを 1 にセットすると、マルチプロセッサビットが 0 の受信データは読みとばし、SSR の RDRF、FER、ORER の各ステータスフラグのセットを禁止します。マルチプロセッサビットが 1 のデータを受信すると、このビットは自動的にクリアされ通常の実動作に戻ります。詳細は「14.5 マルチプロセッサ通信機能」を参照してください。
2	TEIE	0	R/W	トランスミットエンドインタラプトイネーブル このビットを 1 セットすると TEI 割り込み要求がイネーブルになります。
1 0	CKE1 CKE0	0 0	R/W R/W	クロックイネーブル 1、0 クロックソースおよび SCK 端子の機能を選択します。 調歩同期式の場合 00：内部クロック (SCK 端子は入出力ポートとして使用できます) 01：内部クロック (SCK 端子からビットレートと同じ周波数のクロックを出力します) 1x：外部クロック (ビットレートの 16 倍の周波数のクロックを SCK 端子に入力してください。) クロック同期式の場合 0x：内部クロック (SCK 端子はクロック出力端子となります。) 1x：外部クロック (SCK 端子はクロック入力端子となります。)

【注】 x：Don't care

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

• スマートカードインタフェース (SCMRのSMIF=1のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TIE	0	R/W	トランスミットインタラプトイネーブル このビットを 1 にセットすると、TXI 割り込み要求がイネーブルになります。
6	RIE	0	R/W	レシーブインタラプトイネーブル このビットを 1 にセットすると、RXI および ERI 割り込み要求がイネーブルになります。
5	TE	0	R/W	トランスミットイネーブル このビットを 1 にセットすると、送信動作が可能になります。
4	RE	0	R/W	レシーブイネーブル このビットを 1 にセットすると、受信動作が可能になります。
3	MPIE	0	R/W	マルチプロセッサインタラプトイネーブル (調歩同期式モードで SMR の MP =1 のとき有効) スマートカードインタフェースではこのビットには 0 をライトして使用してください。
2	TEIE	0	R/W	トランスミットエンドインタラプトイネーブル スマートカードインタフェースではこのビットには 0 をライトして使用してください。
1 0	CKE1 CKE0	0 0	R/W R/W	クロックイネーブル 1、0 SCK 端子からのクロック出力を制御します。GSM モードではクロックの出力をダイナミックに切り替えることができます。詳細は「14.7.8 クロック出力制御」を参照してください。 SMR の GM=0 の場合 00: 出力ディスエーブル (SCK 端子は入出力ポートとして使用可) 01: クロック出力 1x: リザーブ SMR の GM=1 の場合 00: Low 出力固定 01: クロック出力 10: High 出力固定 11: クロック出力

【注】 x: Don't care

14.3.7 シリアルステータスレジスタ (SSR)

SSR は SCI のステータスフラグと送受信マルチプロセッサビットで構成されます。TDRE、RDRF、ORER、PER、FER はクリアのみ可能です。SSR は通常モードとスマートカードインタフェースモードで一部のビットの機能が異なります。

• 通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモード (SCMRのSMIF=0のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TDRE	1	R/(W)*	トランスミットデータレジスタエンプティ TDR 内の送信データの有無を表示します。 [セット条件] - SCR の TE が 0 のとき - TDR から TSR にデータが転送され、TDR がデータライト可能になったとき [クリア条件] 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
6	RDRF	0	R/(W)*	レシーブデータレジスタフル RDR 内の受信データの有無を表示します。 [セット条件] - 受信が正常終了し、RSR から RDR へ受信データが転送されたとき [クリア条件] 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき SCR の RE をクリアしても RDRF は影響を受けず状態を保持します。
5	ORER	0	R/(W)*	オーバランエラー [セット条件] - RDRF=1 の状態で次のデータを受信したとき [クリア条件] 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
4	FER	0	R/(W)*	フレーミングエラー [セット条件] - ストップビットが 0 のとき [クリア条件] 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき 2 ストップのときも 1 ビット目のストップビットのみチェックします。
3	PER	0	R/(W)*	パリティエラー [セット条件] - 受信中にパリティエラーを検出したとき [クリア条件] 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
2	TEND	1	R	トランスミットエンド [セット条件] - SCR の TE が 0 のとき - 送信キャラクタの最後尾ビットの送信時、TDRE が 1 のとき [クリア条件] - TDRE=1 の状態をリードした後、TDRE フラグに 0 をライトしたとき
1	MPB	0	R	マルチプロセッサビット 受信フレーム中のマルチプロセッサビットの値が格納されます。SCR の RE が 0 のときは変化しません。
0	MPBT	0	R/W	マルチプロセッサビットトランスファ 送信フレームに付加するマルチプロセッサビットの値を設定します。

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• スマートカードインタフェース (SCMRのSMIF=1のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TDRE	1	R/(W)* ¹	トランスミットデータレジスタエンプティ TDR 内の送信データの有無を表示します。 [セット条件] - SCR の TE が 0 のとき - TDR から TSR にデータが転送され、TDR がデータライト可能になったとき [クリア条件] 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
6	RDRF	0	R/(W)* ¹	レシーブデータレジスタフル RDR 内の受信データの有無を表示します。 [セット条件] - 受信が正常終了し、RSR から RDR へ受信データが転送されたとき [クリア条件] 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき SCR の RE をクリアしても RDRF は影響を受けず状態を保持します。
5	ORER	0	R/(W)* ¹	オーバランエラー [セット条件] - RDRF=1 の状態で次のデータを受信したとき [クリア条件] 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
4	ERS	0	R/(W)* ¹	エラーシグナルステータス [セット条件] ・ エラーシグナル Low をサンプリングしたとき [クリア条件] ・ 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
3	PER	0	R/(W)* ¹	パリティエラー [セット条件] ・ 受信中にパリティエラーを検出したとき [クリア条件] ・ 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
2	TEND	1	R	トランスミットエンド 受信側からのエラーシグナルの応答がなく、次の送信データを TDR に転送可能になったときセットされます。 [セット条件] ・ SCR の TE=0 かつ ERS=0 のとき ・ 1 バイトのデータを送信して一定期間後、ERS=0 かつ TDRE=1 のとき。 セットされるタイミングはレジスタの設定により以下のように異なります。 GM=0、BLK=0 のとき、送信開始から 2.5etu* ² 後 GM=0、BLK=1 のとき、送信開始から 1.5etu* ² 後 GM=1、BLK=0 のとき、送信開始から 1.0etu* ² 後 GM=1、BLK=1 のとき、送信開始から 1.0etu* ² 後 [クリア条件] ・ TDRE=1 の状態をリードした後、TDRE フラグに 0 をライトしたとき
1	MPB	0	R	マルチプロセッサビット スマートカードインタフェースでは使用しません。
0	MPBT	0	R/W	マルチプロセッサビットトランスファ スマートカードインタフェースではこのビットには 0 をライトして使用してください。

【注】 *1 フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

*2 etu : Element Time Unit1 ビットの転送期間

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

14.3.8 スマートカードモードレジスタ (SCMR)

SCMR はスマートカードインタフェースおよびそのフォーマットを選択するためのレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~4	—	すべて 1	R	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。
3	SDIR	0	R/W	スマートカードデータトランスファディレクション シリアル／パラレル変換の方向を選択します。 0：TDR の内容を LSB ファーストで送信 受信データを LSB ファーストとして RDR に格納 1：TDR の内容を MSB ファーストで送信 受信データを MSB ファーストとして RDR に格納 送受信フォーマットが 8 ビットデータの場合のみ有効です。7 ビットデータの場合は LSB ファーストに固定されます。
2	SINV	0	R/W	スマートカードデータインバート 送受信データのロジックレベルの反転を指定します。SINV ビットは、パリティビットのロジックレベルには影響しません。パリティビットを反転させる場合は SMR の O/E ビットを反転してください。 0：TDR の内容をそのまま送信、受信データをそのまま RDR に格納 1：TDR の内容を反転して送信、受信データを反転して RDR に格納
1	—	1	R	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。
0	SMIF	0	R/W	スマートカードインタフェースモードセレクト スマートカードインタフェースモードで動作させるとき 1 をセットします。 0：通常の調歩同期式またはクロック同期式モード 1：スマートカードインタフェースモード

14.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)

BRR はビットレートを調整するための 8 ビットのレジスタです。SCI はチャンネルごとにボーレートジェネレータが独立しているため、異なるビットレートを設定できます。通常の調歩同期式モード、クロック同期式モード、スマートカードインタフェースモードにおける BRR の設定値 N とビットレート B の関係を表 14.2 に示します。BRR の初期値は H'FF で、常に CPU による読み出しが可能です。CPU による書き込みは初期設定時のみとし、送信、受信、および送受信動作時は書き込みを行わないでください。

表 14.2 BRR の設定値 N とビットレート B の関係

モード	ビットレート	誤差
調歩同期式	$B = \frac{\phi \times 10^6}{64 \times 2^{2n-1} \times (N+1)}$	誤差 (%) = $\left\{ \frac{\phi \times 10^6}{B \times 64 \times 2^{2n-1} \times (N+1)} - 1 \right\} \times 100$
クロック同期式	$B = \frac{\phi \times 10^6}{8 \times 2^{2n-1} \times (N+1)}$	
スマートカード インタフェース	$B = \frac{\phi \times 10^6}{S \times 2^{2n+1} \times (N+1)}$	誤差 (%) = $\left\{ \frac{\phi \times 10^6}{B \times S \times 2^{2n+1} \times (N+1)} - 1 \right\} \times 100$

【注】 B：ビットレート (bit/s)

N：ボーレートジェネレータの BRR の設定値 ($0 \leq N \leq 255$)

ϕ ：動作周波数 (MHz)

n と S：下表のとおり SMR の設定値によって決まります。

SMR の設定値		n	SMR の設定値		S
CKS1	CKS0		BCP1	BCP0	
0	0	0	0	0	32
0	1	1	0	1	64
1	0	2	1	0	372
1	1	3	1	1	256

通常の調歩同期式モードにおける BRR の値 N の設定例を表 14.3 に、各動作周波数における設定可能な最大ビットレートを表 14.4 に示します。また、クロック同期式モードにおける BRR の値 N の設定例を表 14.6 に、スマートカードインタフェースにおける BRR の値 N の設定例を表 14.8 に示します。スマートカードインタフェースでは 1 ビット転送期間の基本クロック数 S を選択できます。詳細は「14.7.4 受信データサンプリングタイミングと受信マージン」を参照してください。また、表 14.5、表 14.7 に外部クロック入力時の最大ビットレートを示します。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 14.3 ビットレートに対する BRR の設定例 (調歩同期式モード) (1)

ビットレート (bit/s)	動作周波数 ϕ (MHz)											
	8			9.8304			10			12		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	141	0.03	2	174	-0.26	2	177	-0.25	2	212	0.03
150	2	103	0.16	2	127	0.00	2	129	0.16	2	155	0.16
300	1	207	0.16	1	255	0.00	2	64	0.16	2	77	0.16
600	1	103	0.16	1	127	0.00	1	129	0.16	1	155	0.16
1200	0	207	0.16	0	255	0.00	1	64	0.16	1	77	0.16
2400	0	103	0.16	0	127	0.00	0	129	0.16	0	155	0.16
4800	0	51	0.16	0	63	0.00	0	64	0.16	0	77	0.16
9600	0	25	0.16	0	31	0.00	0	32	-1.36	0	38	0.16
19200	0	12	0.16	0	15	0.00	0	15	1.73	0	19	-2.34
31250	0	7	0.00	0	9	-1.70	0	9	0.00	0	11	0.00
38400	-	-	-	0	7	0.00	0	7	1.73	0	9	-2.34

ビットレート (bit/s)	動作周波数 ϕ (MHz)											
	12.288			14			14.7456			16		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	217	0.08	2	248	-0.17	3	64	0.70	3	70	0.03
150	2	159	0.00	2	181	0.16	2	191	0.00	2	207	0.16
300	2	79	0.00	2	90	0.16	2	95	0.00	2	103	0.16
600	1	159	0.00	1	181	0.16	1	191	0.00	1	207	0.16
1200	1	79	0.00	1	90	0.16	1	95	0.00	1	103	0.16
2400	0	159	0.00	0	181	0.16	0	191	0.00	0	207	0.16
4800	0	79	0.00	0	90	0.16	0	95	0.00	0	103	0.16
9600	0	39	0.00	0	45	-0.93	0	47	0.00	0	51	0.16
19200	0	19	0.00	0	22	-0.93	0	23	0.00	0	25	0.16
31250	0	11	2.40	0	13	0.00	0	14	-1.70	0	15	0.00
38400	0	9	0.00	-	-	-	0	11	0.00	0	12	0.16

【注】 誤差はなるべく 1%以内になるように設定してください。

【記号説明】 - : 設定可能ですが誤差がでます。

表 14.3 ビットレートに対する BRR の設定例 (調歩同期式モード) (2)

ビットレート (bit/s)	動作周波数 ϕ (MHz)														
	17.2032			18			19.6608			20			25		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	3	75	0.48	3	79	-0.12	3	86	0.31	3	88	-0.25	3	110	-0.02
150	2	223	0.00	2	233	0.16	2	255	0.00	3	64	0.16	3	80	0.47
300	2	111	0.00	2	116	0.16	2	127	0.00	2	129	0.16	2	162	-0.15
600	1	223	0.00	1	233	0.16	1	255	0.00	2	64	0.16	2	80	0.47
1200	1	111	0.00	1	116	0.16	1	127	0.00	1	129	0.16	1	162	-0.15
2400	0	223	0.00	0	233	0.16	0	255	0.00	1	64	0.16	1	80	0.47
4800	0	111	0.00	0	116	0.16	0	127	0.00	0	129	0.16	0	162	-0.15
9600	0	55	0.00	0	58	-0.69	0	63	0.00	0	64	0.16	0	80	0.47
19200	0	27	0.00	0	28	1.02	0	31	0.00	0	32	-1.36	0	40	-0.76
31250	0	16	1.20	0	17	0.00	0	19	-1.70	0	19	0.00	0	24	0.00
38400	0	16	0.00	0	14	-2.34	0	15	0.00	0	15	1.73	0	19	1.73

【注】 誤差はなるべく 1%以内になるように設定してください。

表 14.4 各動作周波数における最大ビットレート (調歩同期式モード)

ϕ (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N	ϕ (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N
8	250000	0	0	14.7456	460800	0	0
9.8304	307200	0	0	16	500000	0	0
10	312500	0	0	17.2032	537600	0	0
12	375000	0	0	18	562500	0	0
12.288	384000	0	0	19.6608	614400	0	0
14	437500	0	0	20	625000	0	0
				25	781250	0	0

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 14.5 外部クロック入力時の最大ビットレート (調歩同期式モード)

Φ (MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	Φ (MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)
8	2.0000	125000	14.7456	3.6864	230400
9.8304	2.4576	153600	16	4.0000	250000
10	2.5000	156250	17.2032	4.3008	268800
12	3.0000	187500	18	4.5000	281250
12.288	3.0720	192000	19.6608	4.9152	307200
14	3.5000	218750	20	5.0000	312500
			25	6.2500	390625

表 14.6 ビットレートに対する BRR の設定例 (クロック同期式モード)

ビット レート (bit/s)	動作周波数 Φ (MHz)									
	8		10		16		20		25	
	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N
110										
250	3	124	—	—	3	249				
500	2	249	—	—	3	124	—	—	3	194
1k	2	124	—	—	2	249	—	—	3	97
2.5k	1	199	1	249	2	99	2	124	2	155
5k	1	99	1	124	1	199	1	249	2	77
10k	0	199	0	249	1	99	1	124	1	155
25k	0	79	0	99	0	159	0	199	1	62
50k	0	39	0	49	0	79	0	99	0	124
100k	0	19	0	24	0	39	0	49	0	62
250k	0	7	0	9	0	15	0	19	0	24
500k	0	3	0	4	0	7	0	9	0	12
1M	0	1			0	3	0	4	0	5
2.5M			0	0*			0	1		
5M							0	0*	0	0*

【記号説明】

空欄 : 設定できません。

— : 設定可能ですが誤差がでます。

* : 連続送信／連続受信はできません。

表 14.7 外部クロック入力時の最大ビットレート (クロック同期式モード)

φ (MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	φ (MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)
8	1.3333	1333333.3	16	2.6667	2666666.7
10	1.6667	1666666.7	18	3.0000	3000000.0
12	2.0000	2000000.0	20	3.3333	3333333.3
14	2.3333	2333333.3	25	4.1667	4166666.7

表 14.8 ビットレートに対する BRR の設定例
(スマートカードインタフェースモードで n=0、S=372 のとき)

ビットレート (bit/s)	動作周波数 φ (MHz)											
	10.00			13.00			14.2848			16.00		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
9600	0	1	30	0	1	-8.99	0	1	0.00	0	1	12.01

ビットレート (bit/s)	動作周波数 φ (MHz)									
	18.00			20.00			25.00			
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	
9600	0	2	-15.99	0	2	-6.65	0	3	-12.49	

表 14.9 各動作周波数における最大ビットレート
(スマートカードインタフェースモードで S=372 のとき)

φ (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N	φ (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N
10.00	13441	0	0	18.00	24194	0	0
13.00	17473	0	0	20.00	26882	0	0
14.2848	19200	0	0	25.00	33602	0	0
16.00	21505	0	0				

14.4 調歩同期式モードの動作

調歩同期式シリアル通信の一般的なフォーマットを図 14.2 に示します。1 フレームは、スタートビット (Low レベル) から始まり送受信データ、パリティビット、ストップビット (High レベル) の順で構成されます。調歩同期式シリアル通信では、通信回線は通常マーク状態 (High レベル) に保たれています。SCI は通信回線を監視し、スペース (Low レベル) を検出するとスタートビットとみなしてシリアル通信を開始します。SCI 内部では、送信部と受信部は独立していますので、全二重通信を行うことができます。また、送信部と受信部がともにダブルバッファ構造になっていますので、送信および受信中にデータのリード/ライトができ、連続送受信が可能です。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

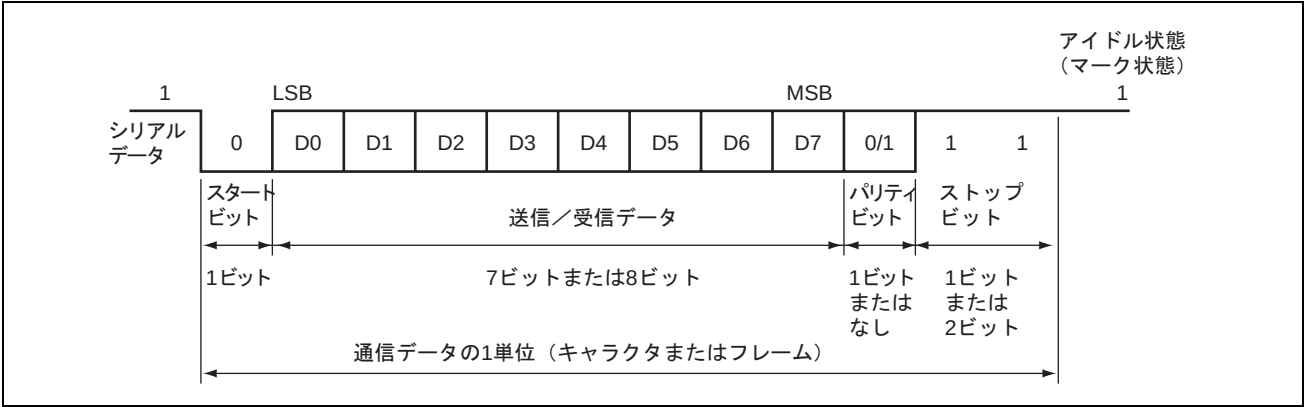


図 14.2 調歩同期式通信のデータフォーマット (8 ビットデータ/パリティあり/2 ストップビットの例)

14.4.1 送受信フォーマット

調歩同期式モードで設定できる送受信フォーマットを、表 14.10 に示します。フォーマットは 12 種類あり、SMR の選定により選択できます。マルチプロセッサビットについては「14.5 マルチプロセッサ通信機能」を参照してください。

表 14.10 シリアル送信／受信フォーマット（調歩同期式モード）

SMRの設定				シリアル送信／受信フォーマットとフレーム長											
CHR	PE	MP	STOP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	0	0	S	8ビットデータ								STOP		
0	0	0	1	S	8ビットデータ								STOP	STOP	
0	1	0	0	S	8ビットデータ								P	STOP	
0	1	0	1	S	8ビットデータ								P	STOP	STOP
1	0	0	0	S	7ビットデータ							STOP			
1	0	0	1	S	7ビットデータ							STOP	STOP		
1	1	0	0	S	7ビットデータ							P	STOP		
1	1	0	1	S	7ビットデータ							P	STOP	STOP	
0	—	1	0	S	8ビットデータ								MPB	STOP	
0	—	1	1	S	8ビットデータ								MPB	STOP	STOP
1	—	1	0	S	7ビットデータ							MPB	STOP		
1	—	1	1	S	7ビットデータ							MPB	STOP	STOP	

【記号説明】

S : スタートビット

STOP : ストップビット

P : パリティビット

MPB : マルチプロセッサビット

14.4.2 調歩同期式モードの受信データサンプリングタイミングと受信マージン

調歩同期式モードでは、SCI はビットレートの 16 倍の周波数の基本クロックで動作します。受信時はスタートビットの立ち下がり基本クロックでサンプリングして内部を同期化します。また、図 14.3 に示すように受信データを基本クロックの 8 ヶ目の立ち上がりエッジでサンプリングすることで、各ビットの中央でデータを取り込みます。したがって、調歩同期式モードでの受信マージンは式 (1) のように表すことができます。

$$M = \left\{ \left(0.5 - \frac{1}{2N} \right) - \frac{D-0.5}{N} (1+F) - (L-0.5) F \right\} \times 100 \quad [\%] \quad \cdots \text{式 (1)}$$

M：受信マージン (%)

N：クロックに対するビットレートの比 (N=16)

D：クロックのデューティ (D=0.5~1.0)

L：フレーム長 (L=9~12)

F：クロック周波数の偏差の絶対値

式 (1) で、F (クロック周波数の偏差の絶対値) = 0、D (クロックのデューティ) = 0.5 とすると、

$$M = \{ 0.5 - 1 / (2 \times 16) \} \times 100 \quad [\%] = 46.875\%$$

となります。ただし、この値はあくまでも計算上の値ですので、システム設計の際には 20~30% の余裕を持たせてください。

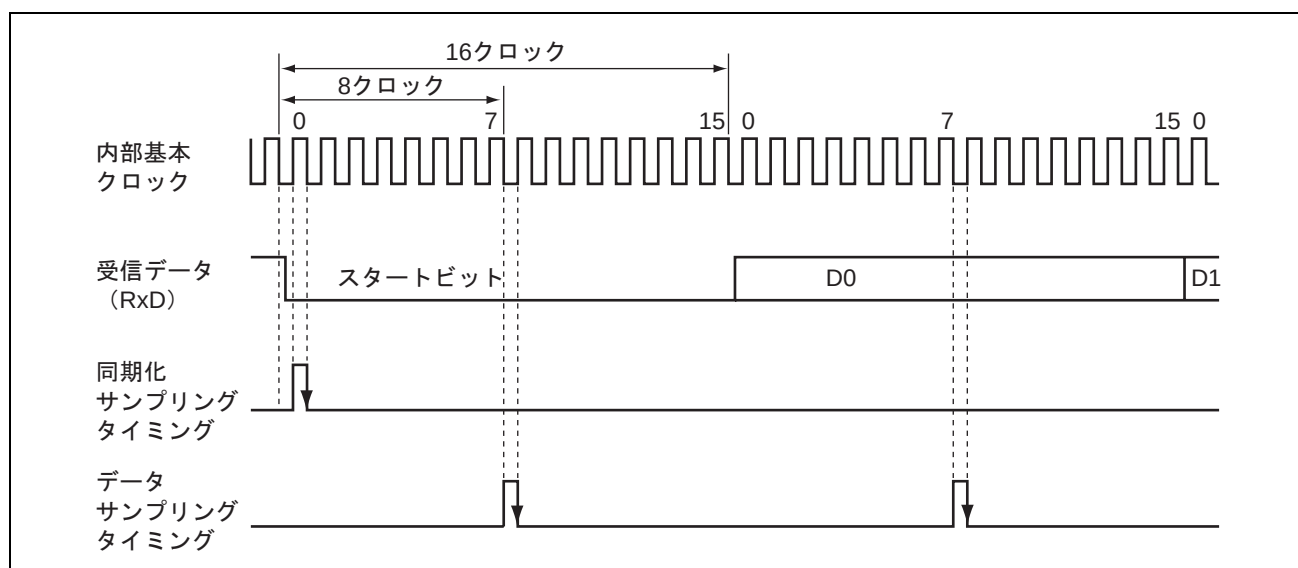


図 14.3 調歩同期式モードの受信データサンプリングタイミング

14.4.3 クロック

SCI の送受信クロックは、SMR の $C/\bar{A}$ ビットと SCR の CKE1、CKE0 ビットの設定により、内蔵ボーレートジェネレータの生成する内部クロックまたは SCK 端子から入力される外部クロックのいずれかを選択できます。外部クロックを使用する場合は、SCK 端子にビットレートの 16 倍の周波数のクロックを入力してください。

内部クロックで動作させるときは SCK 端子からクロックを出力することができます。このとき出力されるクロックの周波数はビットレートと等しく、送信時の位相は図 14.4 に示すように送信データの中央でクロックが立ち上がります。

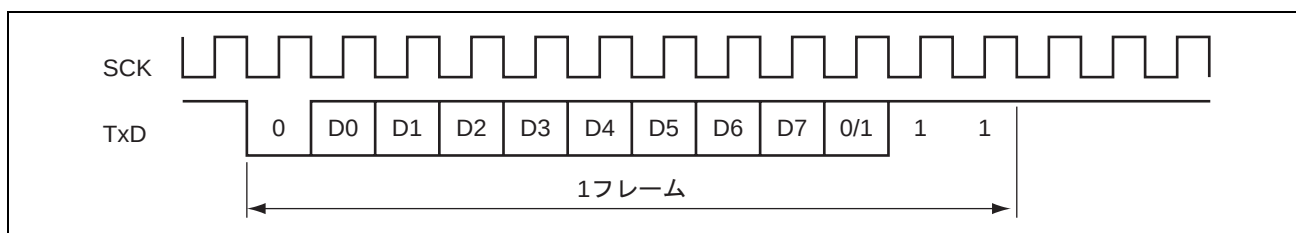


図 14.4 出力クロックと送信データの位相関係（調歩同期式モード）

14.4.4 SCI の初期化 (調歩同期式)

データの送受信前に、SCR の TE、RE ビットをクリアした後、図 14.5 のフローチャートの例に従って初期化してください。動作モードの変更、通信フォーマットの変更などの場合も必ず、TE ビットおよび RE ビットを 0 にクリアしてから変更を行ってください。TE を 0 にクリアすると、SSR の TDRE は 1 にセットされますが、RE を 0 にクリアしても、SSR の RDRF、PER、FER、ORER の各フラグ、および RDR は初期化されませんので注意してください。調歩同期式モードで外部クロックを使用する場合は、初期化の期間も含めてクロックを供給してください。

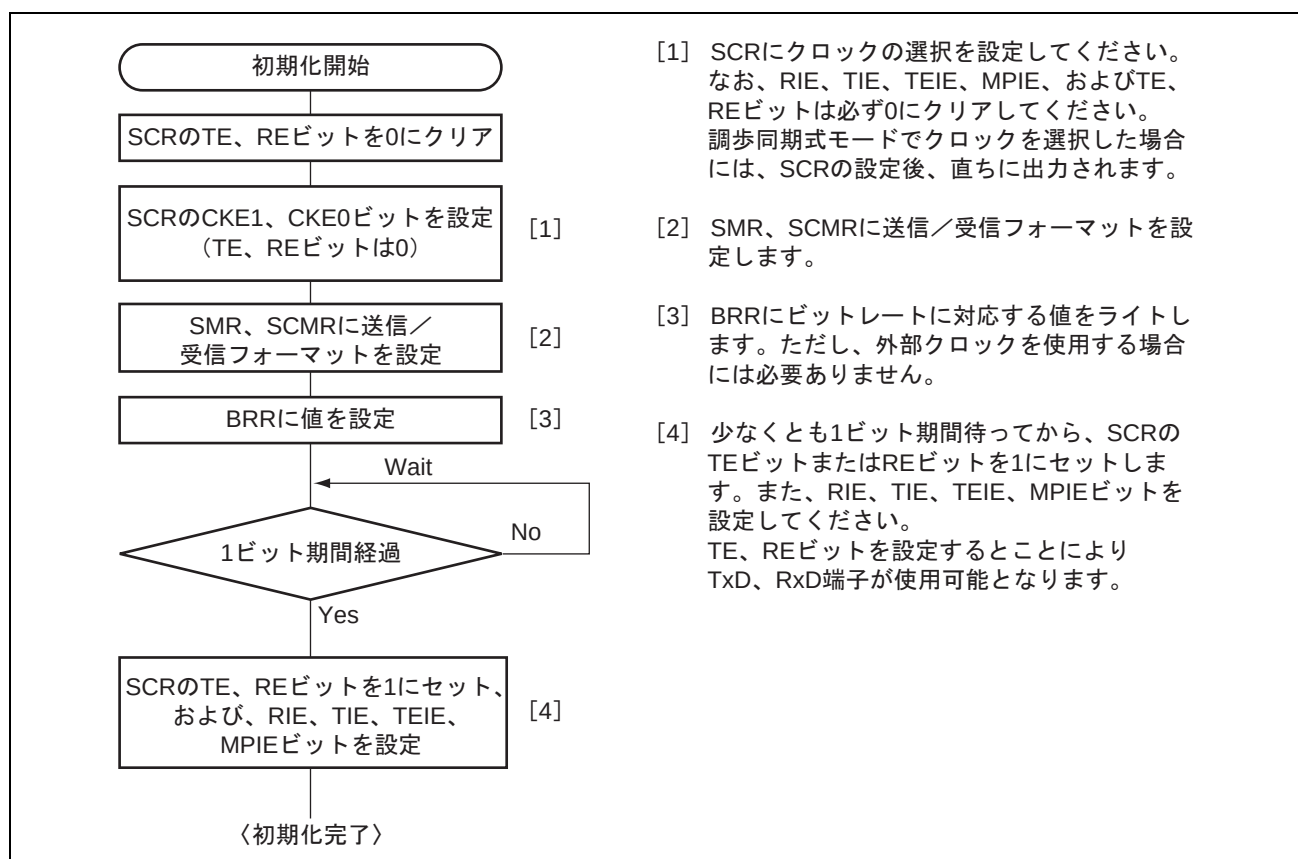


図 14.5 SCI の初期化フローチャートの例

14.4.5 シリアルデータ送信（調歩同期式）

図 14.6 に調歩同期式モードの送信時の動作例を示します。データ送信時 SCI は以下のように動作します。

1. SCIはSSRのTDREを監視し、クリアされるとTDRにデータが書き込まれたと認識してTDRからTSRにデータを転送します。
2. TDRからTSRにデータを転送すると、TDREを1にセットして送信を開始します。このとき、SCRのTIEが1にセットされているとTXI割り込み要求を発生します。このTXI割り込みルーチンで、前に転送したデータの送信が終了するまでにTDRに次の送信データを書き込むことで連続送信が可能です。
3. TxD端子からスタートビット、送信データ、パリティビットまたはマルチプロセッサビット（フォーマットによってはない場合もあります）、ストップビットの順に送り出します。
4. ストップビットを送り出すタイミングでTDREをチェックします。
5. TDREが0であると次の送信データをTDRからTSRにデータを転送し、ストップビット送出後、次のフレームの送信を開始します。
6. TDREが1であるとSSRのTENDを1をセットし、ストップビット送出後、1を出力してマーク状態になります。このときSCRのTEIEが1にセットされているとTEI割り込み要求を発生します。

図 14.7 にデータ送信のフローチャートの例を示します。

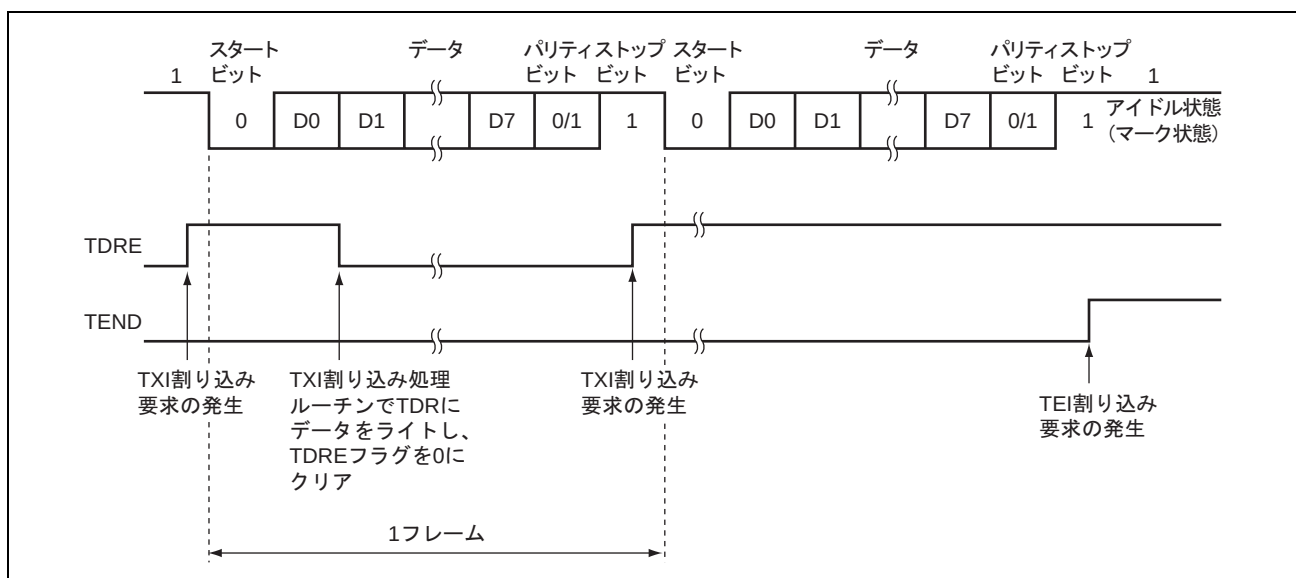


図 14.6 調歩同期式モードの送信時の動作例（8ビットデータ／パリティあり／1ストップビットの例）

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

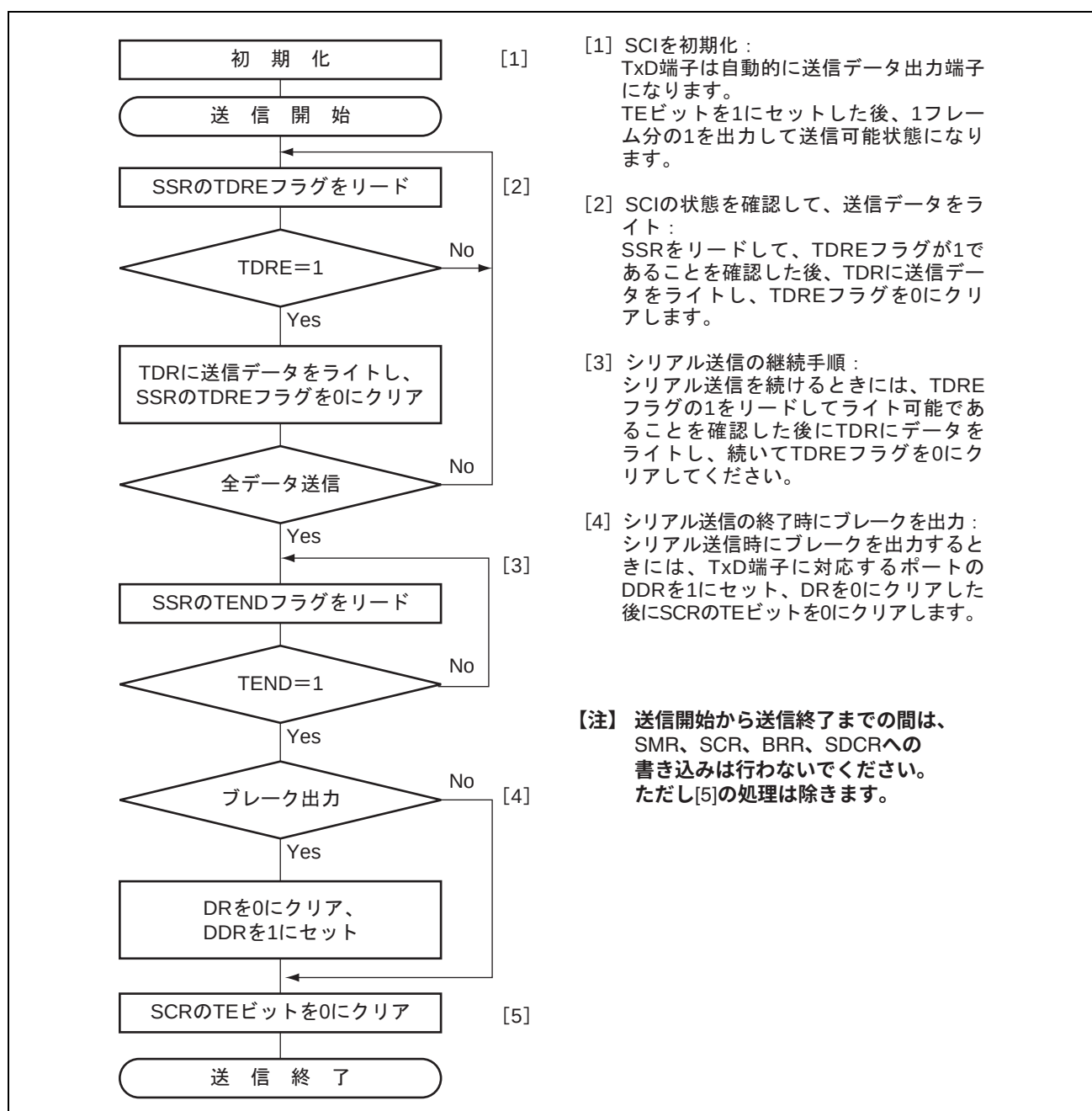


図 14.7 シリアル送信のフローチャートの例

14.4.6 シリアルデータ受信 (調歩同期式)

図 14.8 に調歩同期式モードの受信時の動作例を示します。データ受信時 SCI は以下のように動作します。

1. 通信回線を監視し、スタートビットを検出すると内部を同期化して受信データをRSRに取り込み、パリティビットとストップビットをチェックします。
2. オーバランエラーが発生したとき (SSRのRDRFが1にセットされたまま次のデータを受信完了したとき) はSSRのORERをセットします。このときSCRのRIEが1にセットされているとERI割り込み要求を発生します。受信データはRDRに転送しません。RDRFは1にセットされた状態を保持します。
3. パリティエラーを検出した場合はSSRのPERをセットし、受信データをRDRに転送します。このときSCRのRIEが1にセットされているとERI割り込み要求を発生します。
4. フレーミングエラー (ストップビットが0のとき) を検出した場合はSSRのFERをセットし、受信データをRDRに転送します。このときSCRのRIEが1にセットされているとERI割り込み要求を発生します。
5. 正常に受信したときはSSRのRDRFをセットし、受信データをRDRに転送します。このときSCRのRIEが1にセットされているとRXI割り込み要求を発生します。このRXI割り込み処理ルーチンでRDRに転送された受信データを次のデータ受信完了までにリードすることで連続受信が可能です。

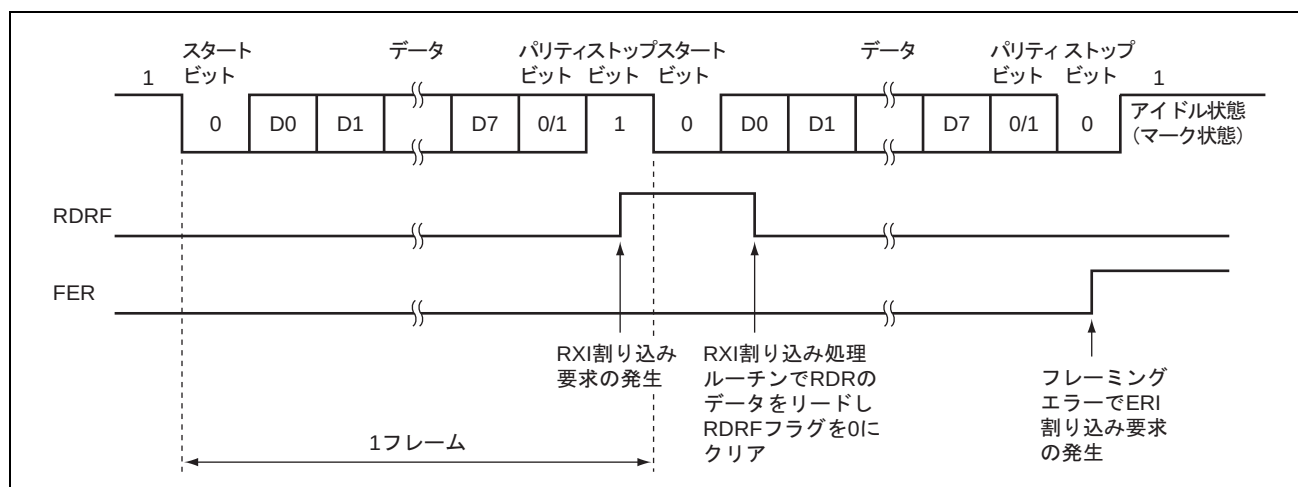


図 14.8 SCI の受信時の動作例 (8 ビットデータ / パリティあり / 1 ストップビットの例)

受信エラーを検出した場合の SSR の各ステータスフラグの状態と受信データの処理を表 14.11 に示します。受信エラーを検出すると、RDRF はデータを受信する前の状態を保ちます。受信エラーフラグがセットされた状態では以後の受信動作ができません。したがって、受信を継続する前に必ず ORER、FER、PER、および RDRF を 0 にクリアしてください。図 14.9 にデータ受信のためのフローチャートの例を示します。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 14.11 SSR のステータスフラグの状態と受信データの処理

SSR のステータスフラグ				受信データ	受信エラーの状態
RDRF*	ORER	FER	PER		
1	1	0	0	消失	オーバランエラー
0	0	1	0	RDR へ転送	フレーミングエラー
0	0	0	1	RDR へ転送	パリティエラー
1	1	1	0	消失	オーバランエラー+フレーミングエラー
1	1	0	1	消失	オーバランエラー+パリティエラー
0	0	1	1	RDR へ転送	フレーミングエラー+パリティエラー
1	1	1	1	消失	オーバランエラー+フレーミングエラー+パリティエラー

【注】 * RDRF は、データ受信前の状態を保持します。

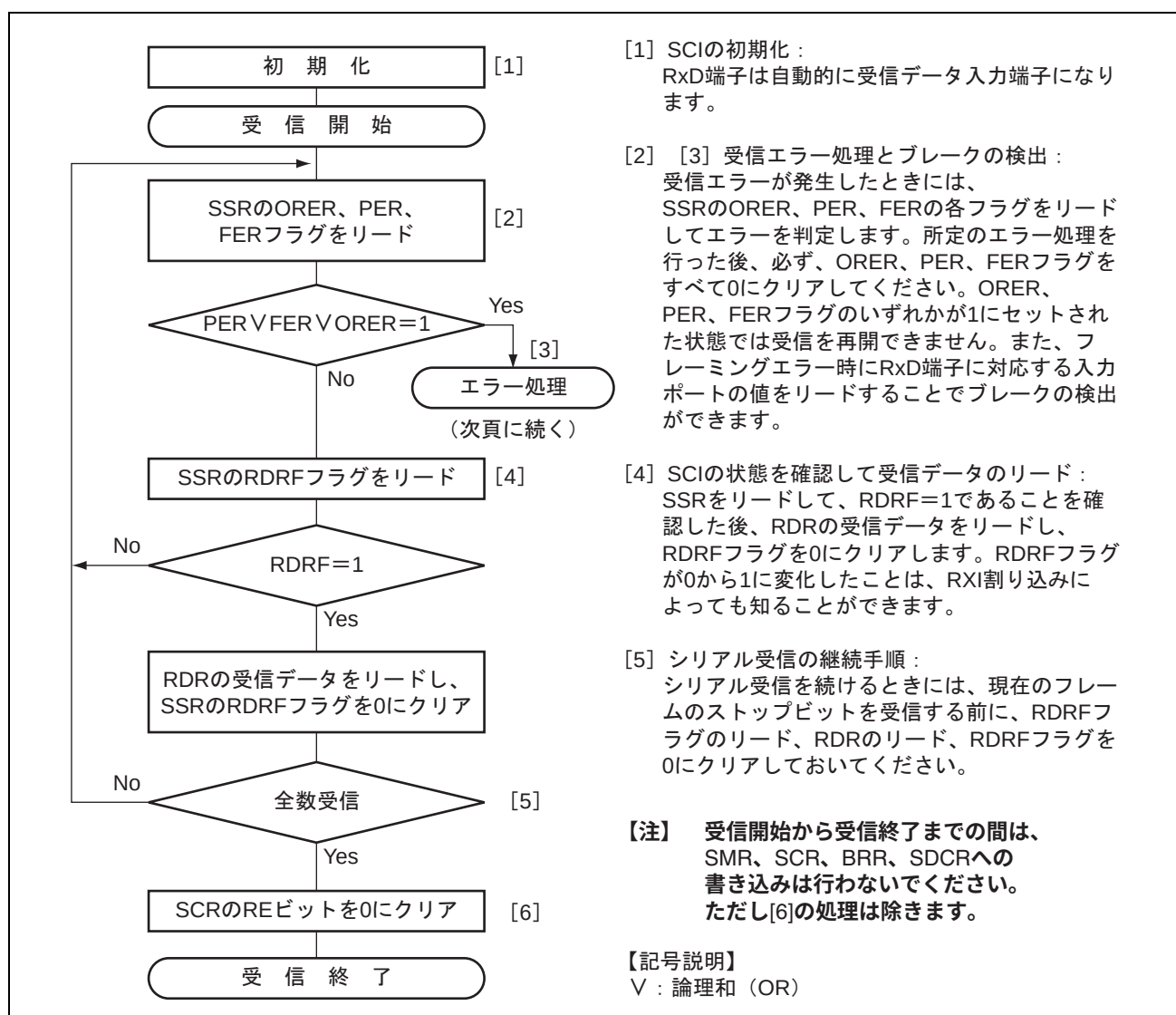


図 14.9 シリアル受信データフローチャートの例 (1)

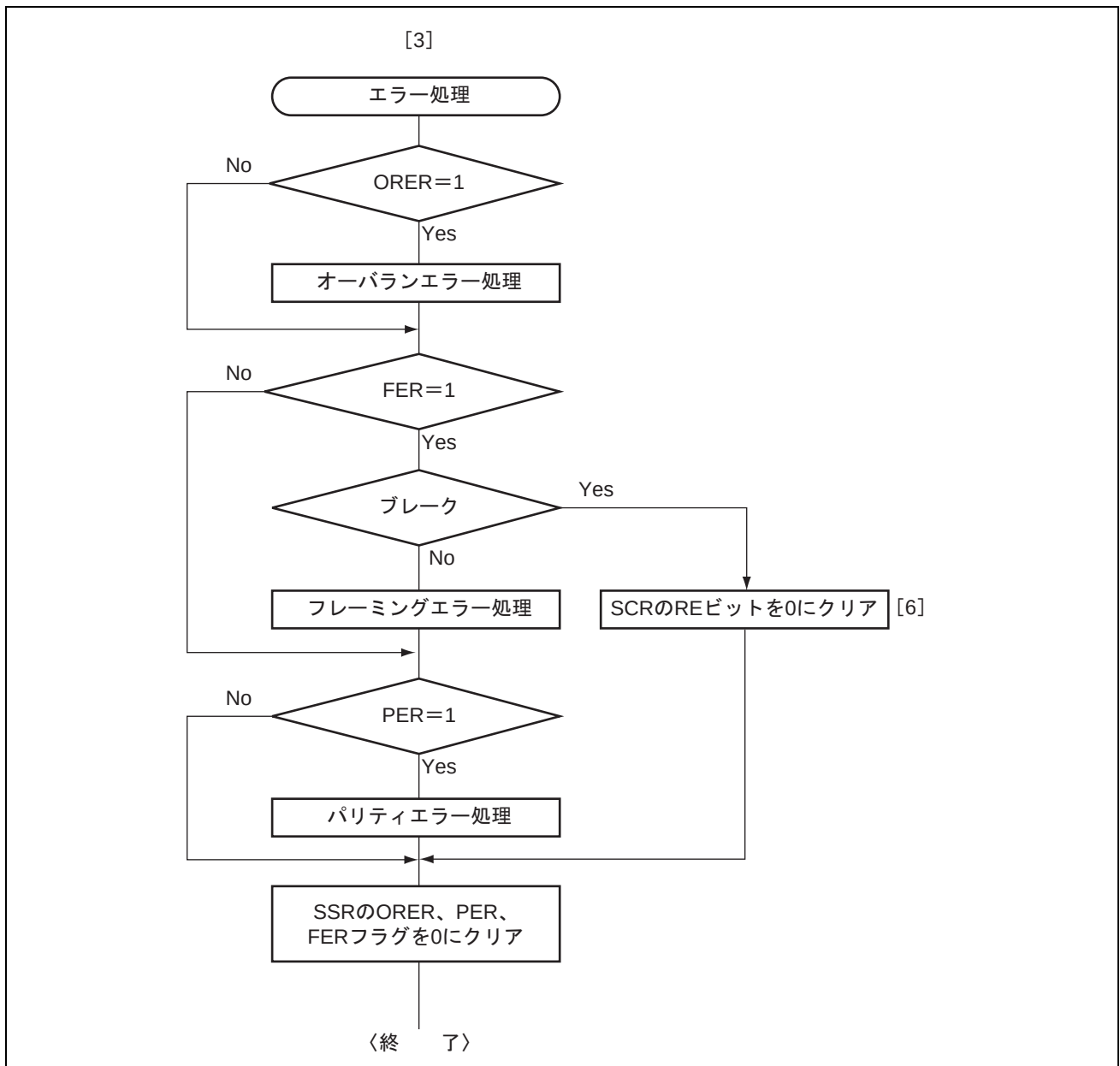


図 14.9 シリアル受信データフローチャートの例 (2)

14.5 マルチプロセッサ通信機能

マルチプロセッサ通信機能を使用すると、マルチプロセッサビットを付加した調歩同期式シリアル通信により複数のプロセッサ間で通信回線を共有してデータの送受信を行うことができます。マルチプロセッサ通信では受信局に各々固有の ID コードを割り付けます。シリアル通信サイクルは、受信局を指定する ID 送信サイクルと指定された受信局に対するデータ送信サイクルで構成されます。ID 送信サイクルとデータ送信サイクルの区別はマルチプロセッサビットで行います。マルチプロセッサビットが 1 のとき ID 送信サイクル、0 のときデータ送信サイクルとなります。図 14.10 にマルチプロセッサフォーマットを使用したプロセッサ間通信の例を示します。送信局は、まず受信局の ID コードにマルチプロセッサビット 1 を付加した通信データを送信します。続いて、送信データにマルチプロセッサビット 0 を付加した通信データを送信します。受信局は、マルチプロセッサビットが 1 の通信データを受信すると自局の ID と比較し、一致した場合は続いて送信される通信データを受信します。一致しなかった場合は再びマルチプロセッサビットが 1 の通信データを受信するまで通信データを読みとばします。

SCI はこの機能をサポートするため、SCR に MPBIE ビットが設けてあります。MPBIE を 1 にセットすると、マルチプロセッサビットが 1 のデータを受け取るまで RSR から RDR への受信データの転送、および受信エラーの検出と SSR の RDRF、FER、ORER の各ステータスフラグのセットを禁止します。マルチプロセッサビットが 1 の受信キャラクタを受け取ると、SSR の MPB が 1 にセットされるとともに MPBIE が自動的にクリアされて通常の受信動作に戻ります。このとき SCR の RIE がセットされていると RXI 割り込みを発生します。

マルチプロセッサフォーマットを指定した場合は、パリティビットの指定は無効です。それ以外は通常の調歩同期式モードと変わりません。マルチプロセッサ通信を行うときのクロックも通常の調歩同期式モードと同一です。

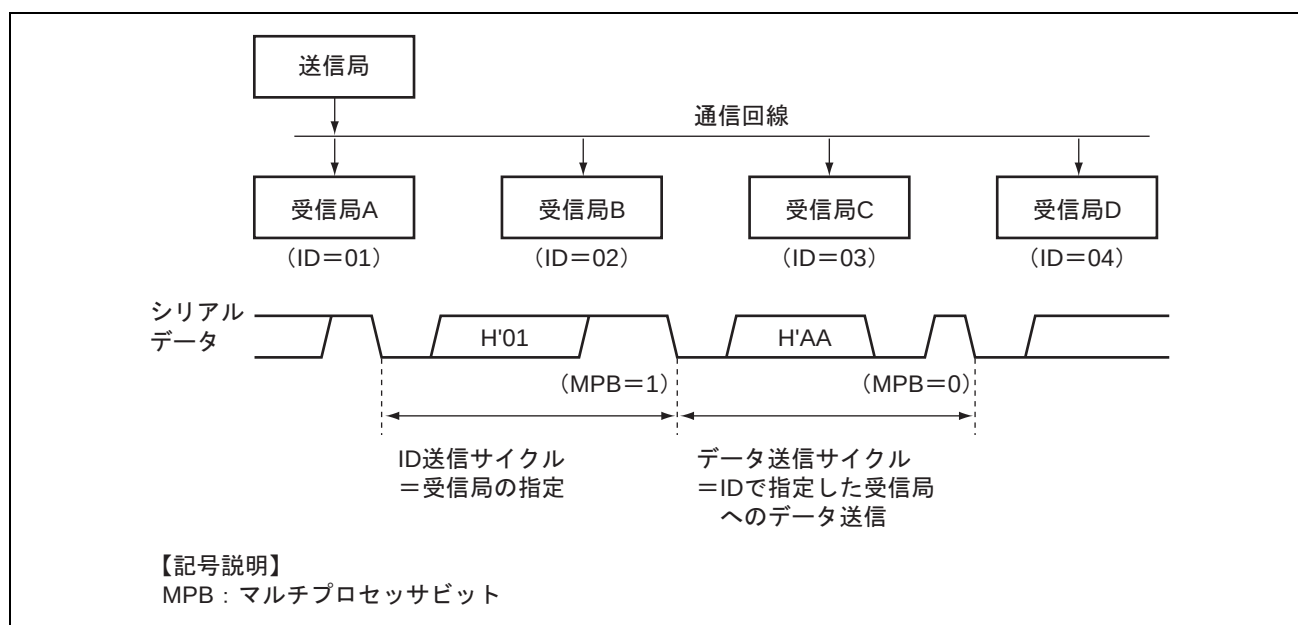


図 14.10 マルチプロセッサフォーマットを使用した通信例 (受信局 A へのデータ H'AA の送信の例)

14.5.1 マルチプロセッサシリアルデータ送信

図 14.11 にマルチプロセッサデータ処理のフローチャートの例を示します。ID 送信サイクルでは SSR の MPBT を 1 にセットして送信してください。データ送信サイクルでは SSR の MPBT を 0 にクリアして送信してください。その他の動作は調歩同期式モードの動作と同じです。

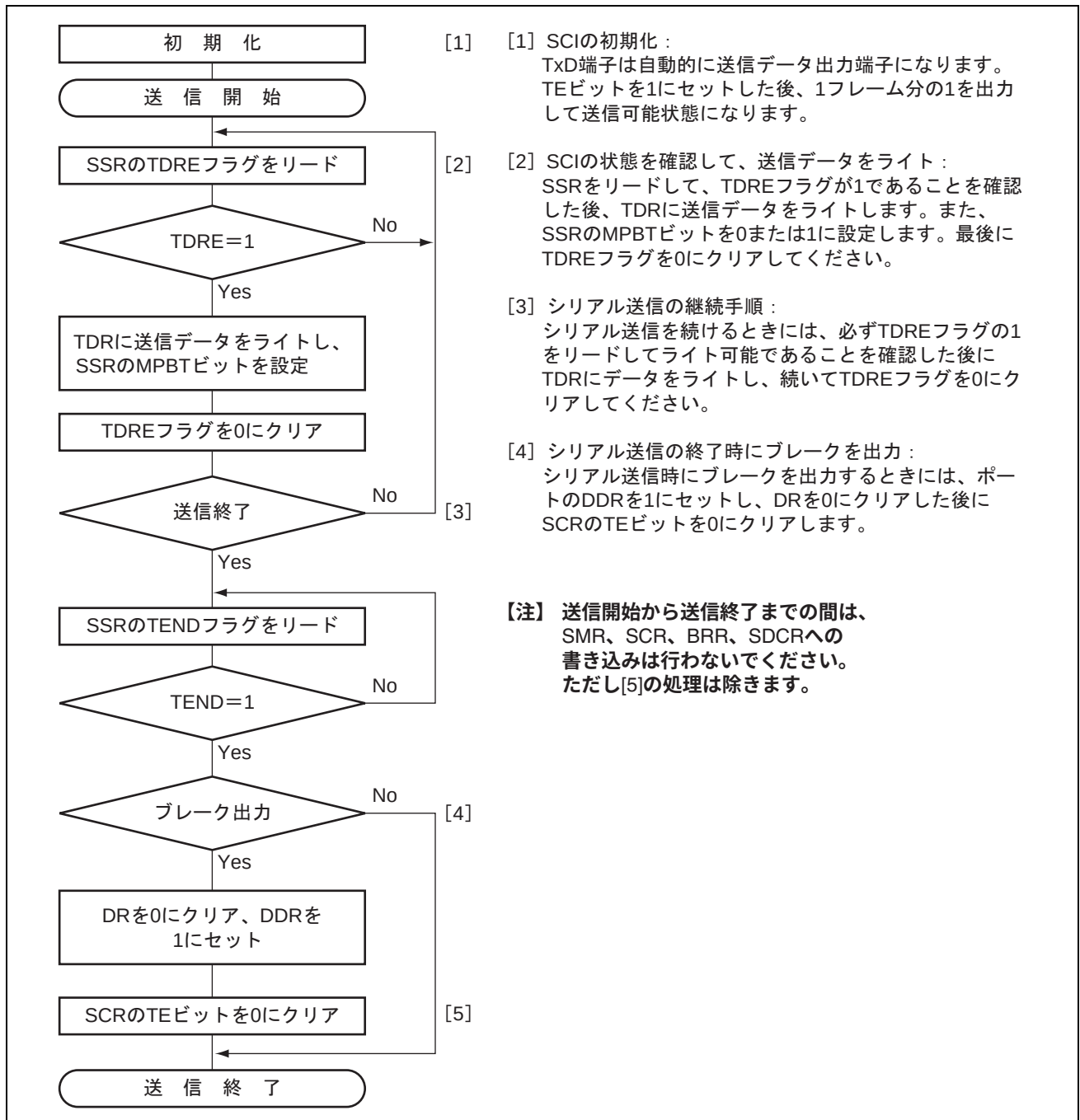


図 14.11 マルチプロセッサシリアル送信のフローチャートの例

14.5.2 マルチプロセッサシリアルデータ受信

図 14.13 にマルチプロセッサデータ受信のフローチャートの例を示します。SCR の MPIE を 1 にセットするとマルチプロセッサビットが 1 の通信データを受信するまで通信データを読みとばします。マルチプロセッサビットが 1 の通信データを受信すると受信データを RDR に転送します。このとき RXI 割り込み要求が発生します。その他の動作は調歩同期式モードの動作と同じです。図 14.12 に受信時の動作例を示します。

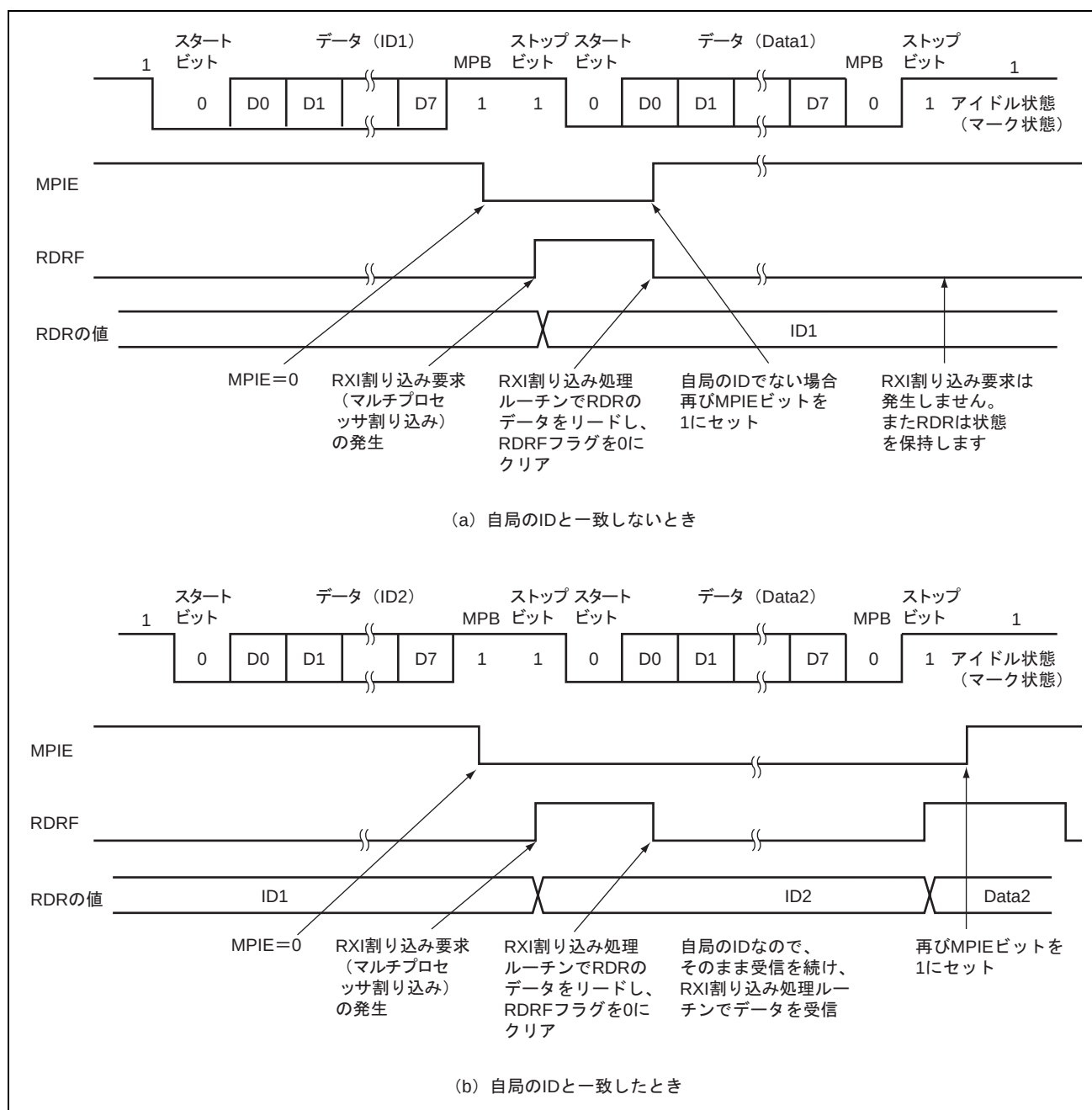


図 14.12 SCI の受信時の動作例 (8 ビットデータ/マルチプロセッサビットあり/1 ストップビットの例)

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

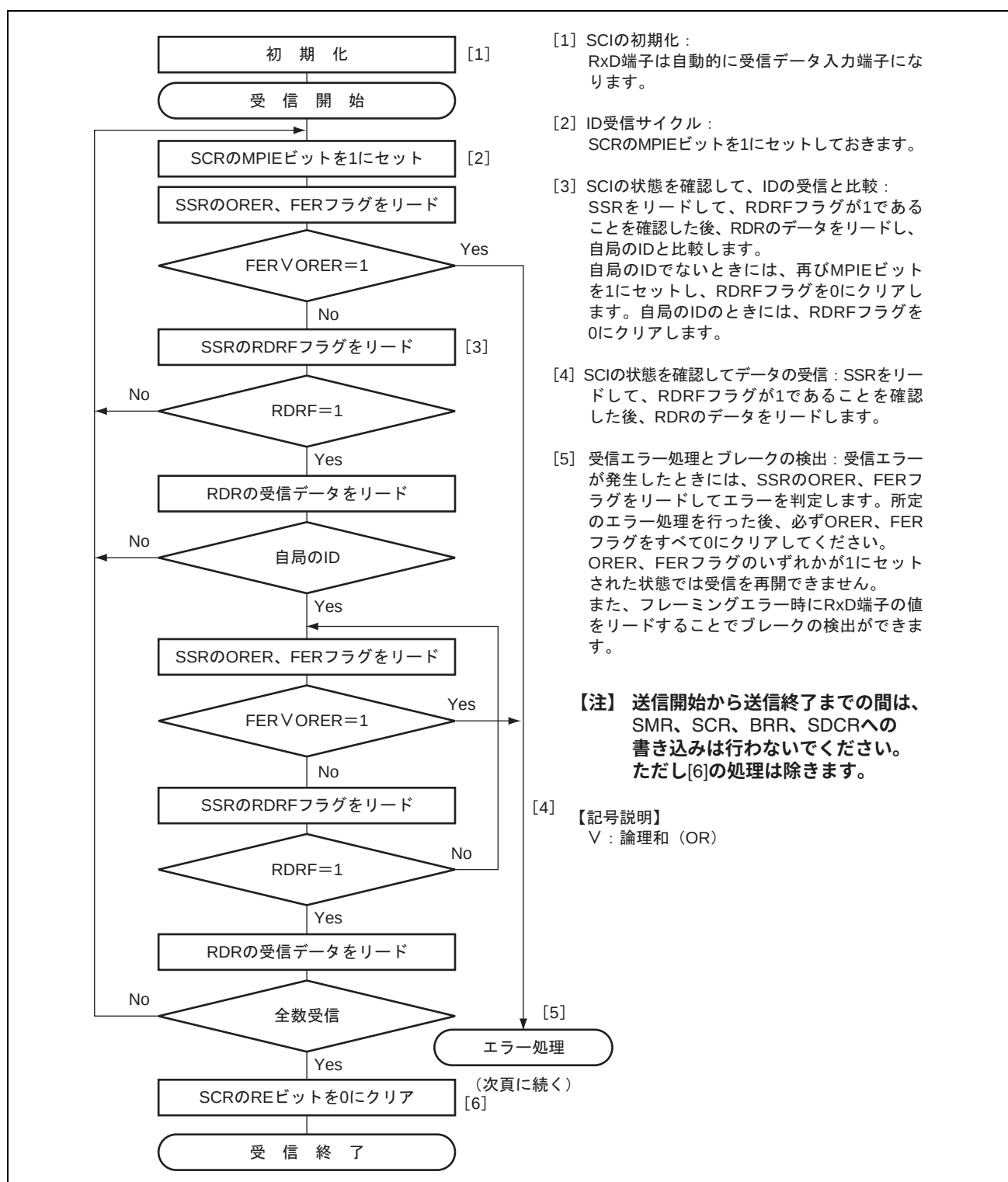


図 14.13 マルチプロセッサシリアル受信のフローチャートの例 (1)

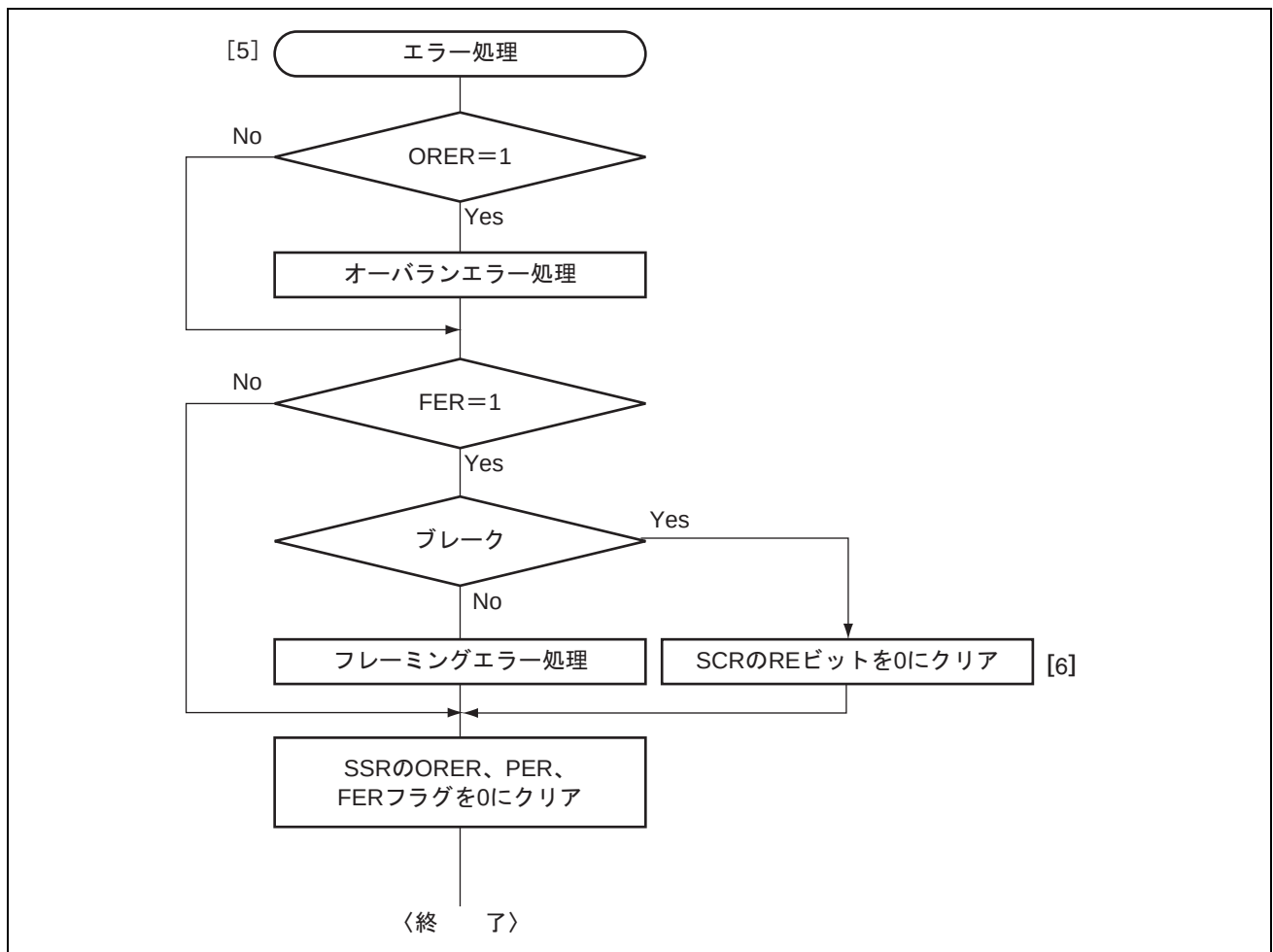


図 14.13 マルチプロセッサシリアル受信のフローチャートの例 (2)

14.6.2 SCI の初期化 (クロック同期式)

データの送受信前に、SCR の TE、RE ビットをクリアした後、**図 14.15** のフローチャートの例に従って初期化してください。動作モードの変更、通信フォーマットの変更などの場合も必ず、TE ビットおよび RE ビットを 0 にクリアしてから変更を行ってください。TE を 0 にクリアすると、SSR の TDRE は 1 にセットされますが、RE を 0 にクリアしても、SSR の RDRF、PER、FER、ORER の各フラグ、および RDR は初期化されませんので注意してください。

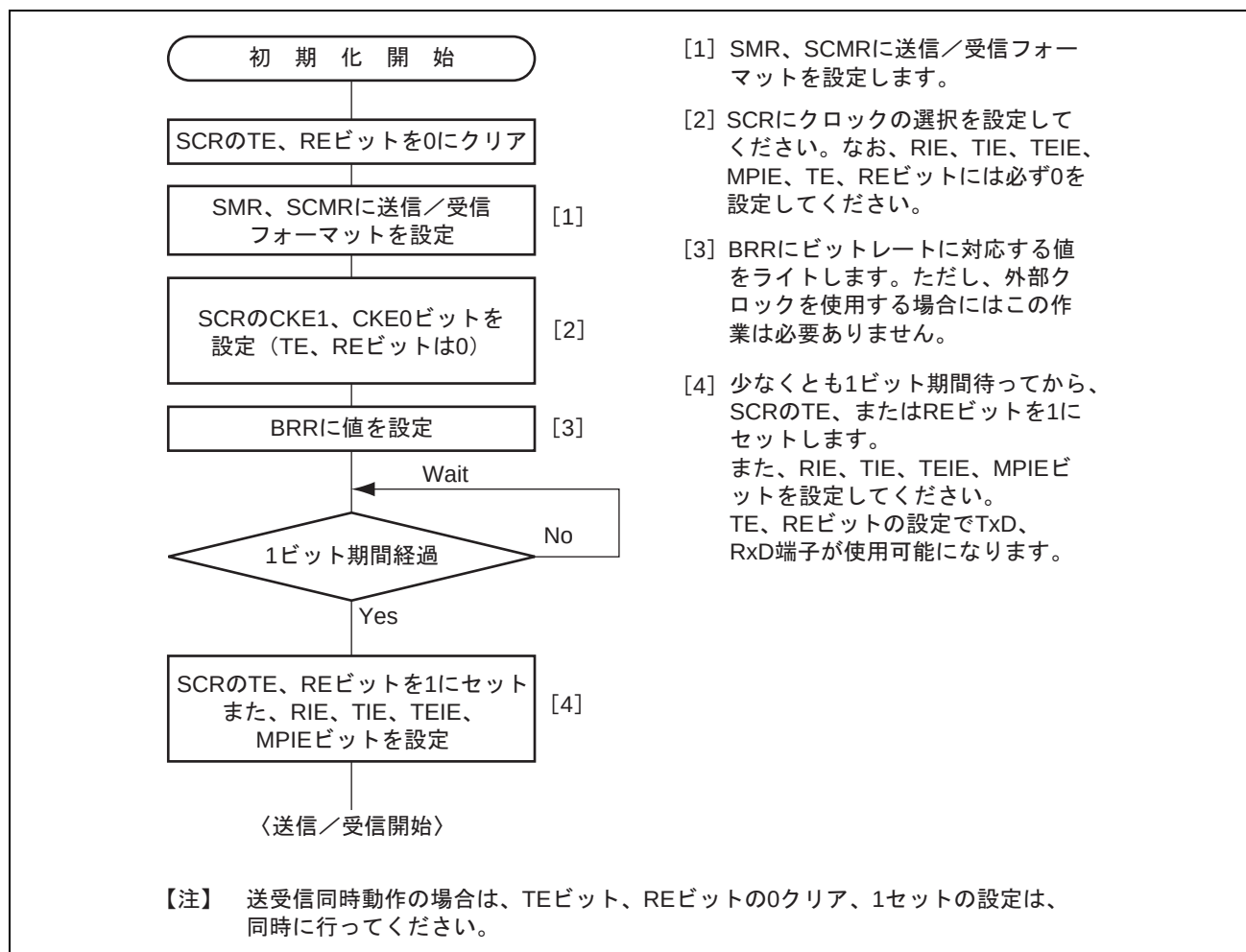


図 14.15 SCI の初期化フローチャートの例

14.6.3 シリアルデータ送信（クロック同期式）

図 14.16 にクロック同期式モードの送信時の動作例を示します。データ送信時 SCI は以下のように動作します。

1. SCIはSSRのTDREを監視し、クリアされるとTDRにデータが書き込まれたと認識してTDRからTSRにデータを転送します。
2. TDRからTSRにデータを転送すると、TDREを1にセットして送信を開始します。このとき、SCRのTIEが1にセットされているとTXI割り込み要求を発生します。このTXI割り込みルーチンで、前に転送したデータの送信が終了するまでにTDRに次の送信データを書き込むことで連続送信が可能です。
3. クロック出力モードに設定したときには出力クロックに同期して、外部クロックに設定したときには入力クロックに同期して、TxD端子から8ビットのデータを出力します。
4. 最終ビットを送り出すタイミングでTDREをチェックします。
5. TDREが0であると次の送信データをTDRからTSRにデータを転送し、次のフレームの送信を開始します。
6. TDREが1であるとSSRのTENDに1をセットし、最終ビット出力状態を保持します。このときSCRのTEIEが1にセットされているとTEI割り込み要求を発生します。SCK端子はHighレベルに固定されます。

図 14.17 にデータ送信のフローチャートの例を示します。受信エラーフラグ（ORER、FER、PER）が1にセットされた状態ではTDREをクリアしても送信を開始しません。送信開始の前に、必ず受信エラーフラグを0にクリアしておいてください。また、受信エラーフラグはREビットをクリアしただけではクリアされませんので注意してください。

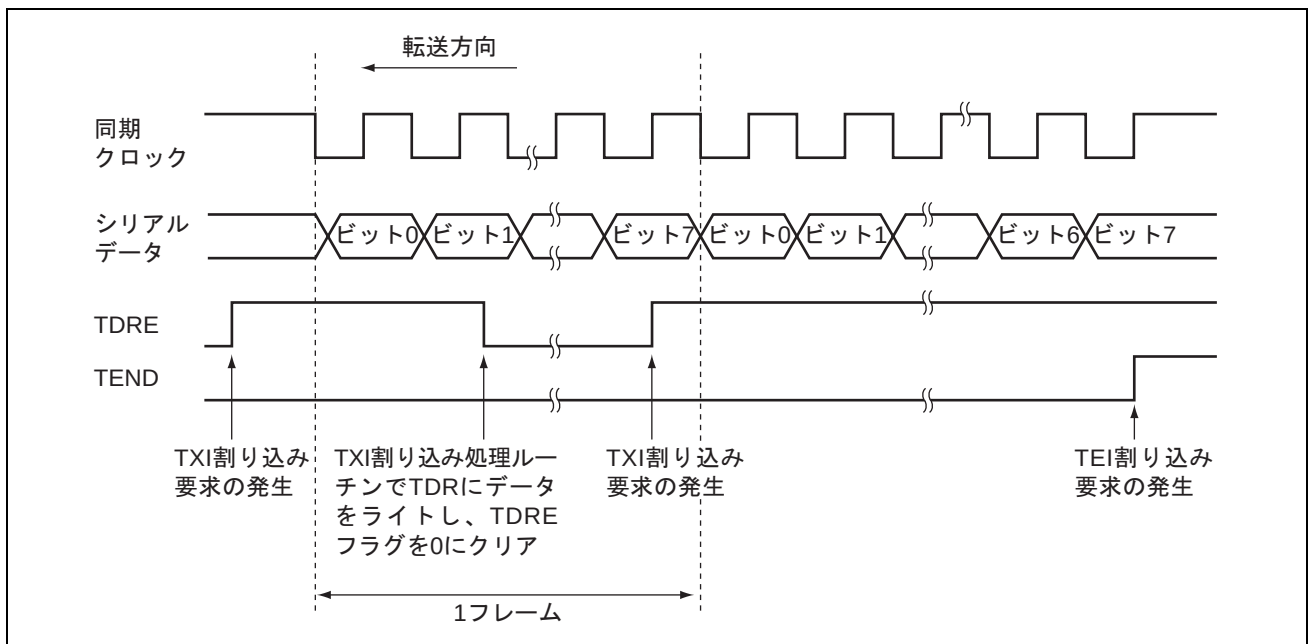


図 14.16 クロック同期式モードの送信時の動作例

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

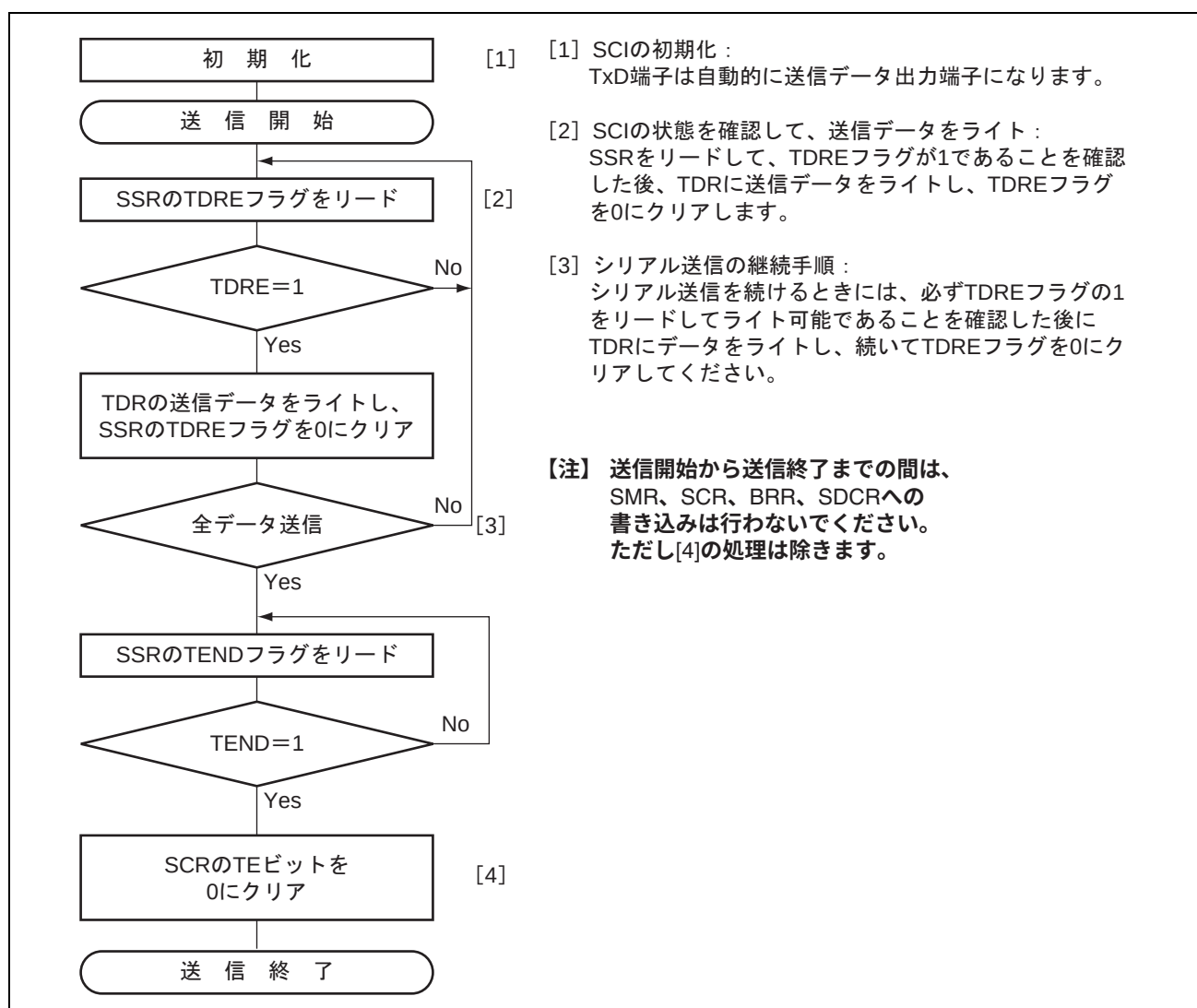


図 14.17 シリアル送信のフローチャートの例

14.6.4 シリアルデータ受信 (クロック同期式)

図 14.18 にクロック同期式モードの受信時の動作例を示します。データ受信時 SCI は以下のように動作します。

1. SCIは同期クロックの入力または、出力に同期して内部を初期化して受信を開始し、受信データをRSRに取り込みます。
2. オーバランエラーが発生したとき (SSRのRDRFが1にセットされたまま次のデータを受信完了したとき) はSSRのORERをセットします。このときSCRのRIEが1にセットされているとERI割り込み要求が発生します。受信データはRDRに転送しません。RDRFは1にセットされた状態を保持します。
3. 正常に受信したときはSSRのRDRFをセットし、受信データをRDRに転送します。このときSCRのRIEが1にセットされているとRXI割り込み要求が発生します。このRXI割り込み処理ルーチンでRDRに転送された受信データを次のデータ受信完了までにリードすることで連続受信が可能です。

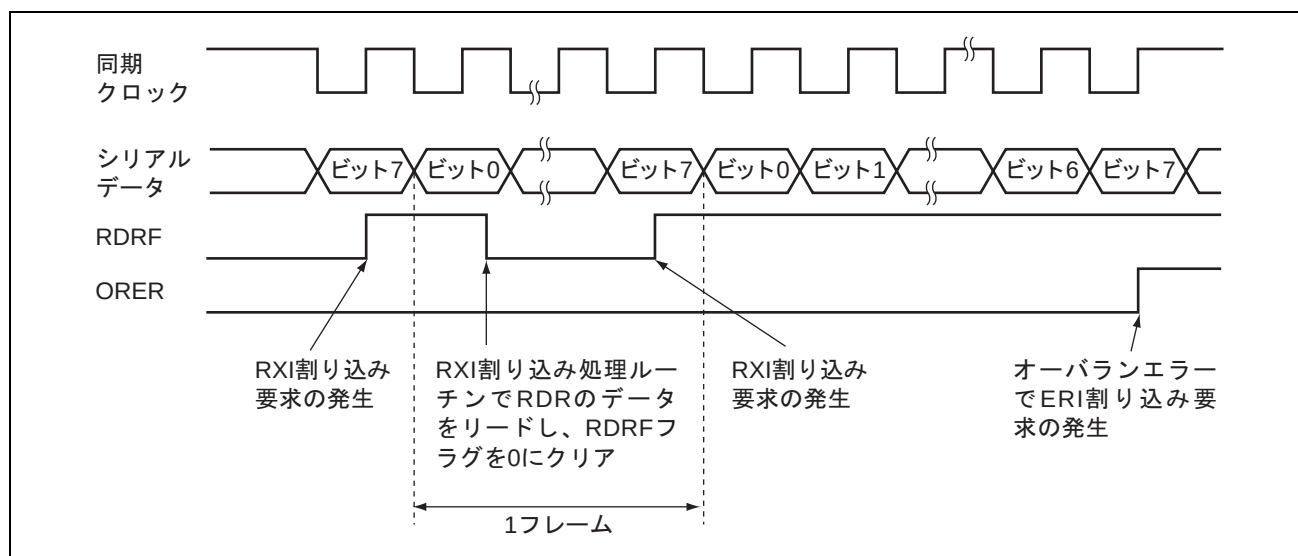
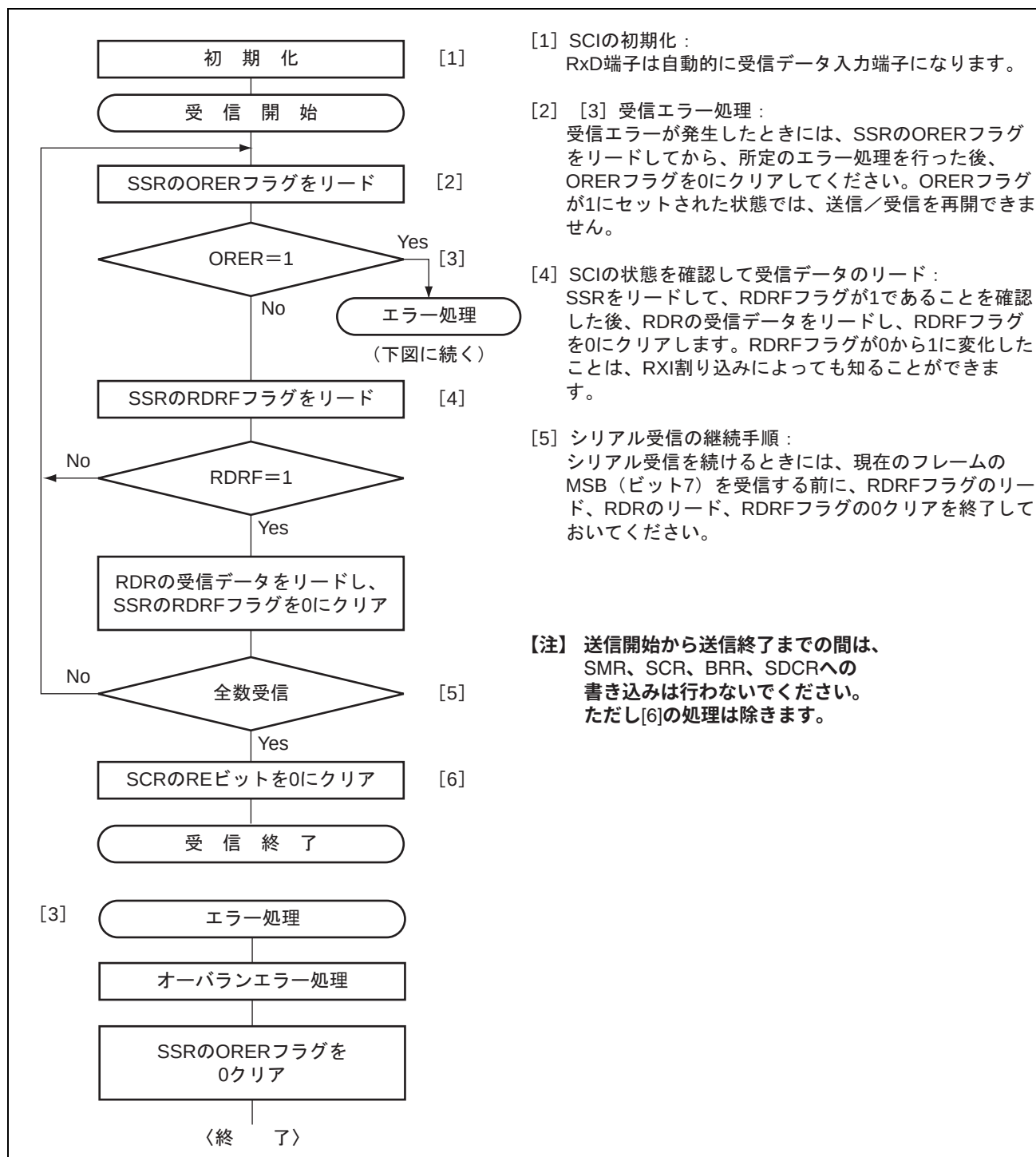


図 14.18 SCI の受信時の動作例

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

受信エラーフラグがセットされた状態では以後の受信動作ができません。したがって、受信を継続する前に必ず ORER、FER、PER、および RDRF を 0 にクリアしてください。図 14.19 にデータ受信のためのフローチャートの例を示します。



14.6.5 シリアルデータ送受信同時動作 (クロック同期式)

図 14.20 にデータ送受信同時動作のフローチャートの例を示します。データ送受信同時動作は SCI の初期化後、以下の手順に従って行ってください。送信から同時送受信へ切り替えるときには、SCI が送信終了状態であること、SSR の TDRE および TEND が 1 にセットされていることを確認した後、SCR の TE ビットを 0 にクリアしてから TE および RE ビットを 1 命令で同時に 1 にセットしてください。受信から同時送受信へ切り替えるときには、SCI が受信完了状態であることを確認し、RE ビットを 0 にクリアしてから SSR の RDRF およびエラーフラグ (ORER、FER、PER) が 0 にクリアされていることを確認した後、TE および RE ビットを 1 命令で同時に 1 にセットしてください。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

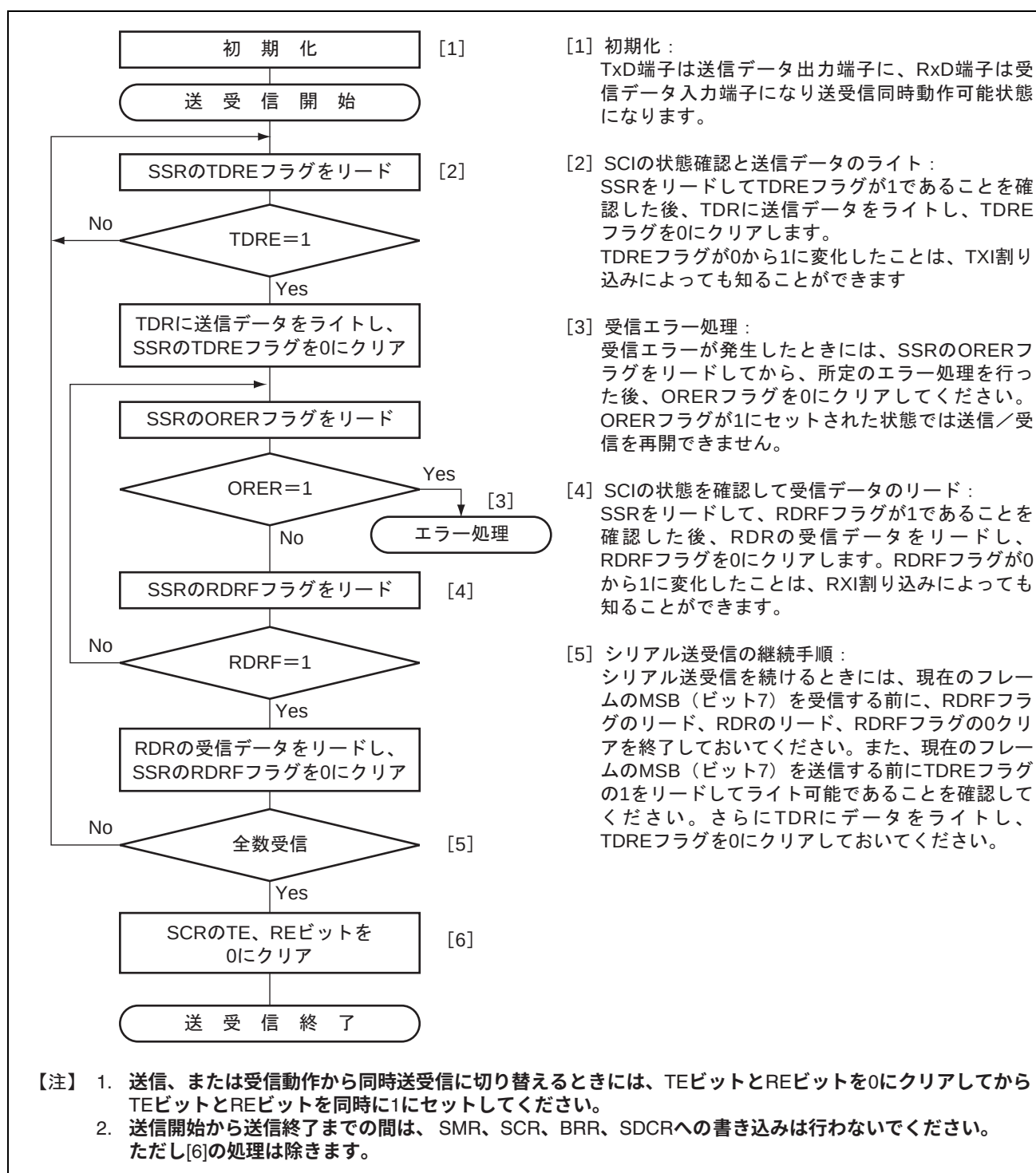


図 14.20 シリアル送受信同時動作のフローチャートの例

14.7 スマートカードインタフェースの動作説明

SCI はシリアルコミュニケーションインタフェースの拡張機能として、ISO/IEC 7816-3 (Identification Card) に準拠した IC カード (スマートカード) とのインタフェースをサポートしています。スマートカードインタフェースモードへの切り替えはレジスタにより行います。

14.7.1 接続例

図 14.21 にスマートカードとの接続例を示します。IC カードとは 1 本のデータ伝送線で送受信が行われるので、TxD 端子と RxD 端子とを結線し、データ伝送線は抵抗で電源 V_{CC} 側にプルアップしてください。IC カードを接続しない状態で SCR の RE、TE ビットをそれぞれ 1 に設定すると、閉じた送信／受信が可能となり自己診断をすることができます。SCI で生成するクロックを IC カードに供給する場合は、SCK 端子出力を IC カードの CLK 端子に入力してください。リセット信号の出力には本 LSI の出力ポートを使用できます。

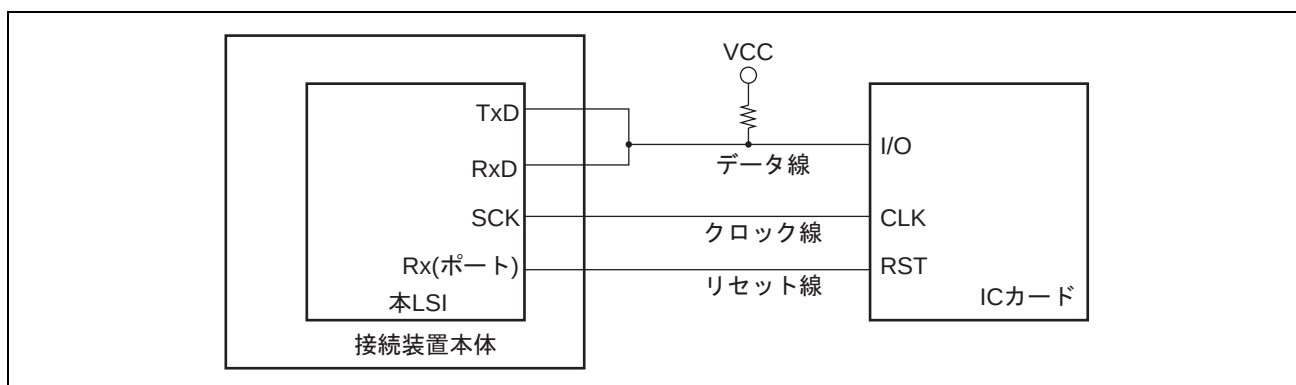


図 14.21 スマートカードインタフェース端子接続概要

14.7.2 データフォーマット（ブロック転送モード時を除く）

図 14.22 にスマートカードインタフェースモードでの送受信フォーマットを示します。

- 調歩同期式で、1フレームは8ビットデータとパリティビットで構成されます。
- 送信時は、パリティビットの終了から次のフレーム開始まで2etu（Elementary Time Unit：1ビットの転送期間）以上のガードタイムをおきます。
- 受信時はパリティエラーを検出した場合、スタートビットから10.5etu経過後、エラーシグナルLowを1etu期間出力します。
- 送信時はエラーシグナルをサンプリングすると、2etu以上経過後、自動的に同じデータを再送信します。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

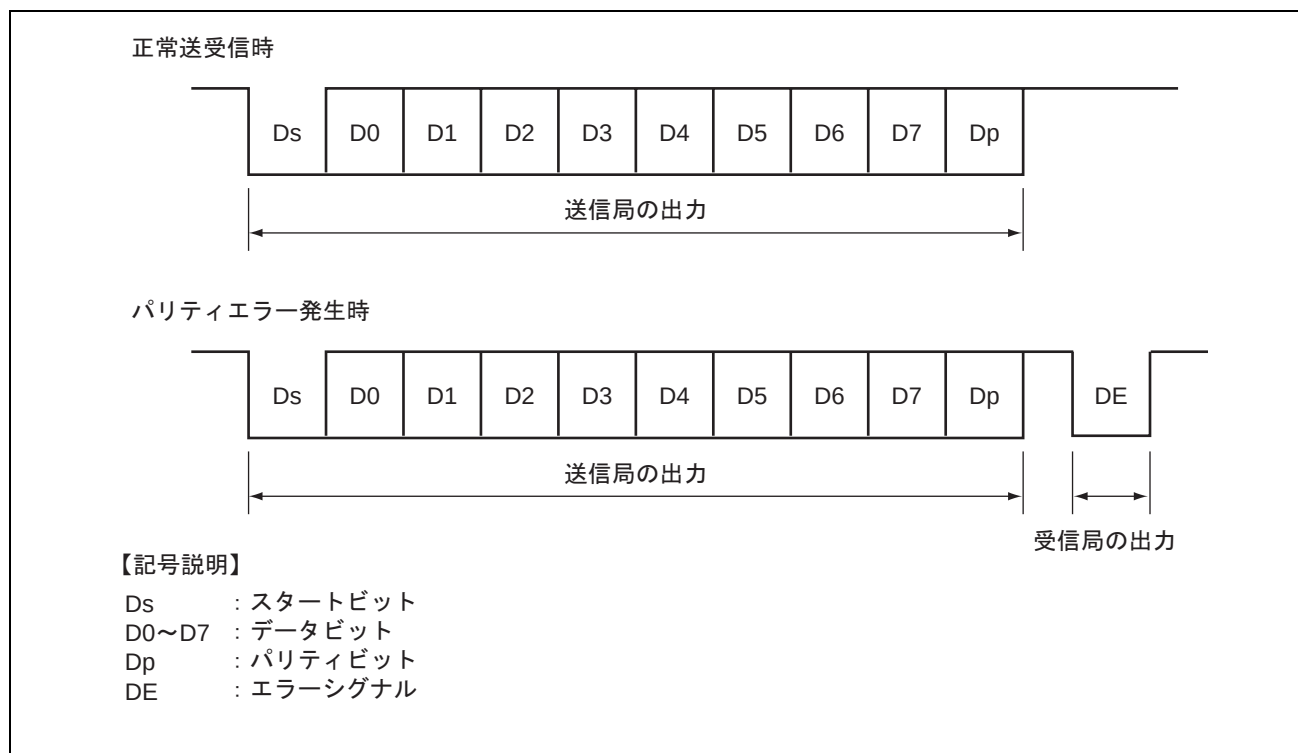


図 14.22 通常のスマートカードインタフェースのデータフォーマット

ダイレクトコンベンションタイプとインバースコンベンションタイプの2種類のICカードとの送受信は次のように行ってください。

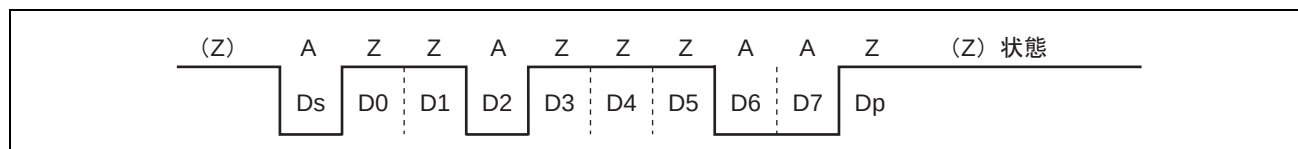


図 14.23 ダイレクトコンベンション (SDIR=SINV=O/E=0)

ダイレクトコンベンションタイプは上記開始キャラクタの例のように、論理 1 レベルを状態 Z に、論理 0 レベルを状態 A に対応付け、LSB ファーストで送受信します。上記の開始キャラクタではデータは H'3B となります。ダイレクトコンベンションタイプでは SCMR の SDIR ビット、SINV ビットをともに 0 にセットしてください。また、スマートカードの規程により偶数パリティとなるよう SMR の O/E ビットには 0 をセットしてください。

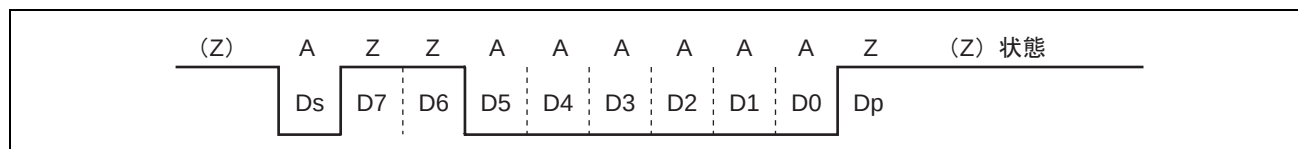


図 14.24 インバースコンベンション (SDIR=SINV=O/E=1)

インバースコンベンションタイプは、論理 1 レベルを状態 A に、論理 0 レベルを状態 Z に対応付け、MSB ファーストで送受信します。上記の開始キャラクタではデータは H'3F となります。インバースコンベンションタイプでは SCMR の SDIR ビット、SINV ビットをともに 1 にセットしてください。パリティビットはスマートカードの規程により偶数パリティで論理 0 となり、状態 Z が対応します。本 LSI では、SINV ビットはデータビット D7～D0 のみ反転させます。このため、送受信とも SMR の O/E ビットに 1 を設定してパリティビットを反転させてください。

14.7.3 ブロック転送モード

ブロック転送モードは、通常のスマートカードインタフェースと比較して以下の点が異なります。

- 受信時はパリティチェックを行いますが、エラーを検出してもエラーシグナルは出力しません。SSR の PER はセットされますので、次のフレームのパリティビットを受信する前にクリアしてください。
- 送信時のパリティビットの終了から次のフレーム開始までのガードタイムは最小 1etu 以上です。
- 送信時は再送信を行わないため、SSR の TEND フラグは送信開始から 11.5etu 後にセットされます。
- ERS フラグは通常のスマートカードインタフェースと同じで、エラーシグナルのステータスを示しますが、エラーシグナルの送受信を行わないため常に 0 となります。

14.7.4 受信データサンプリングタイミングと受信マージン

スマートカードインタフェースで利用できる送受信クロックは内蔵ボーレートジェネレータの生成した内部クロックのみです。スマートカードインタフェースモードでは、SCI は BCP1、BCP0 の設定によりビットレートの 32 倍、64 倍、372 倍、256 倍（通常の調歩同期式モードでは 16 倍に固定されています）の周波数の基本クロックで動作します。受信時はスタートビットの立ち下がりの基本クロックでサンプリングして内部を同期化します。また、 14.25 に示すように受信データを基本クロックのそれぞれ 16、32、186、128 ケ目の立ち上がりエッジでサンプリングすることで、各ビットの中央でデータを取り込みます。このときの受信マージンは次の式で表すことができます。

$$M = \left| \left(0.5 - \frac{1}{2N} \right) - (L - 0.5) F - \frac{|D - 0.5|}{N} (1 + F) \right| \times 100 [\%] \quad \cdots \text{式 (1)}$$

M：受信マージン (%)

N：クロックに対するビットレートの比 (N=32、64、372、256)

D：クロックデューティ (D=0～1.0)

L：フレーム長 (L=10)

F：クロック周波数の偏差の絶対値

式 (1) で、F=0、D=0.5、N=372 とすると、受信マージンは次のようになります。

$$M = (0.5 - 1/2 \times 372) \times 100 [\%] = 49.866\%$$

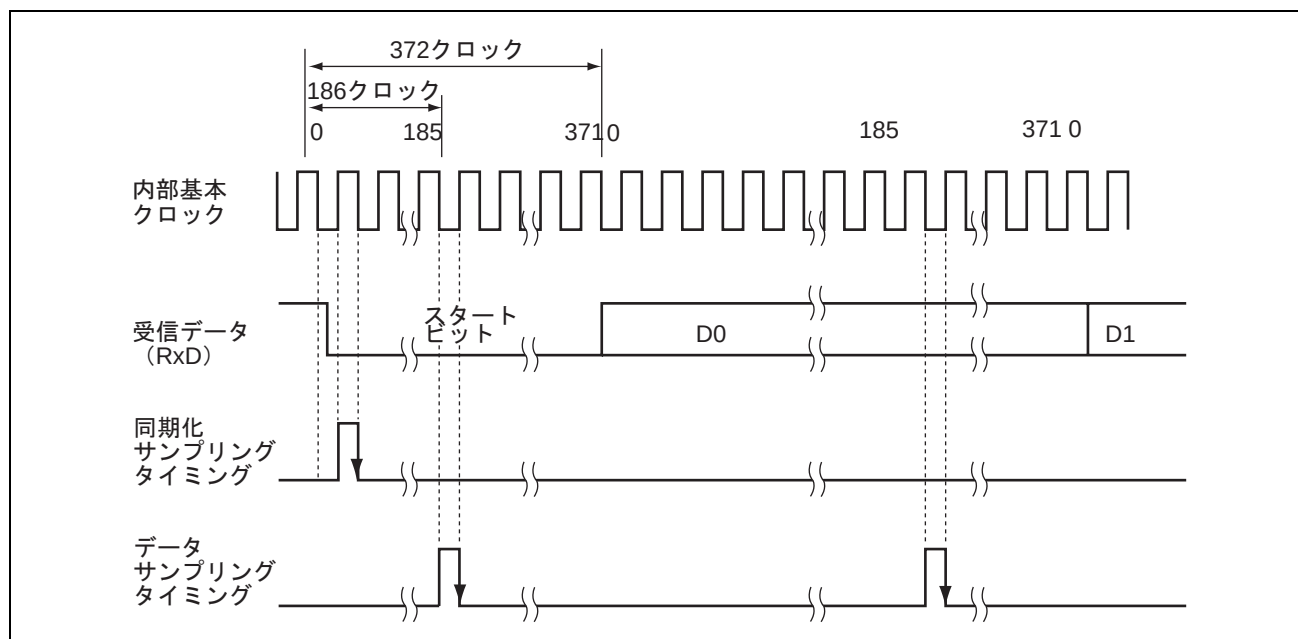


図 14.25 スマートカードインタフェースモード時の受信データサンプリングタイミング
(372 倍のクロック使用時)

14.7.5 初期設定

データの送受信の前に、以下の手順で SCI を初期化してください。送信モードから受信モードへの切り替え、受信モードから送信モードへの切り替えにおいても初期化が必要です。

1. SCRのTE、REビットを0にクリアします。
2. SSRのエラーフラグORER、ERS、PERを0にクリアしてください。
3. SMRのGM、BLK、O/E、BCP1、BCP0、CKS1、CKS0ビットを設定してください。このとき、PEビットは1に設定してください。
4. SCMRのSMIF、SDIR、SINVビットを設定してください。
SMIFビットを1にセットすると、TxD端子およびRxD端子はともにポートからSCIの端子に切り替わり、ハイインピーダンス状態となります。
5. ビットレートに対応する値をBRRに設定します。
6. SCRのCKE1、CKE0ビットを設定してください。このとき、TIE、RIE、TE、RE、MPIE、TEIEビットは、0に設定してください。CKE0ビットを1にセットした場合は、SCK端子からクロックを出力します。
7. 少なくとも、1ビット期間待ってから、SCRのTIE、RIE、TE、REビットを設定してください。自己診断以外はTEビットとREビットを同時にセットしないでください。

受信モードから送信モードに切り替える場合、受信動作が完了していることを確認した後、初期化から開始し、RE=0、TE=1に設定してください。受信動作の完了は、RDRF フラグ、あるいは PER、ORER フラグで確認できます。送信モードから受信モードに切り替える場合、送信動作が完了していることを確認した後、初期化から開始し、TE=0、RE=1 に設定してください。送信動作の完了は TEND フラグで確認できます。

14.7.6 シリアルデータ送信（ブロック転送モードを除く）

スマートカードモードにおけるデータ送信ではエラーシグナルのサンプリングと再送信処理があるため、通常のシリアルコミュニケーションインタフェースとは動作が異なります（ブロック転送モードを除く）。送信時の再転送動作を図 14.26 に示します。

- 1 フレーム分の送信を完了した後、受信側からのエラーシグナルをサンプリングすると SSR の ERS ビットが 1 にセットされます。このとき、SCR の RIE ビットがセットされていると ERI 割り込み要求を発生します。次のパリティビットのサンプリングまでに ERS をクリアしてください。
- 2 エラーシグナルを受信したフレームでは、SSR の TEND はセットされません。TDR から TSR に再度データが転送され、自動的に再送信を行います。
- 3 受信側からエラーシグナルが返ってこない場合は、SSR の ERS ビットはセットされません。再転送を含む 1 フレームの送信が完了したと判断して、SSR の TEND がセットされます。このとき SCR の TIE がセットされていれば、TXI 割り込み要求を発生します。送信データを TDR に書き込むことにより次のデータが送信されます。

送信処理フローの例を図 14.28 に示します。送信動作では、SSR の TEND フラグが 1 にセットされると同時に TDRE フラグもセットされ、SCR の TIE をセットしておくことで TXI 割り込み要求を発生します。エラーが発生した場合は SCI が自動的に同じデータを再送信します。この間 TEND は 0 のまま保持されます。したがって、エラー発生時の再送信を含め、SCI が指定されたバイト数を自動的に送信します。ただし、エラー発生時、ERS フラグは自動的にクリアされませんので、RIE ビットを 1 にセットしておき、エラー発生時に ERI 割り込み要求を発生させ、ERS をクリアしてください。

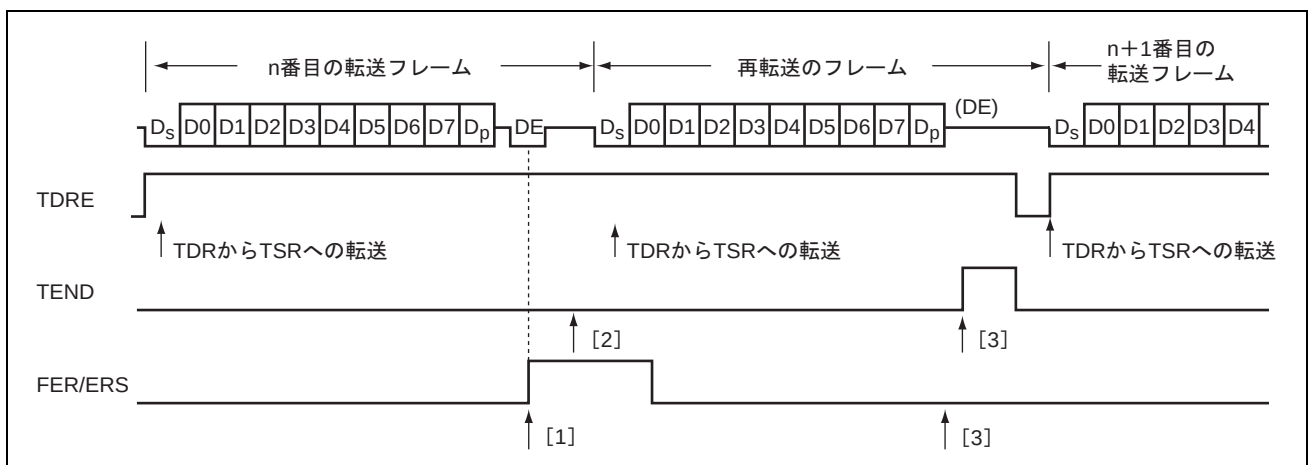


図 14.26 SCI 送信モードの場合の再転送動作

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

なお、SMR の GM ビットの設定により、TEND フラグのセットタイミングが異なります。図 14.27 に TEND フラグ発生タイミングを示します。

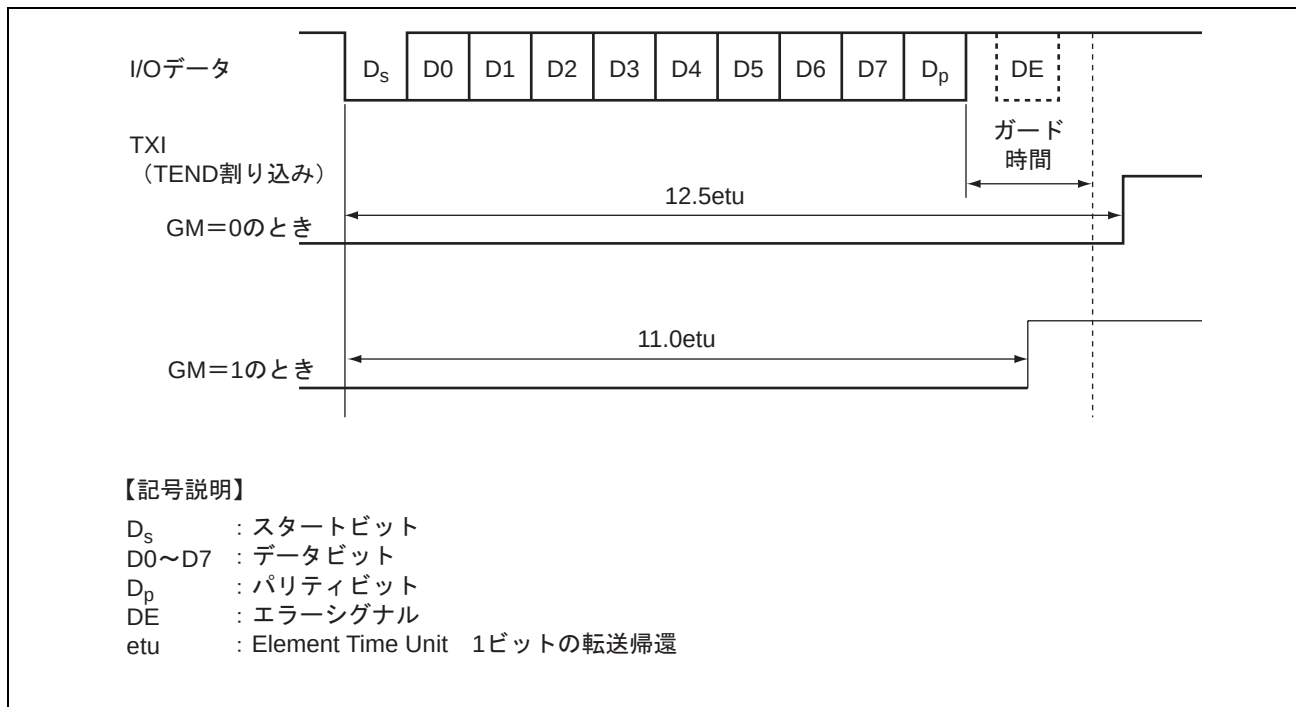


図 14.27 送信動作時の TEND フラグ発生タイミング



14.7.7 シリアルデータ受信（ブロック転送モードを除く）

スマートカードインタフェースモードにおけるデータ受信は、通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモードと同様の処理手順になります。受信モードの場合の再転送動作を図 14.29 示します。

1. 受信データにパリティエラーを検出するとSSRのPERビットが1にセットされます。このとき、SCRのRIEがセットされているとERI割り込み要求を発生します。次のパリティビットのサンプリングタイミングまでにPERビットをクリアしてください。
2. パリティエラーを検出したフレームではSSRのRDRFビットはセットされません。
3. パリティエラーが検出されない場合は、SSRのPERビットはセットされません。正常に受信を完了したと判断して、SSRのRDRFが1にセットされます。このときSCRのRIEビットがセットされていれば、RXI割り込み要求を発生します。

受信フローの例を図 14.30 に示します。受信動作では、RIE ビットを 1 にセットしておくことで RDRF フラグが 1 にセットされると RXI 要求を発生します。また、受信時にエラーが発生し ORER、PER フラグのいずれかが 1 にセットされると、送受信エラー割り込み（ERI）要求を発生しますのでエラーフラグをクリアしてください。なお、受信時にパリティエラーが発生し PER が 1 にセットされた場合でも、受信したデータは RDR に転送されるのでこのデータをリードすることは可能です。

【注】 ブロック転送モードの場合は「14.4 調歩同期式モードの動作」を参照してください。

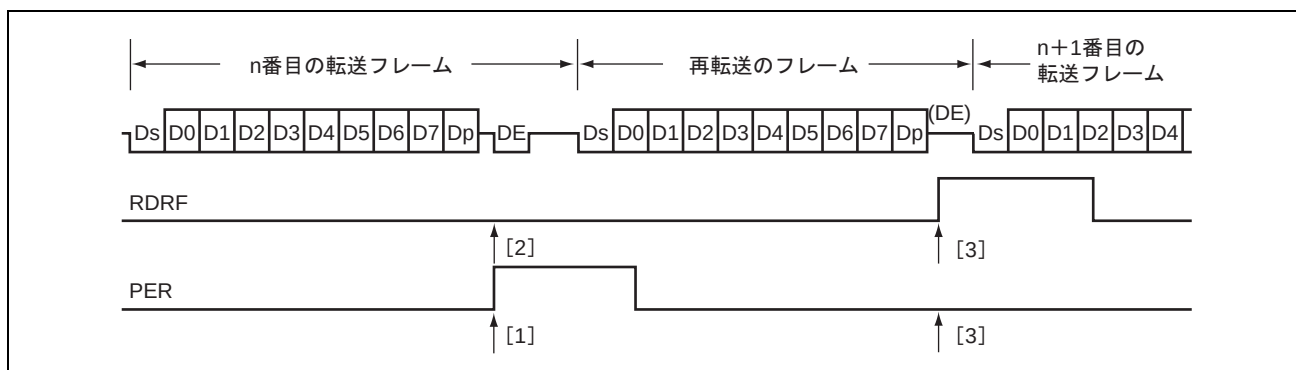


図 14.29 SCI 受信モードの場合の再転送動作

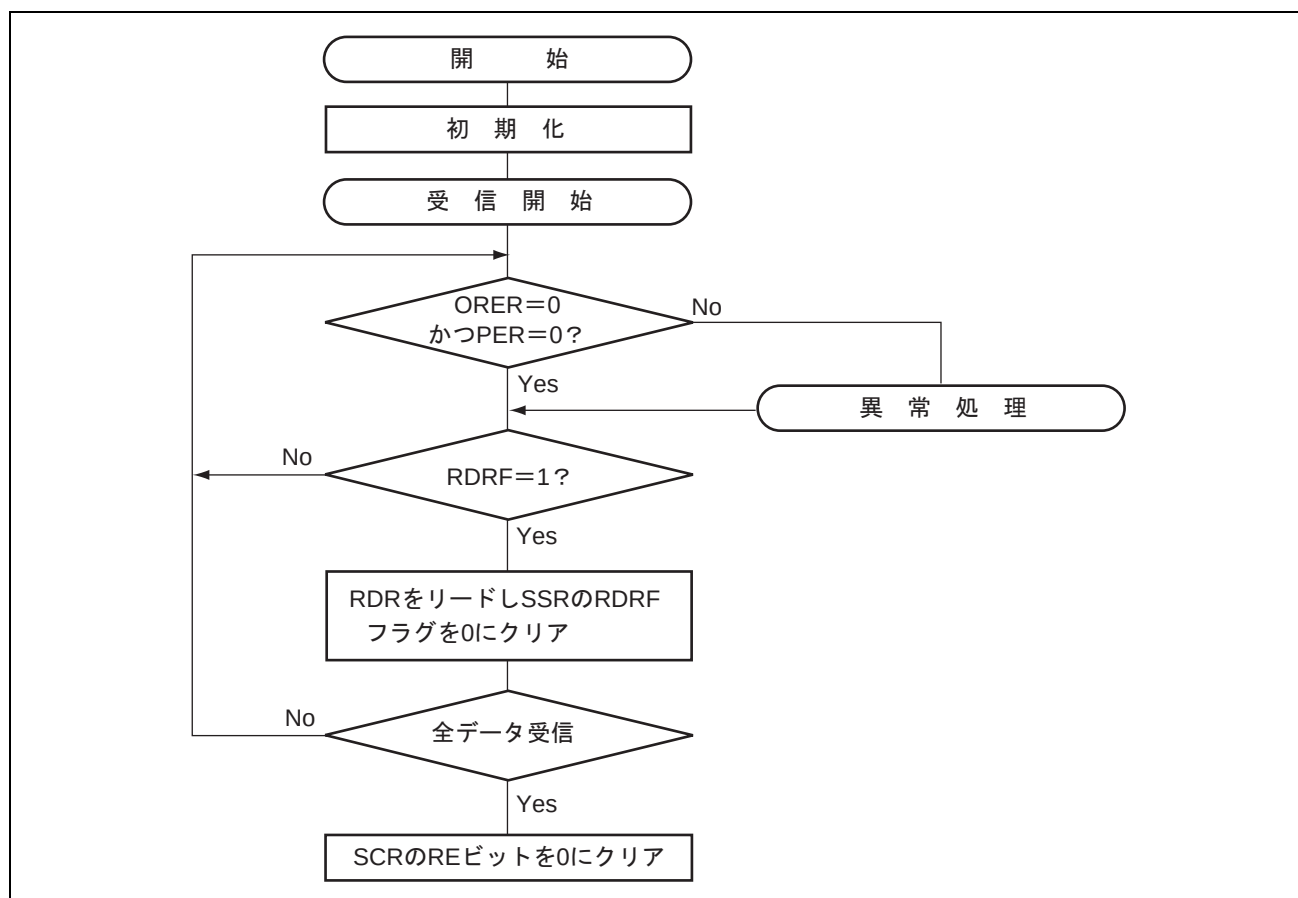


図 14.30 受信フローの例

14.7.8 クロック出力制御

SMR の GM ビットが 1 にセットされているとき、SCR の CKE1、CKE0 ビットによってクロック出力を固定することができます。このときクロックパルスの最小幅を指定の幅とすることができます。

図 14.31 にクロック出力の固定タイミングを示します。GM=1、CKE1=0 とし、CKE0 ビットを制御した場合の例です。

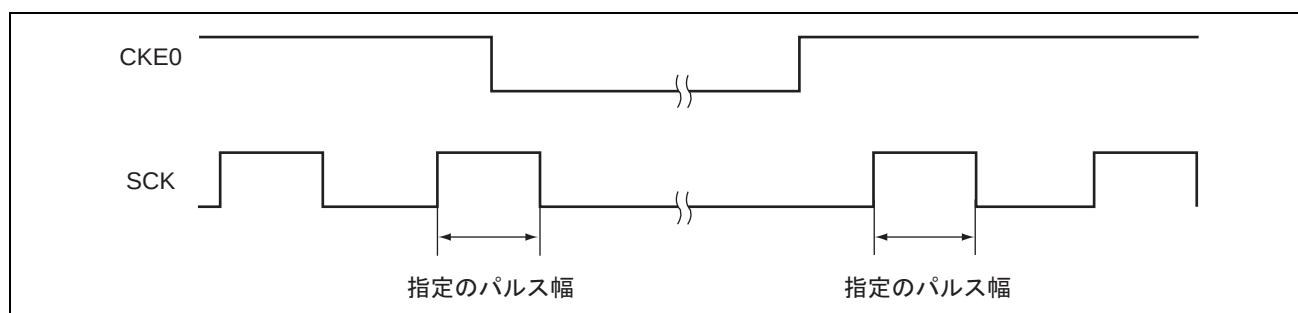


図 14.31 クロック出力固定タイミング

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

電源投入時およびソフトウェアスタンバイモードへの遷移またはソフトウェアスタンバイモードからの復帰の際は、クロックのデューティを確保するため、以下の手順で処理してください。

• 電源投入時

電源投入時からクロックデューティを確保するため、下記の切り替え手順で処理をしてください。

1. 初期状態は、ポート入力でありハイインピーダンスです。電位を固定するには、プルアップ抵抗／プルダウン抵抗を使用してください。
2. SCRのCKE1ビットでSCK端子を指定の出力に固定してください。
3. SMRとSCMRをセットし、スマートカードモードの動作に切り替えてください。
4. SCRのCKE0ビットを1に設定して、クロック出力を開始させてください。

• スマートカードインタフェースモードからソフトウェアスタンバイモードに遷移するとき

1. SCK端子に対応するポートのデータレジスタ (DR) とデータディレクションレジスタ (DDR) をソフトウェアスタンバイモード時の出力固定状態の値に設定してください。
2. SCRのTEビットとREビットに0をライトし、送信／受信動作を停止させてください。
同時に、CKE1ビットをソフトウェアスタンバイ時の出力固定状態の値に設定してください。
3. SCRのCKE0ビットに0をライトし、クロックを停止させてください。
4. シリアルクロックの1クロック周期の間、待ってください。
この間にデューティを守って、指定のレベルでクロック出力は固定されます。
5. ソフトウェアスタンバイ状態に遷移させてください。

• ソフトウェアスタンバイモードからスマートカードインタフェースモードに戻るとき

1. ソフトウェアスタンバイ状態を解除してください。
2. SCRのCKE0ビットに1をライトし、クロックを出力させてください。正常なデューティにて信号発生を開始します。

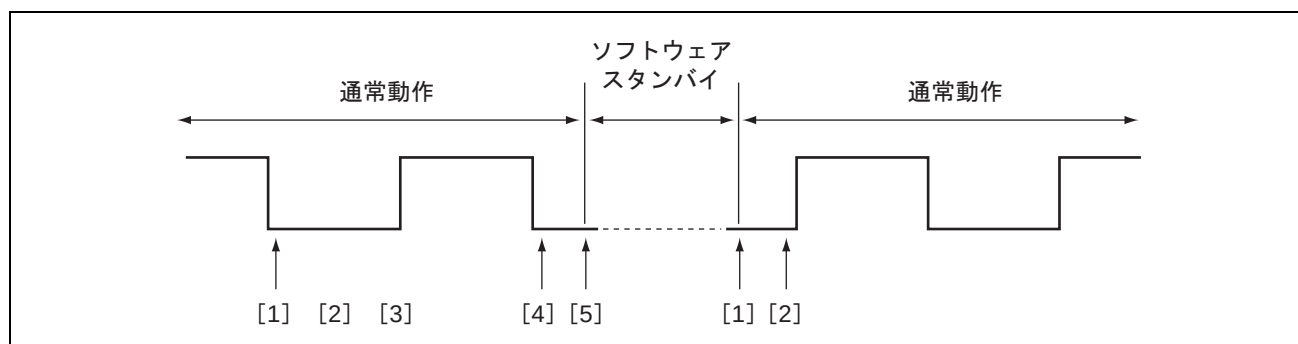


図 14.32 クロック停止・再起動手順

14.8 割り込み要因

14.8.1 通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモードにおける割り込み

表 14.12 に通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモードにおける割り込み要因を示します。各割り込み要因には異なる割り込みベクタが割り当てられており、SCR のイネーブルビットにより独立にイネーブルにすることができます。

SSR の TDRE フラグが 1 にセットされると、TXI 割り込み要求が発生します。また、SSR の TEND フラグが 1 にセットされると、TEI 割り込み要求が発生します。

SSR の RDRF フラグが 1 にセットされると RXI 割り込み要求が発生します。SSR の ORER、PER、FER フラグのいずれかが 1 にセットされると、ERI 割り込み要求が発生します。

TEI 割り込みは TEIE ビットが 1 にセットされた状態で TEND フラグが 1 にセットされたとき発生します。TEI 割り込みと TXI 割り込みが同時に発生している状態では TXI 割り込みが先に受け付けられ、TXI 割り込みルーチンで TDRE フラグと TEND フラグを同時にクリアする場合は TEI 割り込みルーチンへ分岐できなくなりますので注意してください。

表 14.12 SCI 割り込み要因

チャンネル	名称	割り込み要因	割り込みフラグ	優先順位
1	ERI1	受信エラー	ORER、FER、PER	高 ▲ ↓ 低
	RXI1	受信データフル	RDRF	
	TXI1	送信データエンプティ	TDRE	
	TEI1	送信終了	TEND	

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

14.8.2 スマートカードインタフェースモードにおける割り込み

スマートカードインタフェースモードでは、表 14.13 の割り込み要因があります。送信終了割り込み (TEI) 要求は使用できません。

表 14.13 SCI 割り込み要因

チャネル	名称	割り込み要因	割り込みフラグ	優先順位
1	ERI1	受信エラー、エラーシグナル検出	ORER、PER、ERS	高 ↑ 低
	RXI1	受信データフル	RDRF	
	TXI1	送信データエンプティ	TEND	

送信動作では、SSR の TEND フラグが 1 にセットされると同時に TDRE フラグもセットされ、TXI 割り込み要求が発生します。エラーが発生した場合は SCI が自動的に同じデータを再送信します。この間 TEND は 0 のまま保持されます。したがって、エラー発生時の再送信を含め、SCI が指定されたバイト数を自動的に送信します。ただし、エラー発生時、SSR の ERS フラグは自動的にクリアされませんので、SCR の RIE ビットを 1 にセットしておき、エラー発生時に ERI 割り込み要求が発生させ、ERS をクリアしてください。

また、受信動作では、SSR の RDRF フラグが 1 にセットされると RXI 割り込み要求が発生します。エラーが発生した場合は、RDRF フラグはセットされずエラーフラグがセットされます。CPU に対し ERI 割り込み要求が発生しますのでエラーフラグをクリアしてください。

14.9 使用上の注意事項

14.9.1 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、SCI の動作停止／許可を設定することが可能です。初期値では SCI の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「第 24 章 低消費電力状態」を参照してください。

14.9.2 ブレークの検出と処理

フレーミングエラー検出時に、RxD 端子の値を直接リードすることでブレークを検出できます。ブレークでは RxD 端子からの入力が入力がすべて 0 になりますので、SSR の FER がセットされ、また PER もセットされる可能性があります。SCI は、ブレークを受信した後も受信動作を続けます。したがって FER を 0 にクリアしてもふたたび FER が 1 にセットされますので注意してください。

14.9.3 マーク状態とブレークの送り出し

SCR の TE が 0 のとき、TxD 端子はポートの DR と DDR により入出力方向とレベルが決まる I/O ポートになります。これを利用して TxD 端子をマーク状態にしたりデータ送信時にブレークの送出をすることができます。TE を 1 にセットするまで、通信回線をマーク状態（1 の状態）にするためには、DDR=1、DR=1 を設定します。このとき、TE が 0 にクリアされていますので、TxD 端子は I/O ポートとなっており 1 が出力されます。一方、データ送信時にブレークを送り出したいときは、DDR=1、DR=0 に設定した後 TE を 0 にクリアします。TE を 0 にクリアすると現在の送信状態とは無関係に送信部は初期化され、TxD 端子は I/O ポートになり、TxD 端子から 0 が出力されます。

14.9.4 受信エラーフラグと送信動作（クロック同期式モードのみ）

SSR の受信エラーフラグ（ORER、FER、PER）が 1 にセットされた状態では、SSR の TDRE を 0 にクリアしても送信を開始できません。必ず送信開始時には受信エラーフラグを 0 にクリアしておいてください。また、SCR の RE を 0 にクリアしても受信エラーフラグは 0 にクリアできませんので注意してください。

14.9.5 TDR へのライトと TDRE フラグの関係

TDR へのデータのライトは SSR の TDRE フラグの状態にかかわらず行うことができます。しかし、TDRE フラグが 0 の状態で新しいデータを TDR にライトすると、TDR に格納されていたデータはまだ TSR に転送されていないため失われてしまいます。したがって、TDR への送信データのライトは必ず TDRE フラグが 1 にセットされていることを確認してから行ってください。

14.9.6 モード遷移時の動作

(1) 送信

モジュールストップモードまたはソフトウェアスタンバイモードへ遷移するときは、動作を停止 (TE=TIE=TEIE=0) してから行ってください。TSR、TDR および SSR はリセットされます。モジュールストップモードまたはソフトウェアスタンバイモード期間中の出力端子の状態はポートの設定に依存し、モード解除後に TE=1 に再設定すると High 出力となります。送信中に遷移すると送信中のデータは不確定になります。

モード解除後、送信モードを変えないで送信する場合は、TE=1 に設定し、SSR リード→TDR ライト→TDRE を 0 にクリアで送信を開始してください。送信モードを変えて送信する場合は、初期設定から行ってください。

図 14.33 に送信時のモード遷移フローチャートの例を示します。図 14.34、図 14.35 に送信時の端子状態を示します。

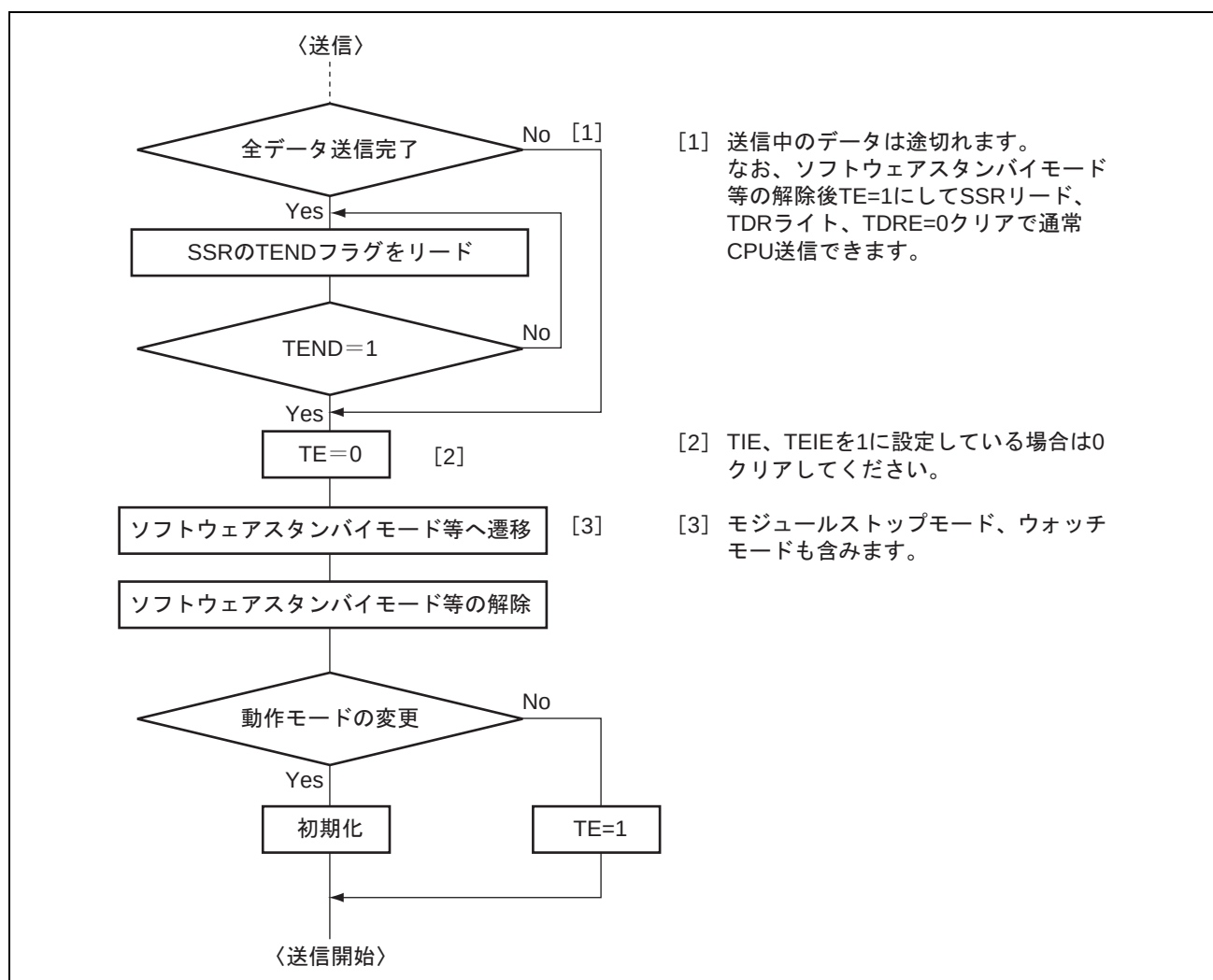


図 14.33 送信時のモード遷移フローチャートの例

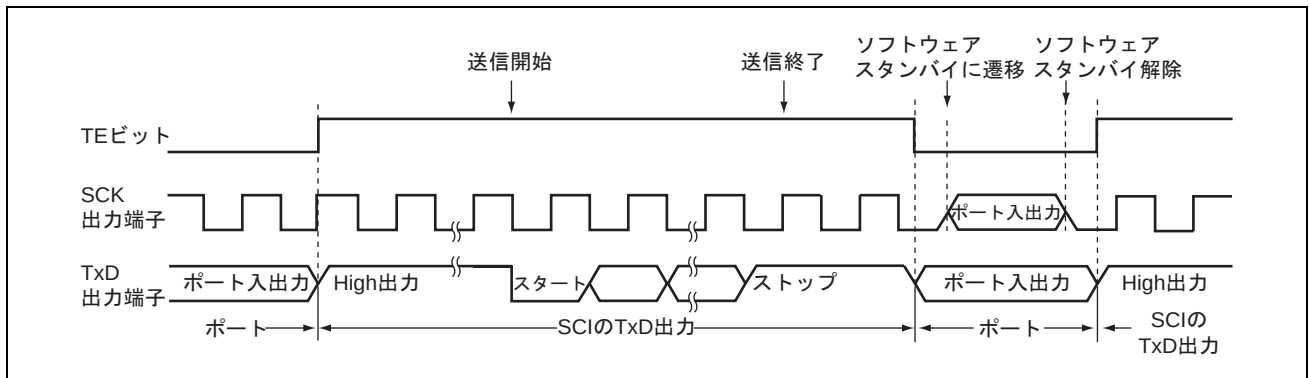


図 14.34 調歩同期式モード送信時（内部クロック）の端子状態

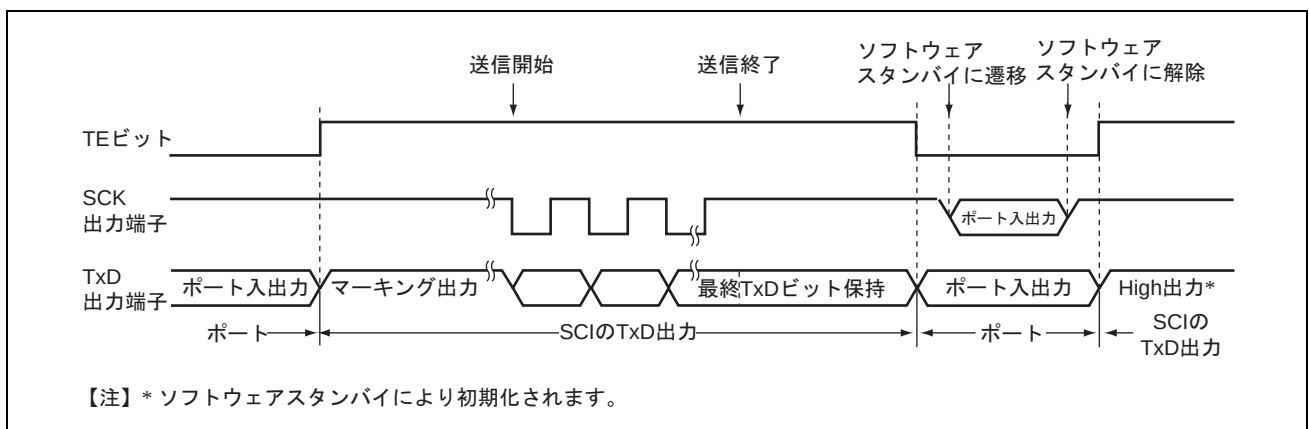


図 14.35 クロック同期式モード送信時（内部クロック）の端子状態

(2) 受信

モジュールストップモード、ソフトウェアスタンバイモードまたはウォッチモードへ遷移するときには、受信動作を停止 ($RE=0$) してから行ってください。RSR、RDR および SSR はリセットされます。受信中に遷移すると、受信中のデータは無効になります。

モード解除後、受信モードを変えないで受信する場合は、 $RE=1$ に設定してから受信を開始してください。受信モードを変えて受信する場合は、初期設定から行ってください。

図 14.36 に受信時のモード遷移フローチャートの例を示します。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

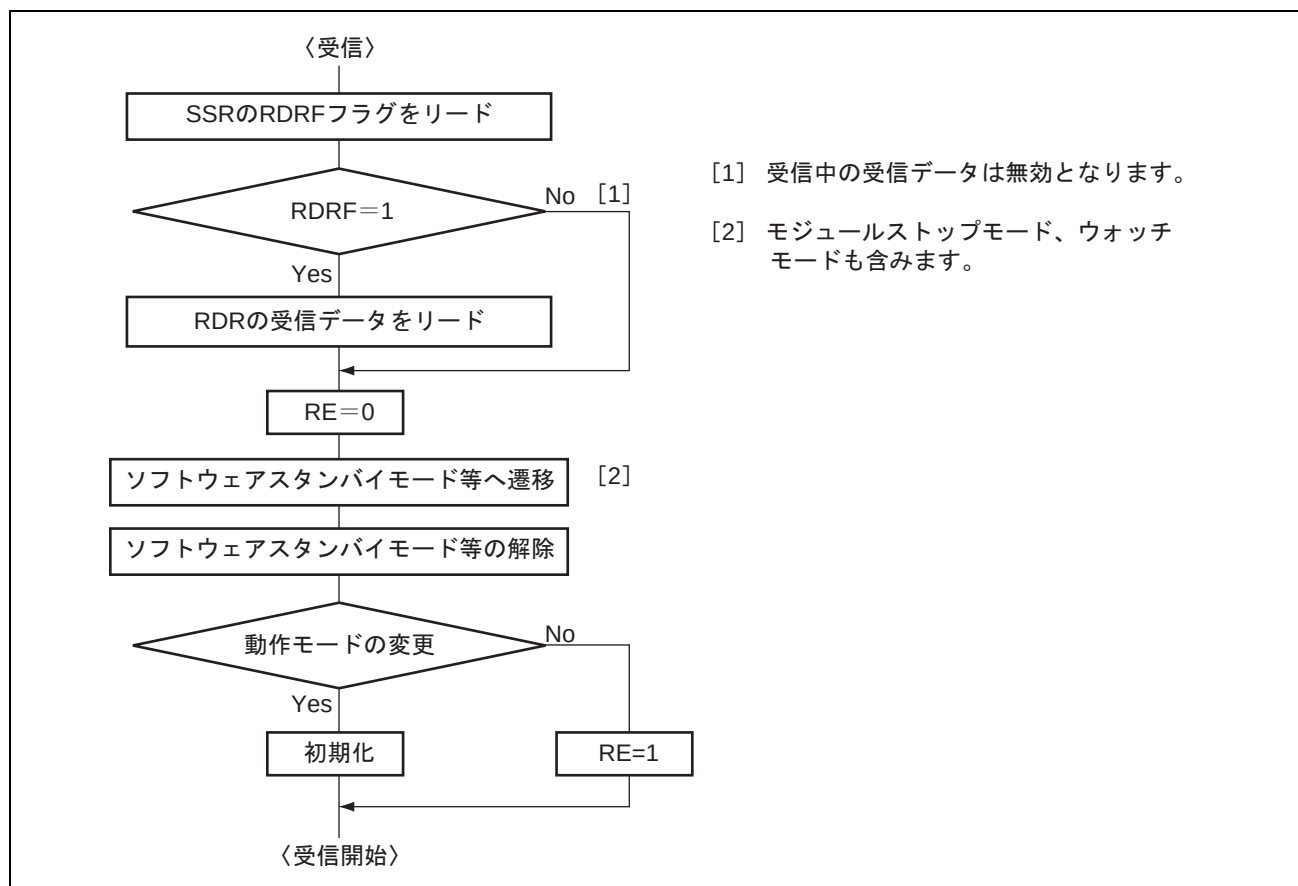


図 14.36 受信時のモード遷移フローチャートの例

14.9.7 SCK 端子からポート端子への切り替え

送信終了状態で SCK 端子をポート端子に切り替えるとき、図 14.37 に示すように半サイクルの Low 出力後にポート出力となります。

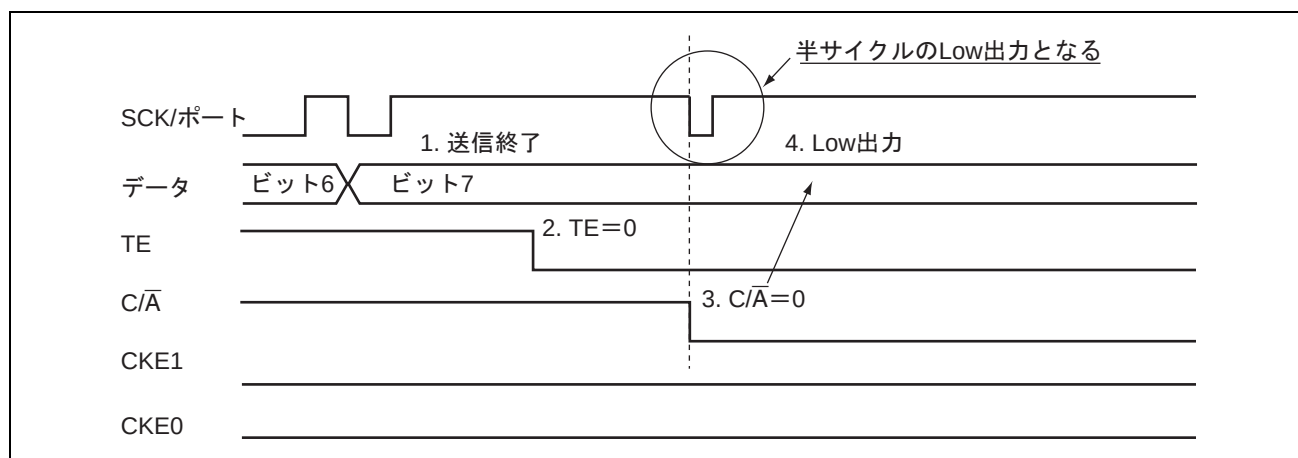


図 14.37 SCK 端子からポート端子へ切り替える時の動作

SCK 端子をポート端子に切り替えるときに発生する Low 出力を回避するためには、SCK 端子を入力状態にして（SCK/ポート端子を外部回路で Pull-up）、DDR=1、DR=1、C/A=1、CKE1=0、CKE0=0、TE=1 の状態で次の 1~5 の順で設定してください。

1. シリアルデータ送信終了
2. TEビット=0
3. CKE1ビット=1
4. C/Aビット=0（ポート出力に切り替え）
5. CKE1ビット=0

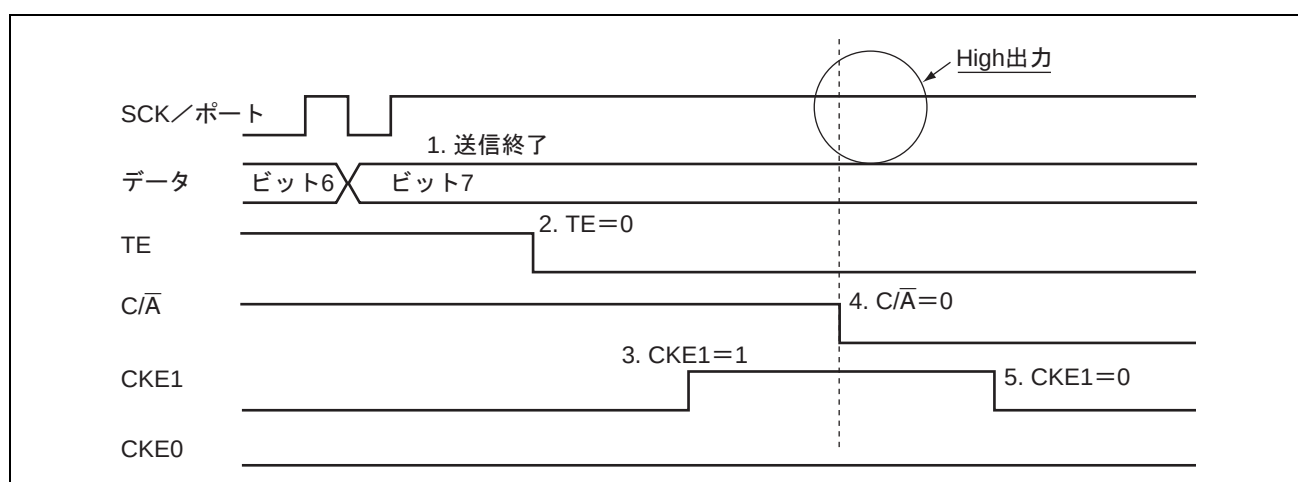


図 14.38 SCK 端子からポート端子へ切り替え時の Low 出力の回避例

14.9.8 送信、受信、送受信中のレジスタ書き込みの注意事項

送信、受信、送受信を開始するために、SCR の TE、RE ビットを 1 にした後は、SMR、SCR、BRR、SDCR への書き込みは行わないでください。レジスタ値と同値の上書きも行わないでください。ただし、送信、受信、送受信終了時の SCR の TE、RE ビットの 0 クリアのための書き込みはのぞきます。

読み出しについては常に可能です。

15. FIFO内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

本 LSI は、1 チャンネルの FIFO バッファ内蔵のシリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF: Serial Communication Interface with FIFO) を内蔵しています。SCIF は調歩同期式のシリアル通信が可能です。

調歩同期式では Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) などの標準の調歩同期式通信用 LSI とのシリアル通信ができます。送受信に FIFO バッファを各々16 段内蔵しており、効率の良い高速連続通信を行うことができます。

また、SCIF は LPC インタフェースと接続しており、LPC ホストから直接制御することができます。

15.1 特長

- 全二重通信が可能
独立した送信部と受信部を備えているので、送信と受信を同時に行うことができます。また、送信部および受信部ともに16段のFIFOバッファ構造になっており、シリアルデータを連続で送受信できます。
- 内蔵ボーレートジェネレータにより任意のビットレートを選択可能
- モデムコントロール機能内蔵
- データ長：5、6、7、8ビットから選択可能
- パリティ：偶数パリティ／奇数パリティ／パリティなしから選択可能
- ストップビット長：1、1.5、2ビットから選択可能
- 受信エラーの検出：パリティエラー、オーバランエラー、フレーミングエラー
- ブレークの検出

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

SCIF のブロック図を以下に示します。

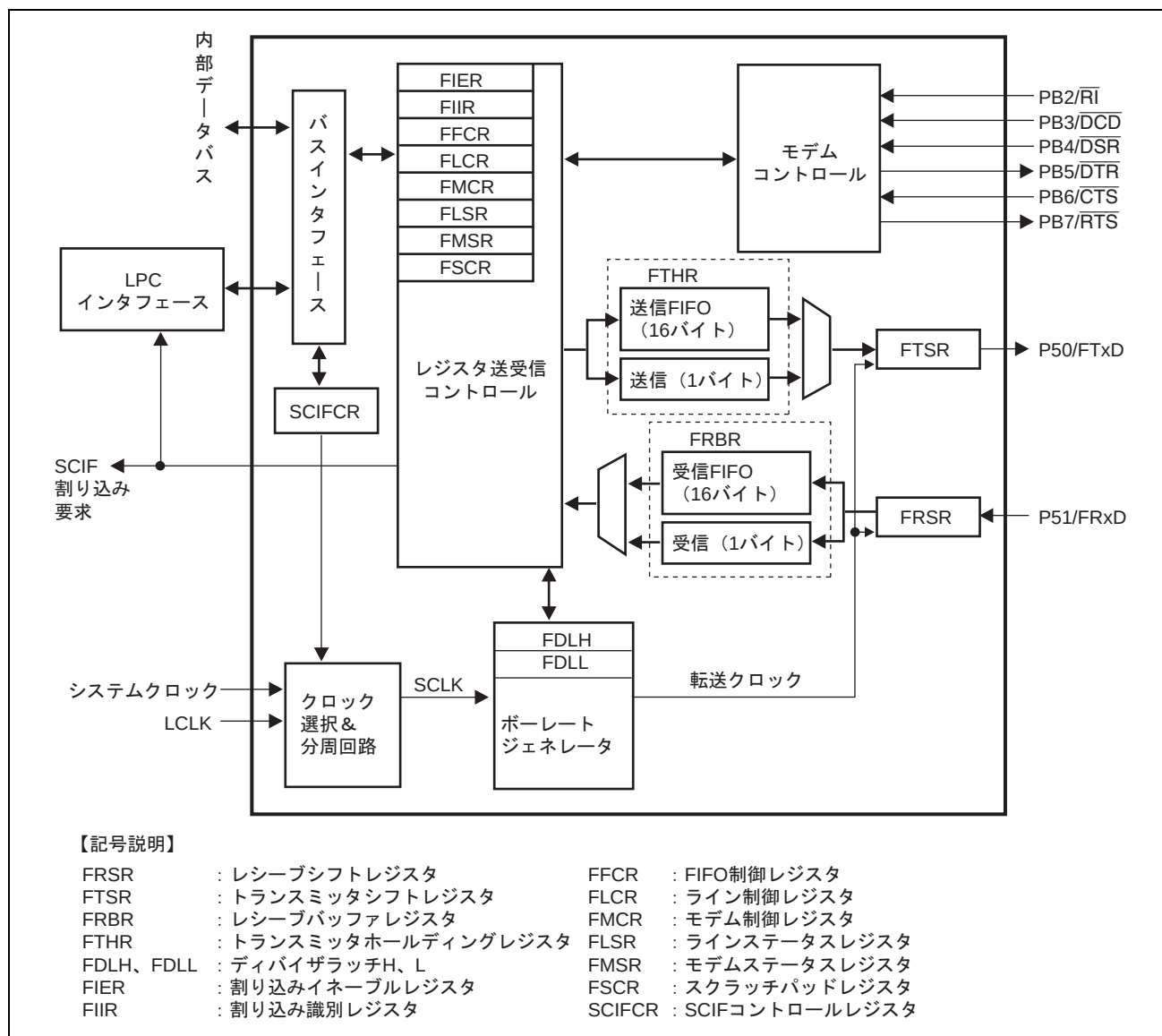


図 15.1 SCIF のブロック図

15.2 入出力端子

SCIF の入出力端子を表 15.1 に示します。

表 15.1 端子構成

端子名	ポート	入出力	機 能
FTxD	P50	出力	送信データ出力端子
FRxD	P51	入力	受信データ入力端子
$\overline{RI}$	PB2	入力	リングインジケータ入力端子
$\overline{DCD}$	PB3	入力	データキャリア検出入力端子
$\overline{DSR}$	PB4	入力	データセットレディ入力端子
$\overline{DTR}$	PB5	出力	データターミナルレディ出力端子
$\overline{CTS}$	PB6	入力	送信許可入力端子
$\overline{RTS}$	PB7	出力	送信要求出力端子

15.3 レジスタの説明

SCIF には以下のレジスタがあります。SCIF のレジスタ構成を以下に示します。HICR5 の SCIFE ビットと MSTPCRB のビット 3 によりレジスタへのアクセスが切り替わります。詳細は表 15.3 を参照してください。なお、SCIF アドレスレジスタ H、L (SCIFADRH、SCIFADRL) およびシリアル IRQ コントロールレジスタ 4 (SIRQCR4) については「第 19 章 LPC インタフェース (LPC)」を参照してください。

表 15.2 レジスタ構成

レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
ホストインタフェースコントロールレジスタ 5	HICR5	R/W	H'00	H'FE33	8
モジュールストップコントロールレジスタ B	MSTPCRB	R/W	H00	H'FE7F	8
レシーブバッファレジスタ	FRBR	R	H'00	H'FC20	8
トランスミッタホールディングレジスタ	FTHR	W	—		
ディバイザラッチ L	FDLL	R/W	H'00		
割り込みイネーブルレジスタ	FIER	R/W	H'00	H'FC21	8
ディバイザラッチ H	FDLH	R/W	H'00		
割り込み識別レジスタ	FIIR	R	H'01	H'FC22	8
FIFO 制御レジスタ	FFCR	W	H'00		
ライン制御レジスタ	FLCR	R/W	H'00	H'FC23	8
モデム制御レジスタ	FMCR	R/W	H'00	H'FC24	8
ラインステータスレジスタ	FLSR	R	H'60	H'FC25	8
モデムステータスレジスタ	FMSR	R	—	H'FC26	8
スクラッチパッドレジスタ	FSCR	R/W	H'00	H'FC27	8

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
SCIF コントロールレジスタ	SCIFCR	R/W	H'00	H'FC28	8
SCIF アドレスレジスタ H	SCIFADRH	R/W	H'03	H'FDC4	8
SCIF アドレスレジスタ L	SCIFADRL	R/W	H'F8	H'FDC5	8
シリアル IRQ コントロールレジスタ 4	SIRQCR4	R/W	H'00	H'FE3B	8

表 15.3 レジスタアクセス

HICR5 の SCIFE ビット	0		1	
MSTPCRB のビット 3	0	1	0	1
SCIFCR	H8S CPU アクセス* ²	アクセス不可	H8S CPU アクセス* ²	アクセス不可
SCIFCR 以外	H8S CPU アクセス* ²	アクセス不可	LPC アクセス* ¹	LPC アクセス* ¹

【注】 *1 LPC アクセスに設定時は H8S CPU からの書き込みは禁止されます。また、読み出し時は H'FF が読み出されます。

*2 H8S CPU アクセスに設定時は LPC からの書き込みは禁止されます。また、読み出し時は H'00 が読み出されます。

15.3.1 レシーブシフトレジスタ (FRSR)

FRSR は FRxD 端子から入力されたシリアルデータをパラレルデータに変換するための受信用レジスタです。シリアルデータは LSB (ビット 0) から受信したデータを格納します。1 フレーム分のシリアルデータを受信すると、データは FRBR に転送されます。

FRSR は CPU/LPC インタフェースからはリードできません。

15.3.2 レシーブバッファレジスタ (FRBR)

FRBR は受信したシリアルデータを格納するための 8 ビットのリード専用レジスタです。FLSR の DR ビットがセットされているとき、正しいデータをリードすることができます。

FIFO ディスエーブル時は、次のデータを受信する前に FRBR のデータをリードしなければなりません。リードする前にデータを受信すると上書きされ、オーバランエラーになります。

FIFO イネーブル時はレジスタをリードしたとき、受信 FIFO の先頭をリードします。受信 FIFO がいっぱいになると、それ以降の受信データは失われオーバランエラーになります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～0	bit7～bit0	すべて 0	R	受信したシリアルデータを格納します。 FIFO イネーブル時は 16 バイトになります。

15.3.3 トランスミッタシフトレジスタ (FTSR)

FTSR は FTxD 端子からパラレルデータをシリアルデータに変換して送信するレジスタです。1 フレーム分のシリアルデータを送信すると、データは FTHR から転送されます。シリアルデータは LSB (ビット 0) から送信されます。

FTSR は H8S CPU/LPC インタフェースからはライトできません。

15.3.4 トランスミッタホールディングレジスタ (FTHR)

FTHR は送信するシリアルデータを格納するための 8 ビットのライト専用レジスタで、FLCR の DLAB ビットが 0 のときアクセス可能です。FLSR の THRE ビットがセットされているときに送信データをライトしてください。

FIFO ディスエーブルで THRE ビットがセットされているとき、FTHR にデータをライトすることができます。THRE ビットがセットされていないときに FTHR にデータをライトすると、データは上書きされます。

FIFO イネーブルで THRE ビットがセットされているとき、16 バイトまでデータをライトすることができます。FIFO が満杯の状態データをライトすると、ライトしたデータは無効になります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～0	bit7～bit0	—	W	送信するシリアルデータを格納します。 FIFO イネーブル時は 16 バイトになります。

15.3.5 ディバイザラッチ H、L (FDLH、FDLL)

FDLH、FDLL はボーレートを設定するためのレジスタで、FLCR の DLAB ビットが 1 のときアクセス可能です。分周は $1 \sim (2^{16}-1)$ の範囲が設定可能で、FDLH、FDLL が 0 (初期値) のとき分周回路は停止します。

• FDLH

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～0	bit7～bit0	すべて 0	R/W	ディバイザラッチの上位 8 ビット

• FDLL

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～0	bit7～bit0	すべて 0	R/W	ディバイザラッチの下位 8 ビット

ボーレート = (ボーレートジェネレータに入力するクロックの周波数) / (16 × ディバイザ値)

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

15.3.6 割り込みイネーブルレジスタ (FIER)

FIER は割り込みの許可／禁止を設定するためのレジスタで、FLCR の DLAB ビットが 0 のときアクセス可能です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～4	—	すべて 0	R	リザーブビット リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。
3	EDSSI	0	R/W	モデムステータス割り込みイネーブル 0：モデムステータス割り込み禁止 1：モデムステータス割り込み許可
2	ELSI	0	R/W	受信ラインステータス割り込みイネーブル 0：受信ラインステータス割り込み禁止 1：受信ラインステータス割り込み許可
1	ETBEI	0	R/W	FTHR エンプティ割り込みイネーブル 0：FTHR エンプティ割り込み禁止 1：FTHR エンプティ割り込み許可
0	ERBFI	0	R/W	受信データレディ割り込みイネーブル FIFO イネーブル時はキャラクタタイムアウト割り込みを含みます。 0：受信データレディ割り込み禁止 1：受信データレディ割り込み許可

15.3.7 割り込み識別レジスタ (FIIR)

FIIR は割り込み要因を識別するビットで構成されます。詳細は表 15.4 を参照してください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7 6	FIFOE1 FIFOE0	0 0	R R	FIFO イネーブル 1、0 送信、受信 FIFO の設定状態を示します。 00：送信、受信 FIFO ディスエーブル 11：送信、受信 FIFO イネーブル
5～4	—	すべて 0	R	リザーブビット リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。
3 2 1	INTID2 INTID1 INTID0	0 0 0	R R R	インタラプト ID2、1、0 実行待ちの割り込みの中でもっとも優先順位の高い割り込みを示します。 000：モデムステータス 001：FTHR エンプティ 010：受信データレディ 011：受信ラインステータス 110：キャラクタタイムアウト (FIFO イネーブル時)

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
0	INTPEND	1	R	インタラプトペンディング 実行待ちの割り込みの有無を示すビットです。 0：実行待ちの割り込みあり 1：実行待ちの割り込みなし

表 15.4 割り込み制御機能

FIIR				割り込みセット／クリア			
INTID			INTPEND	優先 順位	割り込み種類	割り込み要因	割り込みクリア
2	1	0					
0	0	0	1	—	割り込みなし	なし	—
0	1	1	0	1 (高)	受信ラインステータス	オーバランエラー、 パリティエラー、 フレーミングエラー、 ブレーク割り込み	FLSR リード
0	1	0	0	2	受信データレディ	受信データあり、 FIFO トリガレベル	FRBR リードまたは受 信 FIFO がトリガレベル 以下
1	1	0	0	2	キャラクタタイムアウト (FIFO イネーブル時)	受信 FIFO にデータが 1 キャラクタ以上ある状 態で、4 キャラクタタイ ム間受信 FIFO にデータ の入出力がない	FRBR リード
0	0	1	0	3	FTHR エンプティ	FTHR エンプティ	FIIR リードまたは FTHR ライト
0	0	0	0	4 (低)	モデムステータス	CTS、DSR、RI、DCD	FMSR リード

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

15.3.8 FIFO 制御レジスタ (FFCR)

FFCR は送信、受信 FIFO を制御するためのライト専用レジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7 6	RCVRTRIG1 RCVRTRIG0	0 0	W W	受信 FIFO 割り込みトリガレベル 1、0 受信 FIFO 割り込みのトリガレベルを設定します。 00：1 バイト 01：4 バイト 10：8 バイト 11：14 バイト
5～4	—	—	—	リザーブビット ライトは無効です。
3	DMAMODE	0	—	DMA モード サポートしていません。ライトは無効です。
2	XMITFRST	0	W	送信 FIFO リセット 1 をライトすると送信 FIFO のデータがクリアされます。ただし、FTSR のデータはクリアされません。 このビットは自動的にクリアされます。
1	RCVRFRST	0	W	受信 FIFO リセット 1 をライトすると受信 FIFO のデータがクリアされます。ただし、FRSR のデータはクリアされません。 このビットは自動的にクリアされます。
0	FIFOE	0	W	FIFO イネーブル 0：送信、受信 FIFO ディスエーブル 送信、受信 FIFO の全バイトがクリアされます。 1：送信、受信 FIFO イネーブル

15.3.9 ライン制御レジスタ (FLCR)

FLCR は送受信データのフォーマットを設定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	DLAB	0	R/W	ディバイザラッチアドレスビット FDLL、FDLH は FRBR/FTHR、FIER と同一アドレスに配置されています。DLAB はどちらのレジスタをアクセスするかを選択します。 0：FRBR/FTHR、FIER のアクセスを許可 1：FDLL、FDLH のアクセスを許可

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
6	BREAK	0	R/W	ブレークコントロール シリアル出力信号 FTxD を Low レベルにしてブレークを発生させます。ブレーク状態はビットをクリアすることにより解除されます。 0：ブレーク解除 1：ブレーク発生
5	STICK PARITY	0	R	スティックパリティ 本 LSI ではサポートしていません。 リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。
4	EPS	0	R/W	パリティセレクト PEN ビットが 1 のとき、パリティの偶数/奇数を選択します。 0：奇数パリティ 1：偶数パリティ
3	PEN	0	R/W	パリティイネーブル 送信時のパリティビットの付加、受信時のパリティチェックあり/なしの選択を行います。 0：パリティビットの付加／チェックなし 1：パリティビットの付加／チェックあり
2	STOP	0	R/W	ストップビット 送信時のストップビットの長さを選択します。受信時は設定にかかわらず、最初のストップビットのみをチェックします。 0：1 ストップビット 1：1.5 ストップビット（データ長：5 ビット） 2 ストップビット（データ長：6～8 ビット）
1 0	CLS1 CLS0	0 0	R/W R/W	キャラクタレンジスセレクト 1、0 送受信キャラクタのデータ長を設定します。 00：データ長 5 ビット 01：データ長 6 ビット 10：データ長 7 ビット 11：データ長 8 ビット

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

15.3.10 モデム制御レジスタ (FMCR)

FMCR は出力信号を制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～5	—	すべて 0	R	リザーブビット リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。
4	LOOP BACK	0	R/W	ループバックテスト 送信データ出力と受信データ入力が入部接続され、送信データ出力端子 (FRxD) = 1、受信入力端子は外部との接続が切り離されます。また、モデム制御入力の 4 端子 ($\overline{\text{DSR}}$ 、 $\overline{\text{CTS}}$ 、 $\overline{\text{RI}}$ 、 $\overline{\text{DCD}}$) は外部との接続が切り離され、それぞれモデム制御出力の 4 信号 ($\overline{\text{DTR}}$ 、 $\overline{\text{RTS}}$ 、OUT1、OUT2) に内部で接続されます。ループバックモード時に送信データは直ちに受信されます。また、割り込みの許可／禁止は SCIFCR の OUT2LOOP ビットと FIER で設定します。 0：ループバック機能を禁止 1：ループバック機能を許可
3	OUT2	0	R/W	$\overline{\text{OUT2}}$ • 通常動作時 SCIF 割り込みの許可／禁止を設定します。 0：割り込み禁止 1：割り込み許可 • ループバックテスト時 $\overline{\text{DCD}}$ 入力端子に内部接続されます。
2	OUT1	0	R/W	$\overline{\text{OUT1}}$ • 通常動作時 動作に影響しません。 • ループバックテスト時 $\overline{\text{RI}}$ 入力端子に内部接続されます。
1	RTS	0	R/W	リクエストトゥーセンド $\overline{\text{RTS}}$ 出力を制御します。 0： $\overline{\text{RTS}}$ 出力ハイレベル 1： $\overline{\text{RTS}}$ 出力はロウレベル
0	DTR	0	R/W	データターミナルレディ $\overline{\text{DTR}}$ 出力を制御します。 0： $\overline{\text{DTR}}$ 出力はハイレベル 1： $\overline{\text{DTR}}$ 出力はロウレベル

15.3.11 ラインステータスレジスタ (FLSR)

FLSR はデータ転送のステータス情報を示すリード専用レジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	RXFIFOERR	0	R	受信 FIFO エラー FIFO イネーブル時に、パリティエラー、フレーミングエラー、ブレーク割り込みのデータエラーが少なくとも一つ発生したことを示します。 0：受信 FIFO エラーなし [クリア条件] FRBR をリードするかまたは、FIFO クリアによってエラー要因となるデータが FIFO になくなった状態で FLSR をリードしたとき 1：受信 FIFO エラーあり [セット条件] FIFO 内にパリティエラー、フレーミングエラー、ブレーク割り込みのデータエラーが少なくとも一つ発生
6	TEMT	1	R	トランスミッタエンプティ 送信データがあるかどうかを示します。 - FIFO ディスエーブル時 0：FTHR または FTSR に送信データあり [クリア条件] FTHR に送信データライト 1：FTHR と FTSR に送信データなし [セット条件] FTHR と FTSR の送信データがなくなったとき - FIFO イネーブル時 0：送信 FIFO または FTSR に送信データあり [クリア条件] FTHR に送信データライト 1：送信 FIFO と FTSR に送信データなし [セット条件] 送信 FIFO と FTSR の送信データがなくなったとき

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
5	THRE	1	R	FTHR エンプティ 送信のための新しいデータの受け入れ準備ができていていることを示します。 - FIFO イネーブル時 0：送信 FIFO に 1 バイト以上の送信データあり [クリア条件] FTHR に送信データライト 1：送信 FIFO に送信データなし [セット条件] 送信 FIFO が空になったとき - FIFO ディスエーブル時 0：FTHR に送信データあり [クリア条件] FTHR に送信データライト 1：FTHR に送信データなし [セット条件] FTHR のデータを FTSR に転送完了
4	BI	0	R	ブレーク割り込み 受信データのブレーク信号検出を示します。FIFO イネーブル時は、FIFO 内の個々の受信データにより発生しこの受信データが FIFO の先頭にあるときにセットされます。また、次のデータ受信は、受信データ入力マーク状態に遷移し有効なスタートビットを受信した後に開始します。 0：ブレーク信号未検出 [クリア条件] FLSR リード 1：ブレーク信号検出 [セット条件] 1 フレーム長以上の受信時間を超えて受信データ入力スペース (Low レベル) 状態に保持

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
3	FE	0	R	フレーミングエラー 受信データのストップビットが有効でないことを示します。FIFO イネーブル時は、FIFO 内の個々の受信データにより発生しこの受信データが FIFO の先頭にあるときにセットされます。フレーミングエラー後、UART は再同期化を試みます。この際フレーミングエラーは次のスタートビットによるものと想定し、このスタートビットをサンプリングしてスタートビットとします。 0：フレーミングエラーなし [クリア条件] FLSR リード 1：フレーミングエラーあり [セット条件] 受信データのストップビットが無効
2	PE	0	R	パリティエラー FLCR の PEN ビットが 1 のとき、受信したデータにパリティエラーがあることを示します。FIFO イネーブル時は FIFO 内の個々の受信データにより発生し、この受信データが FIFO の先頭にあるときにセットされます。 0：パリティエラーなし [クリア条件] FLSR リード ただし、オーバランエラー時にセットされた場合は FLSR を 2 回リード 1：パリティエラーあり [セット条件] 受信データがパリティエラー

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
1	OE	0	R	オーバランエラー オーバランエラーが発生したことを示すビットです。 - FIFO ディスエーブル時 FRBR の受信データがリードされずに次のデータを受信完了したときにオーバランエラーが発生し、前のデータは失われます。 - FIFO イネーブル時 FIFO が満杯になり、次のデータを受信完了したときにオーバランエラーが発生します。FIFO 内のデータは保持されますが、最後に受信したデータは失われます。 0：オーバランエラーなし [クリア条件] FLSR リード 1：オーバランエラー [セット条件] オーバランエラー発生時
0	DR	0	R	データレディ FRBR または FIFO に受信データが格納されたことを示します。 0：受信データなし [クリア条件] FRBR をリード、または FIFO 内のデータをすべてリード 1：受信データあり [セット条件] データを受信

15.3.12 モデムステータスレジスタ (FMSR)

FMSR は、モデム制御端子の状態または変化を示すリード専用レジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	DCD	不定	R	データキャリアディテクト $\overline{\text{DCD}}$ 入力端子の反転した状態を示します。
6	RI	不定	R	リングインジケータ $\overline{\text{RI}}$ 入力端子の反転した状態を示します。
5	DSR	不定	R	データセットレディ $\overline{\text{DSR}}$ 入力端子の反転した状態を示します。
4	CTS	不定	R	クリアトゥゼンド $\overline{\text{CTS}}$ 入力端子の反転した状態を示します。

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
3	DDCD	0	R	デルタデータキャリアインジケータ DDCD ビットをリード後に $\overline{\text{DCD}}$ 入力信号が変化したことを示します。 0 : FMSR リード後に $\overline{\text{DCD}}$ 入力信号変化なし [クリア条件] FMSR をリード 1 : FMSR リード後、$\overline{\text{DCD}}$ 入力信号が変化 [セット条件] $\overline{\text{DCD}}$ 入力信号が変化
2	TERI	0	R	トレイリングエッジリングインジケータ TERI ビットをリード後に $\overline{\text{RI}}$ 入力信号が立ち上がったことを示します。 0 : FMSR リード後に $\overline{\text{RI}}$ 入力信号変化なし [クリア条件] FMSR をリード 1 : FMSR リード後、$\overline{\text{RI}}$ 入力信号の立ち上り [セット条件] $\overline{\text{RI}}$ 入力端子の立ち上り
1	DDSR	0	R	デルタデータセットレディインジケータ DDSR ビットをリード後に $\overline{\text{DSR}}$ 入力信号が変化したことを示します。 0 : FMSR リード後に $\overline{\text{DSR}}$ 入力信号変化なし [クリア条件] FMSR をリード 1 : FMSR リード後、$\overline{\text{DSR}}$ 入力信号が変化 [セット条件] $\overline{\text{DSR}}$ 入力信号が変化
0	DCTS	0	R	デルタクリアトゥーセンドインジケータ DCTS ビットをリード後に $\overline{\text{CTS}}$ 入力信号が変化していることを示します。 0 : FMSR リード後に $\overline{\text{CTS}}$ 入力信号変化なし [クリア条件] FMSR をリード 1 : FMSR リード後、$\overline{\text{CTS}}$ 入力信号が変化 [セット条件] $\overline{\text{CTS}}$ 入力信号が変化

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

15.3.13 スクラッチパッドレジスタ (FSCR)

FSCR は SCIF の制御には使用しません。プログラムの一時的なデータ保持に使用することができます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～0	bit7～bit0	すべて 0	R/W	プログラムの一時データ保持に使用します。

15.3.14 SCIF コントロールレジスタ (SCIFCR)

SCIFCR は SCIF の各種動作を制御します。SCIFCR は CPU からのみアクセスが可能です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	SCIFOE1	0	R/W	SCIF の PORT 出力の許可／禁止を設定します 詳細は表 15.5 を参照してください。
6	SCIFOE0	0	R/W	
5	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください
4	OUT2LOOP	0	R/W	ループバックテスト時の割り込みを許可／禁止します。 0：割り込み許可 1：割り込み禁止
3	CKSEL1	0	R/W	ボーレートジェネレータへ入力するクロック (SCLK) を選択します。 00：LCLK を 18 分周したクロック 01：システムクロックを 11 分周したクロック 10：リザーブ（選択禁止）（LCLK） 11：リザーブ（選択禁止）（システムクロック）
2	CKSEL0	0	R/W	
1	SCIFRST	0	R/W	ボーレートジェネレータ、FRSR、FTSR をリセットします。 0：通常動作 1：リセット
0	REGRST	0	R/W	SCIFCR 以外で H8S CPU 又は LPC インタフェースからアクセス可能なレジスタをリセットします。 0：通常動作 1：リセット

表 15.5 SCIF 出力設定

HICR5 ビット 3	0				1			
SCIFCR ビット 7	0		1		0		1	
SCIFCR ビット 6	0	1	0	1	0	1	0	1
PB7、PB5 端子	PORT	PORT	SCIF	PORT	SCIF	PORT	SCIF	PORT
P50 端子	PORT	PORT	SCIF	SCIF	SCIF	SCIF	SCIF	SCIF

【注】 PB7、PB5、P50 端子の出力を PORT に設定した場合でも P51、PB2～PB4、PB6 は SCIF へ入力されます。

15.4 動作説明

15.4.1 ボーレート

SCIF はボーレートジェネレータを内蔵しており、FDLH、FDLL と SCIFCR の CKSEL ビットにより、任意のボーレートを設定できます。表 15.6 にボーレートの設定例を示します。

表 15.6 ボーレートの設定例

CKSEL1、0	00		01		01		01	
	LCLK (33MHz) の 18 分周		システムクロック (25MHz) の 11 分周		システムクロック (20MHz) の 11 分周		システムクロック (10MHz) の 11 分周	
ボーレート	FDLH、 FDLL (Hex)	エラー (%)	FDLH、 FDLL (Hex)	エラー (%)	FDLH、 FDLL (Hex)	エラー (%)	FDLH、 FDLL (Hex)	エラー (%)
50	08F4	0.01%	0B19	0.00%	08E1	0.01%	0470	0.03%
75	05F8	0.01%	0766	0.00%	05EB	0.01%	02F6	0.06%
110	0412	0.03%	050B	0.02%	0409	0.01%	0205	0.09%
300	017E	0.01%	01D9	0.10%	017B	0.06%	00BD	0.21%
600	00BF	0.01%	00ED	0.11%	00BD	0.21%	005F	0.32%
1200	005F	0.51%	0076	0.31%	005F	0.32%	002F	0.74%
1800	0040	0.54%	004F	0.11%	003F	0.21%	0020	1.36%
2400	0030	0.54%	003B	0.31%	002F	0.74%	0018	1.36%
4800	0018	0.54%	001E	1.36%	0018	1.36%	000C	1.36%
9600	000C	0.54%	000F	1.36%	000C	1.36%	0006	1.36%
14400	0008	0.54%	000A	1.36%	0008	1.36%	0004	1.36%
19200	0006	0.54%	—	—	0006	1.36%	0003	1.36%
38400	0003	0.54%	—	—	0003	1.36%	—	—
57600	0002	0.54%	—	—	0002	1.36%	0001	1.36%
115200	0001	0.54%	—	—	0001	1.36%	—	—

15.4.2 調歩同期式通信の動作

調歩同期式シリアル通信の一般的なフォーマットを図 15.2 に示します。1 フレームは、スタートビット (Low レベル) から始まり送受信データ (LSB ファースト：最下位ビットから)、パリティビット、ストップビット (High レベル) の順で構成されます。調歩同期式シリアル通信では、通信回線は通常マーク状態 (High レベル) に保たれています。SCIF は通信回線を監視し、スペース (Low レベル) を検出するとスタートビットとみなしてシリアル通信を開始します。SCIF 内部では、送信部と受信部は独立していますので、全二重通信を行うことができます。また、送信部と受信部がともに 16 段の FIFO バッファ構造になっていますので、送信および受信中にデータのリード/ライトができ、連続送受信が可能です。

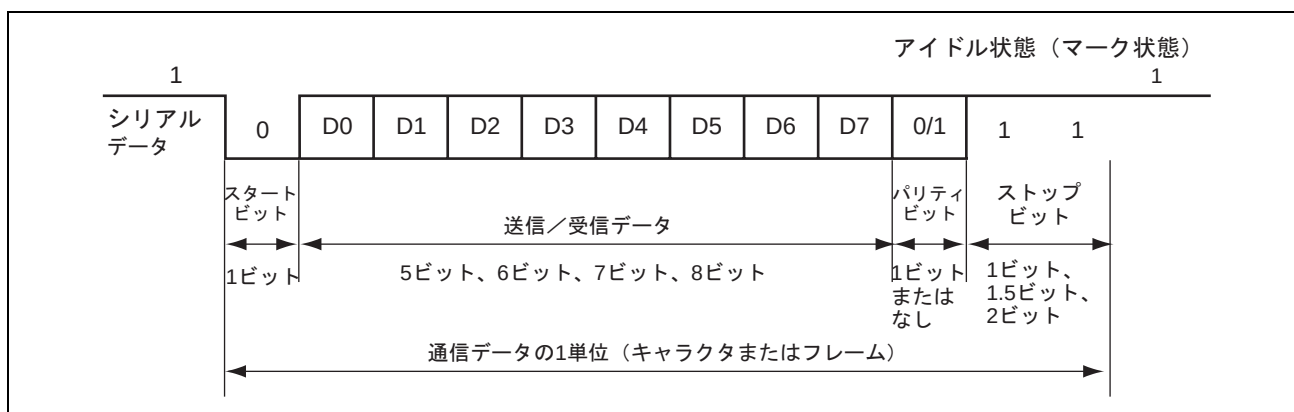


図 15.2 シリアル送信/受信データフォーマット
(8 ビットデータ/パリティあり/2 ストップビットの例)

15.4.3 SCIF の初期化

(1) SCIF の初期化

データ送受信前に図 15.3 のフローチャート例に従って初期化を行ってください。

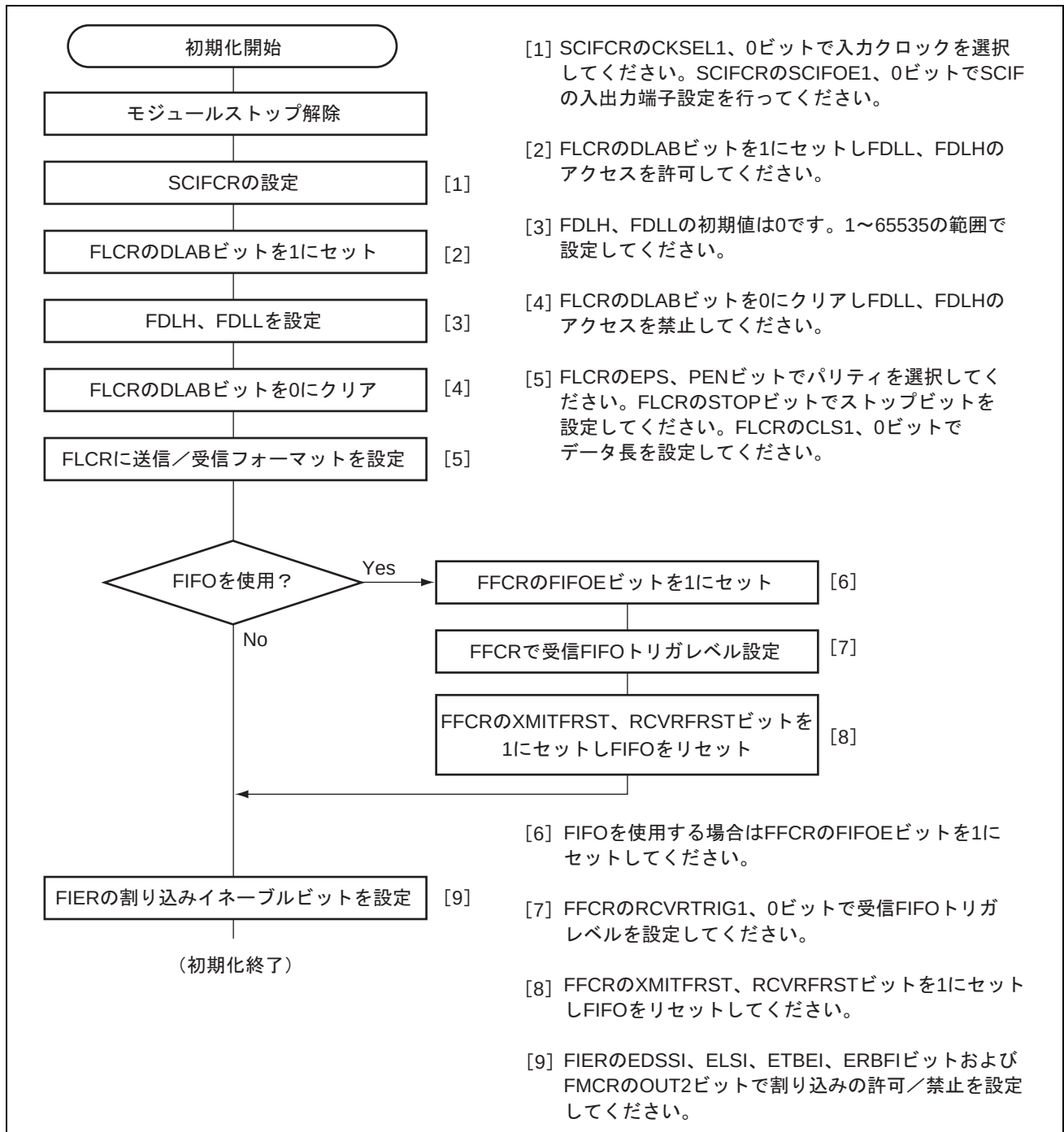


図 15.3 初期化フローチャートの例

(2) シリアルデータ送信

図 15.4 に送信フローチャートの例を示します。

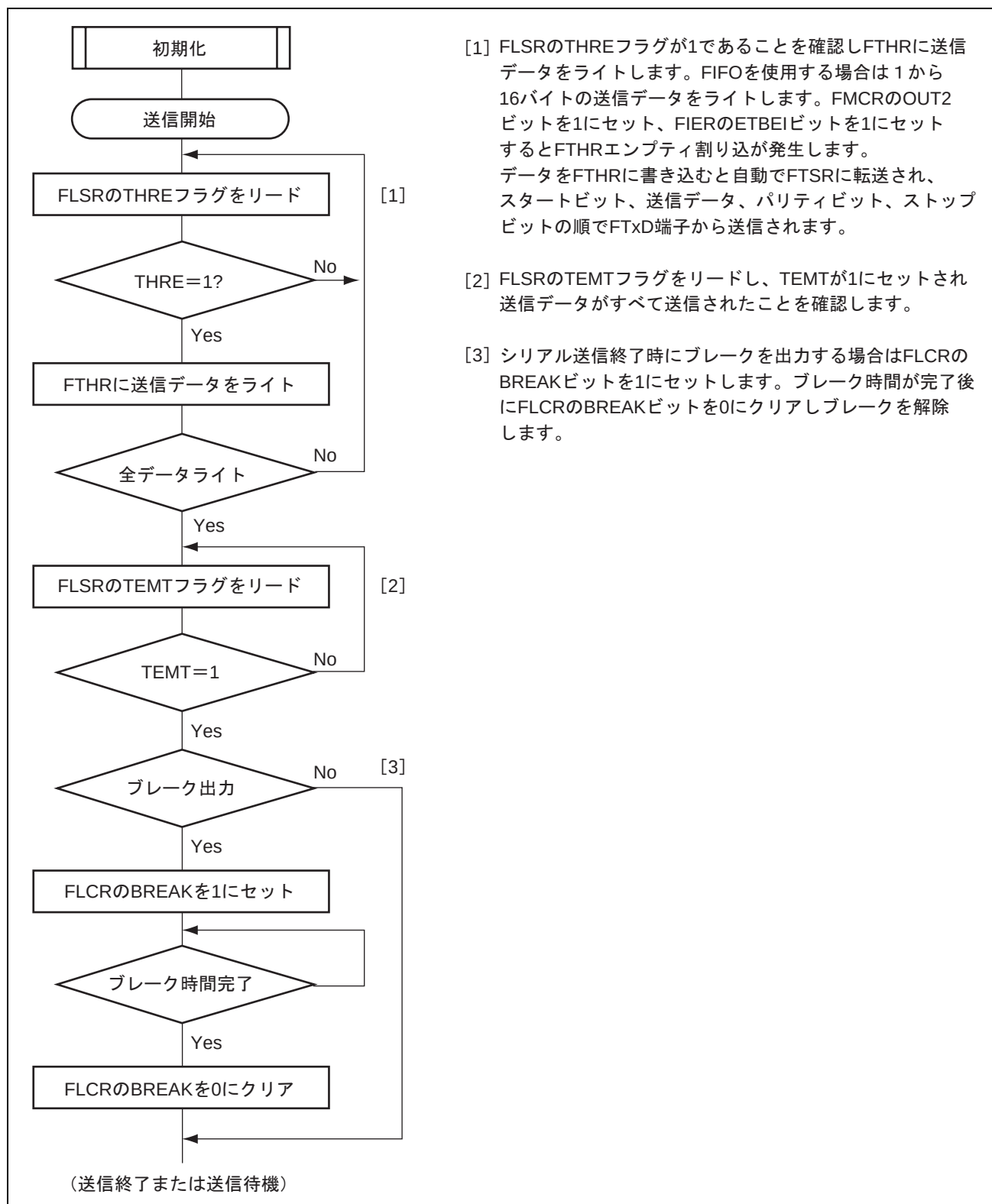


図 15.4 データ送信フローチャートの例

(3) シリアルデータ受信

図 15.5 に受信フローチャートの例を示します。

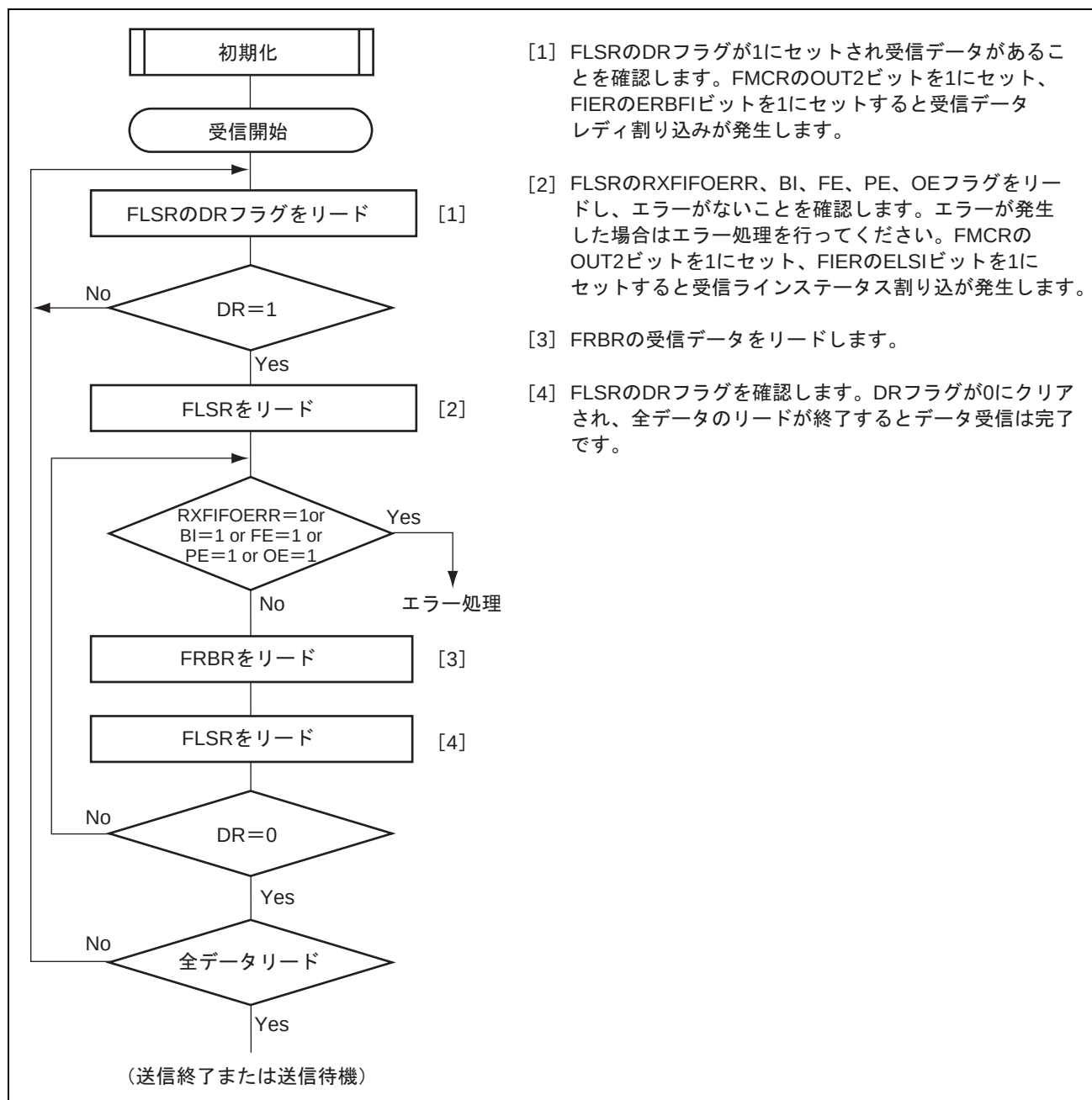


図 15.5 データ受信フローチャートの例

15.4.4 フロー制御を行った送受信

CTS/RTS を使用したフロー制御を行う場合の送受信の例を示します。

(1) 初期化

図 15.6 に初期化フローチャートの例を示します。

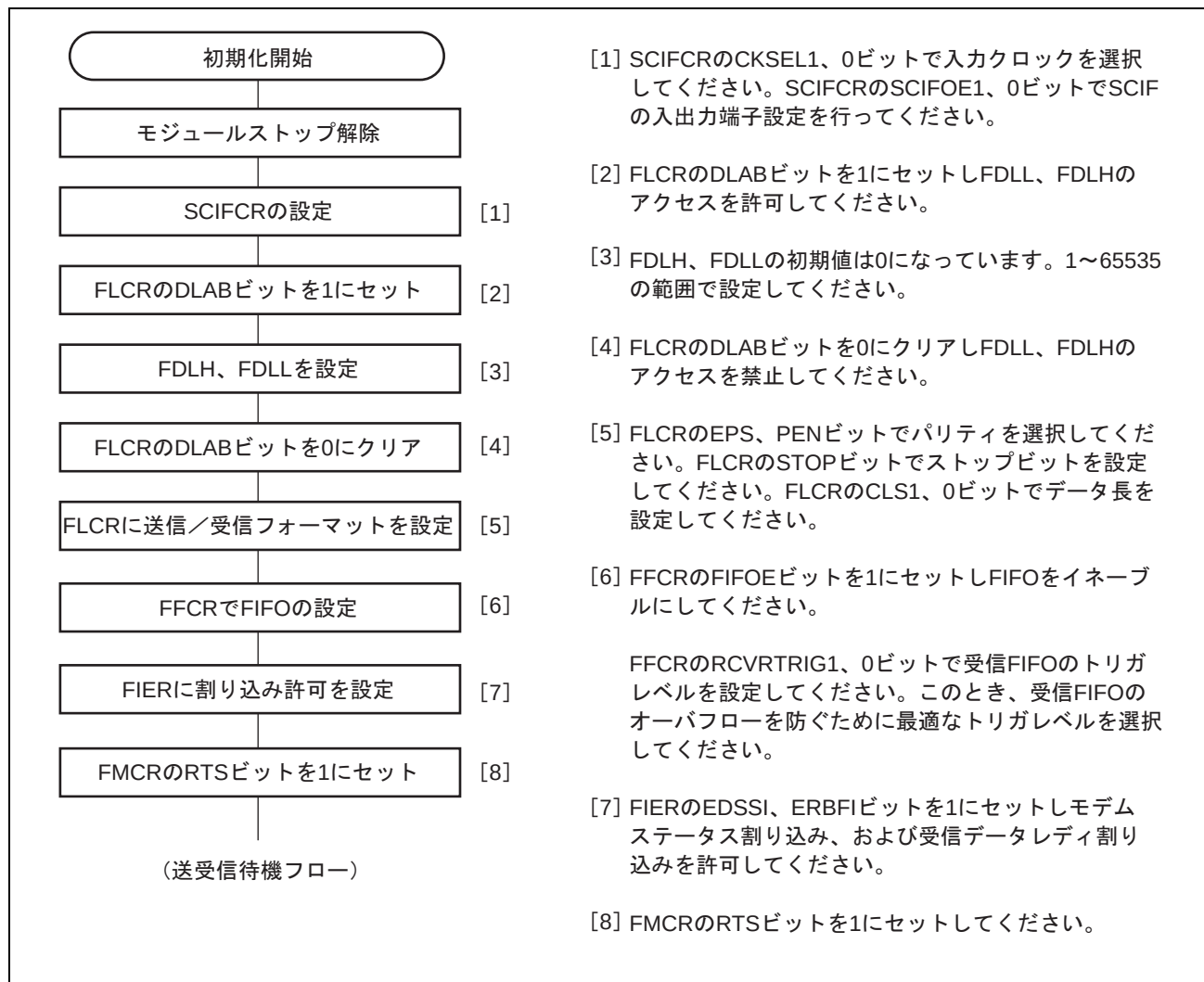


図 15.6 初期化フローチャートの例

(2) 送受信待機

図 15.7 に送受信待機フローチャートの例を示します。

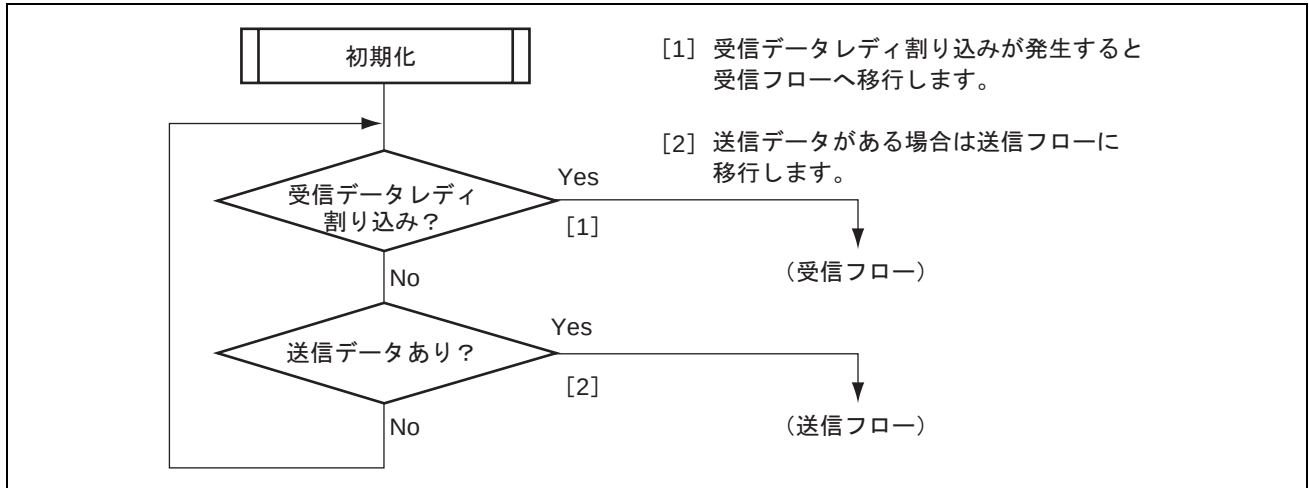


図 15.7 送受信待機フローチャートの例

(3) 送信

図 15.8 に送信フローチャートの例を示します。

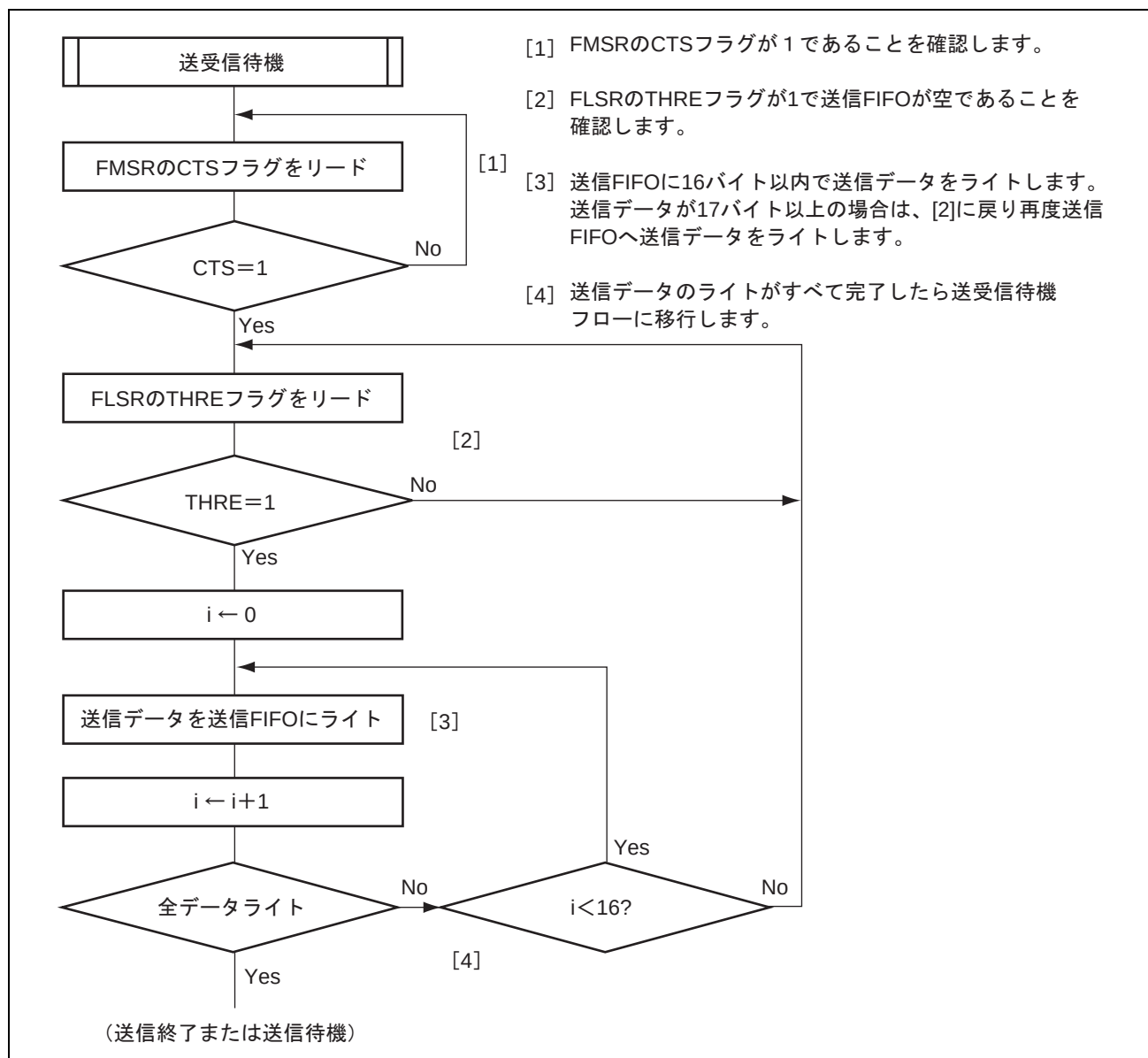


図 15.8 送信フローチャートの例

(4) 送信中断

図 15.9 に送信中断フローチャートの例を示します。

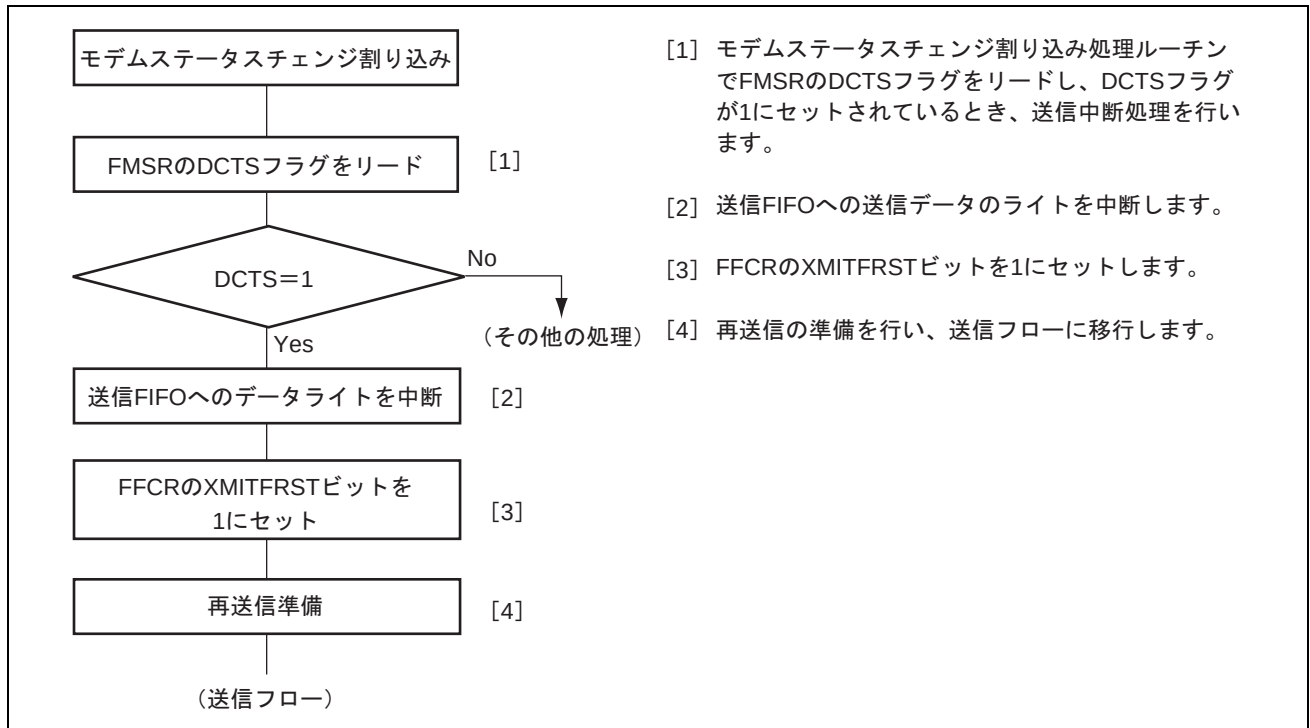


図 15.9 送信中断フローチャートの例

(5) 受信

図 15.10 に受信フローチャートの例を示します。

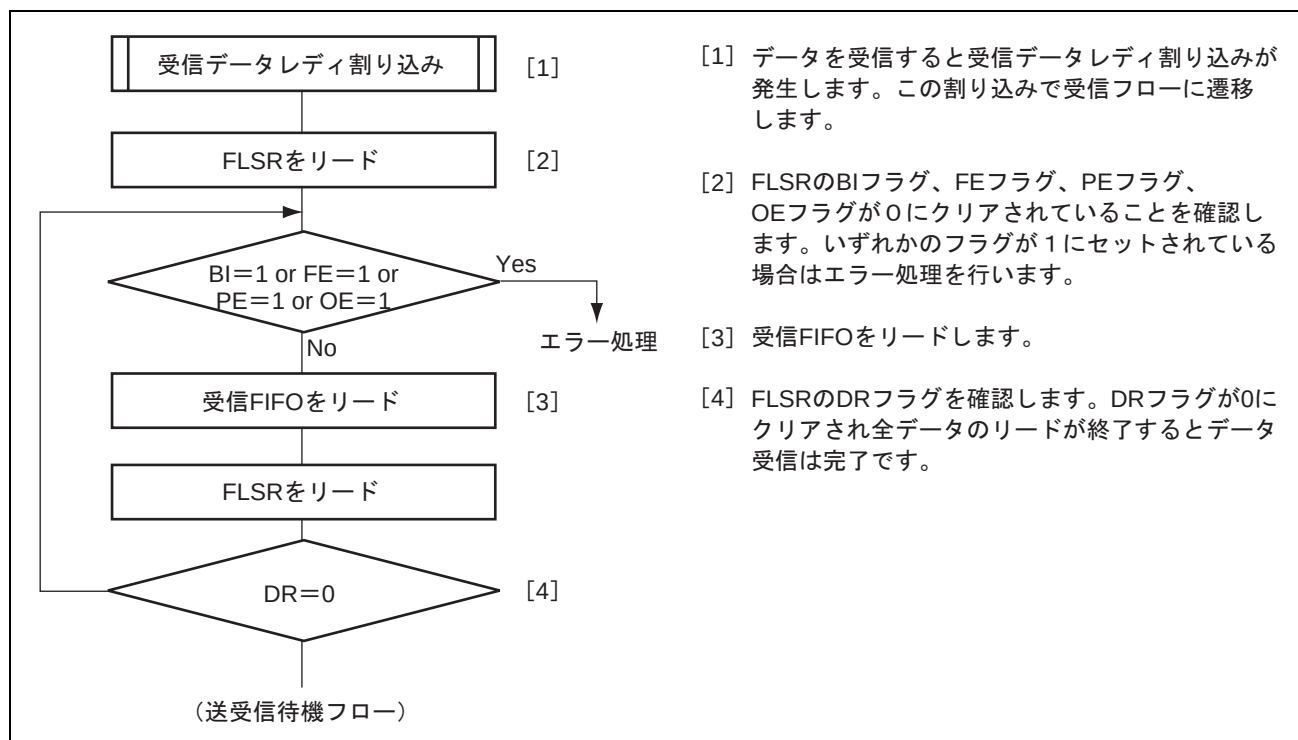


図 15.10 受信フローチャートの例

(6) 受信中断

図 15.11 に受信中断フローチャートの例を示します。

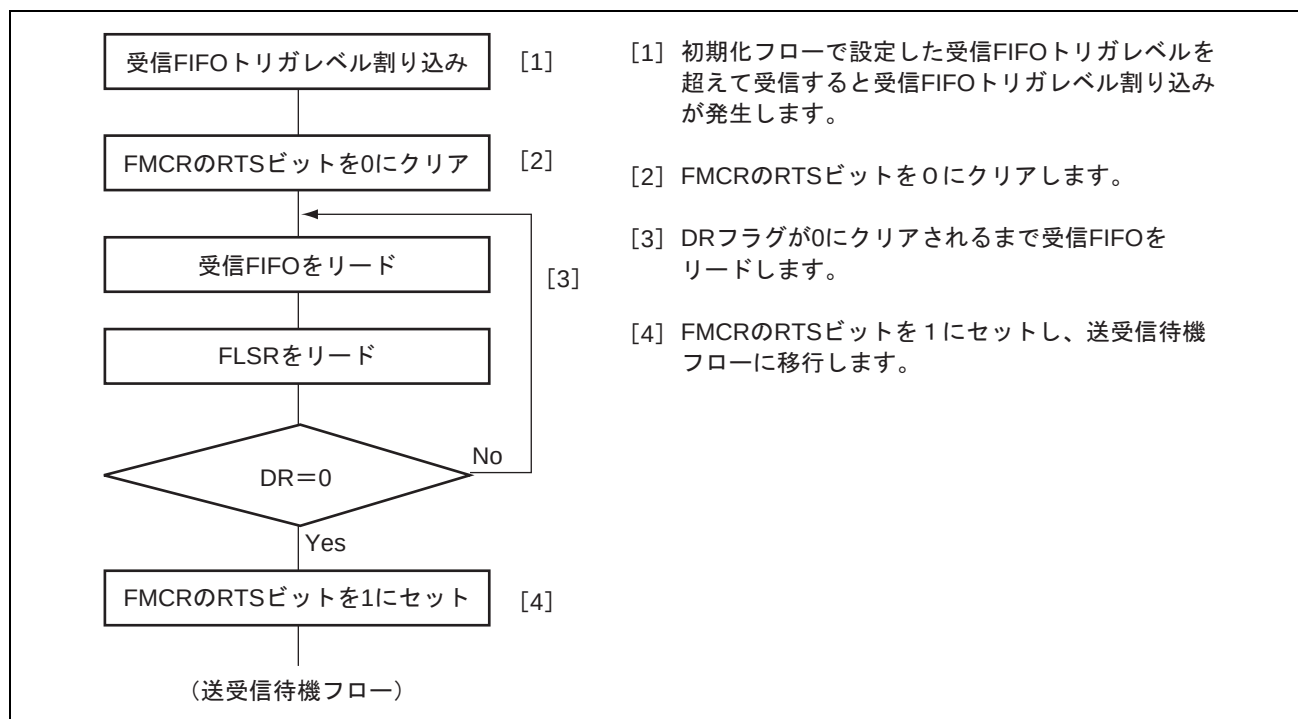


図 15.11 受信中断フローチャートの例

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

15.4.5 LPC インタフェースからのデータ送受信

表 15.3 に示すように HICR5 の SCIFE ビットを 1 にセットすると SCIFCR 以外のレジスタが LPC インタフェースからアクセス可能となります。CPU から SCIFCR の初期設定を行い HICR5 の SCIFE ビットを 1 にセットすることによって図 15.3～図 15.5 に示す初期設定、データ送信、データ受信のフロー設定が、LPC インタフェースから可能となります。LPC インタフェースの I/O アドレスと SCIF レジスタのアクセス対応を表 15.7 に示します。なお、LPC インタフェースの詳細な設定方法は「第 19 章 LPC インタフェース (LPC)」を参照してください。

表 15.7 SCIF のレジスタと LPC I/O アドレス対応

LPC インタフェース I/O アドレス				R/W	条件	SCIF のレジスタ
ビット 15～3	ビット 2	ビット 1	ビット 0			
SCIFADR (bit15～3)	0	0	0	R	FLCR[7]=0	FRBR
				W	FLCR[7]=0	FTHR
				R/W	FLCR[7]=1	FDLL
SCIFADR (bit15～3)	0	0	1	R/W	FLCR[7]=0	FIER
				R/W	FLCR[7]=1	FDLH
SCIFADR (bit15～3)	0	1	0	R	-	FIIR
				W	-	FFCR
SCIFADR (bit15～3)	0	1	1	R/W	-	FLCR
SCIFADR (bit15～3)	1	0	0	R/W	-	FMCR
SCIFADR (bit15～3)	1	0	1	R	-	FLSR
SCIFADR (bit15～3)	1	1	0	R	-	FMSR
SCIFADR (bit15～3)	1	1	1	R/W	-	FSCR

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

また、LPC インタフェースからのデータ送受信に関連するレジスタの各モードで初期化される範囲を表 15.8 に示します。

表 15.8 レジスタの各モードで初期化される範囲

レジスタ名		システム リセット	SCIFRST	REGRST	LPC リセット	LPC シャット ダウン	LPC アボート
SCIFADRH	bit15~8	初期化	保持	保持	保持	保持	保持
SCIFADRL	bit7~0	初期化	保持	保持	保持	保持	保持
HICR5	SCIFE	初期化	保持	保持	保持	保持	保持
SIRQCR4	bit7~4、SCSIRQ3~ SCSIRQ0	初期化	保持	保持	保持	保持	保持
SCIFCR	SCIFOE1、SCIFOE0、 OUT2LOOP、CKSEL1、 CKSEL0、SCIFRST、 REGRST	初期化	保持	保持	保持	保持	保持
FRBR	bit7~0	初期化	保持	初期化	初期化	保持	保持
FTHR	bit7~0	初期化	保持	初期化	初期化	保持	保持
FDLL	bit7~0	初期化	保持	初期化	初期化	保持	保持
FDLH	bit7~0	初期化	保持	初期化	初期化	保持	保持
FIIR	FIFOE1、FIFOE0、INTID2 ~INTID0、INTPEND	初期化	保持	初期化	初期化	保持	保持
FFCR	RCVRTRIG1、 RCVRTRIG0、XMITFRST、 RCVRFIRST、FIFOE	初期化	保持	初期化	初期化	保持	保持
FLCR	DLAB、BREAK、EPS、 PEN、STOP、CLS1、CLS0	初期化	保持	初期化	初期化	保持	保持
FMC	LOOP BACK、OUT2、 OUT1、RTS、DTR	初期化	保持	初期化	初期化	保持	保持
FLSR	RXFIFOERR、TEMT、 THRE、BI、FE、PE、OE、 DR	初期化	保持	初期化	初期化	保持	保持
FMSR	DDCD、TERI、DDSR、 DCTS	初期化	保持	初期化	初期化	保持	保持
FSCR	bit7~0	初期化	保持	初期化	初期化	保持	保持
SCIF 転送 シーケンス (内部状態)	—	初期化	初期化	保持	初期化	保持	保持

15. FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)

15.5 割り込み要因

表 15.9 に割り込み要因を示します。各割り込み要因には共通の 1 つの割り込みベクタが割り当てられています。

LPC で SCIF を使用する場合、H8S CPU に対して割り込みを要求しません。LPC インタフェースの SERIRQ によりホストへ割り込みが要求されます。

表 15.9 割り込み要因

名称	割り込み要因	優先順位
受信ラインステータス	オーバランエラー、パリティエラー、フレーミングエラー、ブレーク割り込み	高 ↑ 低
受信データレディ	受信データあり、FIFO トリガレベル	
キャラクタタイムアウト (FIFO イネーブル時)	受信 FIFO にデータが 1 キャラクタ以上ある状態で、4 キャラクタタイム間受信 FIFO にデータの入出力がない	
FTHR エンプティ	FTHR エンプティ	
モデムステータス	CTS、DSR、RI、DCD	

表 15.10 に割り込み要因とベクタアドレスおよび優先順位一覧を示します。

表 15.10 割り込み要因とベクタアドレスおよび優先順位一覧

割り込み 要因発生元	割り込み名称	ベクタ番号	ベクタアドレス	ICR
SCIF	SCIF (SCIF 割り込み)	82	H'000148	ICRC7

15.6 使用上の注意事項

15.6.1 SCLK に LCLK を選択した場合の低消費電力モード

SCLK に LCLK の 18 分周クロックを選択している場合でウォッチモード、ソフトウェアスタンバイモードの各モードに遷移する場合は、LPC インタフェースのシャットダウン機能を使用して LCLK をストップしてください。

15.6.2 シリアル送受信中の FLCR アクセス

FLCR は初期設定で設定し、シリアル送受信中にライトしないでください。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

本 LSI は、2 チャンネルの I²C バスインタフェースを内蔵しています。I²C バスインタフェースは、Philips 社の提唱している I²C バス (Inter IC Bus) インタフェース方式に準拠しており、サブセット機能を備えています。ただし、I²C バスを制御するレジスタの構成が一部 Philips 社と異なりますので注意してください。

16.1 特長

- アドレッシングフォーマット、ノンアドレッシングフォーマットを選択可能
I²Cバスフォーマット：アドレッシングフォーマットでアクノリッジビットあり、マスタ、スレーブ動作
クロック同期式シリアルフォーマット：ノンアドレッシングフォーマットでアクノリッジビットなし、
マスタ動作専用
- I²Cバスフォーマットは、Philips社提唱のI²Cバスインタフェースに準拠
- I²Cバスフォーマットで、スレーブアドレスを2通り設定可能
- I²Cバスフォーマットで、マスタモード時、開始、停止条件の自動生成
- I²Cバスフォーマットで、受信時、アクノリッジの出力レベルを選択可能
- I²Cバスフォーマットで、送信時、アクノリッジビットの自動ロード機能
- I²Cバスフォーマットで、マスタモード時のウェイトビット機能
アクノリッジを除くデータ転送後、SCLをLowレベルにしてウェイト状態にすることが可能。ウェイト状態は、割り込みフラグを0にクリアすることで解除。
- I²Cバスフォーマットでのウェイト機能
データ転送後、SCLをLowレベルにしてウェイト要求を発生することが可能。ウェイト要求は、次の転送が可能になった時点で解除。
- 割り込み要因
データ転送終了時 (I²Cバスフォーマットで送信モード遷移時、ICDR内データ転送発生時、およびウェイト時を含む)
アドレス一致時：I²Cバスフォーマット、スレーブ受信モードで、いずれかのスレーブアドレスが一致したとき、またはゼネラルコールアドレスを受信したとき (マスタ競合負け後のアドレス受信を含む)
アービトレーションロスト発生時
開始条件検出時 (マスタモード)
停止条件検出時 (スレーブモード時)
- マスタモード時、15種類の内部クロック選択可能

16. I²C バスインタフェース (IIC)

- バスを直接駆動 (SCL/SDA端子)

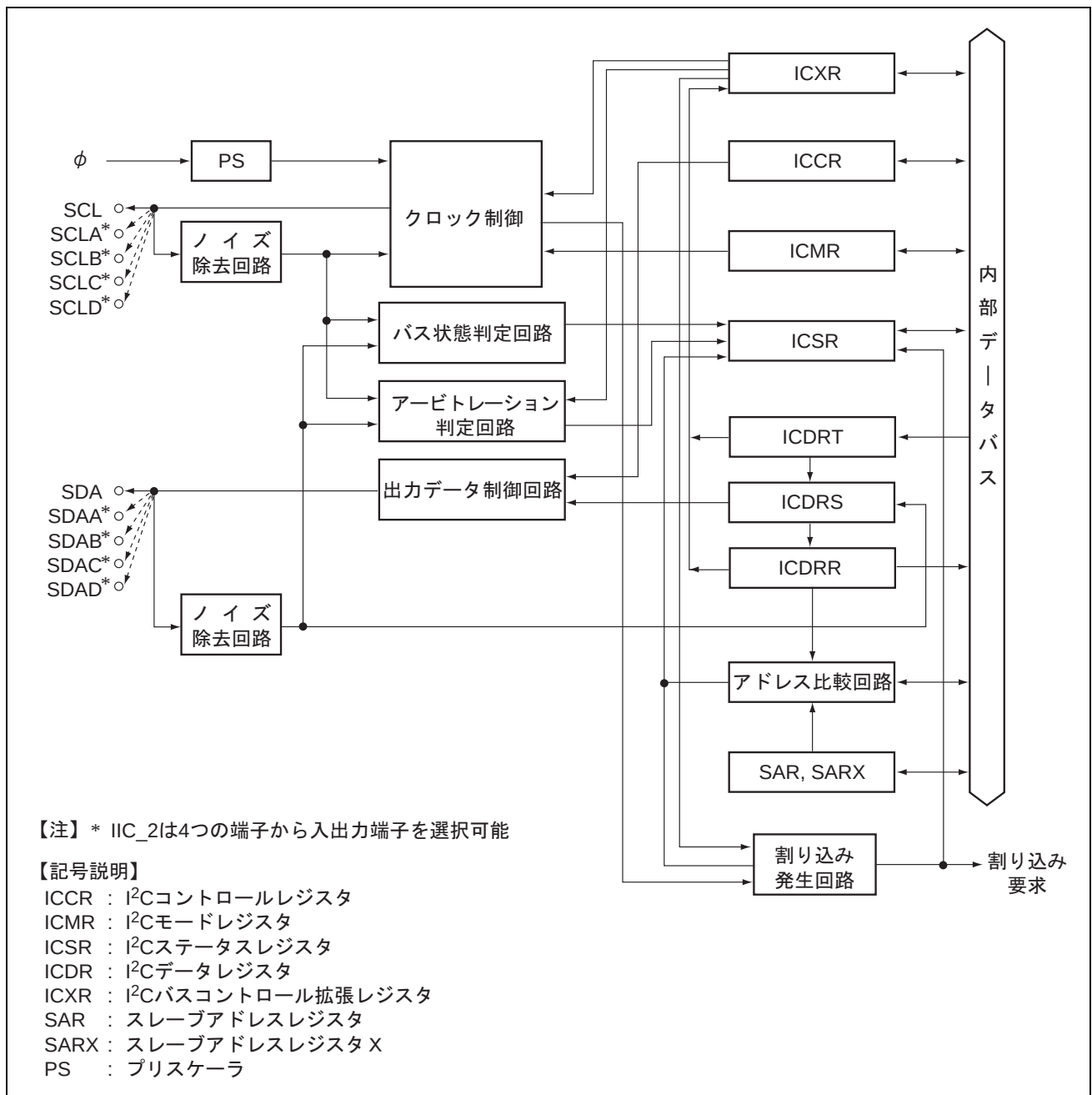
P52/SCL0、P97/SDA0、PG0/SDAA、PG1/SCLA、PG2/SDAB、PG3/SCLB、PG4/SDAC、PG5/SCLC、PG6/SDAD、PG7/SCLDの10端子は、通常時はNMOSプッシュプル出力、バス駆動機能選択時はNMOSオープンドレイン出力。

【注】 本 IIC モジュールを使用する場合は、必ず初期設定として ICXR レジスタの HNDS ビットを 1 に、FNC1、FNC0 ビットをおのおの 1 に設定してください。これ以外の設定を行った場合は本マニュアルに記載されている項目以外の動作制約が発生します。

I²C バスインタフェースのブロック図を図 16.1 に示します。

入出力端子の外部回路接続例を、図 16.2 に示します。I²C バスインタフェースの入出力端子は通常ポートと端子構造が異なるため、端子に印加可能な電圧仕様が異なります。

詳細は「第 26 章 電気的特性」を参照してください。

図 16.1 I²C バスインタフェースのブロック図

16. I²C バスインタフェース (IIC)

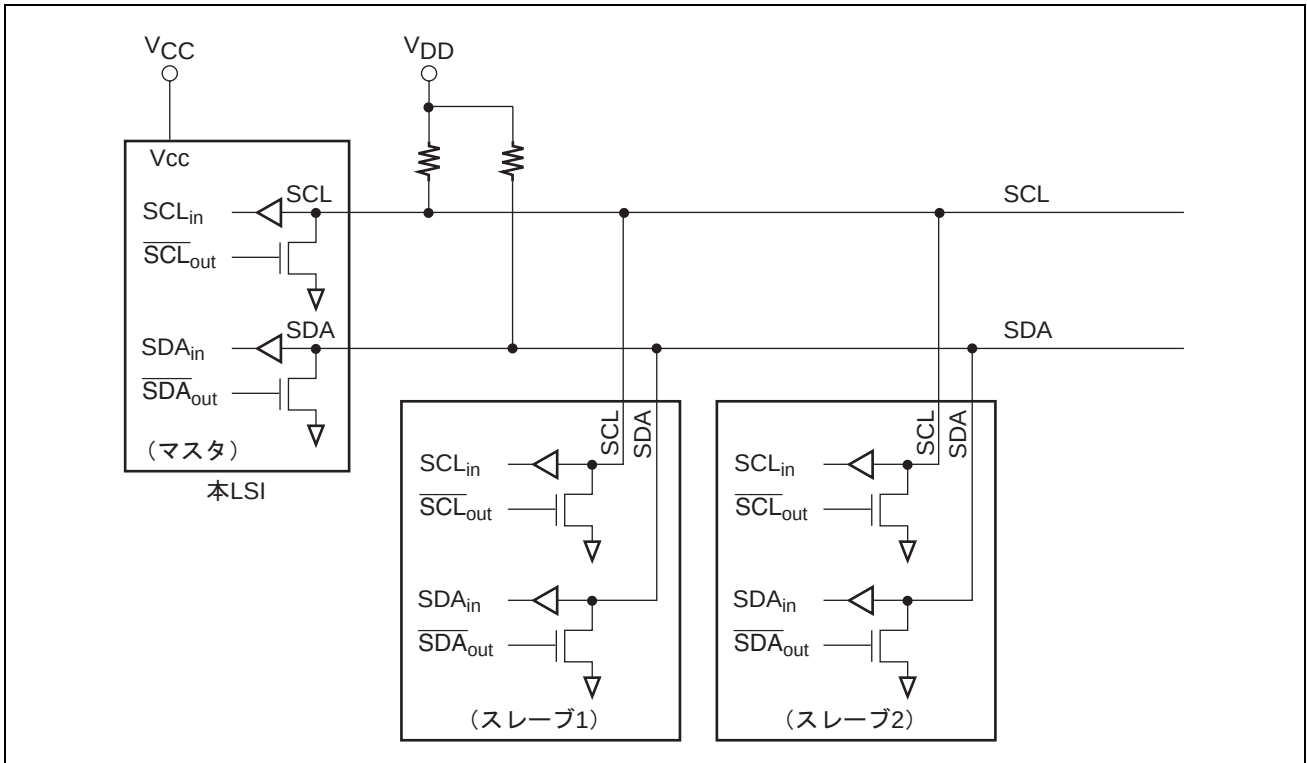


図 16.2 I²C バスインタフェース接続例 (本 LSI がマスターの場合)

16.2 入出力端子

I²C バスインタフェースで使用する端子を表 16.1 に示します。

IIC_2 における SCL、SDA 入出力端子は 4 つの端子から 1 つを選択して使用することができます。1 つのチャネルに 2 つ以上の入出力端子を設定しないでください。

端子の設定方法は「8.3.2 ポートコントロールレジスタ 1 (PTCNT1)」を参照してください。

表 16.1 端子構成

チャネル	記号*	入出力	機 能
0	SCL0	入出力	IIC_0 シリアルクロック入出力端子
	SDA0	入出力	IIC_0 シリアルデータの入出力端子
2	SCLA	入出力	IIC_2 シリアルクロック入出力端子
	SDAA	入出力	IIC_2 シリアルデータの入出力端子
	SCLB	入出力	IIC_2 シリアルクロック入出力端子
	SDAB	入出力	IIC_2 シリアルデータの入出力端子
	SCLC	入出力	IIC_2 シリアルクロック入出力端子
	SDAC	入出力	IIC_2 シリアルデータの入出力端子
	SCLD	入出力	IIC_2 シリアルクロック入出力端子
	SDAD	入出力	IIC_2 シリアルデータの入出力端子

【注】 * 本文中ではチャネルを省略し、それぞれ SCL、SDA と略称します。

16.3 レジスタの説明

IIC にはチャンネルごとに以下のレジスタがあります。ICDR と SARX、ICMR と SAR は同じアドレスに割り付けられており、ICCR の ICE ビットによりアクセスできるレジスタが変わります。ICE=0 のとき SAR と SARX、ICE=1 のとき ICMR と ICDR がアクセスできます。なお、シリアルタイムコントロールレジスタについては「3.2.3 シリアルタイムコントロールレジスタ (STCR)」を参照してください。

表 16.2 レジスタ構成

チャンネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
チャンネル 0	I ² C バスコントロール拡張レジスタ_0	ICXR_0	R/W	H'00	H'FED4	8
	I ² C バスコントロールレジスタ_0	ICCR_0	R/W	H'01	H'FFD8	8
	I ² C バスステータスレジスタ_0	ICSR_0	R/W	H'00	H'FFD9	8
	I ² C バスデータレジスタ_0	ICDR_0	R/W	—	H'FFDE	8
	第 2 スレーブアドレスレジスタ_0	SARX_0	R/W	H'01	H'FFDE	8
	I ² C バスモードレジスタ_0	ICMR_0	R/W	H'00	H'FFDF	8
	スレーブアドレスレジスタ_0	SAR_0	R/W	H'00	H'FFDF	8
	I ² C バスコントロール初期化レジスタ_0	ICRES_0	R/W	H'0F	H'FEE6	8
チャンネル 2	I ² C バスコントロール拡張レジスタ_2	ICXR_2	R/W	H'00	H'FE8C	8
	I ² C バスコントロールレジスタ_2	ICCR_2	R/W	H'01	H'FE88	8
	I ² C バスステータスレジスタ_2	ICSR_2	R/W	H'00	H'FE89	8
	I ² C バスデータレジスタ_2	ICDR_2	R/W	—	H'FE8E	8
	第 2 スレーブアドレスレジスタ_2	SARX_2	R/W	H'01	H'FE8E	8
	I ² C バスモードレジスタ_2	ICMR_2	R/W	H'00	H'FE8F	8
	スレーブアドレスレジスタ_2	SAR_2	R/W	H'00	H'FE8F	8
	I ² C バスコントロール初期化レジスタ_2	ICRES_2	R/W	H'0F	H'FE8A	8

16.3.1 I²C バスデータレジスタ (ICDR)

ICDR は、8 ビットのリード／ライト可能なレジスタで、送信時は送信用データレジスタとして、受信時は受信用データレジスタとして機能します。ICDR は、内部的に、シフトレジスタ (ICDRS)、受信バッファ (ICDRR) および送信バッファ (ICDRT) に分かれています。3 本のレジスタ間のデータ転送は、バス状態の変化に関連付けられて自動的に行われ、ICXR の ICDRF フラグ、ICDRE フラグなどの状態に影響を与えません。

ICDR への送信データライトは、I²C バスフォーマットのマスタ送信モードでは開始条件検出後に行ってください。開始条件を検出すると、それ以前のライトデータは無視されます。また、スレーブ送信モードでは、スレーブアドレスが一致し TRS ビットが 1 に自動的に切り替わった後にライトしてください。

送信モード (TRS=1) では ICDRE フラグが 1 のときに ICDRT に送信データをライトすることができます。

ICDRT に送信データをライトすると ICDRE フラグは 0 にクリアされます。このとき送信動作の終了で ICDRS が空になると自動的に ICDRT から ICDRS へデータが転送され、ICDRE フラグが 1 にセットされます。ICDRS に送信待ちまたは送信中のデータがある場合はライトされたデータは ICDRT に保持されます。

受信モード (TRS=0) では ICDRT から ICDRS へのデータ転送は行われませんので、受信モードでの ICDRT へのライトは行わないでください。

受信モード (TRS=0) では ICDRF フラグが 1 のときに ICDRR の受信データをリードすることができます。

ICDRR の受信データをリードすると ICDRF フラグは 0 にクリアされます。このとき受信動作の終了で ICDRS に受信データが格納されると自動的に ICDRS から ICDRR へデータが転送され、ICDRF フラグが 1 にセットされます。ICDRR に未読の受信データがある場合は新たに受信したデータは ICDRS に保持されます。

送信モード (TRS=1) では ICDRS から ICDRR へのデータ転送は行われませんので、送信モードでの ICDRR へのリードは行わないでください。(マスタ受信モード推奨動作フローの最終受信データリードのケースは除きます)

1 フレームのアクノリッジを除いたビット数が 8 ビットに満たない場合、送受信データの格納される位置が異なります。送信データは、MLS ビットが 0 のとき MSB 側に、MLS ビットが 1 のとき LSB 側に詰めて書き込んでください。受信データは、MLS ビットが 0 のとき LSB 側に、MLS ビットが 1 のとき MSB 側に詰めて格納されます。

ICDR は ICCR の ICE ビットを 1 に設定したときのみアクセス可能です。ICDR のリセット時の値は不定です。

16.3.2 スレーブアドレスレジスタ (SAR)

SAR は転送フォーマットの設定およびスレーブアドレスを格納します。I²C バスフォーマットでスレーブモードの場合、開始条件後に送られてきた第 1 フレームの上位 7 ビットと SAR の上位 7 ビットを比較して一致したとき、FS ビットに 0 が設定されていると、マスタデバイスに指定されたスレーブデバイスとして動作します。SAR は ICCR の ICE ビットを 0 に設定したときのみアクセス可能です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	SVA6	0	R/W	スレーブアドレス 6～0 スレーブアドレスを設定します。
6	SVA5	0	R/W	
5	SVA4	0	R/W	
4	SVA3	0	R/W	
3	SVA2	0	R/W	
2	SVA1	0	R/W	
1	SVA0	0	R/W	
0	FS	0	R/W	フォーマットセレクト SARX の FSX ビットとの組み合わせで転送フォーマットを選択します。 表 16.3 を参照してください。 なお、ゼネラルコールアドレスの認識を行う場合は、必ず本ビットを 0 に設定してください。

16.3.3 第 2 スレーブアドレスレジスタ (SARX)

SARX は転送フォーマットの設定および第 2 スレーブアドレスを格納します。I²C バスフォーマットでスレーブモードの場合、開始条件後に送られてきた第 1 フレームの上位 7 ビットと SARX の上位 7 ビットを比較して一致したとき、FSX ビットに 0 が設定されていると、マスタデバイスに指定されたスレーブデバイスとして動作します。SARX は ICCR の ICE ビットを 0 に設定したときのみアクセス可能です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	SVAX6	0	R/W	第 2 スレーブアドレス 6～0 第 2 スレーブアドレスを設定します。
6	SVAX5	0	R/W	
5	SVAX4	0	R/W	
4	SVAX3	0	R/W	
3	SVAX2	0	R/W	
2	SVAX1	0	R/W	
1	SVAX0	0	R/W	
0	FSX	1	R/W	フォーマットセレクト X SAR の FS ビットとの組み合わせで転送フォーマットを選択します。 表 16.3 を参照してください。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

表 16.3 転送フォーマット

SAR	SARX	動作モード
FS	FSX	
0	0	I ² C バスフォーマット • SAR と SARX のスレーブアドレスを認識 • ゼネラルコールアドレスを認識
	1	I ² C バスフォーマット • SAR のスレーブアドレスを認識 • SARX のスレーブアドレスを無視 • ゼネラルコールアドレスを認識
1	0	I ² C バスフォーマット • SAR のスレーブアドレスを無視 • SARX のスレーブアドレスを認識 • ゼネラルコールアドレスを無視
	1	クロック同期式シリアルフォーマット • SAR と SARX のスレーブアドレスを無視 • ゼネラルコールアドレスを無視

- I²Cバスフォーマット：
アドレッシングフォーマットでアクノリッジビットあり
- クロック同期式シリアルフォーマット：
ノンアドレッシングフォーマットでアクノリッジビットなし、マスタモード専用

16.3.4 I²C バスモードレジスタ (ICMR)

ICMR は転送フォーマットと転送レートを設定します。ICCR の ICE ビットを 1 に設定したときのみアクセス可能です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	MLS	0	R/W	MSB ファースト／LSB ファースト選択 0：MSB ファースト 1：LSB ファースト I ² C バスフォーマットで使用するときは、本ビットを 0 に設定してください。
6	WAIT	0	R/W	ウェイト挿入ビット I ² C バスフォーマットでマスタモードのときのみ有効。 0：ウェイト状態は挿入されず、データとアクノリッジを連続して転送します。 1：データの最終ビットのクロック（8 クロック目）が立ち下がった後、ICCR の IRIC フラグは 1 にセットされ、ウェイト状態（SCL=Low レベル）となります。ICCR の IRIC フラグを 0 にクリアすることでウェイト状態を解除しアクノリッジの転送を行います。 詳細は「16.4.7 IRIC セットタイミングと SCL 制御」を参照してください。
5	CKS2	0	R/W	転送クロック選択 2～0 STCR レジスタの IICX2 ビット (IIC_2)、IICX0 ビット (IIC_0) との組み合わせで転送クロックの周波数を選択します。マスタモード時に使用します。 表 16.4 を参照してください。
4	CKS1	0	R/W	
3	CKS0	0	R/W	
2	BC2	0	R/W	ビットカウンタ 2～0 次に転送するフレームのビット数を指定します。設定は転送フレーム間で行ってください。また、B'000 以外を設定する場合は、SCL が Low 状態のときに行ってください。 ビットカウンタは、開始条件検出時 B'000 に初期化されます。また、データ転送終了後、再び B'000 に戻ります。 I ² C バスフォーマット クロック同期式シリアルフォーマット 000：9 ビット 000：8 ビット 001：2 ビット 001：1 ビット 010：3 ビット 010：2 ビット 011：4 ビット 011：3 ビット 100：5 ビット 100：4 ビット 101：6 ビット 101：5 ビット 110：7 ビット 110：6 ビット 111：8 ビット 111：7 ビット
1	BC1	0	R/W	
0	BC0	0	R/W	

16. I²C バスインタフェース (IIC)

表 16.4 転送レート

STCR ビット 5、7	ビット 5	ビット 4	ビット 3	クロック	転送レート				
					Φ = 8MHz	Φ = 10MHz	Φ = 16MHz	Φ = 20MHz	Φ = 25MHz
0	0	0	0	Φ/28	286kHz	357kHz	571kHz*	714kHz*	893kHz*
			1	Φ/40	200kHz	250kHz	400kHz	500kHz*	625kHz*
		1	0	Φ/48	167kHz	208kHz	333kHz	417kHz*	521kHz*
			1	Φ/64	125kHz	156kHz	250kHz	313kHz	391kHz
	1	0	0	Φ/80	100kHz	125kHz	200kHz	250kHz	313kHz
			1	Φ/100	80.0kHz	100kHz	160kHz	200kHz	250kHz
		1	0	Φ/112	71.4kHz	89.3kHz	143kHz	179kHz	223kHz
			1	Φ/128	62.5kHz	78.1kHz	125kHz	156kHz	195kHz
1	0	0	0	Φ/56	143kHz	179kHz	286kHz	357kHz	446kHz*
			1	Φ/80	100kHz	125kHz	200kHz	250kHz	313kHz
		1	0	Φ/96	83.3kHz	104kHz	167kHz	208kHz	260kHz
			1	Φ/128	62.5kHz	78.1kHz	125kHz	156kHz	195kHz
	1	0	0	Φ/160	50.0kHz	62.5kHz	100kHz	125kHz	156kHz
			1	Φ/200	40.0kHz	50.0kHz	80.0kHz	100kHz	125kHz
		1	0	Φ/224	35.7kHz	44.6kHz	71.4kHz	89.3kHz	112kHz
			1	Φ/256	31.3kHz	39.1kHz	62.5kHz	78.1kHz	97.7kHz

(n=0、2)

【注】 * I²C バスインタフェース仕様（通常モード：最大 100kHz、高速モード：最大 400kHz）の範囲外となりますので、動作は保証できません。

16.3.5 I²C バスコントロールレジスタ (ICCR)

ICCR は I²C バスインタフェースの制御、および割り込みフラグの確認を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	ICE	0	R/W	I ² C バスインタフェースイネーブル 0：本モジュールは機能を停止し、内部状態をクリアします。 SAR および SARX がアクセス可能になります。 1：本モジュールは転送動作可能状態となり、ポートは SCL、SDA 入出力端子となります。ICMR および ICDR がアクセス可能になります。
6	IEIC	0	R/W	I ² C バスインタフェース割り込みイネーブル 0：I ² C バスインタフェースから CPU に対する割り込み要求を禁止 1：I ² C バスインタフェースから CPU に対する割り込み要求を許可

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
5	MST	0	R/W	マスタ／スレーブ選択 送信／受信選択 MST TRS 0 0：スレーブ受信モード 0 1：スレーブ送信モード 1 0：マスタ受信モード 1 1：マスタ送信モード I ² C バスフォーマットのマスタモードでバス競合負けをすると MST、TRS ビットはともにハードウェアによってリセットされ、スレーブ受信モードに変わります。また、I ² C バスフォーマットのスレーブ受信モードのとき、開始条件直後の第 1 フレームの R/W ビットにより、ハードウェアで自動的に受信／送信モードが設定されます。 転送中の TRS ビットの変更は、データ転送終了時まで保留され、転送終了後 (9 クロック目の立ち上がり時) に切り替わります。 [MST クリア条件] (1) ソフトウェアにより 0 をライトしたとき (2) I ² C バスフォーマットのマスタモードで、バス競合負けしたとき [MST セット条件] (1) ソフトウェアにより 1 をライトしたとき (MST クリア条件(1)の場合) (2) MST=0 をリード後、1 をライトしたとき (MST クリア条件(2)の場合) [TRS クリア条件] (1) ソフトウェアにより 0 をライトしたとき (TRS セット条件(3)以外の場合) (2) TRS=1 をリード後、0 をライトしたとき (TRS セット条件(3)の場合) (3) I ² C バスフォーマットのマスタモードで、バス競合負けしたとき [TRS セット条件] (1) ソフトウェアにより 1 をライトしたとき (TRS クリア条件(3)以外の場合) (2) TRS=0 をリード後、1 をライトしたとき (TRS クリア条件(3)の場合) (3) I ² C バスフォーマットのスレーブモードで第 1 フレームのアドレス一致後に R/W ビットとして 1 を受信したとき
4	TRS	0	R/W	
3	ACKE	0	R/W	アクノリッジビット判定選択 0：受信したアクノリッジビットの内容を無視して連続的に転送を行います。受信したアクノリッジビットの内容は ICSR の ACKB ビットに反映されず、常に 0 となります。 1：I ² C バスフォーマットで受信したアクノリッジビットが 1 ならば転送を中断します。 アクノリッジビットは、受信デバイスによって、受信したデータの処理完了などの意味をもたせる場合と、意味をもたず 1 固定の場合があります。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
2	BBSY	0	R/W*	バスビジー 開始条件／停止条件発行禁止ビット マスタモード時 • BBSY=0 かつ SCP=0 ライト：停止条件発行 • BBSY=1 かつ SCP=0 ライト：開始条件、再送開始条件発行 スレーブモード時 • BBSY フラグのライトは無効 [BBSY セット条件] • SCL=High レベルの状態 で SDA が High レベルから Low レベルに変化し、開始条件が発行されたと認識したとき [BBSY クリア条件] • SCL=High レベルの状態 で SDA が Low レベルから High レベルに変化し、停止条件が発行されたと認識したとき 開始条件／停止条件の発行は、MOV 命令を用います。 開始条件の発行に先立って、I²C バスインタフェースをマスタ送信モードに設定する必要があります。BBSY=1 かつ SCP=0 をライトする以前に、MST=1 かつ TRS=1 を設定してください。 BBSY フラグをリードすることにより、I²C バス (SCL、SDA) が占有されているか開放されているかを確認できます。 SCP ビットは、リードすると常に 1 が読み出されます。また、0 をライトしてもデータは格納されません。
0	SCP	1	W	

【注】 * BBSY フラグはライトしてもフラグの値は変化しません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
1	IRIC	0	R/(W)*	I²C バスインタフェース割り込み要求フラグ I²C バスインタフェースが CPU に対して割り込み要求を発生させたことを示します。 SAR の FS ビットと SARX の FSX ビットおよび ICMR の WAIT ビットの組み合わせにより IRIC フラグのセットタイミングが異なりますので、「16.4.7 IRIC セットタイミングと SCL 制御」を参照してください。また、ICCR の ACKC ビットの設定によっても、IRIC フラグがセットされる条件が異なります。 [セット条件] - すべての動作モード - 送信モードで開始条件を検出し ICDRE フラグが 1 にセットされたとき - 送信モードで ICDRT から ICDRS にデータが転送され ICDRE フラグに 1 がセットされたとき - 受信モードで ICDRS から ICDRR にデータが転送され ICDRF フラグに 1 がセットされたとき - 送信モードで ACKC=1 のとき、データ転送終了時にアクノリッジビットとして 1 を受信し、ACKB フラグに 1 がセットされたとき。 - I²C バスフォーマットマスタモード - WAIT=1 のとき、データとアクノリッジの間にウェイトが挿入されたとき - ALIE=1 のとき、バス競合負けが発生し AL フラグに 1 がセットされたとき - I²C バスフォーマットスレーブモード - 開始条件に続く第 1 フレーム受信終了時、スレーブアドレス (SVA または SVAX) が一致し AAS または AASX フラグが 1 にセットされたとき。 - 開始条件に続く第 1 フレーム受信終了時、ゼネラルコールアドレスを検出し ADZ フラグが 1 にセットされたとき。(SAR レジスタの FS ビットが 0 の場合) - STOPIM=0 のとき、停止条件を検出し STOP または ESTP フラグが 1 にセットされたとき 【注】スレーブアドレスが一致せず、かつゼネラルコールアドレスも検出されない場合(AAS、AASX、ADZ フラグが全て 0 の状態)、送受信動作は行われません。したがって、ICDRE、ICDRF フラグはセットされず、それに伴う IRIC フラグのセットも発生しません。ただしこの場合でも STOPIM=0 に設定されていれば(3)の要因で IRIC フラグはセットされます。もし停止条件の検出が不要な場合は STOPIM=1 に設定して IRIC フラグがセットされないようにしてください。 [クリア条件] IRIC=1 の状態でリードした後、0 をライトしたとき

【注】 * フラグを 0 にクリアするための 0 ライトのみ可能です。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

I²C バスフォーマットで IRIC=1 となり割り込みが発生した場合には、IRIC=1 となった要因を調べるために、他のフラグを調べる必要があります。各要因には、それぞれ対応するフラグがありますが、データ転送終了時に関しては注意が必要です。

ICDRE または ICDRF フラグがセットされたとき、IRTR フラグがセットされる場合とされない場合があります。

IRTR フラグがデータ転送終了時にセットされないのは、I²C バスフォーマットでスレーブモードの場合に、スレーブアドレス (SVA) またはゼネラルコールアドレスが一致した後の再送開始条件または停止条件検出までの期間です。各フラグと転送状態の関係を表 16.5 と表 16.6 に示します。

表 16.5 フラグと転送状態の関係 (マスタモード)

MST	TRS	BBSY	ESTP	STOP	IRTR	AASX	AL	AAS	ADZ	ACKB	ICDRF	ICDRE	状態
1	1	0	0	0	0	0↓	0	0↓	0↓	0	—	0	アイドル状態 (フラグクリア要)
1	1	1↑	0	0	1↑	0	0	0	0	0	—	1↑	開始条件検出
1	—	1	0	0	—	0	0	0	0	—	—	—	ウェイト状態
1	1	1	0	0	—	0	0	0	0	1↑	—	—	送信終了 (ACK=1 かつ ACKB=1)
1	1	1	0	0	1↑	0	0	0	0	0	—	1↑	ICDRE=0 の状態から 送信終了
1	1	1	0	0	—	0	0	0	0	0	—	0↓	上記状態から ICDR ライト
1	1	1	0	0	—	0	0	0	0	0	—	1	ICDRE=1 の状態から 送信終了
1	1	1	0	0	—	0	0	0	0	0	—	0↓	上記状態から、または 開始条件検出後の ICDR ライト
1	1	1	0	0	1↑	0	0	0	0	0	—	1↑	上記状態から ICDRT→ ICDRS データ転送 (自動)
1	0	1	0	0	1↑	0	0	0	0	—	1↑	—	ICDRF=0 の状態から 受信終了
1	0	1	0	0	—	0	0	0	0	—	0↓	—	上記状態から ICDR リード
1	0	1	0	0	—	0	0	0	0	—	1	—	ICDRF=1 の状態から 受信終了
1	0	1	0	0	—	0	0	0	0	—	0↓	—	上記状態から ICDR リード
1	0	1	0	0	1↑	0	0	0	0	—	1↑	—	上記状態から ICDRS→ ICDRR データ転送 (自動)
0↓	0↓	1	0	0	—	0	1↑	0	0	—	—	—	アービトレーション ロスト
1	—	0↓	0	0	—	0	0	0	0	—	—	0↓	停止条件検出

【注】 0:0 状態保持 1:1 状態保持 —: 以前の状態を保持 0↓:0 にクリア 1↑:1 にセット

16. I²C バスインタフェース (IIC)

表 16.6 フラグと転送状態の関係 (スレーブモード)

MST	TRS	BBSY	ESTP	STOP	IRTR	AASX	AL	AAS	ADZ	ACKB	ICDRF	ICDRE	状態
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	アイドル状態 (フラグクリア要)
0	0	1↑	0	0	0	0↓	0	0	0	0	—	1↑	開始条件検出
0	1↑/0 (* ¹)	1	0	0	0	0	—	1↑	0	0	1↑	1	第1フレームでSARに 一致 (SARX≠H'00)
0	0	1	0	0	0	0	—	1↑	1↑	0	1↑	1	第1フレームでゼネラ ルコールアドレスに 一致 (SARX≠H'00)
0	1↑/0 (* ¹)	1	0	0	1↑	1↑	—	0	0	0	1↑	1	第1フレームでSARX に一致 (SAR≠SARX)
0	1	1	0	0	—	—	—	—	0	1↑	—	—	送信終了 (ACKE=1 かつ ACKB=1)
0	1	1	0	0	1↑/0 (* ²)	—	—	—	0	0	—	1↑	ICDRE=0 の状態から 送信終了
0	1	1	0	0	—	—	0↓	0↓	0	0	—	0↓	上記状態から ICDR ライト
0	1	1	0	0	—	—	—	—	0	0	—	1	ICDRE=1 の状態から 送信終了
0	1	1	0	0	—	—	0↓	0↓	0	0	—	0↓	上記状態から ICDR ライト
0	1	1	0	0	1↑/0 (* ²)	—	0	0	0	0	—	1↑	上記状態から ICDRT→ ICDRS データ転送 (自動)
0	0	1	0	0	1↑/0 (* ²)	—	—	—	—	—	1↑	—	ICDRF=0 の状態から 受信終了
0	0	1	0	0	—	—	0↓	0↓	0↓	—	0↓	—	上記状態から ICDR リード
0	0	1	0	0	—	—	—	—	—	—	1	—	ICDRF=1 の状態から 受信終了
0	0	1	0	0	—	—	0↓	0↓	0↓	—	0↓	—	上記状態から ICDR リード
0	0	1	0	0	1↑/0 (* ²)	—	0	0	0	—	1↑	—	上記状態から ICDRS→ ICDRR データ転送 (自動)
0	—	0↓	1↑/0 (* ³)	0/1↑ (* ³)	—	—	—	—	—	—	—	0↓	停止条件検出

【注】 0:0 状態保持 1:1 状態保持 —: 以前の状態を保持 0↓:0 にクリア 1↑:1 にセット

*1 アドレスに続く R/W ビットとして 1 を受信した場合に 1 にセット

*2 AASX ビットに 1 がセットされている場合に 1 にセット

*3 ESTP=1 のとき STOP=0、または STOP=1 のとき ESTP=0

16.3.6 I²C バスステータスレジスタ (ICSR)

ICSR はステータスフラグで構成されます。表 16.5、表 16.6 を併せて参照してください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	ESTP	0	R/(W)*	エラー停止条件検出フラグ I ² C バスフォーマットでスレーブモードのとき有効 [セット条件] - フレームの転送の途中で停止条件を検出したとき [クリア条件] - ESTP=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき - IRIC フラグが 0 にクリアされたとき
6	STOP	0	R/(W)*	正常停止条件検出フラグ I ² C バスフォーマットでスレーブモードのとき有効 [セット条件] - フレームの転送の完了後に停止条件を検出したとき [クリア条件] - STOP=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき - IRIC フラグが 0 にクリアされたとき
5	IRTR	0	R/(W)*	I²C バスインタフェース連続送受信割り込み要求フラグ I ² C バスインタフェースが CPU に対して割り込み要求を発生させており、その要因が 1 フレームデータ送受信の終了であることを示します。 IRTR フラグが 1 にセットされると、同時に IRIC フラグも 1 にセットされます。 [セット条件] - I²C バスインタフェースでスレーブモードのとき AASX=1 の状態で、ICDRE または ICDRF フラグが 1 にセットされたとき - I²C バスインタフェースでマスタモード、クロック同期式シリアルフォーマットのとき ICDRE または ICDRF フラグが 1 にセットされたとき [クリア条件] - IRTR=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき - ICE=1 の状態で IRIC フラグが 0 にクリアされたとき

16. I²C バスインタフェース (IIC)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
4	AASX	0	R/(W)*	第 2 スレーブアドレス認識フラグ I²C バスフォーマットのスレーブ受信モードで、開始条件直後の第 1 フレームが SARX の SVAX6～SVAX0 と一致したことを示します。 [セット条件] - スレーブ受信モードでかつ FSX=0 で第 2 スレーブアドレスを検出したとき [クリア条件] - AASX=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき - 開始条件を検出したとき - マスタモードのとき
3	AL	0	R/(W)*	アービトレーションロストフラグ マスタモード時にバス競合負けをしたことを示します。 [セット条件] ALSL=0 時 - マスタ送信モードで SCL の立ち上がりで内部 SDA と SDA 端子が不一致のとき - マスタモードで SCL の立ち下がりで内部 SCL が High レベルのとき ALSL=1 時 - マスタ送信モードで SCL の立ち上がりで内部 SDA と SDA 端子が不一致のとき - マスタ送信モードで開始条件命令実行後、自分が SDA 端子を Low に立ち下げる前に他デバイスにより SDA 端子が Low に立ち下げられたとき [クリア条件] - ICDR にデータをライト（送信時）、データをリード（受信時）したとき - AL=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
2	AAS	0	R/(W)*	スレーブアドレス認識フラグ I²C バスフォーマットのスレーブ受信モードで、開始条件直後の第 1 フレームが SAR の SVA6～SVA0 と一致した場合、またはゼネラルコールアドレス (H'00) を検出したことを示します。 [セット条件] - スレーブ受信モードかつ FS=0 でスレーブアドレスまたはゼネラルコールアドレス (R$\overline{W}$ ビットも含めた 1 フレームが H'00) を検出したとき [クリア条件] - ICDR にデータをライト（送信時）、または ICDR のデータをリード（受信時）したとき - AAS=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき - マスタモードのとき

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
1	ADZ	0	R/(W)*	ゼネラルコールアドレス認識フラグ I²C バスフォーマットのスレーブ受信モードで、開始条件直後の第 1 フレームでゼネラルコールアドレス (H'00) を検出したことを示します。 [セット条件] - スレーブ受信モードかつ、FSX=0 または FS=0 でゼネラルコールアドレス (R/W ビットも含めた 1 フレームが H'00) を検出したとき [クリア条件] - ICDR にデータをライト (送信時)、または ICDR のデータをリード (受信時) したとき - ADZ=1 の状態をリード後、0 をライトしたとき - マスタモードのとき FS=1 かつ FSX=0 でゼネラルコールアドレスを検出した場合、ADZ フラグは 1 にセットされますが、ゼネラルコールアドレスは認識されません (AAS フラグは 1 にセットされません)。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
0	ACKB	0	R/W	アクノリッジビット アクノリッジデータを格納するビットです。 送信モードと受信モードでビットの機能が異なります。 送信モード 受信デバイスから返送されたアクノリッジデータが格納されます。 [セット条件] - 送信モードかつ ACKE=1 でアクノリッジビットとして 1 を受信したとき [クリア条件] - 送信モードかつ ACKE=1 でアクノリッジビットとして 0 を受信したとき - ACKE ビットに 0 をライトしたとき 受信モード 送信デバイスに返送するアクノリッジデータを設定します。 0: データを受信した後、アクノリッジデータとして 0 を送出します。 1: データを受信した後、アクノリッジデータとして 1 を送出します。 本ビットをリードすると、送信時 (TRS=1 のとき) にはロードした値 (受信デバイスから返ってきた値) が読み出され、受信時 (TRS=0 のとき) には設定した値が読み出されます。 本ビットをライトすると TRS の値にかかわらず受信時に送信するアクノリッジデータの設定値を書き換えます。 【注】送信モードのとき、ICSR レジスタの ACKB フラグ以外のビットをビット操作命令によって書き換えた場合は、ACKB ビットにロードされた値で受信モードで使用するアクノリッジデータの設定値を書き換えますので、受信モードに切り替えた際は再度アクノリッジデータを設定し直してください。 マスタモードで送信動作を終了して停止条件を発行する場合、もしくはスレーブモードで送信動作を終了してマスタデバイスが停止条件を発行できるように SDA を開放する場合は、その前に ACKE ビットに 0 をライトして ACKB フラグを 0 にクリアしてください。

【注】 * フラグを 0 にクリアするための 0 ライトのみ可能です。

16.3.7 I²C バスコントロール初期化レジスタ (ICRES)

ICRES は IIC の内部ラッチクリアの制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～5	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	—	0	R	リザーブビット
3	CLR3	1	W*	IIC クリア 3～0 IIC_0 の内部状態の初期化を制御します。 00 -- : 設定禁止 0100 : 設定禁止 0101 : IIC_0 内部ラッチクリア 0110 : 設定禁止 0111 : IIC_0 内部ラッチクリア 1- -- : 設定無効 IIC_2 の内部状態の初期化を制御します。 00 -- : 設定禁止 0100 : 設定禁止 0101 : IIC_2 内部ラッチクリア 0110 : 設定禁止 0111 : IIC_2 内部ラッチクリア 1- -- : 設定無効 本ビットのライト動作により対応するモジュールの内部ラッチ回路へのクリア信号が発生し、IIC モジュールの内部状態が初期化されます。 本ビットはライト動作のみ可能で、リードすると常に 1 が読み出されます。なお、本ビットへのライトデータは保持されません。 IIC 内部状態の初期化を行う場合は、必ず MOV 命令を使用し、CLR3～CLR0 ビットを同時に書き込んでください。CLR3～CLR0 ビットに対する BCLR などのビット操作命令は使用しないでください。 再度クリアが必要な場合は、すべてのビットとも設定に従い書き込みする必要があります。
2	CLR2	1	W*	
1	CLR1	1	W*	
0	CLR0	1	W*	

【注】 * リードすると常に 1 が読み出されます。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

16.3.8 I²C バスコントロール拡張レジスタ (ICXR)

ICXR は I²C バスインタフェースの割り込み動作の許可／禁止、ハンドシェーク制御の有効／無効、受信や送信状態の確認を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	STOPIM	0	R/W	停止条件割り込み要因マスク スレーブモード動作時に停止条件検出での割り込み発生の許可／禁止を選択します。 0：スレーブモード動作時、停止条件検出（STOP=1 または ESTP=1）での IRIC フラグセットおよび割り込み発生を許可 1：停止条件検出での IRIC フラグセットおよび割り込み発生を禁止
6	HNDS	0	R/W	ハンドシェーク受信動作選択受信モードでのハンドシェーク制御の有効／無効を選択します。 0：ハンドシェーク制御が無効 1：ハンドシェーク制御が有効 【注】 IIC モジュールを使用する場合は必ず 1 に設定してください。 HNDS ビットが 0 にクリアされている場合は、ICDRR が空（ICDRF フラグが 0）の状態を受信動作を終了すると、連続して次の受信動作を行います。このとき、SCL には連続的にクロックが出力されます。 この場合、最終データの受信後に不要なクロックがバスに出力されないように動作シーケンスを組む必要があります。 HNDS ビットが 1 にセットされている場合は、受信動作を終了すると SCL を Low レベルに固定してクロックの出力を停止します。ICDR の受信データをリードすると SCL が開放され、次フレームの受信動作を開始します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
5	ICDRF	0	R	受信データ読み出し要求フラグ 受信モードでの ICDR (ICDRR) の状態を示すフラグです。 0: ICDR (ICDRR) にあるデータは既にリードされている、あるいは初期状態であることを示します。 1: 正常に受信が完了し、データが ICDRS から ICDRR へ転送され、受信完了後にまだ読み出されていないことを示します。 [セット条件] データが正常に受信され、ICDRS から ICDRR へデータが転送されたとき (1) ICDRF=0 状態でデータ受信完了したとき (9 クロック目立ち上がり) (2) ICDRF=1 状態でデータ受信完了後、受信モードで ICDR をリードしたとき [クリア条件] • ICDR (ICDRR) をリードしたとき • ICE ビットに 0 をライトしたとき • ICRES レジスタ CLR3~CLR0 ビットで内部状態を初期化したとき [セット条件] (2)の場合、ICDR (CDRR) をリードしたときに一度 ICDRF は 0 クリアされますが、直ちに ICDRS から ICDRR へデータが転送されるため再び ICDRF は 1 にセットされます。 なお、送信モード (TRS=1) で ICDR をリードしたときは、ICDRS から ICDRR へのデータ転送が行われませんので、正常なデータの読み出しができません。ICDR のデータを読み出すときは受信モード (TRS=0) で ICDR をリードしてください。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
4	ICDRE	0	R	送信データ書き込み要求フラグ 送信モードでの ICDR (ICDRT) の状態を示すフラグです。 0：ICDR (ICDRT) に次に送信するデータが書き込まれている、あるいは初期状態であることを示します。 1：送信データが ICDRT から ICDRS へ転送され送信中である、あるいは開始条件を検出または送信完了しており、次の送信データをライトすることが可能な状態であることを示します。 [セット条件] - I²C バスフォーマット、シリアルフォーマットでバスラインの状態から開始条件成立を検出したとき - ICDRT から ICDRS にデータが転送されたとき (1) ICDRE=0 状態でデータ送信完了したとき (9 クロック目立ち上がり) (2) ICDRE=1 状態でデータ送信完了後、送信モードで ICDR をライトしたとき [クリア条件] - ICDR (ICDRT) に送信データをライトしたとき - I²C バスフォーマットまたはシリアルフォーマットで停止条件を検出したとき - ICE ビットに 0 をライトしたとき - ICRES レジスタ CLR3～CLR0 ビットで内部状態を初期化したとき I²C バスフォーマットで ACKE ビットを 1 に設定し、アクノリッジビット判定を有効にしている場合、アクノリッジビットが 1 でデータ送信が完了した場合、ICDRE はセットされません。 [セット条件] (2)の場合、ICDR (ICDRT) にライトしたときに一度 ICDRE は 0 クリアされますが、直ちに ICDRT から ICDRS へデータが転送されるため再び ICDRE は 1 にセットされます。 なお、TRS=0 のときは ICDRE フラグの値は無効ですので、ICDR へのライト動作は行わないでください。
3	ALIE	0	R/W	アービトレーションロスト割り込みイネーブル アービトレーションロスト発生時に IRIC フラグを 1 にセットし、割り込み発生を許可するかどうかを選択します。 0：アービトレーションロスト発生時の割り込み要求を禁止 1：アービトレーションロスト発生時の割り込み要求を許可

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
2	ALSL	0	R/W	アービトレーションロスト条件セレクト アービトレーションロスト発生条件を選択します。 0: SCL 立ち上がり時に、SDA 端子の状態が自分の出力したデータと不一致 または、SCL 端子が他デバイスにより立ち下げられたとき 1: SCL 立ち上がり時に、SDA 端子の状態が自分の出力したデータと不一致 または、アイドル状態または開始条件命令実行後、他デバイスにより SDA 端子を立ち下げられたとき
1	FNC1	0	R/W	ファンクションビット 1、0 一部の使用上の制限事項を解除するためのビットです。 FNC0 FNC1 0 0: 動作制限対策無効 0 1: 設定禁止 1 0: 設定禁止 1 1: 動作制限対策有効 【注】 IIC モジュールを使用する場合は必ず両方を 1 に設定してください。
0	FNC0	0	R/W	

16.4 動作説明

I²C バスインタフェースには、I²C バスフォーマットとシリアルフォーマットがあります。

16.4.1 I²C バスデータフォーマット

I²C バスフォーマットは、アドレッシングフォーマットでアクノリッジビットありです。これを図 16.3 に示します。開始条件に続く第 1 フレームは必ず 9 ビット構成となります。

シリアルフォーマットは、ノンアドレッシングフォーマットでアクノリッジビットなしです。これを図 16.4 に示します。また、I²C バスのタイミングを図 16.5 に示します。

図 16.3～図 16.5 の記号説明を表 16.7 に示します。

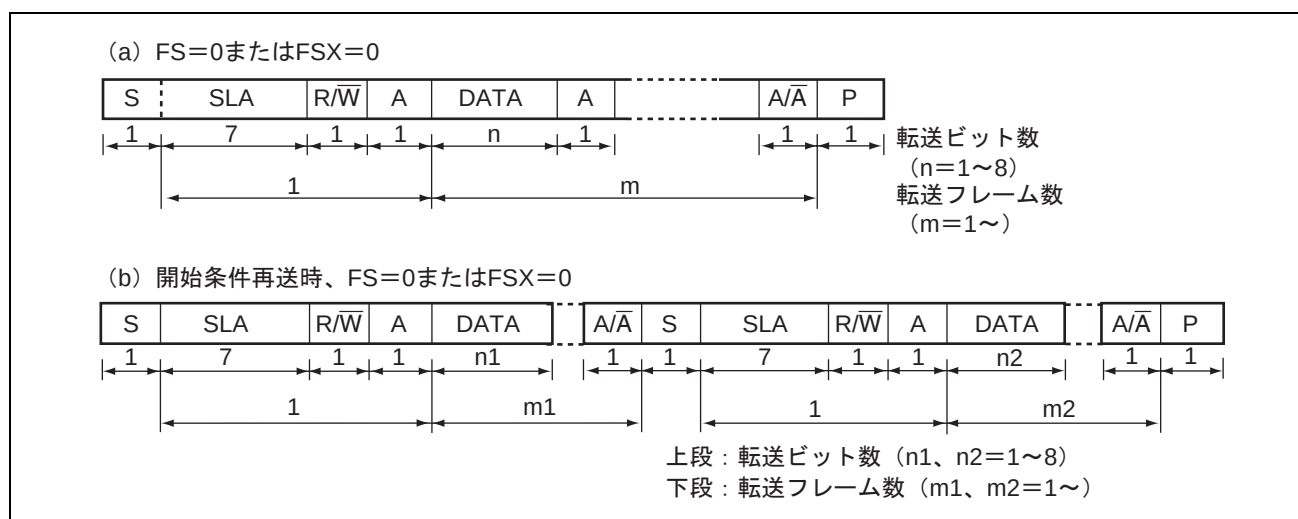


図 16.3 I²C バスデータフォーマット (I²C バスフォーマット)

16. I²C バスインタフェース (IIC)

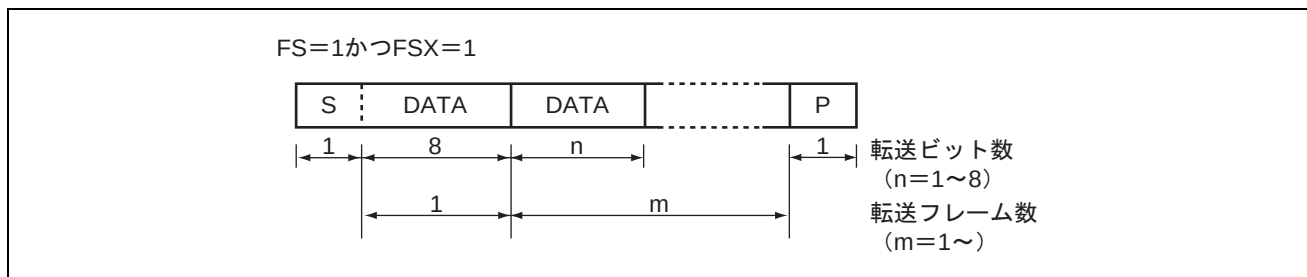


図 16.4 I²C バスデータフォーマット (シリアルフォーマット)

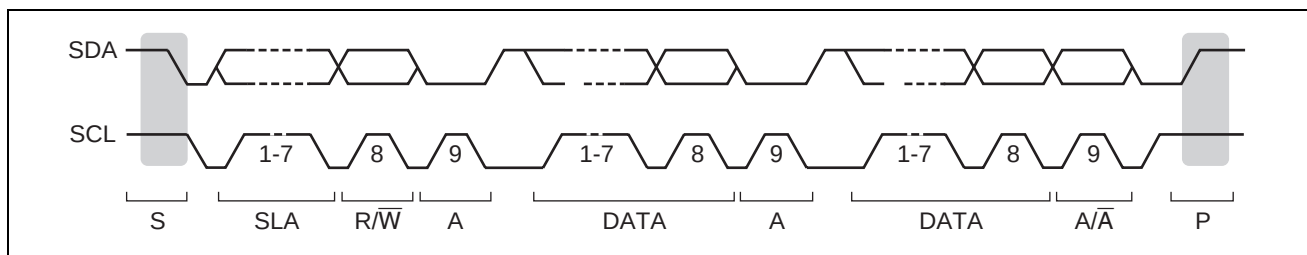


図 16.5 I²C バスタイミング

表 16.7 I²C バスデータフォーマット記号説明

S	開始条件を示します。マスタデバイスが SCL=High レベルの状態では SDA を High レベルから Low レベルに変化させます。
SLA	スレーブアドレスを示します。マスタデバイスがスレーブデバイスを選択します。
R/W	送信／受信の方向を示します。R/W ビットが 1 の場合スレーブデバイスからマスタデバイス、R/W ビットが 0 の場合マスタデバイスからスレーブデバイスへデータを転送します。
A	アクノリッジを示します。受信デバイスが SDA を Low レベルにします（マスタ送信モード時スレーブが、マスタ受信モード時マスタがアクノリッジを返します）。
DATA	送受信データを示します。送受信するデータのビット長は ICMR の BC2~BC0 ビットで設定します。また MSB ファースト／LSB ファーストの切り替えは ICMR の MLS ビットで選択します。
P	停止条件を示します。マスタデバイスが SCL=High レベルの状態では SDA を Low レベルから High レベルに変化させます。

16.4.2 初期設定

データ送信／受信を開始するとき、以下の手順に従い IIC を初期化してください。

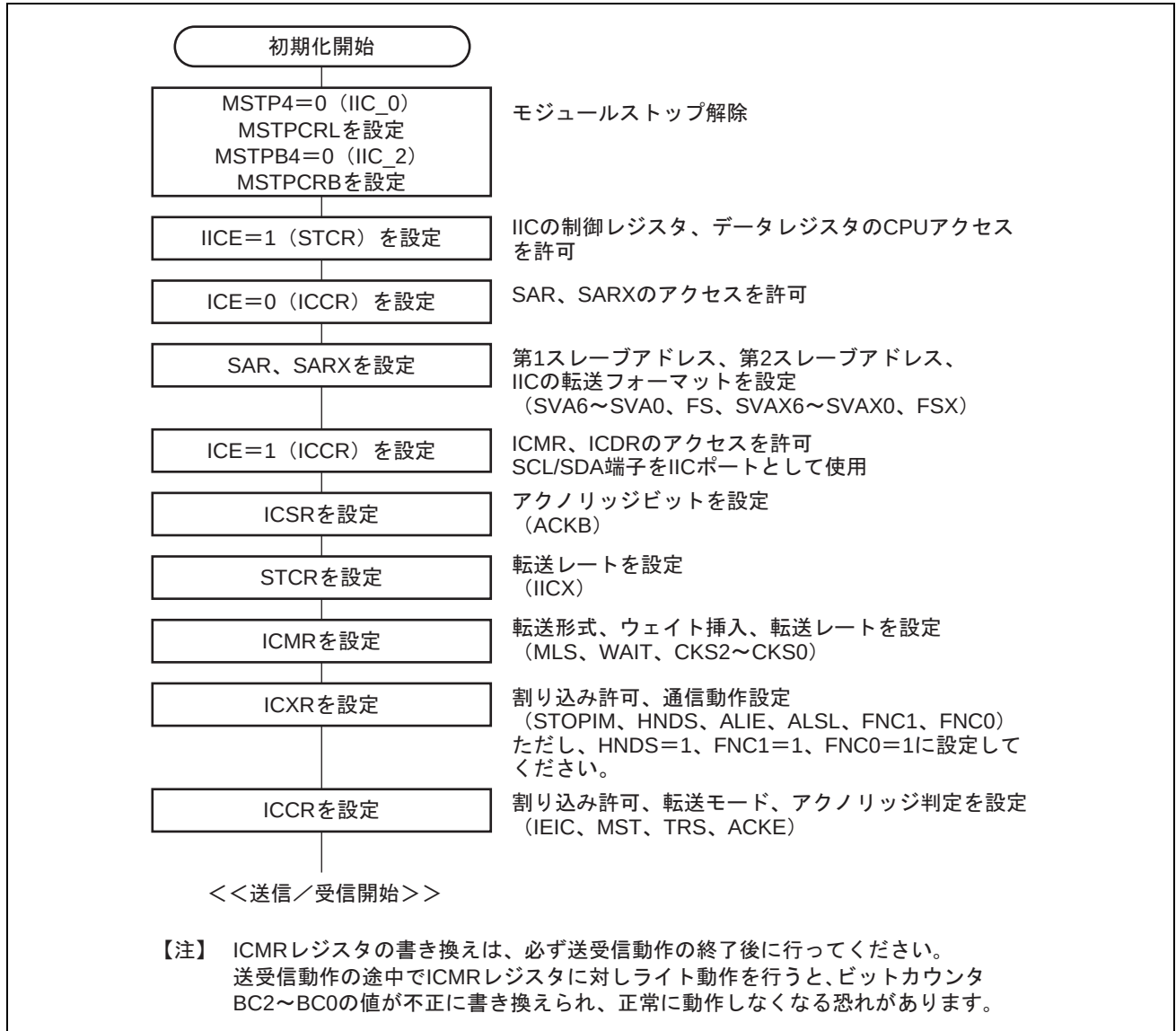


図 16.6 IIC の初期化フローチャートの例

16.4.3 マスタ送信動作

I²C バスフォーマットによるマスタ送信モードでは、マスタデバイスが送信クロック、送信データを出力し、スレーブデバイスがアクノリッジを返します。

図 16.7 にマスタ送信モードのフローチャート例を示します。

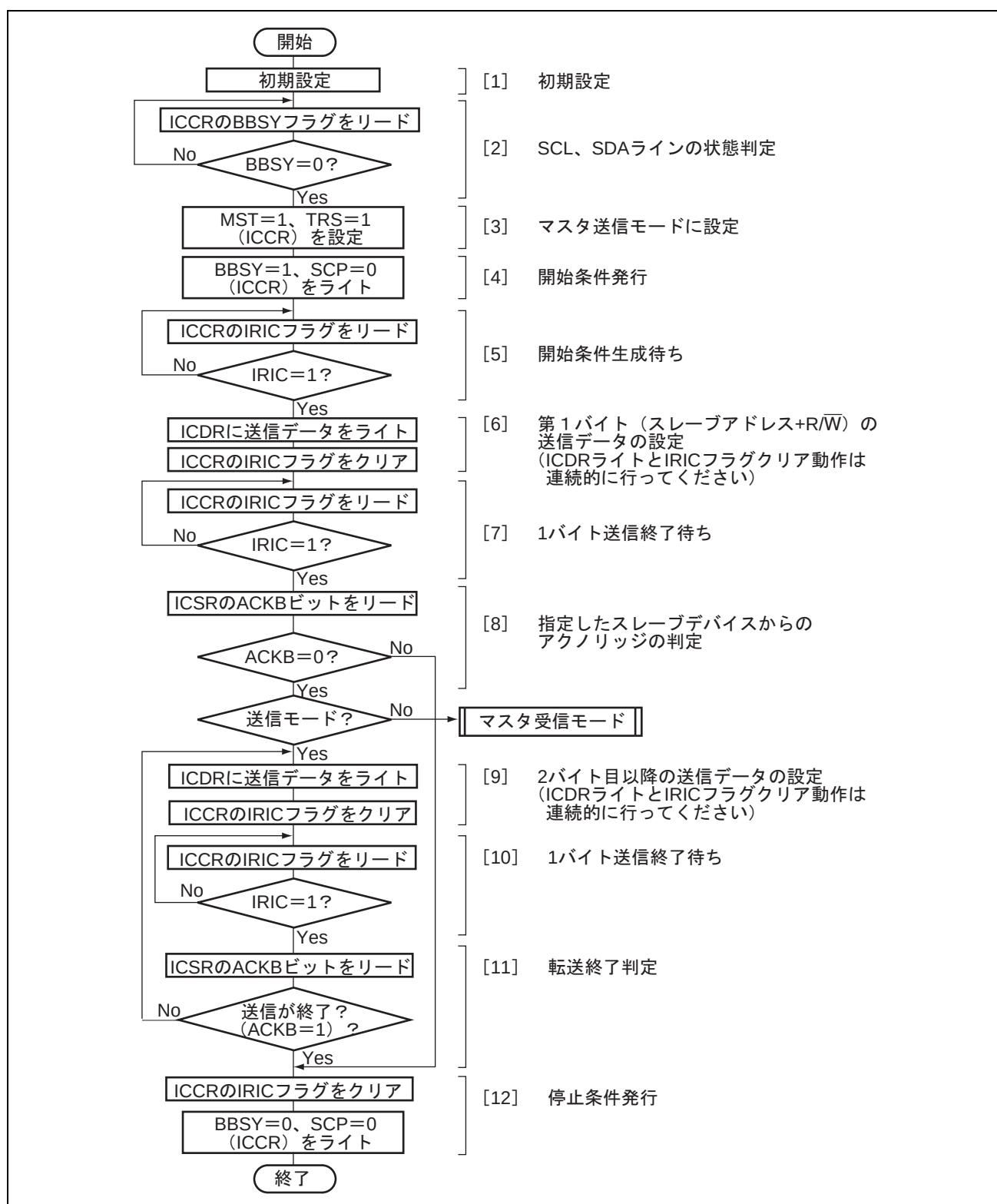


図 16.7 マスタ送信モードフローチャート例

以下にマスタモード送信手順と動作を示します。

1. 「16.4.2 初期設定」に従い初期設定を行います。
2. ICCRのBBSYフラグをリードし、バスがフリー状態であることを確認します。
3. ICCRのMST、TRSビットをそれぞれ1にセットしてマスタ送信モードに設定します。
4. ICCRにBBSY=1かつSCP=0をライトします。これにより、SCLがHighレベルのときSDAをHighレベルからLowレベルに変化させ、開始条件を生成します。
5. 開始条件の生成に伴いIRIC、IRTRフラグが1にセットされます。このとき、ICCRのIEICビットが1にセットされているとCPUに対して割り込み要求を発生します。
6. 開始条件を検出後、ICDRにデータ（スレーブアドレス+R/W）をライトします。
I²Cバスフォーマット（SARのFSビットまたはSARXのFSXビットが0のとき）では、開始条件に続く第1フレームデータは7ビットのスレーブアドレスと送信／受信の方向（R/W）を示します。
次に転送終了を判断するためIRICフラグを0にクリアします。
ここでICDRのライトとIRICフラグのクリアは連続的にを行い、他の割り込み処理が入らないようにしてください。もしIRICフラグのクリアまでに1バイト分の転送時間が経過した場合には転送終了を判定することができなくなります。
マスタデバイスは送信クロックとICDRにライトされたデータを順次送出します。選択された（スレーブアドレスが一致した）スレーブデバイスは、送信クロックの9クロック目にSDAをLowレベルにし、アクノリッジを返します。
7. 1フレームのデータ送信が終了し、送信クロックの9クロック目の立ち上がりでIRICフラグが1にセットされます。
SCLは1フレーム転送終了後、次の送信データをライトするまで内部クロックに同期して自動的にLowレベルに固定されます。
8. ICSRのACKBビットをリードしてACKB=0であることを確認します。
スレーブデバイスがアクノリッジを返さずACKB=1となっている場合は、12.の送信終了処理を行い、再度送信動作をやり直してください。
9. ICDRに送信データをライトします。
次に転送終了を判断するためIRICフラグを0にクリアします。
ここで6.同様にICDRのライトとIRICフラグのクリアは連続的に行ってください。
次フレームの送信は内部クロックに同期して行われます。
10. 1フレームのデータ送信が終了し、送信クロックの9クロック目の立ち上がりでIRICフラグが1にセットされます。
SCLは1フレーム転送終了後、次の送信データをライトするまで内部クロックに同期して自動的にLowレベルに固定されます。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

11. ICSRのACKBビットをリードします。

スレーブデバイスがアクノリッジを返しACKB=0となっていることを確認します。引き続きデータを送信する場合には、9.に戻り次の送信動作に移ります。スレーブデバイスがアクノリッジを返さずACKB=1となっている場合は、12.の送信終了処理を行います。

12. IRICフラグを0にクリアします。

ICCRのACKEビットに0をライトし、受信したACKBビットの内容を0にクリアします。

ICCRにBBSY=0かつSCP=0をライトします。これにより、SCLがHighレベルのときSDAをLowレベルからHighレベルに変化させ、停止条件を生成します。

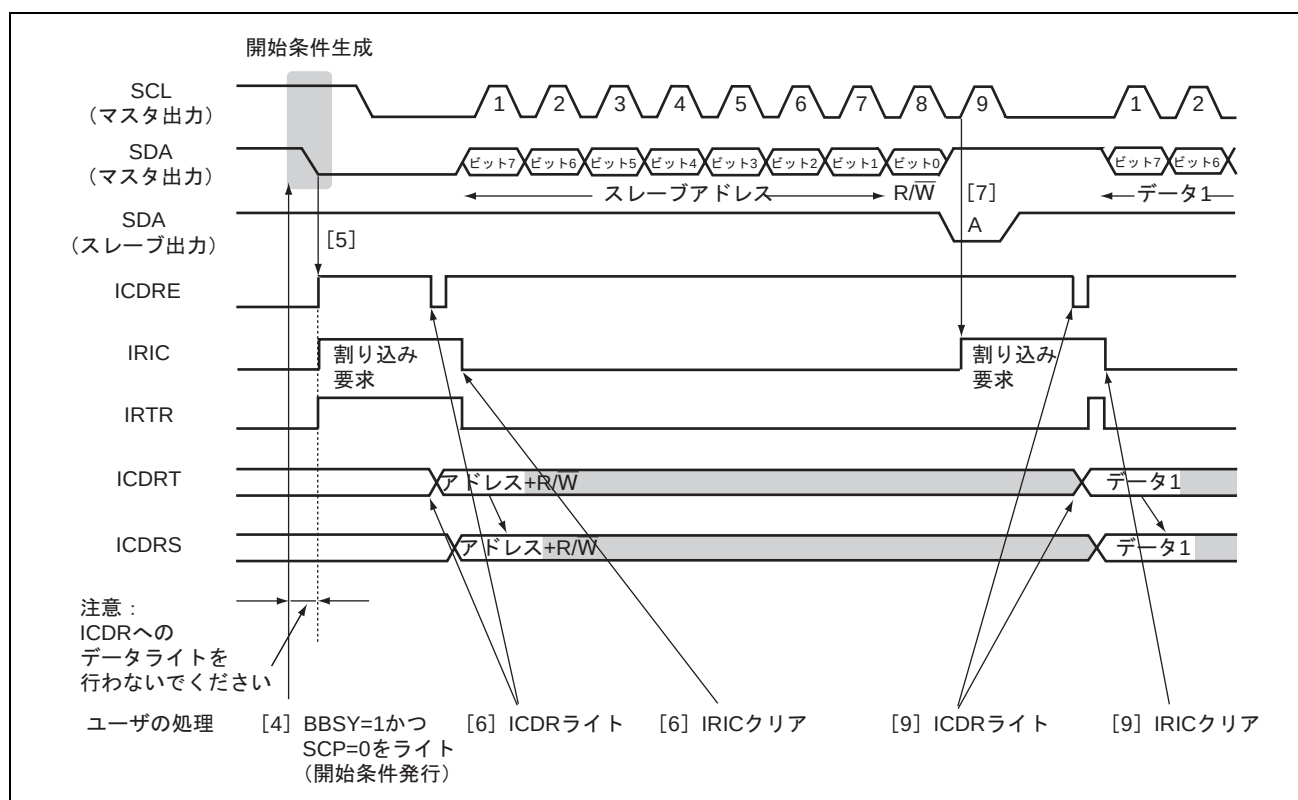


図 16.8 マスタ送信モード動作タイミング例 (MLS=WAIT=0 のとき)

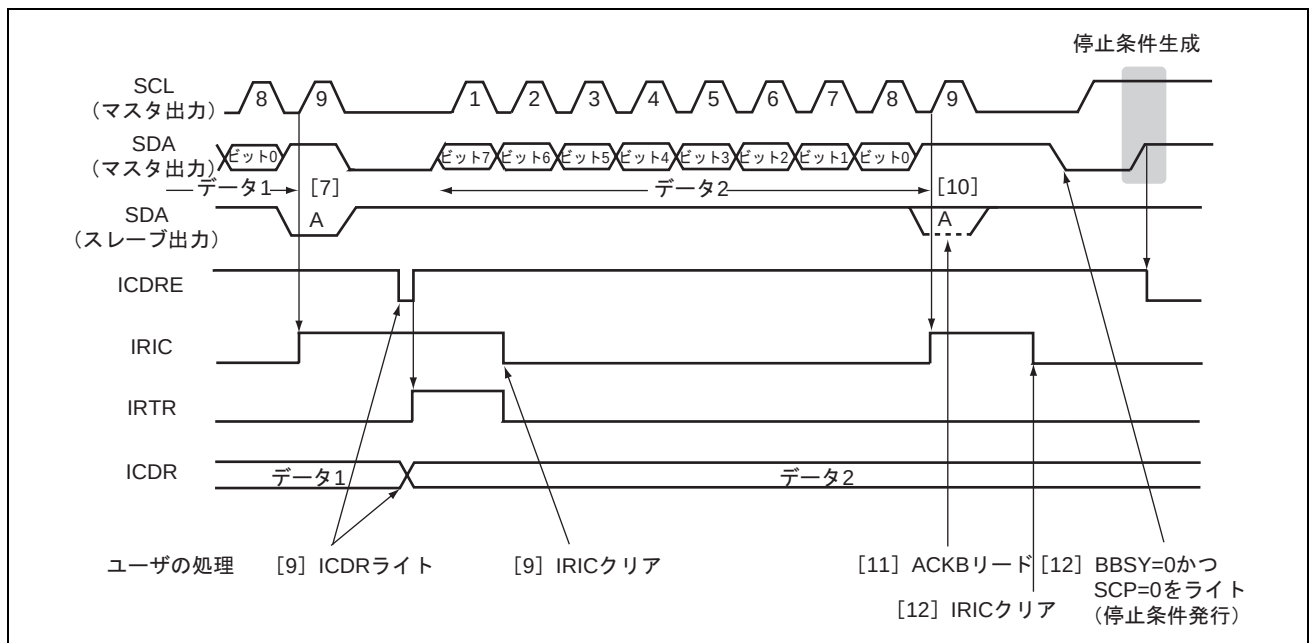


図 16.9 マスタ送信モード停止条件発行動作タイミング例 (MLS=WAIT=0 のとき)

16.4.4 マスタ受信動作

I²C バスフォーマットによるマスタ受信モードでは、マスタデバイスが受信クロックを出力し、データを受信し、アクノリッジを返します。スレーブデバイスはデータを送信します。

マスタデバイスは、マスタ送信モードにて開始条件発行後の第一フレームでスレーブアドレス+R/ $\overline{W}$ (1:リード) のデータを送信し、スレーブデバイスを選択した後、受信動作に切り替えます。

図 16.10 にマスタ受信モードのフローチャート例を示します。

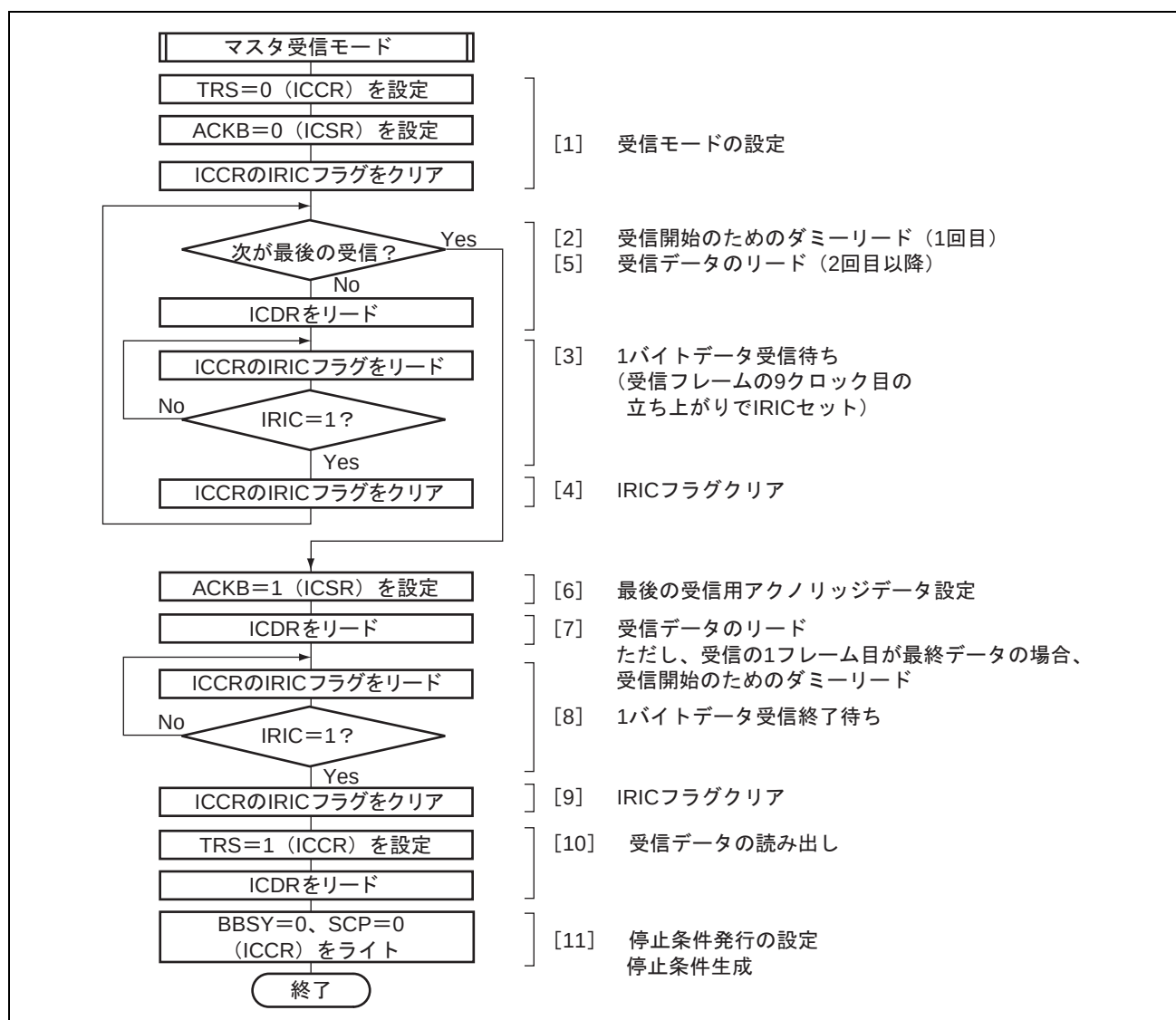


図 16.10 マスタ受信モードフローチャート例

以下にマスタモード受信手順と動作を示します。

1. ICCRのTRSビットを0にクリアし、送信モードから受信モードに切り替えます。
ICSRのACKBビットを0にクリアします。（アクノリッジデータの設定）
受信完了を判断するためIRICフラグを0にクリアします。
受信の1フレーム目が最後の受信データの場合は、6.以降の終了処理を行ってください。
 2. ICDRをリード（ダミーリード）すると受信を開始し、内部クロックに同期して受信クロックを出力し、データを受信します。（受信クロックの立ち上がりに同期してSDA端子のデータをICDRSに順次格納します。）
 3. 受信フレームの9クロック目でマスタデバイスはSDAをLowレベルにし、アクノリッジを返します。受信データは9クロック目の立ち上がりでICDRSからICDRRに転送され、ICDRF、IRIC、IRTRの各フラグが1にセットされます。このとき、IEICビットが1にセットされていると、CPUに対し割り込み要求を発生します。
マスタデバイスは受信クロックの9クロック目の立ち下がりからICDRのデータをリードするまでSCLをLowレベルにします。
 4. 次の割り込みを判断するためIRICフラグを0にクリアします。
次のフレームが最後の受信データの場合は、6.以降の終了処理を行ってください。
 5. ICDRの受信データをリードします。このときICDRFフラグが0にクリアされ、マスタデバイスは次のデータ受信のため、引き続き受信クロックを出力します。
- 3.から5.を繰り返し行うことにより、データを受信することができます。
6. ACKBビットを1にセットします。（最後の受信用アクノリッジデータの設定）
 7. ICDRの受信データをリードします。このときICDRFフラグが0にクリアされ、マスタデバイスはデータ受信のため、受信クロックを出力します。
 8. 1フレームのデータ受信が終了し、受信クロックの9クロック目の立ち上がりでICDRF、IRIC、IRTRの各フラグが1にセットされます。
 9. IRICフラグを0にクリアします。
 10. TRSビットを1にセット後、ICDRの受信データをリードします。このとき、ICDRFフラグが0にクリアされます。
 11. 停止条件生成のため、ICCRにBBSY=0かつSCP=0をライトします。
これによりSCLがHighレベルのときSDAをLowレベルからHighレベルに変化させ、停止条件を生成します。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

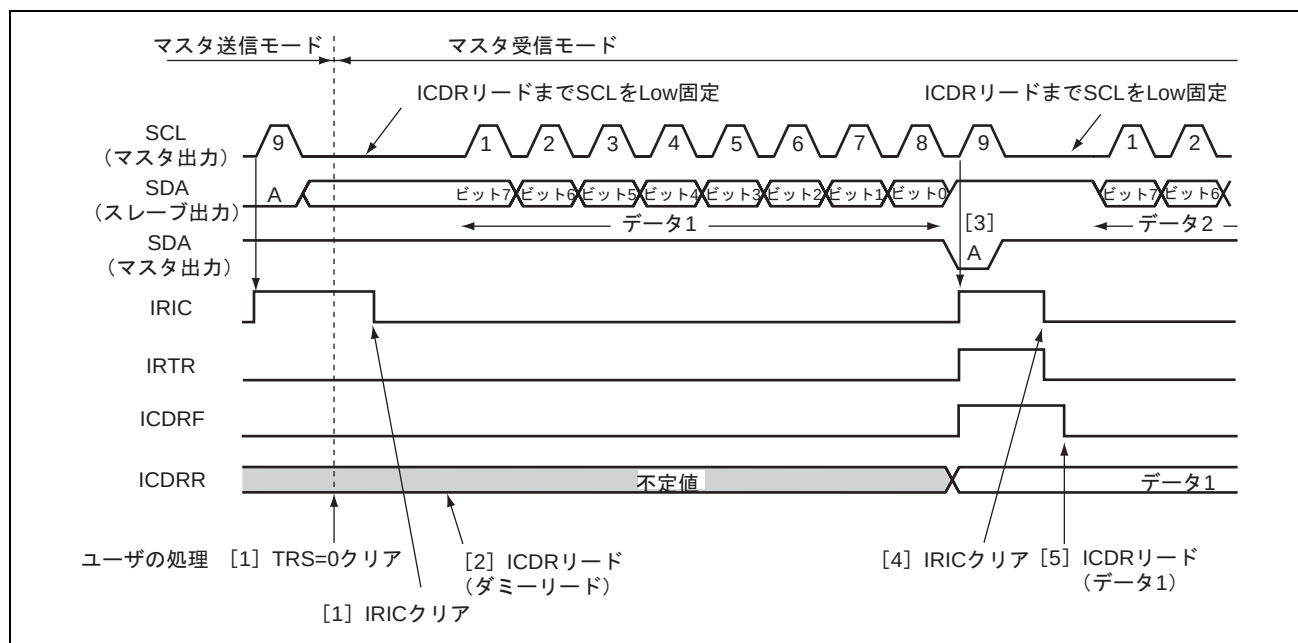


図 16.11 マスタ受信モード動作タイミング例 (MLS=WAIT=0 のとき)

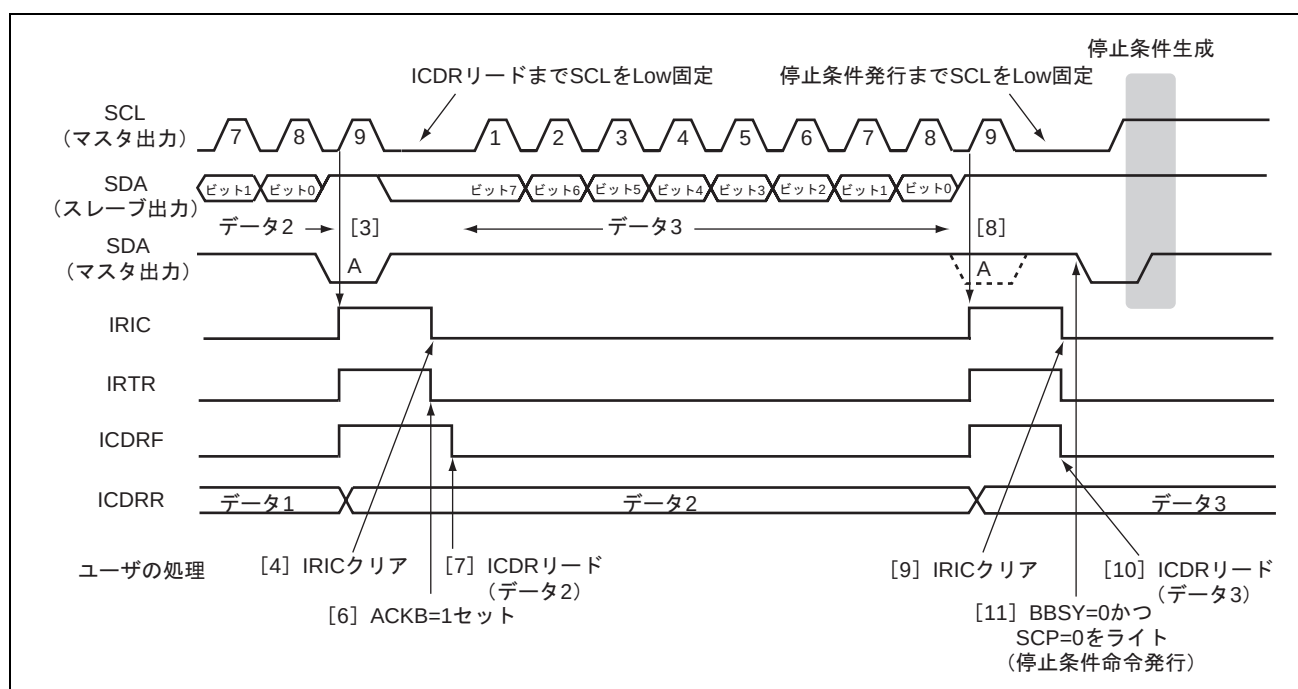


図 16.12 マスタ受信モード動作停止条件発行タイミング例 (MLS=WAIT=0 のとき)

16.4.5 スレーブ受信動作

I²C バスフォーマットによるスレーブ受信モードでは、マスタデバイスが送信クロック、送信データを出力し、スレーブデバイスがアクノリッジを返します。

スレーブデバイスは、マスタが発行する開始条件後の第 1 フレームのスレーブアドレスと自分のアドレスを比較し、一致したときにマスタデバイスに指定されたスレーブデバイスとして動作します。

図 16.13 にスレーブ受信モードのフローチャート例を示します。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

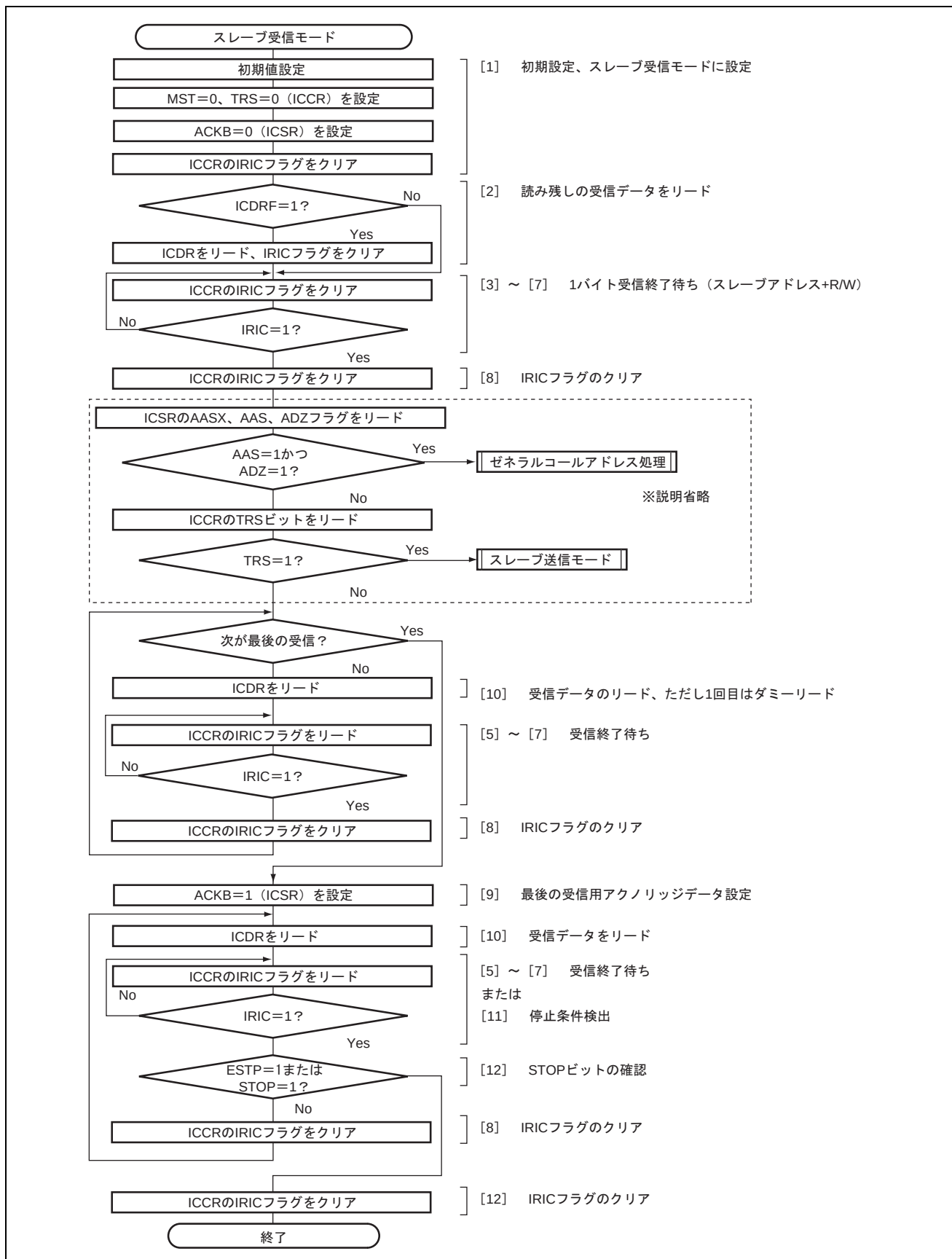


図 16.13 スレーブ受信モードのフローチャート例

以下にスレーブモード受信手順と動作を示します。

1. 「16.4.2 初期設定」に従い初期設定を行います。

MST、TRSビットをそれぞれ0にクリアしてスレーブ受信モードに設定します。また、ACKBビットを0に設定します。受信完了を判断するため、ICCRのIRICフラグを0にクリアします。

2. ICDRFフラグが0であることを確認します。もしICDRFフラグが1にセットされているときは、ICDRをリードし、その後でIRICフラグを0にクリアしておきます。
3. マスタデバイスの出力した開始条件を検出すると、ICCRのBBSYフラグが1にセットされます。マスタデバイスは、開始条件に引き続き7ビットのスレーブアドレスと送受信の方向 ($R/\bar{W}$) のデータを送信クロックに合せ順次出力します。
4. 開始条件後の第1フレームでスレーブアドレスが一致したとき、マスタデバイスに指定されたスレーブデバイスとして動作します。8ビット目のデータ ($R/\bar{W}$) が0のときTRSビットは0のまま変化せず、スレーブ受信動作を行います。8ビット目のデータ ($R/\bar{W}$) が1のときTRSビットは1にセットされ、スレーブ送信動作を行います。
なお、アドレスが一致しなかった場合は、次の開始条件の検出までデータ受信動作は行いません。
5. 受信フレームの9クロック目でスレーブデバイスはACKBビットに設定したデータをアクノリッジとして返します。
6. 9クロック目の立ち上がりでIRICフラグが1にセットされます。このとき、IEICビットが1にセットされていると、CPUに対し割り込み要求を発生します。
また、AASXビットが1にセットされているとIRTRフラグも1にセットされます。
7. 9クロック目の立ち上がりで、受信データはICDRSからICDRRに転送され、ICDRFフラグが1にセットされます。スレーブデバイスは受信クロックの9クロック目の立ち下がりからICDRのデータをリードするまでSCLをLowレベルにします。
8. STOPビットが0にクリアされていることを確認し、IRICフラグを0にクリアします。
9. 次のフレームが最後の受信フレームのときはACKBビットを1にセットしておきます。
10. ICDRをリードすると、ICDRFフラグが0にクリアされ、SCLバスラインを開放します。これによりマスタデバイスは次のデータの転送が可能となります。

5.から10.を繰り返し行うことにより、受信動作を継続できます。

11. 停止条件 (SCLがHighレベルのとき、SDAがLowレベルからHighレベルに変化) が検出されると、BBSYフラグが0にクリアされます。また、STOPビットが1にセットされます。このときSTOPIMビットが0にクリアされているとIRICフラグは1にセットされます。
12. STOPビットが1にセットされていることを確認し、IRICフラグを0にクリアします。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

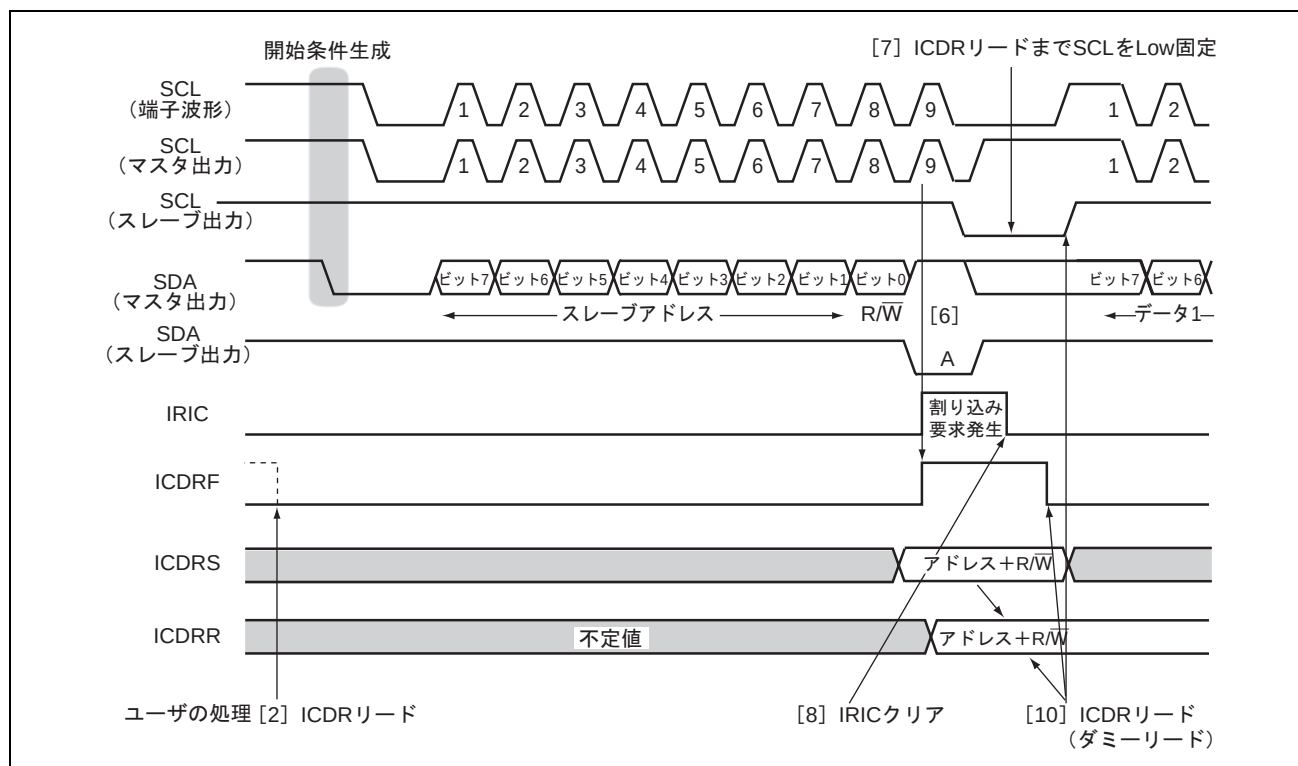


図 16.14 スレーブ受信モード動作タイミング例 1 (MLS=0 のとき)

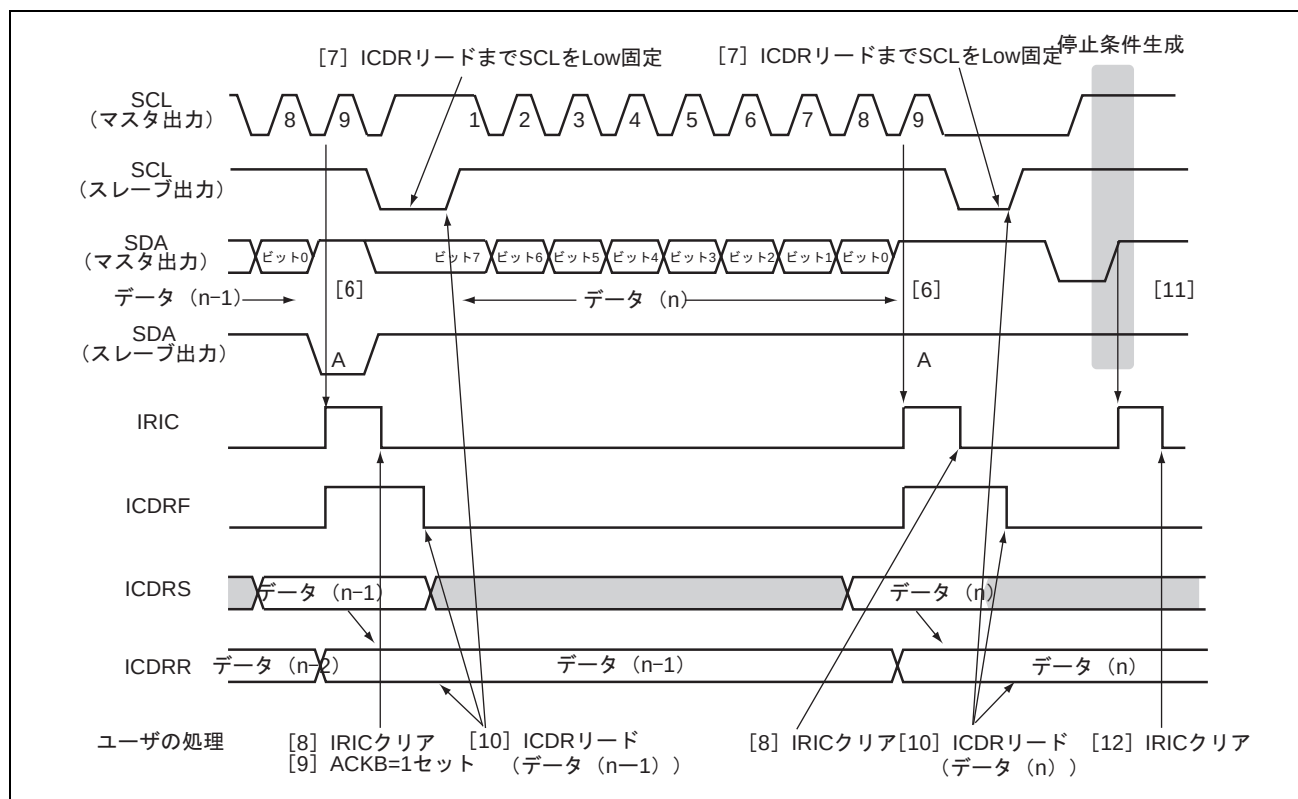


図 16.15 スレーブ受信モード動作タイミング例 2 (MLS=0 のとき)

16.4.6 スレーブ送信動作

スレーブ送信動作は、スレーブ受信モードで開始条件検出後の第1フレーム（アドレス受信フレーム）にてマスタが送信したアドレスと自分のアドレスが一致し、かつ8ビット目のデータ（R/W）が1（リード）のときに ICCR の TRS ビットが自動的に1にセットされ、スレーブ送信モードになります。

図 16.16 にスレーブ送信モードのフローチャート例を示します。

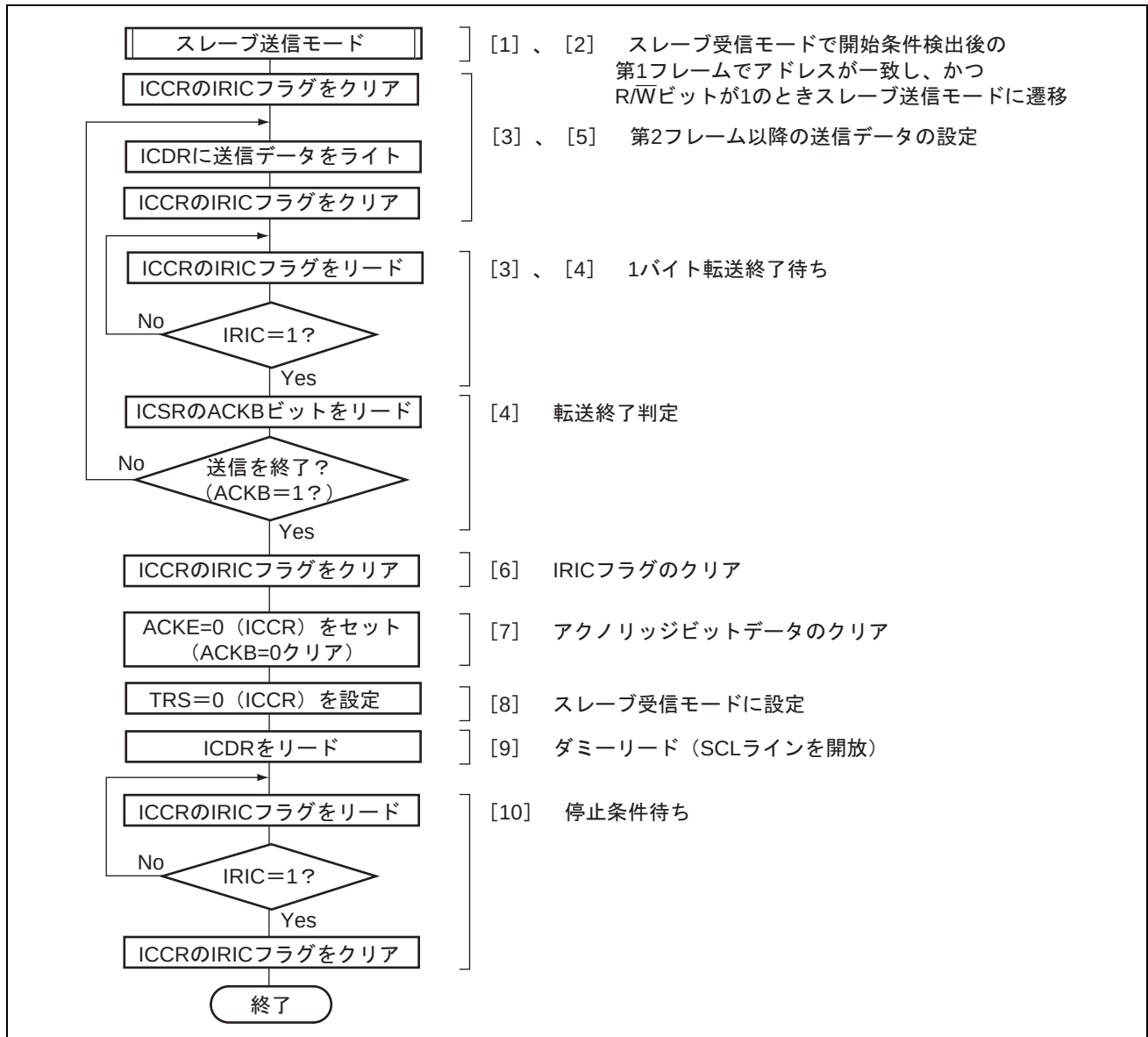


図 16.16 スレーブ送信モードのフローチャート例

スレーブ送信モードでは、スレーブデバイスが送信データを出力し、マスタデバイスが受信クロックを出力し、アクノリッジを返します。以下にスレーブ送信モードの送信手順と動作を示します。

1. スレーブ受信モードの初期設定を行い、自分のアドレス受信を待ちます。
2. 開始条件を検出後の第1フレームでスレーブアドレスが一致したとき、9クロック目でスレーブデバイスはSDAをLowレベルにし、アクノリッジを返します。また、8ビット目のデータ (R/W) が1のときTRSビットが1にセットされ、自動的にスレーブ送信モードになります。9クロックの立ち上がりのタイミングでIRICフラグが1にセットされます。このとき、IEICビットが1にセットされているとCPUに対し割り込み要求を発生します。このとき、ICDREフラグは1にセットされています。スレーブデバイスは送信クロックの9クロック目の立ち下がりからICDRにデータをライトするまでSCLをLowレベルにしマスタデバイスが次の転送クロックを出力できないようにします。
3. IRICフラグを0にクリア後、ICDRに送信データをライトします。このときICDREフラグは0にクリアされます。ライトされたデータはICDRSに転送され、ICDREフラグとIRICフラグが再び1にセットされます。スレーブデバイスはマスタデバイスが出力するクロックに従い、ICDRSに転送されたデータを順次送出します。
送信完了を検知するためにIRICフラグを0にクリアします。ICDRレジスタライトからIRICフラグクリアまでは連続的にを行い、この間に他の処理が入らないようにしてください。
4. マスタデバイスは転送フレームの9クロック目にSDAをLowレベルにし、アクノリッジを返します。このアクノリッジはICSRのACKBビットに格納されるので転送動作が正常に行われたかどうか確認することができます。1フレームのデータ送信が終了し、送信クロックの9クロック目の立ち上がりでIRICフラグが1にセットされます。ICDREフラグが0のときは、ICDRにライトされたデータはICDRSに転送され送信を開始し、ICDREフラグとIRICフラグが再び1にセットされます。ICDREフラグが1にセットされていると、送信クロックの9クロック目の立ち下がりからICDRにデータライトするまでSCLをLowレベルにします。
5. 送信を続ける場合は、次に送信するデータをICDRにライトします。このときICDREフラグは0にクリアされます。送信完了を検知するためにIRICフラグを0にクリアします。ICDRライトからIRICフラグクリアまでは連続的にを行い、この間に他の処理が入らないようにしてください。
4.から5.を繰り返し行うことにより、送信動作を継続できます。
6. IRICフラグを0にクリアします。
7. 送信を終了する場合は、ICCRのACKEビットを0にクリアし、ACKBビットに格納されているアクノリッジビットの値を0にクリアします。
8. 次のアドレス受信動作のため、TRSビットを0にクリアし、スレーブ受信モードに設定します。
9. スレーブ側でSCLを開放するためにICDRをダミーリードします。
10. SCLがHighレベルのときSDAがLowレベルからHighレベルに変化して停止条件を検出すると、ICCRのBBSYフラグが0にクリアされ、ICSRのSTOPフラグが1にセットされます。ICXRのSTOPIMビットが0の場合は、IRICフラグが1にセットされます。IRICフラグがセットされているときは、IRICフラグを0にクリアします。

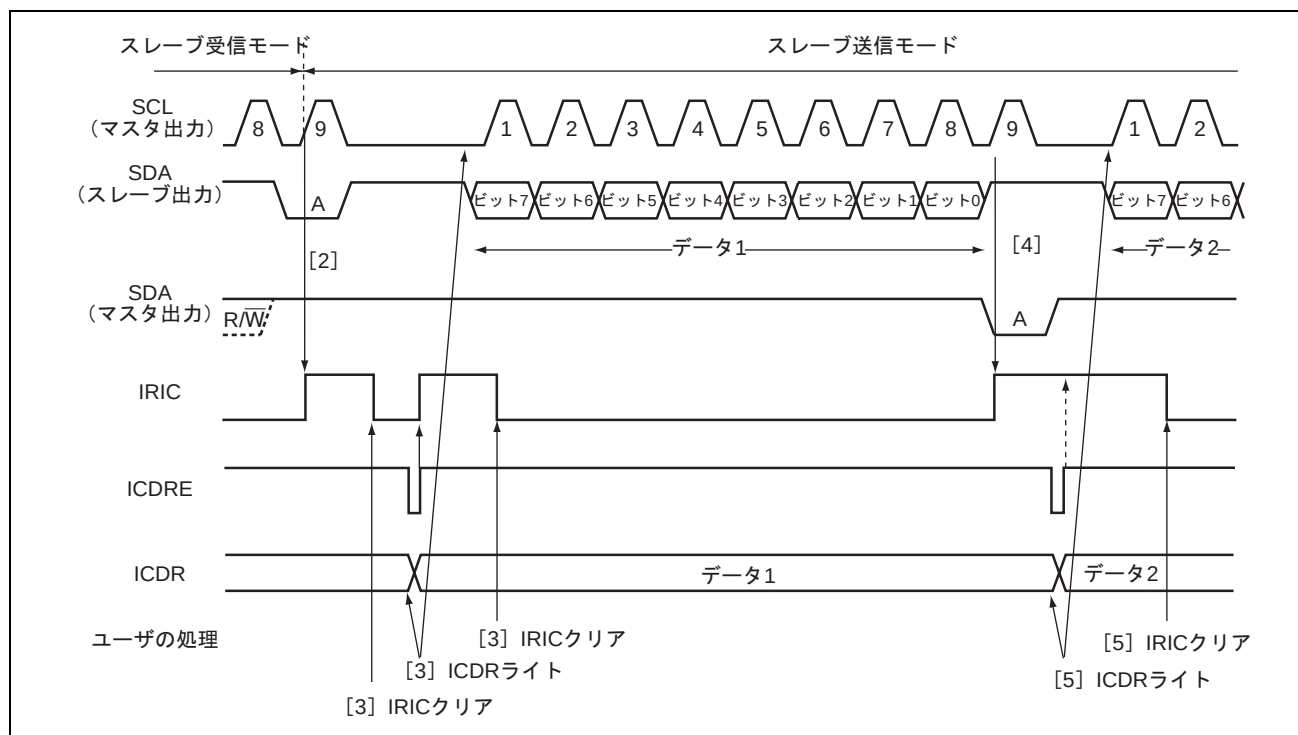


図 16.17 スレーブ送信モード動作タイミング例 (MLS=0 のとき)

16.4.7 IRIC セットタイミングと SCL 制御

割り込み要求フラグ (IRIC) セットタイミングは ICMR の WAIT ビット、SAR の FS ビットおよび SARX の FSX ビットの組み合わせにより異なります。また SCL は、ICDRE や ICDRF フラグが 1 にセットされていると、1 フレーム転送終了後内部クロックに同期して自動的に Low レベルに固定します。図 16.18～図 16.20 に IRIC セットタイミングと SCL 制御を示します。

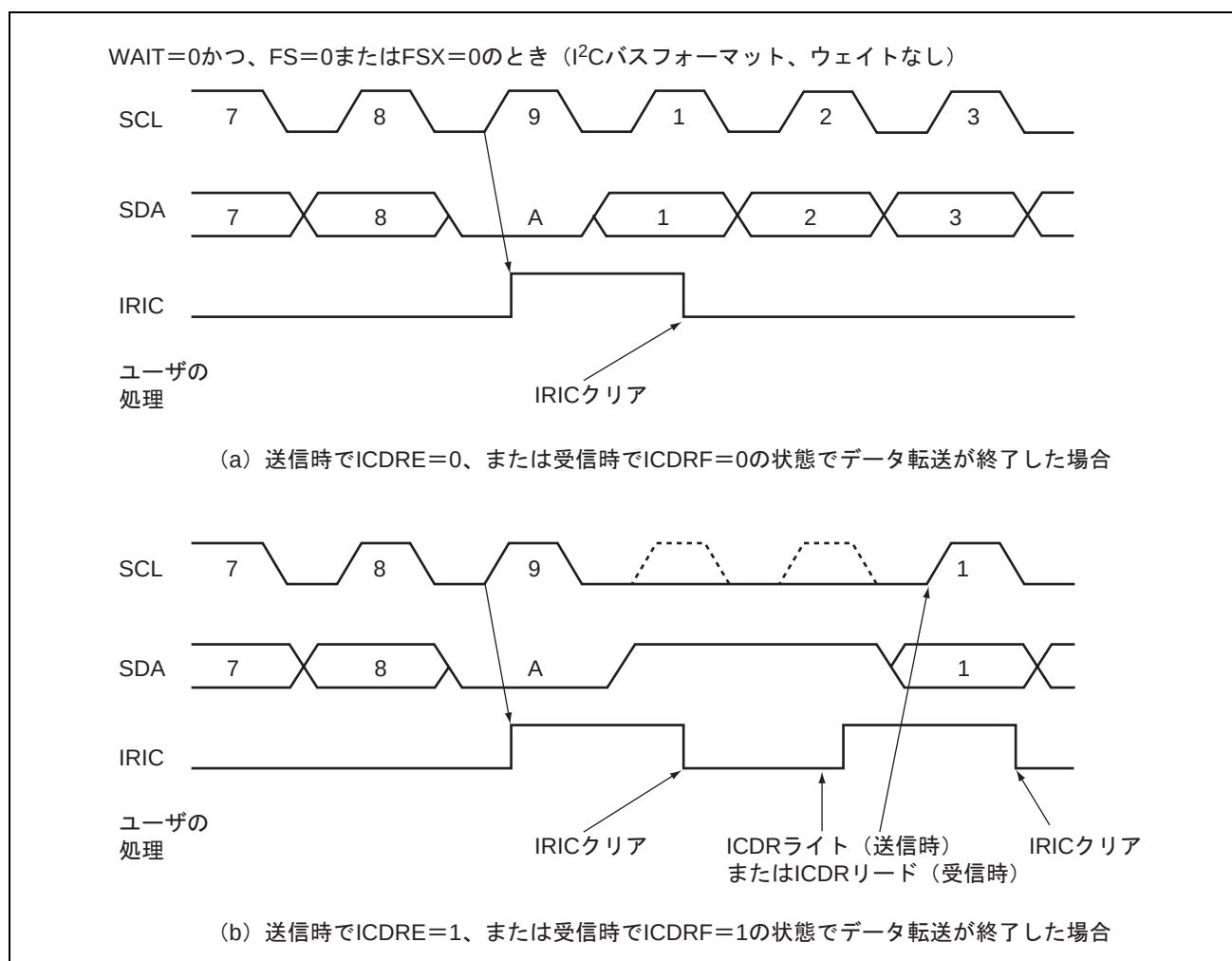
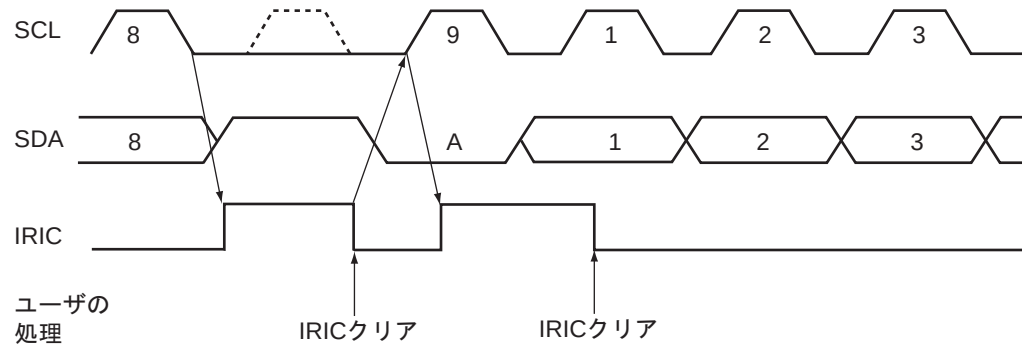
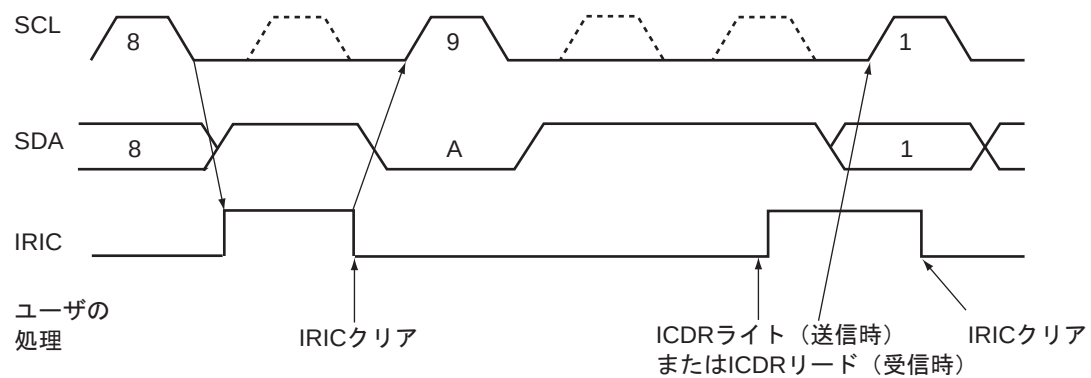


図 16.18 IRIC フラグセットタイミングと SCL 制御 (1)

WAIT=1かつ、FS=0またはFSX=0のとき (I²Cバスフォーマット、ウェイトあり)



(a) 送信時でICDRE=0、または受信時でICDRF=0の状態データ転送が終了した場合

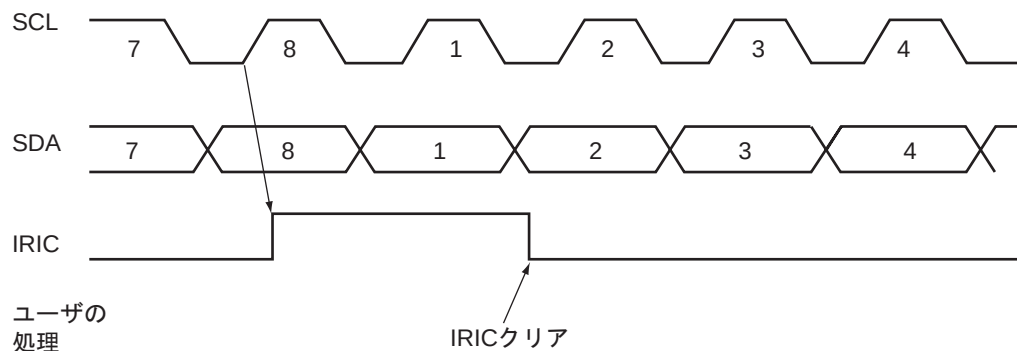


(b) 送信時でICDRE=1、または受信時でICDRF=1の状態データ転送が終了した場合

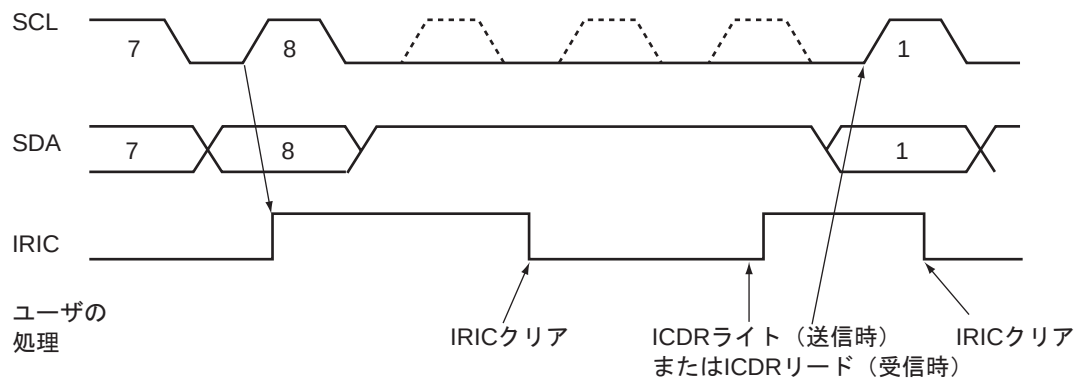
図 16.19 IRIC フラグセットタイミングと SCL 制御 (2)

16. I²C バスインタフェース (IIC)

FS=1かつFSX=1のとき（クロック同期式シリアルフォーマット）



(a) 送信時でICDRE=0、または受信時でICDRF=0の状態データ転送が終了した場合



(b) 送信時でICDRE=1、または受信時でICDRF=1の状態データ転送が終了した場合

図 16.20 IRIC フラグセットタイミングと SCL 制御 (3)

16.4.8 ノイズ除去回路

SCL 端子および SDA 端子の状態はノイズ除去回路を経由して内部に取り込まれます。図 16.21 にノイズ除去回路のブロック図を示します。

ノイズ除去回路は 2 段直列に接続されたラッチ回路と一致検出回路で構成されます。SCL 端子入力信号（または SDA 端子入力信号）がシステムクロックでサンプリングされ、2 つのラッチ出力が一致したときはじめて後段へそのレベルを伝えます。一致しない場合は前の値を保持します。

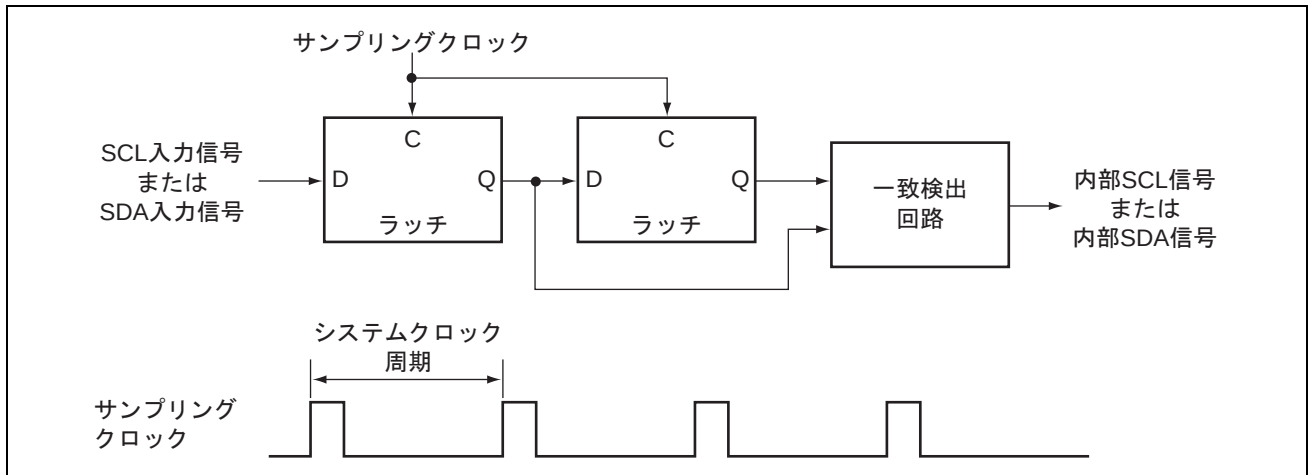


図 16.21 ノイズ除去回路のブロック図

16.4.9 内部状態の初期化

本 IIC モジュールは、通信動作中のデッドロック発生時に、強制的に IIC 内部状態を初期化させる機能をもっています。

初期化は、(1) ICRES レジスタの CLR3～CLR0 ビットの設定、または (2) ICE ビットのクリアにより実行されます。CLR3～CLR0 ビットの設定の詳細は、「16.3.7 I²C バスコントロール初期化レジスタ (ICRES)」を参照してください。

(1) 初期化の範囲

本機能により初期化されるのは、次の範囲となります。

- ICDRE、ICDRF 内部フラグ
- 送信／受信シーケンサ、内部動作クロックのカウンタ
- SCL、SDA 端子出力状態を保持するための内部ラッチ（ウェイト、クロック、データ出力など）

なお、以下の内容は初期化されません。

- レジスタ自体の値 (ICDR、SAR、SARX、ICMR、ICCR、ICSR、ICXR (ICDRE、ICDRF フラグ以外))
- ICMR、ICCR、ICSR 各レジスタのフラグのセット／クリアのためのレジスタリード情報保持用内部ラッチ
- ICMR のビットカウンタ (BC2～BC0) の値
- 発生した割り込み要因 (割り込みコントローラに転送された割り込み要因)

(2) 初期化における注意事項

- 割り込みフラグ、割り込み要因はクリアされませんので、必要に応じてフラグを0にクリアする処置が必要です。
- その他のレジスタフラグも基本的にクリアされませんので、必要に応じてフラグを0にクリアする処置が必要です。
- ICRESにより初期化を行う場合、CLR3～CLR0ビットのライトデータは保持されません。IICクリアを行う場合は、必ずMOV命令を使用し、CLR3～CLR0ビットを同時に書き込んでください。BCLRなどのビット操作命令は使用しないでください。
- また、再度クリアが必要な場合は、同様にすべてのビットとも設定に従い、同時に書き込みする必要があります。
- 送受信中にフラグのクリア設定を行うと、その時点でIICモジュールは送受信を中止しSCL、SDA端子を開放します。再度送受信を開始する際には、システムとして正しく通信できるよう、必要に応じてレジスタの初期化などを行ってください。

なお、本モジュールクリア機能により直接 BBSY ビットの値を書き換えませんが、SCL、SDA 端子の状態、開放するタイミングにより、停止条件の端子波形が生成され、結果的に BBSY ビットをクリアする場合があります。また、他のビット、フラグも同様に、状態の切り替わりに伴い影響が発生する場合があります。

これらによる問題を回避するため、IIC の状態を初期化するときは、以下の手順に従ってください。

1. CLR3～CLR0ビットの設定、またはICEビットによる内部状態の初期化実行
2. BBSYビットを0にクリアするための、停止条件発行命令実行（BBSY=0かつSCP=0ライト）および、転送レート2クロック分の期間ウェイト
3. CLR3～CLR0ビットの設定、またはICEビットによる内部状態の初期化の再実行
4. IICの各レジスタの初期化（再設定）

16.5 割り込み要因

IIC の割り込み要因は、IICI があります。表 16.8 に各割り込み要因と優先順位を示します。各割り込み要因は、ICCR 割り込みイネーブルビットにより許可または禁止が設定され、それぞれ独立に割り込みコントローラに送られます。

表 16.8 IIC 割り込み要因

チャンネル	名称	イネーブルビット	割り込み要因	割り込みフラグ	優先順位
0	IICI0	IEIC	I ² C バスインタフェース割り込み要求	IRIC	高
2	IICI2	IEIC	I ² C バスインタフェース割り込み要求	IRIC	低

16.6 使用上の注意事項

1. マスタモードで、開始条件生成のための命令を発行した際に、実際に開始条件がI²Cバスに出力される前に停止条件生成のための命令を発行すると、開始条件も停止条件も正常に出力されなくなります。
2. 次転送のスタート条件が次の2条件となっています。ICDRをリード／ライトする場合は注意してください。
 - ICE=1かつTRS=1かつICDRにライトしたとき (ICDRT→ICDRSの自動転送を含む)
 - ICE=1かつTRS=0かつICDRをリードしたとき (ICDRS→ICDRRの自動転送を含む)
3. SCL、SDA出力は、内部クロックに同期して表16.9に示すタイミングで出力されます。バス上でのタイミングは、バスの負荷容量、直列抵抗、および並列抵抗に影響される信号の立ち上がり／立ち下がり時間によって定まります。

表 16.9 I²C バスタイミング (SCL、SDA 出力)

項 目	記号	出力タイミング	単位	備考
SCL 出力サイクル時間	t _{SCLO}	28t _{cyc} ~256t _{cyc}	ns	図 26.21 (参考)
SCL 出力 High パルス幅	t _{SCLHO}	0.5t _{SCLO}	ns	
SCL 出力 Low パルス幅	t _{SCLLO}	0.5t _{SCLO}	ns	
SDA 出力バスフリー時間	t _{BUFO}	0.5t _{SCLO} - 1t _{cyc}	ns	
開始条件出力ホールド時間	t _{STAO}	0.5t _{SCLO} - 1t _{cyc}	ns	
再送開始条件出力セットアップ時間	t _{STASO}	1t _{SCLO}	ns	
停止条件出力セットアップ時間	t _{STOSO}	0.5t _{SCLO} + 2t _{cyc}	ns	
データ出力セットアップ時間 (マスタ時)	t _{SDASO}	1t _{SCLLO} - 3t _{cyc}	ns	
データ出力セットアップ時間 (スレーブ時)		1t _{SCLL} - (6t _{cyc} または 12t _{cyc} *)	ns	
データ出力ホールド時間	t _{SDAHO}	3t _{cyc}	ns	

【注】 * IICX が 0 のとき 6 t_{cyc}、IICX が 1 のとき 12 t_{cyc} となります。

16. I²C バスインタフェース (IIC)

4. SCLの立ち上がり時間 t_{Sr} は、I²Cバスインタフェースの仕様で1000ns（高速モード時は300ns）以内と定められています。本I²Cバスインタフェースは、マスタモード時SCLをモニタし、ビットごとに同期をとりながら通信を行います。そのためSCLの立ち上がり時間 t_{Sr} （Lowレベルから V_{IH} まで変化する時間）が、I²Cバスインタフェースの入力クロックで決まる時間を超えた場合、SCLのHigh期間が延ばされます。SCLの立ち上がり時間は、SCLラインのプルアップ抵抗、負荷容量で決定されますので、設定した転送レートで動作させるためには、表16.10に示す時間以下になるようにプルアップ抵抗、負荷容量を設定してください。

表 16.10 SCL 立ち上がり時間 (t_{Sr}) の許容範囲

IICX	t_{cyc} 表示	時間表示 [ns]						
			I ² C バス仕様 (max.)	$\phi = 8\text{MHz}$	$\phi = 10\text{MHz}$	$\phi = 16\text{MHz}$	$\phi = 20\text{MHz}$	$\phi = 25\text{MHz}$
0	7.5 t_{cyc}	標準モード	1000	937	750	468	375	300
		高速モード	300	←	←	←	←	←
1	17.5 t_{cyc}	標準モード	1000	←	←	←	875	700
		高速モード	300	←	←	←	←	←

5. SCL、SDAの立ち上がり、立ち下がり時間は、I²Cバスインタフェースの仕様で1000nsおよび300ns以内と定められています。一方、本I²CバスインタフェースのSCL、SDA出力タイミングは、表16.11に示すように t_{cyc} によって規定されますが、立ち上がり、立ち下がり時間の影響で最大の転送レートではI²Cバスインタフェースの仕様を満足しない場合があります。表16.11は出力タイミングを各動作周波数で計算し、ワーストケースの立ち上がり、立ち下がり時間の影響を加えたものです。

t_{BUFO} はどの周波数でもI²Cバスインタフェースの仕様を満足しません。これに対しては、(a) 停止条件発行後、開始条件の発行まで必要なインターバル（1 μ s程度）を確保するようプログラムする必要があります。あるいは、(b) I²Cバスに接続されるスレーブデバイスとして、入力タイミングがこの出力タイミングを許容するものを選択してください。

高速モード時の t_{SCLLO} 、標準モード時の t_{STASO} では、 t_{Sr}/t_{Sf} をワーストケースとして計算した場合にI²Cバスインタフェースの仕様を満足しません。(a) プルアップ抵抗、容量負荷により立ち上がり、立ち下がり時間を調整するか、(b) 転送レートを下げて仕様を満足するよう調整するなどの対応を検討してください。あるいは、(c) I²Cバスに接続されるスレーブデバイスとして、入力タイミングがこの出力タイミングを許容するものを選択してください。

表 16.11 I²C バスタイミング (t_{Sr}/t_{Sf} 影響最大の場合)

項目	tcyc 表示	時間表示 (最大転送レート時) [ns]							
			tSr/tSf 影響 (max.)	I ² C バス 仕様 (min.)	φ=8MHz	φ=10MHz	φ=16MHz	φ=20MHz	φ=25MHz
t _{SCLHO}	0.5t _{SCLO}	標準モード	-1000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
	(-t _{Sr})	高速モード	-300	600	950	950	950	950	950
t _{SCLLO}	0.5t _{SCLO}	標準モード	-250	4700	4750	4750	4750	4750	4750
	(-t _{Sf})	高速モード	-250	1300	1000* ¹	1000* ¹	1000* ¹	1000* ¹	1000* ¹
t _{BUFO}	0.5t _{SCLO} -1tcyc	標準モード	-1000	4700	3875* ¹	3900* ¹	3939* ¹	3950* ¹	3960* ¹
	(-t _{Sr})	高速モード	-300	1300	825* ¹	850* ¹	888* ¹	900* ¹	910* ¹
t _{STAHO}	0.5t _{SCLO} -1tcyc	標準モード	-250	4000	4625	4650	4688	4700	4710
	(-t _{Sf})	高速モード	-250	600	875	900	938	950	960
t _{STASO}	1t _{SCLO}	標準モード	-1000	4700	9000	9000	9000	9000	9000
	(-t _{Sr})	高速モード	-300	600	2200	2200	2200	2200	2200
t _{STOSO}	0.5t _{SCLO} +2tcyc	標準モード	-1000	4000	4250	4200	4125	4100	4080
	(-t _{Sr})	高速モード	-300	600	1200	1150	1075	1050	1030
t _{SDASO} マスタ時	1t _{SCLLO} * ³ -3tcyc	標準モード	-1000	250	3325	3400	3513	3550	3580
	(-t _{Sr})	高速モード	-300	100	625	700	813	850	850
t _{SDASO} スレーブ時	1t _{SCLL} * ³ -12tcyc* ²	標準モード	-1000	250	2200	2500	2950	3100	3220
	(-t _{Sr})	高速モード	-300	100	-500* ¹	-200* ¹	250	400	400
t _{SDAHO}	3tcyc	標準モード	0	0	375	300	188	150	520
		高速モード	0	0	375	300	188	150	120

【注】 *1 I²C バスインタフェースの仕様を満足しません。以下の 4 つの対応などが必要です。

- (1) 開始／停止条件発行のインターバルを確保する。
- (2) ブルアップ抵抗・容量負荷により、立ち上がり、立ち下がり時間を調整する。
- (3) 転送レートを下げて調整する。
- (4) 入力タイミングが本出力タイミングを許容するスレーブデバイスを選択する。

なお、上記表の値は、IICX ビット、CKS2～CKS0 ビットの設定値により変わります。周波数により最大転送レートを実現できない場合もありますので、実際の設定条件に合せ、I²C バスインタフェースの仕様を満足するか検討してください。

*2 IICX ビットが 1 のときです。IICX ビットを 0 に設定すると、(t_{SCLL}-6t_{cyc}) となります。

*3 I²C バス仕様値 (標準モード：4700ns min.、高速モード：1300ns min.) で計算しています。

6. 送信モードでのICDRリードと受信モードでのICDRライトの注意事項

送信モード (TRS=1) でのICDRリード動作または、受信モード (TRS=0) でのICDRライト動作を行った場合、条件によっては送受信動作終了後のSCL端子のLow固定が行われず、正規のICDRのアクセス動作以前にクロックがSCLバスラインに出力される場合があります。

ICDRをアクセスするときは、受信モードに設定した後にリード動作を行うか、または送信モードに設定した後にライト動作を行うようにしてください。

7. スレーブモードでのACKEビットとTRSビットの注意事項

I²Cバスインタフェースにおいて、送信モード (TRS=1) でアクノリッジビットとして1を受信 (ACKB=1) した後に、その状態のままスレーブモードでアドレスを受信すると、アドレス不一致のときも9クロック目の立ち上がりで、割り込み動作が発生することがあります。

また、スレーブモードで送信モード (TRS=1) の状態でマスタデバイスから開始条件およびアドレスが送信された場合、ICDREフラグセットおよびアクノリッジビットとして1を受信 (ACKB=1) することでIRICフラグがセットされ、アドレス不一致のときも割り込み要因が発生することがあります。

I²Cバスインタフェースモジュールでスレーブモード動作を行う際は、下記処置を行ってください。

- 一連の送信動作の終了時、最終送信データに対するアクノリッジビットとして1を受信した場合には、ICCRのACKEビットをいったん0にクリアすることで、ACKBビットを0に初期化してください。
- スレーブモードで次の開始条件が入力される前に受信モード (TRS=0) にセットしてください。
スレーブ送信モードから確実にスレーブ受信モードに切り替えるために、**図16.16**に従って送信を終了してください。

16.6.1 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、IIC の動作停止／許可を設定することが可能です。初期値では IIC の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「**第 24 章 低消費電力状態**」を参照してください。

17. SMBus 2.0 インタフェース (SMBUS)

本 LSI は、1 チャンネルの SMBus 2.0 インタフェース (SMBUS) を内蔵しています。SMBUS は、通信モジュールを I²C バスインタフェース (IIC) モジュールのチャンネル 0 と兼用しています。

SMBUS には、PEC (Packet Error Checking) 演算を行うハードウェアモジュールを内蔵しています。

本章では PEC 演算モジュールについて説明します。通信機能の詳細については「**第 16 章 I²C バスインタフェース (IIC)**」を参照してください。

17.1 特長

- SMBus 2.0 インタフェースに準拠。PEC 付き送受信フォーマットに対応
- 通信モジュールを I²C バスモジュールのチャンネル 0 と兼用
- PEC 演算モジュールを内蔵し、ハードウェアによる CRC-8 の高速演算が可能

CRC-8 (8bit Cyclic Redundancy Check) : $C(x) = x^8 + x^2 + x + 1$

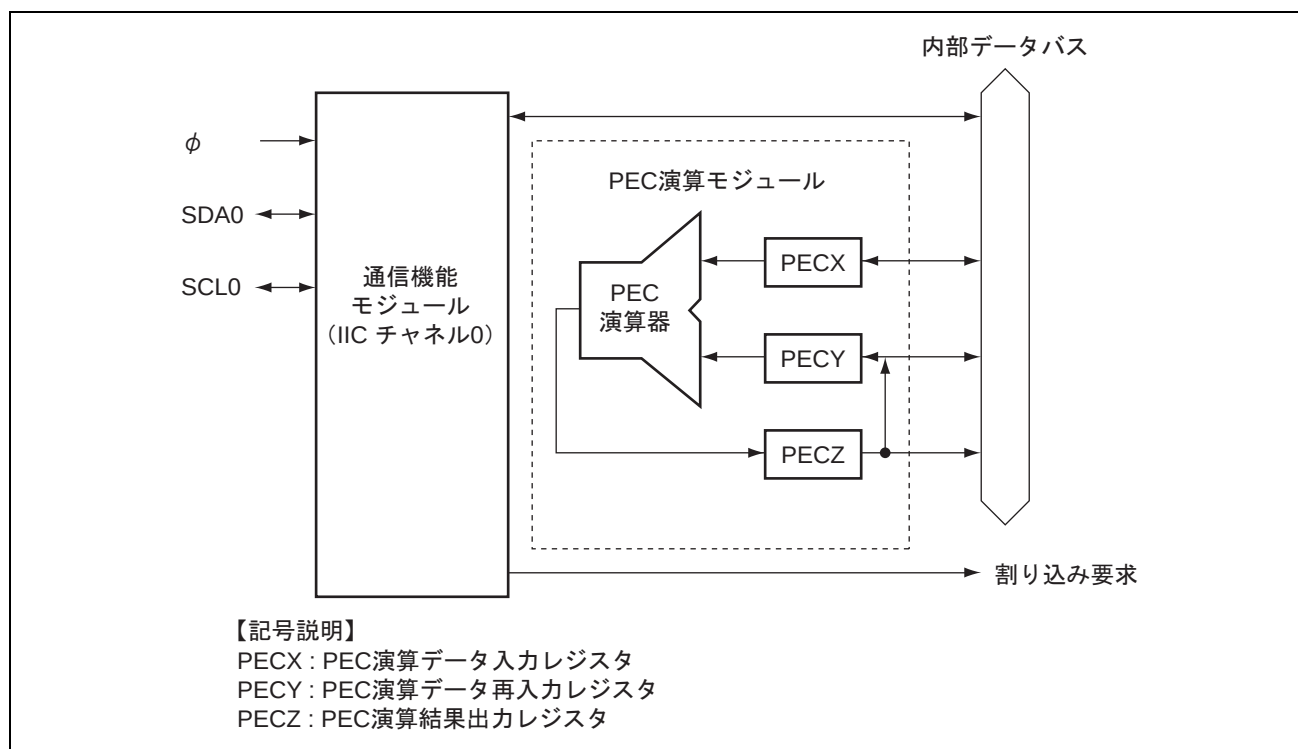


図 17.1 SMBus バスインタフェースのブロック図

17. SMBus 2.0 インタフェース (SMBUS)

17.2 入出力端子

SMBUS で使用する端子を表 17.1 に示します。

表 17.1 端子構成

チャンネル	端子名*	入出力	機 能
0	SCL0	入出力	SMBUS シリアルクロック入出力端子
	SDA0	入出力	SMBUS シリアルデータの入出力端子

【注】 * 本文中ではチャンネルを省略し、それぞれ SCL、SDA と略称します。

17.3 レジスタの説明

SMBUS の PEC 演算モジュールには以下のレジスタがあります。SMBUS のレジスタ構成を以下に示します。なお、通信機能モジュールのレジスタの詳細については「第 16 章 I²C バスインタフェース (IIC)」を参照してください。

表 17.2 レジスタ構成

レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
PEC 演算データ入力レジスタ	PECX	R/W	H'00	H'FD60	8
PEC 演算データ再入力レジスタ	PECY	R/W	H'00	H'FD61	8
PEC 演算結果出力レジスタ	PECZ	R	H'00	H'FD63	8

17.3.1 PEC 演算データ入力レジスタ (PECX)

PECX は PEC 演算対象のデータを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～0	PECX7～ PECX0	すべて 0	R/W	PEC 演算入力データ 7～0 PEC 演算対象のデータを格納します。

17.3.2 PEC 演算データ再入力レジスタ (PECY)

PECY は PEC 演算を複数バイト数のデータに対して行うために、直前の PECZ の内容を再入力するためのレジスタです。

PECX にデータをライトすると、同時に PECZ の内容が PECY に転送されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～0	PECY7～ PECY0	すべて 0	R/W	PEC 演算再入力データ 7～0 PECZ から転送された PEC 演算対象のデータを格納します。

17.3.3 PEC 演算結果出力レジスタ (PECZ)

PECZ は PECX と PECY の内容に対し CRC-8 の演算を行った結果が格納されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~0	PECZ7~ PECZ0	すべて 0	R	PEC 演算出力データ 7~0 PEC 演算結果を格納します。

17.4 動作説明

SMBUS は I²C バスインタフェースと共通のフォーマットを使用しています。転送データの最終バイトの後に PEC の送受信を行い、受信データの誤り検出を行うことができます。

17.4.1 SMBus 2.0 データフォーマット

SMBus 2.0 フォーマットの模式図を図 17.2 に示します。

図 17.2 の記号説明を表 17.3 に示します。

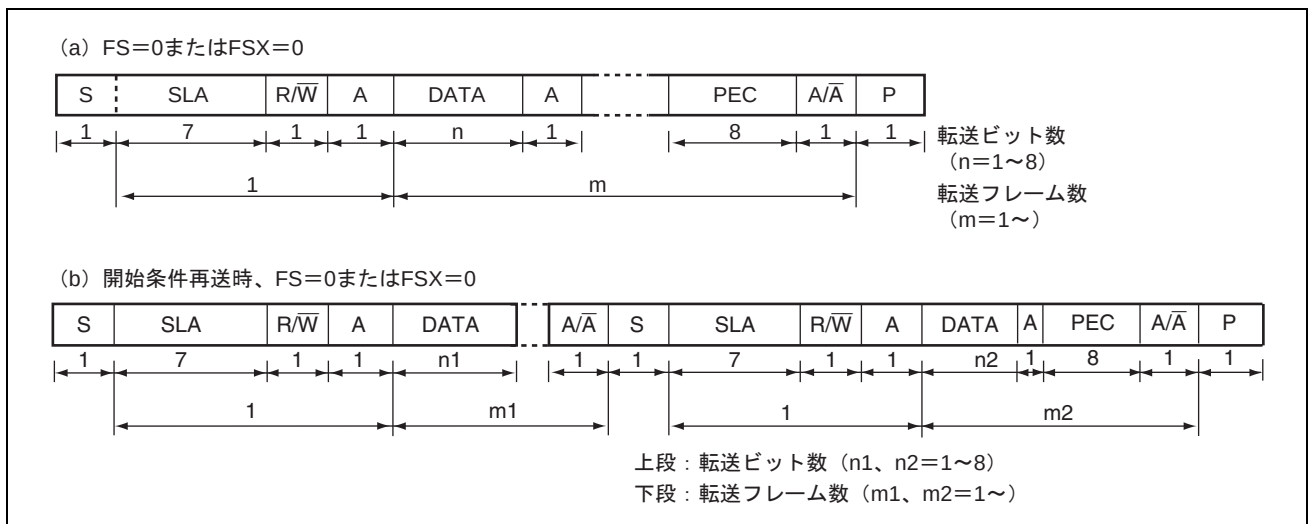


図 17.2 SMBus 2.0 データフォーマット

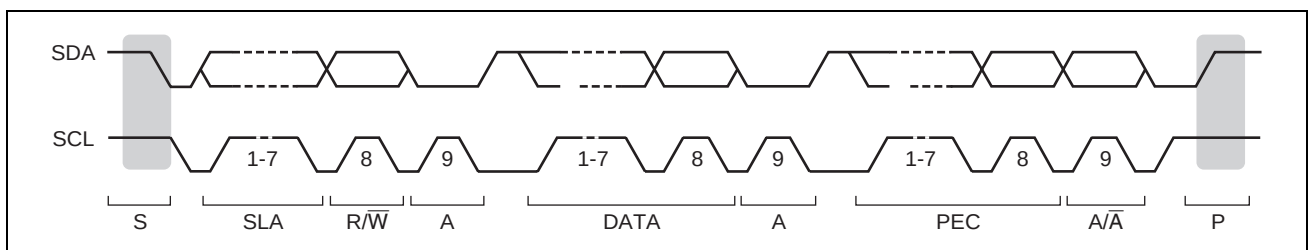


図 17.3 SMBus 2.0 バスタイミング

表 17.3 SMBus 2.0 データフォーマット記号説明

S	開始条件を示します。マスタデバイスが SCL=High レベルの状態 で SDA を High レベルから Low レベルに変化させます。
SLA	スレーブアドレスを示します。マスタデバイスがスレーブデバイスを選択します。
R/W	送信／受信の方向を示します。R/W ビットが 1 の場合スレーブデバイスからマスタデバイス、R/W ビットが 0 の場合マスタデバイスからスレーブデバイスへデータを転送します。
A	アクノリッジを示します。受信デバイスが SDA を Low レベルにします（マスタ送信モード時スレーブが、マスタ受信モード時マスタがアクノリッジを返します）。
DATA	送受信データを示します。
PEC	PEC データを示します。
P	停止条件を示します。マスタデバイスが SCL=High レベルの状態 で SDA を Low レベルから High レベルに変化させます。

17.4.2 PEC 演算モジュールの使用方法

PEC 演算は PECX と PECY へのライト動作によって行われます。演算結果は PECZ よりリードします。SMBUS のデータ送信／受信で PEC 演算を行う場合は以下の手順で行ってください。

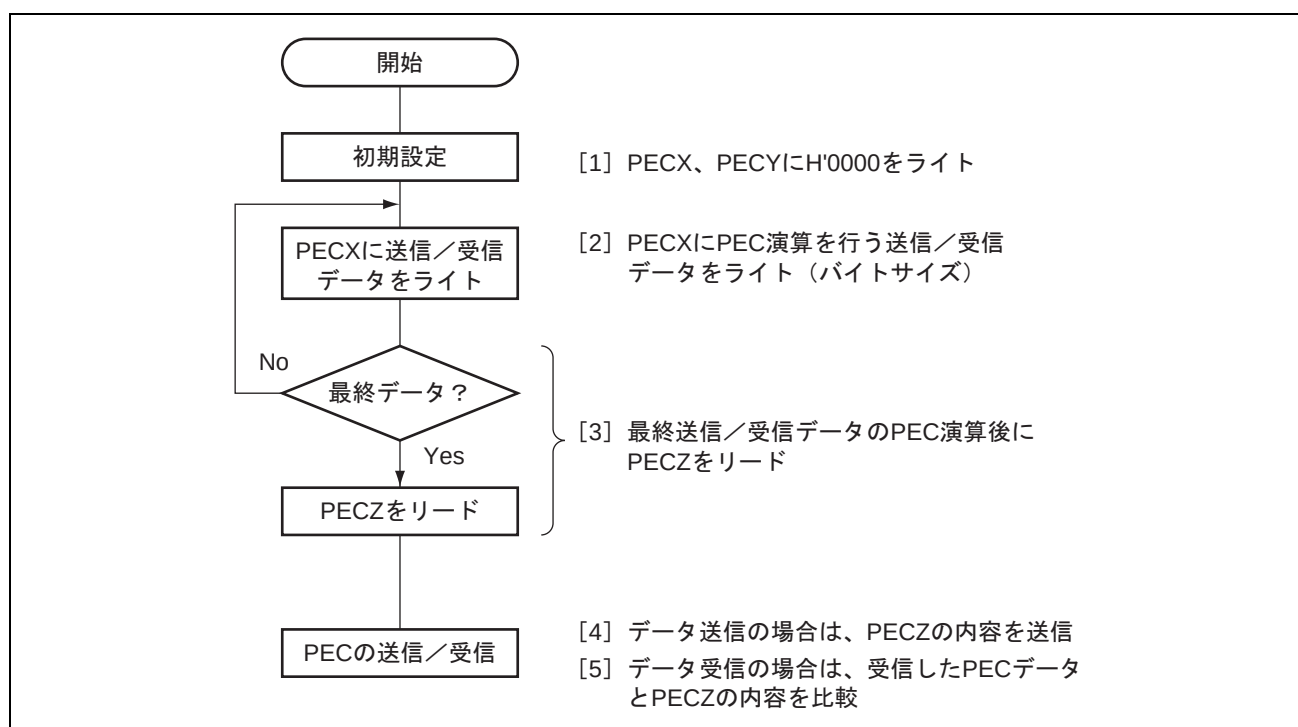


図 17.4 PEC 演算のフローチャート例

1. 送受信動作を開始する前にPEC演算モジュールの初期化を行います。PECX、PECYに対してワードサイズでH'0000をライトしてください。またはバイトサイズのH'00をPECX、PECYの順番でライトしてください。
2. アドレスおよびデータの送受信ごとに送信データまたは受信データをバイトサイズでPECXレジスタにライトしてください。ただし、PEC演算の途中で、PECYに対しライト動作を行わないでください。
3. 最終送信／受信データをPECXにライトした後にPECZをリードし、PEC演算結果を読み出します。
4. データ送信の場合はPEC演算結果の送信を行います。
5. データ受信の場合は、受信したPECデータとPEC演算結果の比較を行います。データが一致することでデータを正常に受信できたことを確認することができます。

17.5 使用上の注意事項

17.5.1 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、SMBUS の動作停止／許可を設定することが可能です。初期値では SMBUS の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「**第 24 章 低消費電力状態**」を参照してください。

18. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

本 LSI は、2 チャンネルのキーボードバッファコントロールユニット (PS2) を内蔵しています。PS2 は、PS/2 インタフェースに準拠した機能を備えています。

PS2 を用いたデータ転送は、データライン (KD) 一本、クロックライン (KCLK) 一本で構成され、コネクタやプリント基盤の面積などを経済的に使用できます。図 18.1 に PS2 のブロック図を示します。

18.1 特長

- PS/2 インタフェースに準拠
- バスを直接駆動 (KCLK、KD 端子)
- 割り込み要因：データ受信完了時、データ送信完了時、クロックの立ち下がりエッジ検出時、1st クロックの立ち下がりエッジ検出時
- エラー検出：パリティエラー、ストップビットモニタ、受信完了通知モニタ

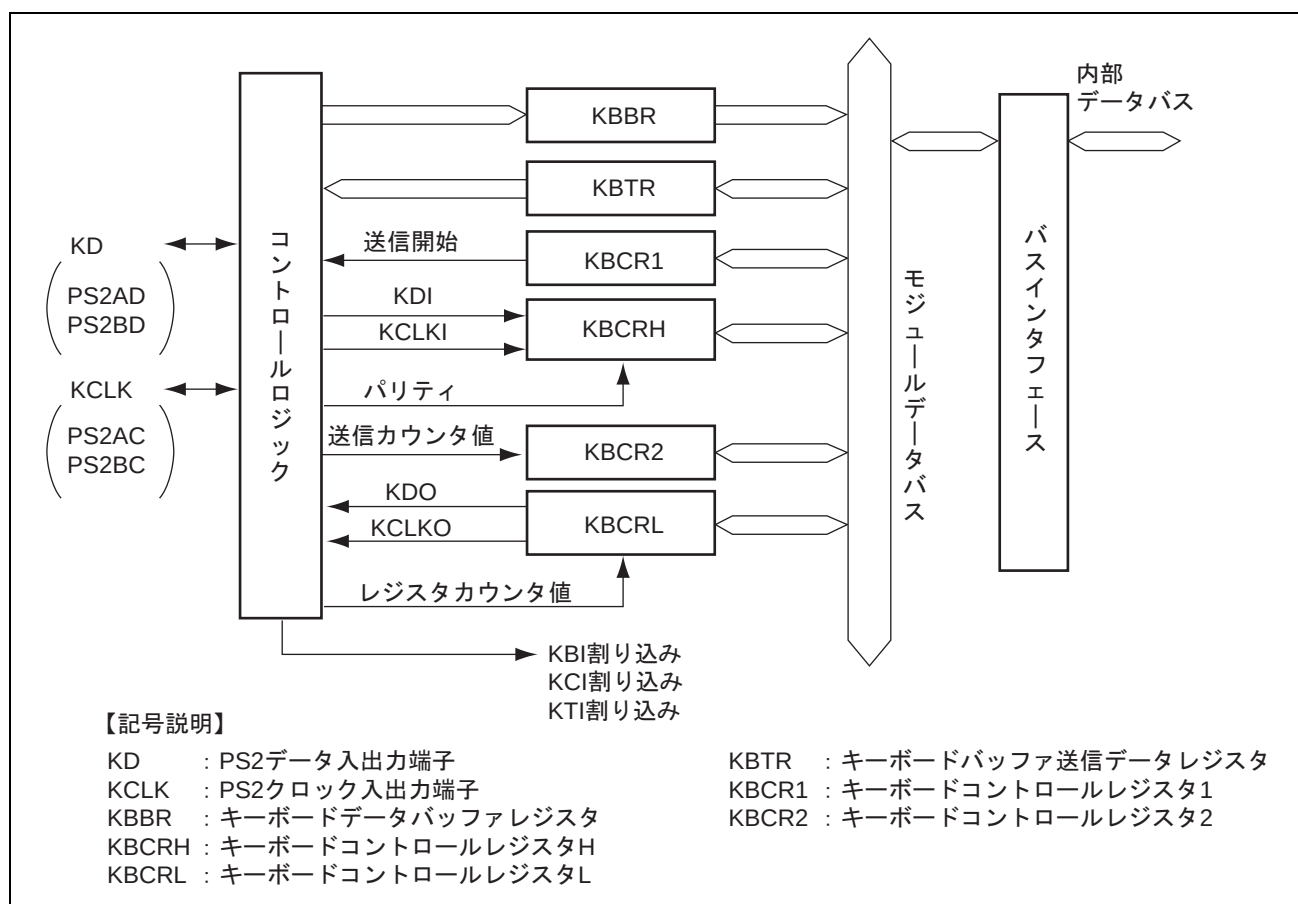


図 18.1 PS2 のブロック図

18. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

PS2 の接続方法を図 18.2 に示します。

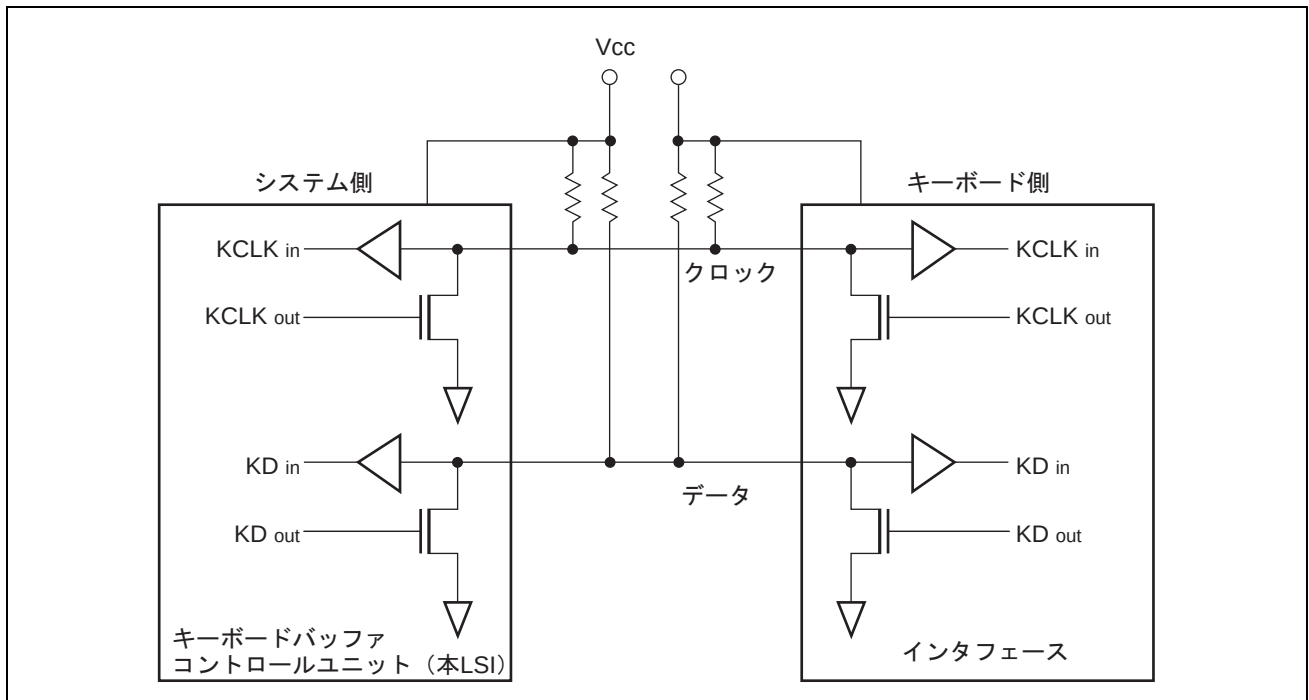


図 18.2 PS2 接続方法

18.2 入出力端子

キーボードバッファコントロールユニットで使用する端子を表 18.1 に示します。

表 18.1 端子構成

チャンネル	名 称	略称*	入出力	機 能
0	PS2 クロック入出力端子 (KCLK0)	PS2AC	入出力	PS2 クロック入出力
	PS2 データ入出力端子 (KD0)	PS2AD	入出力	PS2 データ入出力
1	PS2 クロック入出力端子 (KCLK1)	PS2BC	入出力	PS2 クロック入出力
	PS2 データ入出力端子 (KD1)	PS2BD	入出力	PS2 データ入出力

【注】 * 外部入出力端子名です。本文中ではチャンネルを省略し、クロック入出力端子を KCLK、データ入出力端子を KD と記載します。

18.3 レジスタの説明

PS2 にはチャンネルごとに以下のレジスタがあります。

表 18.2 レジスタ構成

チャンネル	レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
チャンネル 0	キーボードコントロールレジスタ 1_0	KBCR1_0	R/W	H'00	H'FEC0	8
	キーボードコントロールレジスタ 2_0	KBCR2_0	R/W	H'F0	H'FEDB	8
	キーボードバッファ送信データレジスタ_0	KBTR_0	R/W	H'FF	H'FEC1	8
	キーボードコントロールレジスタ H_0	KBCRH_0	R/W	H'70	H'FED8	8
	キーボードコントロールレジスタ L_0	KBCRL_0	R/W	H'70	H'FED9	8
	キーボードデータバッファレジスタ_0	KBBR_0	R	H'00	H'FEDA	8
チャンネル 1	キーボードコントロールレジスタ 1_1	KBCR1_1	R/W	H'00	H'FEC2	8
	キーボードコントロールレジスタ 2_1	KBCR2_1	R/W	H'F0	H'FEDF	8
	キーボードバッファ送信データレジスタ_1	KBTR_1	R/W	H'FF	H'FEC3	8
	キーボードコントロールレジスタ H_1	KBCRH_1	R/W	H'70	H'FEDC	8
	キーボードコントロールレジスタ L_1	KBCRL_1	R/W	H'70	H'FEDD	8
	キーボードデータバッファレジスタ_1	KBBR_1	R	H'00	H'FEDE	8

18. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

18.3.1 キーボードコントロールレジスタ 1 (KBCR1)

KBCR1 は送信制御、割り込みの制御、パリティの選択および送信エラーの検出を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	KBTS	0	R/W	送信開始 データの送信を開始、または禁止を選択します。 0：データの送信を禁止 [クリア条件] • 0 をライト • KBTE が 1 にセットされたとき • KBIOE が 0 にクリアされたとき 1：データの送信を開始 [セット条件] • KBTS=0 をリードした後、1 をライトしたとき
6	PS	0	R/W	送信パリティ選択 奇数パリティ／偶数パリティを選択します。 0：奇数パリティを選択 1：偶数パリティを選択
5	KCIE	0	R/W	1st KCLK 立ち下がり割り込みイネーブル 1st KCLK 立ち下がり割り込みの禁止／許可を選択します。 0：1st KCLK 立ち下がり割り込みを禁止 1：1st KCLK 立ち下がり割り込みを許可
4	KTIE	0	R/W	送信完了割り込みイネーブル 送信完了割り込みの禁止／許可を選択します。 0：送信完了割り込みを禁止 1：送信完了割り込みを許可
3	—	0	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	KCIF	0	R/(W)*	1st KCLK 立ち下がり割り込みフラグ 1st KCLK 立ち下がりを検出したことを示します。また、KCIE=1 で KCIF=1 になると CPU に割り込みを要求します。 0：[クリア条件] KCIF=1 をリードした後、0 をライト 1：[セット条件] 1st KCLK 立ち下がりを検出したとき ただし、ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモードからの解除時はセットされません（内部フラグはセットされます）。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
1	KBTE	0	R/(W)*	送信完了フラグ データの送信が完了したことを示します。また、KTIE=1 で KBTE=1 になると CPU に割り込みを要求します。 0: [クリア条件] KBTE=1 をリードした後、0 をライト 1: [セット条件] KBTR のデータすべて送信完了したとき (11th KCLK の立ち上がりでセット)
0	KTER	0	R	送信エラー 受信完了通知を格納します。KBTE=1 のときのみ有効です。 0: 受信完了通知として 0 を受信したとき 1: 受信完了通知として 1 を受信したとき

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

18.3.2 キーボードバッファコントロールレジスタ 2 (KBCR2)

KBCR2 は 4 ビットのカウンタで、KCLK の立ち下がり同期してカウントアップします。送信データは、送信カウンタに同期し、KBTR のデータを LSB より順次 KD に出力します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~4	—	すべて 1	R/W	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。初期値を変更しないでください。
3	TXCR3	0	R	トランスミットカウンタ 送信データのビットを示します。KCLK の立ち下がり同期してカウントアップします。 トランスミットカウンタはリセット時、KBTS が 0 にクリアされたとき、KBIOE が 0 にクリアされたとき、KBTE が 1 にセットされたときに初期化されます。 0000: クリア 0001: KBT0 0010: KBT1 0011: KBT2 0100: KBT3 0101: KBT4 0110: KBT5 0111: KBT6 1000: KBT7 1001: パリティビット 1010: ストップビット 1011: 送信完了通知
2	TXCR2	0	R	
1	TXCR1	0	R	
0	TXCR0	0	R	

18. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

18.3.3 キーボードコントロールレジスタ H (KBCRH)

KBCRH は、キーボードバッファコントロールユニットの動作状態を示します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	KBIOE	0	R/W	キーボードインアウトイネーブル キーボードバッファコントロールユニットを使用するか、使用しないかを選択します。 0：本モジュールは非動作（KCLK、KD 信号端子はポート機能状態） 1：本モジュールは送受信可能（KCLK、KD 信号端子はバス駆動状態）
6	KCLKI	1	R	キーボードクロックイン KCLK 入出力端子をモニタするビットです。ライトは無効です。 0：KCLK 入出力端子は Low レベル 1：KCLK 入出力端子は High レベル
5	KDI	1	R	キーボードデータイン KDI 入出力端子をモニタするビットです。ライトは無効です。 0：KD 入出力端子は Low レベル 1：KD 入出力端子は High レベル
4	KBFSEL	1	R/W	キーボードバッファレジスタフルセレクト KBF ビットをキーボードバッファレジスタフルフラグとして使用するか、KCLK の立ち下がりによる割り込みフラグとして使用するかを選択します。KCLK の立ち下がりによる割り込みフラグとして使用する場合には、KBCRL の KBE ビットを 0 にして受信禁止状態にしてください。 0：KBF ビットを KCLK の立ち下がりによる割り込みフラグとして使用する 1：KBF ビットをキーボードバッファフルフラグとして使用する
3	KBIE	0	R/W	キーボードインタラプトイネーブル キーボードバッファコントロールユニットから CPU に対する、割り込みの許可または禁止を選択します。 0：割り込み要求を禁止 1：割り込み要求を許可

18. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
2	KBF	0	R/(W)*	キーボードバッファレジスタフル データの受信が完了し、受信したデータが KBBR に入っていることを示します。また、KBIE=1 で KBF=1 になると CPU に割り込みを要求します。 0: [クリア条件] KBF=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき 1: [セット条件] • KBFSEL=1 の状態でデータが正常に受信され、KBBR ヘデータが転送されたとき (キーボードバッファレジスタフルフラグ) • KBFSEL=0 の状態で KCLK の立ち下がりエッジを検出したとき (KCLK 割り込みフラグ)
1	PER	0	R/(W)*	パリティエラー 奇数パリティのエラーが発生したことを示します。 0: [クリア条件] PER=1 の状態でリードした後、0 をライトしたとき 1: [セット条件] 奇数パリティのエラーが発生したとき
0	KBS	0	R	キーボードストップ 受信データのストップビットを示します。KBF=1 のときのみ有効です。 0: ストップビット 0 を受信 1: ストップビット 1 を受信

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

18. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

18.3.4 キーボードコントロールレジスタ L (KBCRL)

KBCRL は、受信カウンタのカウンタ許可、キーボードバッファコントロールユニット端子出力の制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	KBE	0	R/W	キーボードイネーブル KBBR への受信データのロードの許可、または禁止を選択します。 0：KBBR への受信データのロードを禁止 1：KBBR への受信データのロードを許可
6	KCLKO	1	R/W	キーボードクロックアウト PS2 クロック入出力端子の出力を制御します。 0：PS2 クロック入出力端子は Low レベル 1：PS2 クロック入出力端子は High レベル
5	KDO	1	R/W	キーボードデータアウト PS2 データ入出力端子の出力を制御します。 0：PS2 データ入出力端子は Low レベル 1：PS2 データ入出力端子は High レベル 自動送信を使用しスタートビット (KDO=0) が自動クリア (KDO=1) された場合は、1 をリード後 0 ライトとなります。
4	—	1	—	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。
3 2 1 0	RXCR3 RXCR2 RXCR1 RXCR0	0 0 0 0	R R R R	レシーブカウンタ 受信したデータのビットを示します。KCLK の立ち下がりでカウントアップします。ライトは無効です。 レシーブカウンタはリセット時および KBE の 0 ライト時に初期化されます。また、ストップビット受信後、B'0000 に戻ります。 0000：— 0001：スタートビット 0010：KB0 0011：KB1 0100：KB2 0101：KB3 0110：KB4 0111：KB5 1000：KB6 1001：KB7 1010：パリティビット 1011：— 11xx：—

18.3.5 キーボードデータバッファレジスタ (KBBR)

KBBR は、受信データを格納します。KBBR の値は、KBF=1 のときのみ有効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	KB7	0	R	キーボードデータ 7～0 8 ビットの読み出し専用のデータです。 リセット時、または KBIOE ビットが 0 にクリアされたときに、H'00 に初期化されます。
6	KB6	0	R	
5	KB5	0	R	
4	KB4	0	R	
3	KB3	0	R	
2	KB2	0	R	
1	KB1	0	R	
0	KB0	0	R	

18.3.6 キーボードバッファ送信データレジスタ (KBTR)

KBTR は、送信データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	KBT7	1	R/W	キーボードバッファ送信データレジスタ 7～0 リセット時、H'FF に初期化されます。
6	KBT6	1	R/W	
5	KBT5	1	R/W	
4	KBT4	1	R/W	
3	KBT3	1	R/W	
2	KBT2	1	R/W	
1	KBT1	1	R/W	
0	KBT0	1	R/W	

18.4 動作説明

18.4.1 受信動作

受信動作では、KCLK（クロック）、KD（データ）とも、キーボード側が出力し、本 LSI（システム側）は、入力となります。KD は、スタートビット、データ 8 ビット（LSB から）、奇数パリティ、ストップビットの順で受信します。KD の値は、KCLK が Low レベルのとき有効です。受信処理フローチャートの例を図 18.3、受信タイミングを図 18.4 に示します。

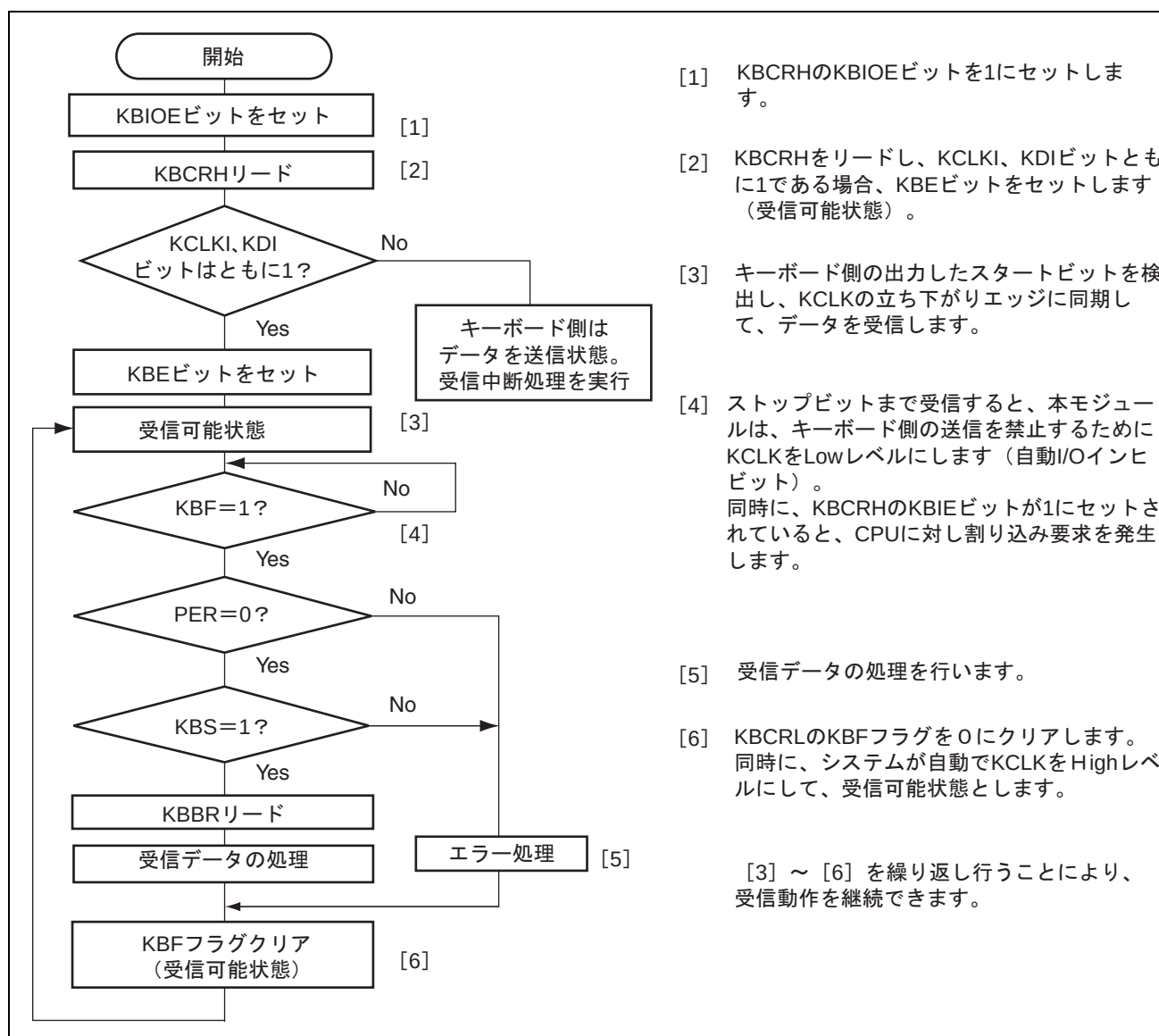


図 18.3 受信処理フローチャートの例

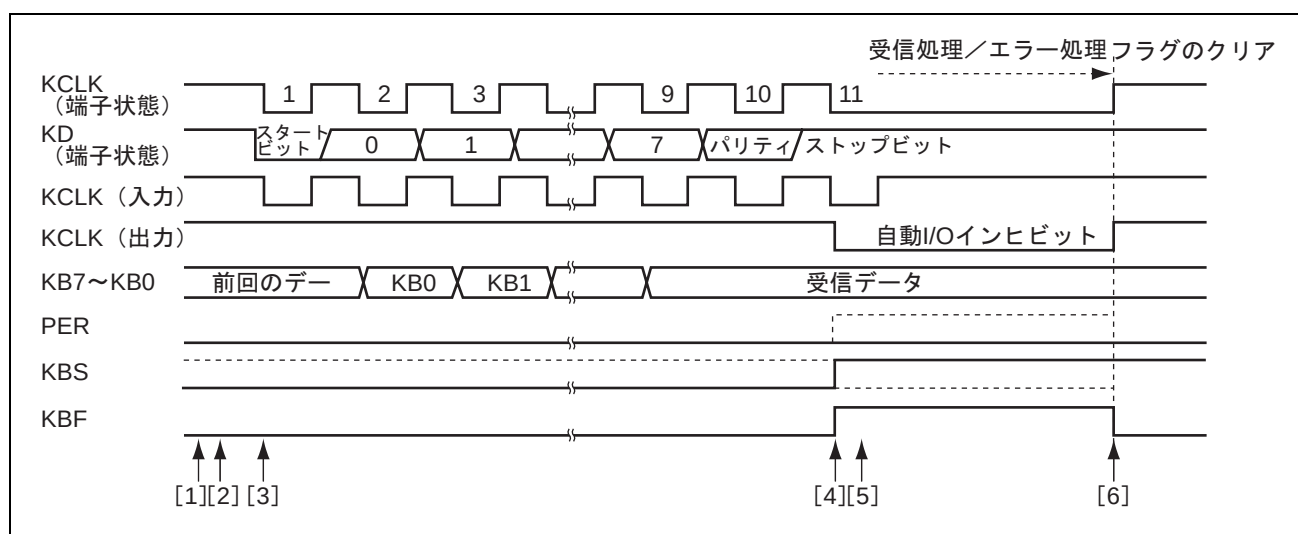


図 18.4 受信タイミング

18.4.2 送信動作

送信動作では、KCLK（クロック）は、キーボード側が出力し、KD（データ）は、本デバイス（システム側）が出力します。KD は、スタートビット、データ 8 ビット（LSB から）、パリティ、ストップビットの順で、出力します。KD の値は、KCLK が High レベルのとき、有効です。送信処理フローチャートの例を図 18.5、送信タイミングを図 18.6 に示します。

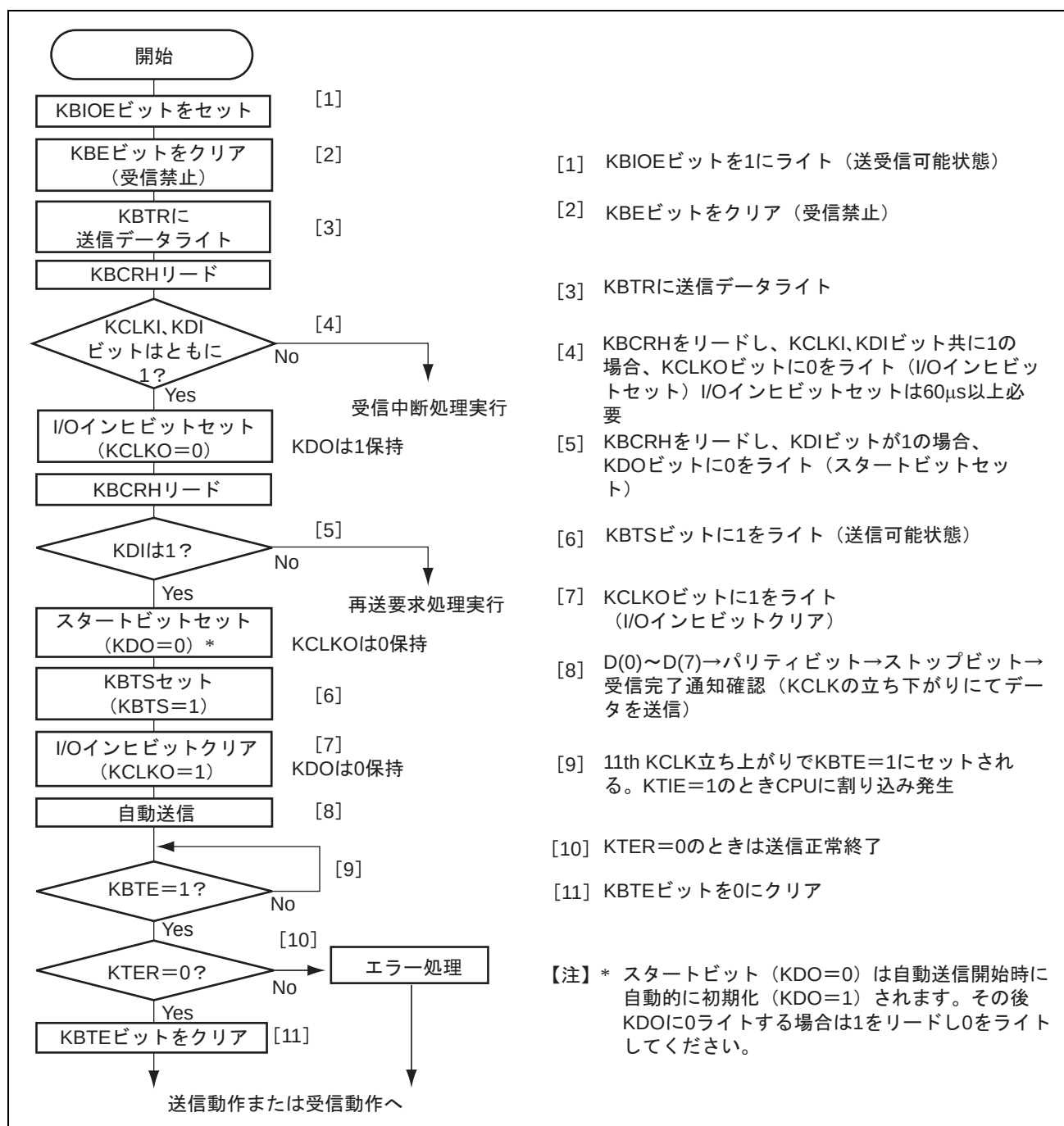


図 18.5 送信処理フローチャートの例

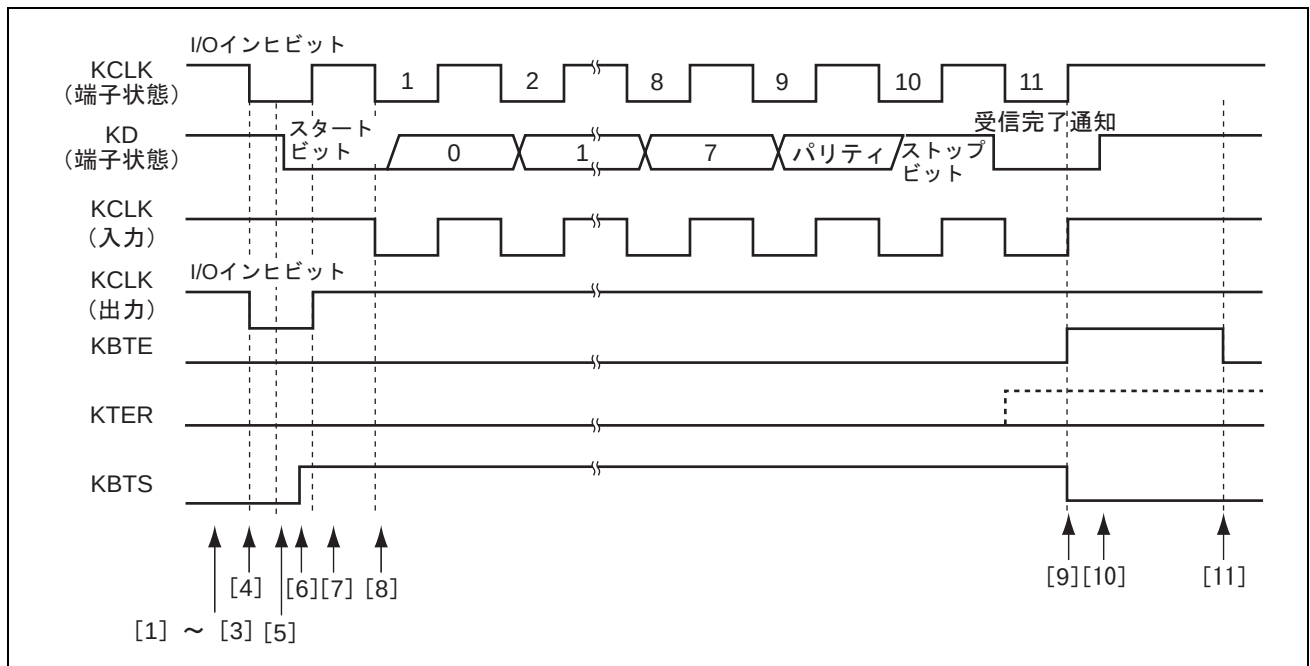


図 18.6 送信タイミング

18.4.3 受信中断動作

本 LSI (システム側) は、プロトコル異常発生時などに、本 LSI に接続されている LSI (キーボード側) からの送信を強制的に中断させることができます。この場合、システムはクロックを Low レベルに保持します。受信動作中は、キーボード側も同期用のクロックを出力していますが、キーボードからの出力クロックが High レベルのタイミングで、クロックを監視しています。このタイミングでクロックが Low レベルの場合、キーボードはシステムからの中断要求であると判断し、キーボード側からのデータ送信を中断します。このように、システムが一定期間クロックを Low レベルに保持することによって、受信動作を中断させることができます。受信中断処理フローチャートの例を図 18.7、受信中断タイミングを図 18.8 に示します。

18. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

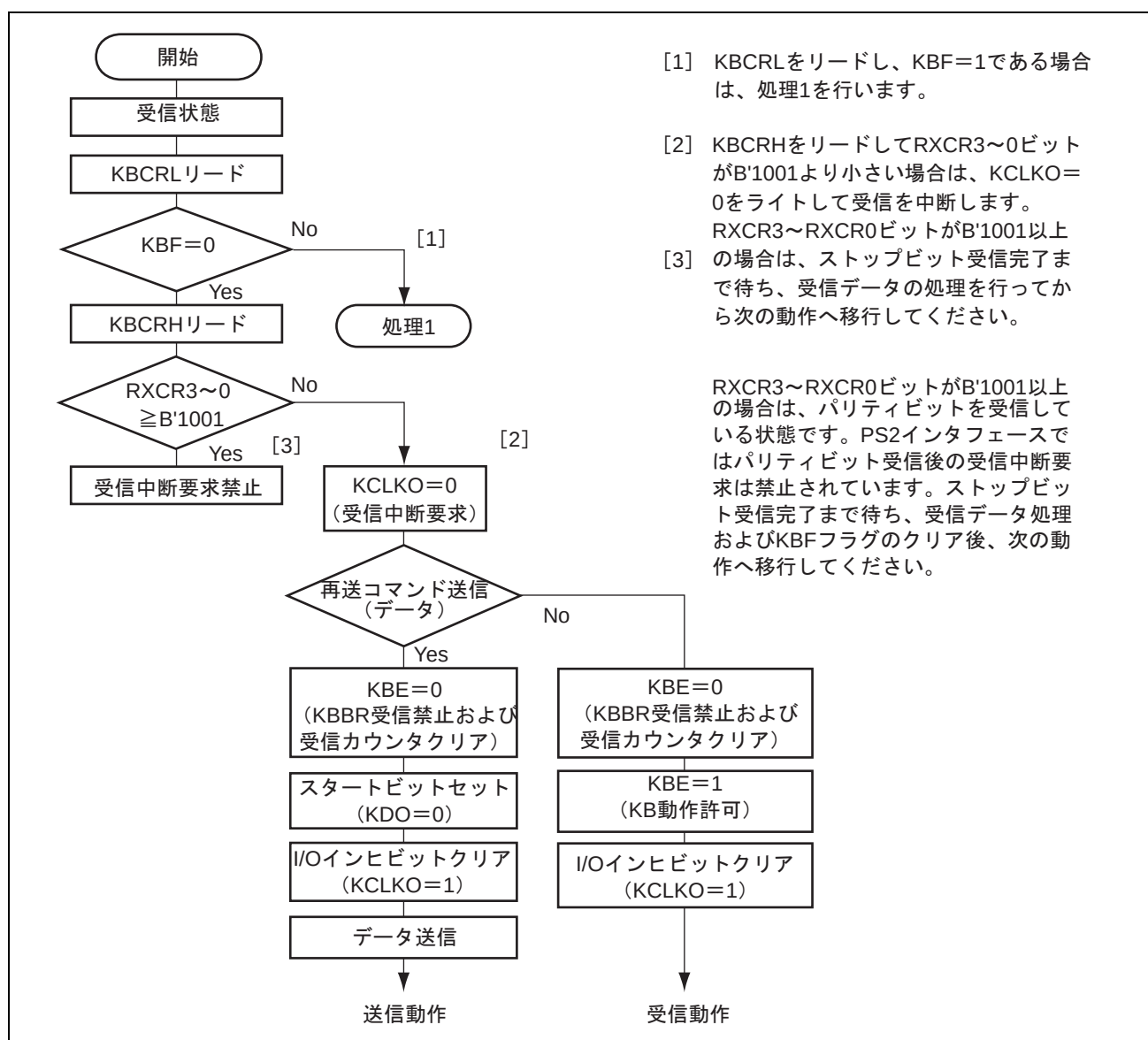


図 18.7 受信中断処理フローチャートの例 (1)

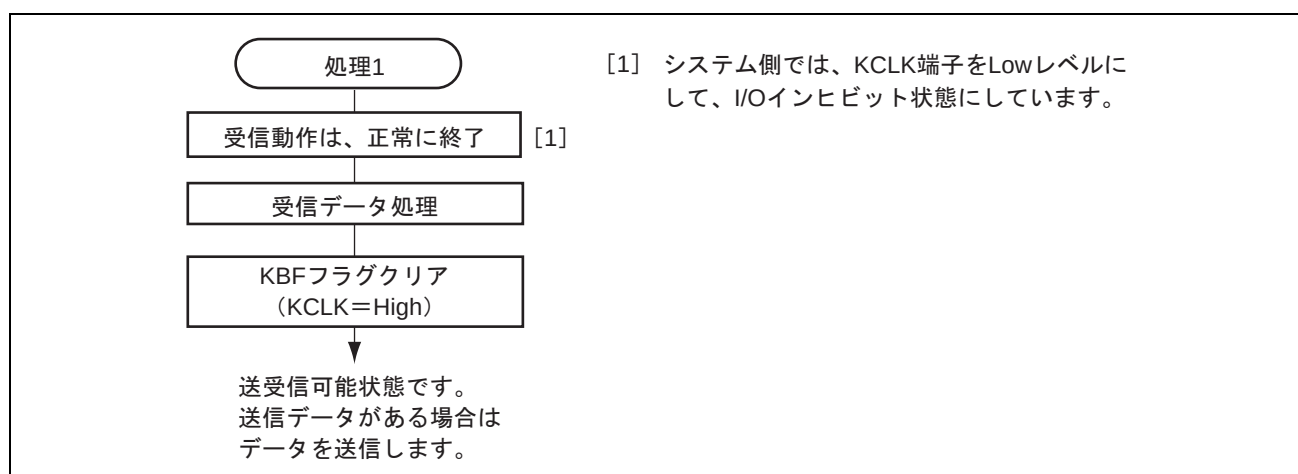


図 18.7 受信中断処理フローチャートの例 (2)

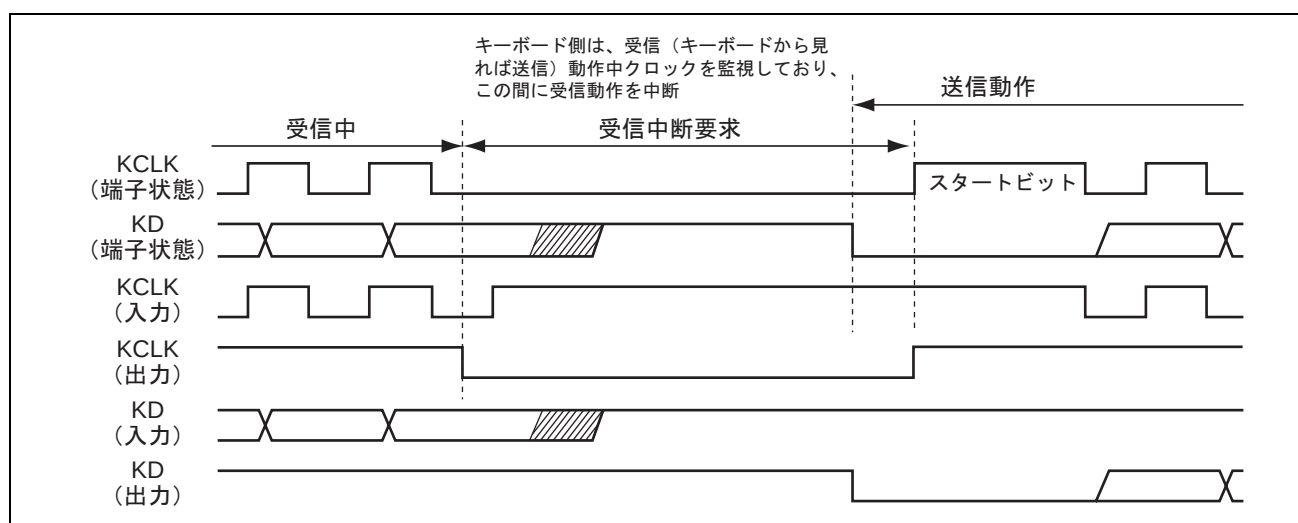


図 18.8 受信中断および送信開始（送信／受信切り替え）タイミング

18.4.4 KCLKI、KDI リードタイミング

KCLKI、KDI リードタイミングを図 18.9 に示します。

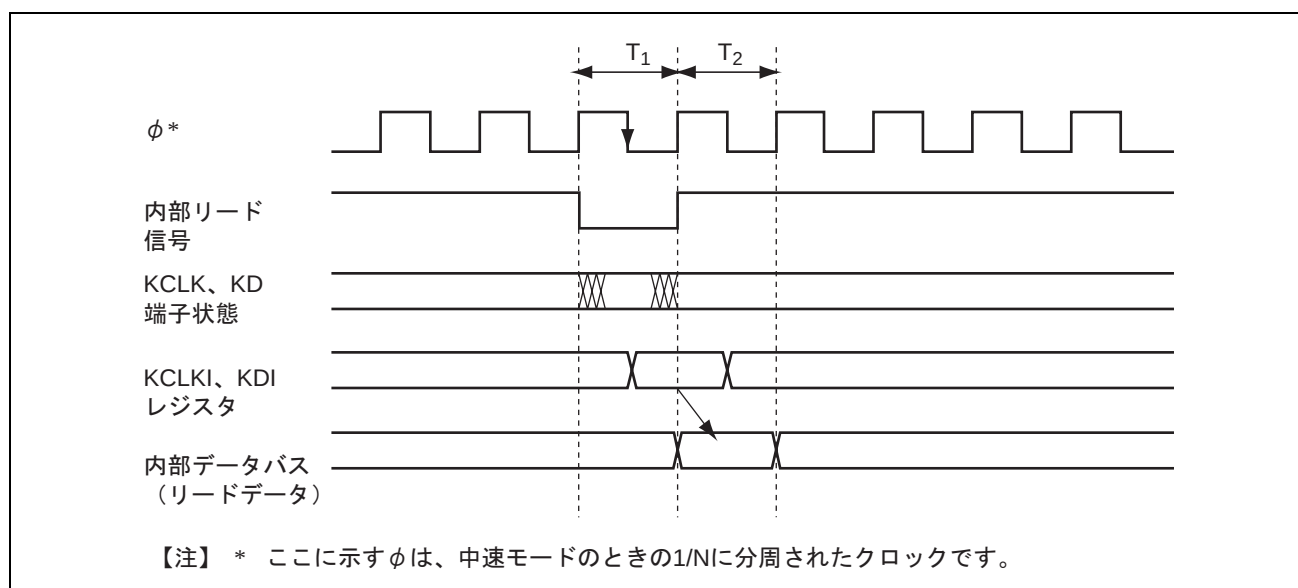


図 18.9 KCLKI、KDI のリードタイミング

18. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

18.4.5 KCLKO、KDO ライトタイミング

KCLKO、KDO ライトタイミングと KCLK、KD 端子状態を図 18.10 に示します。

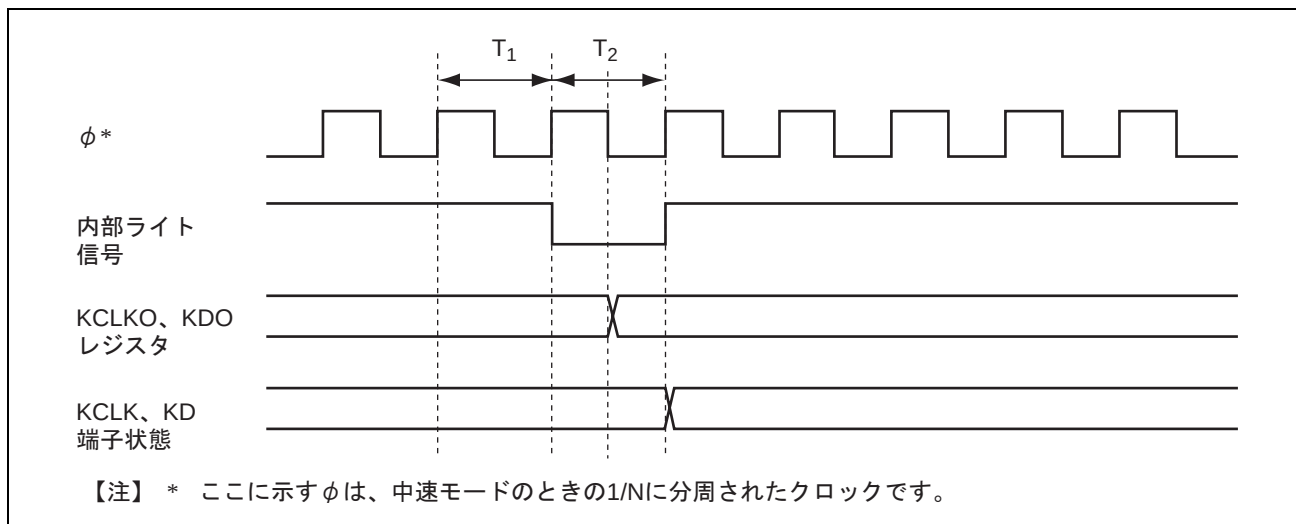


図 18.10 KCLKO、KDO のライトタイミング

18.4.6 KBF セットタイミングと KCLK 制御

KBF セットタイミングと KCLK 端子状態を図 18.11 に示します。

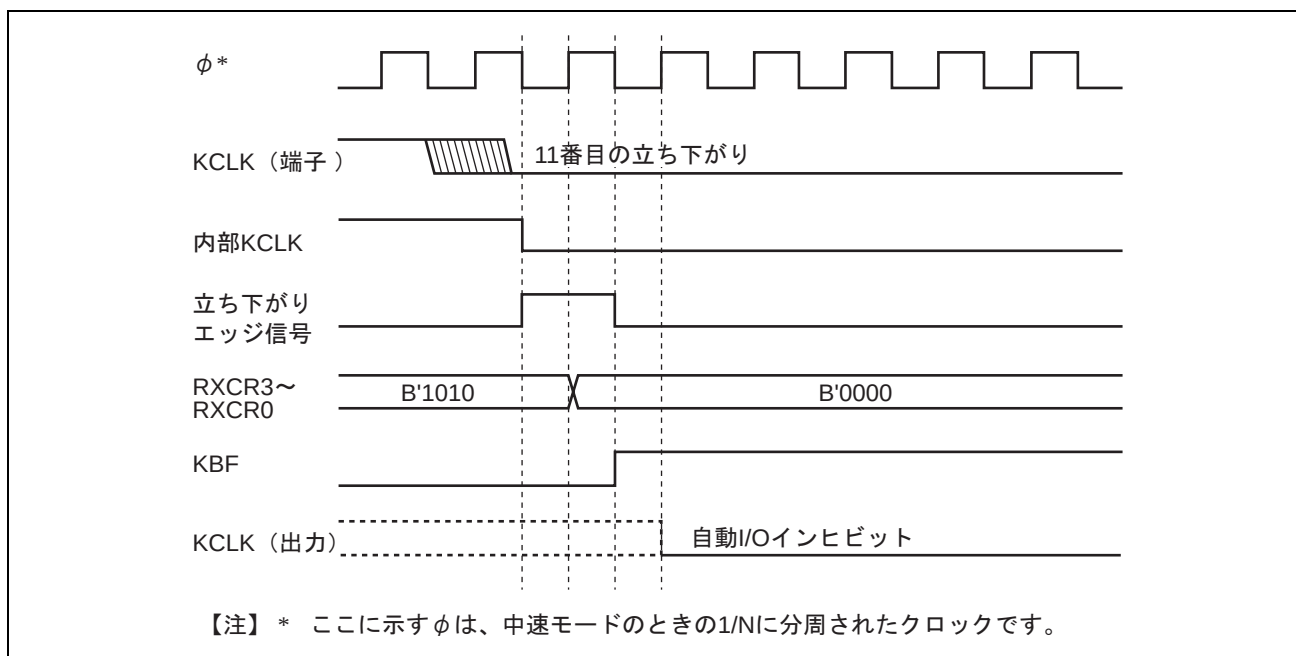


図 18.11 KBF セットと KCLK 自動 I/O インhibit 生成のタイミング

18.4.7 受信タイミング

受信タイミングを図 18.12 に示します。

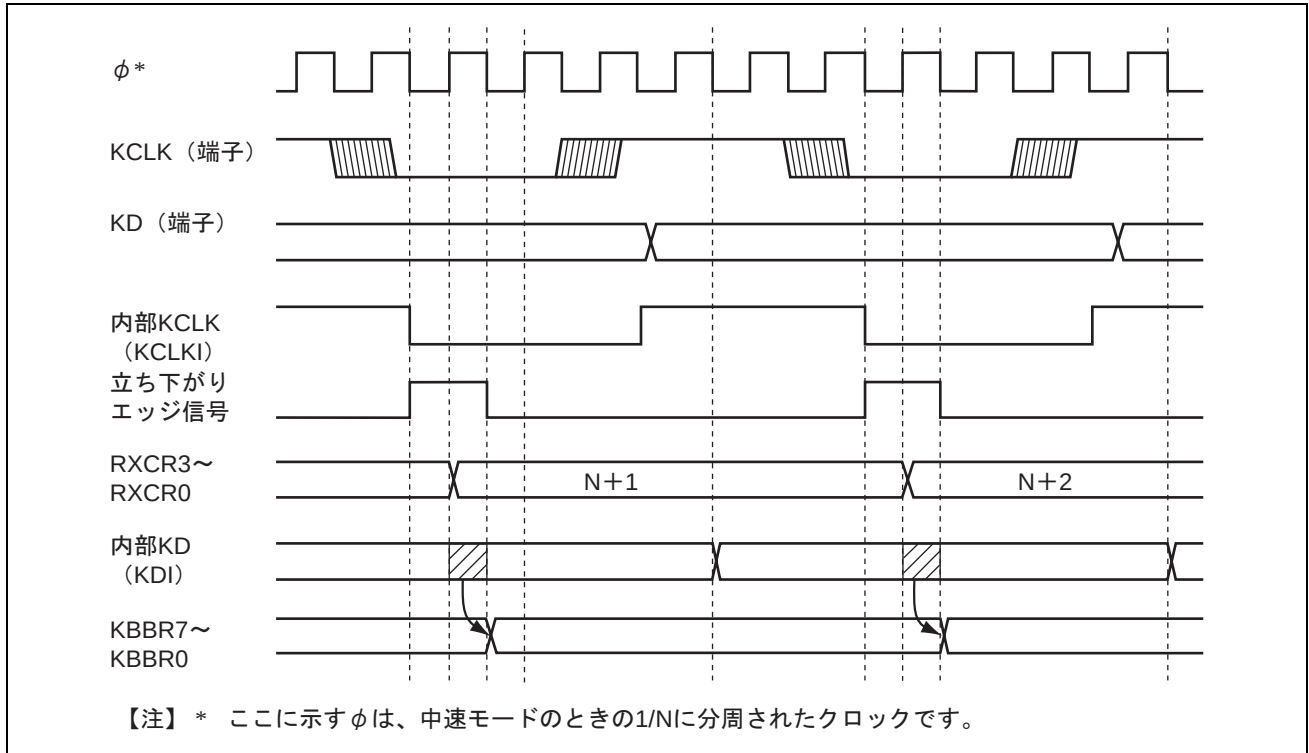


図 18.12 受信カウンタと KBBR へのデータロードのタイミング

18.4.8 データ受信中の動作

KBCRH の KBS ビットを 1 にセットした場合、他のキーボードバッファコントロールユニット受信時*は自動的に KCLK をプルダウンします。図 18.13 に受信タイミングと KCLK を示します。

【注】 * 1st KCLK 立ち上がりから受信完了 (KBF=1) までの期間。

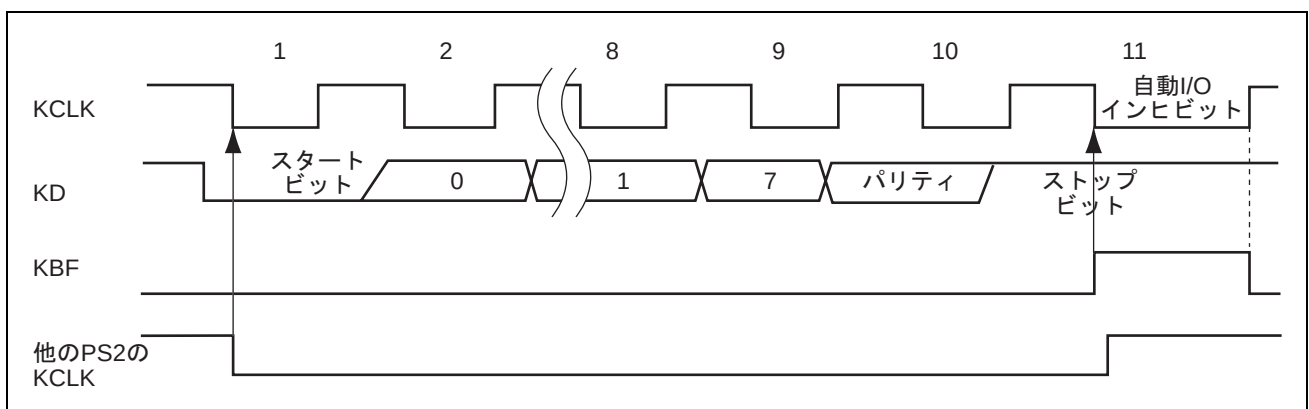


図 18.13 受信タイミングと KCLK

18.4.9 KCLK 立ち下がり割り込みの動作

本 LSI は KBCRH の KBFSEL ビットを 0 にクリアすることにより、KBCRH の KBF ビットを KCLK 入力の立ち下がりによる割り込みフラグとして使用できます。

図 18.14 に設定方法、および動作例を示します。

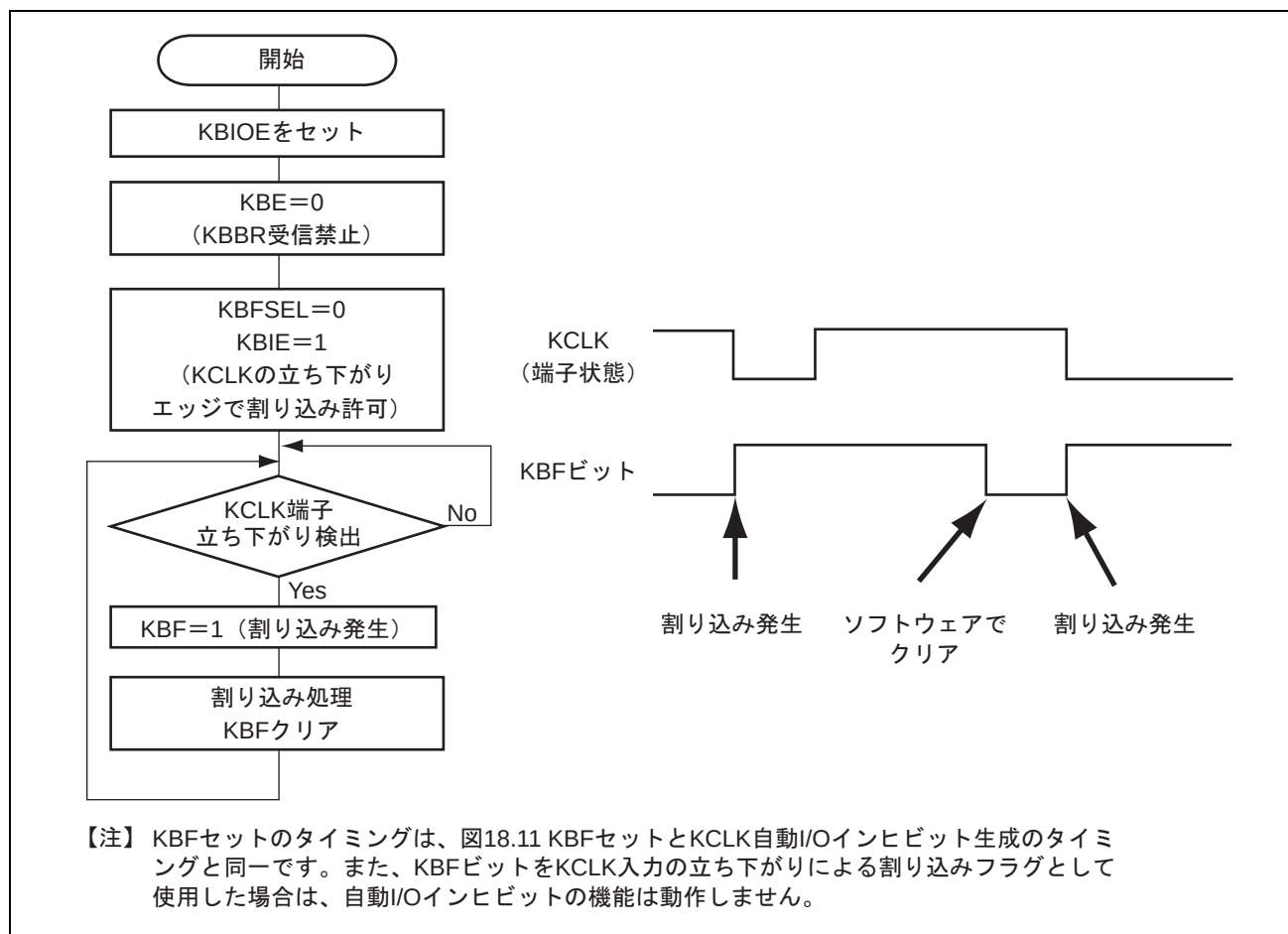


図 18.14 KCLK 入力の立ち下がりによる割り込み動作例

18.4.10 1st KCLK 立ち下がり割り込みの動作

受信および送信時に 1st KCLK 立ち下がりを検出し、割り込みの発生が可能です。また、ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモードの解除が可能です。

- 受信動作時

KBIOE=1かつKBE=1のときに1st KCLK立ち下がりを検出した場合、KCIFがセットされます。

このときKCIE = 1の場合CPUに割り込みを要求します。

KCIFはKBCRLのRXCR3~RXCR0がB'0000→B'0001にカウントアップするタイミングでセットされます。

- 送信動作時

KBIOE=1かつKBTS = 1のときに1st KCLK立ち下がりを検出した場合、KCIFがセットされます。

このときKCIE = 1の場合CPUに割り込みを要求します。

KCIFはKBCR2のTXCR3~TXCR0がB'0000→B'0001にカウントアップするタイミングでセットされます。

- 割り込みの判別

1st KCLK立ち下がり割り込みが受信中か送信中のどちらで発生したかは、KBEビット、KBTSビット、KBTEビットにて判別できます。

受信中：KBE=1

送信中：KBTS=1またはKBTE=1（KBTSは送信完了後自動クリアされるためKBTE=1を確認）

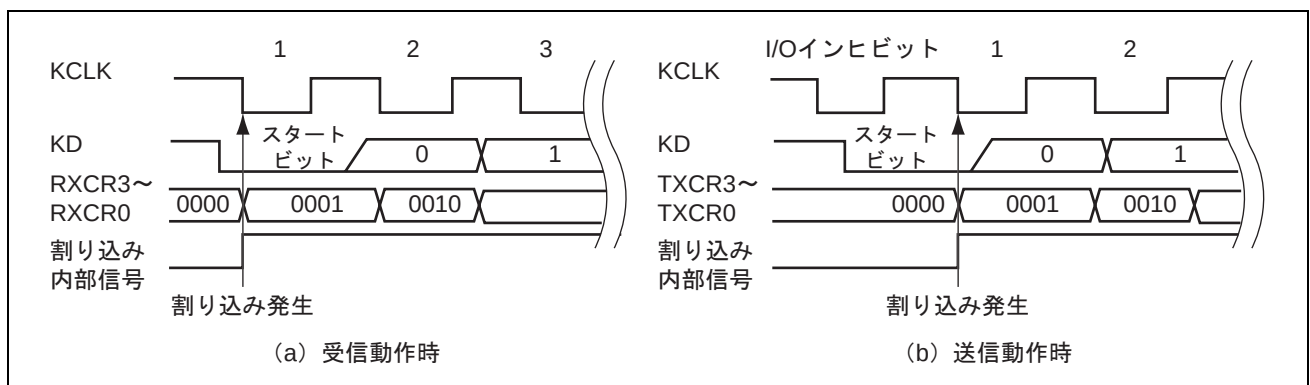


図 18.15 1st KCLK 割り込みタイミング

18. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

- ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモードの解除

1st KCLK 立ち下がり割り込みでソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモードの解除が可能です。ただしこの場合、ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード遷移後の最初の KCLK にて割り込みが発生します (図 18.17 参照)。

解除動作についての注意事項を示します。

- KBIOE=1、KCIE=1でソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモードに遷移した場合、1st KCLK立ち下がり割り込みでの解除が可能になります (KBE、KBTSは影響しません)。
- 1st KCLK立ち下がり割り込みでソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモードを解除した場合、KCIFフラグはセットされません (内部フラグのみセットされます)。
1st KCLK割り込み処理ルーチンでは、KCIFビットを確認しKCIF=0である場合ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモードの解除後の割り込みであることを確認できます。
- ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時に受信クロックを受け、解除した場合、受信は無効です。割り込み処理ルーチンで受信中断処理を行い、再送要求を行ってください。
- 送信中にソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモードに遷移し1st KCLK立ち下がり割り込みで解除した場合、解除直後はソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード遷移前の状態が保持されています。割り込み処理ルーチンで初期化の処理が必要です。また、割り込み発生について図18.17の (b)、(c) のような注意が必要です。
- ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード解除時の割り込み優先順位はICRの設定に従います。
- 1st KCLKの割り込みは、通常のオペレーション時とソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時の割り込み経路およびフラグのセットが異なります。1st KCLKの割り込み経路の概略を図18.16に示します。
信号A：通常オペレーション時の割り込み信号経路
信号B：ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時の割り込み信号経路
ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時はPS2を介さず直接割り込みコントロールブロックへKCLKを入力し、立ち下がりエッジを検出して割り込みを発生します。このため、KCIFのフラグはセットされません。また、この場合割り込みコントロールブロック内部にフラグを持っておりこれがセットされます。内部フラグはCPUに割り込みを要求後自動的にクリアされます。セットおよびクリアタイミングを図18.18に示します。

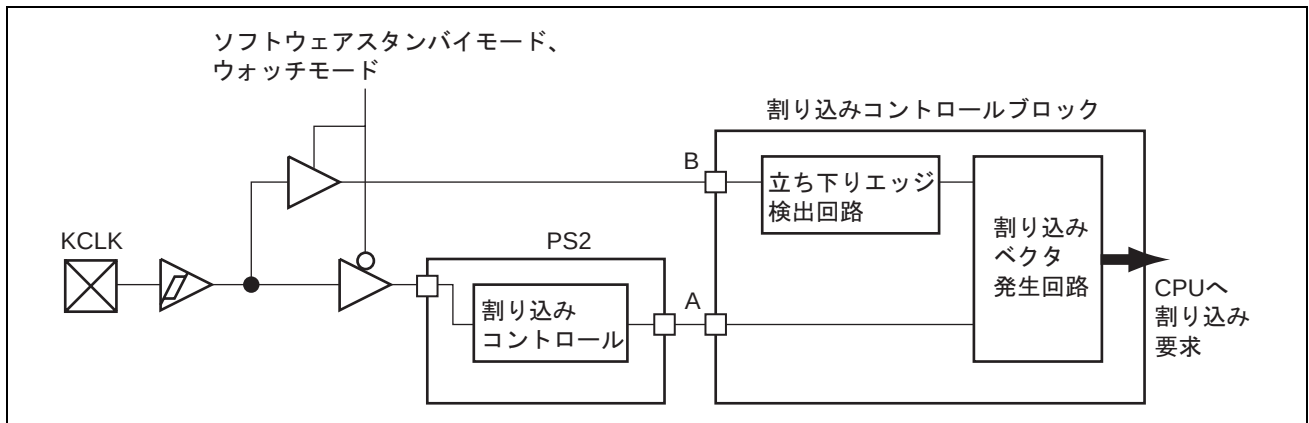


図 18.16 1st KCLK 割り込み経路図

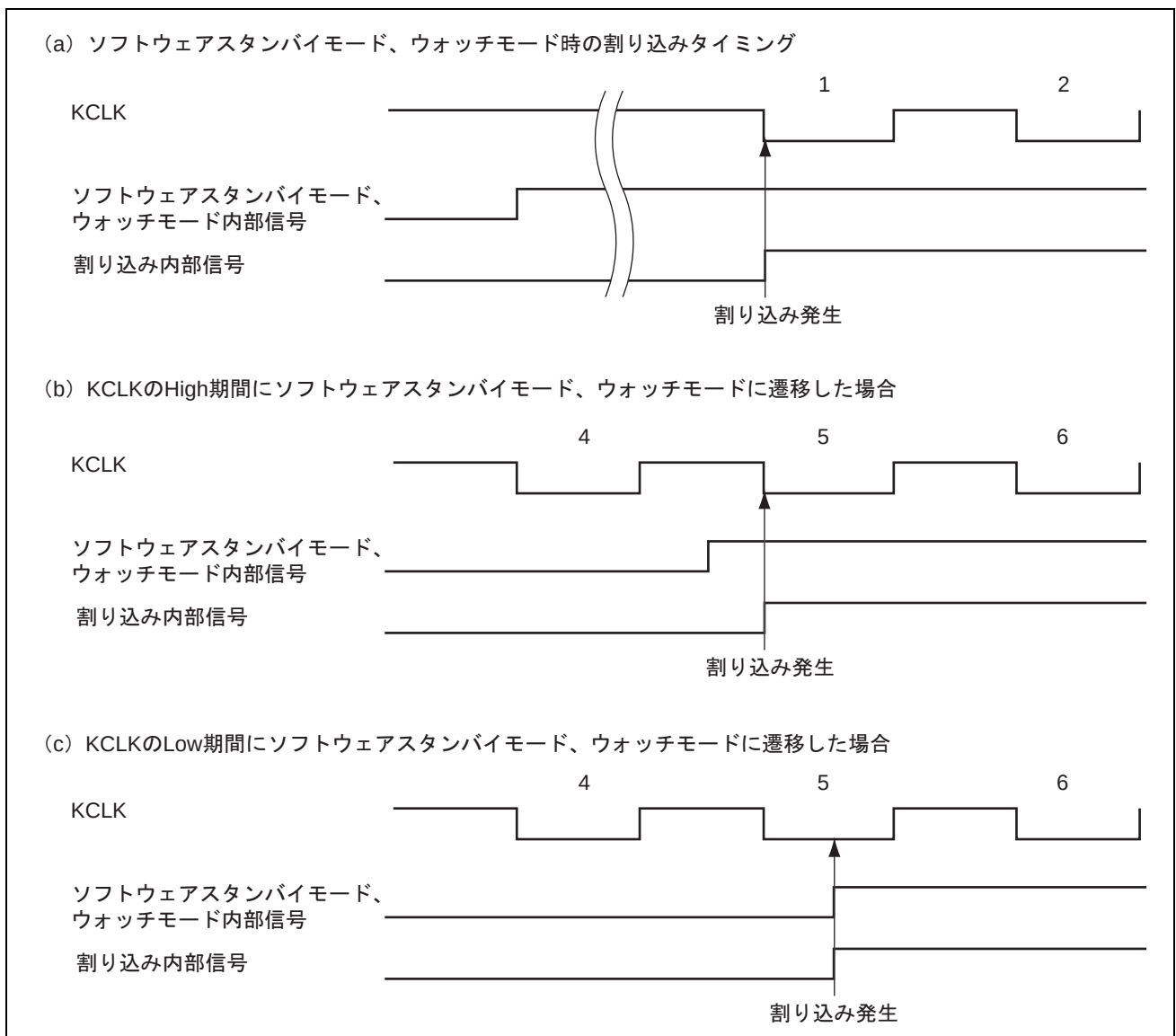


図 18.17 ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時の割り込みタイミング

18. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

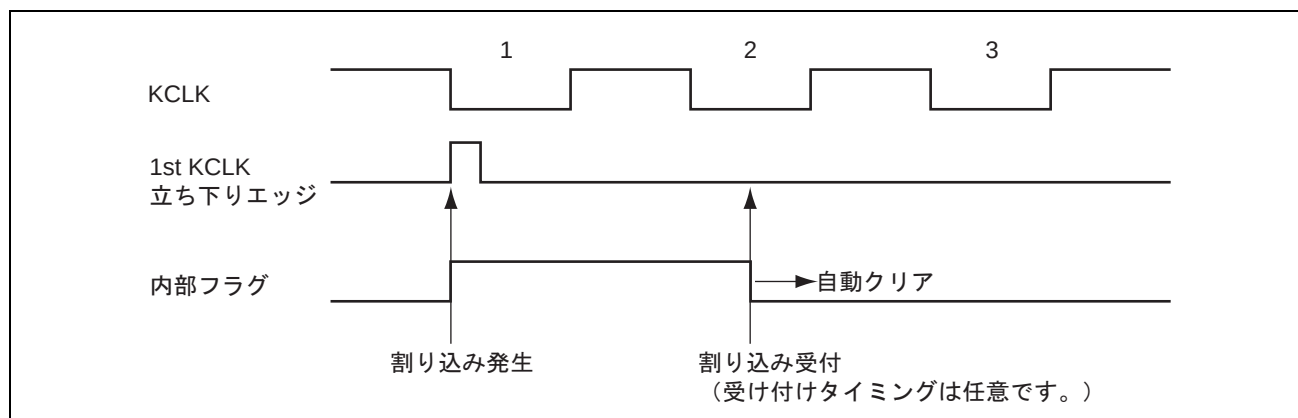


図 18.18 ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時の
1st KCLK 立ち下がり割り込み内部フラグ

18.5 使用上の注意事項

18.5.1 KBIOE セットと KCLK 立ち下がりエッジ検出

KBIOE が 0 のとき、内部 KCLK、内部 KD は 1 に固定されています。したがって、KBIOE ビットを 1 にセットするときに、KCLK 端子が Low の場合、エッジ検出回路が動作し、KCLK 立ち下がりエッジを検出します。

このとき、KBFSEL ビットが 0、KBE ビットが 0 の場合、KBF ビットがセットされます。図 18.19 に KBIOE セットタイミングと KCLK 立ち下がりエッジ検出のタイミングを示します。

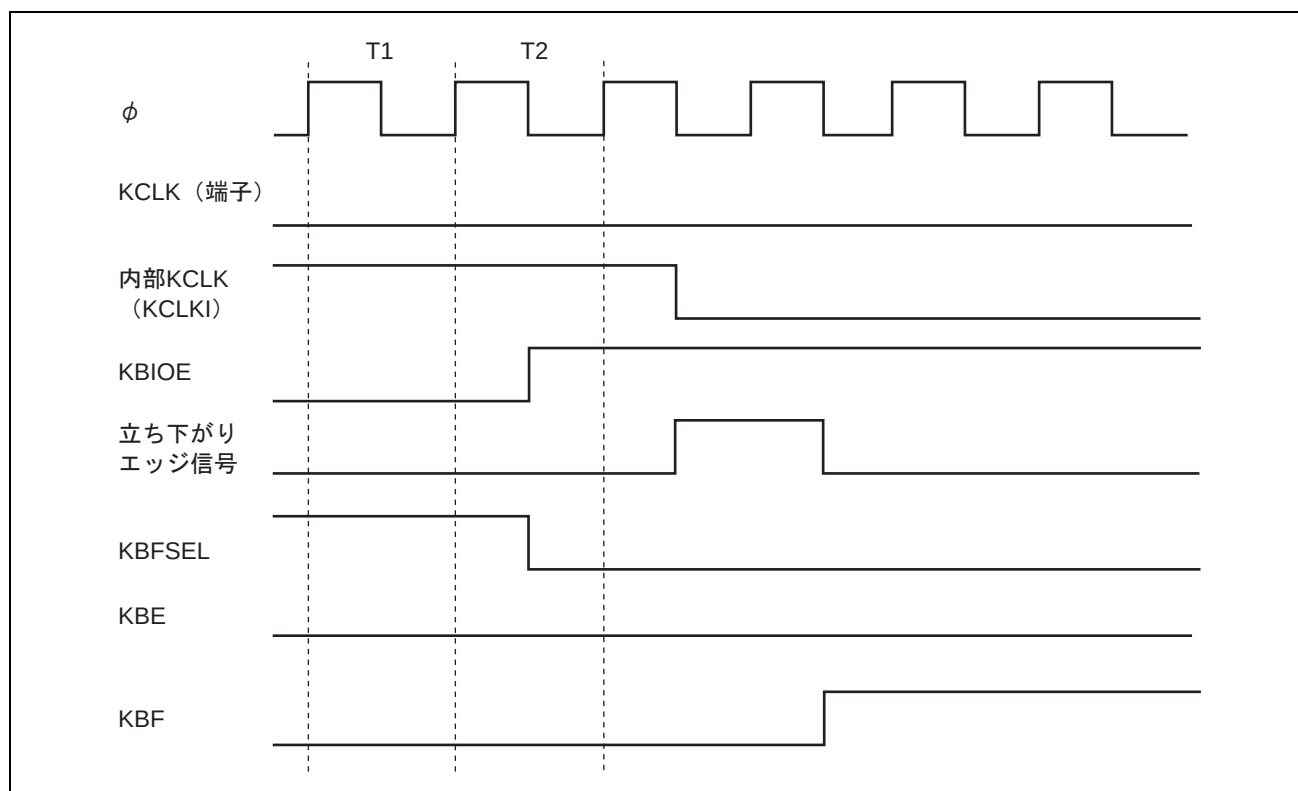


図 18.19 KBIOE セットと KCLK 立ち下がりエッジ検出のタイミング

18.5.2 KDO ビット (KBCRL) による KD 出力と自動送信による KD 出力の関係

図 18.20 に KDO ビット (KBCRL) による KD 出力と自動送信による KD 出力の関係を示します。KBTS=1 で TXCR が 0 でない場合は自動送信による KD 出力に切り替わります。この場合は、KDO ビット (KBCRL) による KD 出力はマスクされます。

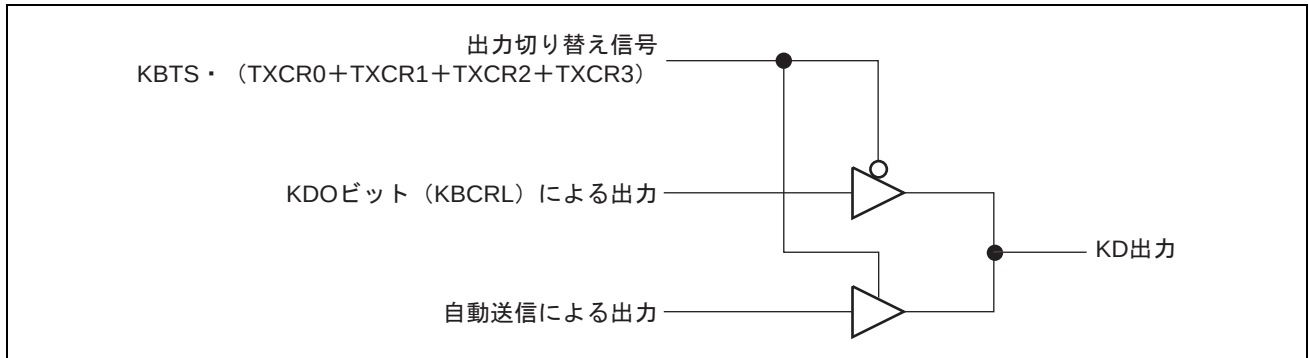


図 18.20 KDO 出力の関係

18.5.3 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、キーボードバッファコントロールユニットの動作停止／許可を設定することが可能です。初期値ではキーボードバッファコントロールユニットの動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「第 24 章 低消費電力状態」を参照してください。

18.5.4 中速モード

中速モード時 PS2 は中速クロックにて動作します。PS2 を正常に動作させるには、中速クロックを 300kHz 以上としてください。

18.5.5 送信完了フラグ (KBTE) について

TXCR3～TXCR0 ビットが B'1011 (送信完了通知) のときに KBIOE=0 または KBTS=0 として TXCR を初期化した場合送信完了フラグ (KBTE) がセットされます。また、そのときの KTER は無効です。

19. LPC インタフェース (LPC)

本 LSI は、LPC インタフェースを内蔵しています。

LPC は、データレジスタとステータスレジスタからなるレジスタセットを 4 セットと、コントロールレジスタと高速 GATE A20 ロジックおよびホスト割り込み要求回路から構成されています。

LPC は、33MHz の PCI クロックに同期して、転送の種類、アドレスおよびデータをシリアルに転送します。アドレス／データ用に 4 本、ホスト割り込み要求用に 1 本の信号線を用い、I/O リードサイクルと I/O ライトサイクルの転送に対応します。そのほか、低消費電力機能として、PCI クロックを制御する機能や LPC インタフェースをシャットダウンする機能があります。

19.1 特長

- LPC インタフェースの I/O リードサイクルおよび I/O ライトサイクルに対応
転送の種類／アドレス／データを、4 本の信号線 (LAD3～LAD0) で転送します。
制御信号として、クロック (LCLK)、リセット ($\overline{\text{LRESET}}$)、フレーム ($\overline{\text{LFRAME}}$) 信号を用います。
- データレジスタとステータスレジスタからなるレジスタセットを 4 セットで構成
基本のレジスタセットは、入力レジスタ (IDR)、出力レジスタ (ODR)、ステータスレジスタ (STR) の 3 バイトからなります。
チャンネル 1～4 は、I/O アドレスを H'0000～H'FFFF に設定可能です。
チャンネル 1 は、高速 GATE A20 機能があります。
チャンネル 3 は、基本レジスタセットのほか双方向レジスタ 16 バイトを操作可能です。
- SCIF に対応
LPC インタフェースは SCIF と接続しており、LPC ホストから SCIF を直接制御することができます。
- SERIRQ に対応
ホスト割り込み要求を、1 本の信号線 (SERIRQ) でシリアルに転送します。
チャンネル 1 は、HIRQ1、HIRQ12 を生成可能です。
チャンネル 2、3、4 は、SMI、HIRQ6、HIRQ9～HIRQ11 をそれぞれ生成可能です。
SCIF は、HIRQ1、SMI、HIRQ3～HIRQ15 をそれぞれ生成可能です。
クワイエットモードとコンティニュアスモードの切り替えに対応します。
 $\overline{\text{CLKRUN}}$ 信号を操作し、PCI クロック (LCLK) の再起動を要求可能です。
- 低消費電力機能、割り込みほか
 $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号を入力し、LPC モジュールをシャットダウンすることができます。
汎用入出力として $\overline{\text{PME}}$ 、 $\overline{\text{LSMI}}$ 、LSCI の 3 端子があります。

19. LPC インタフェース (LPC)

LPC のブロック図を図 19.1 に示します。

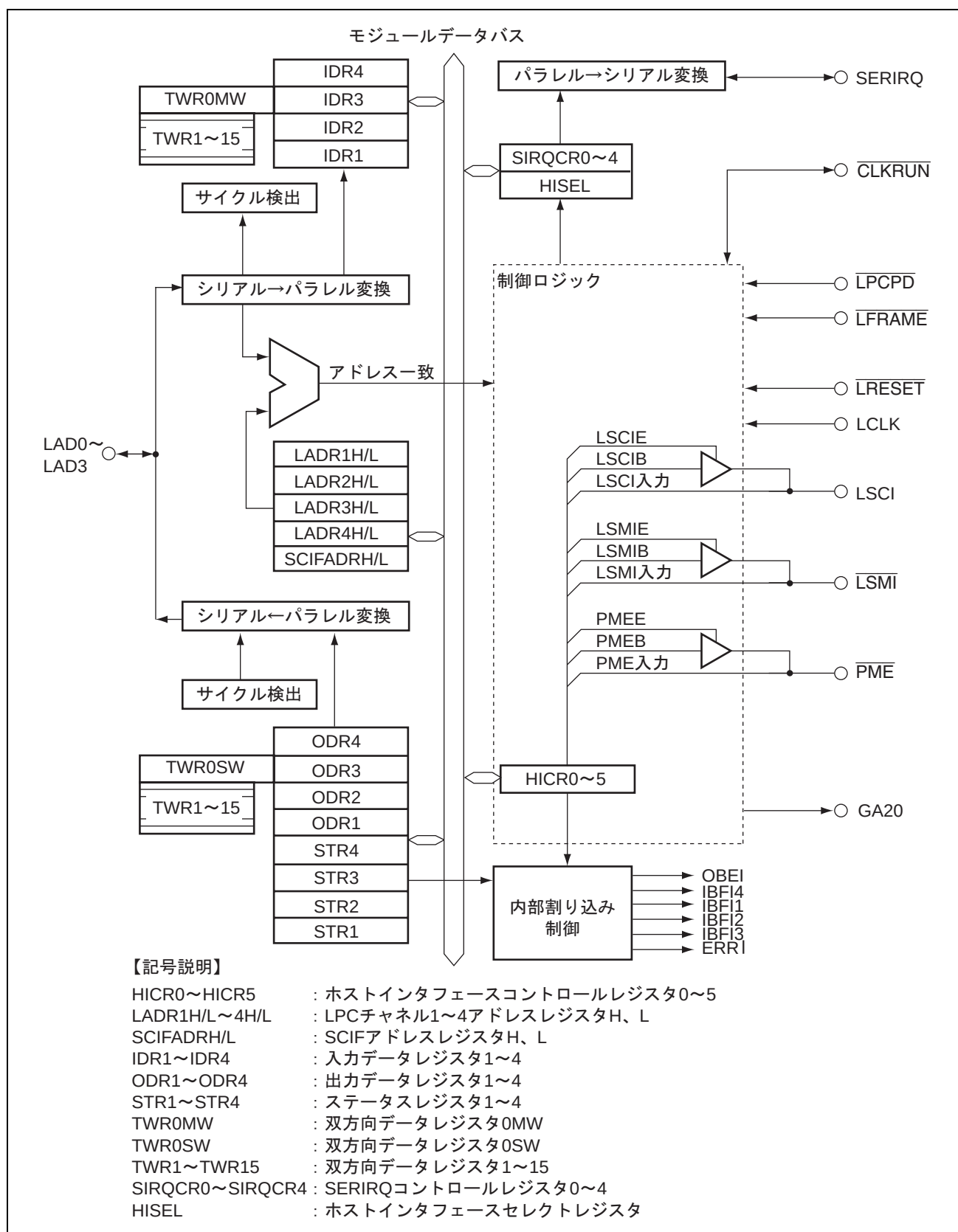


図 19.1 LPC のブロック図

19.2 入出力端子

LPC の入出力端子を表 19.1 に示します。

表 19.1 端子構成

名称	略 称	ポート	入出力	機 能
LPC アドレス／ データ 3～0	LAD3～ LAD0	P33～ P30	入出力	LCLK に同期した、シリアル（4 信号線）の、転送サイクル 種類／アドレス／データ信号
LPC フレーム	$\overline{\text{LFRAME}}$	P34	入力 ^{*1}	転送サイクルの開始および強制終了信号
LPC リセット	$\overline{\text{LRESET}}$	P35	入力 ^{*1}	LPC インタフェースのリセット信号
LPC クロック	LCLK	P36	入力	33MHz の PCI クロック信号
シリアルインタラプト リクエスト	SERIRQ	P37	入出力 ^{*1}	LCLK に同期した、シリアルホスト割り込み要求信号
LSCI 汎用出力	LSCI	PB1	出力 ^{*1*2}	汎用出力
LSMI 汎用出力	$\overline{\text{LSMI}}$	PB0	出力 ^{*1*2}	汎用出力
PME 汎用出力	$\overline{\text{PME}}$	P80	出力 ^{*1*2}	汎用出力
GATE A20	GA20	P81	出力 ^{*1*2}	GATE A20 コントロール信号出力
LPC クロックラン	$\overline{\text{CLKRUN}}$	P82	入出力 ^{*1*2}	シリアルホスト割り込み要求時の、LCLK 再起動要求信号
LPC パワーダウン	$\overline{\text{LPCPD}}$	P83	入力 ^{*1}	LPC モジュールのシャットダウン信号

【注】 *1 LPC インタフェースの制御入出力機能以外に、端子状態をモニタする入力が可能です。

*2 0 出力のみ可能です。1 出力時はハイインピーダンスとなるため、V_{CC} へのプルアップ抵抗を外付けする必要があります。

19. LPC インタフェース (LPC)

19.3 レジスタの説明

LPC のレジスタ構成を以下に示します。

表 19.2 レジスタ構成

レジスタ名	略称	R/W		初期値	アドレス	データバス幅
		スレーブ	ホスト			
ホストインタフェースコントロールレジスタ 0	HICR0	R/W	—	H'00	H'FE40	8
ホストインタフェースコントロールレジスタ 1	HICR1	R/W	—	H'00	H'FE41	8
ホストインタフェースコントロールレジスタ 2	HICR2	R/W	—	—	H'FE42	8
ホストインタフェースコントロールレジスタ 3	HICR3	R	—	—	H'FE43	8
ホストインタフェースコントロールレジスタ 4	HICR4	R/W	—	H'00	H'FDD9	8
ホストインタフェースコントロールレジスタ 5	HICR5	R/W	—	H'00	H'FE33	8
LPC チャネル 1 アドレスレジスタ H	LADR1H	R/W	—	H'00	H'FDC0	8
LPC チャネル 1 アドレスレジスタ L	LADR1L	R/W	—	H'60	H'FDC1	8
LPC チャネル 2 アドレスレジスタ H	LADR2H	R/W	—	H'00	H'FDC2	8
LPC チャネル 2 アドレスレジスタ L	LADR2L	R/W	—	H'62	H'FDC3	8
LPC チャネル 3 アドレスレジスタ H	LADR3H	R/W	—	H'00	H'FE34	8
LPC チャネル 3 アドレスレジスタ L	LADR3L	R/W	—	H'00	H'FE35	8
LPC チャネル 4 アドレスレジスタ H	LADR4H	R/W	—	H'00	H'FDD4	8
LPC チャネル 4 アドレスレジスタ L	LADR4L	R/W	—	H'00	H'FDD5	8
入力データレジスタ 1	IDR1	R	W	H'00	H'FE38	8
入力データレジスタ 2	IDR2	R	W	H'00	H'FE3C	8
入力データレジスタ 3	IDR3	R	W	H'00	H'FE30	8
入力データレジスタ 4	IDR4	R	W	H'00	H'FDD6	8
出力データレジスタ 1	ODR1	R/W	R	H'00	H'FE39	8
出力データレジスタ 2	ODR2	R/W	R	H'00	H'FE3D	8
出力データレジスタ 3	ODR3	R/W	R	H'00	H'FE31	8
出力データレジスタ 4	ODR4	R/W	R	H'00	H'FDD7	8
ステータスレジスタ 1	STR1	R/W	R	H'00	H'FE3A	8
ステータスレジスタ 2	STR2	R/W	R	H'00	H'FE3E	8
ステータスレジスタ 3	STR3	R/W	R	H'00	H'FE32	8
ステータスレジスタ 4	STR4	R/W	R	H'00	H'FDD8	8
双方向レジスタ 0MW	TWR0MW	R	W	H'00	H'FE20	8
双方向レジスタ 0SW	TWR0SW	W	R	H'00	H'FE20	8

レジスタ名	略称	R/W		初期値	アドレス	データバス幅
		スレーブ	ホスト			
双方向レジスタ 1	TWR1	R/W	R/W	H'00	H'FE21	8
双方向レジスタ 2	TWR2	R/W	R/W	H'00	H'FE22	8
双方向レジスタ 3	TWR3	R/W	R/W	H'00	H'FE23	8
双方向レジスタ 4	TWR4	R/W	R/W	H'00	H'FE24	8
双方向レジスタ 5	TWR5	R/W	R/W	H'00	H'FE25	8
双方向レジスタ 6	TWR6	R/W	R/W	H'00	H'FE26	8
双方向レジスタ 7	TWR7	R/W	R/W	H'00	H'FE27	8
双方向レジスタ 8	TWR8	R/W	R/W	H'00	H'FE28	8
双方向レジスタ 9	TWR9	R/W	R/W	H'00	H'FE29	8
双方向レジスタ 10	TWR10	R/W	R/W	H'00	H'FE2A	8
双方向レジスタ 11	TWR11	R/W	R/W	H'00	H'FE2B	8
双方向レジスタ 12	TWR12	R/W	R/W	H'00	H'FE2C	8
双方向レジスタ 13	TWR13	R/W	R/W	H'00	H'FE2D	8
双方向レジスタ 14	TWR14	R/W	R/W	H'00	H'FE2E	8
双方向レジスタ 15	TWR15	R/W	R/W	H'00	H'FE2F	8
SERIRQ コントロールレジスタ 0	SIRQCR0	R/W	—	H'00	H'FE36	8
SERIRQ コントロールレジスタ 1	SIRQCR1	R/W	—	H'00	H'FE37	8
SERIRQ コントロールレジスタ 2	SIRQCR2	R/W	—	H'00	H'FDDB	8
SERIRQ コントロールレジスタ 3	SIRQCR3	R/W	—	H'00	H'FDDC	8
SERIRQ コントロールレジスタ 4	SIRQCR4	R/W	—	H'00	H'FE3B	8
ホストインタフェースセレクトレジスタ	HISEL	R/W	—	H'03	H'FE3F	8
SCIF アドレスレジスタ H	SCIFADRH	R/W	—	H'03	H'FDC4	8
SCIF アドレスレジスタ L	SCIFADRL	R/W	—	H'F8	H'FDC5	8

【注】 レジスタ構成に記載している「R/W」の表記方法は下記のとおりです。

1. 「R/W スレーブ」は、スレーブ（本 LSI）からのアクセスを表示しています。
2. 「R/W ホスト」は、ホストからのアクセスを表示しています。

19. LPC インタフェース (LPC)

19.3.1 ホストインタフェースコントロールレジスタ 0、1 (HICR0、HICR1)

HICR0、HICR1 には、LPC インタフェースの機能を許可／禁止する制御ビット、端子出力および LPC インタフェースの内部状態を決める制御ビット、および LPC インタフェースの内部状態をモニタするステータスフラグがあります。

• HICR0

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7 6 5	LPC3E LPC2E LPC1E	0 0 0	R/W R/W R/W	— — —	LPC イネーブル 3～1 LPC インタフェース機能を許可または禁止します。許可時（3 ビットのうち、いずれかが 1 にセット）は、LAD3～LAD0、LFRAME、LRESET、LCLK、SERIRQ、CLKRUN、LPCPD 端子を利用して、スレーブ（本 LSI）とホスト間のデータ転送処理を行います。 - LPC3E 0：LPC チャンネル 3 の動作を禁止 IDR3、ODR3、STR3、TWR0～TWR15 に関してアドレス（LADR3）一致発生なし 1：LPC チャンネル 3 の動作を許可 - LPC2E 0：LPC チャンネル 2 の動作を禁止 IDR2、ODR2、STR2 に関してアドレス LADR2 一致発生なし 1：LPC チャンネル 2 の動作を許可 - LPC1E 0：LPC チャンネル 1 の動作を禁止 IDR1、ODR1、STR1 に関してアドレス LADR1 一致発生なし 1：LPC チャンネル 1 の動作を許可
4	FGA20E	0	R/W	—	高速 GATE A20 イネーブル 高速 GATE A20 の機能を許可または禁止します。高速 GATE A20 が禁止された場合、通常の GATE A20 は P81 出力をファームウェアで操作することで実現できます。 0：高速 GATE A20 機能を禁止 端子の兼用機能の入出力を許可 GA20 出力の内部状態を 1 に初期化 1：高速 GATE A20 機能を許可 GA20 端子出力はオープンドレイン（V_{CC} ヘプルアップ抵抗 外付け要）

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明						
			スレーブ	ホスト							
3	SDWNE	0	R/W	—	LPC ソフトウェアシャットダウンイネーブル LPC インタフェースのシャットダウンを制御します。LPC シャットダウン機能の詳細、および LPC リセットおよび LPC シャットダウンで初期化される範囲は、「19.4.4 LPC インタフェースのシャットダウン機能 (LPCPD)」を参照してください。 0：通常状態、LPC ソフトウェアシャットダウンの設定許可 [クリア条件] 0 ライト - LPC ハードウェアリセットおよび LPC ソフトウェアリセット - LPC ハードウェアシャットダウン解除 ($\overline{\text{LPCPD}}$ 信号立ち上がりエッジ) 1：LPC ハードウェアシャットダウン状態の設定許可 $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号ローレベル時にハードウェアシャットダウン状態 [セット条件] SDWNE=0 リード後の 1 ライト						
2	PMEE	0	R/W	—	PME 出力イネーブル HICR1 の PMEB ビットとの組み合わせにより PME 出力を制御します。$\overline{\text{PME}}$ 端子出力はオープンドレインであり、Vcc へのプルアップ抵抗の外付けが必要です。 PMEE PMEB <table><tr><td>0</td><td>x：PME 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可</td></tr><tr><td>1</td><td>0：PME 出力を許可、$\overline{\text{PME}}$ 端子出力は 0 レベル</td></tr><tr><td>1</td><td>1：PME 出力を許可、$\overline{\text{PME}}$ 端子出力はハイインピーダンス</td></tr></table>	0	x：PME 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可	1	0：PME 出力を許可、 $\overline{\text{PME}}$ 端子出力は 0 レベル	1	1：PME 出力を許可、 $\overline{\text{PME}}$ 端子出力はハイインピーダンス
0	x：PME 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可										
1	0：PME 出力を許可、 $\overline{\text{PME}}$ 端子出力は 0 レベル										
1	1：PME 出力を許可、 $\overline{\text{PME}}$ 端子出力はハイインピーダンス										
1	LSMIE	0	R/W	—	LSMI 出力イネーブル HICR1 の LSMIB ビットとの組み合わせにより LSMI 出力を制御します。$\overline{\text{LSMI}}$ 端子出力はオープンドレインであり、Vcc へのプルアップ抵抗の外付けが必要です。 LSMIE LSMIB <table><tr><td>0</td><td>x：LSMI 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可</td></tr><tr><td>1</td><td>0：LSMI 出力を許可、$\overline{\text{LSMI}}$ 端子出力は 0 レベル</td></tr><tr><td>1</td><td>1：LSMI 出力を許可、$\overline{\text{LSMI}}$ 端子出力はハイインピーダンス</td></tr></table>	0	x：LSMI 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可	1	0：LSMI 出力を許可、 $\overline{\text{LSMI}}$ 端子出力は 0 レベル	1	1：LSMI 出力を許可、 $\overline{\text{LSMI}}$ 端子出力はハイインピーダンス
0	x：LSMI 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可										
1	0：LSMI 出力を許可、 $\overline{\text{LSMI}}$ 端子出力は 0 レベル										
1	1：LSMI 出力を許可、 $\overline{\text{LSMI}}$ 端子出力はハイインピーダンス										

19. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明									
			スレーブ	ホスト										
0	LSCIE	0	R/W	—	LSCI 出力イネーブル HICR1 の LSCIB ビットとの組み合わせにより LSCI 出力を制御します。LSCI 端子出力はオープンドレインであり、V_{CC} へのプルアップ抵抗の外付けが必要です。 LSCIE LSCIB <table><tr><td>0</td><td>x</td><td>LSCI 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>LSCI 出力を許可、LSCI 端子出力は 0 レベル</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>LSCI 出力を許可、LSCI 端子出力はハイインピーダンス</td></tr></table>	0	x	LSCI 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可	1	0	LSCI 出力を許可、LSCI 端子出力は 0 レベル	1	1	LSCI 出力を許可、LSCI 端子出力はハイインピーダンス
0	x	LSCI 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可												
1	0	LSCI 出力を許可、LSCI 端子出力は 0 レベル												
1	1	LSCI 出力を許可、LSCI 端子出力はハイインピーダンス												

【注】 x : Don't care

• HICR1

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	LPCBSY	0	R	—	LPC ビジー LPC インタフェースが、転送サイクルを処理中であることを示します。 0 : LPC インタフェースが転送サイクル待ち状態 バスアイドル、または処理対象外の転送サイクル中 転送サイクル中、転送の種類またはアドレスが未確定の状態 [クリア条件] - LPC ハードウェアリセットまたは LPC ソフトウェアリセット - LPC ハードウェアシャットダウンまたは LPC ソフトウェアシャットダウン - 処理対象転送サイクルの強制終了（アボート） - 処理対象転送サイクルの正常終了 1 : LPC インタフェースが転送サイクル処理中 [セット条件] 転送の種類およびアドレスの一致

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
6	CLKREQ	0	R	—	LCLK リクエスト LPC インタフェースの SERIRQ が、LCLK の再起動を要求中であることを示します。 0：LCLK の再起動要求なし [クリア条件] • LPC ハードウェアリセットまたは LPC ソフトウェアリセット • LPC ハードウェアシャットダウンまたは LPC ソフトウェアシャットダウン • SERIRQ がコンティニュアスモードに設定されたクワイエットモード時に、新たにホストに転送する割り込みがなくなった 1：LCLK の再起動要求あり [セット条件] クワイエットモード時・LCLK 停止中に SERIRQ 割り込み出力の必要が生じた
5	IRQBSY	0	R	—	SERIRQ ビジー LPC インタフェースの SERIRQ が、転送処理中であることを示します。 0：SERIRQ の転送フレーム開始待ち状態 [クリア条件] • LPC ハードウェアリセットまたは LPC ソフトウェアリセット • LPC ハードウェアシャットダウンまたは LPC ソフトウェアシャットダウン • SERIRQ の転送フレーム終了 1：SERIRQ の転送処理中 [セット条件] SERIRQ の転送フレーム開始
4	LRSTB	0	R/W	—	LPC ソフトウェアリセットビット LPC インタフェースをリセットします。LPC リセットで初期化される範囲は、「19.4.4 LPC インタフェースのシャットダウン機能 (LPCPD)」を参照してください。 0：通常状態 [クリア条件] • 0 ライト • LPC ハードウェアリセット 1：LPC ソフトウェアリセット状態 [セット条件] LRSTB=0 リード後の 1 ライト

19. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
3	SDWNB	0	R/W	—	LPC ソフトウェアシャットダウンビット LPC インタフェースのシャットダウンを制御します。LPC シャットダウン機能の詳細、LPC リセットおよび LPC シャットダウンで初期化される範囲は、「19.4.4 LPC インタフェースのシャットダウン機能 (LPCPD)」を参照してください。 0: 通常状態 [クリア条件] 0 ライト - LPC ハードウェアリセットおよび LPC ソフトウェアリセット - LPC ハードウェアシャットダウン (SDWNE=1 のとき、$\overline{\text{LPCPD}}$ 信号立ち下がりエッジ) - LPC ソフトウェアシャットダウン解除 (SDWNE=0 のとき、$\overline{\text{LPCPD}}$ 信号立ち上がりエッジ) 1: LPC ソフトウェアシャットダウン状態 [セット条件] SDWNB=0 リード後の 1 ライト
2	PMEB	0	R/W	—	PME 出力ビット PMEE ビットとの組み合わせにより PME 出力を制御します。詳細は HICR0 の PMEE ビットを参照してください。
1	LSMIB	0	R/W	—	LSMI 出力ビット LSMIE ビットとの組み合わせにより LSMI 出力を制御します。詳細は HICR0 の LSMIE ビットを参照してください。
0	LSCIB	0	R/W	—	LSCI 出力ビット HICR0 の LSCIE ビットとの組み合わせにより LSCI 出力を制御します。詳細は LSCIE ビットを参照してください。

19.3.2 ホストインタフェースコントロールレジスタ 2、3 (HICR2、HICR3)

HICR2 は、LPC インタフェースのスレーブ (本 LSI) に対する割り込みを制御します。HICR3 および HICR2 のビット 7 は、LPC インタフェースの端子状態をモニタします。HICR2 のビット 6~0 は、リセット時に H'00 に初期化されます。それ以外のビットの状態は、端子の状態によって決定されます。端子モニタビットは、LPC インタフェースの動作状態や端子を兼用する機能の動作状態にかかわらず、端子の状態をモニタすることができます。

• HICR2

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	GA20	不定	R	—	GA20 端子モニタ
6	LRST	0	R/(W)*	—	LPC リセット割り込みフラグ LPC ハードウェアリセット発生時に ERR1 割り込みを発生させるフラグです。 0: [クリア条件] LRST=1 リード後の 0 ライト 1: [セット条件] $\overline{\text{LRESET}}$ 端子の立ち下がりエッジ検出
5	SDWN	0	R/(W)*	—	LPC シャットダウン割り込みフラグ LPC ハードウェアシャットダウン要求発生時に ERR1 割り込みを発生させる割り込みフラグです。 0: [クリア条件] SDWN=1 リード後の 0 ライト LPC ハードウェアリセット ($\overline{\text{LRESET}}$ 端子の立ち下がりエッジ検出) LPC ソフトウェアリセット (LRSTB=1) 1: [セット条件] $\overline{\text{LPCPD}}$ 端子の立ち下がりエッジ検出

19. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
4	ABRT	0	R/(W)*	—	LPC アボート割り込みフラグ LPC 転送サイクルの強制終了（アボート）発生時に ERRI 割り込みを発生させる割り込みフラグです。 0：[クリア条件] •ABRT=1 リード後の 0 ライト •LPC ハードウェアリセット (LRESET 端子の立ち下がりエッジ検出) LPC ソフトウェアリセット (LRSTB=1) •LPC ハードウェアシャットダウン (SDWNE=1 かつ LPCPD 端子の立ち下がりエッジ検出) •LPC ソフトウェアシャットダウン (SDWNB=1) 1：[セット条件] LPC 転送サイクル中の LFRAME 端子の立ち下がりエッジ検出
3	IBFIE3	0	R/W	—	IDR3、TWR 受信完了割り込みイネーブル スレーブ（本 LSI）に対して IBFI3 割り込みを許可または禁止します。 0：入力データレジスタ（IDR3）および TWR の受信完了割り込み要求を禁止 1：[LADR3 の TWRE=0 の場合] 入力データレジスタ（IDR3）受信完了割り込み要求を許可 [LADR3 の TWRE=1 の場合] 入力データレジスタ（IDR3）および TWR 受信完了割り込み要求を許可
2	IBFIE2	0	R/W	—	IDR2 受信完了割り込みイネーブル スレーブ（本 LSI）に対して IBFI2 割り込みを許可または禁止します。 0：入力データレジスタ（IDR2）受信完了割り込み要求を禁止 1：入力データレジスタ（IDR2）受信完了割り込み要求を許可
1	IBFIE1	0	R/W	—	IDR1 受信完了割り込みイネーブル スレーブ（本 LSI）に対して IBFI1 割り込みを許可または禁止します。 0：入力データレジスタ（IDR1）受信完了割り込み要求を禁止 1：入力データレジスタ（IDR1）受信完了割り込み要求を許可
0	ERRIE	0	R/W	—	エラー割り込みイネーブル（ERRIE） スレーブ（本 LSI）に対して ERRI 割り込みを許可または禁止します。 0：エラー割り込み要求を禁止 1：エラー割り込み要求を許可

【注】 * ビット 6～4 はフラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• HICR3

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	LFRAME	不定	R	—	LFRAME 端子モニタ
6	CLKRUN	不定	R	—	CLKRUN 端子モニタ
5	SERIRQ	不定	R	—	SERIRQ 端子モニタ
4	LRESET	不定	R	—	LRESET 端子モニタ
3	LPCPD	不定	R	—	LPCPD 端子モニタ
2	PME	不定	R	—	PME 端子モニタ
1	LSMI	不定	R	—	LSMI 端子モニタ
0	LSCI	不定	R	—	LSCI 端子モニタ

19.3.3 ホストインタフェースコントロールレジスタ 4 (HICR4)

HICR4 は、LPC インタフェースのスレーブ（本 LSI）のチャンネル 4 に対する動作を許可／禁止、割り込みを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	—	0	R/W	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	LPC4E	0	R/W	—	LPC イネーブル 4 0：LPC チャンネル 4 の動作を禁止 IDR4、ODR4、STR4 に関してアドレス（LADR4）一致 発生なし 1：LPC チャンネル 4 の動作を許可
5	IBFIE4	0	R/W	—	IDR4 受信完了割り込みイネーブル スレーブ（本 LSI）に対して IBFI4 割り込みを許可または禁止します。 0：入力データレジスタ（IDR4）受信完了割り込み要求を禁止 1：入力データレジスタ（IDR4）受信完了割り込み要求を許可
4～0	—	すべて 0	R/W	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

19. LPC インタフェース (LPC)

19.3.4 ホストインタフェースコントロールレジスタ 5 (HICR5)

HICR5 は、SCIF インタフェースに対する動作を許可／禁止、OBEI 割り込みを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	OBEIE	0	R/W	—	アウトプットバッファエンプティ割り込みイネーブル スレーブ（本 LSI）に対して OBEI 割り込みを許可または禁止します。 0：アウトプットバッファエンプティ割り込み要求を禁止 1：アウトプットバッファエンプティ割り込み要求を許可
6	OBEI	0	R/W	—	アウトプットバッファエンプティ割り込みフラグ 0：[クリア条件] OBEI=1 リード後の 0 ライト LPC ハードウェアリセットおよび LPC ソフトウェアリセット 1：[セット条件] OBF1、OBF2、OBF3A、OBF3B および OBF4 のいずれかがクリアされたとき
5～4	—	すべて 0	R/W	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
3	SCIFE	0	R/W	—	SCIF イネーブル SCIF の LPC ホストからのアクセスを許可または禁止を設定します。 0：SCIF の LPC ホストからのアクセスを禁止 1：SCIF の LPC ホストからのアクセスを許可
2～0	—	すべて 0	R/W	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

19.3.5 LPC チャンネル 1 アドレスレジスタ H、L (LADR1H、LADR1L)

LADR1 は LPC チャンネル 1 のホストアドレスの設定を行います。LADR1 は、チャンネル 1 動作時 (LPC1E を 1 にセットした状態) では、内容を変更しないでください。

• LADR1H

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	bit15	0	R/W	—	チャンネル 1 アドレスビット 15～8 LPC チャンネル 1 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit14	0	R/W	—	
5	bit13	0	R/W	—	
4	bit12	0	R/W	—	
3	bit11	0	R/W	—	
2	bit10	0	R/W	—	
1	bit9	0	R/W	—	
0	bit8	0	R/W	—	

• LADR1L

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	bit7	0	R/W	—	チャンネル 1 アドレスビット 7～3 LPC チャンネル 1 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit6	1	R/W	—	
5	bit5	1	R/W	—	
4	bit4	0	R/W	—	
3	bit3	0	R/W	—	
2	bit2	0	R/W	—	リザーブビット アドレス一致判定では無視されます。
1	bit1	0	R/W	—	チャンネル 1 アドレスビット 1、0
0	bit0	0	R/W	—	LPC チャンネル 1 のホストアドレスの設定を行います。

• ホスト選択レジスタ

I/O アドレス			転送サイクル	ホスト選択レジスタ
bit15～3	bit2	bit1、0		
LADR1 (bit15～3)	0	LADR1 (bit1、0)	I/O ライト	IDR1 ライト (データ)
LADR1 (bit15～3)	1	LADR1 (bit1、0)	I/O ライト	IDR1 ライト (コマンド)
LADR1 (bit15～3)	0	LADR1 (bit1、0)	I/O リード	ODR1 リード
LADR1 (bit15～3)	1	LADR1 (bit1、0)	I/O リード	STR1 リード

【注】 チャンネル 1 を使用する場合は、LADR1 をチャンネル 2、3、4、および SCIF と異なるアドレスに設定にしてください。

19. LPC インタフェース (LPC)

19.3.6 LPC チャンネル 2 アドレスレジスタ H、L (LADR2H、LADR2L)

LADR2 は LPC チャンネル 2 のホストアドレスの設定を行います。LADR2 は、チャンネル 2 動作時 (LPC2E を 1 にセットした状態) では、内容を変更しないでください。

• LADR2H

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	bit15	0	R/W	—	チャンネル 2 アドレスビット 15～8 LPC チャンネル 2 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit14	0	R/W	—	
5	bit13	0	R/W	—	
4	bit12	0	R/W	—	
3	bit11	0	R/W	—	
2	bit10	0	R/W	—	
1	bit9	0	R/W	—	
0	bit8	0	R/W	—	

• LADR2L

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	bit7	0	R/W	—	チャンネル 2 アドレスビット 7～3 LPC チャンネル 2 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit6	1	R/W	—	
5	bit5	1	R/W	—	
4	bit4	0	R/W	—	
3	bit3	0	R/W	—	
2	bit2	0	R/W	—	リザーブビット アドレス一致判定では無視されます。
1	bit1	1	R/W	—	チャンネル 2 アドレスビット 1、0
0	bit0	0	R/W	—	LPC チャンネル 2 のホストアドレスの設定を行います。

• ホスト選択レジスタ

I/O アドレス			転送サイクル	ホスト選択レジスタ
bit15～3	bit2	bit1、0		
LADR2 (bit15～3)	0	LADR2 (bit1、0)	I/O ライト	IDR2 ライト (データ)
LADR2 (bit15～3)	1	LADR2 (bit1、0)	I/O ライト	IDR2 ライト (コマンド)
LADR2 (bit15～3)	0	LADR2 (bit1、0)	I/O リード	ODR2 リード
LADR2 (bit15～3)	1	LADR2 (bit1、0)	I/O リード	STR2 リード

【注】 チャンネル 2 を使用する場合は、LADR2 をチャンネル 1、3、4、および SCIF と異なるアドレスに設定にしてください。

19.3.7 LPC チャネル 3 アドレスレジスタ H、L (LADR3H、LADR3L)

LADR3 は LPC チャネル 3 のホストアドレスの設定、および、双方向レジスタの動作の制御を行います。LADR3 のアドレス部分は、チャンネル 3 動作時 (LPC3E を 1 にセットした状態) では、内容を変更しないでください。

• LADR3H

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	bit15	0	R/W	—	チャンネル 3 アドレスビット 15～8 LPC チャネル 3 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit14	0	R/W	—	
5	bit13	0	R/W	—	
4	bit12	0	R/W	—	
3	bit11	0	R/W	—	
2	bit10	0	R/W	—	
1	bit9	0	R/W	—	
0	bit8	0	R/W	—	

• LADR3L

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	bit7	0	R/W	—	チャンネル 3 アドレスビット 7～3 LPC チャネル 3 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit6	0	R/W	—	
5	bit5	0	R/W	—	
4	bit4	0	R/W	—	
3	bit3	0	R/W	—	
2	—	0	R/W	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
1	bit1	0	R/W	—	チャンネル 3 アドレスビット 1 LPC チャネル 3 のホストアドレスの設定を行います。
0	TWRE	0	R/W	—	双方向レジスタイネーブル 双方向レジスタの動作を許可または禁止します。 0：TWR の動作を禁止 TWR に関して I/O アドレスの一致判定を停止 1：TWR の動作を許可

19. LPC インタフェース (LPC)

LPC3E=1 の場合、LPC の I/O サイクルで受信した I/O アドレスは、LADR3 の内容と比較されます。IDR3、ODR3、STR3 のアドレス一致判定時には、LADR3 のビット 0 を 0 とみなし、ビット 2 の内容は無視します。TWR0～TWR15 のアドレス一致判定時には、LADR3 のビット 4 を反転し、ビット 3～0 の内容は無視します。

• ホスト選択レジスタ

I/O アドレス					転送 サイクル	ホスト選択レジスタ
ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0		
bit4	bit3	0	bit1	0	I/O ライト	IDR3 ライト、C/ $\overline{D}3 \leftarrow 0$
bit4	bit3	1	bit1	0	I/O ライト	IDR3 ライト、C/ $\overline{D}3 \leftarrow 1$
bit4	bit3	0	bit1	0	I/O リード	ODR3 リード
bit4	bit3	1	bit1	0	I/O リード	STR3 リード
$\overline{\text{bit4}}$	0	0	0	0	I/O ライト	TWR0MW ライト
$\overline{\text{bit4}}$	0	0	0	1	I/O ライト	TWR1 ライト
	:	:	:	:		～
	1	1	1	1		TWR15 ライト
$\overline{\text{bit4}}$	0	0	0	0	I/O リード	TWR0SW リード
$\overline{\text{bit4}}$	0	0	0	1	I/O リード	TWR1 リード
	:	:	:	:		～
	1	1	1	1		TWR15 リード

【注】 チャンネル 3 を使用する場合は、LADR3 の設定をチャンネル 1、2、4、および SCIF と異なるアドレスに設定にしてください。

19.3.8 LPC チャンネル 4 アドレスレジスタ H、L (LADR4H、LADR4L)

LADR4 は、LPC チャンネル 4 のホストアドレスの設定を行います。LADR4 は、チャンネル 4 動作時 (LPC4E を 1 にセットした状態) では、内容を変更しないでください。

• LADR4H

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	bit15	0	R/W	—	チャンネル 4 アドレスビット 15～8 LPC チャンネル 4 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit14	0	R/W	—	
5	bit13	0	R/W	—	
4	bit12	0	R/W	—	
3	bit11	0	R/W	—	
2	bit10	0	R/W	—	
1	bit9	0	R/W	—	
0	bit8	0	R/W	—	

• LADR4L

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	bit7	0	R/W	—	チャンネル 4 アドレスビット 7～3 LPC チャンネル 4 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit6	0	R/W	—	
5	bit5	0	R/W	—	
4	bit4	0	R/W	—	
3	bit3	0	R/W	—	
2	bit2	0	R/W	—	リザーブビット アドレス一致判定では無視されます。
1	bit1	0	R/W	—	チャンネル 4 アドレスビット 1、0
0	bit0	0	R/W	—	LPC チャンネル 4 のホストアドレスの設定を行います。

• ホスト選択レジスタ

I/O アドレス			転送サイクル	ホスト選択レジスタ
ビット 15～3	ビット 2	ビット 1、0		
LADR4 (bit15～3)	0	LADR4 (bit1、0)	I/O ライト	IDR4 ライト (データ)
LADR4 (bit15～3)	1	LADR4 (bit1、0)	I/O ライト	IDR4 ライト (コマンド)
LADR4 (bit15～3)	0	LADR4 (bit1、0)	I/O リード	ODR4 リード
LADR4 (bit15～3)	1	LADR4 (bit1、0)	I/O リード	STR4 リード

【注】 チャンネル 4 を使用する場合は、LADR4 をチャンネル 1、2、3、および SCIF と異なるアドレスに設定にしてください。

19.3.9 入力データレジスタ 1～4 (IDR1～IDR4)

IDR1～IDR4 は 8 ビットの、スレーブ (本 LSI) に対してはリード専用の、ホストに対してはライト専用のレジスタです。I/O アドレスによってホストから選択されるレジスタは以下のようになります。LPC の I/O ライトサイクルで転送されたデータが、選択されたレジスタにライトされます。I/O アドレスのビット 2 は STR の $C/\bar{D}$ ビットに反映され、コマンドライトとデータライトの識別に用いられます。IDR1～IDR4 の初期値は H'00 です。

I/O アドレス					転送 サイクル	ホスト選択レジスタ
ビット 15～4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0		
bit15～4	bit3	0	bit1	bit0	I/O ライト	IDRn ライト、 $C/\bar{D}n \leftarrow 0$
bit15～4	bit3	1	bit1	bit0	I/O ライト	IDRn ライト、 $C/\bar{D}n \leftarrow 1$

(n=1～4)

19.3.10 出力データレジスタ 1～4 (ODR1～ODR4)

ODR1～ODR4 は 8 ビットの、スレーブ（本 LSI）に対してはリード／ライト可能な、ホストに対してはリード専用のレジスタです。I/O アドレスによってホストから選択されるレジスタは以下のようになります。LPC の I/O リードサイクルで、選択されたレジスタのデータがホストに転送されます。ODR1～ODR4 の初期値は H'00 です。

I/O アドレス					転送 サイクル	ホスト選択レジスタ
ビット 15～4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0		
bit15～4	bit3	0	bit1	bit0	I/O リード	ODRn リード

(n=1～4)

19.3.11 双方向データレジスタ 0～15 (TWR0～TWR15)

TWR0～TWR15 は、スレーブ（本 LSI）とホストで、どちらからもリード／ライト可能な 16 バイトの 8 ビットレジスタです。ただし、TWR0 は、ホストアドレス、スレーブアドレスとも同一のアドレスにふたつのレジスタ（TWR0MW、TWR0SW）が割り当てられています。TWR0MW は、ホストからはライト専用、スレーブからはリード専用のレジスタです。TWR0SW は、スレーブからはライト専用、ホストからはリード専用のレジスタです。ホストとスレーブがライトを開始する場合、それぞれ TWR0 にライトした後、そのライトが有効だったかをステータスフラグで確認することにより同時アクセス時のアクセス権の調停を行います。

ホストにアクセス権がある場合、TWR0 には TWR0MW が選択され、ホストが TWR0SW をリードすると TWR0MW の状態が読み出されます。スレーブによる TWR0SW へのライトは無効です。

スレーブにアクセス権がある場合、TWR0 には TWR0SW が選択され、スレーブが TWR0MW をリードすると TWR0SW の状態が読み出されます。ホストによる TWR0MW へのライトは無効です。

I/O アドレスによってホストから選択されるレジスタは、「19.3.7 LPC チャネル 3 アドレスレジスタ H、L (LADR3H、LADR3L)」を参照してください。

LPC の I/O ライトサイクルで転送されたデータが、選択されたレジスタにライトされ、LPC の I/O リードサイクルで、選択されたレジスタのデータがホストに転送されます。TWR0～TWR15 の初期値は H'00 です。

19.3.12 ステータスレジスタ 1～4 (STR1～STR4)

STR1～STR4 は、8 ビットのレジスタで、LPC インタフェース処理中の状態を表示します。I/O アドレスによってホストから選択されるレジスタは以下のようになります。LPC の I/O リードサイクルで、選択されたレジスタのデータがホストに転送されます。

I/O アドレス					転送 サイクル	ホスト選択レジスタ
ビット 15～4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0		
bit15～4	bit3	1	bit1	bit0	I/O リード	STRn リード

(n=1～4)

• STR1

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7 6 5 4	DBU17 DBU16 DBU15 DBU14	0 0 0 0	R/W R/W R/W R/W	R R R R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
3	C/D1	0	R	R	
2	DBU12	0	R/W	R	
1	IBF1	0	R	R	
0	OBF1	0	R/(W)*	R	出力データレジスタフル 0: [クリア条件] I/O リードサイクルにより ODR1 をホストリード、またはスレーブが OBF1 ビットに 0 ライト 1: [セット条件] スレーブが ODR1 にライト

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

19. LPC インタフェース (LPC)

• STR2

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	DBU27	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
6	DBU26	0	R/W	R	
5	DBU25	0	R/W	R	
4	DBU24	0	R/W	R	
3	C/D2	0	R	R	コマンド／データ ホストが IDR2 に対してライトを行ったときの、I/O アドレスのビット 2 の状態がライトされ、IDR2 の内容がデータかコマンドかを識別します。 0：入力データレジスタ (IDR2) の内容はデータ 1：入力データレジスタ (IDR2) の内容はコマンド
2	DBU22	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
1	IBF2	0	R	R	入力データレジスタフル スレーブ (本 LSI) に対しての内部割り込み要因の 1 つとなります。 0：[クリア条件] スレーブが IDR2 をリード 1：[セット条件] I/O ライトサイクルにより IDR2 にホストライト
0	OBF2	0	R/(W)*	R	出力データレジスタフル 0：[クリア条件] I/O リードサイクルにより ODR2 をホストリード、またはスレーブが OBF2 ビットに 0 ライト 1：[セット条件] スレーブが ODR2 にライト

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• STR3 (TWRE=1またはSELSTR3=0のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	IBF3B	0	R	R	双方向レジスタ入力データフルフラグ スレーブ (本 LSI) に対しての内部割り込み要因の 1 つとなります。 0: [クリア条件] スレーブが TWR15 をリード 1: [セット条件] ホストが I/O ライトサイクルにより TWR15 にライト
6	OBF3B	0	R/(W)*	R	双方向レジスタ出力データフルフラグ 0: [クリア条件] ホストが I/O リードサイクルにより TWR15 をリード、またはスレーブが OBF3B ビットに 0 ライト 1: [セット条件] スレーブが TWR15 にライト
5	MWMF	0	R	R	マスタライトモードフラグ 0: [クリア条件] スレーブが TWR15 をリード 1: [セット条件] ホストが SWMF=0 の状態で、I/O ライトサイクルにより TWR0 にライト
4	SWMF	0	R/(W)*	R	スレーブライトモードフラグ マスタとスレーブの同時ライト時にはマスタのライトが優先されます。 0: [クリア条件] ホストが I/O リードサイクルにより TWR15 をリード、またはスレーブが SWMF ビットに 0 ライト 1: [セット条件] MWMF=0 の状態で、スレーブが TWR0 にライト
3	C/D $\bar{3}$	0	R	R	コマンド／データフラグ ホストが IDR3 に対してライトを行ったときの、I/O アドレスのビット 2 の状態がライトされ、IDR3 の内容がデータかコマンドかを識別します。 0: 入力データレジスタ (IDR3) の内容はデータ 1: 入力データレジスタ (IDR3) の内容はコマンド
2	DBU32	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。

19. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
1	IBF3A	0	R	R	入力データレジスタフル スレーブ (本 LSI) に対しての内部割り込み要因の 1 つとなります。 0: [クリア条件] スレーブが IDR3 をリード 1: [セット条件] ホストが I/O ライトサイクルにより IDR にライト
0	OBF3A	0	R/(W)*	R	出力データレジスタフル 0: [クリア条件] I/O リードサイクルにより ODR3 をホストリード、またはス レーブが OBF3 ビットに 0 ライト 1: [セット条件] スレーブが ODR3 にライト

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• STR3 (TWRE=0でSELSTR3=1のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	DBU37	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
6	DBU36	0	R/W	R	
5	DBU35	0	R/W	R	
4	DBU34	0	R/W	R	
3	C/D3	0	R	R	コマンド/データ ホストが IDR3 に対してライトを行ったときの、I/O アドレスのビ ット 2 の状態がライトされ、IDR3 の内容がデータかコマンドかを識 別します。 0: 入力データレジスタ (IDR3) の内容はデータ 1: 入力データレジスタ (IDR3) の内容はコマンド
2	DBU32	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
1	IBF3	0	R	R	入力データレジスタフル スレーブ (本 LSI) に対しての内部割り込み要因の 1 つとなります。 0: [クリア条件] スレーブが IDR3 をリード 1: [セット条件] I/O ライトサイクルにより IDR3 にホストライト

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
0	OBF3	0	R/(W)*	R	出力データレジスタフル 0: [クリア条件] I/O リードサイクルにより ODR3 をホストリード、またはスレーブが OBF3 ビットに 0 ライト 1: [セット条件] スレーブが ODR3 にライト

【注】 *フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• STR4

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7 6 5 4	DBU47 DBU46 DBU45 DBU44	0 0 0 0	R/W R/W R/W R/W	R R R R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
3	C/D4	0	R	R	コマンド／データ ホストが IDR4 に対してライトを行ったときの、I/O アドレスのビット 2 の状態がライトされ、IDR4 の内容がデータかコマンドかを識別します。 0: 入力データレジスタ (IDR4) の内容はデータ 1: 入力データレジスタ (IDR4) の内容はコマンド
2	DBU42	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
1	IBF4	0	R	R	入力データレジスタフル スレーブ (本 LSI) に対しての内部割り込み要因の 1 つとなります。 0: [クリア条件] スレーブが IDR4 をリード 1: [セット条件] I/O ライトサイクルにより IDR4 にホストライト
0	OBF4	0	R/(W)*	R	出力データレジスタフル 0: [クリア条件] I/O リードサイクルにより ODR4 をホストリード、またはスレーブが OBF4 ビットに 0 ライト 1: [セット条件] スレーブが ODR4 にライト

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

19.3.13 SERIRQ コントロールレジスタ 0 (SIRQCR0)

SIRQCR0 には、SERIRQ の動作モードを示すステータスビットと、SERIRQ の割り込みソースを指定するビットがあります。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	$Q/\overline{C}$	0	R	—	クワイエット／コンティニュアスモードフラグ SERIRQ の転送サイクルの最後で、ホストにより指定されたモードを示します。 0：コンティニュアスモード [クリア条件] • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • SERIRQ 転送サイクルのストップフレームによる指定 1：クワイエットモード [セット条件] SERIRQ 転送サイクルのストップフレームによる指定
6	SELREQ	0	R/W	—	スタートフレーム起動要求選択 クワイエットモードでホスト割り込み要求がクリアされた場合のスタートフレーム起動の条件を選択します。 0：すべての割り込み要求がクリアされたとき 1：1 つ以上の割り込み要求がクリアされたとき
5	IEDIR2	0	R/W	—	割り込みイネーブルダイレクトモード 2 LPC チャネル 2 の SERIRQ の割り込み要因の発生を、OBF に関連付けて行うか、ホスト割り込み許可ビットのみで行うかを制御します。 0：ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットと、対応する OBF が両方とも 1 にセットされたときに要求 1：ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットが 1 にセットされたときに要求

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
4	SMIE3B	0	R/W	—	ホスト SMI 割り込みイネーブル 3B TWR15 ライトにより OBF3B がセットされた場合の、SMI 割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF3B および SMIE3B による SMI 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - SMIE3B への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF3B の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) 1：[IEDIR3=0 の場合] OBF3B の 1 セットによる SMI 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合] SMI 割り込みを要求 [セット条件] SMIE3B=0 リード後の 1 ライト
3	SMIE3A	0	R/W	—	ホスト SMI 割り込みイネーブル 3A ODR3 ライトにより OBF3A がセットされた場合の、SMI 割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF3A および SMIE3A による SMI 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - SMIE3A への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF3A の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) 1：[IEDIR3=0 の場合] OBF3A の 1 セットによる SMI 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合] SMI 割り込みを要求 [セット条件] SMIE3A=0 リード後の 1 ライト

19. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
2	SMIE2	0	R/W	—	ホスト SMI 割り込みイネーブル 2 ODR2 ライトにより OBF2 がセットされた場合の、SMI 割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF2 および SMIE2 による SMI 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] • SMIE2 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF2 の 0 クリア (IEDIR2=0 の場合) 1：[IEDIR2=0 の場合] OBF2 の 1 セットによる SMI 割り込み要求を許可 [IEDIR2=1 の場合] SMI 割り込みを要求 [セット条件] SMIE2=0 リード後の 1 ライト
1	IRQ12E1	0	R/W	—	ホスト IRQ12 割り込みイネーブル 1 ODR1 ライトにより OBF1 がセットされた場合の、HIRQ12 割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF1 および IRQ12E1 による HIRQ12 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] • IRQ12E1 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF1 の 0 クリア 1：OBF1 の 1 セットによる HIRQ12 割り込み要求を許可 [セット条件] IRQ12E1=0 リード後の 1 ライト
0	IRQ1E1	0	R/W	—	ホスト IRQ1 割り込みイネーブル 1 ODR1 ライトにより OBF1 がセットされた場合の、HIRQ1 割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF1 および IRQ1E1 による HIRQ1 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] • IRQ1E1 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF1 の 0 クリア 1：OBF1 の 1 セットによる HIRQ1 割り込み要求を許可 [セット条件] IRQ1E1=0 リード後の 1 ライト

19.3.14 SERIRQ コントロールレジスタ 1 (SIRQCR1)

SIRQCR1 には、SERIRQ の割り込み要求の許可または禁止を指定するビットがあります。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	IRQ11E3	0	R/W	—	ホスト IRQ11 割り込みイネーブル 3 ODR3 ライトにより OBF3A がセットされた場合の、HIRQ11 割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF3A および IRQ11E3 による HIRQ11 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - IRQ11E3 への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF3A の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) 1：[IEDIR3=0 の場合] OBF3A の 1 セットによる HIRQ11 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合] HIRQ11 割り込みを要求 [セット条件] IRQ11E3=0 リード後の 1 ライト
6	IRQ10E3	0	R/W	—	ホスト IRQ10 割り込みイネーブル 3 ODR3 ライトにより OBF3A がセットされた場合の、HIRQ10 割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF3A および IRQ10E3 による HIRQ10 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - IRQ10E3 への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF3A の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) 1：[IEDIR3=0 の場合] OBF3A の 1 セットによる HIRQ10 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合] HIRQ10 割り込みを要求 [セット条件] IRQ10E3=0 リード後の 1 ライト

19. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
5	IRQ9E3	0	R/W	—	ホスト IRQ9 割り込みイネーブル 3 ODR3 ライトにより OBF3A がセットされた場合の、HIRQ9 割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF3A および IRQ9E3 による HIRQ9 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - IRQ9E3 への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF3A の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) 1：[IEDIR3=0 の場合] OBF3A の 1 セットによる HIRQ9 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合] HIRQ9 割り込みを要求 [セット条件] IRQ9E3=0 リード後の 1 ライト
4	IRQ6E3	0	R/W	—	ホスト IRQ6 割り込みイネーブル 3 ODR3 ライトにより OBF3A がセットされた場合の、HIRQ6 割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF3A および IRQ6E3 による HIRQ6 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - IRQ6E3 への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF3A の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) 1：[IEDIR3=0 の場合] OBF3A の 1 セットによる HIRQ6 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合] HIRQ6 割り込みを要求 [セット条件] IRQ6E3=0 リード後の 1 ライト

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
3	IRQ11E2	0	R/W	—	ホスト IRQ11 割り込みイネーブル 2 ODR2 ライトにより OBF2 がセットされた場合の、HIRQ11 割り込み要求を許可または禁止します。 0: OBF2 および IRQ11E2 による HIRQ11 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] • IRQ11E2 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF2 の 0 クリア (IEDIR2=0 の場合) 1: [IEDIR2=0 の場合] OBF2 の 1 セットによる HIRQ11 割り込み要求を許可 [IEDIR2=1 の場合] HIRQ11 割り込みを要求 [セット条件] IRQ11E2=0 リード後の 1 ライト
2	IRQ10E2	0	R/W	—	ホスト IRQ10 割り込みイネーブル 2 ODR2 ライトにより OBF2 がセットされた場合の、HIRQ10 割り込み要求を許可または禁止します。 0: OBF2 および IRQ10E2 による HIRQ10 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] • IRQ10E2 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF2 の 0 クリア (IEDIR2=0 の場合) 1: [IEDIR2=0 の場合] OBF2 の 1 セットによる HIRQ10 割り込み要求を許可 [IEDIR2=1 の場合] HIRQ10 割り込みを要求 [セット条件] IRQ10E2=0 リード後の 1 ライト

19. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
1	IRQ9E2	0	R/W	—	ホスト IRQ9 割り込みイネーブル 2 ODR2 ライトにより OBF2 がセットされた場合の、HIRQ9 割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF2 および IRQ9E2 による HIRQ9 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - IRQ9E2 への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF2 の 0 クリア (IEDIR2=0 の場合) 1：[IEDIR2=0 の場合] OBF2 の 1 セットによる HIRQ9 割り込み要求を許可 [IEDIR2=1 の場合] HIRQ9 割り込みを要求 [セット条件] IRQ9E2=0 リード後の 1 ライト
0	IRQ6E2	0	R/W	—	ホスト IRQ6 割り込みイネーブル 2 ODR2 ライトにより OBF2 がセットされた場合の、HIRQ6 割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF2 および IRQ6E2 による HIRQ6 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - IRQ6E2 への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF2 の 0 クリア (IEDIR2=0 の場合) 1：[IEDIR2=0 の場合] OBF2 の 1 セットによる HIRQ6 割り込み要求を許可 [IEDIR2=1 の場合] HIRQ6 割り込みを要求 [セット条件] IRQ6E2=0 リード後の 1 ライト

19.3.15 SERIRQ コントロールレジスタ 2 (SIRQCR2)

SIRQCR2 には、SERIRQ の割り込み要求の許可または禁止を指定するビットがあります。また、ホスト割り込み要求信号の出力を選択するビットがあります。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	IEDIR3	0	R/W	—	割り込みイネーブルダイレクトモード 3 LPC チャンネル 3 の SERIRQ の割り込み要因の発生を、OBF に関連づけて行うか、ホスト割り込み許可ビットのみで行うかを制御します。 0：ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットと、対応する OBF が両方とも 1 にセットされたときに要求 1：ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットが 1 にセットされたときに要求
6	IEDIR4	0	R/W	—	割り込みイネーブルダイレクトモード 4 LPC チャンネル 4 の SERIRQ の割り込み要因の発生を、OBF に関連づけて行うか、ホスト割り込み許可ビットのみで行うかを制御します。 0：ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットと、対応する OBF が両方とも 1 にセットされたときに要求 1：ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットが 1 にセットされたときに要求
5	IRQ11E4	0	R/W	—	ホスト IRQ11 割り込みイネーブル 4 ODR4 ライトにより OBF4 がセットされた場合の、HIRQ11 の割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF4 および IRQ11E4 による HIRQ11 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - IRQ11E4 への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF4 の 0 クリア (IEDIR4=0 の場合) 1： [IEDIR4=0 の場合] OBF4 の 1 セットによる HIRQ11 割り込み要求を許可 [IEDIR4=1 の場合] HIRQ11 割り込みを要求 [セット条件] IRQ11E4=0 リード後の 1 ライト

19. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
4	IRQ10E4	0	R/W	—	ホスト IRQ10 割り込みイネーブル 4 ODR4 ライトにより OBF4 がセットされた場合の、HIRQ10 の割り込み要求を許可または禁止します。 0: OBF4 および IRQ10E4 による HIRQ10 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - IRQ10E4 への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF4 の 0 クリア (IEDIR4=0 の場合) 1: [IEDIR4=0 の場合] OBF4 の 1 セットによる HIRQ10 割り込み要求を許可 [IEDIR4=1 の場合] HIRQ10 割り込みを要求 [セット条件] IRQ10E4=0 リード後の 1 ライト
3	IRQ9E4	0	R/W	—	ホスト IRQ9 割り込みイネーブル 4 ODR4 ライトにより OBF4 がセットされた場合の、HIRQ9 の割り込み要求を許可または禁止します。 0: OBF4 および IRQ9E4 による HIRQ9 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - IRQ9E4 への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF4 の 0 クリア (IEDIR4=0 の場合) 1: [IEDIR4=0 の場合] OBF4 の 1 セットによる HIRQ9 割り込み要求を許可 [IEDIR4=1 の場合] HIRQ9 割り込みを要求 [セット条件] IRQ9E4=0 リード後の 1 ライト

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
2	IRQ6E4	0	R/W	—	ホスト IRQ6 割り込みイネーブル 4 ODR4 ライトにより OBF4 がセットされた場合の、HIRQ6 の割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF4 および IRQ6E4 による HIRQ6 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - IRQ6E4 への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF4 の 0 クリア (IEDIR4=0 の場合) 1：[IEDIR4=0 の場合] OBF4 の 1 セットによる HIRQ6 割り込み要求を許可 [IEDIR4=1 の場合] HIRQ6 割り込みを要求 [セット条件] IRQ6E4=0 リード後の 1 ライト
1	SMIE4	0	R/W	—	ホスト SMI 割り込みイネーブル 4 ODR4 ライトにより OBF4 がセットされた場合の、SMI の割り込み要求を許可または禁止します。 0：OBF4 および SMIE4 による SMI 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] - SMIE4 への 0 ライト - LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット - OBF4 の 0 クリア (IEDIR4=0 の場合) 1：[IEDIR4=0 の場合] OBF4 の 1 セットによる SMI 割り込み要求を許可 [IEDIR4=1 の場合] SMI 割り込みを要求 [セット条件] SMIE4=0 リード後の 1 ライト
0	—	0	R/W	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

19. LPC インタフェース (LPC)

19.3.16 SERIRQ コントロールレジスタ 3 (SIRQCR3)

SIRQCR3 には、ホスト割り込み要求信号の出力を選択するビットがあります。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	SELIRQ15	0	R/W	—	ホスト IRQ 割り込み選択 SERIRQ 出力を選択するビットです。 0 : SERIRQ 端子出力はハイインピーダンス 1 : SERIRQ 端子出力はローレベル
6	SELIRQ14	0	R/W	—	
5	SELIRQ13	0	R/W	—	
4	SELIRQ8	0	R/W	—	
3	SELIRQ7	0	R/W	—	
2	SELIRQ5	0	R/W	—	
1	SELIRQ4	0	R/W	—	
0	SELIRQ3	0	R/W	—	

19.3.17 SERIRQ コントロールレジスタ 4 (SIRQCR4)

SIRQCR4 には、SCIF の SERIRQ 割り込み要求を選択するレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7～4	－	すべて 0	R/W	－	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
3	SCSIRQ3	0	R/W	－	SCIF SERIRQ 要求
2	SCSIRQ2	0	R/W	－	SCIF のホスト割り込み要求を選択します。
1	SCSIRQ1	0	R/W	－	0000：ホスト割り込み要求なし
0	SCSIRQ0	0	R/W	－	0001：HIRQ1
					0010：SMI
					0011：HIRQ3
					0100：HIRQ4
					0101：HIRQ5
					0110：HIRQ6
					0111：HIRQ7
					1000：HIRQ8
					1001：HIRQ9
					1010：HIRQ10
					1011：HIRQ11
					1100：HIRQ12
					1101：HIRQ13
					1110：HIRQ14
					1111：HIRQ15

19.3.18 SCIF アドレスレジスタ (SCIFADRH、SCIFADRL)

SCIFADR は、SCIF のホストアドレスの設定を行います。SCIFADR は、SCIF 動作時 (SCIFE を 1 にセットした状態) では、内容を変更しないでください。

• SCIFADRH

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	—	0	R/W	—	SCIF アドレスビット 15～8 SCIF のホストアドレスの設定を行います。
6	—	0	R/W	—	
5	—	0	R/W	—	
4	—	0	R/W	—	
3	—	0	R/W	—	
2	—	0	R/W	—	
1	—	1	R/W	—	
0	—	1	R/W	—	

• SCIFADRL

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	—	1	R/W	—	SCIF アドレスビット 7～0 SCIF のホストアドレスの設定を行います。
6	—	1	R/W	—	
5	—	1	R/W	—	
4	—	1	R/W	—	
3	—	1	R/W	—	
2	—	0	R/W	—	
1	—	0	R/W	—	
0	—	0	R/W	—	

【注】 SCIF を使用する場合は、SCIFADR の設定をチャンネル 1、2、3、4 と異なるアドレスにして設定してください。

19.3.19 ホストインタフェースセレクトレジスタ (HISEL)

HISEL は、STR3 レジスタのビット 7～4 の機能を選択することができます。また、各フレームのホスト割り込み要求信号の出力を選択することができます。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	SELSTR3	0	R/W	—	ステータスレジスタ 3 の選択 LADR3L の TWRE ビットとの組み合わせにより、STR3 のビット 7～4 の機能を選択します。STR3 についての詳細は、「19.3.12 ステータスレジスタ 1～4 (STR1～STR4)」を参照してください。 0：ホストインタフェース処理中の状態を表示します。 1：[TWRE=1] のとき ホストインタフェース処理中の状態を表示します。 [TWRE=0] のとき ユーザが必要に応じて使用できるリード／ライト可能なビットになります。
6	SELIRQ11	0	R/W	—	ホスト IRQ 割り込み選択 SERIRQ 出力を選択するビットです。 0：[ホスト割り込み要求がクリアされている場合] SERIRQ 端子出力はハインピーダンス [ホスト割り込み要求がセットされている場合] SERIRQ 端子出力はローレベル 1：[ホスト割り込み要求がクリアされている場合] SERIRQ 端子出力はローレベル [ホスト割り込み要求がセットされている場合] SERIRQ 端子出力はハインピーダンス
5	SELIRQ10	0	R/W	—	
4	SELIRQ9	0	R/W	—	
3	SELIRQ6	0	R/W	—	
2	SELSMI	0	R/W	—	
1	SELIRQ12	1	R/W	—	
0	SELIRQ1	1	R/W	—	

19.4 動作説明

19.4.1 LPC インタフェースの起動

HICR0 の LPC3E～LPC1E ビット、HICR4 の LPC4E ビットのいずれかひとつを 1 にセットすることにより、LPC インタフェースが起動します。LPC インタフェースを起動することにより、関連する I/O ポート (P37～P30、P83、P82) は LPC インタフェース専用入出力となります。さらに HICR0 の FGA20E、PMEE、LSMIE および LSCIE ビットを 1 にセットすることにより、関連する I/O ポート (P81、P80、PB1、PB0) が LPC インタフェースの入出力に加わります。

リセット解除後の LPC インタフェースの起動は、以下の手順に従ってください。

1. 信号線の状態をリードして、LPCを接続可能であることを確認します。
また、LPCの内部状態が初期状態であることを確認します。
2. チャンネル1、2、4を使用する場合は、LADR1、LADR2、LADR4を設定してI/Oアドレスを決定します。
3. チャンネル3を使用する場合は、LADR3を設定してチャンネル3のI/Oアドレスおよび双方向レジスタの使用の有無を決定します。
4. 使用するチャンネルのイネーブルビット (LPC4E～LPC1E) をセットします。
5. 使用する付加機能のイネーブルビット (FGA20E、PMEE、LSMIE、LSCIE) をセットします。
6. その他の機能の選択ビット (SDWNE、IEDIR) を設定します。
7. 念のため、割り込みフラグ (LRST、SDWN、ABRT、OBF、OBEI) をクリアします。IBFをクリアするために、IDRやTWR15をリードします。
8. 受信完了割り込みが必要なときは、受信完了割り込みイネーブルビット (IBFIE4～IBFIE1、ERRIE、OBEIE) を設定します。

19.4.2 LPC の I/O サイクル

LPC の転送サイクルには、LPC メモリリード、LPC メモリライト、I/O リード、I/O ライト、DMA リード、DMA ライト、バスマスタメモリリード、バスマスタメモリライト、バスマスタ I/O リード、バスマスタ I/O ライト、FW メモリリード、FW メモリライトの、合計 12 種類が存在します。本 LSI の LPC は、このうち I/O リード、I/O ライトをサポートします。

LPC の転送サイクルは、バスアイドル状態で $\overline{\text{LFRAME}}$ 信号が Low レベルになることにより起動されます。バスアイドルでない状態で $\overline{\text{LFRAME}}$ 信号が Low レベルになると、その LPC 転送サイクルの強制終了（アボート）が要求されたことを表します。

I/O リードサイクルおよび I/O ライトサイクルでは、LCLK に同期して、次の順番で LAD3～LAD0 を用いて転送が行われます。スレーブからの同期返送サイクルは、B'0000 以外の値を返送してホストを待たせることが可能ですが、本 LSI の LPC では必ず B'0000 を返送します。

LPC インタフェースは、受信したアドレスが LPC のレジスタ (IDR、ODR、STR、TWR) のホストアドレスに一致した場合にビジーとなり、ステートカウンタ 12 のターンアラウンドを出力することによりアイドル状態に戻ります。レジスタおよびフラグの変更は、このタイミングで行われるため、転送サイクルの強制終

19. LPC インタフェース (LPC)

了（アボート）があった場合にはレジスタおよびフラグの内容の変更は行われません。

$\overline{\text{LFRAME}}$ 、LCLK、LAD 信号のタイミングを図 19.2、図 19.3 に示します。

表 19.3 LPC I/O サイクル

ステート カウント	I/O リードサイクル			I/O ライトサイクル		
	内容	駆動元	値 (3~0)	内容	駆動元	値 (3~0)
1	スタート	ホスト	0000	スタート	ホスト	0000
2	サイクル種類/方向	ホスト	0000	サイクル種類/方向	ホスト	0010
3	アドレス 1	ホスト	bit15~12	アドレス 1	ホスト	bit15~12
4	アドレス 2	ホスト	bit11~8	アドレス 2	ホスト	bit11~8
5	アドレス 3	ホスト	bit7~4	アドレス 3	ホスト	bit7~4
6	アドレス 4	ホスト	bit3~0	アドレス 4	ホスト	bit3~0
7	ターンアラウンド (リカバー)	ホスト	1111	データ 1	ホスト	bit3~0
8	ターンアラウンド	なし	ZZZZ	データ 2	ホスト	bit7~4
9	同期	スレーブ	0000	ターンアラウンド (リカバー)	ホスト	1111
10	データ 1	スレーブ	bit3~0	ターンアラウンド	なし	ZZZZ
11	データ 2	スレーブ	bit7~4	同期	スレーブ	0000
12	ターンアラウンド (リカバー)	スレーブ	1111	ターンアラウンド (リカバー)	スレーブ	1111
13	ターンアラウンド	なし	ZZZZ	ターンアラウンド	なし	ZZZZ

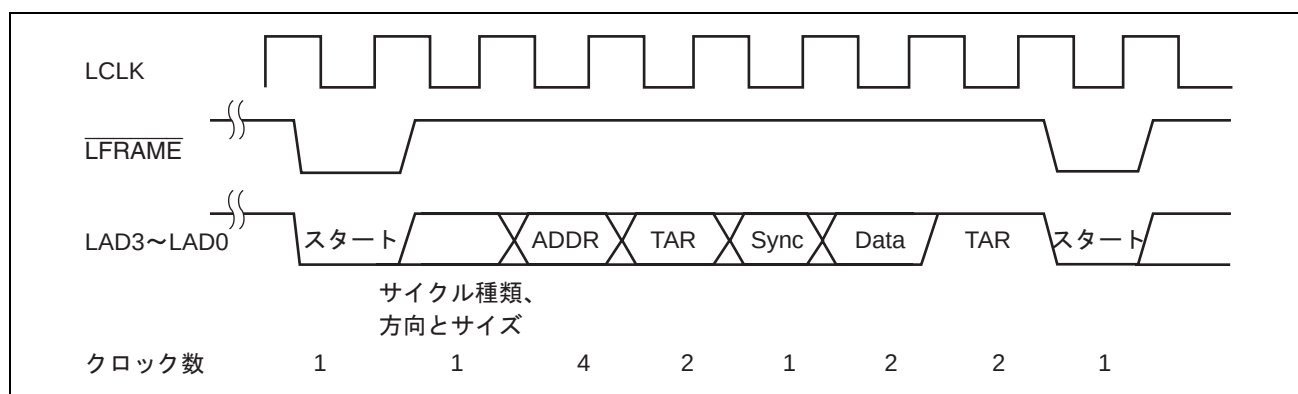


図 19.2 $\overline{\text{LFRAME}}$ のタイミング例

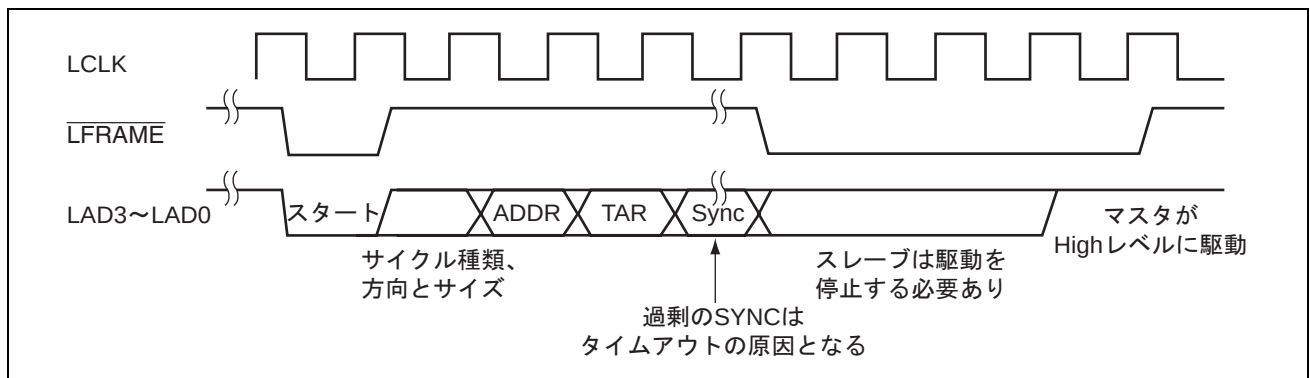


図 19.3 アボートメカニズム

19.4.3 GATE A20

GATE A20 は 8086*系 CPU を使用したパソコンのアドレッシングモードをエミュレートするための機能で、アドレス A20 をマスクすることができます。本出力は通常 GATE A20 としてファームウェアで制御されますが、HICR0 の FGA20E ビットを 1 にセットすることによりハードウェアで処理速度を上げた、高速 GATE A20 機能を使用することが可能です。

【注】 * 米国インテル社のマイクロプロセッサの名称です。

(1) 通常の GATE A20 の動作

H'D1 コマンドとデータの組み合わせで GATE A20 の出力を制御することができます。スレーブ（本 LSI）がデータを受信するときは、通常は IBFI1 割り込みによる割り込みルーチン使用して IDR1 をリードします。このとき、ファームウェアにより H'D1 コマンドに続くデータのビット 1 の値をコピーして GATE A20 端子に出力します。

(2) 高速 GATE A20 の動作

GA20 出力の内部状態は、FGA20E=0 であることにより 1 に初期化されます。FGA20E ビットを 1 にセットすると、GA20 は高速 GA20 信号の出力端子となります。GA20 端子の状態をモニタする場合は、HICR2 の GA20 ビットをリードしてください。

端子は、最初に初期値である 1 を出力します。その後ホストはコマンド／データを送ることにより本端子の出力を操作することができます。本機能は IDR1 によってのみ使用できます。この場合、ホストインタフェースはホストから入力されてくるコマンドをデコードします。ホストコマンド H'D1 が検出されると、このホストコマンドに続くデータのビット 1 が GA20 出力端子から出力されます。本動作は、ファームウェアや割り込み依存しないため、通常の割り込みを使用した処理よりも高速です。表 19.4 に GA20 のセット／クリアの条件を、図 19.4 に GA20 出力のフローを示します。また、表 19.5 に GA20 出力信号の値を示します。

表 19.4 GA20 のセット／クリアタイミング

端子名	セット条件	クリア条件
GA20	H'D1 ホストコマンドに続くデータのビット 1 が 1 のとき	H'D1 ホストコマンドに続くデータのビット 1 が 0 のとき

19. LPC インタフェース (LPC)

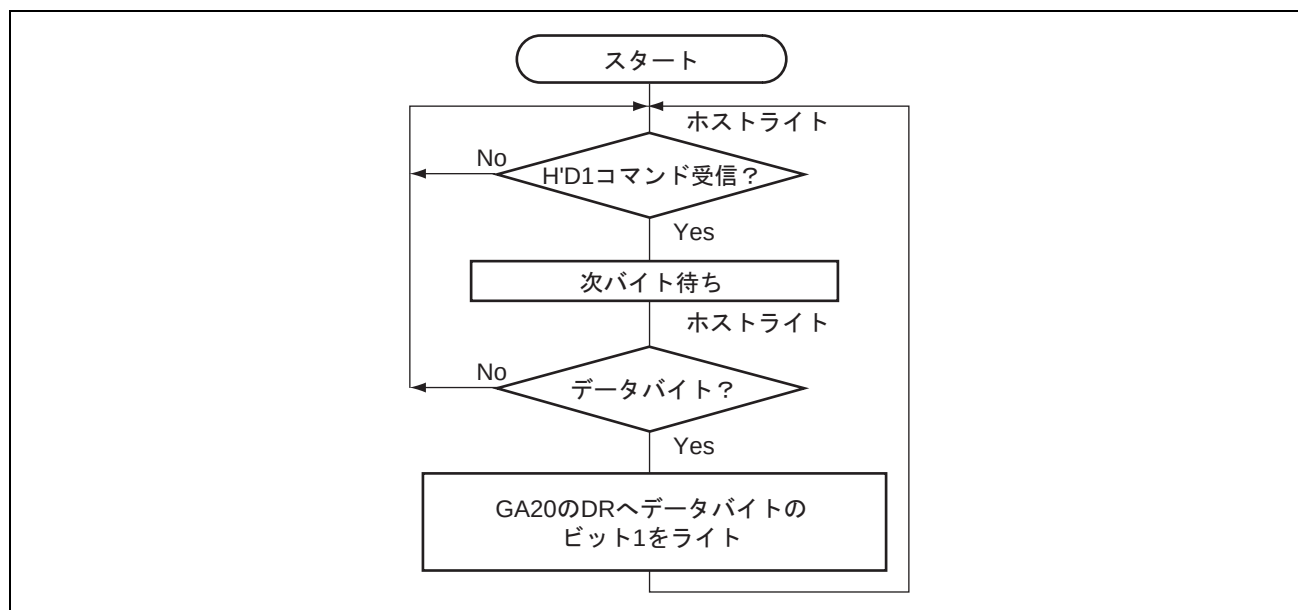


図 19.4 GA20 出力

表 19.5 高速 GATE A20 出力信号

C/D1	データ/コマンド	内部 CPU 割り込みフラグ (IBF)	GA20	備 考
1	H'D1 コマンド	0	Q	ターンオンシーケンス
0	1 データ ^{*1}	0	1	
1	H'FF コマンド	0	Q (1)	
1	H'D1 コマンド	0	Q	ターンオフシーケンス
0	0 データ ^{*2}	0	0	
1	H'FF コマンド	0	Q (0)	
1	H'D1 コマンド	0	Q	ターンオンシーケンス (短縮形)
0	1 データ ^{*1}	0	1	
1/0	H'FF・H'D1 コマンド以外	1	Q (1)	
1	H'D1 コマンド	0	Q	ターンオフシーケンス (短縮形)
0	0 データ ^{*2}	0	0	
1/0	H'FF・H'D1 コマンド以外	1	Q (0)	
1	H'D1 コマンド	0	Q	シーケンスの取消し
1	H'D1 以外のコマンド	1	Q	
1	H'D1 コマンド	0	Q	シーケンスの再トリガ
1	H'D1 コマンド	0	Q	
1	H'D1 コマンド	0	Q	シーケンスの連続実行
0	任意のデータ	0	1/0	
1	H'D1 コマンド	0	Q (1/0)	

【注】 *1 ビット 1 が 1 の任意のデータ

*2 ビット 1 が 0 の任意のデータ

19.4.4 LPC インタフェースのシャットダウン機能 (LPCPD)

$\overline{\text{LPCPD}}$ 端子の状態により、LPC インタフェースをシャットダウン状態にすることができます。LPC インタフェースのシャットダウン状態には、LPC ハードウェアシャットダウン状態と LPC ソフトウェアシャットダウン状態の 2 種類があります。LPC ハードウェアシャットダウン状態は $\overline{\text{LPCPD}}$ 端子で、LPC ソフトウェアシャットダウン状態は SDWNB ビットで制御されます。いずれの状態でも、LPC インタフェースは部分的にリセット状態となり、 $\overline{\text{LRESET}}$ 信号および $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号以外の外部信号の影響を受けなくなります。

シャットダウン状態での消費電流を低減するためには、スレーブをスリープモードまたはソフトウェアスタンバイモードに設定することが有効です。ソフトウェアスタンバイモードに設定した場合には、 $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号によるシャットダウン状態の解除の前にソフトウェアスタンバイモードを解除しておく手段が必要です。

SDWNE ビットをあらかじめ 1 にセットしておくと、 $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号の立ち下がりと同時に LPC ハードウェアシャットダウン状態になり、事前の準備ができません。一方、SDWNB ビットによって LPC ソフトウェアシャットダウン状態に設定すると、 $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号の立ち上がりと同時に LPC ソフトウェアシャットダウン状態の解除ができません。これを考慮して、LPC ソフトウェアシャットダウンと LPC ハードウェアシャットダウンを組み合わせた操作手順を以下に示します。

1. SDWNE ビットは 0 にクリアしておきます。
2. ERRIE ビットを 1 にセットしておき、SDWN フラグによる割り込みを待ちます。
3. SDWN フラグによる ERRI 割り込みが発生したら、LPC インタフェースの内部状態フラグを確認し、処理すべき事項があれば処理します。
4. SDWNB ビットを 1 にセットして LPC ソフトウェアスタンバイモードを設定します。
5. SDWNE ビットを 1 にセットして LPC ハードウェアスタンバイモードに移行します。SDWNB ビットは自動的にクリアされます。
6. $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号の状態を確認して、3～5 の操作中に $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号が立ち上がっていないことを確認します。もし立ち上がっていれば、SDWNE を 0 にクリアして (1) の状態に戻ります。
7. ソフトウェアスタンバイモードを設定した場合は、LPC と関係のない手段でソフトウェアスタンバイモードを解除します。
8. $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号の立ち上がりエッジを検出すると、SDWNE ビットが自動的に 0 にクリアされます。スレーブがスリープモードに設定されている場合は、 $\overline{\text{LRESET}}$ 信号入力や LPC の転送サイクルの完了などによって解除されます。

19. LPC インタフェース (LPC)

表 19.6 に LPC インタフェース端子シャットダウン範囲を示します。

表 19.6 LPC インタフェース端子シャットダウン範囲

略 称	ポート	シャット ダウン範囲	入出力	備 考
LAD3～LAD0	P33～P30	○	入出力	Hi-Z
$\overline{\text{LFRAME}}$	P34	○	入力	Hi-Z
$\overline{\text{LRESET}}$	P35	×	入力	LPC ハードウェアリセット機能はアクティブ
LCLK	P36	○	入力	Hi-Z
SERIRQ	P37	○	入出力	Hi-Z
LSCI	PB1	△	入出力	Hi-Z、LSCIE=1 のときのみ
$\overline{\text{LSMI}}$	PB0	△	入出力	Hi-Z、LSMIE=1 のときのみ
$\overline{\text{PME}}$	P80	△	入出力	Hi-Z、PMEE=1 のときのみ
GA20	P81	△	入出力	Hi-Z、FGA20E=1 のときのみ
$\overline{\text{CLKRUN}}$	P82	○	入力	Hi-Z
$\overline{\text{LPCPD}}$	P83	×	入力	シャットダウン状態解除に必要

【記号説明】

○：シャットダウン機能によりシャットダウンされる端子

△：レジスタの設定による LPC 機能選択時のみシャットダウンされる端子

×：シャットダウンされない端子

LPC シャットダウン状態では、LPC の内部状態および一部のレジスタビットが初期化されます。LPC リセット状態との優先順位は以下のようになっています。

1. システムリセット ($\overline{\text{RES}}$ 端子入力、パワーオンリセット、およびWDTオーバフローによるリセット)
LPC4E～LPC1Eビットをはじめ、すべてのレジスタビットを初期化します。
2. LPCハードウェアリセット ($\overline{\text{LRESET}}$ 端子入力によるリセット)
LRSTB、SDWNE、SDWNBビットを0にクリアします。
3. LPCソフトウェアリセット (LRSTBによるリセット)
SDWNE、SDWNBビットを0にクリアします。
4. LPCハードウェアシャットダウン
SDWNBビットを0にクリアします。
5. LPCソフトウェアシャットダウン

各モードで初期化される範囲を表 19.7 に示します。

表 19.7 LPC インタフェースの各モードで初期化される範囲

初期化対象	システムリセット	LPC リセット	LPC シャットダウン
LPC 転送サイクルシーケンサ (内部状態) および LPCBSY フラグ、ABRT フラグ	初期化	初期化	初期化
SERIRQ 転送サイクルシーケンサ (内部状態) および CLKREQ、IRQBSY フラグ	初期化	初期化	初期化
LPC インタフェースフラグ (IBF1、IBF2、IBF3A、IBF3B、IBF4、MWMF、C/D $\bar{1}$ 、C/D $\bar{2}$ 、 C/D $\bar{3}$ 、C/D $\bar{4}$ 、OBF1、OBF2、OBF3A、OBF3B、OBF4、 SWMF、DBU、OBEI) および GA 20 (内部状態)	初期化	初期化	保持
ホスト割り込みイネーブル (IRQ1E1、IRQ12E1、SMIE2、IRQ6E2、 IRQ9E2~IRQ11E2、SMIE3B、SMIE3A、IRQ6E3、 IRQ9E3~IRQ11E3、SELREQ、SMIE4、IRQ6E4、 IRQ9E4~IRQ11E4、IEDIR2~IEDIR4) および Q/C フラグ	初期化	初期化	保持
LRST フラグ	初期化 (0)	セット/クリア可能	セット/クリア可能
SDWN フラグ	初期化 (0)	初期化 (0)	セット/クリア可能
LRSTB ビット	初期化 (0)	HR : 0 SR : 1	0 (セット可能)
SDWNB ビット	初期化 (0)	初期化 (0)	HS : 0 SS : 1
SDWNE ビット	初期化 (0)	初期化 (0)	HS : 1 SS : 0 または 1
LPC インタフェース動作制御ビット (LPC4E~LPC1E、FGA20E、LADR1~LADR4、 IBFIE1~IBFIE4、PMEE、PMEB、LSMIE、LSMIB、LSCIE、 LSCIB、TWRE、SELSTR3、SELIRQ1、SELSMI、 SELIRQ3~SELIRQ15、OBEIE、SCIFE、IDR1~IDR4、ODR1 ~ODR4、TWR0~TWR15、SCSIRQ0~SCSIRQ3、 SCIFADRH/L)	初期化	保持	保持
LRESET 信号	入力 (ポート機能)	入力	入力
LPCPD 信号		入力	入力
LAD3~LAD0、LFRAME、LCLK、SERIRQ、CLKRUN 信号		入力	Hi-Z
PME、LSMI、LSCI、GA20 信号 (機能選択時)		出力	Hi-Z
PME、LSMI、LSCI、GA20 信号 (機能非選択時)		ポート機能	

【注】 システムリセット： $\overline{\text{RES}}$ 端子入力、パワーオンリセットおよび WDT オーバフローによるリセット

LPC リセット：LPC ハードウェアリセット (HR)、LPC ソフトウェアリセット (SR) によるリセット

LPC シャットダウン：LPC ハードウェアシャットダウン (HS)、LPC ソフトウェアシャットダウン (SS) によるリセット

19. LPC インタフェース (LPC)

$\overline{\text{LPCPD}}$ 、 $\overline{\text{LRESET}}$ 信号のタイミングを図 19.5 に示します。

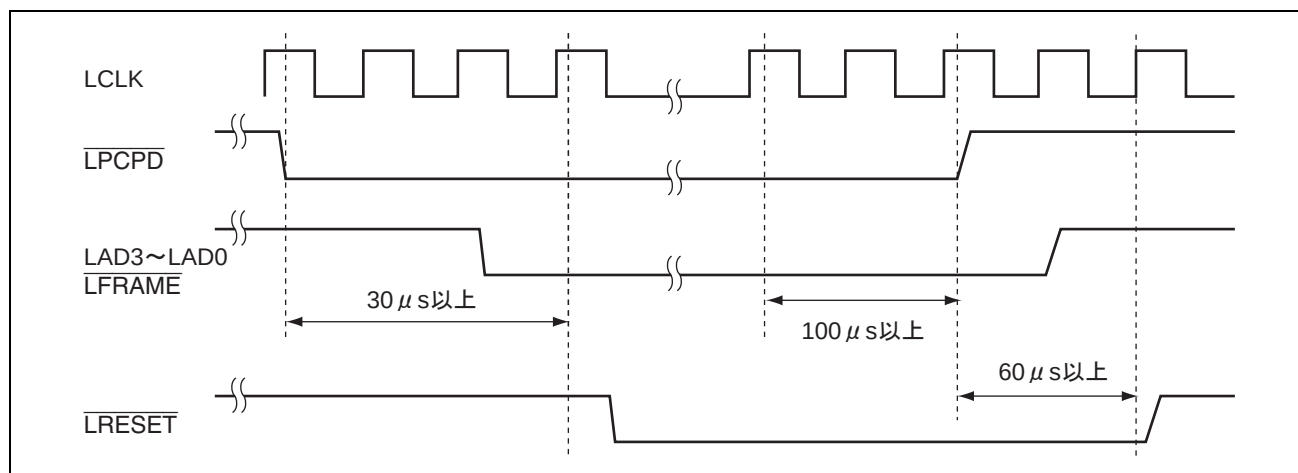


図 19.5 パワーダウン状態の終了タイミング

19.4.5 LPC インタフェースのシリアル割り込み動作 (SERIRQ)

SERIRQ 端子により、LPC インタフェースからホスト割り込み要求をすることができます。SERIRQ 端子によるホスト割り込み要求は、ホストまたは周辺機能から発生されるシリアル割り込み転送サイクルの開始フレームから起算して LCLK をカウントし、当該割り込みに対応するフレームで要求信号を発生します。このタイミングを図 19.6 に示します。

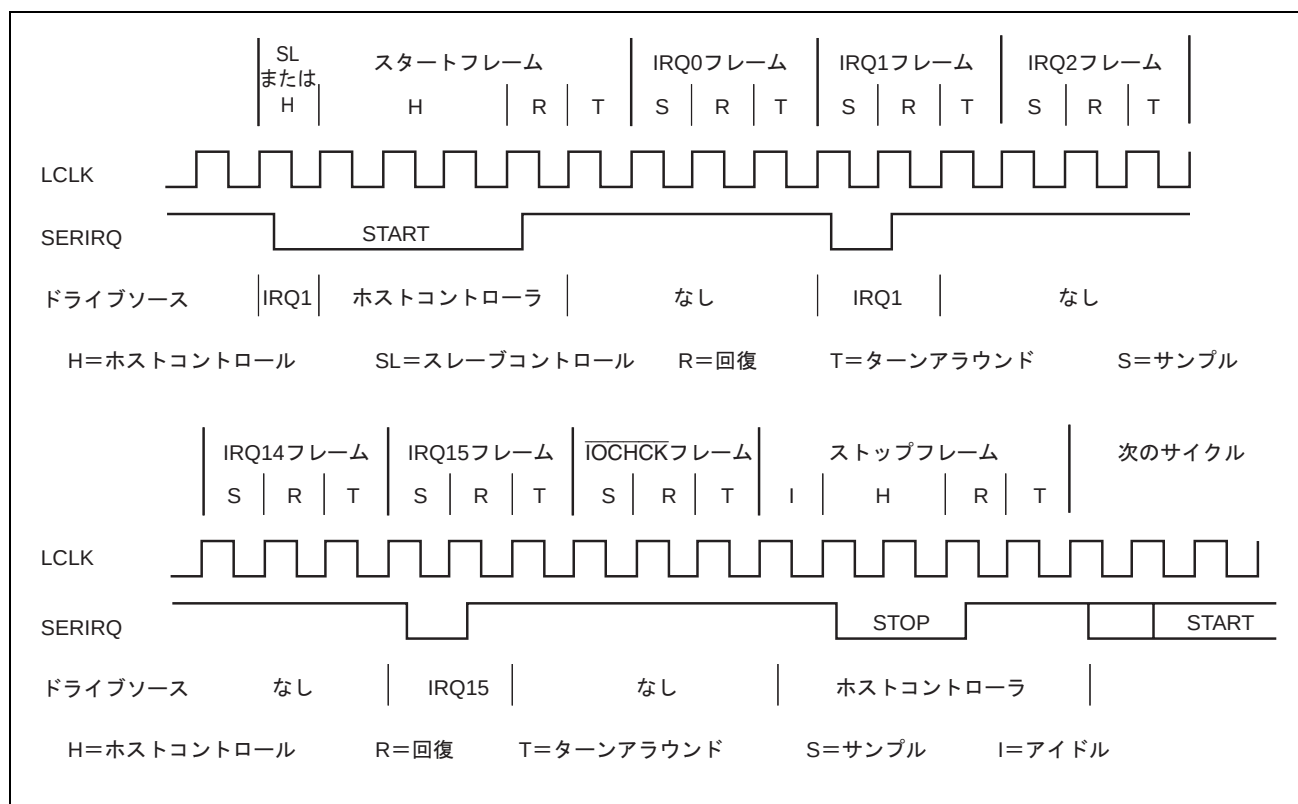


図 19.6 SERIRQ タイミング

シリアル割り込み転送サイクルのフレームの配列は次の通りです。各フレームのステート数のうち 2 ステートは、フレームの終わりに SERIRQ 信号を 1 レベルに戻すリカバーステートと、SERIRQ 信号をドライブしないターンアラウンドステートです。リカバーステートは、直前のステートをドライブしていたホストまたはスレーブがドライブする必要があります。

表 19.8 シリアル割り込み転送サイクルのフレームの配列

フレーム カウント	シリアル割り込み転送サイクル			備 考
	内 容	駆動元	ステート数	
0	スタート	スレーブ ホスト	6	クワイエットモード時のみ、先頭ステートのスレーブ駆動可能 続く 3 ステートをホストが 0 駆動
1	IRQ0	スレーブ	3	
2	IRQ1	スレーブ	3	LPC チャンネル 1、SCIF で駆動可能
3	SMI	スレーブ	3	LPC チャンネル 2、3、4、SCIF で駆動可能
4	IRQ3	スレーブ	3	SCIF で駆動可能
5	IRQ4	スレーブ	3	SCIF で駆動可能
6	IRQ5	スレーブ	3	SCIF で駆動可能
7	IRQ6	スレーブ	3	LPC チャンネル 2、3、4、SCIF で駆動可能
8	IRQ7	スレーブ	3	SCIF で駆動可能
9	IRQ8	スレーブ	3	SCIF で駆動可能
10	IRQ9	スレーブ	3	LPC チャンネル 2、3、4、SCIF で駆動可能
11	IRQ10	スレーブ	3	LPC チャンネル 2、3、4、SCIF で駆動可能
12	IRQ11	スレーブ	3	LPC チャンネル 2、3、4、SCIF で駆動可能
13	IRQ12	スレーブ	3	LPC チャンネル 1、SCIF で駆動可能
14	IRQ13	スレーブ	3	SCIF で駆動可能
15	IRQ14	スレーブ	3	SCIF で駆動可能
16	IRQ15	スレーブ	3	SCIF で駆動可能
17	IOCHCK	スレーブ	3	
18	ストップ	ホスト	不定	先頭に 1 ステート以上のアイドルステート その後ホストが 2 または 3 ステート 0 駆動 2 ステート：次はクワイエットモード 3 ステート：次はコンティニューアスモード

シリアル割り込みには、コンティニユアスモードとクワイエットモードがあり、次の転送サイクルがいずれのモードで起動されるかは、ひとつ前に終了したシリアル割り込み転送サイクルの停止フレームで選択されています。

コンティニユアスモードでは、ホストが定期的にホスト割り込み転送サイクルを起動します。クワイエットモードでは、ホストの他に、要求すべき割り込み要因をもつスレーブが割り込み転送サイクルを起動することができます。クワイエットモードでは、必ずしもホストが割り込み転送サイクルを起動する必要がないため、クロック (LCLK) 供給を中断して低消費電力状態に入ることが可能です。このときスレーブが割り込み要求を転送するためには、事前にクロックの再起動をホストに要求する必要があります。詳細は「19.4.6 LPC インタフェースのクロック起動要求」を参照してください。

19.4.6 LPC インタフェースのクロック起動要求

$\overline{\text{CLKRUN}}$ 端子により、ホストにクロック (LCLK) の再起動を要求することができます。LPC のデータ転送およびコンティニユアスモードの SERIRQ では、転送サイクルはホストにより起動されるため、クロックの再起動を要求することはありません。クワイエットモードの SERIRQ では、ホスト割り込み要求が発生すると $\overline{\text{CLKRUN}}$ 信号を駆動し、ホストにクロック (LCLK) の再起動を要求します。このタイミングを図 19.7 に示します。

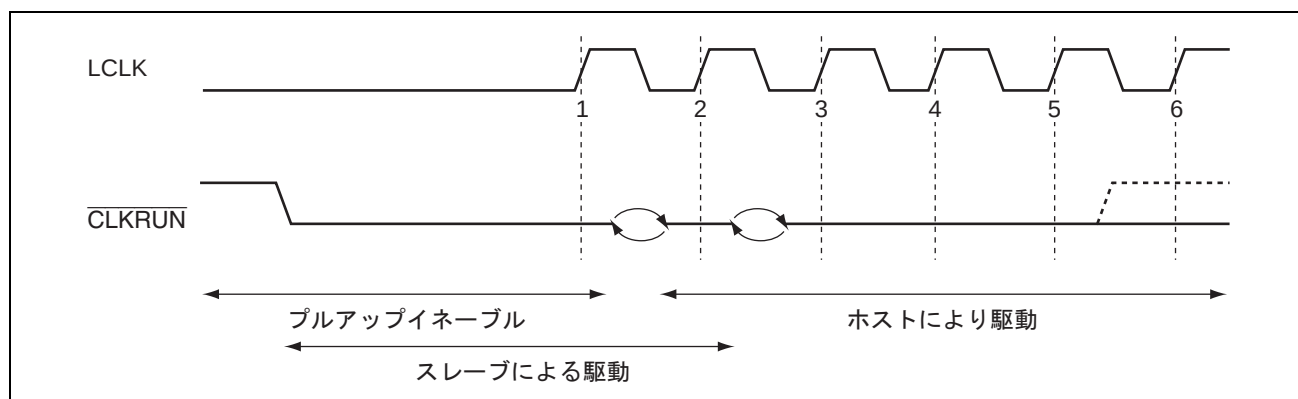


図 19.7 クロック起動要求タイミング

クワイエットモードの SERIRQ 以外の場合でクロックの再起動が必要な場合は、 $\overline{\text{PME}}$ 信号等を用いた別プロトコルによる対応が必要です。

19.4.7 LPC インタフェースから SCIF 制御

HICR5 の SCIFE ビットを 1 にセットすると、LPC ホストは SCIF と通信することができます。モジュール SCIF のレジスタ SCIFCR を除いて、LPC インタフェースは SCIF のレジスタにアクセス可能となります。詳細受信動作は「第 15 章 FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)」を参照してください。

19.5 割り込み要因

19.5.1 IBFI1、IBFI2、IBFI3、IBFI4、OBEI、ERRI

LPC インタフェースはスレーブ（本 LSI）に対して IBFI1、IBFI2、IBFI3、IBFI4、OBEI、ERRI の 6 つの割り込み要求があります。IBFI1、IBFI2、IBFI3、IBFI4 はそれぞれ入力データレジスタ IDR1、IDR2、IDR3、IDR4 および TWR についての受信完了割り込みです。ERRI は、LPC リセット、LPC シャットダウン、転送サイクルのアボートなど、特別な状態が発生したことを示す割り込みです。OBEI は、アウトプットバッファエンプティ割り込みです。割り込み要求は対応するイネーブルビットをセットすることにより許可されます。

表 19.9 受信完了割り込みおよびエラー割り込み

割り込み	説 明
IBFI1	IBFIE1 が 1 にセットされ、IDR1 が受信完了になったとき
IBFI2	IBFIE2 が 1 にセットされ、IDR2 が受信完了になったとき
IBFI3	IBFIE3 が 1 にセットされ、IDR3 が受信完了になったときまたは、TWRE と IBFIE3 が 1 にセットされ、TWR15 まで受信完了になったとき
IBFI4	IBFIE4 が 1 にセットされ、IDR4 が受信完了になったとき
OBEI	OBEIE が 1 にセットされ、OBEI が 1 にセットされたとき
ERRI	ERRIE が 1 にセットされ、LRST、SDWN、ABRT のいずれかが 1 にセットされたとき

19.5.2 SMI、HIRQ1、HIRQ3、HIRQ4、HIRQ5、HIRQ6、HIRQ7、HIRQ8、HIRQ9、HIRQ10、HIRQ11、HIRQ12、HIRQ13、HIRQ14、HIRQ15

LPC インタフェースは、SERIRQ により 15 種類のホスト割り込みを要求することができます。HIRQ1 と HIRQ12 は LPC チャネル 1、SCIF で要求できます、SMI、HIRQ6、HIRQ9、HIRQ10 および HIRQ11 は LPC チャネル 2、チャネル 3、チャネル 4 および SCIF のどちらからでも要求できます、HIRQ3、HIRQ4、HIRQ5、HIRQ7、HIRQ8、HIRQ13、HIRQ14 および HIRQ15 は SCIF 専用です。

LPC チャネルを使用する時、ホスト割り込み要求のクリアにはふたつの方法があります。

SIRQCR の IEDIR ビットが 0 にクリアされている場合は、ホスト割り込み要因と LPC チャネルは、すべてホスト割り込み要求イネーブルビットで関連付けられています。対応する LPC チャネルの ODR または TWR15 がホストにリードされることにより OBF フラグが 0 にクリアされると、対応するホスト割り込みイネーブルビットが自動的に 0 にクリアされ、ホスト割り込み要求がクリアされます。

SIRQCR の IEDIR ビットが 1 にセットされていると、ホスト割り込み要求は、ホスト割り込みイネーブルビットのみによって要求されます。また、OBF がクリアされても、ホスト割り込みイネーブルビットはクリアされません。したがって、SMIE1、SMIE2、SMIE3A、SMIE3B と SMIE4、IRQ6En、IRQ9En、IRQ10En、IRQ11En は、それぞれ機能上の違いはなくなります。ホスト割り込み要求をクリアするには、ホスト割り込みイネーブルビットをクリアする必要があります。（n=2～4）

SCIF チャネルを使用する時、SCIF のレジスタ FMSR のビット DDCCD がクリアされると、ホスト割り込み要求がクリアされます。

19. LPC インタフェース (LPC)

表 19.10 に、LPC チャネルを使用する時、これらのビットのセットとクリアの方法を示します。表 19.11 に、SCIF チャネルを使用する時、これらのビットのセットとクリアの方法を示します。また、図 19.8 に処理フローを示します。

表 19.10 LPC チャネルを使用する場合の HIRQ のセット／クリア

ホスト割り込み	セット条件	クリア条件
HIRQ1	内部 CPU が、ODR1 にライトした後、IRQ1E1 ビットの 0 リード後、1 をライト	IRQ1E1 ビットに内部 CPU から 0 ライト、または ODR1 をホストリード
HIRQ12	内部 CPU が、ODR1 にライトした後、IRQ12E1 ビットの 0 リード後、1 をライト	IRQ12E1 ビットに内部 CPU から 0 ライト、ODR1 をホストリード
SMI (IEDIR2=0 または IEDIR3=0 または IEDIR4=0)	内部 CPU が、 ODR2 にライトした後、SMIE2 ビットの 0 リード後、1 をライト ODR3 にライトした後、SMIE3A ビットの 0 リード後、1 をライト TWR15 にライトした後、SMIE3B ビットの 0 リード後、1 をライト ODR4 にライトした後、SMIE4 ビットの 0 リード後、1 をライト	SMIE2 ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR2 をホストリード SMIE3A ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR3 をホストリード SMIE3B ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または TWR15 をホストリード SMIE4 ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR4 をホストリード
SMI (IEDIR2=1 または IEDIR3=1 または IEDIR4=1)	内部 CPU が、 SMIE2 ビットの 0 リード後、1 をライト SMIE3A ビットの 0 リード後、1 をライト SMIE3B ビットの 0 リード後、1 をライト SMIE4 ビットの 0 リード後、1 をライト	SMIE2 ビットに内部 CPU から 0 ライト SMIE3A ビットに内部 CPU から 0 ライト SMIE3B ビットに内部 CPU から 0 ライト SMIE4 ビットに内部 CPU から 0 ライト
HIRQi (i=6、9、10、11) (IEDIR2=0 または IEDIR3=0 または IEDIR4=0)	内部 CPU が、 ODR2 にライトした後、IRQiE2 ビットの 0 リード後、1 をライト ODR3 にライトした後、IRQiE3 ビットの 0 リード後、1 をライト ODR4 にライトした後、IRQiE4 ビットの 0 リード後、1 をライト	IRQiE2 ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR2 をホストリード IRQiE3 ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR3 をホストリード IRQiE4 ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR4 をホストリード
HIRQi (i=6、9、10、11) (IEDIR2=1 または IEDIR3=1 または IEDIR4=1)	内部 CPU が、 IRQiE2 ビットの 0 リード後、1 をライト IRQiE3 ビットの 0 リード後、1 をライト IRQiE4 ビットの 0 リード後、1 をライト	IRQiE2 ビットに内部 CPU から 0 ライト IRQiE3 ビットに内部 CPU から 0 ライト IRQiE4 ビットに内部 CPU から 0 ライト

表 19.11 SCIF チャンネルを使用する場合の HIRQ のセット／クリア

ホスト割り込み	セット条件	クリア条件
HIRQ _i (i=1~15)	内部 CPU が SIRQCR4 で SCIF の該当 SERIRQ ホスト割り込み要求を設定（詳細設定は、レジスタ SIRQCR4 を参照してください）。 SCIF 入力信号 $\overline{DCD}$ 変化を検出	FMSR をリード、レジスタ FMSR のビット DDCD をクリア

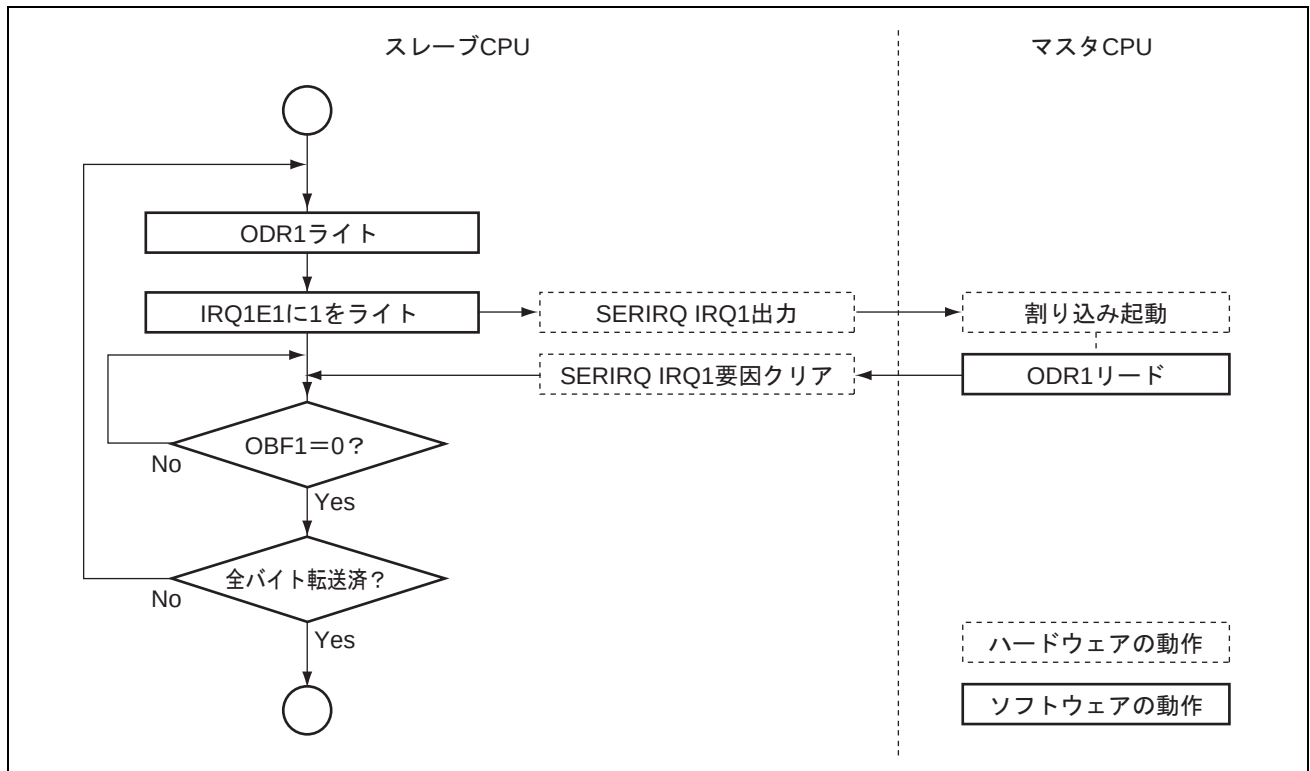


図 19.8 HIRQ の処理フロー（チャンネル 1 の例）

19.6 使用上の注意事項

19.6.1 データアクセスの競合

LPC インタフェースはホストとスレーブ（本 LSI）からの非同期データのバッファリングを提供しています。データアクセスの競合を防ぐためには、STR 中のフラグを利用したインタフェースのプロトコルが必要です。

たとえば、ホストとスレーブ（本 LSI）が同時に IDR や ODR をアクセスしようとする、正しいデータが得られません。同時アクセスを防ぐためには、IBF や OBF を利用して、書き込みの終わったデータのみをアクセスする必要があります。

双方向レジスタ（TWR）では、IDR や ODR と異なり、転送の方向が固定されていません。これを解決するために、STR 中に MWMF と SWMF があります。TWR0 にライトした後、TWR1~TWR15 の書き込み権を得られたのを MWMF と SWMF を利用して確認する必要があります。

19. LPC インタフェース (LPC)

LADR3 と IDR3、ODR3、STR3、TWR0MW、TWR0SW、TWR1～TWR15 レジスタのホストアドレス例を表 19.12 に示します。

表 19.12 ホストアドレス

レジスタ	LADR3=H'A24F の場合のホストアドレス	LADR3=H'3FD0 の場合のホストアドレス
IDR3	H'A24A と H'A24E	H'3FD0 と H'3FD4
ODR3	H'A24A	H'3FD0
STR3	H'A24E	H'3FD4
TWR0MW	H'A250	H'3FC0
TWR0SW	H'A250	H'3FC0
TWR1	H'A251	H'3FC1
TWR2	H'A252	H'3FC2
TWR3	H'A253	H'3FC3
TWR4	H'A254	H'3FC4
TWR5	H'A255	H'3FC5
TWR6	H'A256	H'3FC6
TWR7	H'A257	H'3FC7
TWR8	H'A258	H'3FC8
TWR9	H'A259	H'3FC9
TWR10	H'A25A	H'3FCA
TWR11	H'A25B	H'3FCB
TWR12	H'A25C	H'3FCC
TWR13	H'A25D	H'3FCD
TWR14	H'A25E	H'3FCE
TWR15	H'A25F	H'3FCF

20. A/D 変換器

本 LSI は、逐次比較方式の 10 ビットの A/D 変換器を 1 ユニット（ユニット 0）内蔵しており、最大 12 チャンネルのアナログ入力を選択することができます。ユニット 0 のブロック図を図 20.1 に示します。

20.1 特長

- 分解能：10ビット
- 入力チャンネル：12チャンネル
- 変換サイクル：40サイクル（A/D変換用クロック）
- 動作モード：2種類
 - シングルモード：1チャンネルのA/D変換
 - スキャンモード：1～4チャンネルの連続A/D変換または1～8チャンネルの連続A/D変換
- A/D変換用クロックを設定可能（ ϕ 、 $\phi/2$ 、 $\phi/4$ 、 $\phi/8$ ）
- データレジスタ：8本
 - A/D変換結果は各チャンネルに対応した16ビットデータレジスタに保持
- サンプル&ホールド機能付き
- A/D変換開始方法：3種類
 - ソフトウェア
 - 16ビットタイマパルスユニット（TPU）または8ビットタイマ（TMR）による変換開始トリガ
- 割り込み要因
 - A/D変換終了割り込み要求（ADI）を発生

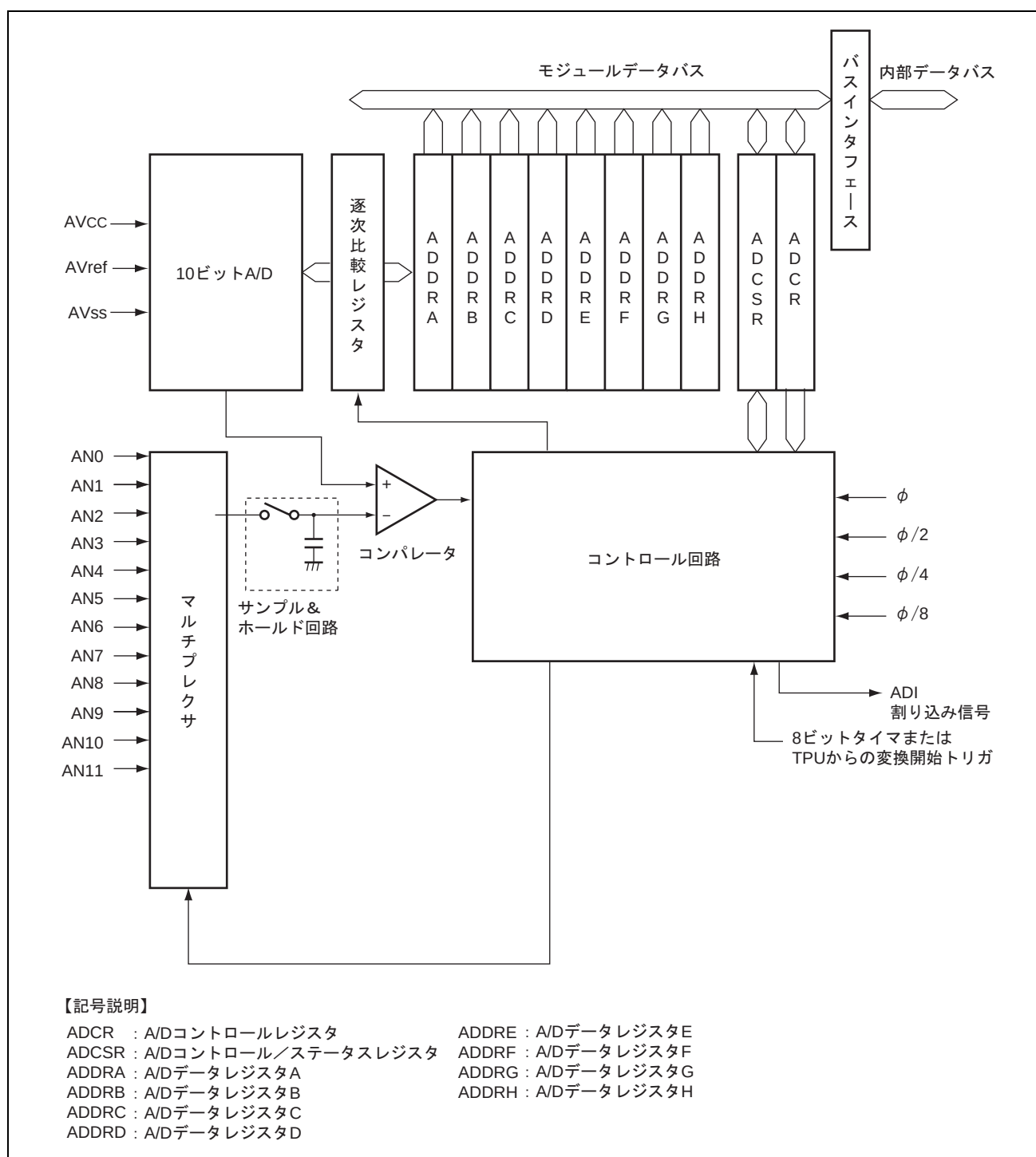


図 20.1 A/D 変換器のブロック図

20.2 入出力端子

A/D 変換器で使用する入力端子を表 20.1 に示します。

AVCC、AVSS 端子は、A/D 変換器内部のアナログ部の電源です。AVref 端子は、A/D 変換基準電圧端子です。

12 本のアナログ入力端子は 2 チャンネルセットに分類されておりアナログ入力端子 0～7 (AN0～AN7) がチャンネルセット 0、アナログ入力端子 8～11 (AN8～AN11) がチャンネルセット 1 になっています。

表 20.1 端子構成

端子名	記号	入出力	機 能
アナログ電源端子	AVcc	入力	アナログ部の電源端子
アナロググランド端子	AVss	入力	アナログ部のグランド端子
リファレンス電圧端子	AVref	入力	A/D 変換器の基準電圧端子
アナログ入力端子 0	AN0	入力	チャンネルセット 0 のアナログ入力
アナログ入力端子 1	AN1	入力	
アナログ入力端子 2	AN2	入力	
アナログ入力端子 3	AN3	入力	
アナログ入力端子 4	AN4	入力	
アナログ入力端子 5	AN5	入力	
アナログ入力端子 6	AN6	入力	
アナログ入力端子 7	AN7	入力	
アナログ入力端子 8	AN8	入力	チャンネルセット 1 のアナログ入力
アナログ入力端子 9	AN9	入力	
アナログ入力端子 10	AN10	入力	
アナログ入力端子 11	AN11	入力	

20.3 レジスタの説明

A/D 変換器には以下のレジスタがあります。

表 20.2 レジスタ構成

レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
A/D データレジスタ A	ADDRA	R	H'0000	H'FC00	16
A/D データレジスタ B	ADDRB	R	H'0000	H'FC02	16
A/D データレジスタ C	ADDRC	R	H'0000	H'FC04	16
A/D データレジスタ D	ADDRD	R	H'0000	H'FC06	16
A/D データレジスタ E	ADDRE	R	H'0000	H'FC08	16
A/D データレジスタ F	ADDRF	R	H'0000	H'FC0A	16
A/D データレジスタ G	ADDRG	R	H'0000	H'FC0C	16
A/D データレジスタ H	ADDRH	R	H'0000	H'FC0E	16
A/D コントロール/ステータスレジスタ	ADCSR	R/W	H'00	H'FC10	8
A/D コントロールレジスタ	ADCR	R/W	H'00	H'FC11	8

20.3.1 A/D データレジスタ A～H (ADDRA～ADDRH)

ADDR は、A/D 変換された結果を格納するための 16 ビットのリード専用レジスタで、ADDRA～ADDRH の 8 本があります。各アナログ入力チャネルの変換結果が格納される ADDR は表 20.3 のとおりです。

10 ビットの変換データは ADDR のビット 15 からビット 6 に格納されます。下位 6 ビットはリードすると常に 0 がリードされます。

CPU 間のデータバスは 16 ビット幅です。常に CPU から直接リードできます。ADDR をアクセスする場合 16 ビット単位でアクセスしてください。8 ビット単位でのアクセスは禁止です。

表 20.3 アナログ入力チャネルと ADDR の対応

アナログ入力チャネル		変換結果が格納される A/D データレジスタ
チャネルセット 0 (CH3=0)	チャネルセット 1 (CH3=1)	
AN0	AN8	ADDRA
AN1	AN9	ADDRB
AN2	AN10	ADDRC
AN3	AN11	ADDRD
AN4	—	ADDRE
AN5	—	ADDRF
AN6	—	ADDRG
AN7	—	ADDRH

20.3.2 A/D コントロール／ステータスレジスタ (ADCSR)

ADCSR は A/D 変換動作を制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	ADF	0	R/(W)*	A/D エンドフラグ A/D 変換の終了を示すステータスフラグです。 [セット条件] ・ シングルモードで A/D 変換が終了したとき ・ スキャンモードで選択されたすべてのチャンネルの A/D 変換が終了したとき [クリア条件] ・ 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
6	ADIE	0	R/W	A/D インタラプトイネーブル 1 にセットすると ADF による ADI 割り込みがイネーブルになります。
5	ADST	0	R/W	A/D スタート 0 にクリアすると A/D 変換を中止し、待機状態になります。ソフトウェア、TPU、TMR の変換開始トリガによって 1 にセットし A/D 変換を開始します。A/D 変換中は 1 を保持します。シングルモードでは選択したチャンネルの A/D 変換が終了すると自動的にクリアされます。スキャンモードではリセット、ソフトウェアによってクリアされるまで選択されたチャンネルを順次連続変換します。
4	—	0	—	リザーブビット リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

20. A/D 変換器

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
3	CH3	0	R/W	チャンネルセレクト 3～0 ADCRS の SCANE ビット、SCANS ビットとともに、アナログ入力を選択します。 入力チャンネルの設定は変換停止中 (ADST=0) に行ってください。 SCANE=0、SCANE=1、SCANE=1、 SCANS=x のとき SCANS=0 のとき SCANS=1 のとき 0000 : AN0 0000 : AN0 0000 : AN0 0001 : AN1 0001 : AN0、AN1 0001 : AN0、AN1 0010 : AN2 0010 : AN0～AN2 0010 : AN0～AN2 0011 : AN3 0011 : AN0～AN3 0011 : AN0～AN3 0100 : AN4 0100 : AN4 0100 : AN0～AN4 0101 : AN5 0101 : AN4、AN5 0101 : AN0～AN5 0110 : AN6 0110 : AN4～AN6 0110 : AN0～AN6 0111 : AN7 0111 : AN4～AN7 0111 : AN0～AN7 1000 : AN8 1000 : AN8 1000 : AN8 1001 : AN9 1001 : AN8、AN9 1001 : AN8、AN9 1010 : AN10 1010 : AN8～AN10 1010 : AN8～AN10 1011 : AN11 1011 : AN8～AN11 1011 : AN8～AN11 11xx : 設定禁止 11xx : 設定禁止 11xx : 設定禁止
2	CH2	0	R/W	
1	CH1	0	R/W	
0	CH0	0	R/W	

【記号説明】 x : Don't care

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

20.3.3 A/D コントロールレジスタ (ADCR)

ADCR は外部トリガによる A/D 変換開始をイネーブルにします。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7 6	TRGS1 TRGS0	0 0	R/W R/W	タイマトリガセレクト 1、0 トリガ信号による A/D 変換開始をイネーブルにします。 00：外部トリガによる A/D 変換開始を禁止 01：TPU からの変換トリガによる A/D 変換開始 10：TMR からの変換トリガによる A/D 変換開始 11：設定禁止
5 4	SCANE SCANS	0 0	R/W R/W	スキャンモード A/D 変換の動作モードを選択します。 0x：シングルモード 10：スキャンモード。1～4 チャンネルの連続 A/D 変換 11：スキャンモード。1～8 チャンネルの連続 A/D 変換
3 2	CKS1 CKS0	0 0	R/W R/W	クロックセレクト 1、0 A/D 変換時に使用するクロック (ADCLK) を選択します。* 本ビットの設定は ADCSR の ADST ビットが 0 のときに行い、その後変換モードの設定を行うようにしてください。 00： ϕ 01： $\phi/2$ 10： $\phi/4$ 11： $\phi/8$
1	ADSTCLR	0	R/W	A/D スタートクリア スキャンモード時に ADST ビットの自動クリアの設定をします。 0：スキャンモードの時、ADST ビットの自動的なクリアを禁止 1：スキャンモードの時、選択された全てのチャンネルの A/D 変換が終了すると自動的にクリアされます。
0	—	0	R	リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

【記号説明】 x：Don't care

【注】 * ADCLK $\leq$ 10MHz とするよう設定してください。

20.4 動作説明

A/D 変換器は逐次比較方式で分解機能は 10 ビットです。動作モードにはシングルモードとスキャンモードがあります。最初に A/D 変換に使用するクロックの設定を行ってください。動作モードやアナログ入力チャネルの切り替えは、誤動作を避けるため ADCSR の ADST ビットが 0 の状態で行ってください。動作モードやアナログ入力チャネルの変更と ADST ビットのセットは同時に行うことができます。

20.4.1 シングルモード

シングルモードは、指定された 1 チャネルのアナログ入力を以下のように 1 回 A/D 変換します。

1. ソフトウェア、TMRまたはTPUによってADCSRのADSTビットが1にセットされると、選択されたチャネルのA/D変換を開始します。
2. A/D変換が終了すると、A/D変換結果がそのチャネルに対応するA/Dデータレジスタに転送されます。
3. A/D変換終了後、ADCSRのADFビットが1にセットされます。このとき、ADIEビットが1にセットされていると、ADI割り込み要求が発生します。
4. ADSTビットはA/D変換中は1を保持し、変換が終了すると自動的にクリアされてA/D変換器は待機状態になります。A/D変換中にADSTビットを0にクリアすると変換を中止し、A/D変換器は待機状態になります。

20.4.2 スキャンモード

スキャンモードは指定された最大 4 チャネルまたは最大 8 チャネルのアナログ入力を以下のように順次連続して A/D 変換します。

1. ソフトウェア、TPUまたはTMRによってADCSRのADSTビットが1にセットされると、選択されたチャネルセットの第1チャネルからA/D変換を開始します。
2. 最大4チャネルの連続A/D変換（SCANE=1、SCANS=0）または最大8チャネルの連続A/D変換（SCANE=1、SCANS=1）を選択できます。4チャネルの連続A/D変換の場合は、CH3=0、CH2=0のときAN0、CH3=0、CH2=1のときAN4、CH3=1、CH2=0のときAN8からA/D変換を開始します。8チャネル連続A/D変換の場合は、CH3=0、CH2=0のときAN0からA/D変換を開始します。
3. それぞれのチャネルのA/D変換が終了するとA/D変換結果は順次そのチャネルに対応するA/Dデータレジスタに転送されます。
4. 選択されたすべてのチャネルのA/D変換が終了するとADCSRのADFビットが1にセットされます。このときADIEビットが1にセットされていると、ADI割り込み要求が発生します。A/D変換器は再びチャネルセットの第一チャネルからA/D変換を開始します。
5. ADSTビットは自動的にクリアされず、1にセットされている間は2.～3.を繰り返します。ADSTビットを0にクリアするとA/D変換を中止し、A/D変換器は待機状態になります。その後、ADSTビットを1にセットすると再び第1チャネルからA/D変換を開始します。
6. ADCRのADSTCLRビットが1にセットされている場合、ADSTビットは選択されたすべてのチャネルのA/D変換が終了すると自動的にクリアされ、A/D変換を中止し、A/D変換器は待機状態になります。

20.4.3 入力サンプリングと A/D 変換時間

A/D 変換器には、サンプル&ホールド回路が内蔵されています。A/D 変換器は、ADCSR の ADST ビットが 1 にセットされてから A/D 変換開始遅延時間 (t_D) 時間経過後、入力のサンプリングを行い、その後変換を開始します。A/D 変換のタイミングを図 20.2 に示します。また、A/D 変換時間を表 20.4 に示します。

A/D 変換時間 (t_{CONV}) は、図 20.2 に示すように、 t_D と入力サンプリング時間 (t_{SPL}) を含めた時間となります。ここで t_D は、ADCSR へのライトタイミングにより決まり、一定値とはなりません。そのため、変換時間は表 20.4 に示す範囲で変化します。

スキャンモードの変換時間は、表 20.4 に示す値が 1 回目の変換時間となります。2 回目以降の変換時間は表 20.5 に示す値となります。いずれの場合も、変換時間は A/D 変換特性に示す範囲となるように ADCR の CKS1、CKS0 ビットを設定してください。

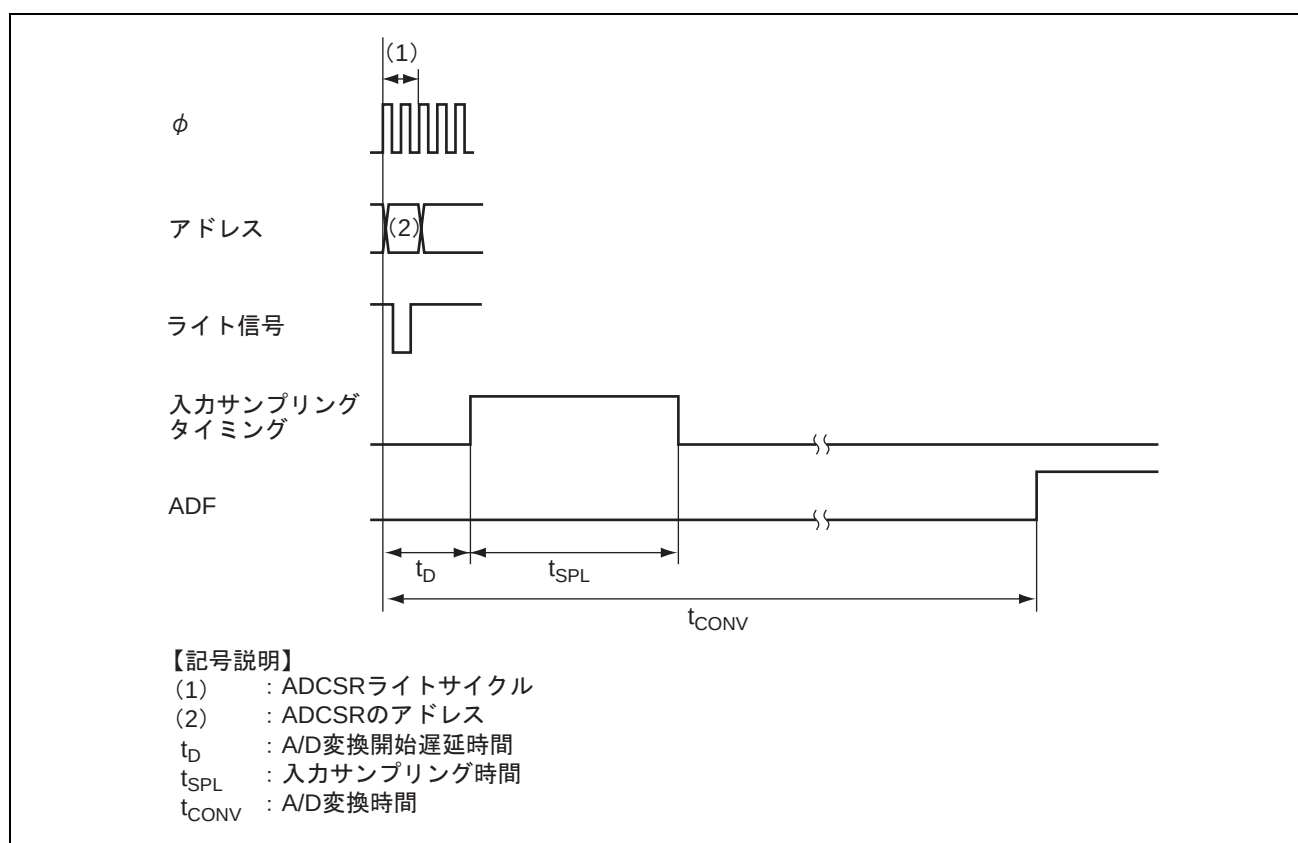


図 20.2 A/D 変換タイミング

表 20.4 A/D 変換時間（シングルモード）

項目	記号	CKS1=0						CKS1=1					
		CKS0=0			CKS0=1			CKS0=0			CKS0=1		
		min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max
A/D 変換開始遅延時間	t_D	(4)	—	(5)	(6)	—	(9)	(10)	—	(17)	(18)	—	(33)
入力サンプリング時間	t_{SPL}	—	15	—	—	30	—	—	60	—	—	120	—
A/D 変換時間	t_{CONV}	44	—	45	8x	—	8x	16x	—	16x	32x	—	32x

【注】 表中の数値の単位はステートです。

表 20.5 A/D 変換時間（スキャンモード）

CKS1	CKS0	変換時間（ステート）
0	0	40（固定）
0	1	80（固定）
1	0	160（固定）
1	1	320（固定）

20.5 割り込み要因

A/D 変換器は、A/D 変換が終了すると、A/D 変換終了割り込み（ADI）を発生します。ADI 割り込み要求は、A/D 変換終了後 ADCSR の ADF が 1 にセットされ、このとき ADIE ビットが 1 にセットされるとイネーブルになります。

表 20.6 A/D 変換器の割り込み要因

名 称	割り込み要因	割り込みフラグ
ADI	A/D 変換終了	ADF

20.6 A/D 変換精度の定義

本 LSI の A/D 変換精度の定義は以下のとおりです。

- 分解能

A/D変換器のデジタル出力コード数

- 量子化誤差

A/D変換器が本質的に有する偏差であり、1/2 LSBで与えられる（図20.3）

- オフセット誤差

デジタル出力が最小電圧値B'0000000000（H'000）からB'0000000001（H'001）に変化するときのアナログ入力電圧値の理想A/D変換特性からの偏差（図20.4）

- フルスケール誤差

デジタル出力がB'1111111110（H'3FE）からB'1111111111（H'3FF）に変化するときのアナログ入力電圧値の理想A/D変換特性からの偏差（図20.4）

- 非直線性誤差

ゼロ電圧からフルスケール電圧までの間の理想A/D変換特性からの誤差。ただし、オフセット誤差、フルスケール誤差、量子化誤差を含まない（図20.4）。

- 絶対精度

デジタル値とアナログ入力値との偏差。オフセット誤差、フルスケール誤差、量子化誤差および非直線誤差を含む。

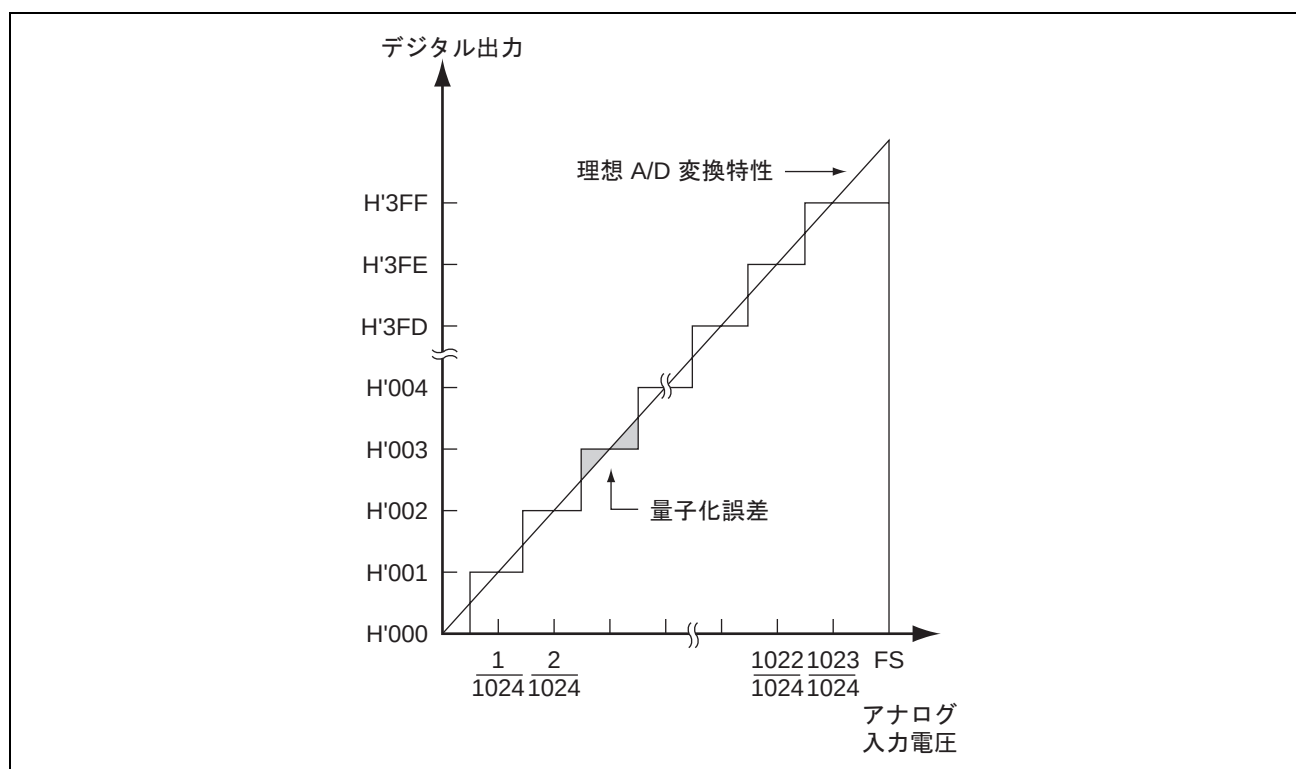


図 20.3 A/D 変換精度の定義

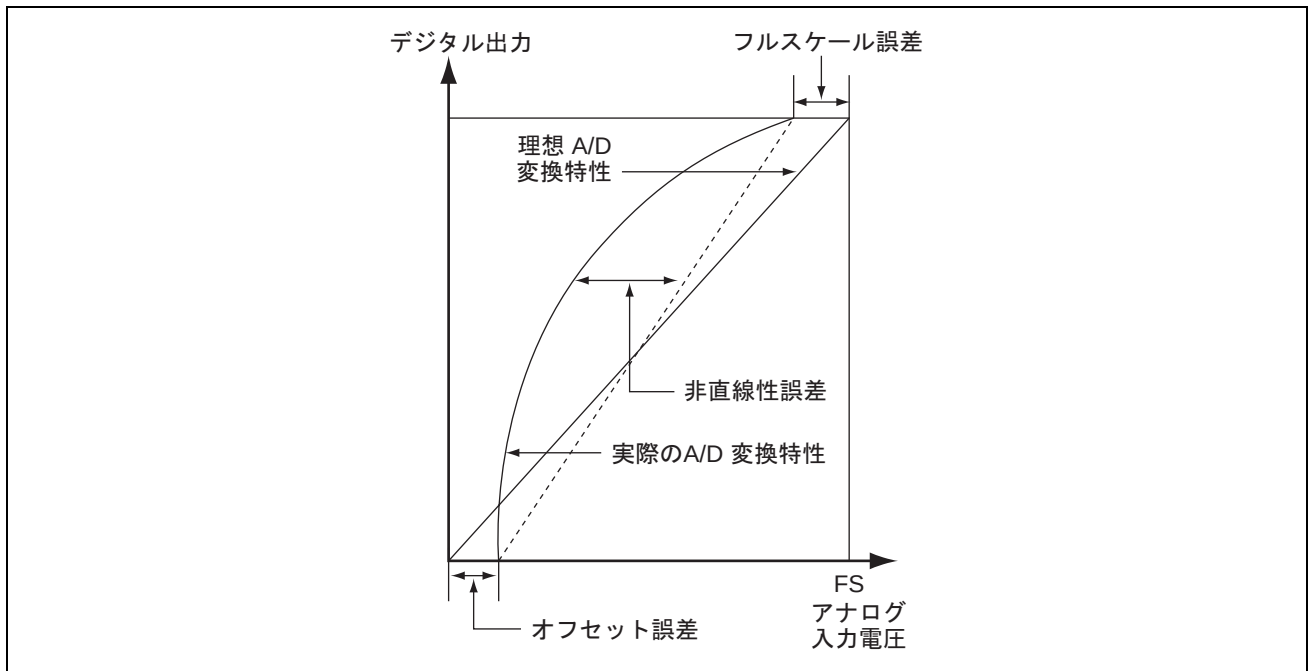


図 20.4 A/D 変換精度の定義

20.7 使用上の注意事項

20.7.1 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、A/D 変換器の動作禁止／許可を設定することが可能です。初期値では、A/D 変換器の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「第 24 章 低消費電力状態」を参照してください。

20.7.2 許容信号源インピーダンスについて

本 LSI のアナログ入力は、信号源インピーダンスが $5k\Omega$ 以下の入力信号に対し、変換精度が保証される設計となっています。これは A/D 変換器のサンプル&ホールド回路の入力容量をサンプリング時間内に充電するための規格で、センサの出力インピーダンスが $5k\Omega$ を超える場合は、充電不足が生じて、A/D 変換精度が保証できなくなります。シングルモードで変換を行うときに外部に大容量を設けている場合は、入力の負荷は実質的に内部入力抵抗の $10k\Omega$ だけになりますので、信号源インピーダンスは不問となります。ただし、ローパスフィルタとなりますので、微分係数の大きなアナログ信号（たとえば $5mV/\mu s$ 以上）には追従できないことがあります（図 20.5）。高速のアナログ信号を変換する場合や、スキャンモードで変換を行う場合には、低インピーダンスのバッファを入れてください。

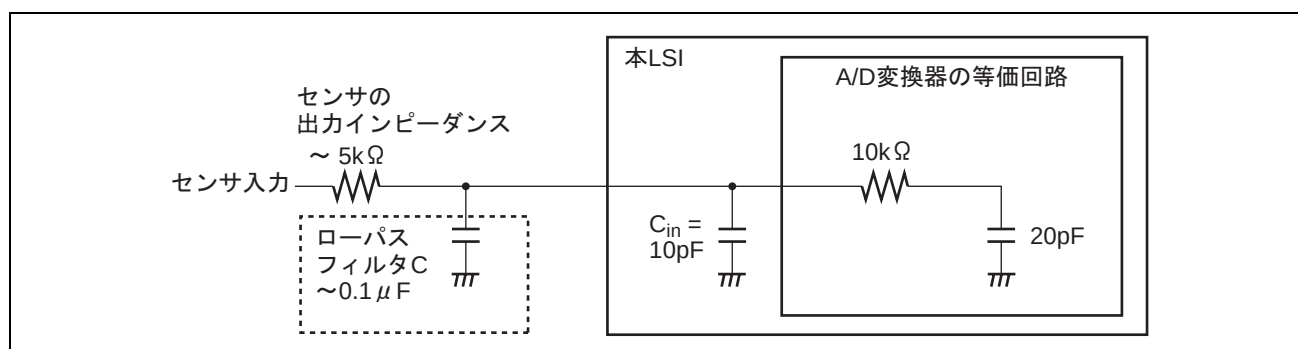


図 20.5 アナログ入力回路の例

20.7.3 絶対精度への影響

容量を付加することにより、GND とのカップリングを受けることになります。GND にノイズがあると絶対精度が悪化する可能性がありますので、必ず AV_{ss} 等の電氣的に安定な GND に接続してください。

またフィルタ回路が実装基板上でデジタル信号と交渉したり、アンテナとならないように注意してください。

20.7.4 アナログ電源端子他の設定範囲

以下に示す電圧の設定範囲を超えて LSI を使用した場合、LSI の信頼性に悪影響を及ぼすことがあります。

- アナログ入力電圧の設定範囲

A/D変換中、アナログ入力端子（AN0～AN11）に印加する電圧は $AV_{SS} \leq AN_n \leq AV_{ref}$ の範囲としてください（ $n=0 \sim 11$ ）。

- AV_{CC} 、 AV_{SS} と V_{CC} 、 V_{SS} の関係

AV_{CC} 、 AV_{SS} と V_{CC} 、 V_{SS} との関係は $AV_{CC} = V_{CC} \pm 0.3V$ かつ $AV_{SS} = V_{SS}$ としてください。A/D変換器を使用しない場合、 $AV_{CC} = V_{CC}$ 、 $AV_{SS} = V_{SS}$ としてください。

- AV_{ref} の設定範囲

AV_{ref} 端子によるリファレンス電圧の設定範囲は、 $AV_{ref} \leq AV_{CC}$ にしてください。

20.7.5 ボード設計上の注意事項

ボード設計時には、デジタル回路とアナログ回路をできるだけ分離してください。また、デジタル回路の信号線とアナログ回路の信号配線を交差させたり、近接させないでください。誘導によりアナログ回路が誤動作し、A/D 変換値に悪影響を及ぼします。アナログ入力端子（AN0～AN11）、アナログ基準電源（ AV_{ref} ）、アナログ電源電圧（ AV_{CC} ）は、アナロググランド（ AV_{SS} ）で、デジタル回路と分離してください。さらに、アナロググランド（ AV_{SS} ）は、ボード上の安定したグランド（ V_{SS} ）に一点接続してください。

20.7.6 ノイズ対策上の注意事項

過大なサージなど異常電圧によるアナログ入力端子（AN0～AN11）の破壊を防ぐために、 図 20.6 に示すように AV_{CC} — AV_{SS} 間に保護回路を接続してください。 AV_{CC} に接続するバイパスコンデンサ、AN0～AN11 に接続するフィルタ用のコンデンサは、必ず AV_{SS} に接続してください。

なお、フィルタ用のコンデンサを接続すると、AN0～AN11 の入力電流が平均化されるため、誤差を生じることがあります。また、スキャンモードなどで A/D 変換を頻繁に行う場合、A/D 変換器内部のサンプル&ホールド回路の容量に充放電される電流が入力インピーダンス（ R_{in} ）を経由して入力される電流を上回ると、アナログ入力端子の電圧に誤差を生じます。したがって、回路定数は充分ご検討の上決定してください。

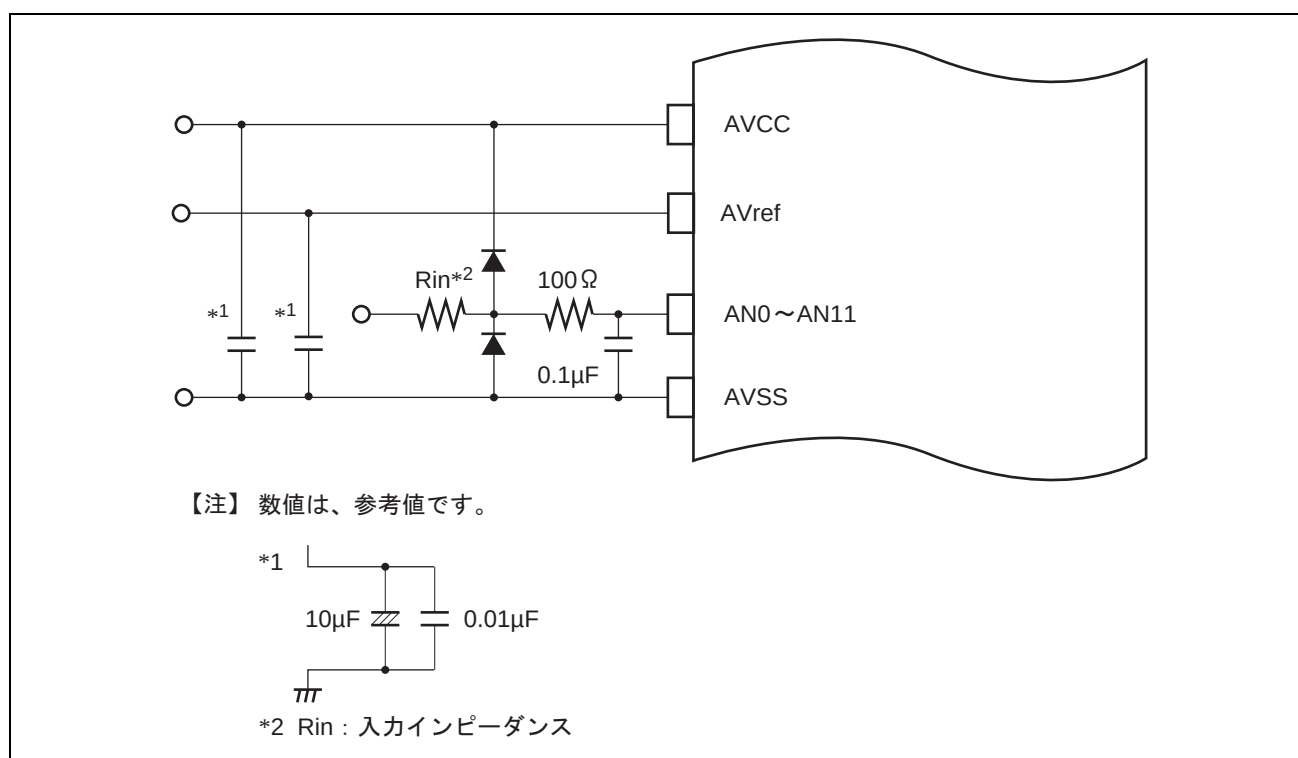


図 20.6 アナログ入力保護回路の例

表 20.7 アナログ端子の規格

項 目	min.	max.	単位
アナログ入力容量	—	20	pF
許容信号源インピーダンス	—	5	kΩ

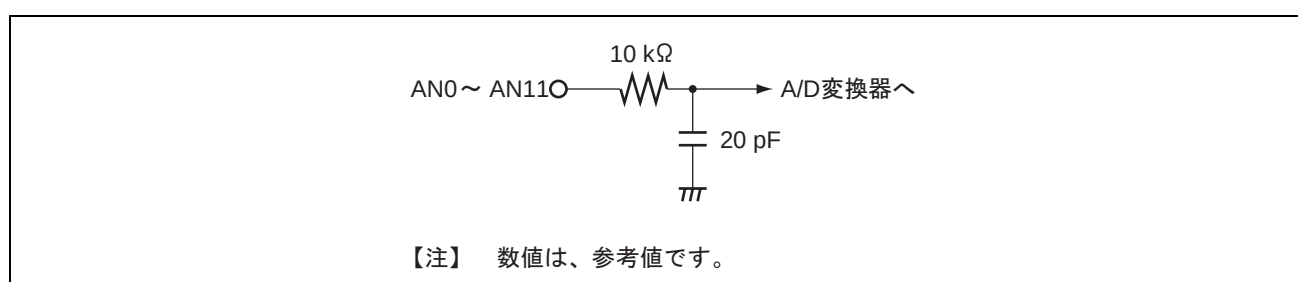


図 20.7 アナログ入力端子等価回路

20.7.7 モジュールストップモードの設定

A/D 変換を許可した状態で本 LSI がソフトウェアスタンバイモードになると A/D 変換は保持され、アナログ電源電流は A/D 変換中と同等になります。ソフトウェアスタンバイモードでアナログ電源電流を低減する必要がある場合は、ADST、TRGS1、TRGS0 ビットをすべて 0 にクリアして A/D 変換を禁止してください。

21. RAM

本 LSI は 4K バイトの高速スタティック RAM を内蔵しています。RAM は、CPU と 16 ビット幅のデータバスで接続されており、バイトデータ、ワードデータにかかわらず、1 ステートでアクセスできます。

RAM は、システムコントロールレジスタ (SYSCR) の RAM イネーブルビットにより有効または無効の制御が可能です。SYSCR については「3.2.2 システムコントロールレジスタ (SYSCR)」を参照してください。

22. フラッシュメモリ

フラッシュメモリの特長を以下に示します。フラッシュメモリのブロック図を図 22.1 に示します。

22.1 特長

- 容量

製品区分		ROM 容量	ROM アドレス
H8S/2112	R4F2112	96K バイト	H'0000000~H'017FFF

- LSI起動モードに合わせた2種類のフラッシュメモリマット

内蔵しているフラッシュメモリには、同一アドレス空間に配置される2種類のメモリ空間（以下メモリマットと呼びます）があり、起動時のモード設定により、どちらかのメモリマットから起動するかを選択できます。

また、起動後もバンク切り替え方式でマットを切り替えることも可能です。

ユーザモードでパワーオンリセット時に起動するユーザメモリマット：96Kバイト

ユーザブートモードでパワーオンリセット時に起動するユーザブートメモリマット：8Kバイト

- 内蔵プログラムのダウンロードによる書き込み／消去インタフェース

書き込み／消去プログラムを内蔵しています。このプログラムを内蔵RAMにダウンロードすると、パラメータの設定で書き込み／消去が可能です。

- 書き込み／消去時間

書き込み時間：128バイト同時書き込み1ms（typ）、1バイトあたり換算7.8μs

消去時間：1ブロック（32Kバイト）あたり300ms（typ）

- 書き換え回数

100回（min.回数）まで書き換え可能です（保証は1～100回）。

- 3種類のオンボードプログラミングモード

ブートモード：内蔵SCL_1を使用して、ユーザマットの書き込み／消去ができます。

ブートモードでは、ホストと本LSI間のビットレートを自動で合わせることができます。

ユーザプログラムモード：任意のインタフェースでユーザマットの書き込み／消去ができます。

ユーザブートモード：任意のインタフェースのユーザブートプログラム作成が可能で、ユーザマットの書き換えが可能です。

- オフボードプログラミングモード

ライターモード：PROMライターを使用して、ユーザマットの書き込み／消去ができます。

- 書き込み／消去プロテクト

ハードウェアプロテクト、ソフトウェアプロテクト、エラープロテクトによりフラッシュメモリの書き込み／消去に対するプロテクトを設定できます。

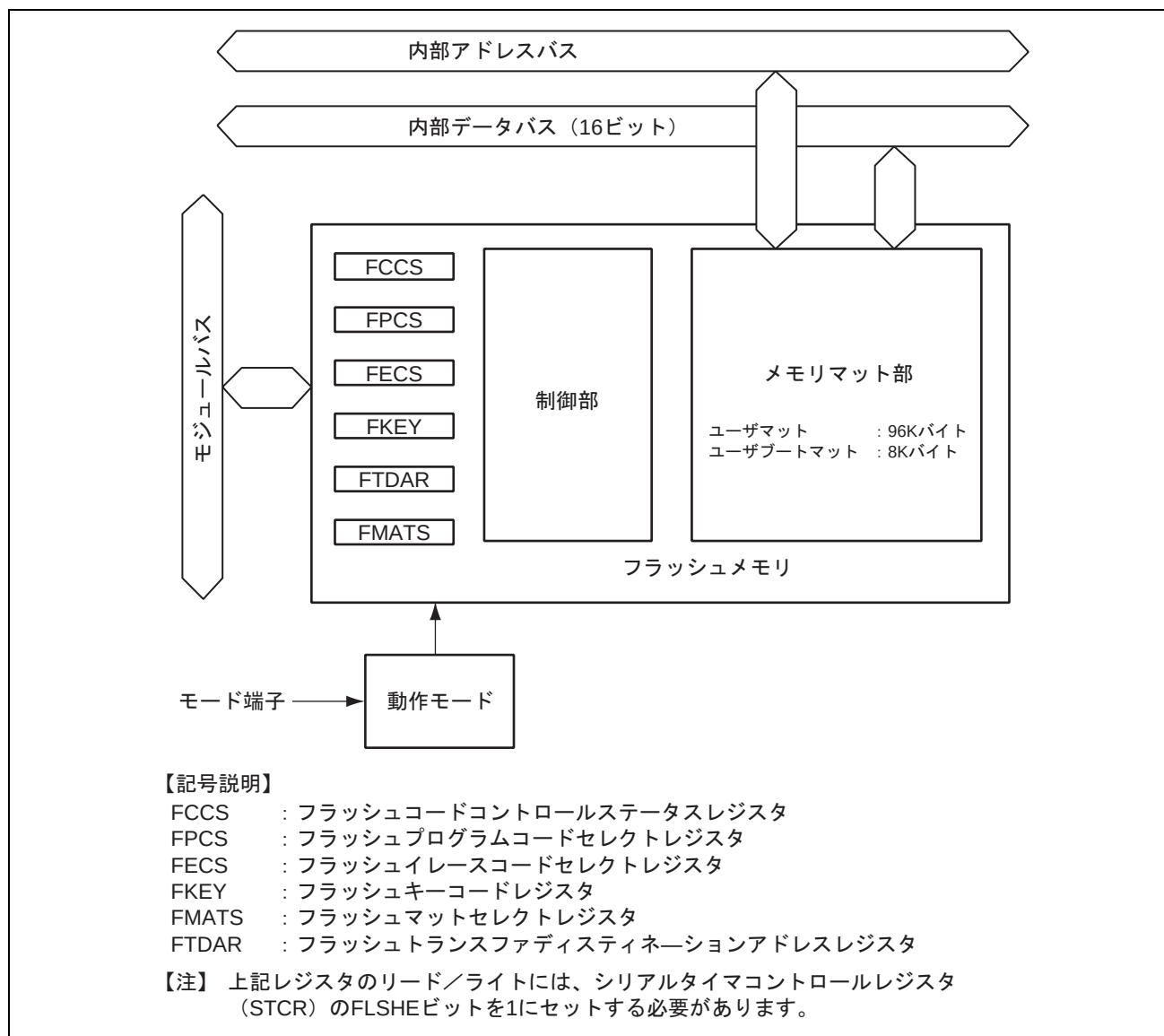


図 22.1 フラッシュメモリのブロック図

22.2 モード遷移図

リセット状態でモード端子を設定しリセットスタートすると、本 LSI は図 22.2 に示すような動作モードへ遷移します。ユーザモードではフラッシュメモリの読み出しはできますが、書き込み／消去はできません。フラッシュメモリの書き込み／消去を行えるモードとして、ブートモード、ユーザプログラムモード、ユーザブートモード、およびライターモードがあります。表 22.1 にブートモード、ユーザプログラムモード、ユーザブートモード、ライターモードの相違点を示します。

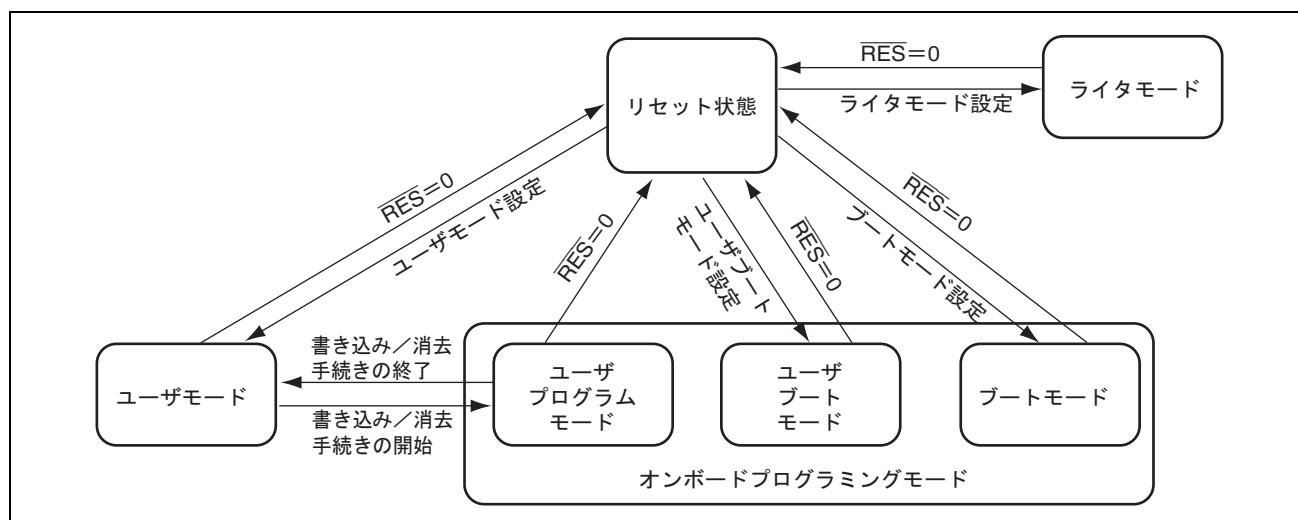


図 22.2 フラッシュメモリに関する状態遷移

表 22.1 ブートモード、ユーザプログラムモード、ライターモードの相違点

	ブートモード	ユーザプログラムモード	ユーザブートモード	ライターモード
書き込み／消去環境	オンボード			PROM ライタ
書き込み／消去可能マツ	ユーザマツ ユーザブートマツ	ユーザマツ	ユーザマツ	ユーザマツ ユーザブートマツ
全面消去	○（自動）	○	○	○（自動）
ブロック分割消去	○*1	○	○	×
書き込みデータ転送	ホストから SCI 経由	任意のデバイス経由	任意のデバイス経由	ライター経由
リセット起動マツ	組み込みプログラム格納マツ	ユーザマツ	ユーザブートマツ*2	—
ユーザモードへの遷移	モード設定変更 & リセット	FLSHE ビット設定変更	モード設定変更 & リセット	—

【注】 *1 いったん、全面消去が行われます。その後、特定ブロックの消去を行うことができます。

*2 いったん組み込みプログラム格納マツから起動し、フラッシュ関連レジスタのチェックが実行された後、ユーザブートマツのリセットベクタから起動します。

22. フラッシュメモリ

- ユーザブートマットの書き込み／消去は、ブートモードとライターモードでのみ可能です。
- ブートモードでは、いったんユーザマットとユーザブートマットが全面消去されます。その後、コマンド方式でユーザマットまたはユーザブートマットの書き込みができますが、この状態になるまではマット内容の読み出しはできません。ユーザブートマットだけ書き込んでユーザマットの書き換えはユーザブートモードで実施する、あるいは、ユーザブートモードは使用しないためユーザマットだけ書き換えるなどの使い方が可能です。
- ユーザブートモードでは、ユーザプログラムモードと異なるモード端子設定で、任意のインタフェースのブート動作を実現できます。

22.3 フラッシュメモリマット構成

本 LSI のフラッシュメモリは、96K バイトのユーザマットと 8K バイトのユーザブートマットから構成されています。

ユーザマットとユーザブートマットは先頭アドレスが同じアドレスに割り当てられていますので、2つのマット間でプログラム実行またはデータアクセスがまたがる場合は、FMATS によるマット切り替えが必要です。

ユーザマット／ユーザブートマットの読み出しはどのモードでも可能ですが、ユーザブートマットの書き換えはブートモードとライターモードでのみ可能です。

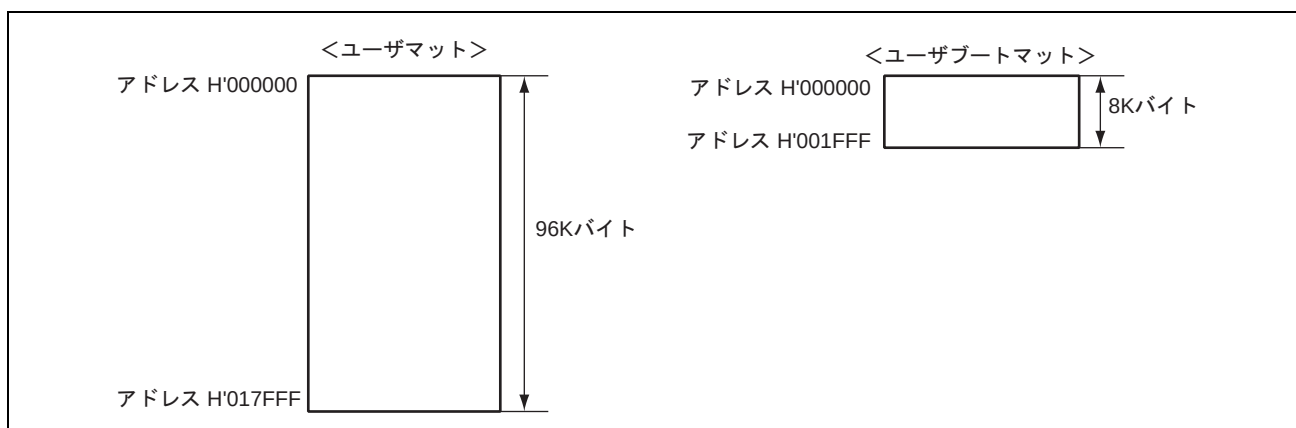


図 22.3 フラッシュメモリ構成図

ユーザマットとユーザブートマットはメモリサイズが異なります。8K バイト空間以上のユーザブートマットにアクセスしないようにしてください。8K バイト空間以上のユーザブートマットを読み出した場合、不定値が読み出されます。

22.4 ブロック構成

図 22.4 に 96K バイトのブロック構成を示します。太線枠は消去ブロックを表します。細罫線は書き込みの単位を表し、枠内の数値はアドレスを示します。96K バイトのユーザマツトは、32K バイト（2 ブロック）、4K バイト（8 ブロック）に、分割されていて、消去はこのブロック単位で行います。書き込みは下位アドレスが H'00 または H'80 で始まる 128 バイト単位で行います。

EB0 4Kバイト	H'000000	H'000001	H'000002	←書き込み単位 128バイト→	H'00007F
	H'000F80	H'000F81	H'000F82	— — — — — — — — — —	H'000FFF
EB1 4Kバイト	H'001000	H'001001	H'001002	←書き込み単位 128バイト→	H'00107F
	H'001F80	H'001F81	H'001F82	— — — — — — — — — —	H'001FFF
EB2 4Kバイト	H'002000	H'002001	H'002002	←書き込み単位 128バイト→	H'00207F
	H'002F80	H'002F81	H'002F82	— — — — — — — — — —	H'002FFF
EB3 4Kバイト	H'003000	H'003001	H'003002	←書き込み単位 128バイト→	H'00307F
	H'003F80	H'003F81	H'003F82	— — — — — — — — — —	H'003FFF
EB4 4Kバイト	H'004000	H'004001	H'004002	←書き込み単位 128バイト→	H'00407F
	H'004F80	H'004F81	H'004F82	— — — — — — — — — —	H'004FFF
EB5 4Kバイト	H'005000	H'005001	H'005002	←書き込み単位 128バイト→	H'00507F
	H'005F80	H'005F81	H'005F82	— — — — — — — — — —	H'005FFF
EB6 4Kバイト	H'006000	H'006001	H'006002	←書き込み単位 128バイト→	H'00607F
	H'006F80	H'006F81	H'006F82	— — — — — — — — — —	H'006FFF
EB7 4Kバイト	H'007000	H'007001	H'007002	←書き込み単位 128バイト→	H'00707F
	H'007F80	H'007F81	H'007F82	— — — — — — — — — —	H'007FFF
EB8 32Kバイト	H'008000	H'008001	H'008002	←書き込み単位 128バイト→	H'00807F
	H'00FF80	H'00FF81	H'00FF82	— — — — — — — — — —	H'00FFFF
EB9 32Kバイト	H'010000	H'010001	H'010002	←書き込み単位 128バイト→	H'01007F
	H'017F80	H'017F81	H'017F82	— — — — — — — — — —	H'017FFF

図 22.4 ユーザマツトのブロック構成

22.5 書き込み／消去インタフェース

フラッシュメモリの書き込み／消去は、内蔵されている書き込み／消去プログラムを内蔵 RAM にダウンロードし、書き込み／消去インタフェースレジスタおよび書き込み／消去インタフェースパラメータで、書き込み先の先頭アドレス、書き込みデータ、および消去ブロック番号を指定して行います。

ユーザプログラムモード／ユーザブートモードでは、これらの一連の手続きプログラムは、ユーザ側で用意していただきます。図 22.5 に手続きプログラムの作成手順を示します。詳細は「22.8.2 ユーザプログラムモード」、「22.8.3 ユーザブートモード」を参照してください。

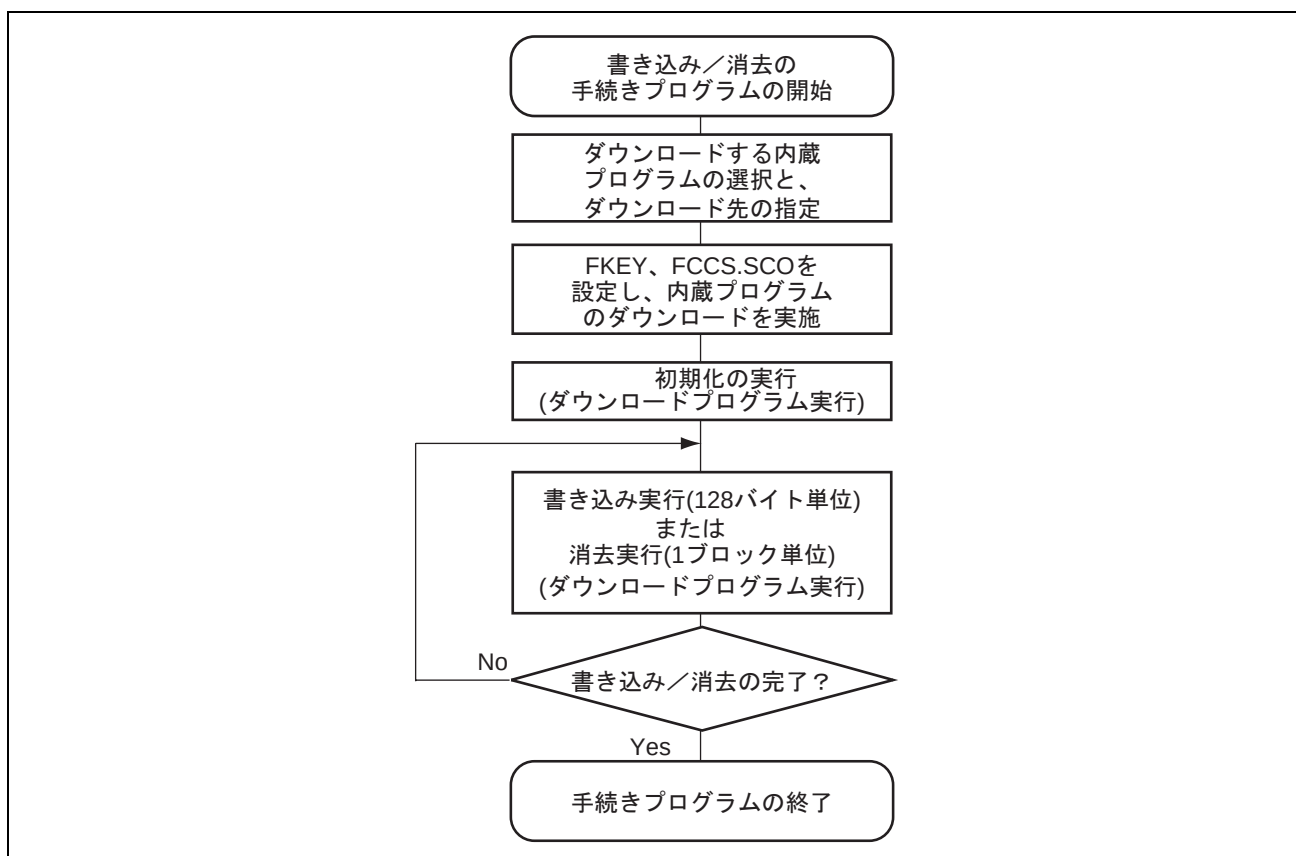


図 22.5 手続きプログラムの作成手順

(1) ダウンロードする内蔵プログラムの選択

本 LSI には、書き込み／消去プログラムが内蔵されており、内蔵 RAM へのダウンロードが可能です。ダウンロードする内蔵プログラムの選択は、書き込み／消去インタフェースレジスタで行います。また、ダウンロードする内蔵 RAM 上の先頭アドレスは、フラッシュトランスファデスティネーションアドレスレジスタ (FTDAR) で指定します。

(2) 内蔵プログラムのダウンロード

内蔵プログラムのダウンロードは、フラッシュキーレジスタ (FKEY) と、フラッシュコードコントロールステータスレジスタ (FCCS) の SCO ビットの設定により自動的行われます。ダウンロード中はメモリマップが組み込みプログラム格納領域と入れ替わります。また、書き込み／消去中はメモリマップの読み出しはできないため、ユーザ手続きプログラムはフラッシュメモリ以外 (内蔵 RAM など) で実行してください。ダウンロードの結果は、書き込み／消去インタフェースパラメータに戻されます。このパラメータで正常にダウンロードできたかを確認できます。

(3) 書き込み／消去の初期化

書き込み／消去を行うためには決められた時間幅のパルス印加が必要で、ウェイトループを CPU 命令で構成する方法で規定のパルス幅を作成しています。そのため書き込み／消去前に CPU の動作周波数を設定する必要があります。CPU の動作周波数の設定は、書き込み／消去インタフェースパラメータで行います。

(4) 書き込み／消去の実行

書き込みは書き込み先の先頭アドレス、書き込みデータの指定を 128 バイト単位で行います。消去は消去ブロック番号の指定を消去ブロック単位で行います。書き込み先の先頭アドレス、書き込みデータ、消去ブロック番号の指定は書き込み／消去インタフェースパラメータで行い、内蔵プログラムを起動します。内蔵プログラムは、内蔵 RAM 上の特定アドレスを JSR 命令または BSR 命令でサブルーチンコールすることで実行します。実行結果は、書き込み／消去インタフェースパラメータに戻されます。

フラッシュメモリへの書き込みは、事前に対象領域のデータを消去してください。また、書き込み／消去中は、割り込み要求が発生しないようにしてください。

(5) 引き続き書き込み／消去を実行する場合

128 バイトの書き込み、1 ブロックの消去で書き込み／消去が終了しない場合は、書き込み先の先頭アドレス、書き込みデータ、消去ブロック番号を更新して引き続き書き込み／消去を行うことができます。ダウンロードした内蔵プログラムは書き込み／消去終了後も内蔵 RAM 上に残っていますので、引き続き書き込み／消去を実行する場合は内蔵プログラムのダウンロードと初期化の必要はありません。

22. フラッシュメモリ

22.6 入出力端子

フラッシュメモリは、表 22.2 に示す入出力端子により制御されます。

表 22.2 端子構成

端子名	入出力	機 能
RES	入力	リセット
MD2、MD1	入力	本 LSI の動作モードを設定
TxD1	出力	シリアル送信データ出力（ブートモードで使用）
RxD1	入力	シリアル受信データ入力（ブートモードで使用）

22.7 レジスタの説明

フラッシュメモリには以下のレジスタ／パラメータがあります。

表 22.3 レジスタ構成

レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
フラッシュコードコントロールステータスレジスタ	FCCS	R/W*	H'80	H'FEA8	8
フラッシュプログラムコードセレクトレジスタ	FPCS	R/W	H'00	H'FEA9	8
フラッシュイレースコードセレクトレジスタ	FECS	R/W	H'00	H'FEAA	8
フラッシュキーコードレジスタ	FKEY	R/W	H'00	H'FEAC	8
フラッシュマットセレクトレジスタ	FMATS	R/W	H'00	H'FEAD	8
フラッシュトランスファデスティネーション アドレスレジスタ	FTDAR	R/W	H'00	H'FEAE	8

【注】 * SCO ビット以外はリード専用です。SCO ビットはライト専用です（リードは常に 0）

表 22.4 パラメータ構成

レジスタ名	略称	R/W	初期値	割り当て	データバス幅
ダウンロードパスフェイルリザルトパラメータ	DPFR	R/W	不定	内蔵 RAM*	8、16、32
フラッシュパス／フェイルパラメータ	FPFR	R/W	不定	CPU の R0L	8、16、32
フラッシュプログラム／イレース周波数パラメータ	FPEFEQ	R/W	不定	CPU の ER0	8、16、32
フラッシュマルチパーパスアドレスエリアパラメータ	FMPAR	R/W	不定	CPU の ER1	8、16、32
フラッシュマルチパーパスデータデスティネーション パラメータ	FMPDR	R/W	不定	CPU の ER0	8、16、32
フラッシュイレースブロックセレクトパラメータ	FEBS	R/W	不定	CPU の ER0	8、16、32

【注】 * FTDAR で指定した内蔵 RAM 上の先頭アドレスの 1 バイト

フラッシュメモリのアクセスには、いくつかの動作モードがあります。また、ユーザマットに動作モード、レジスタ、パラメータが割り当てられています。動作モードと使用レジスタ／パラメータの対応を表 22.5 に示します。

表 22.5 使用レジスタ／パラメータと対象モード

レジスタ／パラメータ		ダウンロード	初期化	書き込み	消去	読み出し
書き込み／ 消去インタ フェース レジスタ	FCCS	○	—	—	—	—
	FPCS	○	—	—	—	—
	FECS	○	—	—	—	—
	FKEY	○	—	○	○	—
	FMATS	—	—	○* ¹	○* ¹	○* ²
	FTDAR	○	—	—	—	—
書き込み／ 消去インタ フェース パラメータ	DPFR	○	—	—	—	—
	FPFR	—	○	○	○	—
	FPEFEQ	—	○	—	—	—
	FMPAR	—	—	○	—	—
	FMPDR	—	—	○	—	—
	FEBS	—	—	—	○	—

【注】 *1 ユーザブートモードでの、ユーザマットへの書き込み／消去時に設定が必要です。

*2 起動モードと読み出し対象マットの組み合わせで設定が必要な場合があります。

22. フラッシュメモリ

22.7.1 書き込み／消去インタフェースレジスタ

書き込み／消去インタフェースレジスタは、8 ビットのレジスタでバイトアクセスのみ可能です。これらのレジスタは、パワーオンリセットで初期化されます。

(1) フラッシュコードコントロールステータスレジスタ (FCCS)

FCCS は、フラッシュメモリの書き込み／消去中のエラー発生の実モニタ、および内蔵 RAM に内蔵プログラムのダウンロードを要求します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	1	R	リザーブビット
6	—	0	R	これらのビットはリードのみ有効で、ライトは無効です。
5	—	0	R	
4	FLER	0	R	フラッシュメモリエラー フラッシュメモリへの書き込み／消去中にエラーが発生したことを示します。このビットが 1 にセットされると、フラッシュメモリはエラープロテクト状態に移移します。なお、このビットが 1 にセットされるとフラッシュメモリ内部に高電圧が印加されるので、フラッシュメモリへのダメージを低減するために 100 μs 以上のリセット入力期間 (RES=0 の期間) の後にリセットリリースしてください。 0：フラッシュメモリは正常に動作 (エラープロテクトは無効) [クリア条件] ・パワーオンリセットのとき 1：フラッシュメモリへの書き込み／消去中にエラーが発生 (エラープロテクトは有効) [セット条件] ・書き込み／消去中に NMI などの割り込み要求が発生したとき ・書き込み／消去中にフラッシュメモリを読み出したとき (ベクタリードおよび命令フェッチを含む) ・書き込み／消去中に SLEEP 命令を実行したとき (ソフトウェアスタンバイを含む)
3～1	—	すべて 0	R	リザーブビット これらのビットはリードのみ有効で、ライトは無効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
0	SCO	0	(R)/W*	ソースプログラムコピーオペレーション 内蔵 RAM に書き込み／消去プログラムのダウンロードを要求するビットです。このビットを 1 にセットすると、FPCS、FECS で選択したプログラムを FTDAR で指定した内蔵 RAM 領域にダウンロードします。 このビットを 1 にセットするには、FKEY=H'A5、および SCO ビットの設定が内蔵 RAM 上で実行されていることが必要です。このビットを 1 にセットした直後は、FCCS のダミーリードを必ず 2 回実行してください。また、ダウンロード中は、すべての割り込み要求が発生しないようにしてください。ダウンロードが終了すると、このビットは 0 にクリアされます。 このビットによるプログラムのダウンロードは、プログラム格納領域のバンク切り替えを伴う特殊な処理を行います。 0：書き込み／消去プログラムのダウンロードを要求しない [クリア条件] - ダウンロードが終了したとき 1：書き込み／消去プログラムのダウンロードを要求する [セット条件]（以下の条件をすべて満足しているとき） - FKEY に H'A5 が書き込まれているとき - FCCS の SCO ビットの設定を内蔵 RAM 上で実行

【注】 * ライトのみ可能です。リードすると常に 0 が読み出されます。

(2) フラッシュプログラムコードセレクトレジスタ (FPCS)

FPCS は、ダウンロードする書き込みプログラムを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～1	—	すべて 0	R	リザーブビット これらのビットはリードのみ有効で、ライトは無効です。
0	PPVS	0	R/W	プログラムバルスベリファイ ダウンロードする書き込みプログラムを選択します。 0：書き込みプログラムを選択しない [クリア条件] 転送が終了したとき 1：書き込みプログラムを選択する

22. フラッシュメモリ

(3) フラッシュイレースコードセレクトレジスタ (FECS)

FECS は、ダウンロードする消去プログラムを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～1	—	すべて 0	R	リザーブビット これらのビットはリードのみ有効で、ライトは無効です。
0	EPVB	0	R/W	イレースパルスベリファイブロック ダウンロードする消去プログラムを選択します。 0：消去プログラムを選択しない [クリア条件] ・ 転送が終了したとき 1：消去プログラムを選択する

(4) フラッシュキーコードレジスタ (FKEY)

FKEY は、内蔵プログラムのダウンロード、およびフラッシュメモリへの書き込み／消去を許可するソフトウェアプロテクトのレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	K7	0	R/W	キーコード FKEY に H'A5 を書き込むと、FCCS の SCO ビットの書き込みが有効になります。H'A5 以外の値が書き込まれている場合は、SCO ビットを 1 にセットできないため、内蔵 RAM に内蔵プログラムをダウンロードできません。 また、H'5A を書き込んだ場合のみフラッシュメモリへの書き込み／消去が可能になります。H'5A 以外の値が書き込まれている場合は、書き込み／消去プログラムを実行しても書き込み／消去できません。 H'A5：SCO ビットへの書き込みを許可 (H'A5 以外では SCO ビットを 1 にセットできません) H'5A：フラッシュメモリへの書き込み／消去を許可 (H'5A 以外ではソフトウェアプロテクト状態) H'00：初期値
6	K6	0	R/W	
5	K5	0	R/W	
4	K4	0	R/W	
3	K3	0	R/W	
2	K2	0	R/W	
1	K1	0	R/W	
0	K0	0	R/W	

(5) フラッシュマットセレクトレジスタ (FMATS)

FMATS は、ユーザマット／ユーザブートマットのどちらを選択するかを指定するレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	MS7	0/1 ^{*1}	R/W ^{*2}	マットセレクト H'AA 以外の場合はユーザマット選択状態、H'AA が書かれている状態はユーザブートマット選択状態です。FMATS に値を書き込むことによりマット切り替えが発生します。マット切り替えは、必ず「22.10 ユーザマットとユーザブートマットの切り替え」に従ってください（ユーザプログラミングモードでのユーザブートマットの書き換えは、FMATS でユーザブートマットを選択してもできません。ユーザブートマットの書き換えは、ブートモードかライターモードで実施してください）。 [書き込み可能条件] 内蔵 RAM 上での実行状態であること
6	MS6	0	R/W ^{*2}	
5	MS5	0/1 ^{*1}	R/W ^{*2}	
4	MS4	0	R/W ^{*2}	
3	MS3	0/1 ^{*1}	R/W ^{*2}	
2	MS2	0	R/W ^{*2}	
1	MS1	0/1 ^{*1}	R/W ^{*2}	
0	MS0	0	R/W ^{*2}	

【注】 *1 ユーザブートモードのときは 1 になります。それ以外のときは 0 となります。

*2 ユーザモードで起動した場合は、初期値を変更できません。ユーザモード以外で起動した場合は、1 にセットできますが、0 にクリアすることはできません。1 ライトのみ有効です。

(6) フラッシュトランスファデスティネーションアドレスレジスタ (FTDAR)

FTDAR は、内蔵プログラムをダウンロードする内蔵 RAM 上の先頭アドレスを指定します。FCCS の SCO ビットを 1 にセットする前に FTDAR の設定を行ってください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TDER	0	R/W	トランスファデスティネーションアドレス設定エラー TDA6～TDA0 ビットで設定された先頭アドレス指定にエラーがあると、このビットが 1 にセットされます。 先頭アドレス指定のエラー判定は、FCCS の SCO ビットを 1 にセットしてダウンロードが実行されたときに、TDA6～TDA0 ビットの値が H'00～H'01 の範囲にあるかを判定します。SCO ビットを 1 にセットする前に、このビットを 0 にクリアして、FTDAR の値を H'00～H'01 の範囲に設定してください。 0 : TDA6～TDA0 の設定値は正常 1 : TDER、TDA6～TDA0 の設定値が H'02～H'FF で、ダウンロードは中断
6	TDA6	0	R/W	トランスファデスティネーションアドレス ダウンロード先の内蔵 RAM の先頭アドレスを指定します。設定可能な値は H'00～H'01 で、3K バイト以内で内蔵 RAM 上の先頭アドレスを指定できます。H'FFD080～H'FFE07F は、内蔵プログラム格納領域の RAM として設定されています。 H'00 : 先頭アドレスを H'FFD080 に設定 H'01 : 先頭アドレスを H'FFD880 に設定 H'02～H'7F : 設定禁止 (H'02～H'7F の値が設定されると、TDER ビットが 1 にセットされ、内蔵プログラムのダウンロードが中断されます。)
5	TDA5	0	R/W	
4	TDA4	0	R/W	
3	TDA3	0	R/W	
2	TDA2	0	R/W	
1	TDA1	0	R/W	
0	TDA0	0	R/W	

22.7.2 書き込み／消去インタフェースパラメータ

書き込み／消去インタフェースパラメータは、ダウンロードした内蔵プログラムに対して動作周波数、書き込みデータの格納場所、書き込み先の先頭アドレス、消去ブロック番号の指定、および実行結果の受け渡しを行います。このパラメータは、CPU の汎用レジスタ（ER0、ER1）や内蔵 RAM 領域に設定します。書き込み／消去インタフェースパラメータは、パワーオンリセット、ソフトウェアスタンバイでの初期値は不定です。

内蔵プログラムのダウンロード、初期化、書き込み、消去の実行中は、R0L 以外の CPU のレジスタはスタック領域に保存されるため、実行前にスタック領域を確保してください（使用スタック領域サイズは、最大 128 バイトです）。R0L は処理結果の戻り値が書き込まれます。書き込み／消去インタフェースパラメータは、ダウンロードの制御、書き込み／消去の初期化、書き込み、消去の実行で使します。**表 22.6** に使用パラメータと対象モードを示します。フラッシュパス／フェイルパラメータ（FPFR）は、初期化、書き込み、消去の実行結果が戻されますが、実行内容によってビットの意味が異なります。

表 22.6 使用パラメータと対象モード

パラメータ	ダウンロード	初期化	書き込み	消去	R/W	初期値	割り当て
DPFR	○	—	—	—	R/W	不定	内蔵 RAM*
FPFR	—	○	○	○	R/W	不定	CPU の R0L
FPEFEQ	—	○	—	—	R/W	不定	CPU の ER0
FMPAR	—	—	○	—	R/W	不定	CPU の ER1
FMPDR	—	—	○	—	R/W	不定	CPU の ER0
FEBS	—	—	—	○	R/W	不定	CPU の ER0

【注】 * FTDAR で指定した内蔵 RAM 上の先頭アドレスの 1 バイト

(a) ダウンロードの制御

内蔵プログラムのダウンロードは、FCCS の SCO ビットを 1 にセットすると自動的に行われます。ダウンロードする内蔵 RAM 領域は、FTDAR で指定した先頭アドレスから 3K バイト分です。ダウンロードは書き込み／消去インタフェースレジスタで設定し、戻り値はダウンロードパスフェイルリザルトパラメータ (DPFR) に渡されます。

(b) 書き込み／消去の初期化

内蔵プログラムには、初期化プログラムも含まれています。書き込み／消去を行うためには決められた時間幅のパルス印加が必要で、ウェイトループを CPU 命令で構成する方法で規定のパルス幅を作成しています。そのため CPU の動作周波数を設定する必要があります。これらの設定を行うためにダウンロードした書き込み／消去プログラムのパラメータとして設定するのが初期化プログラムです。

(c) 書き込みの実行

フラッシュメモリへの書き込みは、ユーザマット上の書き込み先の先頭アドレスと書き込みデータを書き込みプログラムに渡すことが必要です。

ユーザマット上の書き込み先の先頭アドレスは、汎用レジスタ ER1 に設定してください。このパラメータをフラッシュマルチパーパスアドレスエリアパラメータ (FMPAR) と呼びます。

書き込みデータは常に 128 バイト単位です。書き込みデータが 128 バイトに満たない場合でもダミーコード (H'FF) を埋め込んで、128 バイトの書き込みデータを準備してください。ユーザマット上の書き込み先の先頭アドレスの境界は、アドレスの下位 8 ビット (A7～A0) が H'00 または H'80 のいずれかにしてください。

ユーザマットへの書き込みデータを連続領域に準備してください。書き込みデータは、CPU の MOV.B 命令でアクセス可能な連続空間で、フラッシュメモリ空間以外としてください。

ユーザマットに書き込むデータが格納されている領域の先頭アドレスを、汎用レジスタ ER0 に設定してください。このパラメータをフラッシュマルチパーパスデータデスティネーションエリアパラメータ (FMPDR) と呼びます。

書き込み手順については「22.8.2 ユーザプログラムモード」を参照してください。

(d) 消去の実行

フラッシュメモリの消去は、ユーザマット上の消去ブロック番号を消去プログラムに渡すことが必要です。

ユーザマット上の消去ブロック番号は、汎用レジスタ ER0 に設定してください。このパラメータをフラッシュイレースブロックセレクトパラメータ (FEBS) と呼びます。

消去ブロック番号は、0～9 のブロック番号から 1 ブロックを指定します。

消去手順については「22.8.2 ユーザプログラムモード」を参照してください。

22. フラッシュメモリ

(1) ダウンロードパスフェイルリザルトパラメータ (DPFR)

(FTDAR で指定した内蔵 RAM 上の先頭アドレスの 1 バイト)

ダウンロード結果の戻り値です。ダウンロード結果を DPFR の値で判断します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～3	—	—	—	未使用ビット 値 0 が戻されます。
2	SS	—	R/W	ソースセレクトエラー検出ビット ダウンロード可能なプログラムは 1 種類のみです。ダウンロードするプログラムが選択されていない場合、2 種類以上のプログラムが選択されている場合、またはマッピングされていないプログラムを選択した場合には、エラーとなります。 0：ダウンロードするプログラムの選択は正常 1：ダウンロードするプログラムの選択エラー
1	FK	—	R/W	フラッシュキーレジスタエラー検出ビット FKEY の値 (H'A5) を検出し、その結果を戻します。 0：FKEY の設定値は正常 (H'A5) 1：FKEY の設定値エラー (H'A5 以外の値)
0	SF	—	R/W	サクセス／フェイルビット ダウンロード結果を戻します。内蔵 RAM 上にダウンロードしたプログラムをリードバックし、内蔵 RAM 上に転送できたかを判定します。 0：プログラムのダウンロードは正常終了 1：プログラムのダウンロードが異常終了 (エラーの発生)

(2) フラッシュパス／フェイルパラメータ (FPFR)

(CPU の汎用レジスタ R0L)

FPFR は、書き込み／消去の初期化、書き込み、および消去の結果が戻されますが、実行内容によってビットの意味が異なります

(a) 書き込み／消去の初期化

初期化結果の戻り値です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7～2	—	—	—	未使用ビット 値 0 が戻されます。
1	FQ	—	R/W	周波数エラー検出ビット 設定された CPU の動作周波数と本 LSI がサポートしている動作周波数を比較し、その結果を戻します。 0：動作周波数の設定は正常値 1：動作周波数の設定が異常値

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
0	SF	—	R/W	サクセス／フェイルビット 初期化結果を戻します。 0：初期化は正常終了（エラーなし） 1：初期化が異常終了（エラー発生）

(b) 書き込みの実行

書き込み結果の戻り値です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	—	—	未使用ビット 値 0 が戻されます。
6	MD	—	R/W	書き込みモード関連設定エラー検出ビット エラープロテクト状態を検出し、その結果を戻します。エラープロテクト状態のとき、このビットに 1 が書き込まれます。エラープロテクト状態であるか、ないかは、FCCS の FLER ビットで確認できます。エラープロテクト状態への遷移条件については、「22.9.3 エラープロテクト」を参照してください。 0：正常に動作（FLER=0） 1：エラープロテクト状態で、書き込みできない（FLER=1）
5	EE	—	R/W	書き込み実行時エラー検出ビット ユーザマットが消去されていないために指定データを書き込めなかった場合、このビットには 1 が書き込まれます。このとき、ユーザマットは途中で書き換えられている可能性があるため、エラーになった原因を取り除いて消去からやり直してください。また、FMATS の値が H'AA となっており、ユーザブートマット選択状態のときに書き込みを実施しても、書き込み実行時エラーとなります。この場合は、ユーザマット／ユーザブートマットともに、書き換えられません。 ユーザブートマットへの書き込みはブートモードまたはライターモードで実施してください。 0：書き込みは正常終了 1：書き込みが異常終了（書き込み内容は保証できない）
4	FK	—	R/W	フラッシュキーレジスタエラー検出ビット 書き込み開始前の FKEY の値（H'5A）を検出し、その結果を戻します。 0：FKEY の設定値は正常（H'5A） 1：FKEY の設定値エラー（H'5A 以外の値）
3	—	—	—	未使用ビット 値 0 が戻されます。

22. フラッシュメモリ

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
2	WD	—	R/W	ライトデータアドレス検出ビット 書き込みデータの格納先の先頭アドレスに、フラッシュメモリ以外の領域が指定された場合はエラーになります。 0：書き込みデータの格納先の先頭アドレス設定は正常値 1：書き込みデータの格納先の先頭アドレス設定は異常値
1	WA	—	R/W	ライトアドレスエラー検出ビット 書き込み先の先頭アドレスに、次の領域が指定された場合はエラーになります。 ・フラッシュメモリ以外の領域のとき ・指定されたアドレスが 128 バイト境界でないとき (アドレスの下位 8 ビットが H'00 か H'80 以外) 0：書き込み先の先頭アドレス設定は正常値 1：書き込み先の先頭アドレス設定が異常値
0	SF	—	R/W	サクセス／フェイルビット 書き込み結果を戻します。 0：書き込みは正常終了（エラーなし） 1：書き込みが異常終了（エラー発生）

(c) 消去の実行

消去結果の戻り値です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	—	—	未使用ビット 値 0 が戻されます。
6	MD	—	R/W	消去モード関連設定エラー検出ビット エラープロテクト状態を検出し、その結果を戻します。エラープロテクト状態のとき、このビットに 1 が書き込まれます。エラープロテクト状態であるか、ないかは、FCCS の FLER ビットで確認できます。エラープロテクト状態への遷移条件については、「22.9.3 エラープロテクト」を参照してください。 0：正常に動作（FLER=0） 1：エラープロテクト状態で、消去できない（FLER=1）

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
5	EE	—	R/W	消去実行時エラー検出ビット ユーザマットの消去ができない、またはフラッシュメモリの関連レジスタの一部が書き換えられていると、このビットに 1 が戻されます。このとき、ユーザマットは途中まで消去されている可能性があるため、エラーになった原因を取り除いて消去からやり直してください。また、FMATS の値が H'AA となっており、ユーザブートマット選択状態のときに消去を実施しても、消去実行時にエラーとなります。この場合は、ユーザマット／ユーザブートマットともに、消去されてはいません。 ユーザブートマットの消去はブートモードまたはライターモードで実施してください。 0：消去は正常終了 1：消去が異常終了
4	FK	—	R/W	フラッシュキーレジスタエラー検出ビット 消去開始前の FKEY の値 (H'5A) を検出し、その結果を戻します。 0：FKEY の設定値は正常 (H'5A) 1：FKEY の設定値エラー (H'5A 以外の値)
3	EB	—	R/W	イレースブロックセレクトエラー検出ビット 指定された消去ブロック番号が、ユーザマットのブロック範囲内であるかを検出し、その結果を戻します。 0：消去ブロック番号の設定は正常値 1：消去ブロック番号の設定が異常値
2	—	—	—	未使用ビット
1	—	—	—	値 0 が戻されます。
0	SF	—	R/W	サクセス／フェイルビット 消去結果を戻します。 0：消去は正常終了（エラーなし） 1：消去が異常終了（エラー発生）

(3) フラッシュプログラム／イレース周波数パラメータ (FPEFEQ)

(CPU の汎用レジスタ ER0)

CPU の動作周波数を設定するパラメータです。本 LSI がサポートしている動作周波数範囲は 8～25MHz です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
31～16	—	—	—	未使用ビット 値 0 を設定してください。

22. フラッシュメモリ

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
15～0	F15～F0	—	R/W	周波数設定ビット CPU の動作周波数を設定します。設定値の算出は次のようにしてください。 • MHz 単位で表現した動作周波数を小数点第 3 位で四捨五入し、小数点第 2 位までとする。 • 100 倍した値を 2 進数に変換し、FPEFEQ（汎用レジスタ ER0）に書き込む。 具体例として CPU の動作周波数が 20.000MHz の場合には次のようになります。 • 20.000 の小数点第 3 位を四捨五入し、20.00。 • $20.00 \times 100 = 2000$ を 2 進数変換し、B'0000 0111 1101 0000（H'07D0）を ER0 に設定する。

(4) フラッシュマルチパースアドレスエリアパラメータ（FMPAR）

（CPU の汎用レジスタ ER1）

ユーザマット上の書き込み先の先頭アドレスを設定します。

フラッシュメモリ領域外にアドレスが指定されている場合、または書き込み先の先頭アドレスが 128 バイト境界でない場合は、エラーとなります。これらのエラーは、FPFR の WA ビットに反映されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
31～0	MOA31 ～ MOA0	—	R/W	ユーザマット上の書き込み先の先頭アドレスを設定します。ここで指定されたユーザマットの先頭アドレスから連続 128 バイトの書き込みが行われます。指定した書き込み先の先頭アドレスは 128 バイト境界となり、MOA6～MOA0 は常に 0 になります。

(5) フラッシュマルチパースデータデスティネーションパラメータ (FMPDR)

(CPU の汎用レジスタ ER0)

ユーザマットに書き込むデータが格納されている領域の先頭アドレスを設定します。

書き込みデータの格納先がフラッシュメモリ領域内の場合は、エラーとなります。このエラーは FPFR の WD ビットに反映されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
31～0	MOD31～ MOD0	—	R/W	ユーザマットに書き込むデータが格納されている領域の先頭アドレスを設定します。ここで指定された先頭アドレスから連続 128 バイトのデータが、ユーザマットに書き込まれます。

(6) フラッシュイレースブロックセレクトパラメータ (FEBS)

(CPU の汎用レジスタ ER0)

消去ブロック番号を指定します。0～9 (H'00000000～H'00000009) の範囲で消去ブロック番号を数値で設定します。0 は EB0 ブロック、9 は EB9 ブロックに対応します。0～9 以外の設定にはしないでください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
31～8	—	不定	R/W	未使用ビット 値 0 を設定してください。
7～0	EBS7～EBS0	不定	R/W	0～9 の範囲で消去ブロック番号を設定します。0 は EB0 ブロック、9 は EB9 ブロックに対応します。0～9 (H'00～H'09) 以外の設定にはしないでください。

22.8 オンボードプログラミング

モード端子（MD2、MD1）をオンボードプログラミングモードに設定し、リセットスタートすると、内蔵フラッシュメモリへの書き込み／消去を行うことができるオンボードプログラミングモードへ遷移します。オンボードプログラミングモードには、ブートモード、ユーザブートモード、およびユーザプログラムモードの3種類の動作モードがあります。

各動作モードへの設定方法を表 22.7 に示します。フラッシュメモリに対する各モードへの状態遷移は、図 22.2 を参照してください。

表 22.7 オンボードプログラミングモードの設定方法

モード設定	MD2	MD1	NMI
ブートモード	1	0	1
ユーザプログラムモード	0	1	0/1
ユーザブートモード	1	0	0

22.8.1 ブートモード

ブートモードは、SCI_1を経由して外部に接続されたホストから制御コマンドや書き込みデータを送信し、ユーザマットやユーザブートマットへの書き込み／消去を行うモードです。

ブートモードでは、制御コマンドや書き込みデータを送信するツールと、書き込みデータをホスト側に準備しておく必要があります。使用するシリアル通信は調歩同期式モードです。図 22.6 にブートモードのシステム構成を示します。ブートモードで割り込み要求が発生した場合は、無視されます。システム側で割り込み要求が発生しないようにしてください。

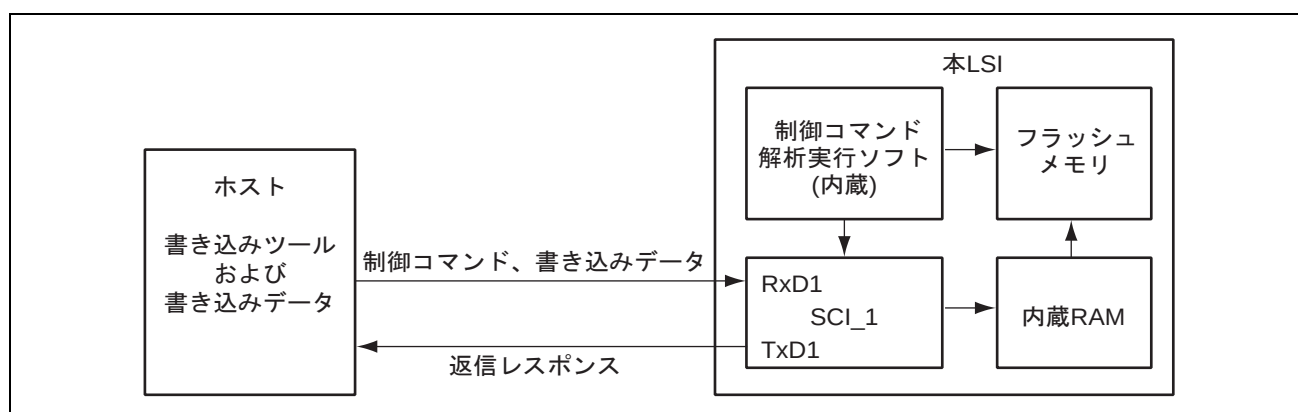


図 22.6 ブートモードのシステム構成図

(1) ホストのシリアルインタフェース設定

SCI_1 は調歩同期式モードに設定され、シリアル送信／受信フォーマットは「8 ビットデータ、1 ストップビット、パリティなし」です。

ブートモードに遷移すると、本 LSI 内部に組み込まれているブートプログラムが起動します。

本 LSI はブートプログラムが起動すると、ホストから連続送信される調歩同期式シリアル通信データ (H'00) の Low 期間を測定してビットレートを計算し、SCI_1 のビットレートをホストのビットレートに合わせ込みます。

ビットレートの合わせ込みが終了すると、調整終了の合図としてホストへ H'00 を 1 バイト送信します。ホストは調整終了の合図を正常に受信したら、本 LSI へ H'55 を 1 バイト送信してください。正常に受信できなかった場合は、ブートモードを再起動してください。ホスト側のビットレートと本 LSI のシステムクロック周波数の組み合わせによっては許容範囲内にビットレートを合わせ込めない場合があります。このため、ホストの転送ビットレートと本 LSI のシステムクロック周波数を表 22.8 の範囲としてください。



図 22.7 ビットレートの自動合わせ込み

表 22.8 ビットレート自動合わせ込みが可能なシステムクロック周波数

ホストのビットレート	本 LSI のシステムクロック周波数範囲
9,600 bps	8~25MHz
19,200 bps	8~25MHz

(2) 状態遷移

ブートモード起動後の状態遷移を図 22.8 に示します。

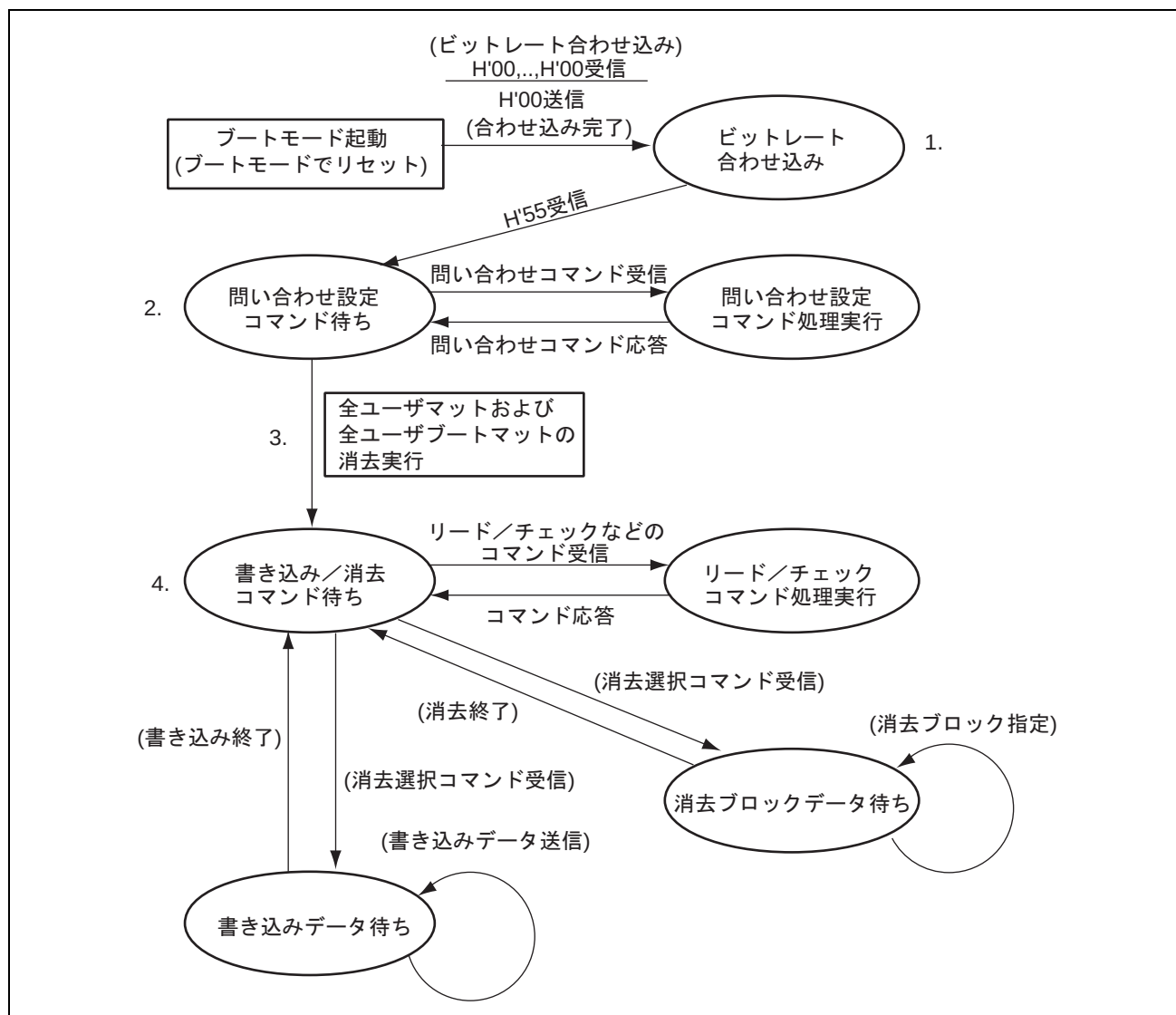


図 22.8 ブートモードの状態遷移図

1. ブートモード起動後、SCI_1のビットレートをホストのビットレートに合わせ込みます。
2. ユーザマットのサイズ、構成、先頭アドレス、サポート状況などの問い合わせ情報をホストに送信します。
3. 問い合わせが終了するとすべてのユーザマットおよびユーザブートマットを自動消去します。
4. 「書き込み準備通知」を受信すると、書き込みデータ待ち状態に遷移します。書き込みコマンド送信後、書き込み先の先頭アドレス、書き込みデータを送信してください。書き込み終了後、書き込み先の先頭アドレスをH'FFFFFFFに設定して送信してください。これにより書き込みデータ待ち状態から、書き込み／消去コマンド待ち状態に戻ります。いったん、書き込み終了コマンドを発行した、書き込み終了エリアが含まれる消去ブロック内に、再度書き込みを行う場合、対応する消去ブロックを消去してから実施してください。図22.9に書き込みが終了したエリアが含まれる消去ブロックの例を示します。「消去準備通知」を受信すると、消去ブロックデータ待ち状態に遷移します。消去コマンド送信後、消去ブロック番号を送信してください。消去終了後、消去ブロック番号をH'FFに設定して送信してください。これにより消去ブロックデータ待ち状態から、書き込み／消去コマンド待ち状態に戻ります。なお、消去の実行は、ブートモードでいったん書き込んだ後に、リセットスタートせずに特定のブロックのみを書き換えるときに使用してください。1回の操作で書き込みができる場合は、書き込み／消去コマンド、それ以外のコマンド待ち状態の遷移前に全ブロックの消去が行われているので本消去操作は必要ありません。書き込み／消去コマンド以外に、ユーザマット／ユーザブートマットのサムチェック、ブランクチェック（消去チェック）、メモリリード、および現在のステータス情報取得のコマンドがあります。

ユーザマット／ユーザブートマットのメモリ読み出しは、すべてのユーザマット／ユーザブートマットを自動消去後に書き込んだデータについてのみ読み出しができます。それ以外は読み出しができません。

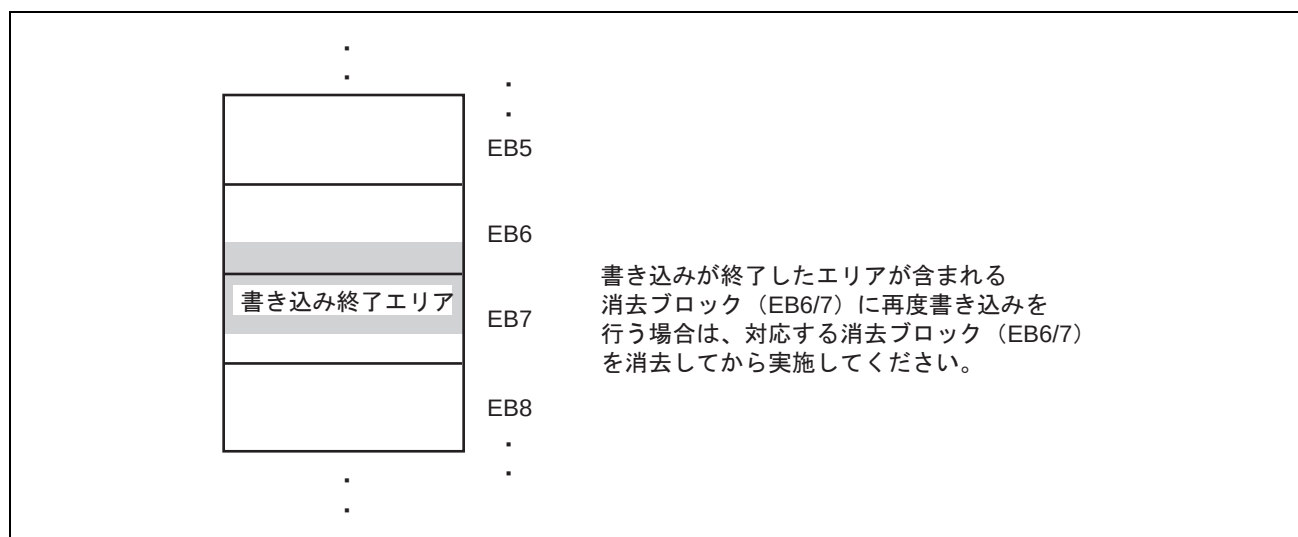


図 22.9 書き込みが終了したエリアが含まれる消去ブロック例

22.8.2 ユーザプログラムモード

内蔵されているプログラムをダウンロードしてユーザマットの書き込み／消去を行います。書き込み／消去フローを図 22.10 に示します。

書き込み／消去中はフラッシュメモリ内部に高電圧が印加されていますので、リセットへの遷移は行わないでください。書き込み／消去中にリセットへ遷移すると、フラッシュメモリにダメージを与える可能性があります。リセット入力した場合は、100 μ s 以上のリセット入力期間 ($\overline{\text{RES}}=0$ の期間) の後にリセットリリースしてください。

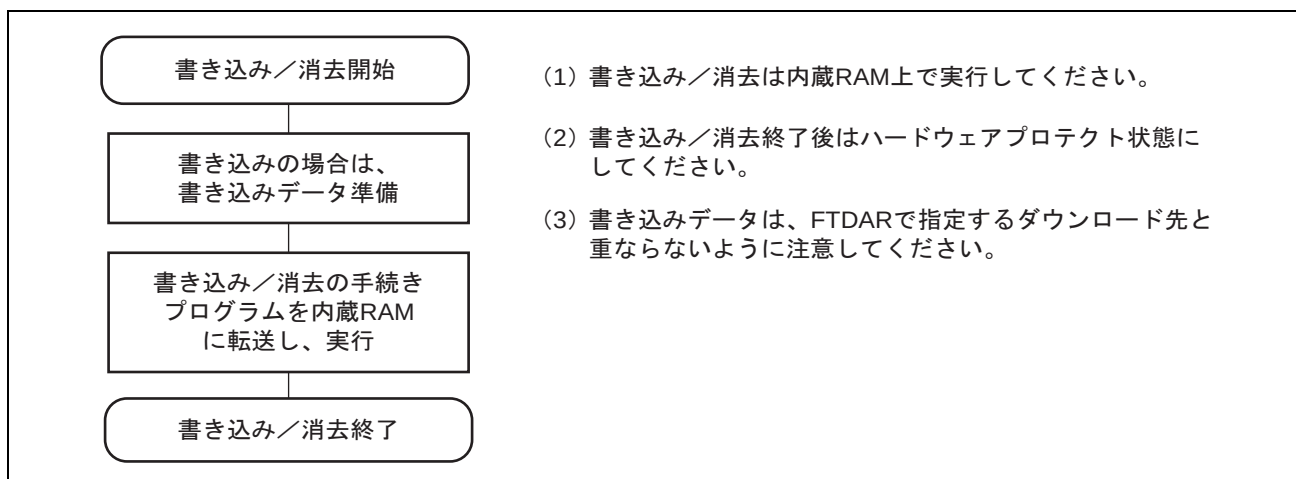


図 22.10 書き込み／消去フロー

(1) 書き込み／消去実行時の内蔵 RAM のアドレスマップ

ユーザ側で作成するダウンロード要求、書き込み／消去手順、結果判定などの手続きプログラムの一部は、必ず内蔵 RAM 上で実行してください。また、ダウンロードする内蔵プログラムは内蔵 RAM に組み込まれているため、内蔵プログラムと手続きプログラムが重複しないように注意してください。図 22.11 にダウンロードする内蔵プログラムの領域を示します。

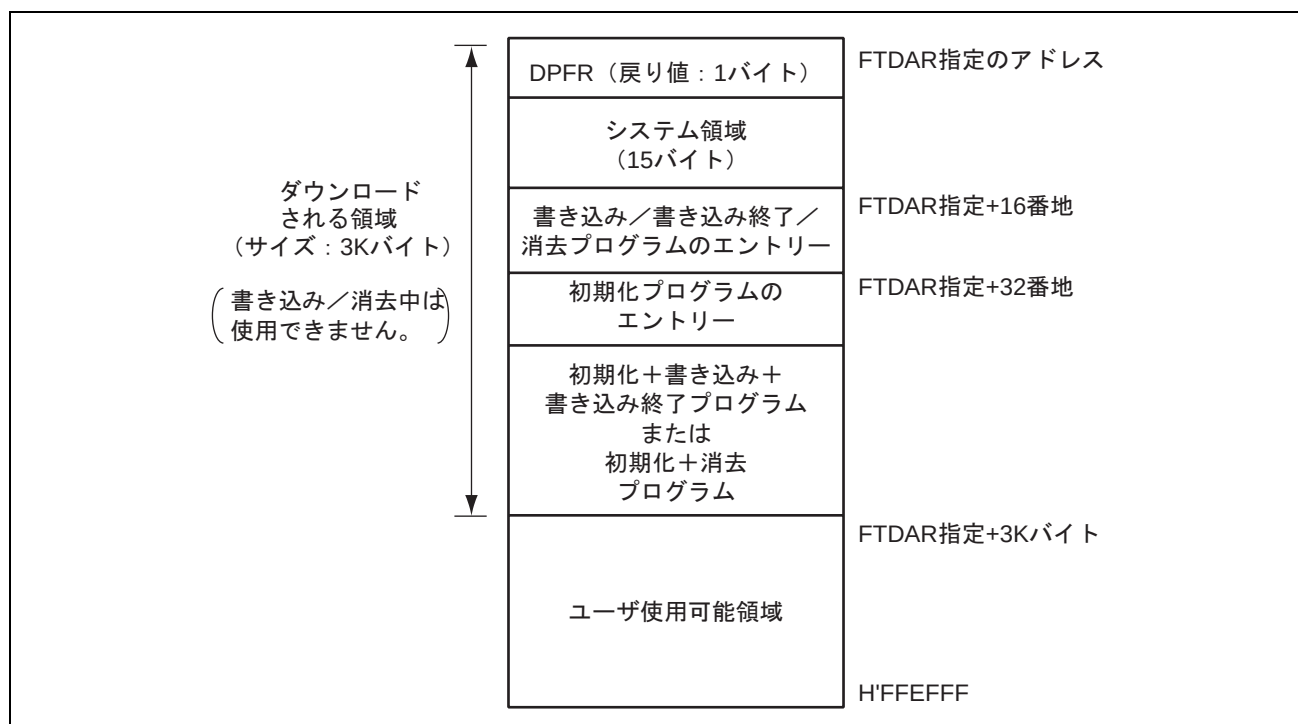


図 22.11 書き込み／消去実行時の RAM マップ

(2) ユーザプログラムモードでの書き込み手順

内蔵プログラムのダウンロード、初期化、および書き込み手順を図 22.12 に示します。

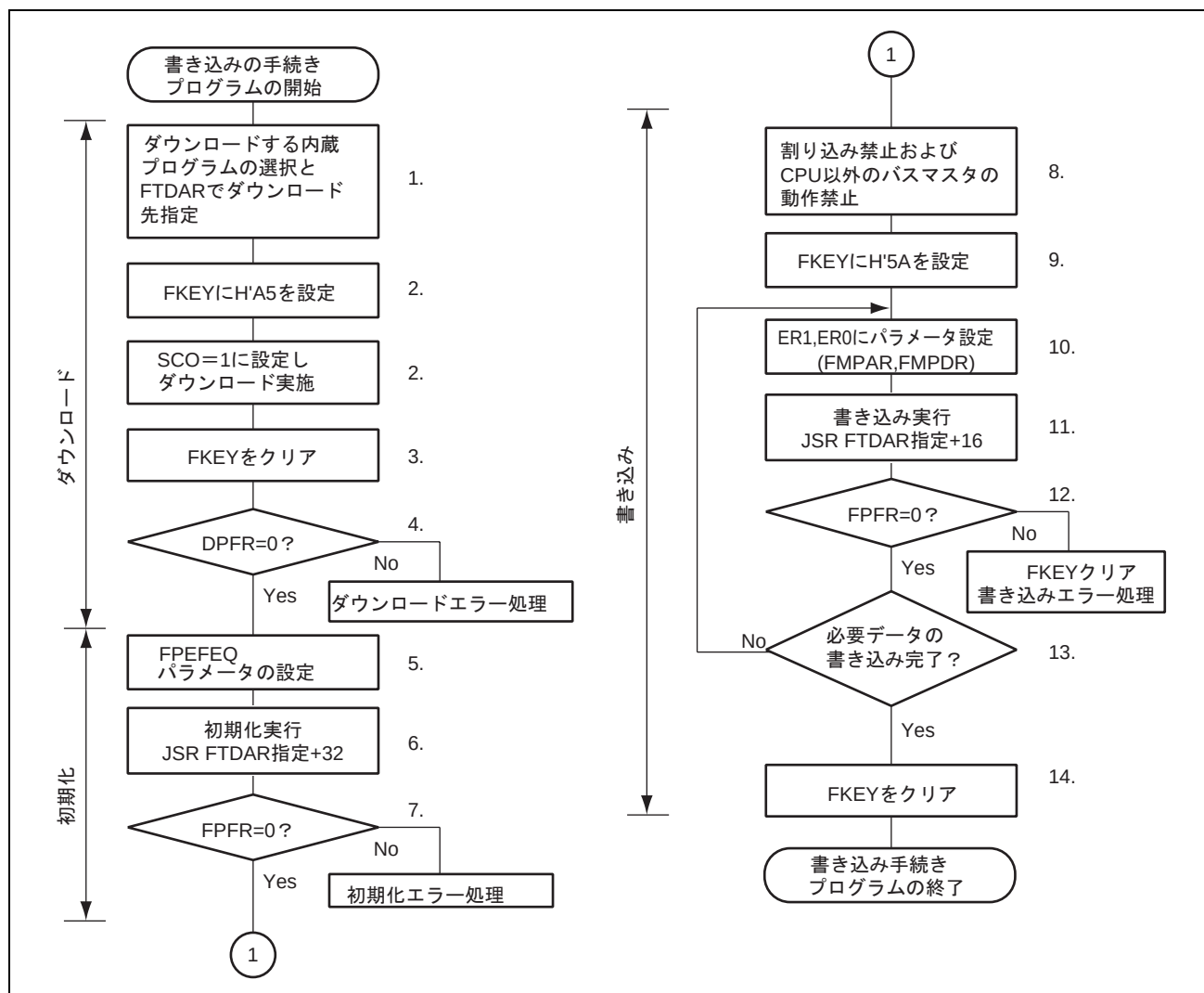


図 22.12 ユーザプログラムモードでの書き込み手順

手続きプログラムは、書き込み対象のフラッシュメモリ以外の領域で実行してください。ダウンロードを要求する FCCS の SCO ビットの設定は、必ず内蔵 RAM 上で実行してください。手続きプログラムのステップごとの実行可能な領域（内蔵 RAM、ユーザマツト、外部空間）は「22.8.4 内蔵プログラム、書き込みデータの格納可能領域」を参照してください。以下の説明は、ユーザマツトの書き込み対象領域は消去されており、書き込みデータも連続領域に準備できたという前提です。

1 回の書き込みデータは常に 128 バイト単位です。128 バイトを超える場合は、書き込み先の先頭アドレス、書き込みデータのパラメータを 128 バイト単位で更新して書き込みを繰り返します。書き込みデータが 128 バイトに満たない場合も無効データを埋め込んで、128 バイトの書き込みデータを準備してください。埋め込む無効データを H'FF にすると書き込み処理時間を短縮できます。

1. ダウンロードする内蔵プログラムとダウンロード先を選択します。FPCSのPPVSビットを1にセットすると書き込みプログラムが選択されます。書き込み／消去プログラムは複数選択することができません。複数選択するとDPFRパラメータのSSビットにダウンロードエラーが報告されます。FTDARでダウンロード先の内蔵RAMの先頭アドレスを指定します。
2. FKEYにH'A5を書き込みます。FKEYにH'A5を書き込まないと、ダウンロードを要求するFCCSのSCOビットを1にセットすることができません。
 - FKEYにH'A5が書き込まれている
 - SCOビットの設定が内蔵RAM上で実行されているSCOビットが1にセットされると自動的にダウンロードが開始され、ユーザの手続きプログラムに戻ってきたときにはSCOビットが0にクリアされているため、手続きプログラムではSCOビットが1にセットされていることを確認できません。ダウンロード結果はDPFRパラメータの戻り値で確認するため、SCOビットを1にセットする前に、DPFRパラメータとなるFTDARで指定した内蔵RAMの先頭1バイトを戻り値以外（H'FFなど）に設定して誤判定を防いでください。ダウンロードの実行は、次に示すようなバンク切り替えを伴った特殊な処理を行います。また、SCOビットを1にセットした直後は、必ずFCCSのダミーリードを2回実行してください。
 - ユーザマット空間を内蔵プログラム格納領域に切り替えます。
 - ダウンロードするプログラムとFTDARで指定した内蔵RAMの先頭アドレスをチェック後、内蔵RAMへ転送します。
 - FPCS、FECSおよびFCCSのSCOビットを0にクリアします。
 - DPFRパラメータに戻り値を設定します。
 - CPUの汎用レジスタの値は保存されます。
 - ダウンロード中はすべての割り込み要求は受け付けられませんが、割り込み要求は保持されていますので、手続きプログラムに戻ったときに割り込み要求が発生します。
 - レベル検出割り込み要求を保持したい場合は、ダウンロード終了まで割り込み要求の発生が必要です。
 - SCOビットを1にセットする前に最大128バイトのスタック領域を内蔵RAM上に確保してください。
3. プロテクトのためにFKEYをH'00にクリアします。
4. DPFRパラメータの値でダウンロード結果を確認します。DPFRパラメータ（FTDARで指定したダウンロード先の先頭アドレスの1バイト）の値をチェックします。DPFRパラメータの値がH'00であればダウンロードが正常に終了しています。H'00以外のときは、ダウンロードできなかった原因を次の手順で調べることができます。
 - DPFRパラメータの値がダウンロード実行前に設定した値と同じであった場合は、FTDARのダウンロード先の先頭アドレス設定に異常が考えられますので、FTDARのTDERビットを確認してください。
 - DPFRパラメータの値がダウンロード実行前の設定値と異なっている場合は、DPFRパラメータのSSビットやFKビットでダウンロードするプログラムの選択やFKEYの設定値を確認してください。

22. フラッシュメモリ

- 初期化のためにFPEFEQパラメータにCPUの動作周波数を設定します。FPEFEQパラメータに設定できる動作周波数は8～25MHzです。この範囲以外の周波数を設定すると、初期化プログラムのFPFRパラメータにエラーが報告され初期化は行われません。周波数の設定方法は「22.7.2 (3) フラッシュプログラム／イレース周波数パラメータ (FPEFEQ) (CPUの汎用レジスタER0)」を参照してください。
- 初期化を実行します。初期化プログラムは書き込みプログラムのダウンロードと一緒に内蔵RAMにダウンロードされます。FTDARで指定したダウンロード先の先頭アドレスを#DLTOPとしたとき、#DLTOP+32バイトからの領域に、初期化プログラムのエントリーポイントがありますので、次のような方法でサブルーチンコールして実行してください。

MOV.L	#DLTOP+32,ER2	; エントリーアドレスを ER2 に設定
JSR	@ER2	; 初期化ルーチンをコール
NOP		

- 初期化プログラムではR0L以外の汎用レジスタは保存されます。
 - R0LはFPFRパラメータの戻り値です。
 - 初期化プログラムではスタック領域を使用しますので、最大128バイトのスタック領域をRAM上に確保してください。
 - 初期化プログラム実行中の割り込み要求受け付けは可能です。ただし、内蔵RAM上のプログラム格納領域やスタック領域、レジスタの値を破壊しないように注意してください。
- 初期化プログラムの戻り値FPFRパラメータを判定します。
 - 書き込み／消去中は、すべての割り込み要求とCPU以外のバスマスタの使用を禁止してください。書き込み／消去中は、規定電圧が規定時間幅で印加されています。書き込み／消去中に割り込み要求が発生、またはCPU以外にバス権が移行するなどで規定以上の電圧が印加されると、フラッシュメモリにダメージを与える可能性があります。割り込み要求は、割り込み制御モード0のときコンディションコードレジスタ (CCR) のビット7 (I) をB'1に、割り込み制御モード2のときエクステンドレジスタ (EXR) のビット2～0 (I2～I0) をB'111に設定することで禁止され、NMI以外の割り込み要求は保持されて実行されません。NMI割り込みは、ユーザシステム上で発生しないようにしてください。保持した割り込み要求は、すべての書き込み終了後に実行してください。
 - FKEYにH'5Aを設定し、ユーザマットへの書き込みができるようにしてください。

10. 書き込みに必要なパラメータの設定を行います。ユーザマットの書き込み先の先頭アドレス（FMPARパラメータ）を汎用レジスタER1に、書き込むデータが格納されている領域の先頭アドレス（FMPDRパラメータ）を汎用レジスタER0に設定します。
 - FMPARパラメータ設定例：ユーザマットエリア以外に書き込み先の先頭アドレスが指定された場合、書き込みプログラムを実行しても書き込みは行われずに、FPFRパラメータにエラーが報告されます。また、1回の書き込みデータは常に128バイト単位であるため、アドレスの下位8ビットはH'00かH'80の128バイト境界である必要があります。
 - FMPDR設定例：書き込みデータの格納先がフラッシュメモリ上の場合、書き込みルーチンを実行しても書き込みは行われずに、FPFRパラメータにエラーが報告されます。この場合は、いったん、内蔵RAMに転送して、書き込むようにしてください。
11. 書き込みを実行します。FTDARで指定したダウンロード先の先頭アドレスを#DLTOPとしたとき、#DLTOP+16バイトからの領域に、書き込みプログラムのエントリーポイントがありますので、次のような方法でサブルーチンコールして実行してください。

MOV.L	#DLTOP+16, ER2	; エントリーアドレスを ER2 に設定
JSR	@ER2	; 書き込みルーチンをコール
NOP		

- 書き込みプログラムではR0L以外の汎用レジスタは保存されます。
 - R0LはFPFRパラメータの戻り値です。
 - 書き込みプログラムではスタック領域を使用しますので、最大128バイトのスタック領域をRAM上に確保してください。
12. 書き込みプログラムの戻り値FPFRパラメータを判定します。
 13. 必要データの書き込みが終了したかを判断します。128バイトを超えるデータを書き込む場合、128バイト単位でFMPAR、FMPDRパラメータを更新して上記11.～14.の処理を繰り返します。書き込み先アドレスの128バイトのインクリメント、書き込みデータポイントの更新を正しく行ってください。書き込み終了のアドレスへの重複書き込みになると、書き込みエラーとなりフラッシュメモリにもダメージを与えます。
 14. 書き込みが終了するとFKEYをクリアして、ソフトウェアプロテクト状態にしてください。書き込み終了直後にリセットで再起動する場合は、100 μ s以上のリセット入力期間（RES=0の期間）を設けてください。

(3) ユーザプログラムモードでの消去手順

内蔵プログラムのダウンロード、初期化、消去の手順を図 22.13 に示します。

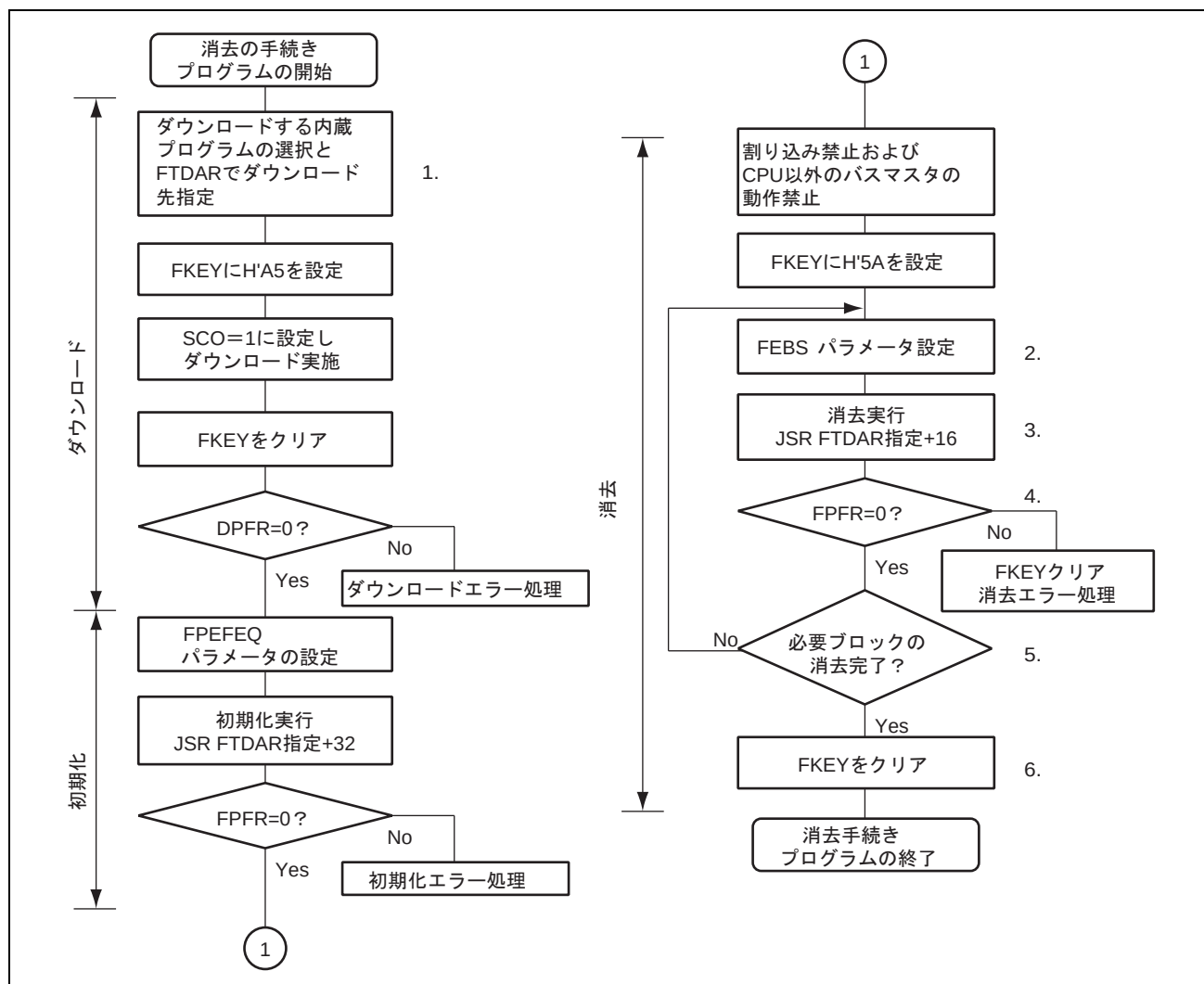


図 22.13 ユーザプログラムモードでの消去手順

手続きプログラムは、消去対象のユーザマツト以外の領域で実行してください。ダウンロードを要求する FCCS の SCO ビットの設定は、必ず内蔵 RAM 上で実行してください。手続きプログラムのステップごとの実行可能な領域（内蔵 RAM、ユーザマツト）は「22.8.4 内蔵プログラム、書き込みデータの格納可能領域」を参照してください。ダウンロードする内蔵プログラムの領域は図 22.11 を参照してください。

1 回の消去は 1 ブロックです。ブロック分割については図 22.4 を参照してください。2 ブロック以上の消去を行う場合は、消去ブロック番号を更新して消去を繰り返します。

1. ダウンロードする内蔵プログラムを選択します。FECSのEPVBビットを1にセットするとダウンロードする消去プログラムが選択されます。書き込み／消去プログラムは複数選択することはできません。複数選択するとDPFRパラメータのSSビットにダウンロードエラーが報告されます。FTDARでダウンロード先の内蔵RAMの先頭アドレスを指定します。

FKEYへの書き込み以降の手続きは、「22.8.2 (2) ユーザプログラムモードでの書き込み手順」を参照してください。

2. 消去に必要なFEBSパラメータの設定を行います。ユーザマットの消去ブロック番号（FEBSパラメータ）を汎用レジスタER0に設定します。ユーザマットの消去ブロック番号以外の値が設定された場合、消去プログラムを実行しても消去されずに、FPFRパラメータにエラーが報告されます。
3. 消去を実行します。書き込みと同様にFTDARで指定したダウンロード先の先頭アドレスを#DLTOPとしたときも、#DLTOP+16バイトからの領域に、消去プログラムのエントリーポイントがありますので、次のような方法でサブルーチンコールして実行してください。

MOV.L	#DLTOP+16, ER2	; エントリアドレスを ER2 に設定
JSR	@ER2	; 消去ルーチンをコール
NOP		

- 消去プログラムではR0L以外の汎用レジスタは保存されます。
 - R0LはFPFRパラメータの戻り値です。
 - 消去プログラムではスタック領域を使用しますので、最大128バイトのスタック領域をRAM上に確保してください。
4. 消去プログラムの戻り値FPFRパラメータを判定します。
 5. 必要ブロックの消去が終了したかを判断します。複数ブロックを消去する場合、FEBSパラメータを更新して上記2.～5.の処理を繰り返します。
 6. 消去が終了するとFKEYをクリアして、ソフトウェアプロテクト状態にしてください。消去終了直後にリセットで再起動する場合は、100 μ s以上のリセット入力期間（ $\overline{\text{RES}}=0$ の期間）を設けてください。

22.8.3 ユーザブートモード

本 LSI にはブートモード、ユーザプログラムモードとは異なるモード端子設定で起動するユーザブートモードがあります。内蔵 SCI を使用するブートモードとは異なるユーザ任意のブートモードが実現できます。

ユーザブートモードで書き込み／消去が可能なマットはユーザマットだけです。ユーザブートマットの書き込み／消去は、ブートモードまたはライターモードで行ってください。

(1) ユーザブートモードでの起動

ユーザブートモード起動のためのモード端子の設定は表 22.7 を参照してください。

ユーザブートモードでリセットスタートすると、いったん組み込みのチェックルーチンが走行します。ここではユーザマット、ユーザブートマットの状態チェックが行われます。

この間の NMI およびその他の割り込みは受け付けられません。

その後、ユーザブートマット上のリセットベクタの実行開始アドレスから処理を開始します。この時点で、実行マットはユーザブートマットになっていますので、FMATS レジスタには H'AA が設定されています。

(2) ユーザブートモードでのユーザマットの書き込み

ユーザブートモードでユーザマットへの書き込みを行う手続きでは、FMATS によるユーザブートマット選択状態からユーザマット選択状態への切り替えが必要です。ただし、書き込み終了後にユーザマット選択状態から再びユーザブートマット選択状態へ切り替えることはできません。

ユーザブートモードでのユーザマットの書き込み手続きを図 22.14 に示します。

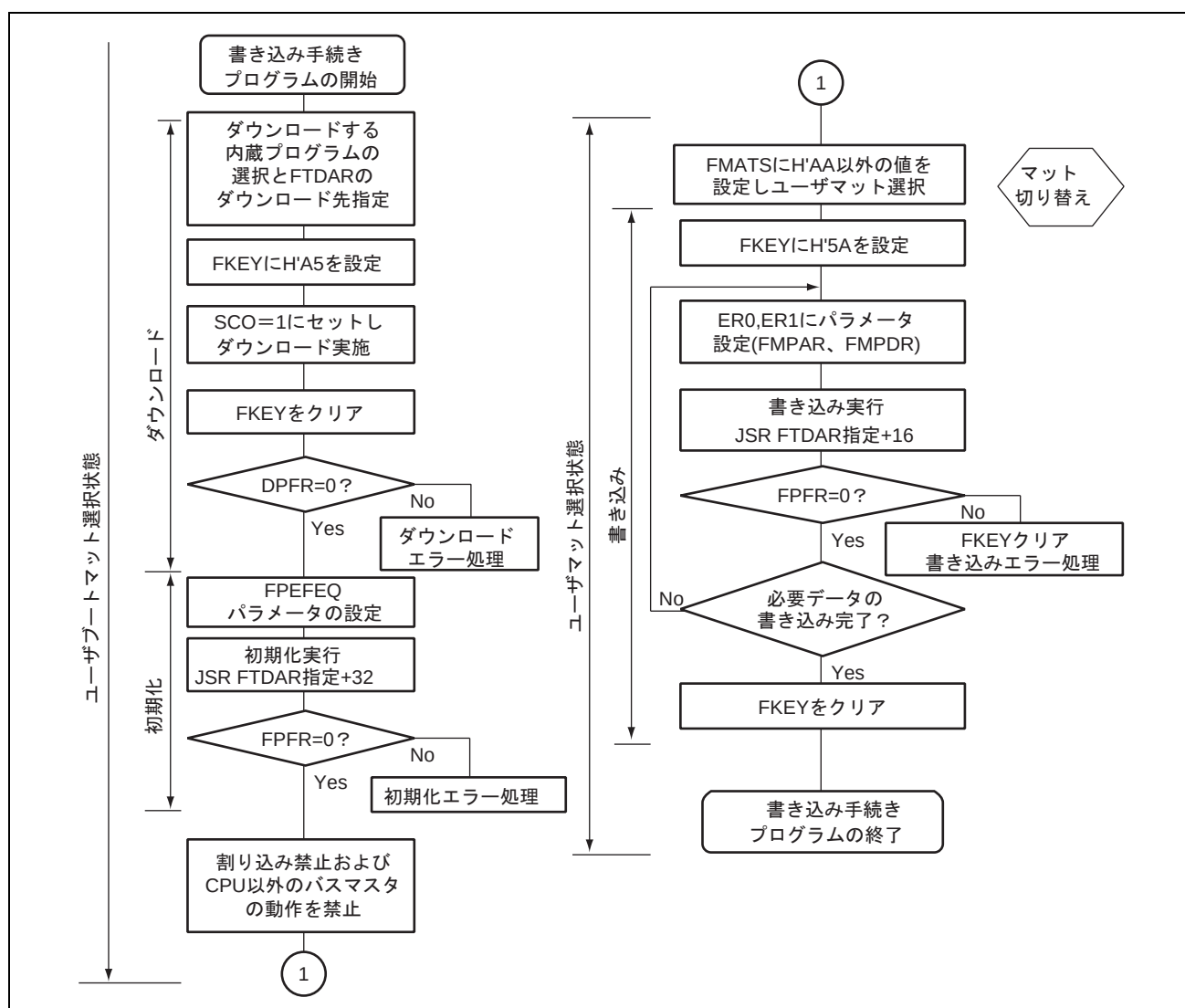


図 22.14 ユーザブートモードでのユーザーマットへの書き込み手順

図 22.14 に示したように、ユーザプログラムモードとユーザブートモードでの書き込み手続きの違いは、マット切り替えを行うか否かです。

ユーザブートモードでは、フラッシュメモリ空間にユーザブートマットが見えていて、ユーザーマットは「裏」に隠れている状態です。ユーザーマットに書き込む処理の間、ユーザーマットとユーザブートマットを切り替えます。書き込み処理中は、ユーザブートマットは隠れており、かつユーザーマットは書き込み状態ですので、手続きプログラムはフラッシュメモリ以外の領域で走行させる必要があります。ユーザーマット書き込み後、再びユーザブートマットを選択することはできません。

マット切り替えは、FMATS へ規定の値を書き込むことで実現できますが、完全にマット切り替えが完了するまではアクセスできず、また、割り込みが発生した場合に割り込みベクタをどちらのマットから読み出すかなど不安定状態が存在します。マット切り替えについては、「22.10 ユーザマットとユーザブートマットの切り替え」の説明に従ってください。

マット切り替え以外の書き込み手順は、ユーザプログラムモードの手順と同じです。

ユーザ手続きプログラムのステップごとの、実行可能な領域(内蔵 RAM、ユーザーマット)については「22.8.4 内蔵プログラム、書き込みデータの格納可能領域」に示します。

(3) ユーザブートモードでのユーザマットの消去

ユーザブートモードでユーザマットの消去を行う手続きでは、FMATS によるユーザブートマット選択状態からユーザマット選択状態への切り替えが必要です。ただし、消去終了後にユーザマット選択状態から再びユーザブートマット選択状態へ切り替えることはできません。

ユーザブートモードでのユーザマットの消去手続きを図 22.15 に示します。

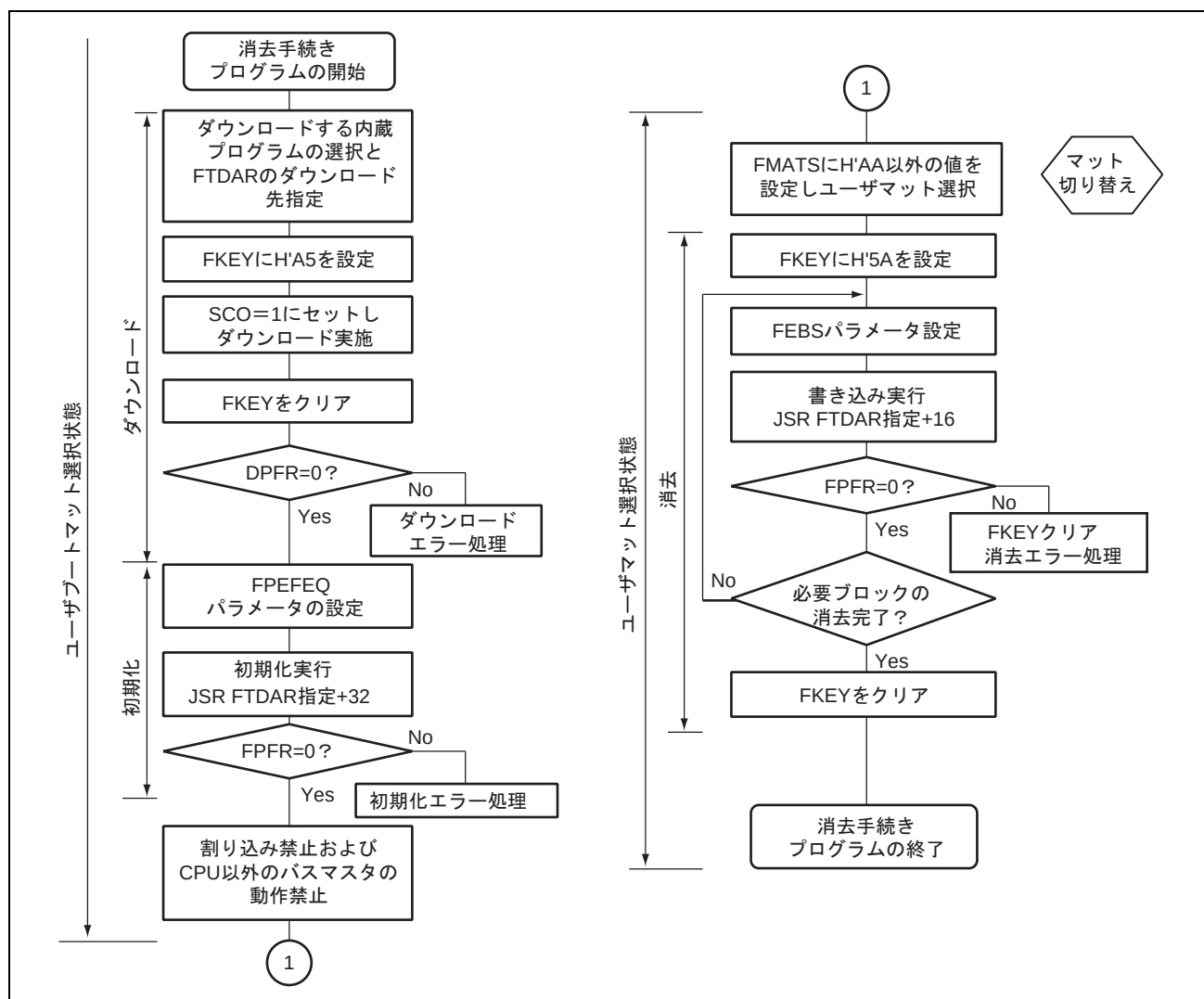


図 22.15 ユーザブートモードでのユーザマットの消去手順

図 22.15 に示したように、ユーザプログラムモードとユーザブートモードでの消去手続きの違いは、マット切り替えを行うか否かです。

マット切り替えは、FMATS へ規定の値を書き込むことで実現できますが、完全にマット切り替えが完了するまではアクセスできず、また、割り込みが発生した場合に割り込みベクタをどちらのマットから読み出すかなど不安定状態が存在します。マット切り替えについては、「22.10 ユーザマットとユーザブートマットの切り替え」の説明に従ってください。

マット切り替え以外の消去手順は、ユーザプログラムモードの手順と同じです。

ユーザ手続きプログラムのステップごとの、実行可能な領域(内蔵 RAM、ユーザマット)については「22.8.4 内蔵プログラム、書き込みデータの格納可能領域」に示します。

22.8.4 内蔵プログラム、書き込みデータの格納可能領域

本文中での内蔵プログラムおよび書き込みデータの格納領域は内蔵 RAM 上に準備する例で示しましたが、次の条件により書き込み／消去対象外のフラッシュメモリ領域でも実行することができます。

1. 内蔵プログラムは、FTDARで指定された内蔵RAMへダウンロードされ実行されるため、この内蔵RAM領域は使用できません。
2. 内蔵プログラムはスタック領域を使用しますので、最大128バイトのスタック領域を確保してください。
3. FCCSのSCOビットを1にセットしてダウンロードの要求を行う処理は、メモリマットの切り替えが発生するため内蔵RAM上で行ってください。
4. シングルチップモードのように外部空間をアクセスできない動作モードでは、書き込み／消去前（ダウンロード結果判定）までに必要な手続きプログラムを内蔵RAMに転送してください。
5. 書き込み／消去中は、フラッシュメモリへのアクセスはできません。内蔵RAM上にダウンロードされたプログラムで実行します。そのため起動させる手続きプログラムをフラッシュメモリ以外の内蔵RAMに転送してください。
6. 書き込み／消去開始からFKEYのクリアまでの期間は、フラッシュメモリへのアクセスは禁止します。書き込み／消去終了後に動作モードを変更してリセットスタートさせる場合には、100 μ s以上のリセット入力期間（ $\overline{\text{RES}}=0$ の期間）を設けてください。なお、書き込み／消去中のリセット状態への遷移は禁止です。リセット入力した場合は、100 μ s以上のリセット入力期間の後にリセットリリースしてください。
7. ユーザブートモードでのユーザマットへの書き込み／消去処理では、FMATSによるマット切り替えが必要です。マット切り替えの実行は内蔵RAM上で実施してください（「22.10 ユーザマットとユーザブートマットの切り替え」を参照してください）。マットの切り替えにおいて、現在どちらのマットが選択されているかにご注意ください。
8. 通常の手書きデータであっても、書き込みデータの格納先がフラッシュメモリ上であるとエラーとなるため、いったん、内蔵RAMに転送してFMPDRパラメータの示すアドレスをフラッシュメモリ以外に設定してください。

これらの条件を考慮し、処理内容、動作モード、マットのバンク構成の組み合わせで、書き込みデータ格納、および実行が可能なエリアを表 22.9～表 22.13 に示します。

表 22.9 実行可能なメモリマット

処理内容	動作モード	
	ユーザプログラムモード	ユーザブートモード*
書き込み	表 22.10 参照	表 22.12 参照
消去	表 22.11 参照	表 22.13 参照

【注】 * ユーザマットに対しての書き込み／消去が可能です。

22. フラッシュメモリ

表 22.10 ユーザプログラムモードでの書き込み処理で使用可能エリア

項 目	格納／実行が可能なエリア		選択されているマット	
	内蔵 RAM	ユーザマット	ユーザマット	組み込み プログラム 格納マット
書き込みデータの格納領域	○	×*	—	—
ダウンロードする内蔵 プログラムの選択処理	○	○	○	
FKEY への H'A5 書き込み処理	○	○	○	
FCCS の SCO=1 書き込み実行 (ダウンロード)	○	×		○
FKEY クリア処理	○	○	○	
ダウンロード結果の判定	○	○	○	
ダウンロードエラー処理	○	○	○	
初期化パラメータの設定処理	○	○	○	
初期化実行	○	×	○	
初期化結果の判定	○	○	○	
初期化エラー処理	○	○	○	
割り込み禁止処理	○	○	○	
FKEY への H'5A 書き込み処理	○	○	○	
書き込みパラメータの設定処置	○	×	○	
書き込み実行	○	×	○	
書き込み結果の判定	○	×	○	
書き込みエラー処理	○	×	○	
FKEY クリア処理	○	×	○	

【注】 * 事前に内蔵 RAM に転送しておけば可能です。

表 22.11 ユーザプログラムモードでの消去処理で使用可能エリア

項 目	格納／実行が可能なエリア		選択されているマット	
	内蔵 RAM	ユーザマット	ユーザマット	組み込み プログラム 格納マット
ダウンロードする内蔵 プログラムの選択処理	○	○	○	
FKEY への H'A5 書き込み処理	○	○	○	
FCCS の SCO=1 書き込み実行 (ダウンロード)	○	×		○
FKEY クリア処理	○	○	○	
ダウンロード結果の判定	○	○	○	
ダウンロードエラー処理	○	○	○	
初期化パラメータの設定処理	○	○	○	
初期化実行	○	×	○	
初期化結果の判定	○	○	○	
初期化エラー処理	○	○	○	
割り込み禁止処理	○	○	○	
FKEY への H'5A 書き込み処理	○	○	○	
消去パラメータの設定処置	○	×	○	
消去実行	○	×	○	
消去結果の判定	○	×	○	
消去エラー処理	○	×	○	
FKEY クリア処理	○	×	○	

22. フラッシュメモリ

表 22.12 ユーザブートモードでの書き込み処理で使用可能エリア

項 目	格納／実行が可能なエリア		選択されているマット		
	内蔵 RAM	ユーザブート マット	ユーザマット	ユーザブート マット	組み込み プログラム 格納マット
書き込みデータの格納領域	○	× ^{*1}	—	—	—
ダウンロードする内蔵 プログラムの選択処理	○	○		○	
FKEY への H'5A 書き込み処理	○	○		○	
FCCS の SCO=1 書き込み実行 (ダウンロード)	○	×			○
FKEY クリア処理	○	○		○	
ダウンロード結果の判定	○	○		○	
ダウンロードエラー処理	○	○		○	
初期化パラメータの設定処理	○	○		○	
初期化実行	○	×		○	
初期化結果の判定	○	○		○	
初期化エラー処理	○	○		○	
割り込み禁止処理	○	○		○	
FMATS によるマット切り替え	○	×	○		
FKEY への H'5A 書き込み処理	○	×	○		
書き込みパラメータの設定処置	○	×	○		
書き込み実行	○	×	○		
書き込み結果の判定	○	×	○		
書き込みエラー処理	○	× ^{*2}	○		
FKEY クリア処理	○	×	○		
FMATS によるマット切り替え	○	×		○	

【注】 *1 事前に内蔵 RAM に転送しておけば可能です。

*2 内蔵 RAM 上で FMATS を切り替えた後なら可能です。

表 22.13 ユーザブートモードでの消去処理で使用可能エリア

項 目	格納／実行が可能なエリア		選択されているマット		
	内蔵 RAM	ユーザブート マット	ユーザマット	ユーザブート マット	組み込み プログラム 格納マット
ダウンロードする内蔵 プログラムの選択処理	○	○		○	
FKEY への H'A5 書き込み処理	○	○		○	
FCCS の SCO=1 書き込み実行 (ダウンロード)	○	×			○
FKEY クリア処理	○	○		○	
ダウンロード結果の判定	○	○		○	
ダウンロードエラー処理	○	○		○	
初期化パラメータの設定処理	○	○		○	
初期化実行	○	×		○	
初期化結果の判定	○	○		○	
初期化エラー処理	○	○		○	
割り込み禁止処理	○	○		○	
FMATS によるマット切り替え	○	×		○	
FKEY への H'5A 書き込み処理	○	×	○		
消去パラメータの設定処置	○	×	○		
消去実行	○	×	○		
消去結果の判定	○	×	○		
消去エラー処理	○	×*	○		
FKEY クリア処理	○	×	○		
FMATS によるマット切り替え	○	×	○		

【注】 * 内蔵 RAM 上で FMATS を切り替えた後なら可能です。

22.9 プロテクト

フラッシュメモリに対する書き込み／消去プロテクト状態には、ハードウェアプロテクトによるもの、ソフトウェアプロテクトによるものとエラープロテクトによるものの3種類あります。

22.9.1 ハードウェアプロテクト

ハードウェアプロテクトは、フラッシュメモリに対する書き込み／消去が強制的に禁止、中断された状態をいいます。内蔵プログラムのダウンロードと初期化はできますが、書き込み／消去プログラムを起動してもユーザマツトへの書き込み／消去はできず、書き込み／消去エラーがFPFRパラメータに報告されます。

表 22.14 ハードウェアプロテクト

項 目	説 明	プロテクトが有効な機能	
		ダウンロード	書き込みと消去
リセットプロテクト	- リセット（WDT によるリセットも含む）時は、書き込み／消去インタフェースレジスタが初期化され、書き込み／消去プロテクト状態になります。 $\overline{\text{RES}}$ 端子によるリセットでは、電源投入後発振が安定するまで $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルに保持しないとリセット状態になりません。また、動作中のリセットは AC 特性に規定した RES パルス幅の間 $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルに保持してください。書き込み／消去中のフラッシュメモリの値は、保証しません。この場合は、消去を実施してから再度書き込みを実施してください。	○	○

22.9.2 ソフトウェアプロテクト

ソフトウェアプロテクトには、書き込み／消去プログラムのダウンロードからのプロテクトおよびキーコードによるプロテクトがあります。

表 22.15 ソフトウェアプロテクト

項 目	説 明	プロテクトが有効な機能	
		ダウンロード	書き込みと消去
SCO ビットプロテクト	FCCS の SCO ビットを 0 にクリアすると、書き込み／消去プログラムのダウンロードができないため、書き込み／消去プロテクト状態になります。	○	○
FKEY プロテクト	FKEY にキーコードを書き込まないと、ダウンロードと書き込み／消去ができないため、書き込み／消去プロテクト状態になります。	○	○

22.9.3 エラープロテクト

エラープロテクトは、フラッシュメモリへの書き込み／消去中に CPU の暴走や書き込み／消去手順に沿っていない動作を検出し、強制的に書き込み／消去を中断した状態です。書き込み／消去動作を中断することで過剰書き込みや過剰消去によるフラッシュメモリへのダメージを防止します。

フラッシュメモリへの書き込み／消去中にエラーを検出すると、FCCS の FLER ビットが 1 にセットされ、エラープロテクト状態となります。

- 書き込み／消去中にNMIなどの割り込み要求発生
- 書き込み／消去中にフラッシュメモリ読み出し（ベクタリードおよび命令フェッチを含む）
- 書き込み／消去中にSLEEP命令実行（ソフトウェアスタンバイを含む）

エラープロテクト状態は、リセットで解除できます。なお、この場合は 100 μ s 以上のリセット入力期間の後にリセットリリースしてください。フラッシュメモリには書き込み／消去中は高電圧が印加されているため、エラープロテクト状態への遷移時に印加電圧が抜けきれていないことがあります。このため、リセット入力期間を延長してチャージを抜くことにより、フラッシュメモリへのダメージを低減する必要があります。

図 22.16 にエラープロテクト状態への状態遷移図を示します。

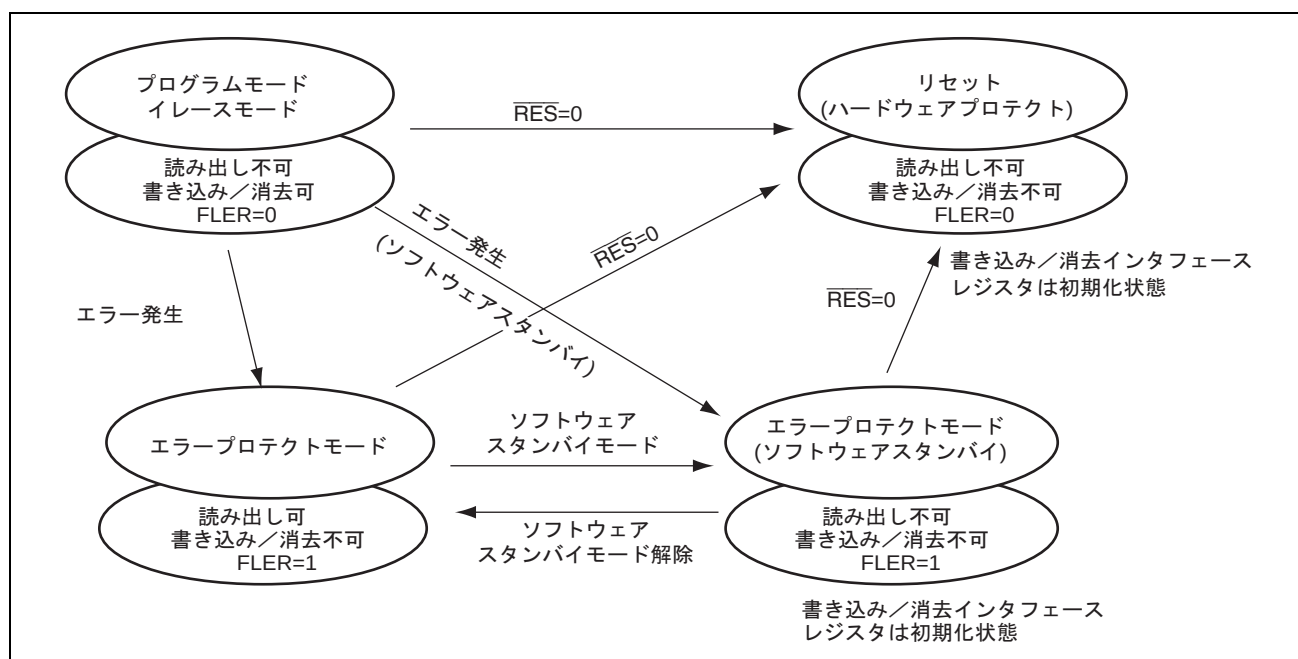


図 22.16 エラープロテクト状態への状態遷移図

22.10 ユーザマットとユーザブートマットの切り替え

ユーザマットとユーザブートマットを切り替えて使うことができます。ただし、同じ0番地からのアドレスに割り当てられているため、以下の手順が必要です。

(ユーザブートマットに切り替えた状態での書き込み／消去はできません。ユーザブートマットの書き換えは、ブートモードまたはライターモードで実施してください。)

1. FMATSによるマット切り替えは、必ず内蔵RAM上で実行してください。
2. 確実に切り替えを行った後で切り替え後のマットのアクセスをするために内蔵RAM上でのFMATS書き換えの直後には、同じく内蔵RAM上で4個のNOP命令を実行してください。
(切り替えを行っている最中のフラッシュメモリをアクセスしないためです)
3. 切り替えの最中に割り込みが発生した場合、どちらのメモリマットがアクセスされるか保証できません。
必ずマット切り替え実行前に、マスク可能な割り込みはマスクするようにしてください。また、マット切り替え中には、NMI割り込みが発生しないようなシステムとしてください。
4. マット切り替え完了後は、各種割り込みのベクタテーブルも切り替わっていますので注意してください。
5. ユーザマットとユーザブートマットはメモリサイズが異なります。8Kバイト以上の空間のユーザブートマットをアクセスしないようにしてください。8Kバイト空間以上をアクセスした場合、不定値が読み出されます。

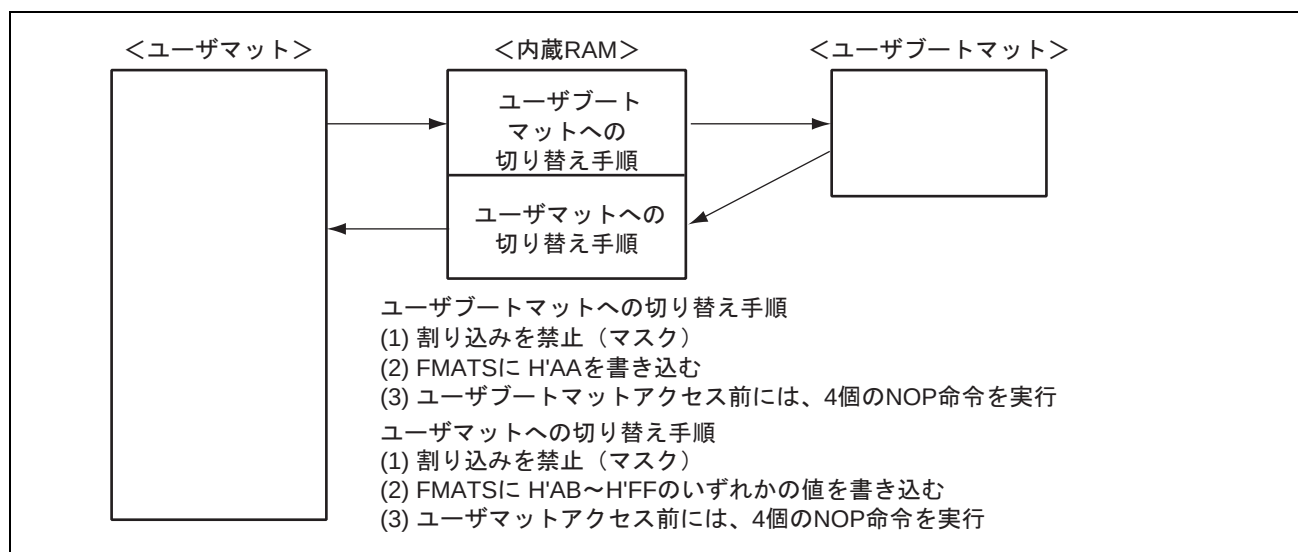


図 22.17 ユーザマット／ユーザブートマットの切り替え

22.11 ライタモード

プログラム、およびデータの書き込み／消去が可能なモードとして、オンボードプログラミングモードの他にライタモードがあります。ライタモードでは表 22.16 のデバイスタイプをサポートしている汎用 PROM ライタを用いて内蔵 ROM に自由にプログラムを書き込むことができます。

表 22.16 ライタモードでサポートするデバイスタイプ

対象マット	容量	デバイスタイプ
ユーザマット	128K バイト*	FZTAT128V3A
ユーザブートマット	8K バイト	FZTATUSBT3A

【注】 * R4F2112 のユーザマットにおける ROM 容量は 96K バイトです。ライタモードでの書き込み時、アドレス H'18000 ～H'1FFFF エリアのデータは H'FF として、128K バイト容量の設定で書き込みを行ってください。

22.12 ブートモードの標準シリアル通信インタフェース仕様

ブートモードで起動するブートプログラムは、ホストと LSI 内蔵の SCI_1 を使ってシリアル通信を行います。ホストとブートプログラムのシリアル通信インタフェース仕様を以下に示します。

ブートプログラムは3つのステータスを持ちます。

1. ビットレート合わせ込みステータス

ホストとシリアル通信を行うためにビットレートを合わせ込みます。ブートモードで起動するとブートプログラムが起動しビットレート合わせ込みステータスになり、ホストからのコマンドを受信しビットレートの合わせ込みを行います。合わせ込みが終了すると問い合わせ選択ステータスに遷移します。

2. 問い合わせ選択ステータス

ホストからの問い合わせコマンドに応答するステータスです。このステータスでデバイス、クロックモードとビットレートを選択します。選択終了後、書き込み／消去ステータス遷移コマンドで書き込み／消去ステータスに遷移します。書き込み／消去ステータスに遷移する前にブートプログラムは消去関連ライブラリを内蔵RAM上に転送し、ユーザマットとユーザブートマットを消去します。

3. 書き込み／消去ステータス

書き込み／消去を行うステータスです。ホストからのコマンドに従って書き込み／消去プログラムを内蔵RAMに転送し、書き込み／消去を行います。コマンドによりサムチェック、ブランクチェックを行います。

22. フラッシュメモリ

ブートプログラムのステータスを図 22.18 に示します。

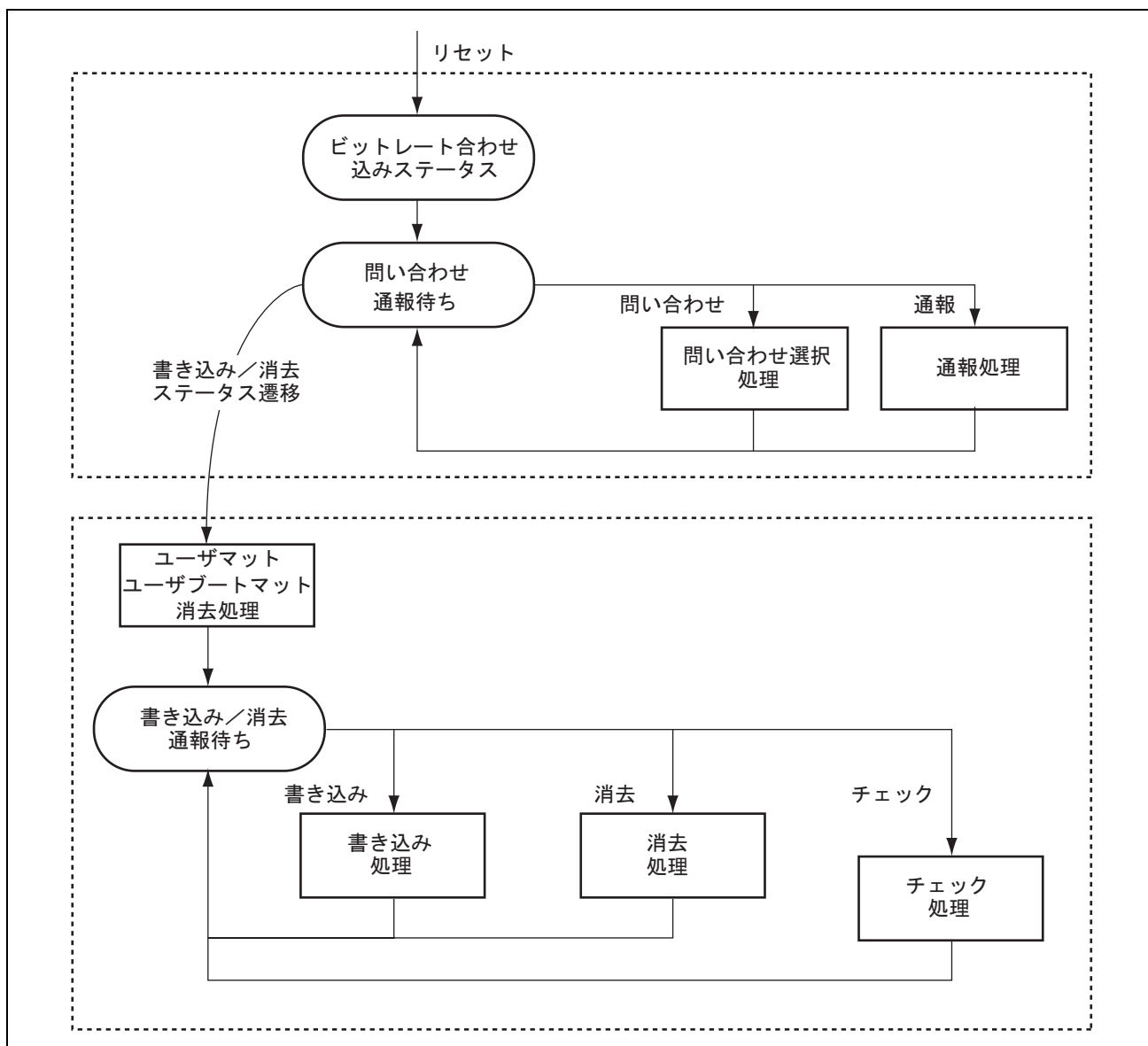


図 22.18 ブートプログラムのステータス

(1) ビットレート合わせ込みステータス

ビットレート合わせ込みは、ホストから送信された H'00 の Low 期間を測定してビットレートを計算します。このビットレートは新ビットレート選択コマンドで変更することができます。ビットレート合わせ込みが終了すると、ブートプログラムは問い合わせ選択ステータスに遷移します。ビットレート合わせ込みのシーケンスを図 22.19 に示します。

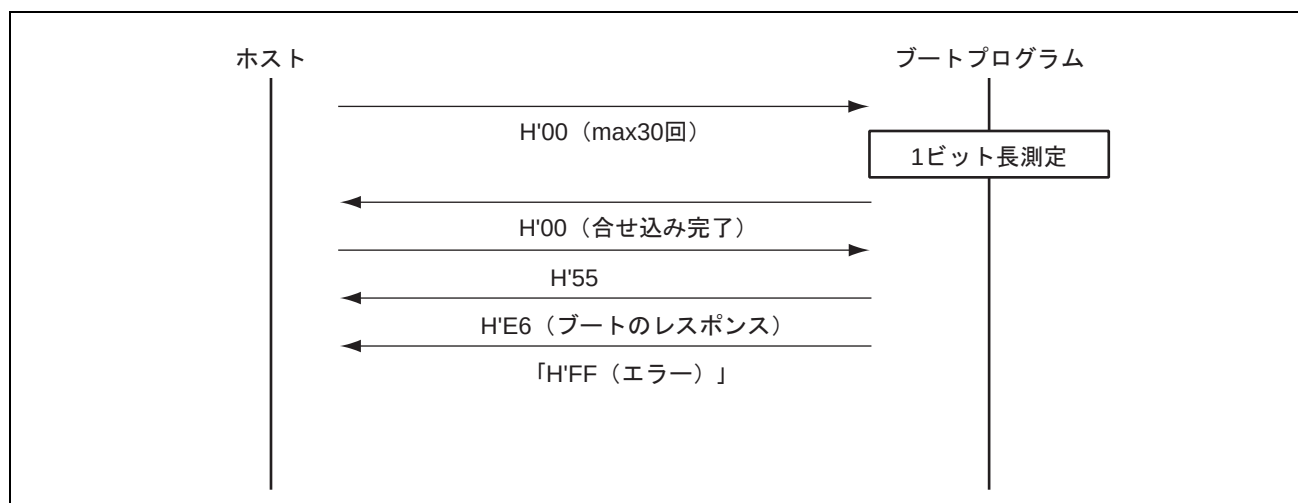


図 22.19 ビットレート合わせ込みのシーケンス

(2) 通信プロトコル

ビットレート合わせ込み終了後のホストとブートプログラムとのシリアル通信プロトコルは次のとおりです。

1. 1文字コマンドまたは1文字レスポンス

1文字のコマンドまたはレスポンスで、問い合わせと正常終了のACKがあります。

2. n文字コマンドまたはn文字レスポンス

コマンド、レスポンスにnバイトのデータを必要とするもので、選択コマンドと問い合わせに対応するレスポンスがあります。書き込みデータについては、データ長を別に決めるので、データサイズは省略します。

3. エラーレスポンス

コマンドに対するエラーレスポンスです。エラーレスポンスとエラーコードの2バイトです。

4. 128バイト書き込み

サイズのないコマンドです。データのサイズは書き込みサイズ問い合わせのレスポンスで知ることができます。

5. メモリリードのレスポンス

サイズが4バイトのレスポンスです。

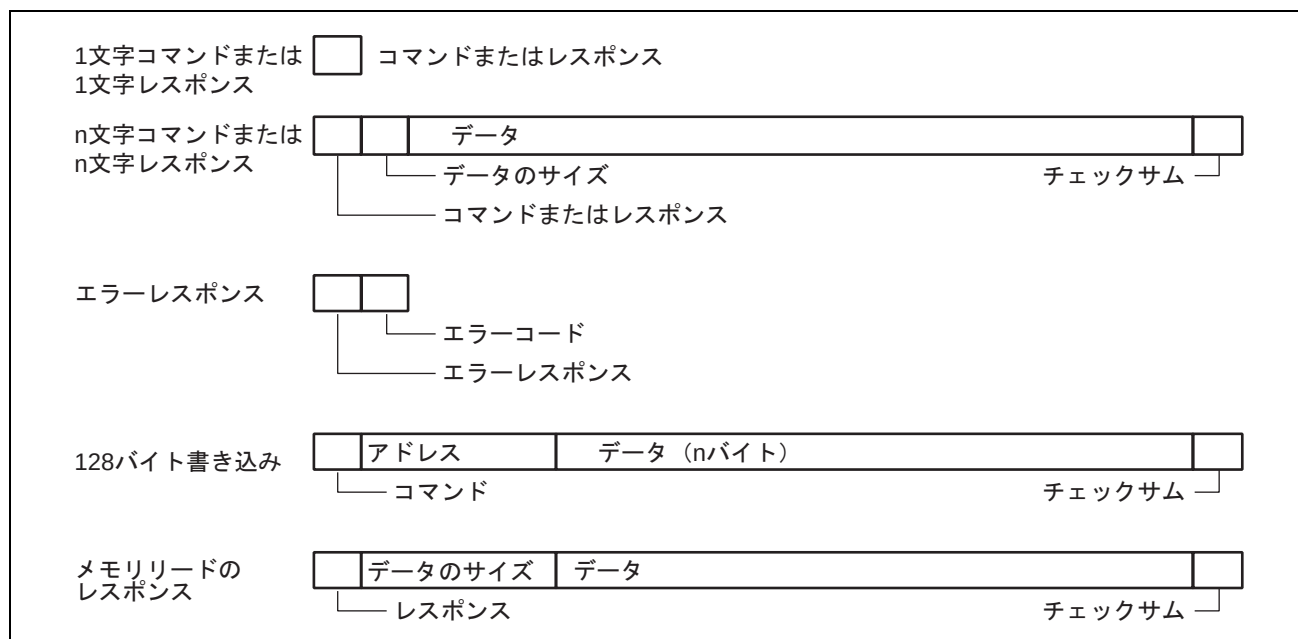


図 22.20 通信プロトコルフォーマット

- コマンド（1バイト）：問い合わせ、選択、書き込み、消去、チェックなどのコマンド
- レスポンス（1バイト）：問い合わせに対する応答
- サイズ（1バイト）：コマンド、サイズ、サムチェックを除いた送受信データのサイズ
- データ（nバイト）：コマンド、レスポンスの詳細データ
- チェックサム（1バイト）：コマンドからSUMまで加算し、H'00となるように設定
- エラーレスポンス（1バイト）：コマンドに対するエラーレスポンス
- エラーコード（1バイト）：発生したエラーの種類
- アドレス（4バイト）：書き込みアドレス
- データ（nバイト）：書き込みデータ、nは書き込みサイズ問い合わせコマンドのレスポンスで知る
- データのサイズ（4バイト）：メモリリードのレスポンスで4バイト長

(3) 問い合わせ選択ステータス

問い合わせ選択ステータスでは、ブートプログラムはホストからの問い合わせコマンドに対してフラッシュ ROM の情報で応答し、選択コマンドに対してデバイス、クロックモード、ビットレートを選択します。

問い合わせ選択コマンド一覧を表 22.17 に示します。

表 22.17 問い合わせ選択コマンド一覧

コマンド	コマンド名	機 能
H'20	サポートデバイス問い合わせ	デバイスコードと品名の問い合わせ
H'10	デバイス選択	デバイスコードの選択
H'21	クロックモード問い合わせ	クロックモード数とそれぞれの値の問い合わせ
H'11	クロックモード選択	選択されているクロックモードの通知
H'22	分周比問い合わせ	分周比または分周比の種類数とそれぞれの個数とその値の問い合わせ
H'23	動作周波数問い合わせ	メインクロックとペリフェラルクロックの最小値最大値の問い合わせ
H'24	ユーザブートマット情報問い合わせ	ユーザマットの個数とそれぞれの先頭アドレスと最終アドレスの問い合わせ
H'25	ユーザマット情報問い合わせ	ユーザマットの個数とそれぞれの先頭アドレスと最終アドレスの問い合わせ
H'26	消去ブロック情報問い合わせ	ブロック数とそれぞれの先頭アドレスと最終アドレスの問い合わせ
H'27	書き込みサイズ問い合わせ	書き込み時のデータ長の問い合わせ
H'3F	新ビットレート選択	新ビットレートの選択
H'40	書き込み／消去ステータス遷移	ユーザマットを消去し、書き込み／消去ステータスに遷移
H'4F	ブートプログラムステータス問い合わせ	ブートの処理状態の問い合わせ

選択コマンドはデバイス選択（H'10）、クロックモード選択（H'11）、新ビットレート選択（H'3F）の順に、ホストから送信してください。選択コマンドが2つ以上送信されたときは、後に送信された選択コマンドが有効になります。

これらのコマンドは、ブートプログラムステータス問い合わせ（H'4F）を除いて、書き込み／消去ステータス遷移（H'40）を受け付けるまで有効です。ホスト側は上記のコマンド送信中、ホストが必要なものを選択して問い合わせを行うことができます。H'4F は、H'40 受付後も有効です。

(a) サポートデバイス問い合わせ

サポートデバイス問い合わせに対して、ブートプログラムはサポート可能なデバイスのデバイスコードと製品名を応答します。

コマンド

H'20

- コマンド「H'20」（1バイト）：サポートデバイス問い合わせ

レスポンス	H'30	サイズ	デバイス数	
	文字数	デバイスコード		品名
	...			
	SUM			

- レスポンス「H'30」（1バイト）：サポートデバイス問い合わせに対する応答
- サイズ（1バイト）：コマンド、サイズ、チェックサムを除いた送受信データのサイズ、ここではデバイス数、文字数、デバイスコード、品名の合計サイズ
- デバイス数（1バイト）：マイコン内のブートプログラムがサポートする品種数
- 文字数（1バイト）：デバイスコードとブートプログラム品名の文字数
- デバイスコード（4バイト）：サポートする品名のASCIIコード
- 品名（nバイト）：ブートプログラム型名、ASCIIコード
- SUM（1バイト）：サムチェック、コマンドからSUMまで加算し、H'00となるように設定

(b) デバイス選択

デバイス選択に対して、ブートプログラムはサポートデバイスを指定されたサポートデバイスに設定します。その後の問い合わせに対して選択されたデバイスの情報を応答します。

コマンド

H'10

サイズ **デバイスコード** **SUM**

- コマンド「H'10」（1バイト）：デバイス選択
- サイズ（1バイト）：デバイスコードの文字数、固定値で4
- デバイスコード（4バイト）：サポートデバイス問い合わせで応答したデバイスコード（ASCIIコード）
- SUM（1バイト）：サムチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：デバイス選択に対する応答、デバイスコードが一致したときACK

エラーレスポンス

H'90	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'90」（1バイト）：デバイス選択に対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード
 - H'11：サムチェックエラー
 - H'21：デバイスコードエラー、デバイスコードが一致しない

(c) クロックモード問い合わせ

クロックモード問い合わせに対して、ブートプログラムは選択可能なクロックモードを応答します。

コマンド

H'21

- コマンド「H'21」（1バイト）：クロックモード問い合わせ

レスポンス

H'31	サイズ	モード数	モード	...	SUM
------	-----	------	-----	-----	-----

- レスポンス「H'31」（1バイト）：クロックモード問い合わせに対する応答
- サイズ（1バイト）：モード数、モードの合計サイズ
- クロックモード数（1バイト）：デバイスで選択可能なクロックモード数
H'00の場合はクロックモードなし、またはデバイスがクロックモード読み取り可を示す
- モード（1バイト）：選択可能なクロックモード（例：H'01 クロックモード1）
- SUM（1バイト）：サムチェック

(d) クロックモード選択

クロックモード選択に対して、ブートプログラムはクロックモードを指定されたモードに設定します。その後の問い合わせに対して、選択されたクロックモードの情報を応答します。

クロックモード選択コマンドはデバイス選択コマンド送信後に送信してください。

コマンド

H'11	サイズ	モード	SUM
------	-----	-----	-----

- コマンド「H'11」（1バイト）：クロックモード選択
- サイズ（1バイト）：モードの文字数、固定値で1
- モード（1バイト）：クロックモード問い合わせで応答されたクロックモード
- SUM（1バイト）：サムチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：クロックモード選択に対する応答、クロックモードが一致したときACK

エラーレスポンス

H'91	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'91」（1バイト）：クロックモード選択に対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード

H'11：サムチェックエラー

H'22：クロックモードエラー、クロックモードが一致しない

クロックモード問い合わせでクロックモード数がH'00、H'01の場合もそれぞれその値で、クロックモード選択をしてください。

(e) 分周比問い合わせ

分周比問い合わせに対して、ブートプログラムは選択可能な分周比を応答します。

コマンド

H'22

- コマンド「H'22」（1バイト）：分周比問い合わせ

レスポンス	H'32	サイズ	種別数					
	分周比	分周比	...					
	...							
	SUM							

- レスポンス「H'32」（1バイト）：分周比問い合わせに対する応答
- サイズ（1バイト）：種別数、分周比数、分周比の合計サイズ
- 種別数（1バイト）：デバイスで選択可能な分周比の種別の数
(メイン動作周波数と周辺モジュール動作周波数の2種類ならH'02)
- 分周比数（1バイト）：各動作周波数で選択可能な分周比数
メインモジュール、周辺モジュールで選択可能な分周比数
- 分周比（1バイト）
 - 分周比： 分周する数値、負の数（例 2分周：H'FE[－2]）
分周比を分周比数の数だけ繰り返し、分周比数と分周比の組み合わせを種別数の数だけ繰り返す。
- SUM（1バイト）：サムチェック

(f) 動作周波数問い合わせ

動作周波数問い合わせに対して、ブートプログラムは動作周波数の数とその最小値、最大値を応答します。

コマンド

H'23

- コマンド「H'23」（1バイト）：動作周波数問い合わせ

レスポンス	H'33	サイズ	周波数の数
	動作周波数最小値	動作周波数最大値	
	...		
	SUM		

- レスポンス「H'33」（1バイト）：動作周波数問い合わせに対する応答
- サイズ（1バイト）：動作周波数の数、動作周波数最小値、動作周波数最大値の合計サイズ
- 周波数の数（1バイト）：デバイスに必要な動作周波数の種類数
たとえば、メイン動作周波数と周辺モジュール動作周波数の場合は2
- 動作周波数最小値（2バイト）：分周されたクロックの最小値
動作周波数最小値、最大値は周波数（MHz）の小数点2位までの値を100倍した値（たとえば、20.00MHzのときは100倍して2000とし、H'07D0とする）
- 動作周波数最大値（2バイト）：分周されたクロックの最大値
動作周波数最大値、動作周波数最大値のデータが周波数の数だけ続く

- SUM (1バイト) : サムチェック

(g) ユーザブートマット情報問い合わせ

ユーザブートマット情報問い合わせに対して、ブートプログラムはユーザブートマットのエリア数とアドレスを応答します。

コマンド

H'24

- コマンド「H'24」(1バイト) : ユーザブートマット情報問い合わせ

レスポンス	H'34	サイズ	エリア数
	エリア先頭アドレス		エリア最終アドレス
	...		
	SUM		

- レスポンス「H'34」(1バイト) : ユーザブートマット情報問い合わせに対する応答
- サイズ (1バイト) : エリア数、エリア先頭アドレス、エリア最終アドレスの合計サイズ
- エリア数 (1バイト) : 連続したユーザブートマットのエリアの数、
ユーザブートマットのエリアが連続の場合はH'01
- エリア先頭アドレス (4バイト) : エリアの先頭アドレス
- エリア最終アドレス (4バイト) : エリアの最終アドレス、
エリア先頭アドレス、エリア最終アドレスのデータがエリア数分続く
- SUM (1バイト) : サムチェック

(h) ユーザマット情報問い合わせ

ユーザマット情報問い合わせに対して、ブートプログラムはユーザマットのエリア数とアドレスを応答します。

コマンド

H'25

- コマンド「H'25」(1バイト) : ユーザマット情報問い合わせ

レスポンス	H'35	サイズ	エリア数
	エリア先頭アドレス		エリア最終アドレス
	...		
	SUM		

- レスポンス「H'35」(1バイト) : ユーザマット情報問い合わせに対する応答
- サイズ (1バイト) : エリア数、エリア先頭アドレス、エリア最終アドレスの合計サイズ
- エリア数 (1バイト) : 連続したユーザマットのエリアの数
ユーザマットのマットエリアが連続の場合はH'01
- エリア先頭アドレス (4バイト) : エリアの先頭アドレス
- エリア最終アドレス (4バイト) : エリアの最終アドレス
エリア先頭アドレス、エリア最終アドレスのデータがエリア数分続く
- SUM (1バイト) : サムチェック

(i) 消去ブロック情報問い合わせ

消去ブロック情報問い合わせに対して、ブートプログラムは消去ブロックのブロック数とそのアドレスを応答します。

コマンド

H'26

- コマンド「H'26」（1バイト）：消去ブロック情報問い合わせ

レスポンス	H'36	サイズ	ブロック数	
	ブロック先頭アドレス			ブロック最終アドレス
	...			
	SUM			

- レスポンス「H'36」（1バイト）：消去ブロック情報問い合わせに対する応答
- サイズ（2バイト）：ブロック数、ブロック先頭アドレス、ブロック最終アドレスの合計サイズ
- ブロック数（1バイト）：フラッシュメモリ消去ブロック数
- ブロック先頭アドレス（4バイト）：ブロックの先頭アドレス
- ブロック最終アドレス（4バイト）：ブロックの最終アドレス
ブロック先頭アドレス、ブロック最終アドレスのデータがブロック数分続く
- SUM（1バイト）：サムチェック

(j) 書き込みサイズ問い合わせ

書き込みサイズ問い合わせに対して、ブートプログラムは書き込みデータの書き込み単位を応答します。

コマンド

H'27

- コマンド「H'27」（1バイト）：書き込みサイズ問い合わせ

レスポンス	H'37	サイズ	書き込みサイズ	SUM
-------	------	-----	---------	-----

- レスポンス「H'37」（1バイト）：書き込みサイズ問い合わせに対する応答
- サイズ（1バイト）：書き込み単位のサイズの文字数、固定値で2
- 書き込みサイズ（2バイト）：書き込み単位のサイズ
このサイズで書き込みデータを受け取る
- SUM（1バイト）：サムチェック

(k) 新ビットレート選択

新ビットレート選択に対して、ブートプログラムは指定されたビットレートに選択変更し、確認に対して新ビットレートで応答します。

新ビットレート選択コマンドはクロックモード選択コマンド送信後に送信してください。

コマンド	H'3F	サイズ	ビットレート	入力周波数
	分周比数	分周比 1	分周比 2	
	SUM			

-

- コマンド「H'3F」（1バイト）：新ビットレート選択
- サイズ（1バイト）：ビットレート、入力周波数、分周比数、分周比の合計サイズ
- ビットレート（2バイト）：新ビットレート
1/100の値とする（たとえば、19200bpsのときは192とし、H'00C0とする）
- 入力周波数（2バイト）：ブートプログラムに入力されるクロック周波数
周波数（MHz）の小数点2位までの値とする
（たとえば、20.00MHzのときは100倍して2000とし、H'07D0とする）
- 分周比数（1バイト）：デバイスで選択可能な分周比数
通常はメイン動作周波数と周辺モジュール動作周波数で2
- 分周比1（1バイト）：メイン動作周波数の分周比
分周比：分周する数値、負の数値（例 2分周：H'FE[−2]）
- 分周比2（1バイト）：周辺動作周波数の分周比
分周比：分周する数値、負の数値（例 2分周：H'FE[−2]）
- SUM（1バイト）：サムチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：新ビットレート選択に対する応答、選択可能なときACK

エラーレスポンス

H'BF

ERROR

- エラーレスポンス「H'BF」（1バイト）：新ビットレート選択に対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード
 - H'11：サムチェックエラー
 - H'24：ビットレート選択不可エラー、指定されたビットレートが選択できない
 - H'25：入力周波数エラー、入力周波数が最小値と最大値の範囲にない
 - H'26：分周比エラー、分周比が一致しない
 - H'27：動作周波数エラー、動作周波数が最小値と最大値の範囲にない

(4) 受信データのチェック

受信したデータのチェック方法を以下に示します。

1. 入力周波数

受信した入力周波数の値が、すでに選択されたデバイスのクロックモードに対する入力周波数の最小値と最大値の範囲内にあるかどうかをチェックします。範囲内になれば入力周波数エラーです。

2. 分周比

受信した分周比の値が、すでに選択されたデバイスのクロックモードに対する分周比と一致するかどうかをチェックします。一致しなければ分周比エラーです。

3. 動作周波数

受信した入力周波数と分周比とから動作周波数を計算します。入力周波数はLSIに供給される周波数で、動作周波数は実際にLSIが動作する周波数です。計算式を以下に示します。

動作周波数 = 入力周波数 ÷ 分周比

この計算した動作周波数が、すでに選択されたデバイスのクロックモードに対する動作周波数の最小値と最大値の範囲内にあるかどうかをチェックします。範囲内になれば動作周波数エラーです。

4. ビットレート

ペリフェラル動作周波数 (φ) とビットレート (B) から、シリアルモードレジスタ (SMR) のクロックセレクト (CKS) の値 (n) とビットレートレジスタ (BRR) の値 (N) を求め、誤差を計算し、誤差が4%未満であるかどうかをチェックします。誤差が4%以上ならばビットレート選択エラーです。誤差の計算は下記のとおりです。

$$\text{誤差 (\%)} = \left\{ \left[\frac{\phi \times 10^6}{(N+1) \times B \times 64 \times 2^{(2 \times n - 1)}} \right] - 1 \right\} \times 100$$

新ビットレート選択が可能な場合は、ACK を応答した後で、新ビットレートの値にレジスタを選択します。新ビットレートでホストが ACK を送信し、ブートプログラムが新ビットレートで応答します。

確認

H'06

- 確認「H'06」（1バイト）：新ビットレートの確認

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：新ビットレートの確認に対する応答

新ビットレート選択のシーケンスを図 22.21 に示します。

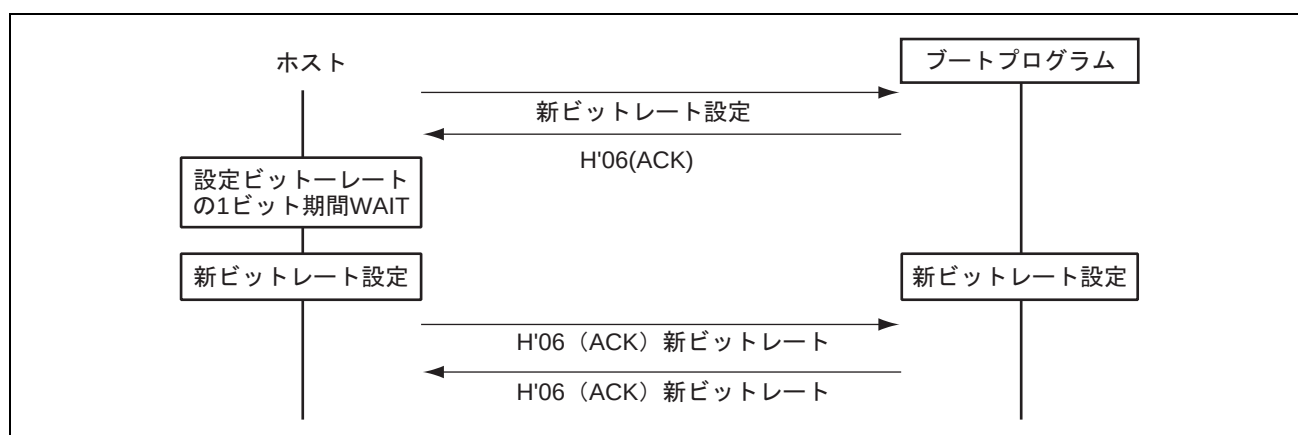


図 22.21 新ビットレート選択のシーケンス

(5) 書き込み／消去ステータス遷移

書き込み／消去ステータス遷移に対して、ブートプログラムは消去プログラムを転送し、ユーザマット、ユーザブートマットの順にデータを消去します。消去が完了すると ACK を応答し、書き込み／消去ステータスになります。

ホストは、書き込み選択コマンドと書き込みデータを送る前に、デバイス選択コマンド、クロックモード選択コマンド、新ビットレート選択コマンドで LSI のデバイス、クロックモード、新ビットレートを選択し、書き込み消去ステータス遷移コマンドをブートプログラムへ送ってください。

コマンド

H'40

- コマンド「H'40」（1バイト）：書き込み消去ステータス遷移

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：書き込み消去ステータス遷移に対する応答
消去プログラムを転送した後、ユーザマット、ユーザブートマットが正常にデータを消去できたときACK

エラーレスポンス

H'C0	H'51
------	------

- エラーレスポンス「H'C0」（1バイト）：ユーザブートマットのブランクチェックに対するエラー応答
- エラーコード「H'51」（1バイト）：消去エラー、エラーが発生し消去できなかった

(6) コマンドエラー

コマンドが未定義のとき、コマンドの順序が正しくないとき、あるいはコマンドを受け付けることができないとき、コマンドエラーとなります。たとえば、デバイス選択の前のクロックモード選択コマンド、書き込み消去ステータス遷移コマンドの後での問い合わせコマンドは、コマンドエラーになります。

エラーレスポンス

H'80	H'xx
------	------

- エラーレスポンス「H'80」（1バイト）：コマンドエラー
- コマンド「H'xx」（1バイト）：受信したコマンド

(7) コマンドの順序

問い合わせ選択ステータスでのコマンドの順序の例は以下のとおりです。

1. サポートデバイス問い合わせ（H'20）で、サポートデバイスを問い合わせてください。
2. 応答されたデバイス情報からデバイスを選んで、デバイス選択（H'10）をしてください。
3. クロックモード問い合わせ（H'21）で、クロックモードを問い合わせてください。
4. 応答されたクロックモードからクロックモードを選んで、クロックモード選択をしてください。
5. デバイス選択、クロックモード選択終了後、分周比問い合わせ（H'22）、動作周波数問い合わせ（H'23）で新ビットレート選択に必要な情報を問い合わせてください。
6. 分周比、動作周波数の情報に従って、新ビットレート選択（H'3F）をしてください。
7. デバイス選択、クロックモード選択が終了後、ユーザブートマット情報問い合わせ（H'24）、ユーザマット情報問い合わせ（H'25）、消去ブロック情報問い合わせ（H'26）、書き込みサイズ問い合わせ（H'27）で、ユーザマット／ユーザブートマットへの書き込み消去情報を問い合わせてください。
8. 問い合わせと新ビットレート選択が終了後、書き込み消去ステータス遷移（H'40）を実行してください。書き込み消去ステータスに遷移します。

(8) 書き込み／消去ステータス

書き込み／消去ステータスでは、ブートプログラムは書き込み選択コマンドで書き込み方法を選択し、128バイト書き込みコマンドでデータを書き込み、消去選択コマンドとブロック消去コマンドでブロックを消去します。書き込み／消去コマンド一覧を表 22.18 に示します。

表 22.18 書き込み／消去コマンド一覧

コマンド	コマンド名	機能
H'42	ユーザブートマット書き込み選択	ユーザブートマット書き込みプログラムの転送
H'43	ユーザマット書き込み選択	ユーザマット書き込みプログラムの転送
H'50	128 バイト書き込み	128 バイト書き込み
H'48	消去選択	消去プログラムの転送
H'58	ブロック消去	ブロックデータの消去
H'52	メモリリード	メモリの読み出し
H'4A	ユーザブートマットのサムチェック	ユーザブートマットのサムチェック
H'4B	ユーザマットのサムチェック	ユーザマットのサムチェック
H'4C	ユーザブートマットのブランクチェック	ユーザブートマットのブランクチェック
H'4D	ユーザマットのブランクチェック	ユーザマットのブランクチェック
H'4F	ブートプログラムステータス問い合わせ	ブートの処理状態の問い合わせ

1. 書き込み

書き込みは書き込み選択コマンドと128バイト書き込みコマンドで行います。

最初に、ホストはユーザマット書き込み選択コマンドを送信します。

次に128バイト書き込みコマンドを送信します。選択コマンドに続く128バイト書き込みコマンドはそれぞれ選択コマンドで指定された書き込み方式の書き込みデータと解釈します。128バイトを超えるデータを書き込むときは128バイトコマンドを繰り返してください。書き込みを終了させたいときはアドレスがH'FFFFFFFFの128バイト書き込みコマンドをホストから送信してください。書き込みが終了すると書き込み消去選択待ちになります。

続けて他の方式、他のマットの書き込みを行うときは書き込み選択コマンドから開始します。

書き込み選択コマンドと128バイト書き込みコマンドのシーケンスを図22.22に示します。

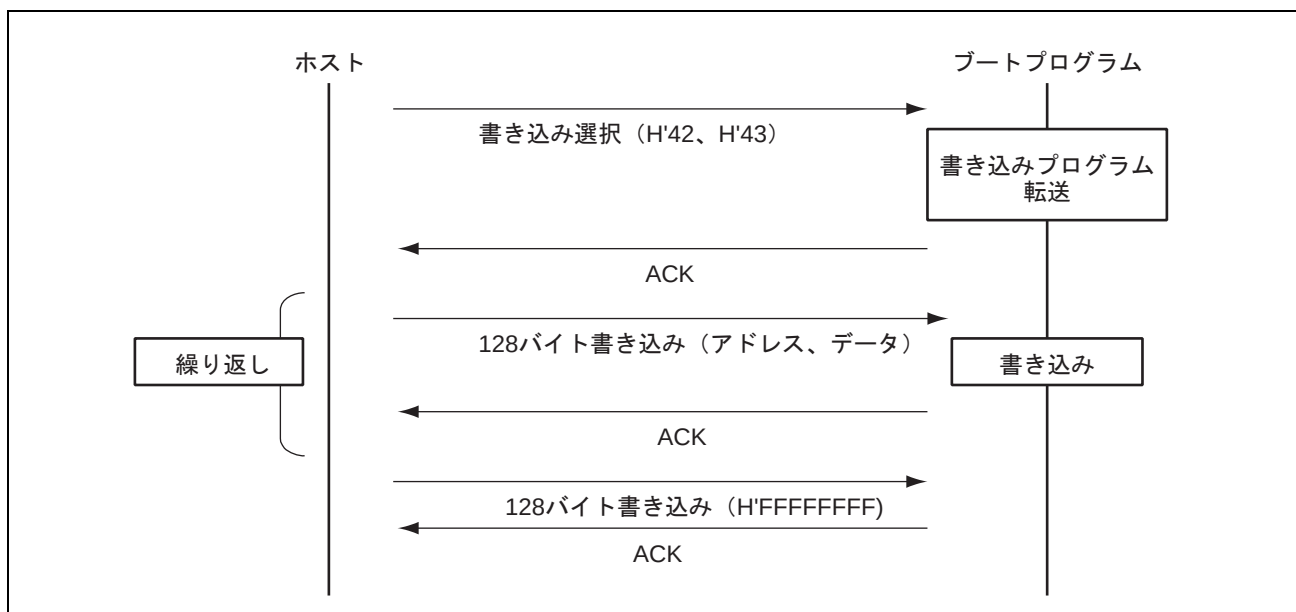


図 22.22 書き込みシーケンス

2. 消去

消去は消去選択コマンドとブロック消去コマンドで行います。

最初に消去選択コマンドで消去を選択し、次にブロック消去コマンドで指定されたブロックを消去します。消去ブロックが複数あるときはブロック消去コマンドを繰り返します。消去処理を終了するときはブロック番号H'FFのブロック消去コマンドをホストから送信してください。消去が終了すると書き込み消去選択待ちになります。

消去選択コマンドと消去データのシーケンスを図22.23に示します。

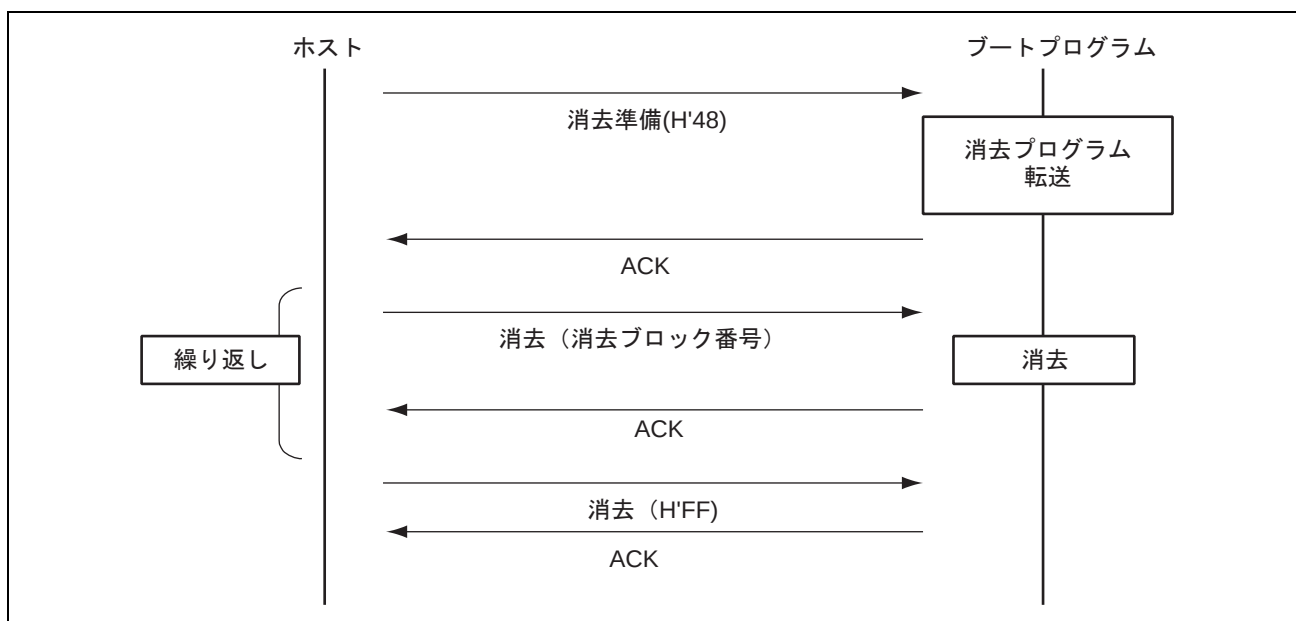


図 22.23 消去シーケンス

3. 書き込み／消去ステータス情報

(a) ユーザブートマット書き込み選択

ユーザブートマット書き込み選択に対して、ブートプログラムは、書き込みプログラムを転送します。書き込みは転送した書き込みプログラムで、ユーザブートマットに書き込みます。

コマンド

H'42

- コマンド「H'42」（1バイト）：ユーザブートマット書き込み選択

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：ユーザブートマット書き込み選択に対する応答、書き込みプログラムを転送したときACK

エラー

レスポンス

H'C2	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'C2」（1バイト）：ユーザブートマット書き込み選択に対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード
H'54：選択処理エラー（転送エラーが発生し処理が完了しない）

(b) ユーザマット書き込み選択

ユーザマット書き込み選択に対して、ブートプログラムは、書き込みプログラムを転送します。書き込みは転送した書き込みプログラムで、ユーザマットに書き込みます。

コマンド

H'43

- コマンド「H'43」（1バイト）：ユーザプログラム書き込み選択

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：ユーザプログラム書き込み選択に対する応答、書き込みプログラムを転送したときACK

エラーレスポンス

H'C3	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'C3」（1バイト）：ユーザプログラム書き込み選択に対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード
H'54：選択処理エラー（転送エラーが発生し処理が完了しない）

(c) 128 バイト書き込み

n バイト書き込みに対して、ブートプログラムは書き込み選択で転送した書き込みプログラムで、ユーザマットに書き込みます。

コマンド	H'50	アドレス						
	データ	...						
	...							
	SUM							

- コマンド「H'50」（1バイト）：128バイト書き込み

22. フラッシュメモリ

- 書き込みアドレス（4バイト）：書き込み先頭アドレス、「書き込みサイズ問い合わせ」で応答したサイズの倍数 例）H'00,H'01,H'00,H'00：H'01000000
- 書き込みデータ（128バイト）：書き込みデータ、書き込みデータのサイズは「書き込みサイズ問い合わせ」で応答したサイズ
- SUM（1バイト）：サムチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：128バイト書き込みに対する応答、書き込みが完了したときACK

エラーレスポンス

H'D0	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'D0」（1バイト）：128バイト書き込みに対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード
 - H'11：サムチェックエラー
 - H'2A：アドレスエラー、アドレスが指定のマットの範囲にない
 - H'53：書き込みエラー、書き込みエラーが発生し書き込めない

データ書き込みサイズに従った境界のアドレスを指定してください。たとえば、データ書き込みサイズが128バイトのときは、アドレスの下位8ビットをH'00かH'80にしてください。

ホストは、128バイト中に書き込みデータが無い部分をH'FFに埋めて送信してください。

書き込み処理を終了するときは、アドレスH'FFFFFFFFの128バイト書き込みコマンドを送信してください。アドレスH'FFFFFFFFの128バイト書き込みコマンドに対して、ブートプログラムはデータが終了したと判断し、書き込み消去選択コマンド待ちになります。

コマンド	H'50	アドレス	SUM
------	------	------	-----

- コマンド「H'50」（1バイト）：128バイト書き込み
- 書き込みアドレス（4バイト）：終了コード（H'FF,H'FF,H'FF,H'FF）
- SUM（1バイト）：サムチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：128バイト書き込みに対する応答、書き込み処理が完了したときACK

エラーレスポンス

H'D0	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'D0」（1バイト）：128バイト書き込みに対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード
 - H'11：サムチェックエラー
 - H'53：書き込みエラー、書き込みエラーが発生し書き込めない

(d) 消去選択

消去選択に対して、ブートプログラムは、消去プログラムを転送します。消去は転送した消去プログラムで、ユーザマットのデータを消去します。

コマンド

H'48

- コマンド「H'48」（1バイト）：消去選択

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：消去選択に対する応答、消去プログラムを転送したときACK

エラーレスポンス

H'C8	ERROR
------	-------

- ERROR：（1バイト）：エラーコード
H'54：選択処理エラー（転送エラーが発生し処理が完了しない）

(e) ブロック消去

消去に対して、ブートプログラムは指定されたブロックを消去します。

コマンド

H'58	サイズ	ブロック番号	SUM
------	-----	--------	-----

- コマンド「H'58」（1バイト）：消去
- サイズ.（1バイト）：消去ブロック番号の文字数、固定値で1
- ブロック番号（1バイト）：データを消去する消去ブロック番号
- SUM（1バイト）：サムチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：消去に対する応答、消去が完了したときACK

エラーレスポンス

H'D8	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'D8」（1バイト）：消去に対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード
H'11：サムチェックエラー
H'29：ブロック番号エラー、ブロック番号が正しくない
H'51：消去エラー、消去中にエラー発生

ブロック番号が H'FF に対して、ブートプログラムは消去処理を終了し、選択コマンド待ち状態になります。

コマンド

H'58	サイズ	ブロック番号	SUM
------	-----	--------	-----

- コマンド「H'58」（1バイト）：消去
- サイズ（1バイト）：消去ブロック番号の文字数、固定値で1
- ブロック番号（1バイト）：H'FF、消去処理の終了コード
- SUM（1バイト）：サムチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：消去終了に対する応答、ACK

ブロック番号を H'FF で指定した後、再度、消去を行う場合は、消去選択から実行します。

(f) メモリリード

メモリリードに対して、ブートプログラムは指定されたアドレスのデータを応答します。

コマンド	H'52	サイズ	エリア	読み出しアドレス		
	読み出しサイズ			SUM		

- コマンド「H'52」（1バイト）：メモリリード
- サイズ（1バイト）：エリア、読み出しアドレス、読み出しサイズの合計サイズ（固定値で9）
- エリア（1バイト）

H'00：ユーザブートマット

H'01：ユーザマット

エリアの指定が正しくないときはアドレスエラー

- 読み出しアドレス（4バイト）：読み出す先頭アドレス
- 読み出しサイズ（4バイト）：読み出すデータのサイズ
- SUM（1バイト）：サムチェック

レスポンス	H'52	読み出しアドレス					
	データ	...					
	SUM						

- レスポンス「H'52」（1バイト）：メモリリードに対する応答
- 読み出しサイズ（4バイト）：読み出すデータのサイズ
- データ（nバイト）読み出しアドレスからの読み出しサイズ分のデータ
- SUM（1バイト）：サムチェック

エラーレスポンス

H'D2	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'D2」（1バイト）：メモリリードに対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード
 - H'11：サムチェックエラー
 - H'2A：アドレスエラー
 - 読み出しアドレスがマットの範囲にない
 - H'2B：サイズエラー
 - 読み出しサイズがマットの範囲を超えている

(g) ユーザブートマットのサムチェック

ユーザブートマットのサムチェックに対して、ブートプログラムはユーザブートマットのデータを加算してその結果を応答します。

コマンド

H'4A

- コマンド「H'4A」（1バイト）：ユーザブートマットのサムチェック

レスポンス

H'5A	サイズ	マットのサムチェック	SUM
------	-----	------------	-----

- レスポンス「H'5A」（1バイト）：ユーザブートマットのサムチェックに対する応答
- サイズ（1バイト）：サムチェックデータの文字数、固定値で4
- マットのサムチェック（4バイト）：ユーザブートマットのサムチェック値、バイト単位で加算
- SUM（1バイト）：サムチェック（送信データの）

(h) ユーザプログラムのサムチェック

ユーザプログラムのサムチェックに対して、ブートプログラムはユーザプログラムのデータを加算してその結果を応答します。

コマンド

H'4B

- コマンド「H'4B」（1バイト）：ユーザプログラムのサムチェック

レスポンス

H'5B	サイズ	マットのサムチェック	SUM
------	-----	------------	-----

- レスポンス「H'5B」（1バイト）：ユーザプログラムのサムチェックに対する応答
- サイズ（1バイト）：サムチェックデータの文字数、固定値で4
- サムチェック（4バイト）：ユーザマットのサムチェック値、バイト単位で加算
- SUM（1バイト）：サムチェック（送信データの）

(i) ユーザブートマットのブランクチェック

ユーザブートマットのブランクチェックに対して、ブートプログラムはユーザブートマットがすべてブランクであることをチェックしその結果を応答します。

コマンド

H'4C

- コマンド「H'4C」（1バイト）：ユーザブートマットのブランクチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：ユーザブートマットのブランクチェックに対する応答、エリアがすべてブランク（H'FF）のときACK

エラーレスポンス

H'CC	H'52
------	------

- エラーレスポンス「H'CC」（1バイト）：ユーザブートマットのブランクチェックに対するエラー応答
- エラーコード「H'52」（1バイト）：未消去エラー

(j) ユーザマットのブランクチェック

ユーザマットのブランクチェックに対して、ブートプログラムはユーザマットがすべてブランクであることをチェックしその結果を応答します。

コマンド

H'4D

- コマンド「H'4D」（1バイト）：ユーザマットのブランクチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：ユーザマットのブランクチェックに対する応答、エリアがすべてブランク（H'FF）のときACK

エラー

レスポンス

H'CD

H'52

- エラーレスポンス「H'CD」（1バイト）：ユーザマットのブランクチェックに対するエラー応答
- エラーコード「H'52」（1バイト）：未消去エラー

(k) ブートプログラムステータス問い合わせ

ブートプログラムステータス問い合わせに対して、ブートプログラムは現在のステータスとエラー状態を応答します。この問い合わせは、問い合わせ選択ステータス、書き込み消去ステータス、いずれも有効です。

コマンド

H'4F

- コマンド「H'4F」（1バイト）：ブートプログラムステータス問い合わせ

レスポンス

H'5F

サイズ

STATUS

ERROR

SUM

- レスポンス「H'5F」（1バイト）：ブートプログラムステータス問い合わせに対する応答
- サイズ（1バイト）：データの文字数、固定値で2
- STATUS（1バイト）：標準ブートプログラムのステータス
- ERROR（1バイト）：エラー状態
ERROR=0で正常
ERRORが0以外で異常
- SUM（1バイト）：サムチェック

表 22.19 ステータスコード

コード	内 容
H'11	デバイス選択待ち
H'12	クロックモード選択待ち
H'13	ビットレート選択待ち
H'1F	書き込み消去ステータス遷移待ち（ビットレート選択完了）
H'31	書き込みステータス消去中
H'3F	書き込み消去選択待ち（消去完了）
H'4F	書き込みデータ受信待ち（書き込み完了）
H'5F	消去ブロック指定待ち（消去完了）

表 22.20 エラーコード

コード	内 容
H'00	エラーなし
H'11	サムチェックエラー
H'12	プログラムサイズエラー
H'21	デバイスコード不一致エラー
H'22	クロックモード不一致エラー
H'24	ビットレート選択不可エラー
H'25	入力周波数エラー
H'26	分周比エラー
H'27	動作周波数エラー
H'29	ブロック番号エラー
H'2A	アドレスエラー
H'2B	データ長エラー
H'51	消去エラー
H'52	未消去エラー
H'53	書き込みエラー
H'54	選択処理エラー
H'80	コマンドエラー
H'FF	ビットレート合わせ込み確認エラー

22.13 使用上の注意事項

- 出荷品の初期状態は消去状態です。消去来歴不明チップに対しては初期化（消去）レベルをチェック、補正するために自動消去実施を推奨します。
- 本LSIのライターモードに適合するPROMライターおよびそのプログラムバージョンについては、ソケットアダプタの取り扱い説明書を参照してください。
- PROMライターのソケット、ソケットアダプタ、および製品のインデックスが一致していないと、過剰電流が流れ製品が破壊することがあります。
- PROMライターは、128Kバイトフラッシュメモリ内蔵マイコンデバイスタイプの書き込み電圧3.3Vをサポートしているものを使用してください。また、規定したソケットアダプタ以外は使用しないでください。
- 書き込み／消去中はフラッシュメモリに高電圧が印加されているため、書き込み／消去中にVcc電源の切断（マイコンチップのPROMライターからの取り外しを含む）は行わないでください。フラッシュメモリの永久破壊の可能性があります。リセット入力した場合は、100 μ s以上のリセット入力期間の後にリセットリリースしてください。
- 書き込み／消去開始からのFKEYのクリアまでの期間は、フラッシュメモリのアクセスは禁止します。書き込み／消去終了直後に、LSIモードを変更してリセット動作させる場合には、100 μ s以上のリセット入力期間（RES=0期間）を設けてください。なお、書き込み／消去処理中のリセット状態への遷移は禁止です。誤ってリセット入力した場合は、100 μ s以上のリセット入力期間の後にリセットリリースしてください。
- オンボードプログラミングでは、128バイトの書き込み単位ブロックへの書き込みは1回のみとしてください。ライターモードでの128バイトの書き込み単位ブロックへの書き込みも1回のみとしてください。書き込みは、書き込み単位ブロックがすべて消去された状態で行ってください。
- オンボードプログラミングモードで書き込み／消去を行ったチップに対して、ライターを用いて書き換えを行う場合には、自動消去を行った後に自動書き込みを行うことを推奨します。
- フラッシュメモリへの書き込みを行う場合は、書き込みデータおよびプログラムは外部割り込みベクタテーブル以降に配置して、例外処理ベクタテーブルのシステム予約エリアには必ずall H'FFを配置してください。
- フラッシュメモリのキーコードエリア（H'00003C～3F）にall H'FF（4バイト）以外のデータを書き込むと、ライターモードでの読み出しができなくなります（H'00が読み出される。消去→書き換えは可能）。ライターモードによる読み出しを行う場合は、必ずキーコードエリアにall H'FFを書き込むようにしてください。
- ライターモードでキーコードエリアにall H'FF以外のデータを書き込む場合、PROMライターおよびプログラムバージョンが対応されていないと書き込み時にベリファイエラーになります。

12. 初期化ルーチンを含む書き込みプログラム、または初期化ルーチンを含む消去プログラムのコードサイズはそれぞれ3Kバイト以内です。したがって、CPUクロック周波数が20MHzの場合、それぞれ最大で200 μ sのダウンロード時間となります。
13. FCCSのSCOビット設定による内蔵プログラムのダウンロード方式をサポートしていない従来のF-ZTAT H8/H8Sマイコンで使用していたフラッシュメモリの書き込み／消去プログラムは、本LSIでは動作しません。本LSIでのフラッシュメモリへの書き込み／消去は、必ず内蔵プログラムをダウンロードして実施してください。
14. 従来のF-ZTAT H8/H8Sマイコンと異なり、書き込み／消去中または書き込み／消去プログラムのダウンロードはWDTによる暴走などへの対応は実施していません。必要に応じて、書き込み／消去の実行時間を考慮したWDTでの対応を実施してください（定期的なタイマ割り込みの使用など）。
15. 書き込み／消去プログラムのダウンロード時、SCOビットを1にセットした直後にSCOビットを0にクリアしないでください。正常なダウンロードができません。SCOビットを1にセットする命令実行の直後には、FCCSのバイトのダミーリードを必ず2回実行してください。
16. 書き込み／書き込み終了／消去プログラムでは、保存されない汎用レジスタがあります。保存したい汎用レジスタは手続きプログラムで退避してください。

23. クロック発振器

本 LSI は、クロック発振器を内蔵しており、システムクロック (ϕ)、内部クロック、バスマスタクロック、およびサブクロック (ϕ SUB) を生成します。クロック発振器は、発振回路、デューティ補正回路、システムクロック選択回路、サブクロック入力回路、サブクロック波形形成回路で構成されます。クロック発振器のブロック図を図 23.1 に示します。

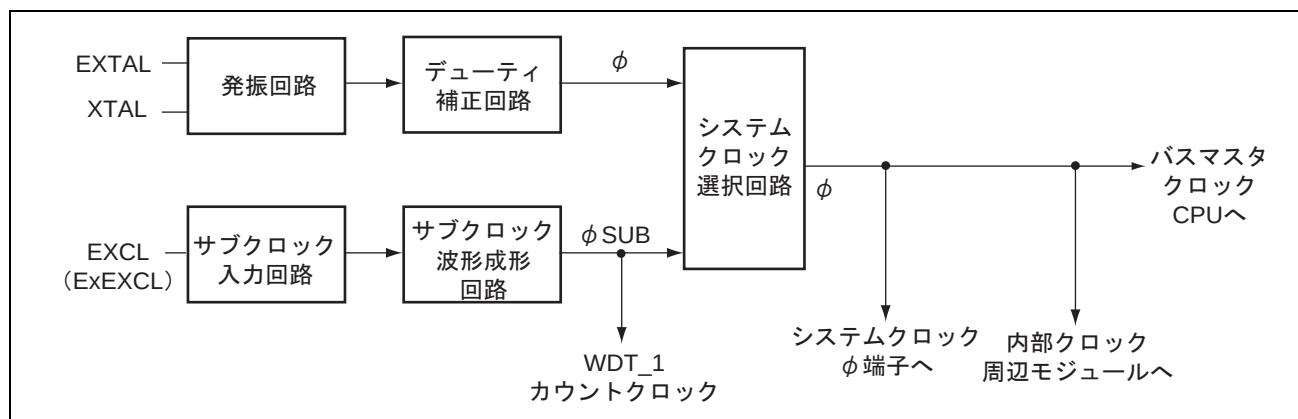


図 23.1 クロック発振器のブロック図

サブクロック入力は、ローパワーコントロールレジスタの EXCLE ビット、ポートコントロールレジスタ 0 の EXCLS ビットの設定によりソフトウェアで制御します。ローパワーコントロールレジスタについては「24.1.2 ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR)」を、ポートコントロールレジスタ 0 については「8.3.1 ポートコントロールレジスタ 0 (PTCNT0)」を参照してください。

23. クロック発振器

23.1 発振回路

クロックを供給する方法には、水晶発振子を接続する方法と外部クロックを入力する方法があります。

23.1.1 水晶発振子を接続する方法

水晶発振子を接続する場合の接続例を図 23.2 に示します。ダンピング抵抗 R_d は、表 23.1 に示すものを使用してください。水晶発振子は、AT カット並列共振形を使用してください。

水晶発振子の等価回路を図 23.3 に示します。水晶発振子は表 23.2 に示す特性のものを使用してください。水晶発振子は、システムクロック（ ϕ ）と同一周波数のものを使用してください。

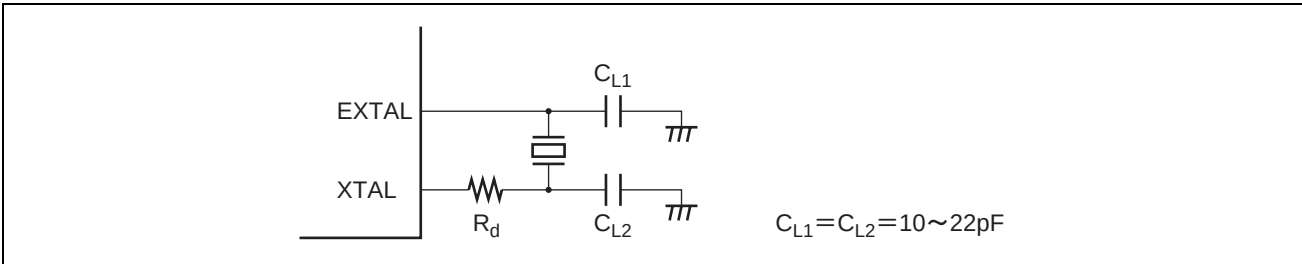


図 23.2 水晶発振子の接続例

表 23.1 ダンピング抵抗値

周波数 (MHz)	8	10	12	16	20	25
R_d (Ω)	200	0	0	0	0	0

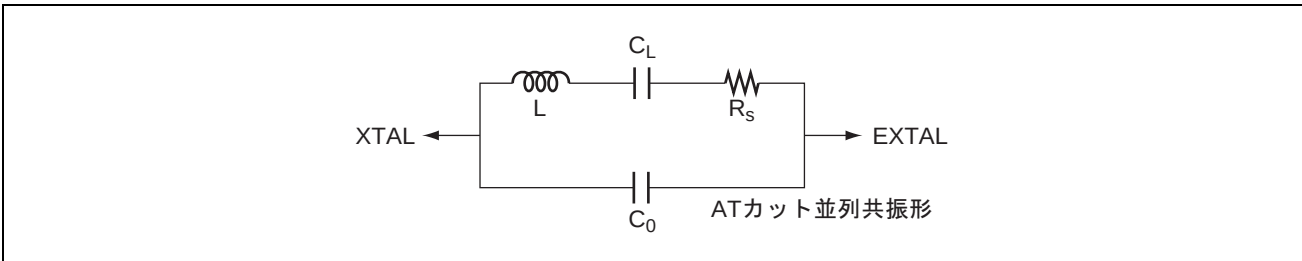


図 23.3 水晶発振子の等価回路

表 23.2 水晶発振子の特性

周波数 (MHz)	8	10	12	16	20	25
$R_s \text{ max}$ (Ω)	80	70	60	50	40	30
$C_0 \text{ max}$ (pF)	7					

23.1.2 外部クロックを入力する方法

外部クロック入力の接続例を図 23.4 に示します。XTAL 端子をオープン状態にする場合は、寄生容量を 10pF 以下にしてください。XTAL 端子に逆相クロックを入力する場合、スタンバイモードおよびウォッチモード時は外部クロックを High レベルにしてください。外部クロックの入力条件を表 23.3 に示します。外部クロックは、システムクロック（ ϕ ）と同一周波数としてください。

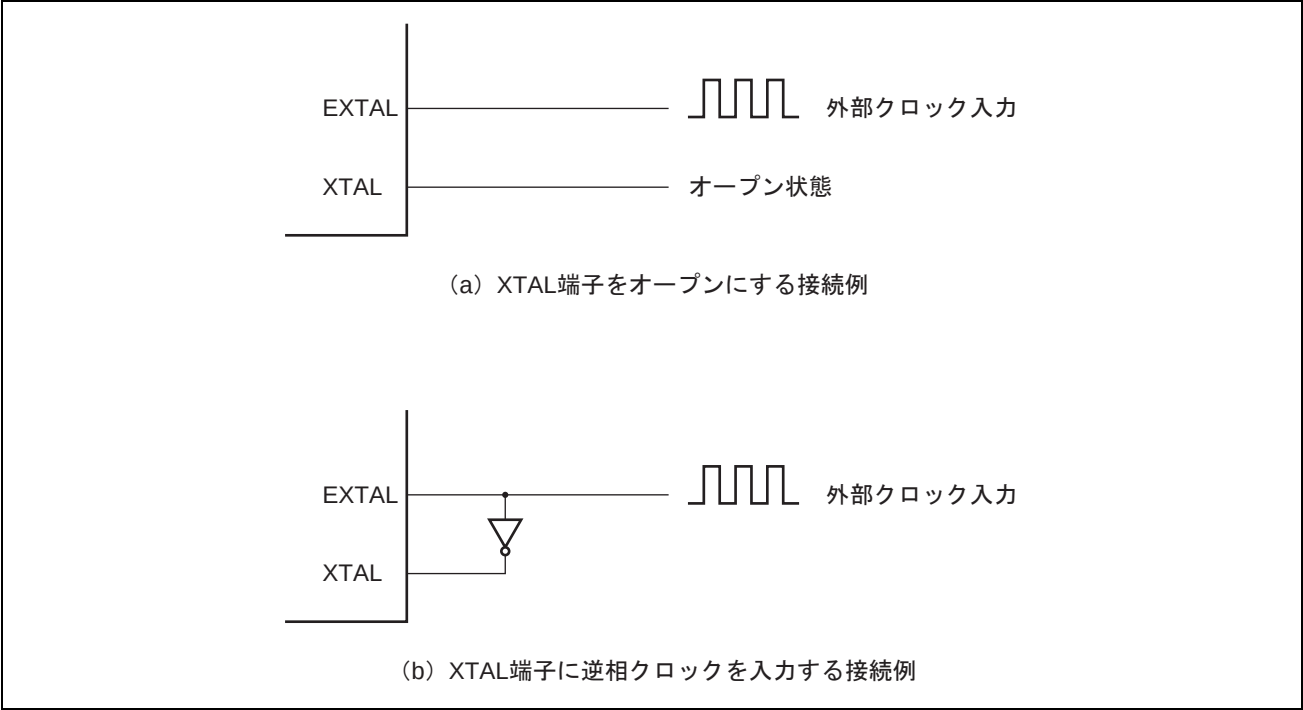


図 23.4 外部クロックの接続例

表 23.3 外部クロック入力条件

項 目	記号	VCC=3.0~3.6V		単位	測定条件
		min.	max.		
外部クロック入力パルス幅 Low レベル	t_{EXL}	12	—	ns	図 23.5
外部クロック入力パルス幅 High レベル	t_{EXH}	12	—	ns	
外部クロック立ち上がり時間	t_{EXr}	—	5	ns	
外部クロック立ち下がり時間	t_{EXf}	—	5	ns	
クロックパルス幅 Low レベル	t_{CL}	0.4	0.6	t_{cyc}	図 26.4
クロックパルス幅 High レベル	t_{CH}	0.4	0.6	t_{cyc}	

23. クロック発振器

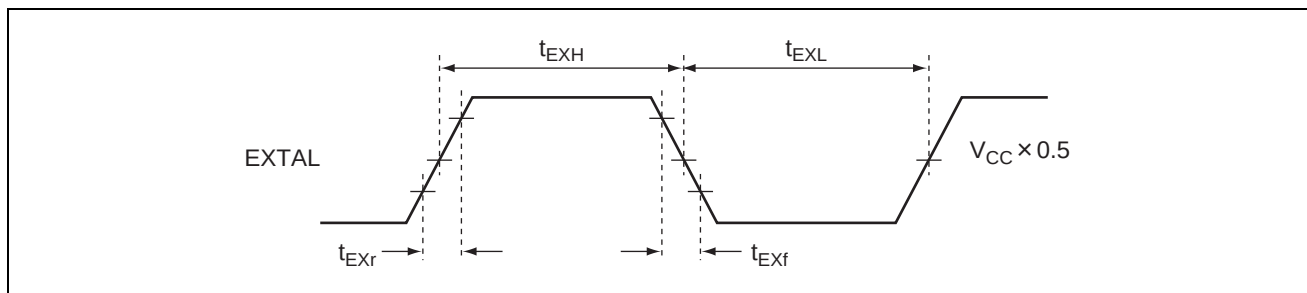


図 23.5 外部クロック入力タイミング

発振器とデューティ補正回路は、EXTAL 端子に入力した外部クロックの入力の波形を調整する機能を持っています。

EXTAL 端子に規定のクロック信号を入力すると、外部クロック出力安定遅延時間 (t_{DEXT}) 経過後に内部クロック信号出力が確定します。 t_{DEXT} 期間中はクロック信号出力が確定していないので、リセット信号を Low レベルにしリセット状態を保持してください。表 23.4 に外部クロック出力安定遅延時間、図 23.6 に外部クロック出力安定遅延時間タイミングを示します。

表 23.4 外部クロック出力安定遅延時間

条件：VCC=3.0V~3.6V、AVCC=3.0V~3.6V、VSS=AVSS=0V

項 目	記号	min.	max.	単位	備考
外部クロック出力安定遅延時間	t_{DEXT}^*	500	—	μs	図 23.6

【注】 * t_{DEXT} は、RES パルス幅 (t_{RESW}) を含みます。

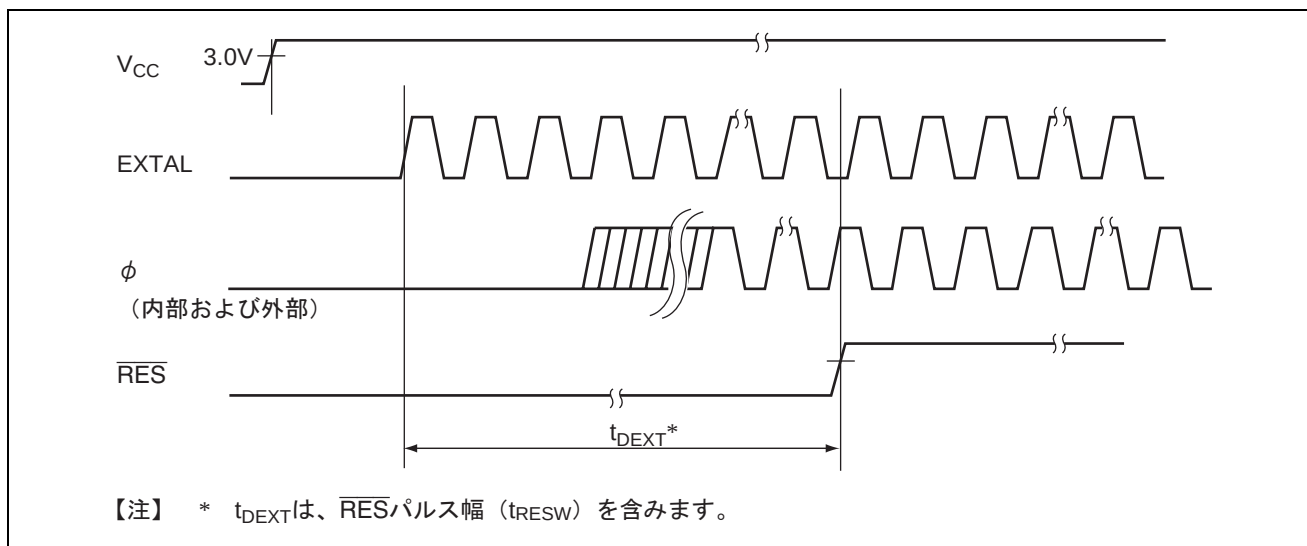


図 23.6 外部クロック出力安定遅延時間タイミング

23.2 デューティ補正回路

デューティ補正回路は発振器の出力するクロックのデューティを補正してシステムクロック（φ）を生成します。

23.3 サブクロック入力回路

EXCL 端子または ExEXCL 端子からのサブクロック入力を制御します。サブクロックを使用する場合は、EXCL 端子または ExEXCL 端子から 32.768kHz の外部クロックを入力してください。

EXCL 端子入力と ExEXCL 端子入力の関係を図 23.7 に示します。

サブクロック入力を使用する場合は、入力に使用する端子の DDR ビットを 0 にクリアし、入力端子状態にしてください。PTCNT0 の EXCLS ビットを 0 にクリアすることで EXCL 端子入力、1 にセットすることで ExEXCL 端子入力が選択されます。さらに、LPWRCR の EXCLE ビットを 1 にセットすることでサブクロック入力がイネーブルになります。

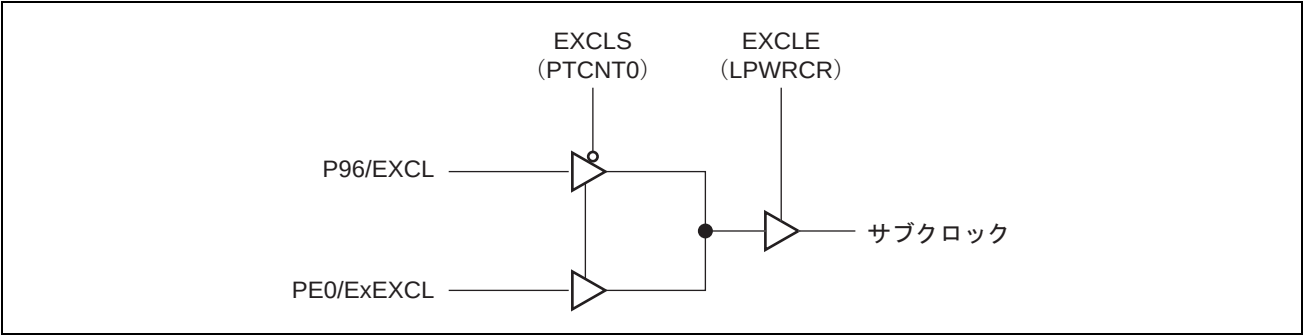


図 23.7 EXCL 端子、ExEXCL 端子からのサブクロック入力

サブクロックの入力条件を表 23.5 に示します。サブクロックを必要としない場合には、サブクロック入力をイネーブルにしないでください。

表 23.5 サブクロック入力条件

項 目	記号	VCC=3.0~3.6V			単位	測定条件
		min.	typ.	max.		
サブクロック入力パルス幅 Low レベル	t _{EXCLL}	—	15.26	—	μs	図 23.8
サブクロック入力パルス幅 High レベル	t _{EXCLH}	—	15.26	—	μs	
サブクロック入力立ち上がり時間	t _{EXCLr}	—	—	10	ns	
サブクロック入力立ち下がり時間	t _{EXCLf}	—	—	10	ns	

23. クロック発振器

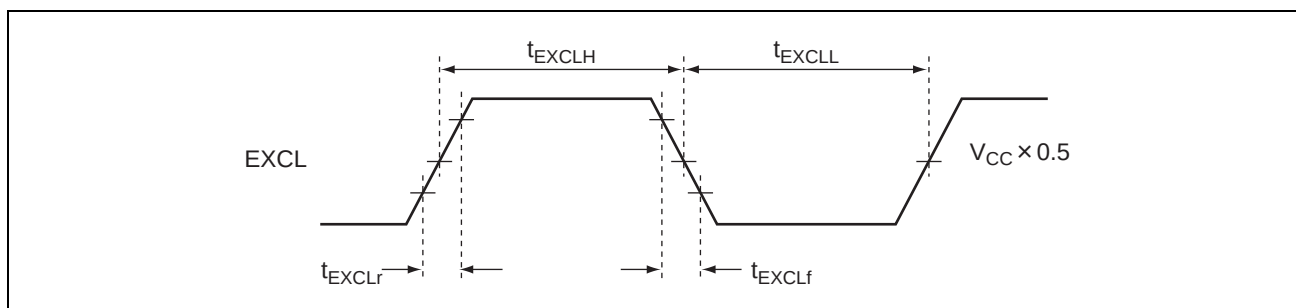


図 23.8 サブクロック入力タイミング

23.4 サブクロック波形成形回路

EXCL (ExEXCL) 端子から入力されたサブクロックのノイズ除去のため、 ϕ クロックの分周クロックでサンプリングします。サンプリング周波数は、LPWRCR の NESEL ビットで設定します。

ウォッチモードではサンプリングされません。

23.5 クロック選択回路

LSI 内部で使用するシステムクロックを選択します。

高速モード、スリープモード、リセット状態、スタンバイモードからの復帰時には XTAL、EXTAL 端子の発振器で生成されるクロックをシステムクロック (ϕ) として選択します。

ウォッチモードでは、LPWRCR の EXCLE=1 のときは、EXCL (ExEXCL) 端子から入力されるサブクロックをシステムクロックとして選択します。このとき、WDT_1、割り込みコントローラなどのモジュールおよび機能は ϕ_{SUB} により動作し、各タイマのカウントクロックやサンプリングクロックも ϕ_{SUB} を分周したクロックとなります。

23.6 使用上の注意事項

23.6.1 発振子に関する注意事項

発振子に関する諸特性は、ユーザのボード設計に密接に関係しますので本書で案内する発振子の接続例を参考に、ユーザ側での十分な評価を実施してご使用願います。発振子の回路定格は発振子、実装回路の浮遊容量などにより異なるため、発振子メーカーと十分ご相談の上決定してください。発振端子に印加される電圧が最大定格を超えないようにしてください。

23.6.2 ボード設計上の注意事項

水晶発振子を使用する場合は、発振子および負荷容量はできるだけ XTAL、EXTAL 端子の近くに配置してください。また、**図 23.9** に示すように発振回路の近くには他の信号線を通過させないでください。誘導により正しい発振ができなくなることがあります。

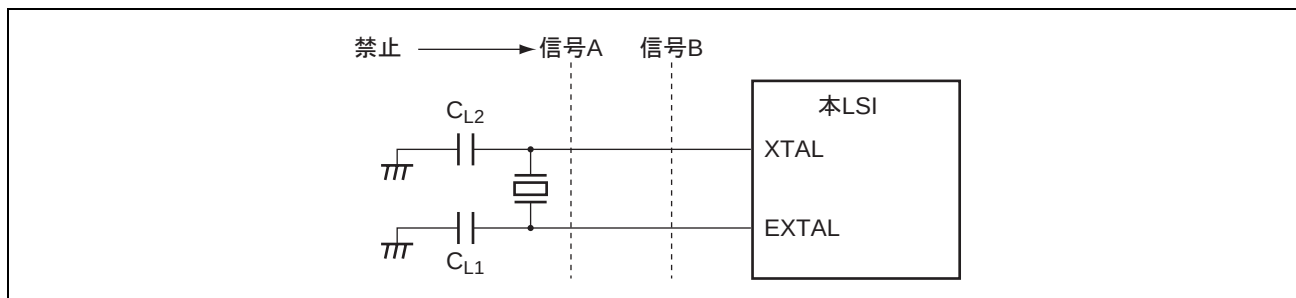


図 23.9 発振回路部のボード設計に関する注意事項

24. 低消費電力状態

リセット解除後の動作モードには、通常の高速モードでのプログラム実行状態のほかに消費電力を著しく低下させる 4 種類の低消費電力動作モードがあります。このほか、内蔵周辺モジュールを選択的に停止させて消費電力を低下させるモジュールストップモードがあります。

- 中速モード

CPUを動作させるシステムクロックの周波数は $\phi/2$ 、 $\phi/4$ 、 $\phi/8$ 、 $\phi/16$ 、 $\phi/32$ の中から選択できます。

- スリープモード

CPUは動作を停止します。内蔵周辺モジュールは動作します。

- ウォッチモード

CPUは動作を停止します。内蔵周辺モジュールはWDT_1のみ動作します。

- ソフトウェアスタンバイモード

クロック発振器が停止し、CPUおよび内蔵周辺モジュールは動作を停止します。

- モジュールストップモード

上記動作モードとは独立に、使用しない内蔵周辺モジュールの動作をモジュール単位で停止させることができます。

24.1 レジスタの説明

低消費電力モードに関連するレジスタには以下のものがあります。なお、シリアルタイムコントロールレジスタについては「3.2.3 シリアルタイムコントロールレジスタ (STCR)」を参照してください。TSCR_1 (WDT_1) の PSS ビットについては「12.3.5 タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)」の TCSR_1 を参照してください。

表 24.1 レジスタ構成

レジスタ名	略称	R/W	初期値	アドレス	データバス幅
スタンバイコントロールレジスタ	SBYCR	R/W	H'00	H'FF84	8
ローパワーコントロールレジスタ	LPWRCR	R/W	H'00	H'FF85	8
モジュールストップコントロールレジスタ H	MSTPCRH	R/W	H'3F	H'FF86	8
モジュールストップコントロールレジスタ L	MSTPCRL	R/W	H'FF	H'FF87	8
モジュールストップコントロールレジスタ A	MSTPCRA	R/W	H'FC	H'FE7E	8
モジュールストップコントロールレジスタ B	MSTPCRB	R/W	H'FF	H'FE7F	8

24. 低消費電力状態

24.1.1 スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR)

SBYCR は低消費電力モードの制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	SSBY	0	R/W	ソフトウェアスタンバイ SLEEP 命令実行後の遷移先を指定します。 高速モードまたは中速モードで SLEEP 命令を実行したとき 0：スリープモードに遷移 1：ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモードに遷移 割り込みなどによってモード間遷移をした場合でも SSBY ビットの内容は変わりません。
6	STS2	0	R/W	スタンバイタイムセレクト 2~0 ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモードを解除する際に、クロック発振器が発振を開始してからクロックが安定するまでの待機ステート数を設定します。動作周波数に応じて待機時間が 8ms（発振安定時間）以上となるように設定してください。設定値と待機ステート数の関係は表 24.2 のとおりです。外部クロックを使用する場合は任意の選択が可能です。通常の場合は最小値を推奨します。
5	STS1	0	R/W	
4	STS0	0	R/W	
3	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	SCK2	0	R/W	システムクロックセレクト 2~0 高速モードおよび中速モードでのバスマスタのクロックを選択します。 なお、ウォッチモードに遷移して動作させる場合には SCK2~SCK0 を B'000 にしてください。 000：高速モード 001：中速クロックは $\phi/2$ 010：中速クロックは $\phi/4$ 011：中速クロックは $\phi/8$ 100：中速クロックは $\phi/16$ 101：中速クロックは $\phi/32$ 11X：設定しないでください
1	SCK1	0	R/W	
0	SCK0	0	R/W	

【注】 X：Don't care

表 24.2 動作周波数と待機時間

STS2	STS1	STS0	待機時間	25MHz	10MHz	8MHz	単位
0	0	0	8192 ステート	0.3	0.8	1.0	ms
0	0	1	16384 ステート	0.6	1.6	2.0	
0	1	0	32768 ステート	1.3	3.3	4.1	
0	1	1	65536 ステート	2.6	6.6	8.2	
1	0	0	131072 ステート	5.2	13.1	16.4	
1	0	1	262144 ステート	10.4	26.2	32.8	
1	1	0/1	リザーブ*	—	—	—	—

 推奨設定時間

【注】 * 本設定は使用しないでください。

24.1.2 ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR)

LPWRCR は低消費電力モードの制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	DTON	0	R/W	ダイレクトトランスファオンフラグ 初期値を変更しないでください。
6	LSON	0	R/W	ロースピードオンフラグ 初期値を変更しないでください。
5	NESEL	0	R/W	ノイズ除去サンプリング周波数選択 EXCL 端子または ExEXCL 端子から入力されたサブクロック (ϕ_{SUB}) を、システムクロック発振器で生成されたクロック (ϕ) により、サンプリングする周波数を選択します。初期値を変更しないでください。 0: ϕ の 32 分周クロックでサンプリング 1: ϕ の 4 分周クロックでサンプリング (設定禁止)
4	EXCLE	0	R/W	サブクロック入力イネーブル EXCL 端子または ExEXCL 端子からのサブクロック入力を制御します。 0: EXCL 端子または ExEXCL 端子からのサブクロック入力禁止 1: EXCL 端子または ExEXCL 端子からのサブクロック入力許可
3~0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

24. 低消費電力状態

24.1.3 モジュールストップコントロールレジスタ H、L、A、B (MSTPCR_H、MSTPCR_L、MSTPCR_A、MSTPCR_B)

MSTPCR は内蔵周辺モジュールをモジュール単位でモジュールストップモードにします。各モジュールに対応したビットを 1 にセットするとそのモジュールはモジュールストップモードになります。

• MSTPCR_H

ビット	ビット名	初期値	R/W	対象モジュール
7	MSTP15	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	MSTP14	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
5	MSTP13	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	MSTP12	1	R/W	8 ビットタイマ (TMR_0、TMR_1)
3	MSTP11	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	MSTP10	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
1	MSTP9	1	R/W	A/D 変換器
0	MSTP8	1	R/W	8 ビットタイマ (TMR_X、TMR_Y)

• MSTPCR_L

ビット	ビット名	初期値	R/W	対象モジュール
7	MSTP7	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	MSTP6	1	R/W	シリアルコミュニケーションインタフェース_1 (SCI_1)
5	MSTP5	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	MSTP4	1	R/W	I ² C バスインタフェース_0 (IIC_0/SMBUS)
3	MSTP3	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	MSTP2	1	R/W	キーボードバッファコントロールユニット_0 (PS2_0) キーボードバッファコントロールユニット_1 (PS2_1)
1	MSTP1	1	R/W	16 ビットタイマパルスユニット (TPU)
0	MSTP0	1	R/W	LPC インタフェース (LPC)

• MSTPCRA

ビット	ビット名	初期値	R/W	対象モジュール
7	MSTPA7	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	MSTPA6	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
5	MSTPA5	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	MSTPA4	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
3	MSTPA3	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	MSTPA2	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
1	MSTPA1	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
0	MSTPA0	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

• MSTPCRB

ビット	ビット名	初期値	R/W	対象モジュール
7	MSTPB7	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	MSTPB6	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
5	MSTPB5	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	MSTPB4	1	R/W	I ² C バスインタフェース_2 (IIC_2)
3	MSTPB3	1	R/W	FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIF)
2	MSTPB2	1	R/W	サイクルメジャーメントタイマ_2 (TCM_2)
1	MSTPB1	1	R/W	サイクルメジャーメントタイマ_0 (TCM_0) サイクルメジャーメントタイマ_1 (TCM_1)
0	MSTPB0	1	R/W	8 ビット PWMU タイマ_A (PWMU_A) 8 ビット PWMU タイマ_B (PWMU_B)

24.2 モード間遷移と LSI の状態

図 24.1 に可能なモード間遷移を示します。プログラム実行状態からプログラム停止状態へは SLEEP 命令の実行によって遷移します。プログラム停止状態からプログラム実行状態へは割り込みによって復帰します。また、リセット入力によりすべてのモードからリセット状態に遷移します。リセットの種類については、「第 4 章 リセット」を参照してください。表 24.3 に各動作モードでの LSI の内部状態を示します。

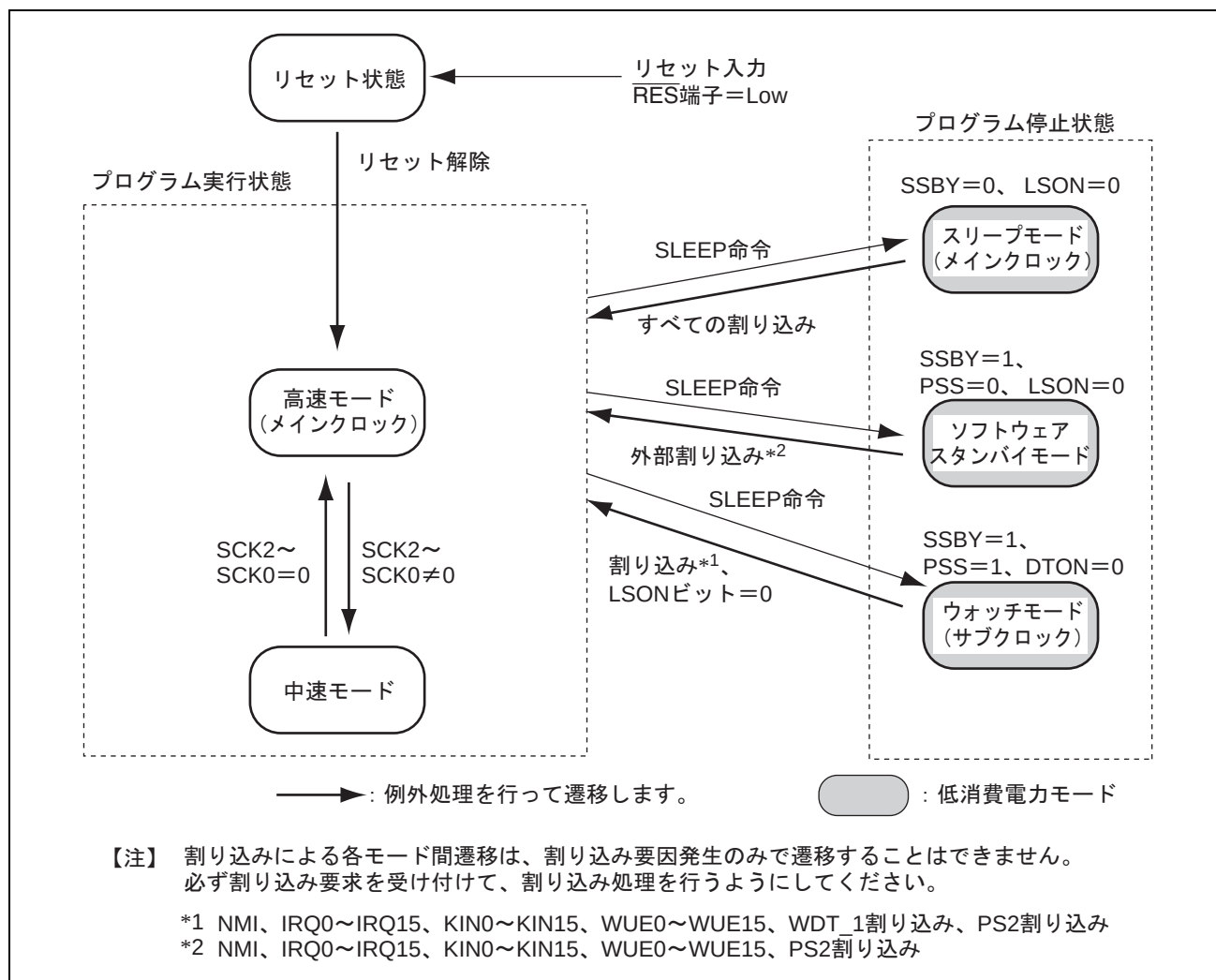


図 24.1 モード遷移図

表 24.3 各動作モードでの LSI の内部状態

		高速	中速	スリープ	モジュール ストップ	ウォッチ	ソフトウェア スタンバイ	
システムクロック発振器		動作	動作	動作	動作	停止	停止	
サブクロック入力		動作	動作	動作	動作	動作	停止	
CPU 動作	命令実行	動作	中速動作	停止	動作	停止	停止	
	レジスタ			保持		保持	保持	
外部 割り込み	NMI	動作	動作	動作	動作	動作	動作	
	IRQ0～15							
	KIN0～15							
	WUE0～15							
周辺 モジュール	WDT_1	動作	動作	動作	動作	サブクロック 動作	停止 (保持)	
	WDT_0				動作／停止 (保持)	停止		
	TMR_0、1					(保持)	停止 (保持)	
	TPU							
	TCM_0～2							
	TMR_X、Y							
	SCIF							
	IIC_0 (SMBUS)、 IIC_2							
	LPC							
	PS2_0、1							中速動作／動作
	PWMUA、B							
	SCI_1							
	A/D 変換器		動作		動作	動作	動作	保持
	RAM							
	I/O							

【注】 停止（保持）は、内部レジスタ値保持、内部状態は動作停止。

停止（リセット）は、内部レジスタおよび内部状態を初期化。

モジュールストップモードは、対象モジュールのみ停止（リセットまたは保持）。

24.3 中速モード

SBYCR の SCK2～SCK0 ビットの設定により、そのバスサイクルの終了時点で中速モードになります。動作クロックは $\phi/2$ 、 $\phi/4$ 、 $\phi/8$ 、 $\phi/16$ 、 $\phi/32$ から選択できます。バスマスタ、PS2 以外の内蔵周辺機能はシステムクロック (ϕ) で動作します。

中速モードではバスマスタの動作クロックに対して、指定された状態でバスアクセスを行います。例えば、動作クロックとして $\phi/4$ を選択した場合、内蔵メモリは 4 ステートアクセス、内部 I/O レジスタは 8 ステートアクセスになります。

中速モードは、SCK2～SCK0 ビットをいずれも 0 にクリアすると、そのバスサイクルの終了時点で高速モードに遷移します。

SBYCR の SSBY ビットが 0、LPWRCR の LSON ビットが 0 のとき SLEEP 命令を実行すると、スリープモードに遷移します。スリープモードが割り込みによって解除されると中速モードに復帰します。SSBY ビットが 1、LPWRCR の LSON ビットが 0、TCSR (WDT_1) の PSS ビットが 0 の時 SLEEP 命令を実行すると、ソフトウェアスタンバイモードに遷移します。ソフトウェアスタンバイモードが外部割り込みによって解除されると、中速モードに復帰します。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにすると中速モードは解除されリセット状態に遷移します。ウォッチドッグタイマのオーバフローによるリセットについても同様です。

図 24.2 に中速モードのタイミングを示します。

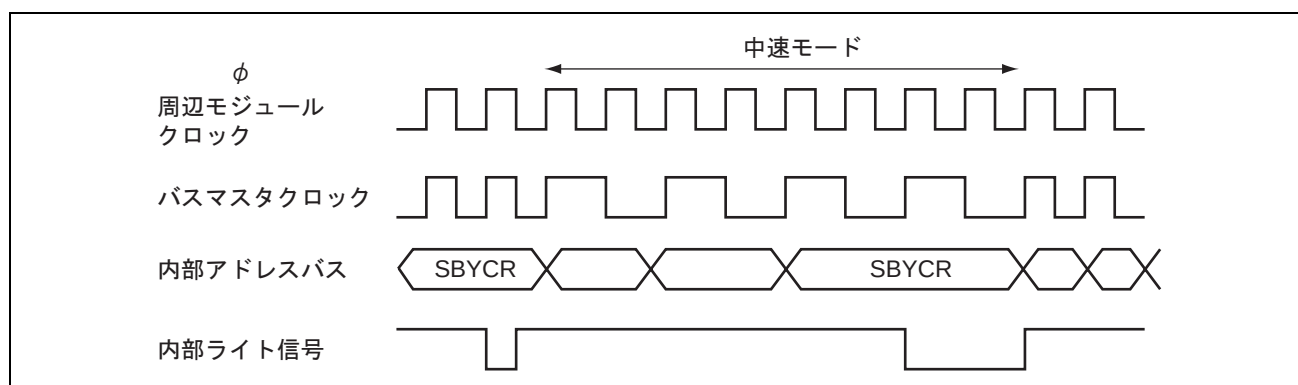


図 24.2 中速モードのタイミング

24.4 スリープモード

SBYCR の SSBY ビットが 0、LPWRCR の LSON ビットが 0 の状態で SLEEP 命令を実行すると、スリープモードに遷移します。スリープモードでは CPU の動作は停止しますが、内蔵周辺モジュールは動作します。CPU の内部レジスタの内容は保持されます。

スリープモードは、割り込み、 $\overline{\text{RES}}$ 端子によって解除されます。

割り込みが発生すると、スリープモードは解除され、割り込み例外処理を開始します。割り込みが禁止されているとき、または NMI 以外の割り込みが CPU でマスクされているとスリープモードは解除できません。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにすると、スリープモードは解除されリセット状態になります。規定のリセット入力期間経過後 $\overline{\text{RES}}$ 端子を High レベルにすると、CPU はリセット例外処理を開始します。

24.5 ソフトウェアスタンバイモード

SBYCR の SSBY ビットが 1、LPWRCR の LSON ビットが 0、TCSR (WDT_1) の PSS が 0 のとき SLEEP 命令を実行すると、ソフトウェアスタンバイモードに遷移します。ソフトウェアスタンバイモードでは、クロック発振器が停止し、CPU および内蔵周辺機能が停止します。ただし、規定の電圧が与えられているかぎり、CPU と一部の内蔵周辺レジスタ、内蔵 RAM の内容は保持され、I/O ポートは遷移前の状態を保持します。

ソフトウェアスタンバイモードは、外部割り込み (NMI、IRQ0~IRQ15、KIN0~KIN15、WUE0~WUE15)、PS2 割り込み、RES 入力によって解除されます。

外部割り込み要求信号が入力されると、システムクロック発振器が発振を開始します。SBYCR の STS2~STS0 ビットによって設定された時間が経過するとソフトウェアスタンバイモードが解除され、割り込み例外処理を開始します。IRQ0~IRQ15 割り込みでソフトウェアスタンバイモードを解除するときには対応するイネーブルビットを 1 にセットし KIN0~KIN15、WUE0~WUE15 割り込みでソフトウェアスタンバイモードを解除するときには入力を許可し、かつ IRQ0~IRQ15 割り込みより高い優先順位の割り込みが発生しないようにしてください。なお、IRQ0~IRQ15 割り込みについては対応するイネーブルビットが 0 にクリアされている場合、KIN0~KIN15、WUE0~WUE15 割り込みについては入力が許可されていない場合、または割り込みが CPU でマスクされている場合には、ソフトウェアスタンバイモードは解除されません。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにすると、クロック発振器が発振を開始します。システムクロックの発振開始と同時に、本 LSI 全体にシステムクロックが供給されます。 $\overline{\text{RES}}$ 端子は必ずクロックの発振が安定するまで Low レベルに保持してください。発振安定時間経過後 $\overline{\text{RES}}$ 端子を High レベルにすると、CPU はリセット例外処理を開始します。

NMI 端子の立ち下がりエッジでソフトウェアスタンバイモードに遷移し、NMI 端子の立ち上がりエッジでソフトウェアスタンバイモードの解除を行う例を示します。

この例では、SYSCR の NMIEG ビットが 0 にクリアされている (立ち下がりエッジ指定) 状態で、NMI 割り込みを受け付けた後、NMIEG ビットを 1 にセット (立ち上がりエッジ指定)、SSBY ビットを 1 にセットした後、SLEEP 命令を実行してソフトウェアスタンバイモードに遷移しています。

その後、NMI 端子の立ち上がりエッジでソフトウェアスタンバイモードが解除されます。

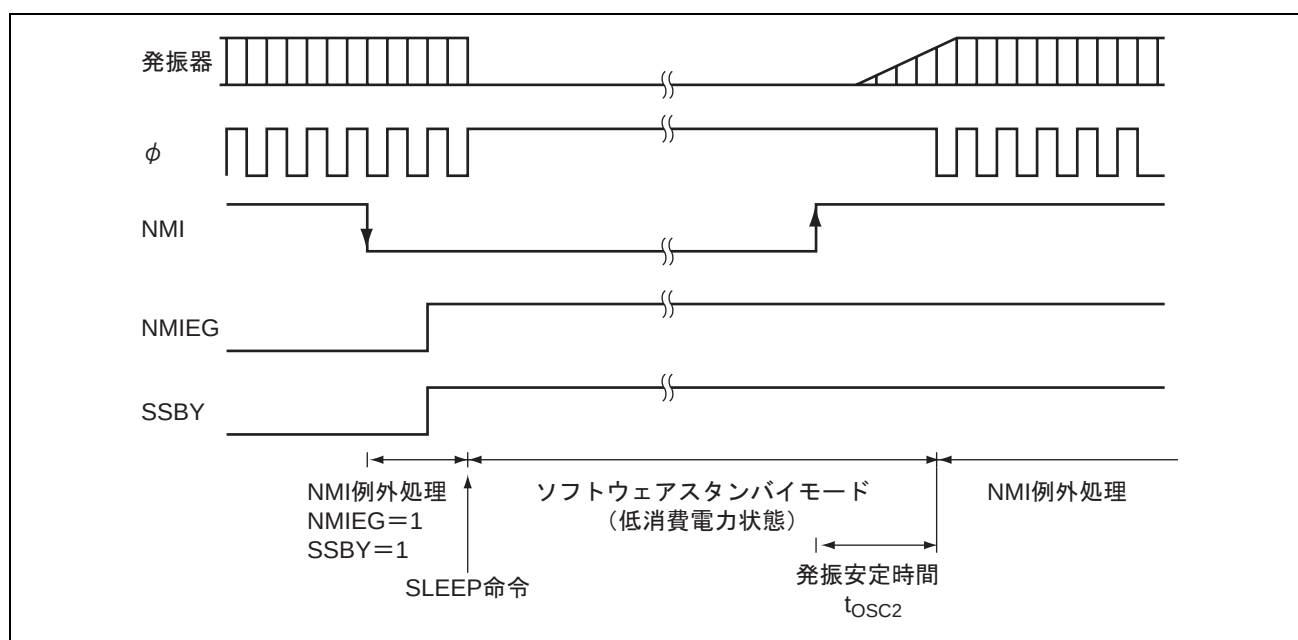


図 24.3 ソフトウェアスタンバイモードの応用例

24.6 ウォッチモード

高速モードにおいて、SBYCR の SSBY ビットが 1、LPWRCR の DTON ビットが 0、TCSR (WDT_1) の PSS ビットが 1 のとき SLEEP 命令を実行すると、CPU はウォッチモードに遷移します。

ウォッチモードでは、CPU および WDT_1 以外の周辺機能は動作を停止します。規定の電圧が与えられている限り、CPU と一部の内蔵周辺レジスタ、内蔵 RAM の内容は保持され、I/O ポートは遷移前の状態を保持します。

ウォッチモードは、割り込み (WOVI1、NMI、IRQ0～IRQ15、KIN0～KIN15、WUE0～WUE15)、PS2 割り込み、 $\overline{\text{RES}}$ 入力によって解除されます。

割り込みが発生するとウォッチモードは解除され、高速モードあるいは中速モードに遷移します。高速モードに遷移するときは、SBYCR の STS2～STS0 により設定された時間が経過した後、安定したクロックが LSI 全体に供給され、割り込み例外処理を開始します。なお、IRQ0～IRQ15 割り込みについては対応するイネーブルビットが 0 にクリアされている場合、KIN0～KIN15、WUE0～WUE15 割り込みについては入力が許可されていない場合、内蔵周辺機能による割り込みについては割り込み許可レジスタにより当該割り込みの受付が禁止されている場合、または CPU でマスクされている場合には、ウォッチモードは解除されません。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにすると、クロック発振器が発振を開始します。システムクロックの発振開始と同時に、本 LSI 全体にシステムクロックが供給されます。 $\overline{\text{RES}}$ 端子は必ずクロックの発振が安定するまで Low レベルに保持してください。発振安定時間経過後 $\overline{\text{RES}}$ 端子を High レベルにすると、CPU はリセット例外処理を開始します。

24.7 モジュールストップモード

モジュールストップモードは内蔵周辺モジュール単位で設定できます。

MSTPCR の各モジュールに対応した MSTP ビットを 1 にセットすると、そのモジュールはバスサイクルの終了時点でモジュールストップモードへ遷移します。0 にクリアするとモジュールストップモードは解除され、バスサイクルの終了時点で動作を再開します。モジュールストップモードでは、一部の周辺モジュールの内部状態は保持されています。

リセット解除後は、すべてのモジュールがモジュールストップモードになっています。

モジュールストップモードに設定されたモジュールのレジスタは、リード／ライトできません。

24.8 使用上の注意事項

24.8.1 I/O ポートの状態

ソフトウェアスタンバイモードでは、I/O ポートの状態が保持されます。したがって、High レベルを出力している場合、またはプルアップ MOS がオン状態では出力電流分の消費電流は低減されません。

24.8.2 発振安定待機中の消費電流

発振安定待機中は消費電流が増加します。

25. レジスタ一覧

レジスタ一覧では、内蔵レジスタのアドレス、ビット構成、動作モード別の状態、選択条件およびモジュール別のアドレスに関する情報をまとめています。表記方法は下記のとおりです。

1. レジスタアドレス一覧（アドレス順）

- 割り付けアドレスの小さいレジスタから順に記載します。
- アドレスは、16ビットの場合、MSB側のアドレスを記載しています。
- モジュール名称による分類をしています。
- アクセスサイズを表示しています。
- システムコントロールレジスタ3（SYSCR3）のRELOCATEビットにより、H8S/2140Bグループ互換のレジスタアドレスと拡張レジスタアドレスを選択できます。
拡張レジスタアドレス選択時、TMR_YおよびPORTの一部レジスタのアドレスが移動します。このため、これらと同じアドレスに割り当てられている他のモジュールレジスタとの選択は不用になります。

2. レジスタビット一覧

- 「25.1 レジスタアドレス一覧（アドレス順）」の順序で、ビット構成を記載しています。
- リザーブビットは、ビット名称部に「－」で表記しています。
- ビット番号が表示されているものは、そのレジスタ全体がカウンタやデータに割り付けられていることを示します。
- 16ビットのレジスタの場合、8ビットずつ2段で記載しています。

3. 各動作モードにおけるレジスタの状態

- 「25.1 レジスタアドレス一覧（アドレス順）」の順序で、レジスタの状態を記載しています。
- 基本的な動作モードにおけるレジスタの状態を示しており、内蔵モジュール固有のリセットなどがある場合は、内蔵モジュールの章を参照してください。

4. レジスタ選択条件

- 「25.1 レジスタアドレス一覧（アドレス順）」の順序で、レジスタの選択条件を記載しています。
- レジスタの選択条件については「3.2.2 システムコントロールレジスタ（SYSCR）」、「3.2.3 シリアルタイムコントロールレジスタ（STCR）」、「24.1.3 モジュールストップコントロールレジスタH、L、A、B（MSTPCR_H、MSTPCR_L、MSTPCR_A、MSTPCR_B）」および各モジュールのレジスタ説明を参照してください。

5. 各モジュール別レジスタアドレス一覧

- 各モジュールごとにアドレスを記載しています。
- 複数のチャンネルを持つモジュールは、チャンネル順に記載しています。

25. レジスタ一覧

25.1 レジスタアドレス一覧（アドレス順）

データバス幅は、ビット数を示します。

アクセスステート数は、指定の基準クロックのステート数を示します。

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
ポート 1 データディレクションレジスタ	P1DDR	8	H'F900 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 2 データディレクションレジスタ	P2DDR	8	H'F901 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 1 データレジスタ	P1DR	8	H'F902 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 2 データレジスタ	P2DR	8	H'F903 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 1 入力データレジスタ	P1PIN	8	H'F904 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 2 入力データレジスタ	P2PIN	8	H'F905 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 1 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P1PCR	8	H'F906 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 2 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P2PCR	8	H'F907 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 3 データディレクションレジスタ	P3DDR	8	H'F910 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 4 データディレクションレジスタ	P4DDR	8	H'F911 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 3 データレジスタ	P3DR	8	H'F912 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 4 データレジスタ	P4DR	8	H'F913 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 3 入力データレジスタ	P3PIN	8	H'F914 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 4 入力データレジスタ	P4PIN	8	H'F915 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 3 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P3PCR	8	H'F916 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 4 ノイズキャンセライネーブルレジスタ	P4NCE	8	H'F91B	PORT	8	2
ポート 4 ノイズキャンセラ判定制御レジスタ	P4NCMC	8	H'F91D	PORT	8	2
ポート 4 ノイズキャンセル周期設定レジスタ	P4NCCS	8	H'F91F	PORT	8	2
ポート 5 データディレクションレジスタ	P5DDR	8	H'F920 (PORTS=1 時)	PORT	8	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
ポート 6 データディレクションレジスタ	P6DDR	8	H'F921 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 5 データレジスタ	P5DR	8	H'F922 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 6 データレジスタ	P6DR	8	H'F923 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 5 入力データレジスタ	P5PIN	8	H'F924 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 6 入力データレジスタ	P6PIN	8	H'F925 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 6 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P6PCR	8	H'F927 (RELOCATE=0、 PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 6 ノイズキャンセライネーブルレジスタ	P6NCE	8	H'F92B (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 6 ノイズキャンセラ判定制御レジスタ	P6NCMC	8	H'F92D (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 6 ノイズキャンセル周期設定レジスタ	P6NCCS	8	H'F92F (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 8 データディレクションレジスタ	P8DDR	8	H'F931 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 8 データレジスタ	P8DR	8	H'F933 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 7 入力データレジスタ	P7PIN	8	H'F934 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 8 入力データレジスタ	P8PIN	8	H'F935 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 9 データディレクションレジスタ	P9DDR	8	H'F940 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 9 データレジスタ	P9DR	8	H'F942 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 9 入力データレジスタ	P9PIN	8	H'F944 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート 9 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P9PCR	8	H'F946 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート A データディレクションレジスタ	PADDR	8	H'F950 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート B データディレクションレジスタ	PBDDR	8	H'F951 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート A 出力データレジスタ	PAODR	8	H'F952 (PORTS=1 時)	PORT	8	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
ポート B 出力データレジスタ	PBODR	8	H'F953 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート A 入力データレジスタ	PAPIN	8	H'F954 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート B 入力データレジスタ	PBPIN	8	H'F955 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート B ブルアップ MOS コントロールレジスタ	PBPCR	8	H'F957 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート C データディレクションレジスタ	PCDDR	8	H'F960 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート D データディレクションレジスタ	PDDDR	8	H'F961 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート C 出力データレジスタ	PCODR	8	H'F962 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート D 出力データレジスタ	PDODR	8	H'F963 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート C 入力データレジスタ	PCPIN	8	H'F964 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート D 入力データレジスタ	PDPIN	8	H'F965 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート C ブルアップ MOS コントロールレジスタ	PCPCR	8	H'F966 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート D ブルアップ MOS コントロールレジスタ	PDPCR	8	H'F967 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート C Nch-OD コントロールレジスタ	PCNOCR	8	H'F968 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート D Nch-OD コントロールレジスタ	PDNOCR	8	H'F969 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート C ノイズキャンセライネーブルレジスタ	PCNCE	8	H'F96A (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート C ノイズキャンセラ判定制御レジスタ	PCNCMC	8	H'F96C (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート C ノイズキャンセル周期設定レジスタ	PCNCCS	8	H'F96E (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート F データディレクションレジスタ	PFDDR	8	H'F971 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート F 出力データレジスタ	PFODR	8	H'F973 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート E 入力データレジスタ	PEPIN	8	H'F974 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
ポート F 入力データレジスタ	PFPIN	8	H'F975 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート F ブルアップ MOS コントロールレジスタ	PFPCR	8	H'F977 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート F Nch-OD コントロールレジスタ	PFNOCR	8	H'F979 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート G データディレクションレジスタ	PGDDR	8	H'F980 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート H データディレクションレジスタ	PHDDR	8	H'F981 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート G 出力データレジスタ	PGODR	8	H'F982 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート H 出力データレジスタ	PHODR	8	H'F983 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート G 入力データレジスタ	PGPIN	8	H'F984 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート H 入力データレジスタ	PHPIN	8	H'F985 (リード時) (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート H ブルアップ MOS コントロールレジスタ	PHPCR	8	H'F987 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート G Nch-OD コントロールレジスタ	PGNOCR	8	H'F988 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート H Nch-OD コントロールレジスタ	PHNOCR	8	H'F989 (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート G ノイズキャンセライネーブルレジスタ	PGNCE	8	H'F98A (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート G ノイズキャンセラ判定制御レジスタ	PGNCCMC	8	H'F98C (PORTS=1 時)	PORT	8	2
ポート G ノイズキャンセル周期設定レジスタ	PGNCCS	8	H'F98E (PORTS=1 時)	PORT	8	2
リセットステータスレジスタ	RSTSR	8	H'FB35	SYSTEM	8	2
TCM タイマカウンタレジスタ_0	TCMCNT_0	16	H'FBC0	TCM_0	16	2
TCM タイマ周期上限レジスタ_0	TCMMLCM_0	16	H'FBC2	TCM_0	16	2
TCM インพุットキャプチャレジスタ_0	TCMICR_0	16	H'FBC4	TCM_0	16	2
TCM インพุットキャプチャバッファレジスタ_0	TCMICRF_0	16	H'FBC6	TCM_0	16	2
TCM ステータスレジスタ_0	TCMCSR_0	8	H'FBC8	TCM_0	8	2
TCM コントロールレジスタ_0	TCMCR_0	8	H'FBC9	TCM_0	8	2
TCM インタラプトイネーブルレジスタ_0	TCMIER_0	8	H'FBCA	TCM_0	8	2
TCM 周期下限レジスタ_0	TCMMINCM_0	16	H'FBCC	TCM_0	16	2
TCM タイマカウンタレジスタ_1	TCMCNT_1	16	H'FBD0	TCM_1	16	2
TCM タイマ周期上限レジスタ_1	TCMMLCM_1	16	H'FBD2	TCM_1	16	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
TCM インพุットキャプチャレジスタ_1	TCMICR_1	16	H'FBD4	TCM_1	16	2
TCM インพุットキャプチャバッファレジスタ_1	TCMICRF_1	16	H'FBD6	TCM_1	16	2
TCM ステータスレジスタ_1	TCMCSR_1	8	H'FBD8	TCM_1	8	2
TCM コントロールレジスタ_1	TCMCR_1	8	H'FBD9	TCM_1	8	2
TCM インタラプトイネーブルレジスタ_1	TCMIER_1	8	H'FBDA	TCM_1	8	2
TCM 周期下限レジスタ_1	TCMMINCM_1	16	H'FBDC	TCM_1	16	2
TCM タイマカウンタレジスタ_2	TCMCNT_2	16	H'FBE0	TCM_2	16	2
TCM 周期上限レジスタ_2	TCMMLCM_2	16	H'FBE2	TCM_2	16	2
TCM インพุットキャプチャレジスタ_2	TCMICR_2	16	H'FBE4	TCM_2	16	2
TCM インพุットキャプチャバッファレジスタ_2	TCMICRF_2	16	H'FBE6	TCM_2	16	2
TCM ステータスレジスタ_2	TCMCSR_2	8	H'FBE8	TCM_2	8	2
TCM コントロールレジスタ_2	TCMCR_2	8	H'FBE9	TCM_2	8	2
TCM インタラプトイネーブルレジスタ_2	TCMIER_2	8	H'FBEA	TCM_2	8	2
TCM 周期下限レジスタ_2	TCMMINCM_2	16	H'FBEC	TCM_2	16	2
A/D データレジスタ A	ADDRA	16	H'FC00	A/D 変換器	16	2
A/D データレジスタ B	ADDRB	16	H'FC02	A/D 変換器	16	2
A/D データレジスタ C	ADDRC	16	H'FC04	A/D 変換器	16	2
A/D データレジスタ D	ADDRD	16	H'FC06	A/D 変換器	16	2
A/D データレジスタ E	ADDRE	16	H'FC08	A/D 変換器	16	2
A/D データレジスタ F	ADDRF	16	H'FC0A	A/D 変換器	16	2
A/D データレジスタ G	ADDRG	16	H'FC0C	A/D 変換器	16	2
A/D データレジスタ H	ADDRH	16	H'FC0E	A/D 変換器	16	2
A/D コントロール/ステータスレジスタ	ADCSR	8	H'FC10	A/D 変換器	8	2
A/D コントロールレジスタ	ADCR	8	H'FC11	A/D 変換器	8	2
レシーブバッファレジスタ	FRBR	8	H'FC20	SCIF	8	2
トランスミッタホールディングレジスタ	FTHR	8	H'FC20	SCIF	8	2
ディバイザラッチ L	FDLL	8	H'FC20	SCIF	8	2
割り込みイネーブルレジスタ	FIER	8	H'FC21	SCIF	8	2
ディバイザラッチ H	FDLH	8	H'FC21	SCIF	8	2
割り込み識別レジスタ	FIIR	8	H'FC22	SCIF	8	2
FIFO 制御レジスタ	FFCR	8	H'FC22	SCIF	8	2
ライン制御レジスタ	FLCR	8	H'FC23	SCIF	8	2
モデム制御レジスタ	FMCR	8	H'FC24	SCIF	8	2
ラインステータスレジスタ	FLSR	8	H'FC25	SCIF	8	2
モデムステータスレジスタ	FMSR	8	H'FC26	SCIF	8	2
スクラッチパッドレジスタ	FSCR	8	H'FC27	SCIF	8	2
SCIF コントロールレジスタ	SCIFCR	8	H'FC28	SCIF	8	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
PWM デューティ設定レジスタ 0_A	PWMREG0_A	8	H'FD00	PWMU_A	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 0_A	PWMPRE0_A	8	H'FD01	PWMU_A	8	2
PWM デューティ設定レジスタ 1_A	PWMREG1_A	8	H'FD02	PWMU_A	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 1_A	PWMPRE1_A	8	H'FD03	PWMU_A	8	2
PWM デューティ設定レジスタ 2_A	PWMREG2_A	8	H'FD04	PWMU_A	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 2_A	PWMPRE2_A	8	H'FD05	PWMU_A	8	2
PWM デューティ設定レジスタ 3_A	PWMREG3_A	8	H'FD06	PWMU_A	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 3_A	PWMPRE3_A	8	H'FD07	PWMU_A	8	2
PWM デューティ設定レジスタ 4_A	PWMREG4_A	8	H'FD08	PWMU_A	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 4_A	PWMPRE4_A	8	H'FD09	PWMU_A	8	2
PWM デューティ設定レジスタ 5_A	PWMREG5_A	8	H'FD0A	PWMU_A	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 5_A	PWMPRE5_A	8	H'FD0B	PWMU_A	8	2
PWM クロックコントロールレジスタ_A	PWMCKCR_A	8	H'FD0C	PWMU_A	8	2
PWM 出力コントロールレジスタ_A	PWMOUTCR_A	8	H'FD0D	PWMU_A	8	2
PWM モードコントロールレジスタ_A	PWMMDCR_A	8	H'FD0E	PWMU_A	8	2
PWM 位相コントロールレジスタ_A	PWMPCR_A	8	H'FD0F	PWMU_A	8	2
PWM デューティ設定レジスタ 0_B	PWMREG0_B	8	H'FD10	PWMU_B	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 0_B	PWMPRE0_B	8	H'FD11	PWMU_B	8	2
PWM デューティ設定レジスタ 1_B	PWMREG1_B	8	H'FD12	PWMU_B	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 1_B	PWMPRE1_B	8	H'FD13	PWMU_B	8	2
PWM デューティ設定レジスタ 2_B	PWMREG2_B	8	H'FD14	PWMU_B	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 2_B	PWMPRE2_B	8	H'FD15	PWMU_B	8	2
PWM デューティ設定レジスタ 3_B	PWMREG3_B	8	H'FD16	PWMU_B	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 3_B	PWMPRE3_B	8	H'FD17	PWMU_B	8	2
PWM デューティ設定レジスタ 4_B	PWMREG4_B	8	H'FD18	PWMU_B	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 4_B	PWMPRE4_B	8	H'FD19	PWMU_B	8	2
PWM デューティ設定レジスタ 5_B	PWMREG5_B	8	H'FD1A	PWMU_B	8	2
PWM プリスケアラレジスタ 5_B	PWMPRE5_B	8	H'FD1B	PWMU_B	8	2
PWM クロックコントロールレジスタ_B	PWMCKCR_B	8	H'FD1C	PWMU_B	8	2
PWM 出力コントロールレジスタ_B	PWMOUTCR_B	8	H'FD1D	PWMU_B	8	2
PWM モードコントロールレジスタ_B	PWMMDCR_B	8	H'FD1E	PWMU_B	8	2
PWM 位相コントロールレジスタ_B	PWMPCR_B	8	H'FD1F	PWMU_B	8	2
タイマコントロールレジスタ_1	TCR_1	8	H'FD40	TPU_1	8	2
タイマモードレジスタ_1	TMDR_1	8	H'FD41	TPU_1	8	2
タイマ I/O コントロールレジスタ_1	TIOR_1	8	H'FD42	TPU_1	8	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_1	TIER_1	8	H'FD44	TPU_1	8	2
タイマステータスレジスタ_1	TSR_1	8	H'FD45	TPU_1	8	2
タイマカウンタ_1	TCNT_1	16	H'FD46	TPU_1	16	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
タイマジェネラルレジスタ A_1	TGRA_1	16	H'FD48	TPU_1	16	2
タイマジェネラルレジスタ B_1	TGRB_1	16	H'FD4A	TPU_1	16	2
PEC 演算データ入力レジスタ	PECX	8	H'FD60	SMBUS	8	2
PEC 演算データ再入力レジスタ	PECY	8	H'FD61	SMBUS	8	2
PEC 演算結果出力レジスタ	PECZ	8	H'FD63	SMBUS	8	2
LPC チャンネル 1 アドレスレジスタ H	LADR1H	8	H'FDC0	LPC	8	2
LPC チャンネル 1 アドレスレジスタ L	LADR1L	8	H'FDC1	LPC	8	2
LPC チャンネル 2 アドレスレジスタ H	LADR2H	8	H'FDC2	LPC	8	2
LPC チャンネル 2 アドレスレジスタ L	LADR2L	8	H'FDC3	LPC	8	2
SCIF アドレスレジスタ H	SCIFADRH	8	H'FDC4	LPC	8	2
SCIF アドレスレジスタ L	SCIFADRL	8	H'FDC5	LPC	8	2
LPC チャンネル 4 アドレスレジスタ H	LADR4H	8	H'FDD4	LPC	8	2
LPC チャンネル 4 アドレスレジスタ L	LADR4L	8	H'FDD5	LPC	8	2
入力データレジスタ 4	IDR4	8	H'FDD6	LPC	8	2
出力データレジスタ 4	ODR4	8	H'FDD7	LPC	8	2
ステータスレジスタ 4	STR4	8	H'FDD8	LPC	8	2
ホストインタフェースコントロールレジスタ 4	HICR4	8	H'FDD9	LPC	8	2
SERIRQ コントロールレジスタ 2	SIRQCR2	8	H'FDDA	LPC	8	2
SERIRQ コントロールレジスタ 3	SIRQCR3	8	H'FDDB	LPC	8	2
ポート 6 ノイズキャンセライネーブルレジスタ	P6NCE	8	H'FE00 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 6 ノイズキャンセラ判定制御レジスタ	P6NCMC	8	H'FE01 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 6 ノイズキャンセル周期設定レジスタ	P6NCCS	8	H'FE02 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート C ノイズキャンセライネーブルレジスタ	PCNCE	8	H'FE03 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート C ノイズキャンセラ判定制御レジスタ	PCNCMC	8	H'FE04 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート C ノイズキャンセル周期設定レジスタ	PCNCCS	8	H'FE05 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート G ノイズキャンセライネーブルレジスタ	PGNCE	8	H'FE06 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート G ノイズキャンセラ判定制御レジスタ	PGNCMC	8	H'FE07 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート G ノイズキャンセル周期設定レジスタ	PGNCCS	8	H'FE08 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート H 入力データレジスタ	PHPIN	8	H'FE0C (リード時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
ポート H データディレクションレジスタ	PHDDR	8	H'FE0C (ライト時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート H 出力データレジスタ	PHODR	8	H'FE0D (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート H Nch-OD コントロールレジスタ	PHNOCR	8	H'FE0E (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポートコントロールレジスタ 0	PTCNT0	8	H'FE10	PORT	8	2
ポートコントロールレジスタ 1	PTCNT1	8	H'FE11	PORT	8	2
ポートコントロールレジスタ 2	PTCNT2	8	H'FE12	PORT	8	2
ポート 9 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P9PCR	8	H'FE14 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート G Nch-OD コントロールレジスタ	PGNOCR	8	H'FE16 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート F Nch-OD コントロールレジスタ	PFNOCR	8	H'FE19 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート C Nch-OD コントロールレジスタ	PCNOCR	8	H'FE1C (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート D Nch-OD コントロールレジスタ	PDNOCR	8	H'FE1D (PORTS=0 時)	PORT	8	2
双方向データレジスタ 0MW	TWR0MW	8	H'FE20	LPC	8	2
双方向データレジスタ 0SW	TWR0SW	8	H'FE20	LPC	8	2
双方向データレジスタ 1	TWR1	8	H'FE21	LPC	8	2
双方向データレジスタ 2	TWR2	8	H'FE22	LPC	8	2
双方向データレジスタ 3	TWR3	8	H'FE23	LPC	8	2
双方向データレジスタ 4	TWR4	8	H'FE24	LPC	8	2
双方向データレジスタ 5	TWR5	8	H'FE25	LPC	8	2
双方向データレジスタ 6	TWR6	8	H'FE26	LPC	8	2
双方向データレジスタ 7	TWR7	8	H'FE27	LPC	8	2
双方向データレジスタ 8	TWR8	8	H'FE28	LPC	8	2
双方向データレジスタ 9	TWR9	8	H'FE29	LPC	8	2
双方向データレジスタ 10	TWR10	8	H'FE2A	LPC	8	2
双方向データレジスタ 11	TWR11	8	H'FE2B	LPC	8	2
双方向データレジスタ 12	TWR12	8	H'FE2C	LPC	8	2
双方向データレジスタ 13	TWR13	8	H'FE2D	LPC	8	2
双方向データレジスタ 14	TWR14	8	H'FE2E	LPC	8	2
双方向データレジスタ 15	TWR15	8	H'FE2F	LPC	8	2
入力データレジスタ 3	IDR3	8	H'FE30	LPC	8	2
出力データレジスタ 3	ODR3	8	H'FE31	LPC	8	2
ステータスレジスタ 3	STR3	8	H'FE32	LPC	8	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
ホストインタフェースコントロールレジスタ 5	HICR5	8	H'FE33	LPC	8	2
LPC チャンネル 3 アドレスレジスタ H	LADR3H	8	H'FE34	LPC	8	2
LPC チャンネル 3 アドレスレジスタ L	LADR3L	8	H'FE35	LPC	8	2
SERIRQ コントロールレジスタ 0	SIRQCR0	8	H'FE36	LPC	8	2
SERIRQ コントロールレジスタ 1	SIRQCR1	8	H'FE37	LPC	8	2
入力データレジスタ 1	IDR1	8	H'FE38	LPC	8	2
出力データレジスタ 1	ODR1	8	H'FE39	LPC	8	2
ステータスレジスタ 1	STR1	8	H'FE3A	LPC	8	2
入力データレジスタ 2	IDR2	8	H'FE3C	LPC	8	2
SERIRQ コントロールレジスタ 4	SIRQCR4	8	H'FE3B	LPC	8	2
出力データレジスタ 2	ODR2	8	H'FE3D	LPC	8	2
ステータスレジスタ 2	STR2	8	H'FE3E	LPC	8	2
ホストインタフェースセレクトレジスタ	HISEL	8	H'FE3F	LPC	8	2
ホストインタフェースコントロールレジスタ 0	HICR0	8	H'FE40	LPC	8	2
ホストインタフェースコントロールレジスタ 1	HICR1	8	H'FE41	LPC	8	2
ホストインタフェースコントロールレジスタ 2	HICR2	8	H'FE42	LPC	8	2
ホストインタフェースコントロールレジスタ 3	HICR3	8	H'FE43	LPC	8	2
ウェイクアップイベント割り込みマスクレジスタ B	WUEMRB	8	H'FE44	INT	8	2
ウェイクアップイベント割り込みマスクレジスタ A	WUEMRA	8	H'FE45	INT	8	2
ポート G 出力データレジスタ	PGODR	8	H'FE46	PORT	8	2
(PORTS=0 時)						
ポート G 入力データレジスタ	PGPIN	8	H'FE47	PORT	8	2
(リード時)						
(PORTS=0 時)						
ポート G データディレクションレジスタ	PGDDR	8	H'FE47	PORT	8	2
(ライト時)						
(PORTS=0 時)						
ポート F 出力データレジスタ	PFODR	8	H'FE49	PORT	8	2
(PORTS=0 時)						
ポート E 入力データレジスタ	PEPIN	8	H'FE4A	PORT	8	2
(リード時)						
(ライト禁止)						
(PORTS=0 時)						
ポート F 入力データレジスタ	PFPIN	8	H'FE4B	PORT	8	2
(リード時)						
(PORTS=0 時)						
ポート F データディレクションレジスタ	PFDDR	8	H'FE4B	PORT	8	2
(ライト時)						
(PORTS=0 時)						
ポート C 出力データレジスタ	PCODR	8	H'FE4C	PORT	8	2
(PORTS=0 時)						

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
ポート D 出力データレジスタ	PDODR	8	H'FE4D (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート C 入力データレジスタ	PCPIN	8	H'FE4E (リード時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート C データディレクションレジスタ	PCDDR	8	H'FE4E (ライト時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート D 入力データレジスタ	PDPIN	8	H'FE4F (リード時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート D データディレクションレジスタ	PDDDR	8	H'FE4F (ライト時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2
タイマコントロールレジスタ_0	TCR_0	8	H'FE50	TPU_0	8	2
タイマモードレジスタ_0	TMDR_0	8	H'FE51	TPU_0	8	2
タイマ I/O コントロールレジスタ H_0	TIORH_0	8	H'FE52	TPU_0	8	2
タイマ I/O コントロールレジスタ L_0	TIORL_0	8	H'FE53	TPU_0	8	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_0	TIER_0	8	H'FE54	TPU_0	8	2
タイマステータスレジスタ_0	TSR_0	8	H'FE55	TPU_0	8	2
タイマカウンタ_0	TCNT_0	16	H'FE56	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ A_0	TGRA_0	16	H'FE58	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ B_0	TGRB_0	16	H'FE5A	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ C_0	TGRC_0	16	H'FE5C	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ D_0	TGRD_0	16	H'FE5E	TPU_0	16	2
タイマコントロールレジスタ_2	TCR_2	8	H'FE70	TPU_2	8	2
タイマモードレジスタ_2	TMDR_2	8	H'FE71	TPU_2	8	2
タイマ I/O コントロールレジスタ_2	TIOR_2	8	H'FE72	TPU_2	8	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_2	TIER_2	8	H'FE74	TPU_2	8	2
タイマステータスレジスタ_2	TSR_2	8	H'FE75	TPU_2	8	2
タイマカウンタ_2	TCNT_2	16	H'FE76	TPU_2	16	2
タイマジェネラルレジスタ A_2	TGRA_2	16	H'FE78	TPU_2	16	2
タイマジェネラルレジスタ B_2	TGRB_2	16	H'FE7A	TPU_2	16	2
システムコントロールレジスタ 3	SYSCR3	8	H'FE7D	SYSTEM	8	2
モジュールストップコントロールレジスタ A	MSTPCRA	8	H'FE7E	SYSTEM	8	2
モジュールストップコントロールレジスタ B	MSTPCRB	8	H'FE7F	SYSTEM	8	2
キーボードマトリクス割り込みレジスタ B	KMIMRB	8	H'FE81 (RELOCATE=1 時)	INT	8	2
ポート 6 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P6PCR	8	H'FE82 (RELOCATE=1 時)	PORT	8	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
キーボードマトリクス割り込みレジスタ A	KMIMRA	8	H'FE83 (RELOCATE=1 時)	INT	8	2
ウェイクアップセンスコントロールレジスタ A	WUESCRA	8	H'FE84	INT	8	2
ウェイクアップ入力割り込みステータスレジスタ A	WUESRA	8	H'FE85	INT	8	2
ウェイクアップイネーブルレジスタ	WUEER	8	H'FE86	INT	8	2
インタラプトコントロールレジスタ D	ICRD	8	H'FE87	INT	8	2
I ² C バスコントロールレジスタ_2	ICCR_2	8	H'FE88	IIC_2	8	2
I ² C バスステータスレジスタ_2	ICSR_2	8	H'FE89	IIC_2	8	2
I ² C バスコントロール初期化レジスタ_2	ICRES_2	8	H'FE8A	IIC_2	8	2
I ² C バスコントロール拡張レジスタ_2	ICXR_2	8	H'FE8C	IIC_2	8	2
I ² C バスデータレジスタ_2	ICDR_2	8	H'FE8E	IIC_2	8	2
第 2 スレーブアドレスレジスタ_2	SARX_2	8	H'FE8E	IIC_2	8	2
I ² C バスモードレジスタ_2	ICMR_2	8	H'FE8F	IIC_2	8	2
スレーブアドレスレジスタ_2	SAR_2	8	H'FE8F	IIC_2	8	2
ウェイクアップセンスコントロールレジスタ B	WUESCRB	8	H'FE96	INT	8	2
ウェイクアップ入力割り込みステータスレジスタ B	WUESRB	8	H'FE97	INT	8	2
フラッシュコードコントロールステータス レジスタ	FCCS	8	H'FEA8	ROM	8	2
フラッシュプログラムコードセレクトレジスタ	FPCS	8	H'FEA9	ROM	8	2
フラッシュイレースコードセレクトレジスタ	FECS	8	H'FEAA	ROM	8	2
フラッシュキーコードレジスタ	FKEY	8	H'FEAC	ROM	8	2
フラッシュマットセレクトレジスタ	FMATS	8	H'FEAD	ROM	8	2
フラッシュトランスファデスティ ネーションアドレスレジスタ	FTDAR	8	H'FEAE	ROM	8	2
タイマスタートレジスタ	TSTR	8	H'FEB0	TPU 共通	8	2
タイマシンクロレジスタ	TSYR	8	H'FEB1	TPU 共通	8	2
キーボードコントロールレジスタ 1_0	KBCR1_0	8	H'FEC0	PS2_0	8	2
キーボードデータバッファ送信データレジスタ_0	KBTR_0	8	H'FEC1	PS2_0	8	2
キーボードコントロールレジスタ 1_1	KBCR1_1	8	H'FEC2	PS2_1	8	2
キーボードデータバッファ送信データレジスタ_1	KBTR_1	8	H'FEC3	PS2_1	8	2
タイマ XY コントロールレジスタ	TCRXY	8	H'FEC6	TMR_XY	8	2
タイマコントロールレジスタ_Y	TCR_Y	8	H'FEC8 (RELOCATE=1 時)	TMR_Y	8	2
タイマコントロール/ステータスレジスタ_Y	TCSR_Y	8	H'FEC9 (RELOCATE=1 時)	TMR_Y	8	2
タイムコンスタントレジスタ A_Y	TCORA_Y	8	H'FECA (RELOCATE=1 時)	TMR_Y	8	2
タイムコンスタントレジスタ B_Y	TCORB_Y	8	H'FECB (RELOCATE=1 時)	TMR_Y	8	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
タイマカウンタ_Y	TCNT_Y	8	H'FECC (RELOCATE=1時)	TMR_Y	8	2
I ² C バスコントロール拡張レジスタ_0	ICXR_0	8	H'FED4	IIC_0	8	2
キーボードコントロールレジスタ H_0	KBCRH_0	8	H'FED8	PS2_0	8	2
キーボードコントロールレジスタ L_0	KBCRL_0	8	H'FED9	PS2_0	8	2
キーボードデータバッファレジスタ_0	KBBR_0	8	H'FEDA	PS2_0	8	2
キーボードコントロールレジスタ 2_0	KBCR2_0	8	H'FEDB	PS2_0	8	2
キーボードコントロールレジスタ H_1	KBCRH_1	8	H'FEDC	PS2_1	8	2
キーボードコントロールレジスタ L_1	KBCRL_1	8	H'FEDD	PS2_1	8	2
キーボードデータバッファレジスタ_1	KBBR_1	8	H'FEDE	PS2_1	8	2
キーボードコントロールレジスタ 2_1	KBCR2_1	8	H'FEDF	PS2_1	8	2
I ² C バスコントロール初期値レジスタ_0	ICRES_0	8	H'FEE6	IIC_0	8	2
インタラプトコントロールレジスタ A	ICRA	8	H'FEE8	INT	8	2
インタラプトコントロールレジスタ B	ICRB	8	H'FEE9	INT	8	2
インタラプトコントロールレジスタ C	ICRC	8	H'FEEA	INT	8	2
IRQ ステータスレジスタ	ISR	8	H'FEEB	INT	8	2
IRQ センスコントロールレジスタ H	ISCRH	8	H'FEEC	INT	8	2
IRQ センスコントロールレジスタ L	ISCRL	8	H'FEED	INT	8	2
アドレスブレイクコントロールレジスタ	ABRKCR	8	H'FEF4	INT	8	2
ブレイクアドレスレジスタ A	BARA	8	H'FEF5	INT	8	2
ブレイクアドレスレジスタ B	BARB	8	H'FEF6	INT	8	2
ブレイクアドレスレジスタ C	BARC	8	H'FEF7	INT	8	2
IRQ イネーブルレジスタ 16	IER16	8	H'FEF8	INT	8	2
IRQ ステータスレジスタ 16	ISR16	8	H'FEF9	INT	8	2
IRQ センスコントロールレジスタ 16H	ISCR16H	8	H'FEFA	INT	8	2
IRQ センスコントロールレジスタ 16L	ISCR16L	8	H'FEFB	INT	8	2
IRQ センسポートセレクトレジスタ 16	ISSR16	8	H'FEFC	INT	8	2
IRQ センスポートセレクトレジスタ	ISSR	8	H'FEFD	INT	8	2
スタンバイコントロールレジスタ	SBYCR	8	H'FF84	SYSTEM	8	2
ローパワーコントロールレジスタ	LPWRCR	8	H'FF85	SYSTEM	8	2
モジュールストップコントロールレジスタ H	MSTPCRH	8	H'FF86	SYSTEM	8	2
モジュールストップコントロールレジスタ L	MSTPCRL	8	H'FF87	SYSTEM	8	2
シリアルモードレジスタ_1	SMR_1	8	H'FF88	SCI_1	8	2
ビットレートレジスタ_1	BRR_1	8	H'FF89	SCI_1	8	2
シリアルコントロールレジスタ_1	SCR_1	8	H'FF8A	SCI_1	8	2
トランスミットデータレジスタ_1	TDR_1	8	H'FF8B	SCI_1	8	2
シリアルステータスレジスタ_1	SSR_1	8	H'FF8C	SCI_1	8	2
レシーブデータレジスタ_1	RDR_1	8	H'FF8D	SCI_1	8	2
スマートカードモードレジスタ_1	SCMR_1	8	H'FF8E	SCI_1	8	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
タイマコントロール／ステータスレジスタ_0	TCSR_0	8	H'FFA8 (ライト時)	WDT_0	16	2
タイマコントロール／ステータスレジスタ_0	TCSR_0	8	H'FFA8 (リード時)	WDT_0	8	2
タイマカウンタ_0	TCNT_0	8	H'FFA8 (ライト時)	WDT_0	16	2
タイマカウンタ_0	TCNT_0	8	H'FFA9 (リード時)	WDT_0	8	2
ポート A 出力データレジスタ	PAODR	8	H'FFAA (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート A 入力データレジスタ	PAPIN	8	H'FFAB (リード時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート A データディレクションレジスタ	PADDR	8	H'FFAB (ライト時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 1 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P1PCR	8	H'FFAC (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 2 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P2PCR	8	H'FFAD (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 3 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P3PCR	8	H'FFAE (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 1 データディレクションレジスタ	P1DDR	8	H'FFB0 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 2 データディレクションレジスタ	P2DDR	8	H'FFB1 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 1 データレジスタ	P1DR	8	H'FFB2 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 2 データレジスタ	P2DR	8	H'FFB3 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 3 データディレクションレジスタ	P3DDR	8	H'FFB4 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 4 データディレクションレジスタ	P4DDR	8	H'FFB5 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 3 データレジスタ	P3DR	8	H'FFB6 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 4 データレジスタ	P4DR	8	H'FFB7 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 5 データディレクションレジスタ	P5DDR	8	H'FFB8 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 6 データディレクションレジスタ	P6DDR	8	H'FFB9 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 5 データレジスタ	P5DR	8	H'FFBA (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 6 データレジスタ	P6DR	8	H'FFBB (PORTS=0 時)	PORT	8	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
ポート B 出力データレジスタ	PBODR	8	H'FFBC (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 8 データディレクションレジスタ	P8DDR	8	H'FFBD (ライト時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート B 入力データレジスタ	PBPIN	8	H'FFBD (リード時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 7 入力データレジスタ	P7PIN	8	H'FFBE (リード時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート B データディレクションレジスタ	PBDDR	8	H'FFBE (ライト時) (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 8 データレジスタ	P8DR	8	H'FFBF (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 9 データディレクションレジスタ	P9DDR	8	H'FFC0 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
ポート 9 データレジスタ	P9DR	8	H'FFC1 (PORTS=0 時)	PORT	8	2
インタラプティネーブルレジスタ	IER	8	H'FFC2	INT	8	2
シリアルタイムコントロールレジスタ	STCR	8	H'FFC3	SYSTEM	8	2
システムコントロールレジスタ	SYSCR	8	H'FFC4	SYSTEM	8	2
モードコントロールレジスタ	MDCR	8	H'FFC5	SYSTEM	8	2
バスコントロールレジスタ	BCR	8	H'FFC6	BSC	8	2
ウェイトステートコントロールレジスタ	WSCR	8	H'FFC7	BSC	8	2
タイマコントロールレジスタ_0	TCR_0	8	H'FFC8	TMR_0	8	2
タイマコントロールレジスタ_1	TCR_1	8	H'FFC9	TMR_1	8	2
タイマコントロール／ステータスレジスタ_0	TCSR_0	8	H'FFCA	TMR_0	8	2
タイマコントロール／ステータスレジスタ_1	TCSR_1	8	H'FFCB	TMR_1	8	2
タイムコンスタントレジスタ A_0	TCORA_0	8	H'FFCC	TMR_0	16	2
タイムコンスタントレジスタ A_1	TCORA_1	8	H'FFCD	TMR_1	16	2
タイムコンスタントレジスタ B_0	TCORB_0	8	H'FFCE	TMR_0	16	2
タイムコンスタントレジスタ B_1	TCORB_1	8	H'FFCF	TMR_1	16	2
タイマカウンタ_0	TCNT_0	8	H'FFD0	TMR_0	16	2
タイマカウンタ_1	TCNT_1	8	H'FFD1	TMR_1	16	2
I ² C バスコントロールレジスタ_0	ICCR_0	8	H'FFD8	IIC_0	8	2
I ² C バスステータスレジスタ_0	ICSR_0	8	H'FFD9	IIC_0	8	2
I ² C バスデータレジスタ_0	ICDR_0	8	H'FFDE	IIC_0	8	2
第 2 スレーブアドレスレジスタ_0	SARX_0	8	H'FFDE	IIC_0	8	2
I ² C バスモードレジスタ_0	ICMR_0	8	H'FFDF	IIC_0	8	2
スレーブアドレスレジスタ_0	SAR_0	8	H'FFDF	IIC_0	8	2
タイマコントロール／ステータスレジスタ	TCSR_1	8	H'FFEA (ライト時)	WDT_1	16	2
タイマコントロール／ステータスレジスタ	TCSR_1	8	H'FFEA (リード時)	WDT_1	8	2

25. レジスタ一覧

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
タイマカウンタ_1	TCNT_1	8	H'FFEA (ライト時)	WDT_1	16	2
タイマカウンタ_1	TCNT_1	8	H'FFEB (リード時)	WDT_1	8	2
タイマコントロールレジスタ_X	TCR_X	8	H'FFF0	TMR_X	8	2
タイマコントロールレジスタ_Y	TCR_Y	8	H'FFF0 (RELOCATE=0 時)	TMR_Y	8	2
キーボードマトリクス割り込みレジスタ B	KMIMRB	8	H'FFF1 (RELOCATE=0 時)	INT	8	2
タイマコントロール/ステータスレジスタ_X	TCSR_X	8	H'FFF1	TMR_X	8	2
タイマコントロール/ステータスレジスタ_Y	TCSR_Y	8	H'FFF1 (RELOCATE=0 時)	TMR_Y	8	2
ポート 6 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P6PCR	8	H'FFF2 (RELOCATE=0、 PORTS=0 時)	PORT	8	2
インプットキャプチャレジスタ R	TICRR	8	H'FFF2	TMR_X	8	2
タイムコンスタントレジスタ A_Y	TCORA_Y	8	H'FFF2 (RELOCATE=0 時)	TMR_Y	8	2
インプットキャプチャレジスタ F	TICRF	8	H'FFF3	TMR_X	8	2
タイムコンスタントレジスタ B_Y	TCORB_Y	8	H'FFF3 (RELOCATE=0 時)	TMR_Y	8	2
キーボードマトリクス割り込みレジスタ A	KMIMRA	8	H'FFF3 (RELOCATE=0 時)	INT	8	2
タイマカウンタ_X	TCNT_X	8	H'FFF4	TMR_X	8	2
タイマカウンタ_Y	TCNT_Y	8	H'FFF4 (RELOCATE=0 時)	TMR_Y	8	2
タイムコンスタントレジスタ C	TCORC	8	H'FFF5	TMR_X	8	2
タイムコンスタントレジスタ A_X	TCORA_X	8	H'FFF6	TMR_X	8	2
タイムコンスタントレジスタ B_X	TCORB_X	8	H'FFF7	TMR_X	8	2
タイマコネクションレジスタ I	TCONRI	8	H'FFFC	TMR_X	8	2
タイマコネクションレジスタ S	TCONRS	8	H'FFFE	TMR_X、 TMR_Y	8	2

25.2 レジスタビット一覧

内蔵周辺モジュールのレジスタのアドレスとビット名を以下に示します。

16 ビットレジスタは、8 ビットずつ 2 段で表しています。

レジスタ 略称	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	モジュール
RSTSR	—	—	—	—	—	—	—	PORF	SYSTEM
TCMCNT_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	TCM_0
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMMLCM_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMICR_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMICRF_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMCSR_0	OVF	MAXOVF	CMF	CKSEG	ICPF	MINUDF	MCICTL	—	
TCMCR_0	CST	POCTL	CPSPE	IEDG	TCMMDS	CKS2	CKS1	CKS0	
TCMIER_0	OVIE	MAXOVIE	CMIE	TCMIPE	ICPIE	MINUDIE	CMMS	—	
TCMMINCM_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMCNT_1	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	TCM_1
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMMLCM_1	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMICR_1	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMICRF_1	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMCSR_1	OVF	MAXOVF	CMF	CKSEG	ICPF	MINUDF	MCICTL	—	
TCMCR_1	CST	POCTL	CPSPE	IEDG	TCMMDS	CKS2	CKS1	CKS0	
TCMIER_1	OVIE	MAXOVIE	CMIE	TCMIPE	ICPIE	MINUDIE	CMMS	—	
TCMMINCM_1	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMCNT_2	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	TCM_2
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMMLCM_2	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMICR_2	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	

25. レジスタ一覧

レジスタ 略称	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	モジュール
TCMICRF_2	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	TCM_2
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCMCSR_2	OVF	MAXOVF	CMF	CKSEG	ICPF	MINUDF	MCICTL	—	
TCMCR_2	CST	POCTL	CPSPE	IEDG	TCMMDS	CKS2	CKS1	CKS0	
TCMIER_2	OVIE	MAXOVIE	CMIE	TCMIPE	ICPIE	MINUDIE	CMMS	—	
TCMMINCM_2	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ADDRA	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	A/D 変換器
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ADDRB	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ADDRC	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ADDRD	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ADDRE	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ADDRF	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ADDRG	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ADDRH	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ADCSR	ADF	ADIE	ADST	—	CH3	CH2	CH1	CH0	
ADCR	TRGS1	TRGS0	SCANE	SCANS	CKS1	CKS0	ADSTCLR	—	
FRBR	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	SCIF
FTHR	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
FDLL	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
FIER	—	—	—	—	EDSSI	ELSI	ETBEI	FRBFI	
FDLH	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
FIIR	FIFOE1	FIFOE0	—	—	INTID2	INTID1	INTID0	INTPEND	
FFCR	RCVRTRIG1	RCVRTRIG0	—	—	DMAMODE	XMITFRST	RCVFRFRST	FIFOE	
FLCR	DLAB	BREAK	STICKPARITY	EPS	PEN	STOP	CLS1	CLS0	
FMCR	—	—	—	LOOPBACK	OUT2	OUT1	RTS	DTR	
FLSR	RXFIFOERR	TEMT	THRE	BI	FE	PE	OE	DR	
FMSR	DCD	RI	DSR	CTS	DDCD	TERI	DDSR	DCTS	
FSCR	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	

25. レジスタ一覧

レジスタ 略称	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	モジュール
SCIFCR	SCIFOE1	SCIFOE0	—	OUT2LOOP	CKSEL1	CKSEL0	SCIFRST	REGRST	SCIF
PWMREG0_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	PWMU_A
PWMPRE0_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMREG1_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMPRE1_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMREG2_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMPRE2_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMREG3_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMPRE3_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMREG4_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMPRE4_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMREG5_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMPRE5_A	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMCKCR_A	CLK1	CLK0	—	—	—	—	—	—	PWMU_B
PWMOUTCR_A	CNTMD45B	CNTMD23B	PWM5E	PWM4E	PWM3E	PWM2E	PWM1E	PWM0E	
PWMMDCR_A	CNTMD01B	CNTMD01A	PWMSL5	PWMSL4	PWMSL3	PWMSL2	PWMSL1	PWMSL0	
PWMPCR_A	PH5S	PH4S	PH3S	PH2S	PH1S	PH0S	CNTMD45A	CNTMD23A	
PWMREG0_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMPRE0_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMREG1_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMPRE1_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMREG2_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMPRE2_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMREG3_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMPRE3_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMREG4_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	TPU_1
PWMPRE4_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMREG5_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMPRE5_B	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWMCKCR_B	CLK1	CLK0	—	—	—	—	—	—	
PWMOUTCR_B	CNTMD45B	CNTMD23B	PWM5E	PWM4E	PWM3E	PWM2E	PWM1E	PWM0E	
PWMMDCR_B	CNTMD01B	CNTMD01A	PWMSL5	PWMSL4	PWMSL3	PWMSL2	PWMSL1	PWMSL0	
PWMPCR_B	PH5S	PH4S	PH3S	PH2S	PH1S	PH0S	CNTMD45A	CNTMD23A	
TCR_1	—	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
TMDR_1	—	—	—	—	MD3	MD2	MD1	MD0	
TIOR_1	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	
TIER_1	TTGE	—	TCIEU	TCIEV	—	—	TGIEB	TGIEA	
TSR_1	TCFD	—	TCFU	TCFV	—	—	TGFB	TGFA	

25. レジスタ一覧

レジスタ 略称	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	モジュール
TCNT_1	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	TPU_1
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TGRA_1	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TGRB_1	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PECX	PECX7	PECX6	PECX5	PECX4	PECX3	PECX2	PECX1	PECX0	SMBUS
PECY	PECY7	PECY6	PECY5	PECY4	PECY3	PECY2	PECY1	PECY0	
PECZ	PECZ7	PECZ6	PECZ5	PECZ4	PECZ3	PECZ2	PECZ1	PECZ0	
LADR1H	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	LPC
LADR1L	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
LADR2H	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
LADR2L	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
SCIFADRH	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
SCIFADRL	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
LADR4H	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
LADR4L	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
IDR4	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ODR4	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
STR4	DBU47	DBU46	DBU45	DBU44	C/D4	DBU42	IBF4	OBF4	
HICR4	—	LPC4E	IBFIE4	—	—	—	—	—	
SIRQCR2	IEDIR3	IEDIR4	IRQ11E4	IRQ10E4	IRQ9E4	IRQ6E4	SMIE4	—	
SIRQCR3	SELIRQ15	SELIRQ14	SELIRQ13	SELIRQ8	SELIRQ7	SELIRQ5	SELIRQ4	SELIRQ3	
P4NCE	P47NCE	P46NCE	P45NCE	P44NCE	P43NCE	P42NCE	P41NCE	P40NCE	PORT
P4NCMC	P47NCMC	P46NCMC	P45NCMC	P44NCMC	P43NCMC	P42NCMC	P41NCMC	P40NCMC	
P4NCCS	—	—	—	—	—	P4NCCK2	P4NCCK1	P4NCCK0	
P6NCE	P67NCE	P66NCE	P65NCE	P64NCE	P63NCE	P62NCE	P61NCE	P60NCE	
P6NCMC	P67NCMC	P66NCMC	P65NCMC	P64NCMC	P63NCMC	P62NCMC	P61NCMC	P60NCMC	
P6NCCS	—	—	—	—	—	P6NCCK2	P6NCCK1	P6NCCK0	
PCNCE	PC7NCE	PC6NCE	PC5NCE	PC4NCE	PC3NCE	PC2NCE	PC1NCE	PC0NCE	
PCNCMC	PC7NCMC	PC6NCMC	PC5NCMC	PC4NCMC	PC3NCMC	PC2NCMC	PC1NCMC	PC0NCMC	
PCNCCS	—	—	—	—	—	PCNCCK2	PCNCCK1	PCNCCK0	
PGNCE	PG7NCE	PG6NCE	PG5NCE	PG4NCE	PG3NCE	PG2NCE	PG1NCE	PG0NCE	
PGNCMC	PG7NCMC	PG6NCMC	PG5NCMC	PG4NCMC	PG3NCMC	PG2NCMC	PG1NCMC	PG0NCMC	
PGNCCS	—	—	—	—	—	PGNCCK2	PGNCCK1	PGNCCK0	
PHPIN	—	—	PH5PIN	PH4PIN	PH3PIN	PH2PIN	PH1PIN	PH0PIN	
PHDDR	—	—	PH5DDR	PH4DDR	PH3DDR	PH2DDR	PH1DDR	PH0DDR	

25. レジスタ一覧

レジスタ 略称	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	モジュール
PHODR	—	—	PH5ODR	PH4ODR	PH3ODR	PH2ODR	PH1ODR	PH0ODR	PORT
PHNOCR	—	—	PH5NOCR	PH4NOCR	PH3NOCR	PH2NOCR	PH1NOCR	PH0NOCR	
PTCNT0	—	—	—	—	—	—	—	EXCLS	
PTCNT1	IIC2BS	IIC2AS	—	—	—	—	—	—	
PTCNT2	—	—	—	TxD1RS	RxD1RS	—	PORTS	—	LPC
P9PCR	—	—	P95PCR	P94PCR	P93PCR	P92PCR	P91PCR	P90PCR	
PGNOCR	PG7NOCR	PG6NOCR	PG5NOCR	PG4NOCR	PG3NOCR	PG2NOCR	PG1NOCR	PG0NOCR	
PFNOCR	PF7NOCR	PF6NOCR	PF5NOCR	PF4NOCR	PF3NOCR	PF2NOCR	PF1NOCR	PF0NOCR	
PCNOCR	PC7NOCR	PC6NOCR	PC5NOCR	PC4NOCR	PC3NOCR	PC2NOCR	PC1NOCR	PC0NOCR	
PDNOCR	PD7NOCR	PD6NOCR	PD5NOCR	PD4NOCR	PD3NOCR	PD2NOCR	PD1NOCR	PD0NOCR	
TWR0MW	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR0SW	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR2	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR3	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR4	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR5	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR6	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR7	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR8	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR9	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR10	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR11	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR12	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR13	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR14	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR15	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
IDR3	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ODR3	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
STR3* ²	IBF3B	OBF3B	MWMF	SWMF	C/ $\bar{D}$ 3	DBU32	IBF3A	OBF3A	
STR3* ³	DBU37	DBU36	DBU35	DBU34	C/ $\bar{D}$ 3	DBU32	IBF3	OBF3	
HICR5	OBEIE	OBEI	—	—	SCIFE	—	—	—	
LADR3H	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
LADR3L	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	—	bit1	TWRE	
SIRQCR0	Q/ $\bar{C}$	UPSEL	IEDIR	SMIE3B	SMIE3A	SMIE2	IRQ12E1	IRQ1E1	
SIRQCR1	IRQ11E3	IRQ10E3	IRQ9E3	IRQ6E3	IRQ11E2	IRQ10E2	IRQ9E2	IRQ6E2	
IDR1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ODR1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	

25. レジスタ一覧

レジスタ 略称	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	モジュール
STR1	DBU17	DBU16	DBU15	DBU14	C/D1	DBU12	IBF1	OBF1	LPC
SIRQCR4	—	—	—	—	SCSIRQ3	SCSIRQ2	SCSIRQ1	SCSIRQ0	
IDR2	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ODR2	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
STR2	DBU27	DBU26	DBU25	DBU24	C/D2	DBU22	IBF2	OBF2	
HISEL	SELSTR3	SELIRQ11	SELIRQ10	SELIRQ9	SELIRQ6	SELSMI	SELIRQ12	SELIRQ1	
HICR0	LPC3E	LPC2E	LPC1E	FGA20E	SDWNE	PMEE	LSMIE	LSCIE	
HICR1	LPCBSY	CLKREQ	IRQBSY	LRSTB	SDWNB	PMEB	LSMIB	LSCIB	
HICR2	GA20	LRST	SDWN	ABRT	IBFIE3	IBFIE2	IBFIE1	ERRIE	
HICR3	LFRAME	CLKRUN	SERIRQ	LRESET	LPCPD	PME	LSMI	LSCI	
WUEMRB	WUEMR7	WUEMR6	WUEMR5	WUEMR4	WUEMR3	WUEMR2	WUEMR1	WUEMR0	INT
WUEMRA	WUEMR15	WUEMR14	WUEMR13	WUEMR12	WUEMR11	WUEMR10	WUEMR9	WUEMR8	
PGODR	PG7ODR	PG6ODR	PG5ODR	PG4ODR	PG3ODR	PG2ODR	PG1ODR	PG0ODR	PORT
PGPIN	PG7PIN	PG6PIN	PG5PIN	PG4PIN	PG3PIN	PG2PIN	PG1PIN	PG0PIN	
PGDDR	PG7DDR	PG6DDR	PG5DDR	PG4DDR	PG3DDR	PG2DDR	PG1DDR	PG0DDR	
PFODR	PF7ODR	PF6ODR	PF5ODR	PF4ODR	PF3ODR	PF2ODR	PF1ODR	PF0ODR	
PEPIN	—	—	—	PE4PIN	PE3PIN	PE2PIN	PE1PIN	PE0PIN	
PFPIN	PF7PIN	PF6PIN	PF5PIN	PF4PIN	PF3PIN	PF2PIN	PF1PIN	PF0PIN	
PFDDR	PF7DDR	PF6DDR	PF5DDR	PF4DDR	PF3DDR	PF2DDR	PF1DDR	PF0DDR	
PCODR	PC7ODR	PC6ODR	PC5ODR	PC4ODR	PC3ODR	PC2ODR	PC1ODR	PC0ODR	
PDODR	PD7ODR	PD6ODR	PD5ODR	PD4ODR	PD3ODR	PD2ODR	PD1ODR	PD0ODR	
PCPIN	PC7PIN	PC6PIN	PC5PIN	PC4PIN	PC3PIN	PC2PIN	PC1PIN	PC0PIN	
PCDDR	PC7DDR	PC6DDR	PC5DDR	PC4DDR	PC3DDR	PC2DDR	PC1DDR	PC0DDR	
PDPIN	PD7PIN	PD6PIN	PD5PIN	PD4PIN	PD3PIN	PD2PIN	PD1PIN	PD0PIN	
PDDDR	PD7DDR	PD6DDR	PD5DDR	PD4DDR	PD3DDR	PD2DDR	PD1DDR	PD0DDR	
TCR_0	CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	TPU_0
TMDR_0	—	—	BFB	BFA	MD3	MD2	MD1	MD0	
TIORH_0	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	
TIORL_0	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	
TIER_0	TTGE	—	—	TCIEV	TGIED	TGIEC	TGIEB	TGIEA	
TSR_0	—	—	—	TCFV	TGFD	TGFC	TGFB	TGFA	
TCNT_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TGRA_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TGRB_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	

25. レジスタ一覧

レジスタ 略称	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	モジュール
TGRC_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	TPU_0
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TGRD_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCR_2	—	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	TPU_2
TMDR_2	—	—	—	—	MD3	MD2	MD1	MD0	
TIOR_2	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	
TIER_2	TTGE	—	TCIEU	TCIEV	—	—	TGIEB	TGIEA	
TSR_2	TCFD	—	TCFU	TCFV	—	—	TGFB	TGFA	
TCNT_2	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TGRA_2	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TGRB_2	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
SYSCR3	—	EIVS	RELOCATE	—	—	—	—	—	SYSTEM
MSTPCRA	MSTPA7	MSTPA6	MSTPA5	MSTPA4	MSTPA3	MSTPA2	MSTPA1	MSTPA0	
MSTPCRB	MSTPB7	MSTPB6	MSTPB5	MSTPB4	MSTPB3	MSTPB2	MSTPB1	MSTPB0	
KMIMRB	KMIMR7	KMIMR6	KMIMR5	KMIMR4	KMIMR3	KMIMR2	KMIMR1	KMIMR0	INT
P6PCR	P67PCR	P66PCR	P65PCR	P64PCR	P63PCR	P62PCR	P61PCR	P60PCR	PORT
KMIMRA	KMIMR15	KMIMR14	KMIMR13	KMIMR12	KMIMR11	KMIMR10	KMIMR9	KMIMR8	INT
WUESCRA	WUE15SC	WUE14SC	WUE13SC	WUE12SC	WUE11SC	WUE10SC	WUE9SC	WUE8SC	
WUESRA	WUE15F	WUE14F	WUE13F	WUE12F	WUE11F	WUE10F	WUE9F	WUE8F	
WUEER	WUEAE	WUEBE	—	—	—	—	—	—	
ICRD	ICRD7	ICRD6	ICRD5	ICRD4	ICRD3	ICRD2	ICRD1	ICRD0	
ICCR_2	ICE	IEIC	MST	TRS	ACKE	BBSY	IRIC	SCP	IIC_2
ICSR_2	ESTP	STOP	IRTR	AASX	AL	AAS	ADZ	ACKB	
ICRES_2	—	—	—	—	CLR3	CLR2	CLR1	CLR0	
ICXR_2	STOPIM	HNDS	ICDRF	ICDRE	ALIE	ALSL	FNC1	FNC0	
SARX_2	SVAX6	SVAX5	SVAX4	SVAX3	SVAX2	SVAX1	SVAX0	FSX	
ICDR_2	ICDR7	ICDR6	ICDR5	ICDR4	ICDR3	ICDR2	ICDR1	ICDR0	
SAR_2	SVA6	SVA5	SVA4	SVA3	SVA2	SVA1	SVA0	FS	
ICMR_2	MLS	WAIT	CKS2	CKS1	CKS0	BC2	BC1	BC0	
FCCS	—	—	—	FLER	—	—	—	SCO	ROM
FPCS	—	—	—	—	—	—	—	PPVS	
FECS	—	—	—	—	—	—	—	EPVB	
FKEY	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0	
FMATS	MS7	MS6	MS5	MS4	MS3	MS2	MS1	MS0	

25. レジスタ一覧

レジスタ 略称	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	モジュール
FTDAR	TDER	TDA6	TDA5	TDA4	TDA3	TDA2	TDA1	TDA0	ROM
TSTR	—	—	—	—	—	CST2	CST1	CST0	TPU 共通
TSYR	—	—	—	—	—	SYNC2	SYNC1	SYNC0	
KBCR1_0	KBTS	PS	KCIE	KTIE	—	KCIF	KBTE	KTER	PS2
KBTR_0	KBT7	KBT6	KBT5	KBT4	KBT3	KBT2	KBT1	KBT0	
KBCR1_1	KBTS	PS	KCIE	KTIE	—	KCIF	KBTE	KTER	
KBTR_1	KBT7	KBT6	KBT5	KBT4	KBT3	KBT2	KBT1	KBT0	
TCRXY	—	—	CKSX	CKSY	—	—	—	—	TMR_XY
TCR_Y	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0	TMR_Y
TCSR_Y	CMFB	CMFA	OVF	ICIE	OS3	OS2	OS1	OS0	
TCORA_Y	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORB_Y	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCNT_Y	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ICXR_0	STOPIM	HNDS	ICDRF	ICDRE	ALIE	ALSL	FNC1	FNC0	IIC_0
KBCRH_0	KBIOE	KCLKI	KDI	KBFSEL	KBIE	KBF	PER	KBS	PS2_0
KBCRL_0	KBE	KCLKO	KDO	—	RXCR3	RXCR2	RXCR1	RXCR0	
KBBR_0	KB7	KB6	KB5	KB4	KB3	KB2	KB1	KB0	
KBCR2_0	—	—	—	—	TXCR3	TXCR2	TXCR1	TXCR0	
KBCRH_1	KBIOE	KCLKI	KDI	KBFSEL	KBIE	KBF	PER	KBS	PS2_1
KBCRL_1	KBE	KCLKO	KDO	—	RXCR3	RXCR2	RXCR1	RXCR0	
KBBR_1	KB7	KB6	KB5	KB4	KB3	KB2	KB1	KB0	
KBCR2_1	—	—	—	—	TXCR3	TXCR2	TXCR1	TXCR0	
ICRES_0	—	—	—	—	CLR3	CLR2	CLR1	CLR0	IIC_0
WUESCRB	WUE7SC	WUE6SC	WUE5SC	WUE4SC	WUE3SC	WUE2SC	WUE1SC	WUE0SC	INT
WUESRB	WUE7F	WUE6F	WUE5F	WUE4F	WUE3F	WUE2F	WUE1F	WUE0F	
ICRA	ICRA7	ICRA6	ICRA5	ICRA4	ICRA3	ICRA2	ICRA1	ICRA0	
ICRB	ICRB7	ICRB6	ICRB5	ICRB4	ICRB3	ICRB2	ICRB1	ICRB0	
ICRC	ICRC7	ICRC6	ICRC5	ICRC4	ICRC3	ICRC2	ICRC1	ICRC0	
ISR	IRQ7F	IRQ6F	IRQ5F	IRQ4F	IRQ3F	IRQ2F	IRQ1F	IRQ0F	
ISCRH	IRQ7SCB	IRQ7SCA	IRQ6SCB	IRQ6SCA	IRQ5SCB	IRQ5SCA	IRQ4SCB	IRQ4SCA	
ISCRL	IRQ3SCB	IRQ3SCA	IRQ2SCB	IRQ2SCA	IRQ1SCB	IRQ1SCA	IRQ0SCB	IRQ0SCA	
ABRKCR	CMF	—	—	—	—	—	—	BIE	
BARA	A23	A22	A21	A20	A19	A18	A17	A16	
BARB	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	
BARC	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	—	
IER16	IRQ15E	IRQ14E	IRQ13E	IRQ12E	IRQ11E	IRQ10E	IRQ9E	IRQ8E	
ISR16	IRQ15F	IRQ14F	IRQ13F	IRQ12F	IRQ11F	IRQ10F	IRQ9F	IRQ8F	
ISCR16H	IRQ15SCB	IRQ15SCA	IRQ14SCB	IRQ14SCA	IRQ13SCB	IRQ13SCA	IRQ12SCB	IRQ12SCA	

25. レジスタ一覧

レジスタ 略称	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	モジュール
ISCR16L	IRQ11SCB	IRQ11SCA	IRQ10SCB	IRQ10SCA	IRQ9SCB	IRQ9SCA	IRQ8SCB	IRQ8SCA	INT
ISSR16	ISS15	ISS14	ISS13	ISS12	ISS11	ISS10	ISS9	ISS8	
ISSR	ISS7	—	—	—	—	—	—	—	
SBYCR	SSBY	STS2	STS1	STS0	—	SCK2	SCK1	SCK0	SYSTEM
LPWRCR	DTON	LSON	NESEL	EXCLE	—	—	—	—	
MSTPCR _H	MSTP15	MSTP14	MSTP13	MSTP12	MSTP11	MSTP10	MSTP9	MSTP8	
MSTPCRL	MSTP7	MSTP6	MSTP5	MSTP4	MSTP3	MSTP2	MSTP1	MSTP0	
SMR_1* ¹	C/ $\bar{A}$ (GM)	CHR (BLK)	PE (PE)	O/ $\bar{E}$ (O/ $\bar{E}$)	STOP (BCP1)	MP (BCP0)	CKS1 (CKS1)	CKS0 (CKS0)	SCI_1
BRR_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
SCR_1	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0	
TDR_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
SSR_1* ¹	TDRE (TDRE)	RDRF (RDRF)	ORER (ORER)	FER (ERS)	PER (PER)	TEND (TEND)	MPB (MPB)	MPBT (MPBT)	
RDR_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
SCMR_1	—	—	—	—	SDIR	SINV	—	SMIF	
TCSR_0	OVF	WT/ $\bar{IT}$	TME	—	RST/NMI	CKS2	CKS1	CKS0	
TCNT_0	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PAODR	PA7ODR	PA6ODR	PA5ODR	PA4ODR	PA3ODR	PA2ODR	PA1ODR	PA0ODR	PORT
PAPIN	PA7PIN	PA6PIN	PA5PIN	PA4PIN	PA3PIN	PA2PIN	PA1PIN	PA0PIN	
PADDR	PA7DDR	PA6DDR	PA5DDR	PA4DDR	PA3DDR	PA2DDR	PA1DDR	PA0DDR	
P1PCR	P17PCR	P16PCR	P15PCR	P14PCR	P13PCR	P12PCR	P11PCR	P10PCR	
P2PCR	P27PCR	P26PCR	P25PCR	P24PCR	P23PCR	P22PCR	P21PCR	P20PCR	
P3PCR	P37PCR	P36PCR	P35PCR	P34PCR	P33PCR	P32PCR	P31PCR	P30PCR	
P1DDR	P17DDR	P16DDR	P15DDR	P14DDR	P13DDR	P12DDR	P11DDR	P10DDR	
P2DDR	P27DDR	P26DDR	P25DDR	P24DDR	P23DDR	P22DDR	P21DDR	P20DDR	
P1DR	P17DR	P16DR	P15DR	P14DR	P13DR	P12DR	P11DR	P10DR	
P2DR	P27DR	P26DR	P25DR	P24DR	P23DR	P22DR	P21DR	P20DR	
P3DDR	P37DDR	P36DDR	P35DDR	P34DDR	P33DDR	P32DDR	P31DDR	P30DDR	
P4DDR	P47DDR	P46DDR	P45DDR	P44DDR	P43DDR	P42DDR	P41DDR	P40DDR	
P3DR	P37DR	P36DR	P35DR	P34DR	P33DR	P32DR	P31DR	P30DR	
P4DR	P47DR	P46DR	P45DR	P44DR	P43DR	P42DR	P41DR	P40DR	
P5DDR	—	—	—	—	—	P52DDR	P51DDR	P50DDR	
P6DDR	P67DDR	P66DDR	P65DDR	P64DDR	P63DDR	P62DDR	P61DDR	P60DDR	
P5DR	—	—	—	—	—	P52DR	P51DR	P50DR	
P6DR	P67DR	P66DR	P65DR	P64DR	P63DR	P62DR	P61DR	P60DR	
PBODR	PB7ODR	PB6ODR	PB5ODR	PB4ODR	PB3ODR	PB2ODR	PB1ODR	PB0ODR	
PBPIN	PB7PIN	PB6PIN	PB5PIN	PB4PIN	PB3PIN	PB2PIN	PB1PIN	PB0PIN	

25. レジスタ一覧

レジスタ 略称	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	モジュール
P8DDR	—	P86DDR	P85DDR	P84DDR	P83DDR	P82DDR	P81DDR	P80DDR	PORT
P7PIN	P77PIN	P76PIN	P75PIN	P74PIN	P73PIN	P72PIN	P71PIN	P70PIN	
PBDDR	PB7DDR	PB6DDR	PB5DDR	PB4DDR	PB3DDR	PB2DDR	PB1DDR	PB0DDR	
P8DR	—	P86DR	P85DR	P84DR	P83DR	P82DR	P81DR	P80DR	
P9DDR	P97DDR	P96DDR	P95DDR	P94DDR	P93DDR	P92DDR	P91DDR	P90DDR	
P9DR	P97DR	P96DR	P95DR	P94DR	P93DR	P92DR	P91DR	P90DR	
IER	IRQ7E	IRQ6E	IRQ5E	IRQ4E	IRQ3E	IRQ2E	IRQ1E	IRQ0E	INT
STCR	IICX2	—	IICX0	IICE	FLSHE	IICS	ICKS1	ICKS0	SYSTEM
SYSCR	—	—	INTM1	INTM0	XRST	NMIEG	KINWUE	RAME	
MDCR	EXPE	—	—	—	—	MDS2	MDS1	MDS0	
BCR	—	ICIS0	BRSTRM	BRSTS1	BRSTS0	—	IOS1	IOS0	BSC
WSCR	—	—	ABW	AST	WMS1	WMS0	WC1	WC0	
TCR_0	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0	TMR_0、 TMR_1
TCR_1	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0	
TCSR_0	CMFB	CMFA	OVF	ADTE	OS3	OS2	OS1	OS0	
TCSR_1	CMFB	CMFA	OVF	—	OS3	OS2	OS1	OS0	
TCORA_0	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORA_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORB_0	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORB_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCNT_0	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCNT_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ICCR_0	ICE	IEIC	MST	TRS	ACKE	BBSY	IRIC	SCP	IIC_0
ICSR_0	ESTP	STOP	IRTR	AASX	AL	AAS	ADZ	ACKB	
ICDR_0	ICDR7	ICDR6	ICDR5	ICDR4	ICDR3	ICDR2	ICDR1	ICDR0	
SARX_0	SVAX6	SVAX5	SVAX4	SVAX3	SVAX2	SVAX1	SVAX0	FSX	
ICMR_0	MLS	WAIT	CKS2	CKS1	CKS0	BC2	BC1	BC0	
SAR_0	SVA6	SVA5	SVA4	SVA3	SVA2	SVA1	SVA0	FS	
TCSR_1	OVF	WT/IT	TME	PSS	RST/NMI	CKS2	CKS1	CKS0	WDT_1
TCNT_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCR_X	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0	TMR_X
TCSR_X	CMFB	CMFA	OVF	ICF	OS3	OS2	OS1	OS0	
TICRR	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TICRF	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCNT_X	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORC	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORA_X	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	

レジスタ 略称	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	モジュール
TCORB_X	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	TMR_X
TCONRI	—	—	—	ICST	—	—	—	—	
TCONRS	TMRX/Y	—	—	—	—	—	—	—	TMR_X、 TMR_Y

【注】 *1 通常モードとスマートカードインタフェースモードで一部ビット名が異なります。

() : スマートカードインタフェースモード時のビット名

*2 TWRE=1 または SELSTR3=0 の場合です。

*3 TWRE=0 で SELSTR3=1 の場合です。

25. レジスタ一覧

25.3 各動作モードにおけるレジスタの状態

レジスタ略称	リセット	高速／中速	ウォッチ	スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
RSTSR	初期化*	—	—	—	—	—	SYSTEM
TCMCNT_0	初期化	—	—	—	—	—	TCM_0
TCMMLCM_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCMICR_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCMICRF_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCMCSR_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCMCR_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCMIER_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCMMINCM_0	初期化	—	—	—	—	—	TCM_1
TCMCNT_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCMMLCM_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCMICR_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCMICRF_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCMCSR_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCMCR_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCMIER_1	初期化	—	—	—	—	—	TCM_2
TCMMINCM_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCMCNT_2	初期化	—	—	—	—	—	
TCMMLCM_2	初期化	—	—	—	—	—	
TCMICR_2	初期化	—	—	—	—	—	
TCMICRF_2	初期化	—	—	—	—	—	
TCMCSR_2	初期化	—	—	—	—	—	
TCMCR_2	初期化	—	—	—	—	—	A/D 変換器
TCMIER_2	初期化	—	—	—	—	—	
TCMMINCM_2	初期化	—	—	—	—	—	
ADDRA	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
ADDRB	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
ADDRC	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
ADDRD	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
ADDRE	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
ADDRF	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
ADDRG	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
ADDRH	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
ADCSR	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
ADCR	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	

25. レジスタ一覧

レジスタ略称	リセット	高速／中速	ウォッチ	スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
FRBR	初期化	—	—	—	—	—	SCIF
FTHR	—	—	—	—	—	—	
FDLL	初期化	—	—	—	—	—	
FIER	初期化	—	—	—	—	—	
FDLH	初期化	—	—	—	—	—	
FIIR	初期化	—	—	—	—	—	
FFCR	初期化	—	—	—	—	—	
FLCR	初期化	—	—	—	—	—	
FMCR	初期化	—	—	—	—	—	
FLSR	初期化	—	—	—	—	—	
FMSR	—	—	—	—	—	—	
FSCR	初期化	—	—	—	—	—	
SCIFCR	初期化	—	—	—	—	—	
PWMREG0_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	PWMU_A
PWMPRE0_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMREG1_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMPRE1_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMREG2_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMPRE2_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMREG3_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMPRE3_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMREG4_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMPRE4_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMREG5_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMPRE5_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMCKCR_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMOUTCR_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMMDCR_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMPCR_A	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMREG0_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	PWMU_B
PWMPRE0_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMREG1_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMPRE1_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMREG2_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMPRE2_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMREG3_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	

25. レジスタ一覧

レジスタ略称	リセット	高速／中速	ウォッチ	スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
PWMPRE3_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	PWMU_B
PWMREG4_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMPRE4_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMREG5_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMPRE5_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMCKCR_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMOUTCR_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMMDCR_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
PWMPCR_B	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
TCR_1	初期化	—	—	—	—	—	TPU_1
TMDR_1	初期化	—	—	—	—	—	
TIOR_1	初期化	—	—	—	—	—	
TIER_1	初期化	—	—	—	—	—	
TSR_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCNT_1	初期化	—	—	—	—	—	
TGRA_1	初期化	—	—	—	—	—	
TGRB_1	初期化	—	—	—	—	—	
PECX	初期化	—	—	—	—	—	SMBUS
PECY	初期化	—	—	—	—	—	
PECZ	初期化	—	—	—	—	—	
LADR1H	初期化	—	—	—	—	—	LPC
LADR1L	初期化	—	—	—	—	—	
LADR2H	初期化	—	—	—	—	—	
LADR2L	初期化	—	—	—	—	—	
SCIFADRH	初期化	—	—	—	—	—	
SCIFADRL	初期化	—	—	—	—	—	
LADR4H	初期化	—	—	—	—	—	
LADR4L	初期化	—	—	—	—	—	
IDR4	初期化	—	—	—	—	—	PORT
ODR4	初期化	—	—	—	—	—	
STR4	初期化	—	—	—	—	—	
HICR4	初期化	—	—	—	—	—	
SIRQCR2	初期化	—	—	—	—	—	
SIRQCR3	初期化	—	—	—	—	—	
P4NCE	初期化	—	—	—	—	—	
P4NCMC	初期化	—	—	—	—	—	
P4NCCS	初期化	—	—	—	—	—	
P6NCE	初期化	—	—	—	—	—	

25. レジスタ一覧

レジスタ略称	リセット	高速／中速	ウォッチ	スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
P6NCMC	初期化	—	—	—	—	—	PORT
P6NCCS	初期化	—	—	—	—	—	
PCNCE	初期化	—	—	—	—	—	
PCNCMC	初期化	—	—	—	—	—	
PCNCCS	初期化	—	—	—	—	—	
PGNCE	初期化	—	—	—	—	—	
PGNCMC	初期化	—	—	—	—	—	
PGNCCS	初期化	—	—	—	—	—	
PHPIN	初期化	—	—	—	—	—	
PHDDR	初期化	—	—	—	—	—	
PHODR	初期化	—	—	—	—	—	
PHNOCR	初期化	—	—	—	—	—	
PTCNT0	初期化	—	—	—	—	—	
PTCNT1	初期化	—	—	—	—	—	
PTCNT2	初期化	—	—	—	—	—	
P9PCR	初期化	—	—	—	—	—	
PGNOCR	初期化	—	—	—	—	—	
PFNOCR	初期化	—	—	—	—	—	
PCNOCR	初期化	—	—	—	—	—	
PDNOCR	初期化	—	—	—	—	—	
TWR0MW	初期化	—	—	—	—	—	LPC
TWR0SW	初期化	—	—	—	—	—	
TWR1	初期化	—	—	—	—	—	
TWR2	初期化	—	—	—	—	—	
TWR3	初期化	—	—	—	—	—	
TWR4	初期化	—	—	—	—	—	
TWR5	初期化	—	—	—	—	—	
TWR6	初期化	—	—	—	—	—	
TWR7	初期化	—	—	—	—	—	
TWR8	初期化	—	—	—	—	—	
TWR9	初期化	—	—	—	—	—	
TWR10	初期化	—	—	—	—	—	
TWR11	初期化	—	—	—	—	—	
TWR12	初期化	—	—	—	—	—	
TWR13	初期化	—	—	—	—	—	
TWR14	初期化	—	—	—	—	—	
TWR15	初期化	—	—	—	—	—	

25. レジスタ一覧

レジスタ略称	リセット	高速／中速	ウォッチ	スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
IDR3	初期化	—	—	—	—	—	LPC
ODR3	初期化	—	—	—	—	—	
STR3	初期化	—	—	—	—	—	
HICR5	初期化	—	—	—	—	—	
LADR3H	初期化	—	—	—	—	—	
LADR3L	初期化	—	—	—	—	—	
SIRQCR0	初期化	—	—	—	—	—	
SIRQCR1	初期化	—	—	—	—	—	
IDR1	初期化	—	—	—	—	—	
ODR1	初期化	—	—	—	—	—	
STR1	初期化	—	—	—	—	—	
SIRQCR4	初期化	—	—	—	—	—	
IDR2	初期化	—	—	—	—	—	
ODR2	初期化	—	—	—	—	—	
STR2	初期化	—	—	—	—	—	
HISEL	初期化	—	—	—	—	—	
HICR0	初期化	—	—	—	—	—	INT
HICR1	初期化	—	—	—	—	—	
HICR2	—	—	—	—	—	—	
HICR3	—	—	—	—	—	—	PORT
WUEMRB	初期化	—	—	—	—	—	
WUEMRA	初期化	—	—	—	—	—	
PGODR	初期化	—	—	—	—	—	
PGPIN	—	—	—	—	—	—	
PGDDR	初期化	—	—	—	—	—	
PFODR	初期化	—	—	—	—	—	
PEPIN	—	—	—	—	—	—	
PFPIN	—	—	—	—	—	—	
PFDDR	初期化	—	—	—	—	—	
PCODR	初期化	—	—	—	—	—	
PDODR	初期化	—	—	—	—	—	
PCPIN	—	—	—	—	—	—	
PCDDR	初期化	—	—	—	—	—	
PDPIN	—	—	—	—	—	—	
PDDDR	初期化	—	—	—	—	—	

25. レジスタ一覧

レジスタ略称	リセット	高速／中速	ウォッチ	スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
TCR_0	初期化	—	—	—	—	—	TPU_0
TMDR_0	初期化	—	—	—	—	—	
TIORH_0	初期化	—	—	—	—	—	
TIORL_0	初期化	—	—	—	—	—	
TIER_0	初期化	—	—	—	—	—	
TSR_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCNT_0	初期化	—	—	—	—	—	
TGRA_0	初期化	—	—	—	—	—	
TGRB_0	初期化	—	—	—	—	—	
TGRC_0	初期化	—	—	—	—	—	
TGRD_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCR_2	初期化	—	—	—	—	—	TPU_2
TMDR_2	初期化	—	—	—	—	—	
TIOR_2	初期化	—	—	—	—	—	
TIER_2	初期化	—	—	—	—	—	
TSR_2	初期化	—	—	—	—	—	
TCNT_2	初期化	—	—	—	—	—	
TGRA_2	初期化	—	—	—	—	—	
TGRB_2	初期化	—	—	—	—	—	
SYSCR3	初期化	—	—	—	—	—	SYSTEM
MSTPCRA	初期化	—	—	—	—	—	
MSTPCRB	初期化	—	—	—	—	—	
KMIMRB	初期化	—	—	—	—	—	INT
P6PCR	初期化	—	—	—	—	—	PORT
KMIMRA	初期化	—	—	—	—	—	INT
WUESCRA	初期化	—	—	—	—	—	
WUESRA	初期化	—	—	—	—	—	
WUEER	初期化	—	—	—	—	—	
ICRD	初期化	—	—	—	—	—	
ICCR_2	初期化	—	—	—	—	—	
ICSR_2	初期化	—	—	—	—	—	
ICRES_2	初期化	—	—	—	—	—	IIC_2
ICXR_2	初期化	—	—	—	—	—	
ICDR_2	—	—	—	—	—	—	
SARX_2	初期化	—	—	—	—	—	
ICMR_2	初期化	—	—	—	—	—	
SAR_2	初期化	—	—	—	—	—	

25. レジスタ一覧

レジスタ略称	リセット	高速／中速	ウォッチ	スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
FCCS	初期化	—	—	—	—	—	ROM
FPCS	初期化	—	—	—	—	—	
FECS	初期化	—	—	—	—	—	
FKEY	初期化	—	—	—	—	—	
FMATS	初期化	—	—	—	—	—	
FTDAR	初期化	—	—	—	—	—	
TSTR	初期化	—	—	—	—	—	TPU 共通
TSYR	初期化	—	—	—	—	—	
KBCR1_0	初期化	—	—	—	—	—	PS2
KBTR_0	初期化	—	—	—	—	—	
KBCR1_1	初期化	—	—	—	—	—	
KBTR_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCRXY	初期化	—	—	—	—	—	TMR_XY
TCR_Y	初期化	—	—	—	—	—	TMR_Y
TCSR_Y	初期化	—	—	—	—	—	
TCORA_Y	初期化	—	—	—	—	—	
TCORB_Y	初期化	—	—	—	—	—	
TCNT_Y	初期化	—	—	—	—	—	
ICXR_0	初期化	—	—	—	—	—	IIC_0
KBCRH_0	初期化	—	—	—	—	—	PS2_0
KBCRL_0	初期化	—	—	—	—	—	
KBBR_0	初期化	—	—	—	—	—	
KBCR2_0	初期化	—	—	—	—	—	PS2_1
KBCRH_1	初期化	—	—	—	—	—	
KBCRL_1	初期化	—	—	—	—	—	
KBBR_1	初期化	—	—	—	—	—	
KBCR2_1	初期化	—	—	—	—	—	IIC_0
ICRES_0	初期化	—	—	—	—	—	
WUESCRB	初期化	—	—	—	—	—	INT
WUESRB	初期化	—	—	—	—	—	
ICRA	初期化	—	—	—	—	—	
ICRB	初期化	—	—	—	—	—	
ICRC	初期化	—	—	—	—	—	
ISR	初期化	—	—	—	—	—	
ISCRH	初期化	—	—	—	—	—	
ISCR_L	初期化	—	—	—	—	—	
ABRKCR	初期化	—	—	—	—	—	

25. レジスタ一覧

レジスタ略称	リセット	高速／中速	ウォッチ	スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
BARA	初期化	—	—	—	—	—	INT
BARB	初期化	—	—	—	—	—	
BARC	初期化	—	—	—	—	—	
IER16	初期化	—	—	—	—	—	
ISR16	初期化	—	—	—	—	—	
ISCR16H	初期化	—	—	—	—	—	
ISCR16L	初期化	—	—	—	—	—	
ISSR16	初期化	—	—	—	—	—	
ISSR	初期化	—	—	—	—	—	
SBYCR	初期化	—	—	—	—	—	SYSTEM
LPWRCR	初期化	—	—	—	—	—	
MSTPCRH	初期化	—	—	—	—	—	
MSTPCRL	初期化	—	—	—	—	—	
SMR_1	初期化	—	—	—	—	—	SCI_1
BRR_1	初期化	—	—	—	—	—	
SCR_1	初期化	—	—	—	—	—	
TDR_1	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
SSR_1	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
RDR_1	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	
SCMR_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCSR_0	初期化	—	—	—	—	—	WDT_0
TCNT_0	初期化	—	—	—	—	—	
PAODR	初期化	—	—	—	—	—	PORT
PAPIN	—	—	—	—	—	—	
PADDR	初期化	—	—	—	—	—	
P1PCR	初期化	—	—	—	—	—	
P2PCR	初期化	—	—	—	—	—	
P3PCR	初期化	—	—	—	—	—	
P1DDR	初期化	—	—	—	—	—	
P2DDR	初期化	—	—	—	—	—	
P1DR	初期化	—	—	—	—	—	
P2DR	初期化	—	—	—	—	—	
P3DDR	初期化	—	—	—	—	—	
P4DDR	初期化	—	—	—	—	—	
P3DR	初期化	—	—	—	—	—	
P4DR	初期化	—	—	—	—	—	
P5DDR	初期化	—	—	—	—	—	
P6DDR	初期化	—	—	—	—	—	

25. レジスタ一覧

レジスタ略称	リセット	高速／中速	ウォッチ	スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
P5DR	初期化	—	—	—	—	—	PORT
P6DR	初期化	—	—	—	—	—	
PBODR	初期化	—	—	—	—	—	
PBPIN	—	—	—	—	—	—	
P8DDR	初期化	—	—	—	—	—	
P7PIN	—	—	—	—	—	—	
PBDDR	初期化	—	—	—	—	—	
P8DR	初期化	—	—	—	—	—	INT
P9DDR	初期化	—	—	—	—	—	
P9DR	初期化	—	—	—	—	—	
IER	初期化	—	—	—	—	—	
STCR	初期化	—	—	—	—	—	SYSTEM
SYSCR	初期化	—	—	—	—	—	
MDCR	初期化	—	—	—	—	—	
BCR	初期化	—	—	—	—	—	
WSCR	初期化	—	—	—	—	—	BSC
TCR_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCR_1	初期化	—	—	—	—	—	TMR_0、 TMR_1
TCSR_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCSR_1	初期化	—	—	—	—	—	IIC_0
TCORA_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCORA_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCORB_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCORB_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCNT_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCNT_1	初期化	—	—	—	—	—	
ICCR_0	初期化	—	—	—	—	—	
ICSR_0	初期化	—	—	—	—	—	WDT_1
ICDR_0	—	—	—	—	—	—	
SARX_0	初期化	—	—	—	—	—	
ICMR_0	初期化	—	—	—	—	—	
SAR_0	初期化	—	—	—	—	—	
TCSR_1	初期化	—	—	—	—	—	TMR_X
TCNT_1	初期化	—	—	—	—	—	
TCR_X	初期化	—	—	—	—	—	TMR_X
TCSR_X	初期化	—	—	—	—	—	

25. レジスタ一覧

レジスタ略称	リセット	高速／中速	ウォッチ	スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
TICRR	初期化	—	—	—	—	—	TMR_X
TICRF	初期化	—	—	—	—	—	
TCNT_X	初期化	—	—	—	—	—	
TCORC	初期化	—	—	—	—	—	
TCORA_X	初期化	—	—	—	—	—	
TCORB_X	初期化	—	—	—	—	—	
TCONRI	初期化	—	—	—	—	—	TMR_X、 TMR_Y
TCONRS	初期化	—	—	—	—	—	

【注】 * RSTSR の PORF ビットは端子リセットのみ初期化可能です。

25. レジスタ一覧

25.4 レジスタ選択条件

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'F900	P1DDR	PORTS=1	PORT
H'F901	P2DDR		
H'F902	P1DR		
H'F903	P2DR		
H'F904	P1PIN（リード）		
H'F905	P2PIN（リード）		
H'F906	P1PCR		
H'F907	P2PCR		
H'F910	P3DDR		
H'F911	P4DDR		
H'F912	P3DR		
H'F913	P4DR		
H'F914	P3PIN（リード）		
H'F915	P4PIN（リード）		
H'F916	P3PCR		
H'F91B	P4NCE	条件なし	PORT
H'F91D	P4NCMC		
H'F91F	P4NCCS		
H'F920	P5DDR	PORTS=1	PORT
H'F921	P6DDR		
H'F922	P5DR		
H'F923	P6DR		
H'F924	P5PIN（リード）		
H'F925	P6PIN（リード）		
H'F927	P6PCR	PORTS=1、RELOCATE=0	
H'F92B	P6NCE	PORTS=1	
H'F92D	P6NCMC		
H'F92F	P6NCCS		
H'F931	P8DDR		
H'F933	P8DR		
H'F934	P7PIN（リード）		
H'F935	P8PIN（リード）		
H'F940	P9DDR		
H'F942	P9DR		
H'F944	P9PIN（リード）		
H'F946	P9PCR		
H'F950	PADDR		

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'F951	PBDDR	PORTS=1	PORT
H'F952	PAODR		
H'F953	PBODR		
H'F954	PAPIN (リード)		
H'F955	PBPIN (リード)		
H'F957	PBPCR		
H'F960	PCDDR		
H'F961	PDDDR		
H'F962	PCODR		
H'F963	PDODR		
H'F964	PCPIN (リード)		
H'F965	PDPIN (リード)		
H'F966	PCPCR		
H'F967	PDPCR		
H'F968	PCNOCR		
H'F969	PDNOCR		
H'F96A	PCNCE		
H'F96C	PCNCMC		
H'F96E	PCNCCS		
H'F971	PFDDR		
H'F973	PFODR		
H'F974	PEPIN (リード)		
H'F975	PFPIN (リード)		
H'F977	PFPCR		
H'F979	PFNOCR		
H'F980	PGDDR		
H'F981	PHDDR		
H'F982	PGODR		
H'F983	PHODR		
H'F984	PGPIN (リード)		
H'F985	PHPIN (リード)		
H'F987	PHPCR		
H'F988	PGNOCR		
H'F989	PHNOCR		
H'F98A	PGNCE		
H'F98C	PGNCMC		
H'F98E	PGNCCS		

25. レジスタ一覧

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'FB35	RSTSR	条件なし	SYSTEM
H'FBC0	TCMCNT_0	MSTPB1=0	TCM_0
H'FBC2	TCMMLCM_0		
H'FBC4	TCMICR_0		
H'FBC6	TCMICRF_0		
H'FBC8	TCMCSR_0		
H'FBC9	TCMCR_0		
H'FBCA	TCMIER_0		
H'FBCC	TCMMINCM_0		
H'FBD0	TCMCNT_1		TCM_1
H'FBD2	TCMMLCM_1		
H'FBD4	TCMICR_1		
H'FBD6	TCMICRF_1		
H'FBD8	TCMCSR_1		
H'FBD9	TCMCR_1		
H'FBDA	TCMIER_1		
H'FBDC	TCMMINCM_1		
H'FBE0	TCMCNT_2	MSTPB2=0	TCM_2
H'FBE2	TCMMLCM_2		
H'FBE4	TCMICR_2		
H'FBE6	TCMICRF_2		
H'FBE8	TCMCSR_2		
H'FBE9	TCMCR_2		
H'FBEA	TCMIER_2		
H'FBEC	TCMMINCM_2		
H'FC00	ADDRA	MSTP9=0	A/D 変換器
H'FC02	ADDRB		
H'FC04	ADDRC		
H'FC06	ADDRD		
H'FC08	ADDRE		
H'FC0A	ADDRF		
H'FC0C	ADDRG		
H'FC0E	ADDRH		
H'FC10	ADCSR		
H'FC11	ADCR		

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'FC20	FRBR	MSTPB3=0	SCIF
H'FC20	FTHR		
H'FC20	FDLL		
H'FC21	FIER		
H'FC21	FDLH		
H'FC22	FIIR		
H'FC22	FFCR		
H'FC23	FLCR		
H'FC24	FMCR		
H'FC25	FLSR		
H'FC26	FMSR		
H'FC27	FSCR		
H'FC28	SCIFCR		
H'FD00	PWMREG0_A	MSTPB0=0	PWMU_A
H'FD01	PWMPRE0_A		
H'FD02	PWMREG1_A		
H'FD03	PWMPRE1_A		
H'FD04	PWMREG2_A		
H'FD05	PWMPRE2_A		
H'FD06	PWMREG3_A		
H'FD07	PWMPRE3_A		
H'FD08	PWMREG4_A		
H'FD09	PWMPRE4_A		
H'FD0A	PWMREG5_A		
H'FD0B	PWMPRE5_A		
H'FD0C	PWMCKCR_A		
H'FD0D	PWMOUTCR_A		
H'FD0E	PWMMDCR_A		
H'FD0F	PWMPCR_A		
H'FD10	PWMREG0_B	MSTPB0=0	PWMU_B
H'FD11	PWMPRE0_B		
H'FD12	PWMREG1_B		
H'FD13	PWMPRE1_B		

25. レジスタ一覧

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'FD14	PWMREG2_B	MSTPB0=0	PWMU_B
H'FD15	PWMPRE2_B		
H'FD16	PWMREG3_B		
H'FD17	PWMPRE3_B		
H'FD18	PWMREG4_B		
H'FD19	PWMPRE4_B		
H'FD1A	PWMREG5_B		
H'FD1B	PWMPRE5_B		
H'FD1C	PWMCKCR_B		
H'FD1D	PWMOUTCR_B		
H'FD1E	PWMMDCR_B		
H'FD1F	PWMPCR_B		
H'FD40	TCR_1	MSTP1=0	TPU_1
H'FD41	TMDR_1		
H'FD42	TIOR_1		
H'FD44	TIER_1		
H'FD45	TSR_1		
H'FD46	TCNT_1		
H'FD48	TGRA_1		
H'FD4A	TGRB_1		
H'FD60	PECX	MSTP4=0	SMBUS
H'FD61	PECY		
H'FD63	PECZ		
H'FDC0	LADR1H	MSTP0=0	LPC
H'FDC1	LADR1L		
H'FDC2	LADR2H		
H'FDC3	LADR2L		
H'FDC4	SCIFADRH		
H'FDC5	SCIFADRL		
H'FDD4	LADR4H		
H'FDD5	LADR4L		
H'FDD6	IDR4		
H'FDD7	ODR4		
H'FDD8	STR4		
H'FDD9	HICR4		
H'FDDA	SIRQCR2		
H'FDDB	SIRQCR3		

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名		
H'FE00	P6NCE	PORTS=0	PORT		
H'FE01	P6NCMC				
H'FE02	P6NCCS				
H'FE03	PCNCE				
H'FE04	PCNCMC				
H'FE05	PCNCCS				
H'FE06	PGNCE				
H'FE07	PGNCMC				
H'FE08	PGNCCS				
H'FE0C	PHPIN (リード)				
	PHDDR (ライト)				
H'FE0D	PHODR				
H'FE0E	PHNOCR				
H'FE10	PTCNT0	条件なし	LPC		
H'FE11	PTCNT1				
H'FE12	PTCNT2				
H'FE14	P9PCR	PORTS=0		LPC	
H'FE16	PGNOCR				
H'FE19	PFNOCR				
H'FE1C	PCNOCR				
H'FE1D	PDNOCR				
H'FE20	TWR0MW	MSTP0=0			LPC
	TWR0SW				
H'FE21	TWR1				
H'FE22	TWR2				
H'FE23	TWR3				
H'FE24	TWR4				
H'FE25	TWR5				
H'FE26	TWR6				
H'FE27	TWR7				
H'FE28	TWR8				
H'FE29	TWR9				
H'FE2A	TWR10				
H'FE2B	TWR11				
H'FE2C	TWR12				
H'FE2D	TWR13				
H'FE2E	TWR14				
H'FE2F	TWR15				

25. レジスタ一覧

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'FE30	IDR3	MSTP0=0	LPC
H'FE31	ODR3		
H'FE32	STR3		
H'FE33	HICR5		
H'FE34	LADR3H		
H'FE35	LADR3L		
H'FE36	SIRQCR0		
H'FE37	SIRQCR1		
H'FE38	IDR1		
H'FE39	ODR1		
H'FE3A	STR1		
H'FE3B	SIRQCR4		
H'FE3C	IDR2		
H'FE3D	ODR2		
H'FE3E	STR2		
H'FE3F	HISEL		
H'FE40	HICR0		
H'FE41	HICR1		
H'FE42	HICR2		
H'FE43	HICR3		
H'FE44	WUEMRB	条件なし	INT
H'FE45	WUEMRA		
H'FE46	PGODR	PORTS=0	PORT
H'FE47	PGPIN (リード)		
	PGDDR (ライト)		
H'FE49	PFODR		
H'FE4A	PEPIN (リード) (ライト禁止)		
H'FE4B	PFPIN (リード)		
H'FE4C	PCODR		
H'FE4D	PDODR		
H'FE4E	PCPIN (リード)		
	PCDDR (ライト)		
H'FE4F	PDPIN (リード)		
	PDDDR (ライト)		
H'FE50	TCR_0	MSTP1=0	TPU_0
H'FE51	TMDR_0		
H'FE52	TIORH_0		
H'FE53	TIORL_0		

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'FE54	TIER_0	MSTP1=0	TPU_0
H'FE55	TSR_0		
H'FE56	TCNT_0		
H'FE58	TGRA_0		
H'FE5A	TGRB_0		
H'FE5C	TGRC_0		
H'FE5E	TGRD_0		
H'FE70	TCR_2		TPU_2
H'FE71	TMDR_2		
H'FE72	TIOR_2		
H'FE74	TIER_2		
H'FE75	TSR_2		
H'FE76	TCNT_2		
H'FE78	TGRA_2		
H'FE7A	TGRB_2		
H'FE7D	SYSCR3	条件なし	SYSTEM
H'FE7E	MSTPCRA		
H'FE7F	MSTPCRB		
H'FE81	KMIMRB	RELOCATE=1	INT
H'FE82	P6PCR		PORT
H'FE83	KMIMRA		INT
H'FE84	WUESCRA	条件なし	
H'FE85	WUESRA		
H'FE86	WUEER		
H'FE87	ICRD		
H'FE88	ICCR_2	MSTPB4=0	IIC_2
H'FE89	ICSR_2		
H'FE8A	ICRES_2		
H'FE8C	ICXR_2		
H'FE8E	ICDR_2		
H'FE8E	SARX_2		
H'FE8F	ICMR_2		
H'FE8F	SAR_2		
H'FE96	WUESCRB	条件なし	INT
H'FE97	WUESRB		
H'FEA8	FCCS	FLSHE=1	ROM
H'FEA9	FPCS		
H'FEAA	FECS		

25. レジスタ一覧

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件		モジュール名
H'FEAC	FKEY	FLSHE=1		ROM
H'FEAD	FMATS			
H'FEAE	FTDAR			
H'FEB0	TSTR	MSTP1=0		TPU 共通
H'FEB1	TSYR			
H'FEC0	KBCR1_0	MSTP2=0		PS2
H'FEC1	KBTR_0			
H'FEC2	KBCR1_1			
H'FEC3	KBTR_1			
H'FEC6	TCRXY	MSTP8=0	RELOCATE=1	TMR_XY
H'FEC8	TCR_Y			TMR_Y
H'FEC9	TCSR_Y			
H'FECA	TCORA_Y			
H'FECB	TCORB_Y			
H'FECC	TCNT_Y			
H'FED4	ICXR_0	MSTP4=0		IIC_0
H'FED8	KBCRH_0	MSTP2=0		PS2
H'FED9	KBCRL_0			
H'FEDA	KBBR_0			
H'FEDB	KBCR2_0			
H'FEDC	KBCRH_1			
H'FEDD	KBCRL_1			
H'FEDE	KBBR_1			
H'FEDF	KBCR2_1			
H'FEE6	ICRES_0	MSTP4=0、STCR の IICE=1		IIC_0
H'FEE8	ICRA	条件なし		INT
H'FEE9	ICRB			
H'FEEA	ICRC			
H'FEEB	ISR			
H'FEEC	ISCRH			
H'FEED	ISCRL			
H'FEF4	ABRKCR			
H'FEF5	BARA			
H'FEF6	BARB			
H'FEF7	BARC			
H'FEF8	IER16			

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'FEF9	ISR16	条件なし	INT
H'FEFA	ISCR16H		
H'FEFB	ISCR16L		
H'FEFC	ISSR16		
H'FEFD	ISSR		
H'FF84	SBYCR	RELOCATE=0、STCR の FLSHE=0	SYSTEM
	SBYCR	RELOCATE=1	
H'FF85	LPWRCR	RELOCATE=0、STCR の FLSHE=0	
	LPWPCR	RELOCATE=1	
H'FF86	MSTPCR _H	RELOCATE=0、STCR の FLSHE=0	
	MSTPCR _H	RELOCATE=1	
H'FF87	MSTPCRL	RELOCATE=0、STCR の FLSHE=0	
	MSTPCRL	RELOCATE=1	
H'FF88	SMR_1	MSTP6=0	SCI_1
	SMR_1	RELOCATE=1	
H'FF89	BRR_1	RELOCATE=0 STCR の IICE=0	
	BRR_1	RELOCATE=1	
H'FF8A	SCR_1	RELOCATE=0 STCR の IICE=0	
H'FF8B	TDR_1	RELOCATE=1	
H'FF8C	SSR_1	RELOCATE=0 STCR の IICE=0	
H'FF8D	RDR_1	RELOCATE=1	
H'FF8E	SCMR_1	RELOCATE=1	
	SCMR_1	RELOCATE=0 STCR の IICE=0	
H'FFA8	TCSR_0	条件なし	WDT_0
	TCNT_0 (ライト)		
H'FFA9	TCNT_0 (リード)		
H'FFAA	PAODR	PORTS=0	PORT
H'FFAB	PAPIN (リード)		
	PADDR (ライト)		
H'FFAC	P1PCR		
H'FFAD	P2PCR		
H'FFAE	P3PCR		
H'FFB0	P1DDR		

25. レジスタ一覧

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'FFB1	P2DDR	PORTS=0	PORT
H'FFB2	P1DR		
H'FFB3	P2DR		
H'FFB4	P3DDR		
H'FFB5	P4DDR		
H'FFB6	P3DR		
H'FFB7	P4DR		
H'FFB8	P5DDR		
H'FFB9	P6DDR		
H'FFBA	P5DR		
H'FFBB	P6DR		
H'FFBC	PBODR		
H'FFBD	P8DDR (ライト)		
	PBPIN (リード)		
H'FFBE	P7PIN (リード)		
	PBDDR (ライト)		
H'FFBF	P8DR		
H'FFC0	P9DDR		
H'FFC1	P9DR		
H'FFC2	IER	条件なし	INT
H'FFC3	STCR	条件なし	SYSTEM
H'FFC4	SYSCR		
H'FFC5	MDCR		
H'FFC6	BCR	条件なし	BSC
H'FFC7	WSCR		
H'FFC8	TCR_0	MSTP12=0	TMR_0、 TMR_1
H'FFC9	TCR_1		
H'FFCA	TCSR_0		
H'FFCB	TCSR_1		
H'FFCC	TCORA_0		
H'FFCD	TCORA_1		
H'FFCE	TCORB_0		
H'FFCF	TCORB_1		
H'FFD0	TCNT_0		
H'FFD1	TCNT_1		

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件		モジュール名
H'FFD8	ICCR_0	MSTP4=0、RELOCATE=0 STCR の IICE=1		IIC_0
	ICCR_0	MSTP4=0、RELOCATE=1		
H'FFD9	ICSR_0	MSTP4=0、RELOCATE=0 STCR の IICE=1		
	ICSR_0	MSTP4=0、RELOCATE=1		
H'FFDE	ICDR_0	MSTP4=0、 RELOCATE=0	ICCR_0 の ICE=1	
	SARX_0	STCR の IICE=1	ICCR_0 の ICE=0	
	ICDR_0	MSTP4=0、RELOCATE=1、 ICCR_0 の ICE=1		
	SARX_0	MSTP4=0、RELOCATE=1、 ICCR_0 の ICE=0		
H'FFDF	ICMR_0	MSTP4=0、 RELOCATE=0	ICCR_0 の ICE=1	
	SAR_0	STCR の IICE=1	ICCR_0 の ICE=0	
	ICMR_0	MSTP4=0、RELOCATE=1、 ICCR_0 の ICE=1		
	SAR_0	MSTP4=0、RELOCATE=1、 ICCR_0 の ICE=0		
H'FFEA	TCSR_1	条件なし		WDT_1
	TCNT_1 (ライト)			
H'FFEB	TCNT_1 (リード)			
H'FFF0	TCR_X	MSTP8=0、RELOCATE=1		TMR_X
	TCR_X	MSTP8=0、 RELOCATE=0	TCONRS の TMRX/Y=0	TMR_Y
	TCR_Y	SYSCR の KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=1	
H'FFF1	KMIMRB	RELOCATE=0 SYSCR の KINWUE=1		INT
	TCSR_X	MSTP8=0、RELOCATE=1		TMR_X
	TCSR_X	MSTP8=0、 RELOCATE=0	TCONRS の TMRX/Y=0	TMR_Y
	TCSR_Y	SYSCR の KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=1	

25. レジスタ一覧

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件		モジュール名
H'FFF2	P6PCR	RELOCATE=0、PORTS=0 SYSCR の KINWUE=1		PORT
	TICRR	MSTP8=0、RELOCATE=1		TMR_X
	TICRR	MSTP8=0、 RELOCATE=0	TCONRS の TMRX/Y=0	
	TCORA_Y	SYSCR の KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=1	TMR_Y
H'FFF3	KMIMRA	RELOCATE=0 SYSCR の KINWUE=1		INT
	TICRF	MSTP8=0、RELOCATE=1		TMR_X
	TICRF	MSTP8=0、 RELOCATE=0	TCONRS の TMRX/Y=0	
	TCORB_Y	SYSCR の KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=1	TMR_Y
H'FFF4	TCNT_X	MSTP8=0、RELOCATE=1		TMR_X
	TCNT_X	MSTP8=0、 RELOCATE=0	TCONRS の TMRX/Y=0	
	TCNT_Y	SYSCR の KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=1	TMR_Y
H'FFF5	TCORC	MSTP8=0、RELOCATE=1		TMR_X
	TCORC	MSTP8=0、RELOCATE=0 SYSCR の KINWUE=0 TCONRS の TMRX/Y=0		
H'FFF6	TCORA_X	MSTP8=0、RELOCATE=1		
	TCORA_X	MSTP8=0、RELOCATE=0 SYSCR の KINWUE=0 TCONRS の TMRX/Y=0		
H'FFF7	TCORB_X	MSTP8=0、RELOCATE=1		
	TCORB_X	MSTP8=0、RELOCATE=0 SYSCR の KINWUE=0 TCONRS の TMRX/Y=0		
H'FFFC	TCONRI	MSTP8=0		
H'FFFE	TCONRS	MSTP8=0		TMR_X, TMR_Y

25.5 レジスタアドレス一覧（モジュール別）

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
INT	WUEMRB	8	H'FE44	2	2
INT	WUEMRA	8	H'FE45	8	2
INT	KMIMRB	8	H'FE81	8	2
(RELOCATE=1 時)					
INT	KMIMRA	8	H'FE83	8	2
(RELOCATE=1 時)					
INT	WUESCRA	8	H'FE84	8	2
INT	WUESRA	8	H'FE85	8	2
INT	WUEER	8	H'FE86	8	2
INT	ICRD	8	H'FE87	8	2
INT	WUESCRB	8	H'FE96	8	2
INT	WUESRB	8	H'FE97	8	2
INT	ICRA	8	H'FEE8	8	2
INT	ICRB	8	H'FEE9	8	2
INT	ICRC	8	H'FEEA	8	2
INT	ISR	8	H'FEEB	8	2
INT	ISCRH	8	H'FEEC	8	2
INT	ISCR L	8	H'FEED	8	2
INT	KMIMRB	8	H'FFF1	8	2
(RELOCATE=0 時)					
INT	ABRKCR	8	H'FEF4	8	2
INT	BARA	8	H'FEF5	8	2
INT	BARB	8	H'FEF6	8	2
INT	BARC	8	H'FEF7	8	2
INT	IER16	8	H'FEF8	8	2
INT	ISR16	8	H'FEF9	8	2
INT	ISCR16H	8	H'FEFA	8	2
INT	ISCR16L	8	H'FEFB	8	2
INT	ISSR16	8	H'FEFC	8	2
INT	ISSR	8	H'FEFD	8	2
INT	IER	8	H'FFC2	8	2
INT	KMIMRA	8	H'FFF3	8	2
(RELOCATE=0 時)					
BSC	BCR	8	H'FFC6	8	2
BSC	WSCR	8	H'FFC7	8	2
PORT	P1DDR	8	H'F900	8	2
(PORTS=1 時)					

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PORT	P2DDR	8	H'F901 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P1DR	8	H'F902 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P2DR	8	H'F903 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P1PIN	8	H'F904 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P2PIN	8	H'F905 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P1PCR	8	H'F906 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P2PCR	8	H'F907 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P3DDR	8	H'F910 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P4DDR	8	H'F911 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P3DR	8	H'F912 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P4DR	8	H'F913 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P3PIN	8	H'F914 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P4PIN	8	H'F915 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P3PCR	8	H'F916 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P4NCE	8	H'F91B	8	2
PORT	P4NCMS	8	H'F91D	8	2
PORT	P4NCCS	8	H'F91F	8	2
PORT	P5DDR	8	H'F920 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P6DDR	8	H'F921 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P5DR	8	H'F922 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P6DR	8	H'F923 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P5PIN	8	H'F924 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PORT	P6PCR	8	H'F927 (PORTS=1、 RELOCATE=0 時)	8	2
PORT	P6PIN	8	H'F925 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P6NCE	8	H'F92B (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P6NCMC	8	H'F92D (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P6NCCS	8	H'F92F (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P8DDR	8	H'F931 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P8DR	8	H'F933 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P7PIN	8	H'F934 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P8PIN	8	H'F935 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P9DDR	8	H'F940 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P9DR	8	H'F942 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P9PIN	8	H'F944 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P9PCR	8	H'F946 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PADDR	8	H'F950 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PBDDR	8	H'F951 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PAODR	8	H'F952 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PBODR	8	H'F953 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PAPIN	8	H'F954 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PBPIN	8	H'F955 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PBPCR	8	H'F957 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PCDDR	8	H'F960 (PORTS=1 時)	8	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PORT	PDDDR	8	H'F961 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PCODR	8	H'F962 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PDODR	8	H'F963 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PCPIN	8	H'F964 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PDPIN	8	H'F965 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PCPCR	8	H'F966 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PDPCR	8	H'F967 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PCNOCR	8	H'F968 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PDNOCR	8	H'F969 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PCNCE	8	H'F96A (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PCNCMC	8	H'F96C (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PCNCCS	8	H'F96E (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PFDDR	8	H'F971 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PFODR	8	H'F973 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PEPIN	8	H'F974 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PFPIN	8	H'F975 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PFPCR	8	H'F977 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PFNOCR	8	H'F979 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PGDDR	8	H'F980 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PHDDR	8	H'F981 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PGODR	8	H'F982 (PORTS=1 時)	8	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PORT	PHODR	8	H'F983 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PGPIN	8	H'F984 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PHPIN	8	H'F985 (リード時) (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PHPCR	8	H'F987 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PGNOCR	8	H'F988 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PHNOCR	8	H'F989 (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PGNCE	8	H'F98A (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PGNCMC	8	H'F98C (PORTS=1 時)	8	2
PORT	PGNCCS	8	H'F98E (PORTS=1 時)	8	2
PORT	P6NCE	8	H'FE00 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P6NCMC	8	H'FE01 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P6NCCS	8	H'FE02 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PCNCE	8	H'FE03 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PCNCMC	8	H'FE04 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PCNCCS	8	H'FE05 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PGNCE	8	H'FE06 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PGNCMC	8	H'FE07 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PGNCCS	8	H'FE08 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PHPIN	8	H'FE0C (リード時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PHDDR	8	H'FE0C (ライト時) (PORTS=0 時)	8	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PORT	PHODR	8	H'FE0D (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PHNOCR	8	H'FE0E (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PTCNT0	8	H'FE10	8	2
PORT	PTCNT1	8	H'FE11	8	2
PORT	PTCNT2	8	H'FE12	8	2
PORT	P9PCR	8	H'FE14 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PGNOCR	8	H'FE16 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PFNOCR	8	H'FE19 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PCNOCR	8	H'FE1C (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PDNOCR	8	H'FE1D (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PGODR	8	H'FE46 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PGPIN	8	H'FE47 (リード時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PGDDR	8	H'FE47 (ライト時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PFODR	8	H'FE49 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PEPIN	8	H'FE4A (リード時) (ライト禁止) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PFPIN	8	H'FE4B (リード時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PFDDR	8	H'FE4B (ライト時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PCODR	8	H'FE4C (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PDODR	8	H'FE4D (PORTS=0 時)	8	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PORT	PCPIN	8	H'FE4E (リード時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PCDDR	8	H'FE4E (ライト時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PDPIN	8	H'FE4F (リード時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PDDDR	8	H'FE4F (ライト時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P6PCR	8	H'FE82 (RELOCATE=1 時)	8	2
PORT	PAODR	8	H'FFAA (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PAPIN	8	H'FFAB (リード時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PADDR	8	H'FFAB (ライト時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P1PCR	8	H'FFAC (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P2PCR	8	H'FFAD (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P3PCR	8	H'FFAE (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P1DDR	8	H'FFB0 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P2DDR	8	H'FFB1 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P1DR	8	H'FFB2 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P2DR	8	H'FFB3 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P3DDR	8	H'FFB4 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P4DDR	8	H'FFB5 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P3DR	8	H'FFB6 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P4DR	8	H'FFB7 (PORTS=0 時)	8	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PORT	P5DDR	8	H'FFB8 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P6DDR	8	H'FFB9 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P5DR	8	H'FFBA (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P6DR	8	H'FFBB (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PBODR	8	H'FFBC (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P8DDR	8	H'FFBD (ライト時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PBPIN	8	H'FFBD (リード時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P7PIN	8	H'FFBE (リード時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	PBDDR	8	H'FFBE (ライト時) (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P8DR	8	H'FFBF (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P9DDR	8	H'FFC0 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P9DR	8	H'FFC1 (PORTS=0 時)	8	2
PORT	P6PCR	8	H'FFF2 (RELOCATE=0 時) (PORTS=0 時)	8	2
TCM_0	TCMCNT_0	16	H'FBC0	16	2
TCM_0	TCMMLCM_0	16	H'FBC2	16	2
TCM_0	TCMICR_0	16	H'FBC4	16	2
TCM_0	TCMICRF_0	16	H'FBC6	16	2
TCM_0	TCMCSR_0	8	H'FBC8	8	2
TCM_0	TCMCR_0	8	H'FBC9	8	2
TCM_0	TCMIER_0	8	H'FBCA	8	2
TCM_0	TCMMINCM_0	16	H'FBCC	16	2
TCM_1	TCMCNT_1	16	H'FBD0	16	2
TCM_1	TCMMLCM_1	16	H'FBD2	16	2
TCM_1	TCMICR_1	16	H'FBD4	16	2
TCM_1	TCMICRF_1	16	H'FBD6	16	2
TCM_1	TCMCSR_1	8	H'FBD8	8	2
TCM_1	TCMCR_1	8	H'FBD9	8	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
TCM_1	TCMIER_1	8	H'FBDA	8	2
TCM_1	TCMMINCM_1	16	H'FBDC	16	2
TCM_2	TCMCNT_2	16	H'FBE0	16	2
TCM_2	TCMMLCM_2	16	H'FBE2	16	2
TCM_2	TCMICR_2	16	H'FBE4	16	2
TCM_2	TCMICRF_2	16	H'FBE6	16	2
TCM_2	TCMCSR_2	8	H'FBE8	8	2
TCM_2	TCMCR_2	8	H'FBE9	8	2
TCM_2	TCMIER_2	8	H'FBEA	8	2
TCM_2	TCMMINCM_2	16	H'FBEC	16	2
PWMU_A	PWMREG0_A	8	H'FD00	8	2
PWMU_A	PWMPRE0_A	8	H'FD01	8	2
PWMU_A	PWMREG1_A	8	H'FD02	8	2
PWMU_A	PWMPRE1_A	8	H'FD03	8	2
PWMU_A	PWMREG2_A	8	H'FD04	8	2
PWMU_A	PWMPRE2_A	8	H'FD05	8	2
PWMU_A	PWMREG3_A	8	H'FD06	8	2
PWMU_A	PWMPRE3_A	8	H'FD07	8	2
PWMU_A	PWMREG4_A	8	H'FD08	8	2
PWMU_A	PWMPRE4_A	8	H'FD09	8	2
PWMU_A	PWMREG5_A	8	H'FD0A	8	2
PWMU_A	PWMPRE5_A	8	H'FD0B	8	2
PWMU_A	PWMCKCR_A	8	H'FD0C	8	2
PWMU_A	PWMOUTCR_A	8	H'FD0D	8	2
PWMU_A	PWMMDCR_A	8	H'FD0E	8	2
PWMU_A	PWMPCR_A	8	H'FD0F	8	2
PWMU_B	PWMREG0_B	8	H'FD10	8	2
PWMU_B	PWMPRE0_B	8	H'FD11	8	2
PWMU_B	PWMREG1_B	8	H'FD12	8	2
PWMU_B	PWMPRE1_B	8	H'FD13	8	2
PWMU_B	PWMREG2_B	8	H'FD14	8	2
PWMU_B	PWMPRE2_B	8	H'FD15	8	2
PWMU_B	PWMREG3_B	8	H'FD16	8	2
PWMU_B	PWMPRE3_B	8	H'FD17	8	2
PWMU_B	PWMREG4_B	8	H'FD18	8	2
PWMU_B	PWMPRE4_B	8	H'FD19	8	2
PWMU_B	PWMREG5_B	8	H'FD1A	8	2
PWMU_B	PWMPRE5_B	8	H'FD1B	8	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PWMU_B	PWMCKCR_B	8	H'FD1C	8	2
PWMU_B	PWMOUTCR_B	8	H'FD1D	8	2
PWMU_B	PWMMDCR_B	8	H'FD1E	8	2
PWMU_B	PWMPCR_B	8	H'FD1F	8	2
TPU_0	TCR_0	8	H'FE50	8	2
TPU_0	TMDR_0	8	H'FE51	8	2
TPU_0	TIORH_0	8	H'FE52	8	2
TPU_0	TIORL_0	8	H'FE53	8	2
TPU_0	TIER_0	8	H'FE54	8	2
TPU_0	TSR_0	8	H'FE55	8	2
TPU_0	TCNT_0	16	H'FE56	16	2
TPU_0	TGRA_0	16	H'FE58	16	2
TPU_0	TGRB_0	16	H'FE5A	16	2
TPU_0	TGRC_0	16	H'FE5C	16	2
TPU_0	TGRD_0	16	H'FE5E	16	2
TPU_1	TCR_1	8	H'FD40	8	2
TPU_1	TMDR_1	8	H'FD41	8	2
TPU_1	TIOR_1	8	H'FD42	8	2
TPU_1	TIER_1	8	H'FD44	8	2
TPU_1	TSR_1	8	H'FD45	8	2
TPU_1	TCNT_1	16	H'FD46	16	2
TPU_1	TGRA_1	16	H'FD48	16	2
TPU_1	TGRB_1	16	H'FD4A	16	2
TPU_2	TCR_2	8	H'FE70	8	2
TPU_2	TMDR_2	8	H'FE71	8	2
TPU_2	TIOR_2	8	H'FE72	8	2
TPU_2	TIER_2	8	H'FE74	8	2
TPU_2	TSR_2	8	H'FE75	8	2
TPU_2	TCNT_2	16	H'FE76	16	2
TPU_2	TGRA_2	16	H'FE78	16	2
TPU_2	TGRB_2	16	H'FE7A	16	2
TPU 共通	TSTR	8	H'FEB0	8	2
TPU 共通	TSYR	8	H'FEB1	8	2
TMR_0	TCR_0	8	H'FFC8	8	2
TMR_0	TCSR_0	8	H'FFCA	8	2
TMR_0	TCORA_0	8	H'FFCC	16	2
TMR_0	TCORB_0	8	H'FFCE	16	2
TMR_0	TCNT_0	8	H'FFD0	16	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
TMR_1	TCR_1	8	H'FFC9	8	2
TMR_1	TCSR_1	8	H'FFCB	8	2
TMR_1	TCORA_1	8	H'FFCD	16	2
TMR_1	TCORB_1	8	H'FFCF	16	2
TMR_1	TCNT_1	8	H'FFD1	16	2
TMR_X	TCR_X	8	H'FFF0	8	2
TMR_X	TCSR_X	8	H'FFF1	8	2
TMR_X	TICRR	8	H'FFF2	8	2
TMR_X	TICRF	8	H'FFF3	8	2
TMR_X	TCNT_X	8	H'FFF4	8	2
TMR_X	TCORC	8	H'FFF5	8	2
TMR_X	TCORA_X	8	H'FFF6	8	2
TMR_X	TCORB_X	8	H'FFF7	8	2
TMR_X	TCONRI	8	H'FFFC	8	2
TMR_Y	TCR_Y	8	H'FEC8 (RELOCATE=1 時)	8	2
TMR_Y	TCSR_Y	8	H'FEC9 (RELOCATE=1 時)	8	2
TMR_Y	TCORA_Y	8	H'FECA (RELOCATE=1 時)	8	2
TMR_Y	TCORB_Y	8	H'FECB (RELOCATE=1 時)	8	2
TMR_Y	TCNT_Y	8	H'FECC (RELOCATE=1 時)	8	2
TMR_Y	TCR_Y	8	H'FFF0 (RELOCATE=0 時)	8	2
TMR_Y	TCSR_Y	8	H'FFF1 (RELOCATE=0 時)	8	2
TMR_Y	TCORA_Y	8	H'FFF2 (RELOCATE=0 時)	8	2
TMR_Y	TCORB_Y	8	H'FFF3 (RELOCATE=0 時)	8	2
TMR_Y	TCNT_Y	8	H'FFF4 (RELOCATE=0 時)	8	2
TMR_XY	TCRXY	8	H'FEC6	8	2
TMR_X	TCONRI	8	H'FFFC	8	2
TMR_X、 TMR_Y	TCONRS	8	H'FFFE	8	2
WDT_0	TCSR_0	8	H'FFA8 (ライト時)	16	2
WDT_0	TCSR_0	8	H'FFA8 (リード時)	8	2

25. レジスター一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
WDT_0	TCNT_0	8	H'FFA8 (ライト時)	16	2
WDT_0	TCNT_0	8	H'FFA9 (リード時)	8	2
WDT_1	TCSR_1	8	H'FFEA (ライト時)	16	2
WDT_1	TCSR_1	8	H'FFEA (リード時)	8	2
WDT_1	TCNT_1	8	H'FFEA (ライト時)	16	2
WDT_1	TCNT_1	8	H'FFEB (リード時)	8	2
SCI_1	SMR_1	8	H'FF88	8	2
SCI_1	BRR_1	8	H'FF89	8	2
SCI_1	SCR_1	8	H'FF8A	8	2
SCI_1	TDR_1	8	H'FF8B	8	2
SCI_1	SSR_1	8	H'FF8C	8	2
SCI_1	RDR_1	8	H'FF8D	8	2
SCI_1	SCMR_1	8	H'FF8E	8	2
IIC_0	ICXR_0	8	H'FED4	8	2
IIC_0	ICCR_0	8	H'FFD8	8	2
IIC_0	ICSR_0	8	H'FFD9	8	2
IIC_0	ICDR_0	8	H'FFDE	8	2
IIC_0	SARX_0	8	H'FFDE	8	2
IIC_0	ICMR_0	8	H'FFDF	8	2
IIC_0	SAR_0	8	H'FFDF	8	2
IIC_2	ICCR_2	8	H'FE88	8	2
IIC_2	ICSR_2	8	H'FE89	8	2
IIC_2	ICRES_2	8	H'FE8A	8	2
IIC_2	ICXR_2	8	H'FE8C	8	2
IIC_2	ICDR_2	8	H'FE8E	8	2
IIC_2	SARX_2	8	H'FE8E	8	2
IIC_2	ICMR_2	8	H'FE8F	8	2
IIC_2	SAR_2	8	H'FE8F	8	2
IIC_0	ICRES_0	8	H'FEE6	8	2
PS2_0	KBCR1_0	8	H'FEC0	8	2
PS2_0	KBTR_0	8	H'FEC1	8	2
PS2_0	KBCRH_0	8	H'FED8	8	2
PS2_0	KBCRL_0	8	H'FED9	8	2
PS2_0	KBBR_0	8	H'FEDA	8	2
PS2_0	KBCR2_0	8	H'FEDB	8	2
PS2_1	KBCR1_1	8	H'FEC2	8	2
PS2_1	KBTR_1	8	H'FEC3	8	2
PS2_1	KBCRH_1	8	H'FEDC	8	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PS2_1	KBCRL_1	8	H'FEDD	8	2
PS2_1	KBBR_1	8	H'FEDE	8	2
PS2_1	KBCR2_1	8	H'FEDF	8	2
LPC	LADR1H	8	H'FDC0	8	2
LPC	LADR1L	8	H'FDC1	8	2
LPC	LADR2H	8	H'FDC2	8	2
LPC	LADR2L	8	H'FDC3	8	2
LPC	SCIFADRH	8	H'FDC4	8	2
LPC	SCIFADRL	8	H'FDC5	8	2
LPC	LADR4H	8	H'FDD4	8	2
LPC	LADR4L	8	H'FDD5	8	2
LPC	IDR4	8	H'FDD6	8	2
LPC	ODR4	8	H'FDD7	8	2
LPC	STR4	8	H'FDD8	8	2
LPC	HICR4	8	H'FDD9	8	2
LPC	SIRQCR2	8	H'FDDA	8	2
LPC	SIRQCR3	8	H'FDDB	8	2
LPC	TWR0MW	8	H'FE20	8	2
LPC	TWR0SW	8	H'FE20	8	2
LPC	TWR1	8	H'FE21	8	2
LPC	TWR2	8	H'FE22	8	2
LPC	TWR3	8	H'FE23	8	2
LPC	TWR4	8	H'FE24	8	2
LPC	TWR5	8	H'FE25	8	2
LPC	TWR6	8	H'FE26	8	2
LPC	TWR7	8	H'FE27	8	2
LPC	TWR8	8	H'FE28	8	2
LPC	TWR9	8	H'FE29	8	2
LPC	TWR10	8	H'FE2A	8	2
LPC	TWR11	8	H'FE2B	8	2
LPC	TWR12	8	H'FE2C	8	2
LPC	TWR13	8	H'FE2D	8	2
LPC	TWR14	8	H'FE2E	8	2
LPC	TWR15	8	H'FE2F	8	2
LPC	IDR3	8	H'FE30	8	2
LPC	ODR3	8	H'FE31	8	2
LPC	STR3	8	H'FE32	8	2
LPC	HICR5	8	H'FE33	8	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
LPC	LADR3H	8	H'FE34	8	2
LPC	LADR3L	8	H'FE35	8	2
LPC	SIRQCR0	8	H'FE36	8	2
LPC	SIRQCR1	8	H'FE37	8	2
LPC	IDR1	8	H'FE38	8	2
LPC	ODR1	8	H'FE39	8	2
LPC	STR1	8	H'FE3A	8	2
LPC	SIRQCR4	8	H'FE3B	8	2
LPC	IDR2	8	H'FE3C	8	2
LPC	ODR2	8	H'FE3D	8	2
LPC	STR2	8	H'FE3E	8	2
LPC	HISEL	8	H'FE3F	8	2
LPC	HICR0	8	H'FE40	8	2
LPC	HICR1	8	H'FE41	8	2
LPC	HICR2	8	H'FE42	8	2
LPC	HICR3	8	H'FE43	8	2
A/D 変換器	ADDRA	16	H'FC00	16	2
A/D 変換器	ADDRB	16	H'FC02	16	2
A/D 変換器	ADDRC	16	H'FC04	16	2
A/D 変換器	ADDRD	16	H'FC06	16	2
A/D 変換器	ADDRE	16	H'FC08	16	2
A/D 変換器	ADDRF	16	H'FC0A	16	2
A/D 変換器	ADDRG	16	H'FC0C	16	2
A/D 変換器	ADDRH	16	H'FC0E	16	2
A/D 変換器	ADCSR	8	H'FC10	8	2
A/D 変換器	ADCR	8	H'FC11	8	2
SCIF	FRBR	8	H'FC20	8	2
SCIF	FTHR	8	H'FC20	8	2
SCIF	FDLL	8	H'FC20	8	2
SCIF	FIER	8	H'FC21	8	2
SCIF	FDLH	8	H'FC21	8	2
SCIF	FIIR	8	H'FC22	8	2
SCIF	FFCR	8	H'FC22	8	2
SCIF	FLCR	8	H'FC23	8	2
SCIF	FMCR	8	H'FC24	8	2
SCIF	FLSR	8	H'FC25	8	2
SCIF	FMSR	8	H'FC26	8	2
SCIF	FSCR	8	H'FC27	8	2

25. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
SCIF	SCIFCR	8	H'FC28	8	2
SMBUS	PECX	8	H'FD60	8	2
SMBUS	PECY	8	H'FD61	8	2
SMBUS	PECZ	8	H'FD63	8	2
ROM	FCCS	8	H'FEA8	8	2
ROM	FPCS	8	H'FEA9	8	2
ROM	FECS	8	H'FEAA	8	2
ROM	FKEY	8	H'FEAC	8	2
ROM	FMATS	8	H'FEAD	8	2
ROM	FTDAR	8	H'FEAE	8	2
SYSTEM	RSTSR	8	H'FB35	8	2
SYSTEM	SYSCR3	8	H'FE7D	8	2
SYSTEM	MSTPCRA	8	H'FE7E	8	2
SYSTEM	MSTPCRB	8	H'FE7F	8	2
SYSTEM	SBYCR	8	H'FF84	8	2
SYSTEM	LPWRCR	8	H'FF85	8	2
SYSTEM	MSTPCRH	8	H'FF86	8	2
SYSTEM	MSTPCRL	8	H'FF87	8	2
SYSTEM	STCR	8	H'FFC3	8	2
SYSTEM	SYSCR	8	H'FFC4	8	2
SYSTEM	MDCR	8	H'FFC5	8	2

26. 電気的特性

26.1 絶対最大定格

絶対最大定格を表 26.1 に示します。

表 26.1 絶対最大定格

項 目	記号	定格値	単位
電源電圧*	V_{CC}	$-0.3 \sim +4.3$	V
入力電圧（ポート 7、D、A、G、PE4、PE2～PE0、P97、P52 以外）	V_{in}	$-0.3 \sim V_{CC} + 0.3$	
入力電圧（ポート A、G、PE4、PE2～PE0、P97、P52）	V_{in}	$-0.3 \sim +7.0$	
入力電圧（ポート D（PD3～PD0）で AN 入力非選択時）	V_{in}	$-0.3 \sim V_{CC} + 0.3$	
入力電圧（ポート D（PD3～PD0）で AN 入力選択時）	V_{in}	$-0.3 \sim V_{CC} + 0.3$ と $-0.3 \sim AV_{CC} + 0.3$ のいずれか低い電圧	
入力電圧（ポート 7）	V_{in}	$-0.3 \sim AV_{CC} + 0.3$	
リファレンス電源電圧	AV_{ref}	$-0.3 \sim AV_{CC} + 0.3$	
アナログ電源電圧	AV_{CC}	$-0.3 \sim +4.3$	
アナログ入力電圧	V_{AN}	$-0.3 \sim AV_{CC} + 0.3$	
動作温度	T_{opr}	$-20 \sim +75$	°C
動作温度（FLASH メモリ書き込み／消去時）	T_{opr}	$0 \sim +75$	
保存温度	T_{stg}	$-55 \sim +125$	

【使用上の注意】

絶対最大定格を超えて LSI を使用した場合、LSI の永久破壊となることがあります。

印加電圧が 4.3V を超えないように注意してください。

【注】 * V_{CC} 端子への印加電圧です。

V_{CL} 端子には電圧を印加しないでください。

26. 電気的特性

26.2 DC 特性

DC 特性を表 26.2 に示します。また、出力許容電流値、バス駆動特性を表 26.3、表 26.4 に示します。

表 26.2 DC 特性 (1)

条件: $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{CC}^{*1}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{ref}^{*1}=3.0V\sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS}=AV_{SS}^{*1}=0V$

項 目			記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
シュミット トリガ入力電圧	P67~P60、 $\overline{IRQ15}\sim\overline{IRQ0}$ 、 $\overline{KIN15}\sim\overline{KIN0}$ 、 $\overline{WUE15}\sim\overline{WUE0}$ $\overline{ExIRQ15}\sim\overline{ExIRQ6}$	(1)	V_T^-	$V_{CC}\times 0.2$	—	—	V	
			V_T^+	—	—	$V_{CC}\times 0.7$		
			$V_T^+-V_T^-$	$V_{CC}\times 0.05$	—	—		
入力 High レベル電圧	$\overline{RES}$ 、NMI、MD2、MD1、 $\overline{ETRST}$	(2)	V_{IH}	$V_{CC}\times 0.9$	—	$V_{CC}+0.3$		
	EXTAL			$V_{CC}\times 0.7$	—	$V_{CC}+0.3$		
	ポート 7			$AV_{CC}\times 0.7$	—	$AV_{CC}+0.3$		
	ポート A、G、PE4、PE2~PE0、 P97、P52			$V_{CC}\times 0.7$	—	5.5		
	上記 (1) (2) 以外の入力端子			$V_{CC}\times 0.7$	—	$V_{CC}+0.3$		
入力 Low レベル電圧	$\overline{RES}$ 、MD2、MD1、 $\overline{ETRST}$	(3)	V_{IL}	- 0.3	—	$V_{CC}\times 0.1$		$I_{OH}=-200\mu A$
	NMI、EXTAL ほか、 上記 (1) (3) 以外の入力端子			- 0.3	—	$V_{CC}\times 0.2$		$I_{OH}=-1mA$
出力 High レベル電圧	全出力端子 (ポート A、G、P97、 P52 を除く)		V_{OH}	$V_{CC}-0.5$	—	—		$I_{OH}=-200\mu A$
				$V_{CC}-1.0$	—	—		
	ポート A、G、P97、P52 ^{*2}			0.5	—	—		
出力 Low レベル電圧	全出力端子 ^{*3}		V_{OL}	—	—	0.4		$I_{OL}=1.6mA$
	ポート 1、2、3、C、D			—	—	1.0		$I_{OL}=5mA$
入力リーク電流	$\overline{RES}$		$ I_{in} $	—	—	10.0	μA	$V_{in}=0.5\sim V_{CC}-0.5V$
	NMI、MD2、MD1、 $\overline{ETRST}$ 、 PE0~PE2、PE4			—	—	1.0		
	ポート 7			—	—	1.0		$V_{in}=0.5\sim AV_{CC}-0.5V$
スリープステート リーク電流 (オフ状態)	ポート 1~6 ポート 8、9、A~D、PE3、F、G、H		$ I_{TSI} $	—	—	1.0		$V_{in}=0.5\sim V_{CC}-0.5V$

表 26.2 DC 特性 (2)

条件: $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{CC}^{*1}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{ref}^{*1}=3.0V\sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS}=AV_{SS}^{*1}=0V$

項 目		記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
入力プルアップ MOS 電流	ポート 1～3、P95～P90 ポート 6、B～D、F、H	- I _p	20	—	150	μA	V _{in} =0V
入力容量	すべての端子	C _{in}	—	—	10	pF	V _{in} =0V f=1MHz T _a =25°C
消費電流* ⁴	通常動作時	I _{CC}	—	25	40	mA	V _{CC} =3.0V～3.6V f=25MHz、全モジュール 動作時、高速モード
	スリープ時		—	20	35		V _{CC} =3.0V～3.6V f=25MHz
	スタンバイ時		—	35	70	μA	T _a ≤50°C
			—	—	200		T _a >50°C
アナログ 電源電流	A/D 変換中	AI _{CC}	—	1	2	mA	
	A/D 変換待機時		—	0.01	5	μA	AV _{CC} =3.0V～3.6V
リファレンス 電源電流	A/D 変換中	AI _{ref}	—	1	2	mA	
	A/D 変換待機時		—	0.01	5	μA	AV _{ref} =3.0V～AV _{CC}
VCC 開始電圧		VCC _{START}	—	0	0.8	V	
VCC 立ち上がり勾配		SVCC	—	—	20	ms/V	

【注】 *1 A/D 変換器を使用しない場合でも、 AV_{CC} 、 AV_{ref} 、 AV_{SS} 端子は開放しないでください。A/D 変換器を使用しない場合でも、 AV_{CC} 、 AV_{ref} 端子は電源 (V_{CC}) に接続し、 $3.0V\sim 3.6V$ の範囲の電圧を印加してください。このとき、 $AV_{ref} \leq AV_{CC}$ としてください。*2 ポート A、G、P97、P52 およびこれらの端子と兼用の周辺機能出力端子は、NMOS プッシュプル出力です。
High レベルを出力するためには、プルアップ抵抗を外付けする必要があります。*3 $I_{ICS}=0$ 、 $ICE=0$ および $KBIOE=0$ の場合です。バス駆動機能を選択した場合の Low レベル出力は別に定めます。*4 消費電流値は $V_{IH\ min}=V_{CC}-0.2V$ 、 $V_{IL\ max}=0.2V$ の条件下で、すべての出力端子を無負荷状態にして、さらに内蔵プルアップ MOS をオフ状態にした場合の値です。

26. 電気的特性

表 26.2 DC 特性 (3) LPC 機能使用時

条件: $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$

項 目		記号	min.	max.	単位	測定条件
入力 High レベル電圧	P37～P30、 P82～P80、 PB1～PB0	V _{IH}	V _{CC} ×0.5	－	V	
入力 Low レベル電圧	P37～P30、 P82～P80、 PB1～PB0	V _{IL}	－	V _{CC} ×0.3	V	
出力 High レベル電圧	P37、P33～P30、 P82～P80、 PB1～PB0	V _{OH}	V _{CC} ×0.9	－	V	I _{OH} = - 0.5mA
出力 Low レベル電圧	P37、P33～P30、 P82～P80、 PB1～PB0	V _{OL}	－	V _{CC} ×0.1	V	I _{OL} =1.5mA

表 26.3 出力許容電流値

条件: $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$

項 目	記号	min.	typ.	max.	単位
出力 Low レベル許容電流 (1 端子あたり)	SCL0、SDA0、SCLA~SCLD、SDAA ~SDAD、 PS2AC~PS2BC、PS2AD~PS2BD、 PA7~PA4 (バス駆動機能選択)	I_{OL}	—	—	8
	ポート 1、2、3、C、D	—	—	—	5
	上記以外の出力端子	—	—	—	2
出力 Low レベル許容電流 (総和)	ポート 1、2、3、C、D の総和	ΣI_{OL}	—	—	40
	上記を含む、全出力端子の総和	—	—	—	60
出力 High レベル許容電流 (1 端子あたり)	全出力端子	$-I_{OH}$	—	—	2
出力 High レベル許容電流 (総和)	全出力端子の総和	$\Sigma -I_{OH}$	—	—	30

- 【注】 1. LSI の信頼性を確保するため、出力電流値は表 26.3 の値を超えないようにしてください。
2. ダーリントントランジスタや、LED を直接駆動する場合には、図 26.1、図 26.2 に示すように出力に必ず電流制限抵抗を挿入してください。

表 26.4 バス駆動特性

条件: $V_{CC}=3.0V\sim3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 対象端子: SCL0、SDA0、SCLA $\sim$ SCLD、SDAA $\sim$ SDAD (バス駆動機能選択)

項 目	記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
シュミット トリガ入力電圧	V_T^-	$V_{CC}\times 0.3$	—	—	V	
	V_T^+	—	—	$V_{CC}\times 0.7$		
	$V_T^+ - V_T^-$	$V_{CC}\times 0.05$	—	—		
入力 High レベル電圧	V_{IH}	$V_{CC}\times 0.7$	—	5.5		
入力 Low レベル電圧	V_{IL}	- 0.5	—	$V_{CC}\times 0.3$		
出力 Low レベル電圧	V_{OL}	—	—	0.5		$I_{OL}=8mA$
		—	—	0.4		$I_{OL}=3mA$
入力容量	C_{in}	—	—	10	pF	$V_{in}=0V$ 、 $f=1MHz$ 、 $T_a=25^\circ C$
スリーステートリーク 電流 (オフ状態)	$ I_{TSI} $	—	—	1.0	μA	$V_{in}=0.5\sim V_{CC}-0.5V$

条件: $V_{CC}=3.0V\sim3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 対象端子: PS2AC $\sim$ PS2BC、PS2AD $\sim$ PS2BD、PA7 $\sim$ PA4 (バス駆動機能選択)

項 目	記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
出力 Low レベル電圧	V_{OL}	—	—	0.5	V	$I_{OL}=8mA$
		—	—	0.4		$I_{OL}=3mA$

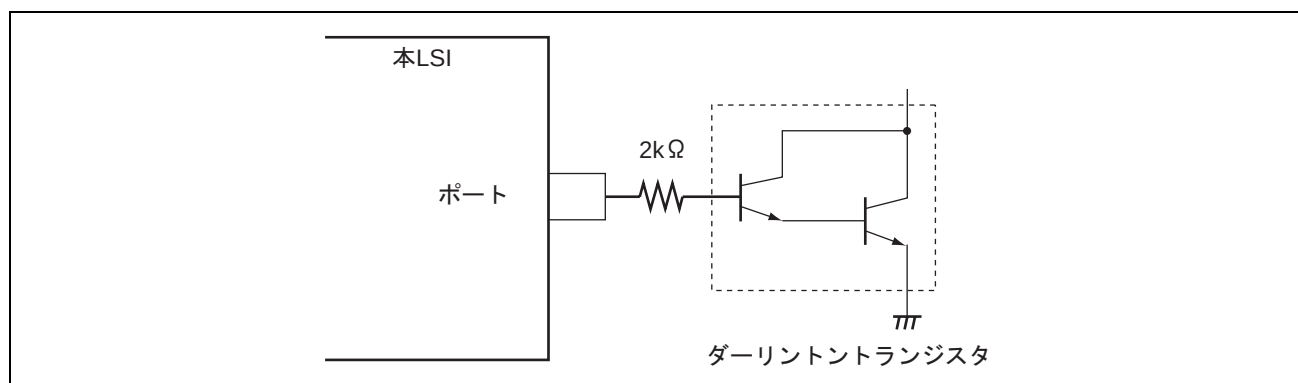


図 26.1 ダーリントントランジスタ駆動回路例

26. 電気的特性

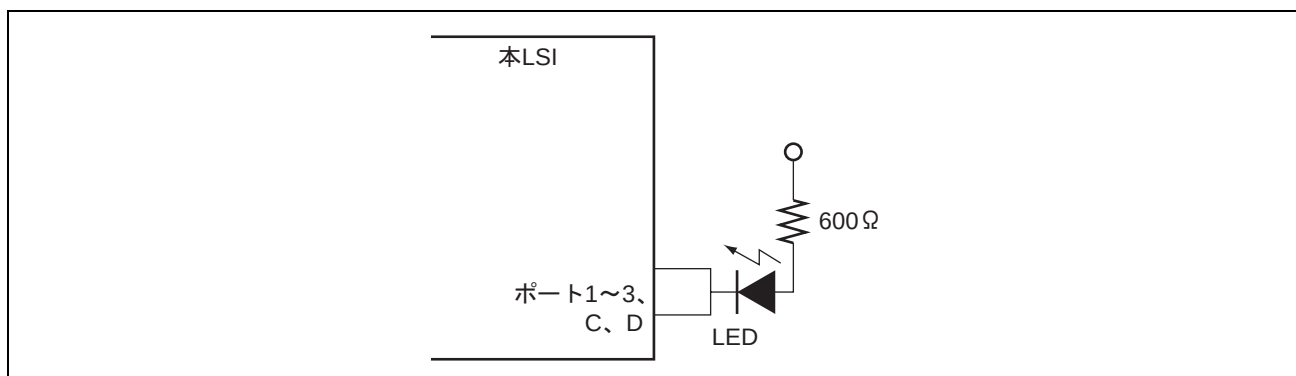


図 26.2 LED 駆動回路例

26.3 AC 特性

図 26.3 に AC 特性測定条件を示します。

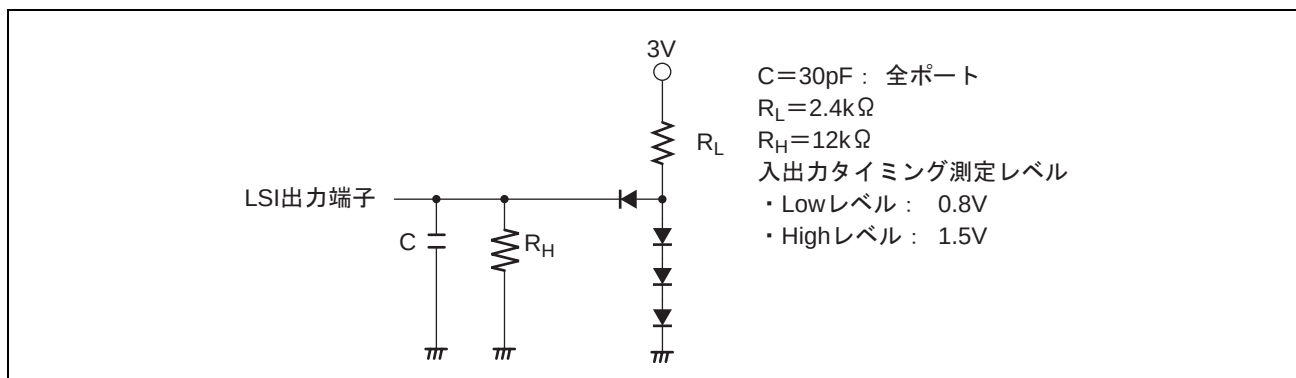


図 26.3 出力負荷回路

26.3.1 クロックタイミング

表 26.5 にクロックタイミングを示します。ここで規定するクロックタイミングは、クロック出力(φ)と、クロック発振器(水晶)と外部クロック入力(EXTAL 端子)の発振安定時間です。外部クロック入力(EXTAL 端子および EXCL 端子)タイミングの詳細については、「第 23 章 クロック発振器」を参照してください。

表 26.5 クロックタイミング

条件 A : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $\phi=8MHz\sim 10MHz$ 条件 B : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $\phi=10MHz\sim 25MHz$

項 目	記号	条件 A		条件 B		単位	参照図
		min.	max.	min.	max.		
クロックサイクル時間	t_{cyc}	100	125	40	100	ns	図 26.4
クロック High レベルパルス幅	t_{CH}	30	—	12	—		
クロック Low レベルパルス幅	t_{CL}	30	—	12	—		
クロック立ち上がり時間	t_{Cr}	—	20	—	5		
クロック立ち下がり時間	t_{Cf}	—	20	—	5		
リセット発振安定時間（水晶）	t_{OSC1}	20	—	20	—	ms	図 26.5
ソフトウェアスタンバイ発振安定時間（水晶）	t_{OSC2}	8	—	8	—		図 26.6
外部クロック出力安定遅延時間	t_{DEXT}	500	—	500	—	μs	図 26.5

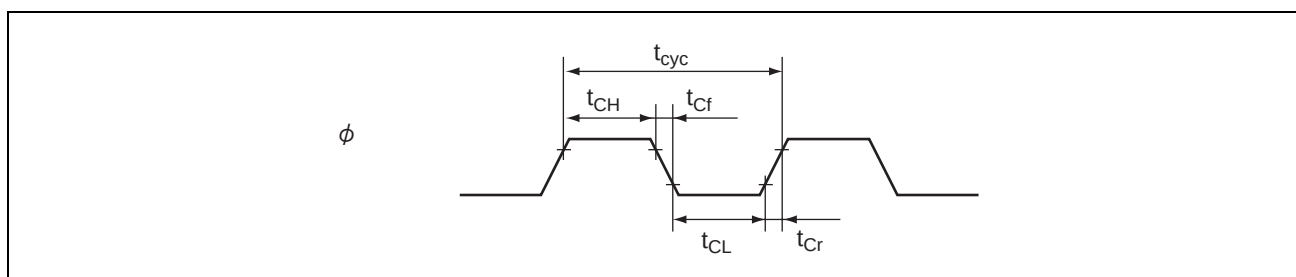


図 26.4 システムクロックタイミング

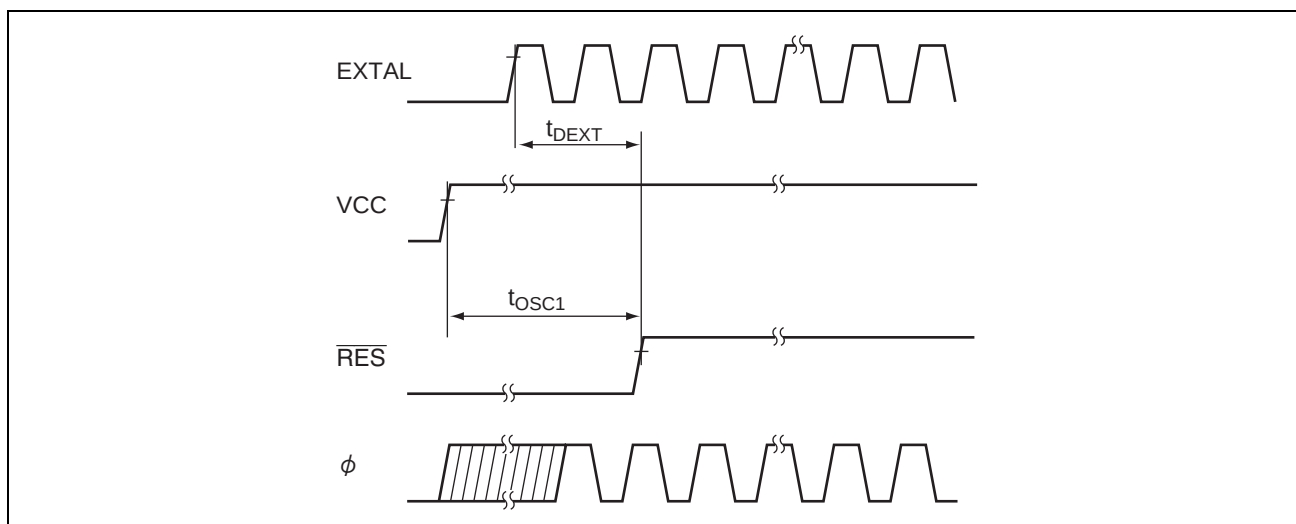


図 26.5 発振安定時間タイミング

26. 電気的特性

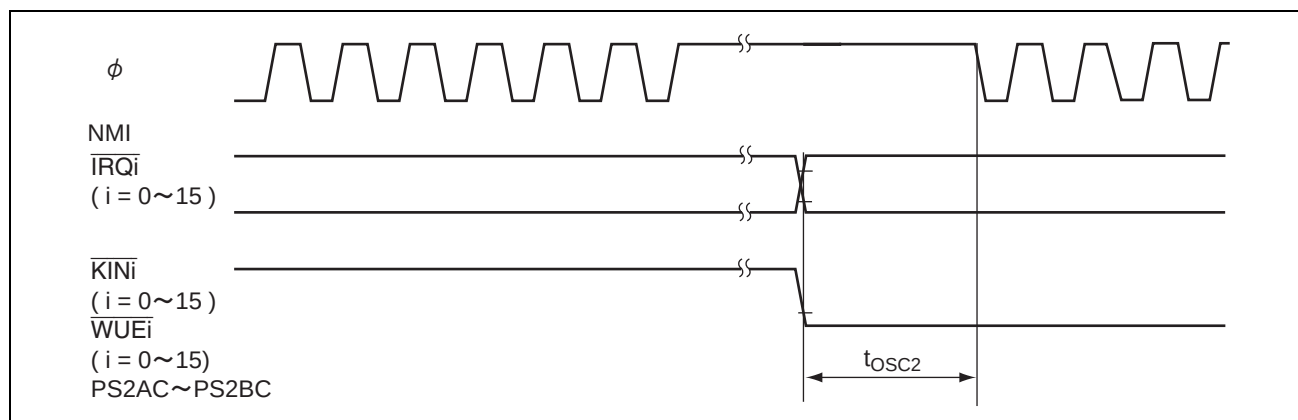


図 26.6 発振安定時間タイミング（ソフトウェアスタンバイからの復帰）

26.3.2 制御信号タイミング

表 26.6 に制御信号タイミングを示します。サブクロック（ $\phi = 32.768\text{kHz}$ ）で動作可能な外部割り込みは、NMI、IRQ15~IRQ0、KIN15~KIN0、WUE15~WUE0、PS2A、PS2B のみです。

表 26.6 制御信号タイミング

条件： $V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 3.6\text{V}$ 、 $V_{SS} = 0\text{V}$ 、 $\phi = 32.768\text{kHz}$ 、8MHz~最大動作周波数

項 目	記号	min.	max.	単位	測定条件
RES セットアップ時間	t_{RESS}	200	—	ns	図 26.7
RES パルス幅	t_{RESW}	20	—	t_{cyc}	
NMI セットアップ時間	t_{NMIS}	150	—	ns	図 26.8
NMI ホールド時間	t_{NMIH}	10	—		
NMI パルス幅 (ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時)	t_{NMIW}	200	—		
IRQ セットアップ時間 (IRQ15~IRQ0、KIN15~KIN0、WUE15~WUE0)	t_{IRQS}	150	—		
IRQ ホールド時間 (IRQ15~IRQ0、KIN15~KIN0、WUE15~WUE0)	t_{IRQH}	10	—		
IRQ パルス幅 (IRQ15~IRQ0、KIN15~KIN0、WUE15~WUE0) (ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時)	t_{IRQW}	200	—		

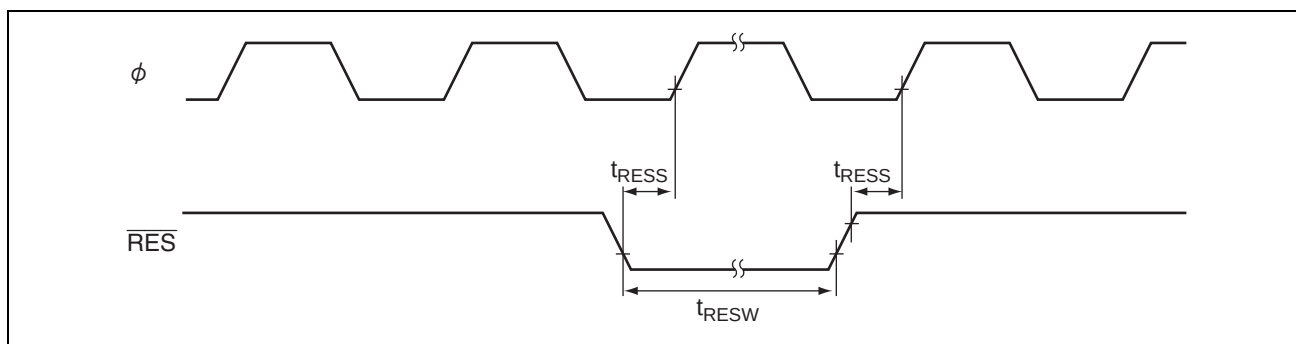


図 26.7 リセット入力タイミング

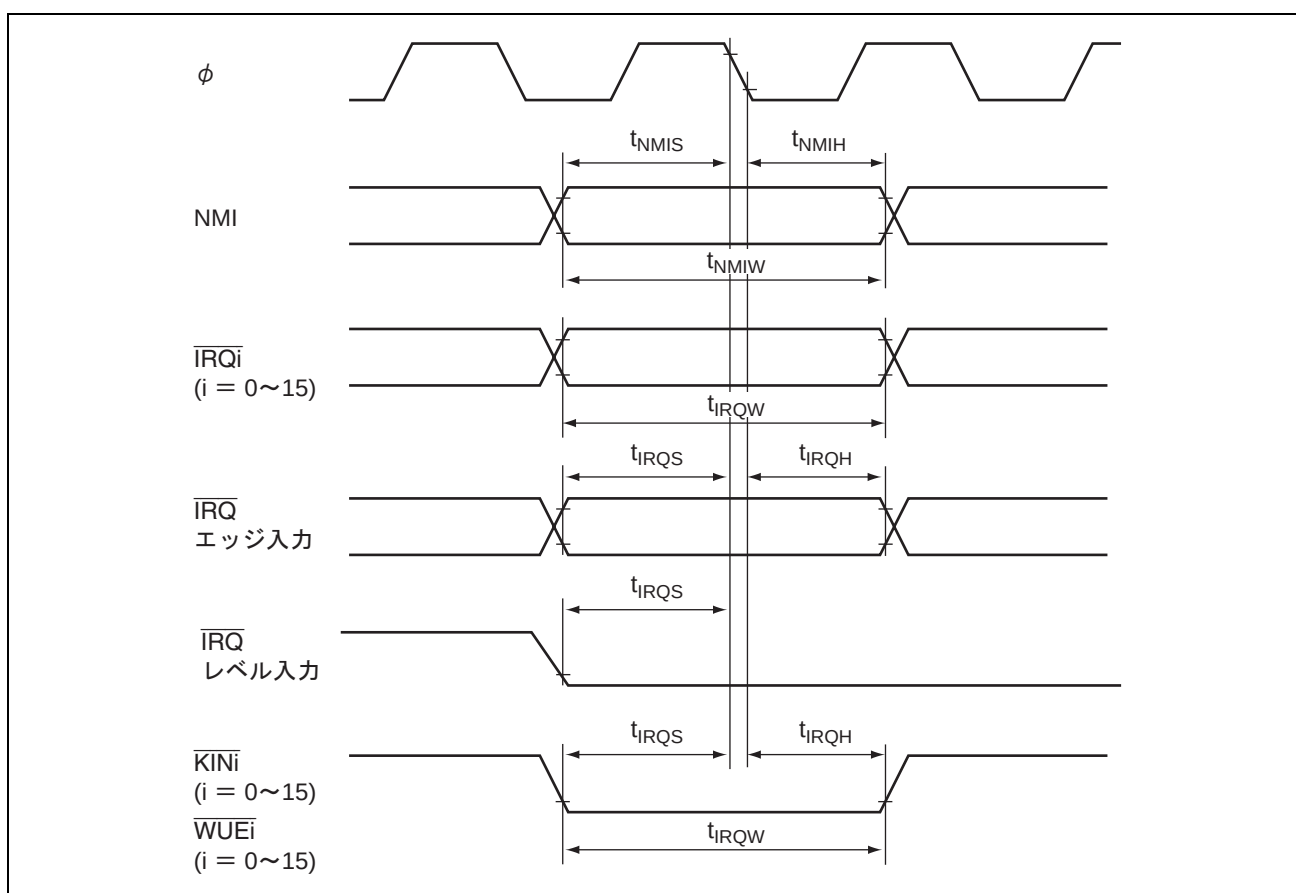


図 26.8 割り込み入力タイミング

26.3.3 内蔵周辺モジュールタイミング

表 26.7～表 26.9 に内蔵周辺モジュールタイミングを示します。サブクロック動作時（ $\phi = 32.768\text{kHz}$ ）に動作可能な内蔵周辺モジュールは、I/O ポート、外部割り込み（NMI、IRQ15～IRQ0、KIN15～KIN0、WUE15～WUE0、PC2A～PC2B）、ウォッチドッグタイマ（WDT_1）のみです。

表 26.7 内蔵周辺モジュールタイミング (1)

条件： $V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 3.6\text{V}$ 、 $V_{SS} = 0\text{V}$ 、 $\phi = 32.768\text{kHz}^{*1}$ 、 $\phi = 8\text{MHz} \sim \text{最大動作周波数}$

項 目			記号	min.	max.	単位	測定条件
I/O ポート	出力データ遅延時間※2		tPWD	—	50	ns	図 26.9
	入力データセットアップ時間		tPRS	30	—		
	入力データデータホールド時間		tPRH	30	—		
TPU	タイマ出力遅延時間		tTOCD	—	50	ns	図 26.10
	タイマ入力セットアップ時間		tTICS	30	—		
	タイマクロック入力セットアップ時間		tTCKS	30	—		図 26.11
	タイマクロック	単エッジ指定	tTCKWH	1.5	—	t _{cyc}	
	パルス幅	両エッジ指定	tTCKWL	2.5	—		
TMR	タイマ出力遅延時間		tTMOD	—	50	ns	図 26.12
	タイマリセット入力セットアップ時間		tTMRS	30	—		図 26.14
	タイマクロック入力セットアップ時間		tTMCS	30	—		図 26.13
	タイマクロック	単エッジ指定	tTMCWH	1.5	—	t _{cyc}	
	パルス幅	両エッジ指定	tTMCWL	2.5	—		
TCM	TCM 入力セットアップ時間		tTCMS	30	—	ns	図 26.15
	TCM クロック入力セットアップ時間		tTCMCKS	30	—		図 26.16
	TCM クロックパルス幅		tTCMCKW	1.5	—	t _{cyc}	
PWMU	パルス出力遅延時間		tPWOD	—	50	ns	図 26.17
SCI	入力クロック	調歩同期	tScyc	4	—	t _{cyc}	図 26.18
	サイクル	クロック同期		6	—		
	入力クロックパルス幅		tSCKW	0.4	0.6	tScyc	
	入力クロック立ち上がり時間		tSCKr	—	1.5	t _{cyc}	
	入力クロック立ち下がり時間		tSCKf	—	1.5		
	送信データ遅延時間（クロック同期）		tTXD	—	50	ns	図 26.19
	受信データセットアップ時間（クロック同期）		tRXS	50	—		
	受信データホールド時間（クロック同期）		tRXH	50	—		

【注】 *1 サブクロック動作時に使用可能な内蔵周辺モジュールのみ

*2 P52、P97、ポート A、G 以外

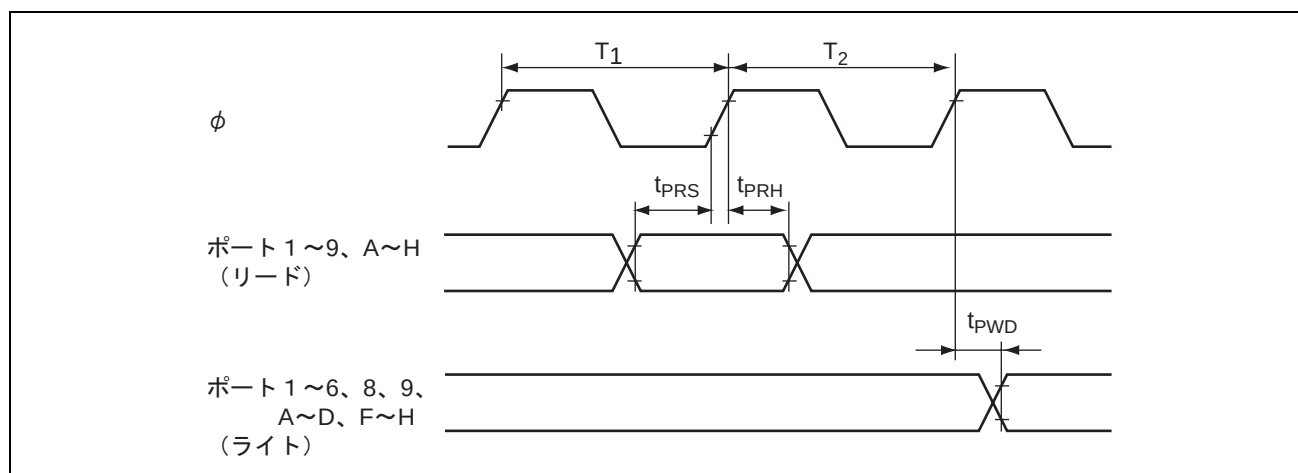


図 26.9 I/O ポート入出力タイミング

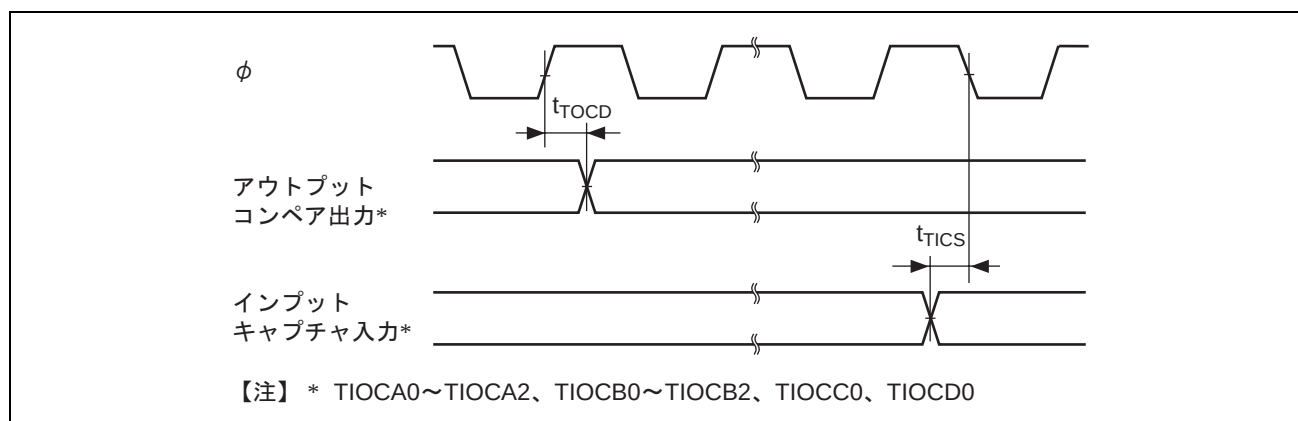


図 26.10 TPU 入出力タイミング

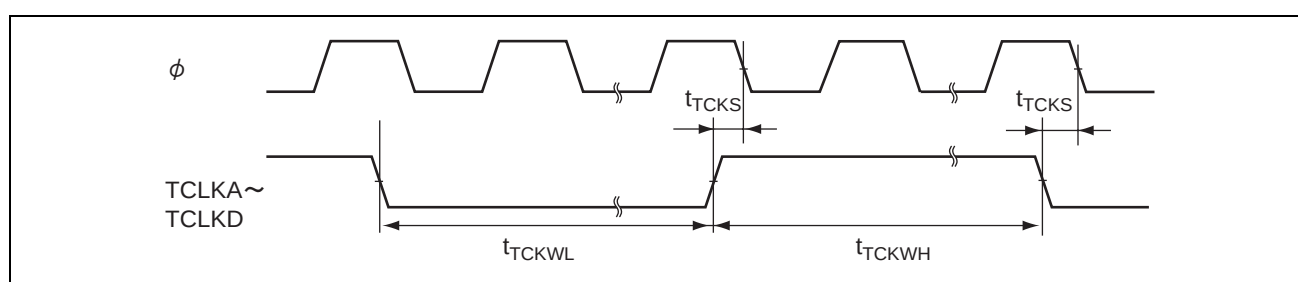


図 26.11 TPU クロック入力タイミング

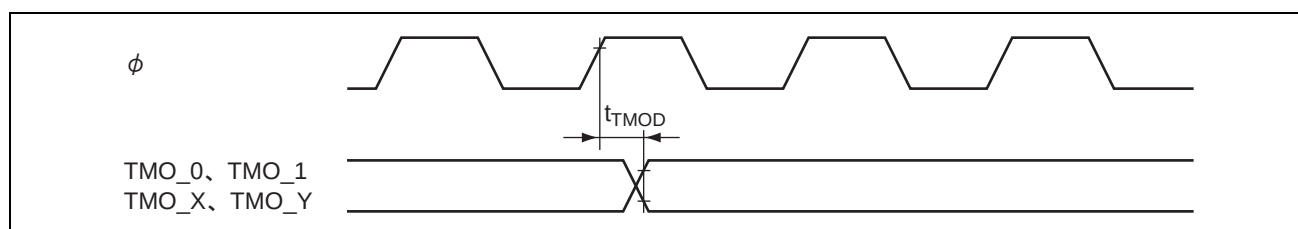


図 26.12 8 ビットタイマ出力タイミング

26. 電気的特性

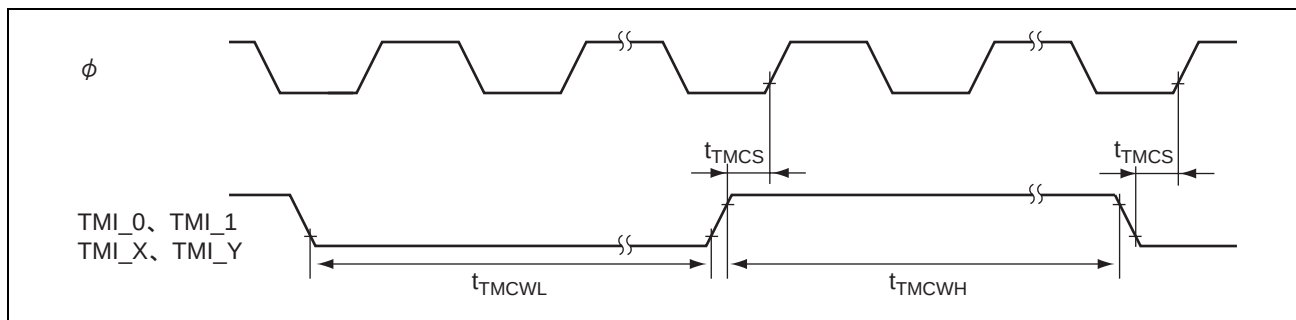


図 26.13 8ビットタイマクロック入力タイミング

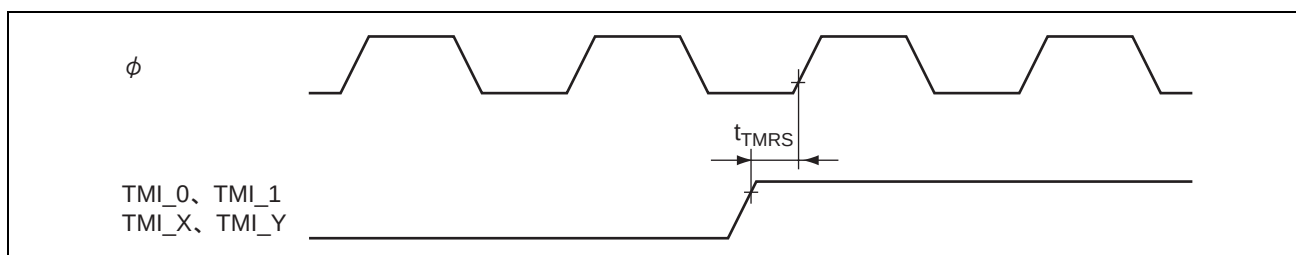


図 26.14 8ビットタイマリセット入力タイミング

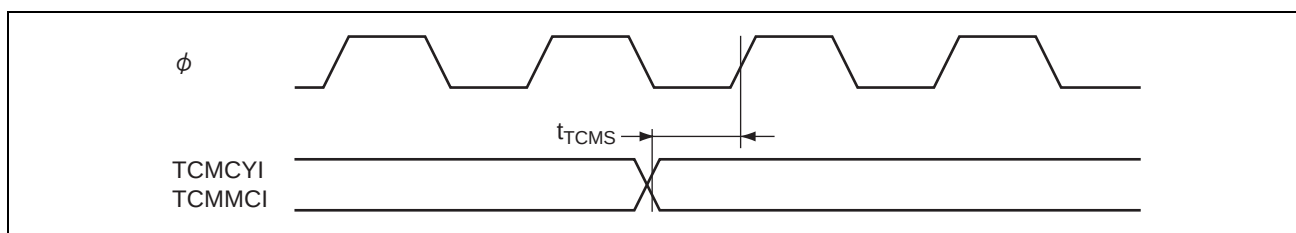


図 26.15 TCM 入力セットアップ時間

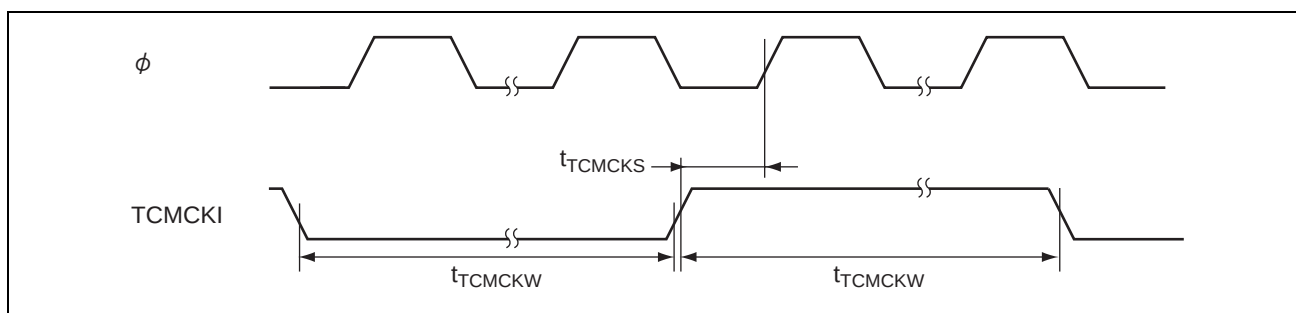


図 26.16 TCM クロック入力タイミング

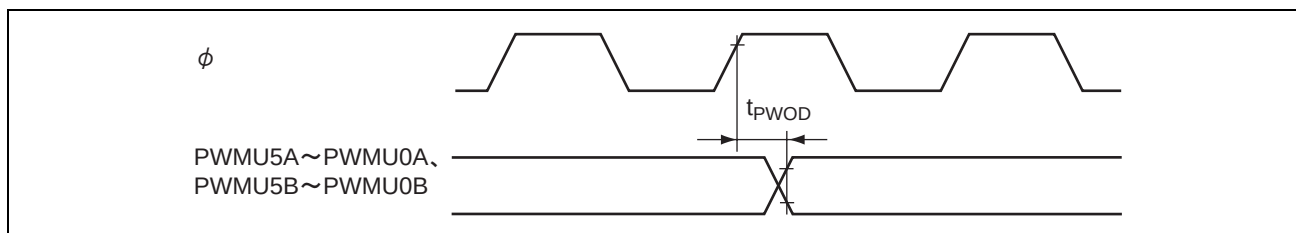


図 26.17 PWMU、PWMX 出力タイミング

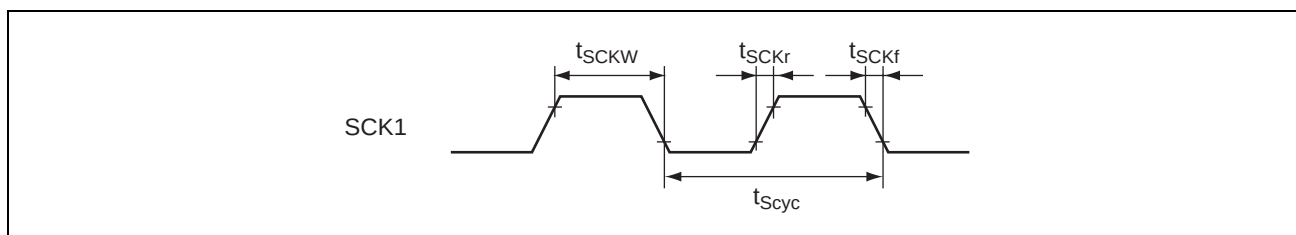


図 26.18 SCK クロック入力タイミング

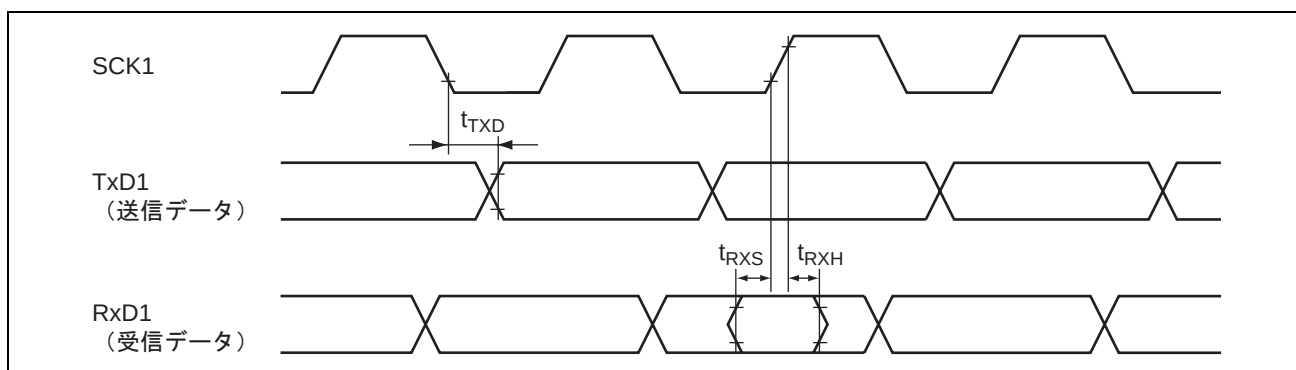


図 26.19 SCI 入出力タイミング／クロック同期式モード

26. 電気的特性

表 26.8 PS2 タイミング

条件： $V_{CC}=3.0\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $\phi=8MHz\sim$ 最大動作周波数

項 目	記号	規格値			単位	測定条件	備考
		min.	typ.	max.			
KCLK、KD 出力立ち下がり時間	t_{KBF}	—	—	250	ns		図 26.20
KCLK、KD 入力データホールド時間	t_{KBIH}	150	—	—	ns		
KCLK、KD 入力データセットアップ時間	t_{KBIS}	150	—	—	ns		
KCLK、KD 出力遅延時間	t_{KBOD}	—	—	450	ns		
KCLK、KD の容量性負荷	C_b	—	—	400	pF		

【注】 KCLK、KD を出力する場合には、図 26.20 に示すように出力に必ずプルアップ抵抗を外付けしてください。

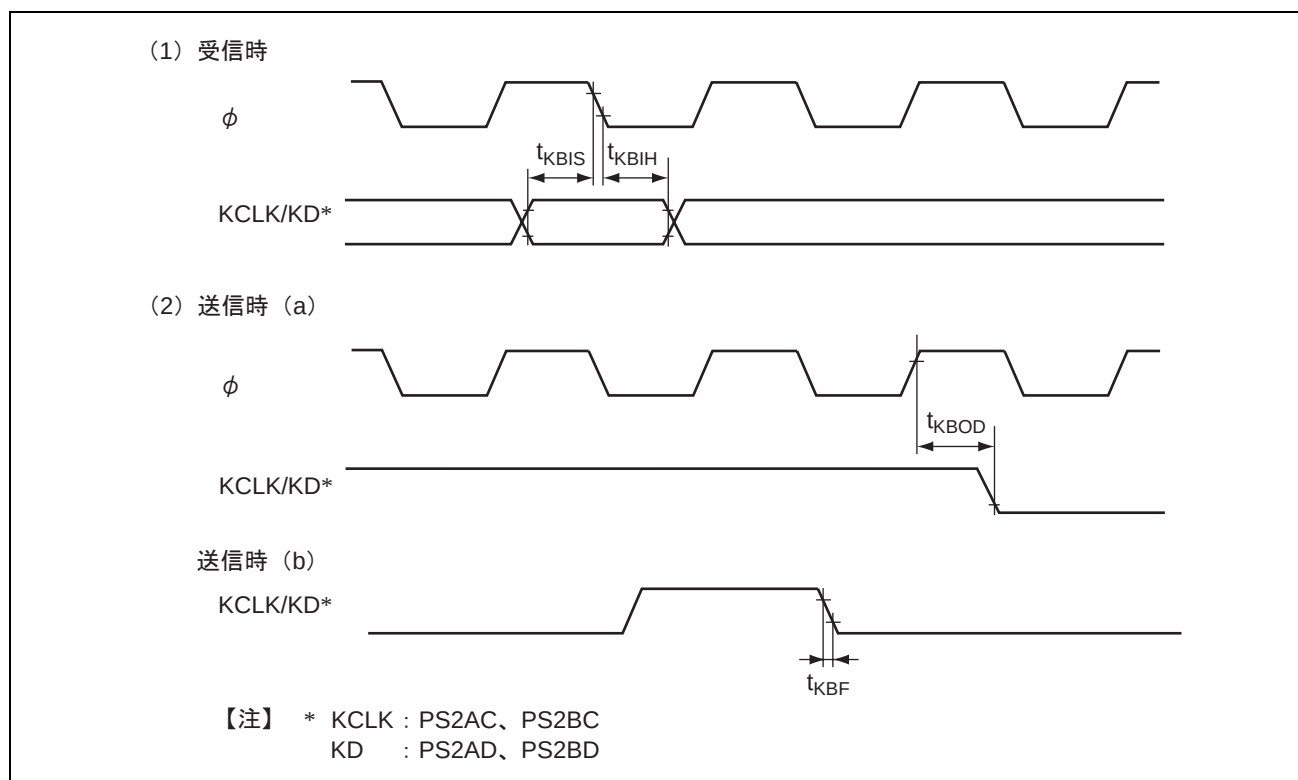


図 26.20 PS2 タイミング

表 26.9 I²C バスタイミング

条件：V_{CC}=3.0V~3.6V、V_{SS}=0V、 ϕ =8MHz~最大動作周波数

項 目	記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
SCL 入力サイクル時間	t _{SCL}	12	—	—	t _{cyc}	図 26.21
SCL 入力 High パルス幅	t _{SCLH}	3	—	—		
SCL 入力 Low パルス幅	t _{SCLL}	5	—	—		
SCL、SDA 入力立ち上がり時間	t _{Sr}	—	—	7.5*		
SCL、SDA 入力立ち下がり時間	t _{Sf}	—	—	300	ns	
SCL、SDA 入カスパイクパルス除去時間	t _{SP}	—	—	1	t _{cyc}	
SDA 入力バスフリー時間	t _{BUF}	5	—	—		
開始条件入力ホールド時間	t _{STA_H}	3	—	—		
再送開始条件入力セットアップ時間	t _{STAS}	3	—	—		
停止条件入力セットアップ時間	t _{STOS}	3	—	—		
データ入力セットアップ時間	t _{SDAS}	0.5	—	—		
データ入力ホールド時間	t _{SDAH}	0	—	—	ns	
SCL、SDA の容量性負荷	C _b	—	—	400	pF	

【注】 * I²C モジュールで使用するクロックの選択により、17.5t_{CYC} とすることが可能です。

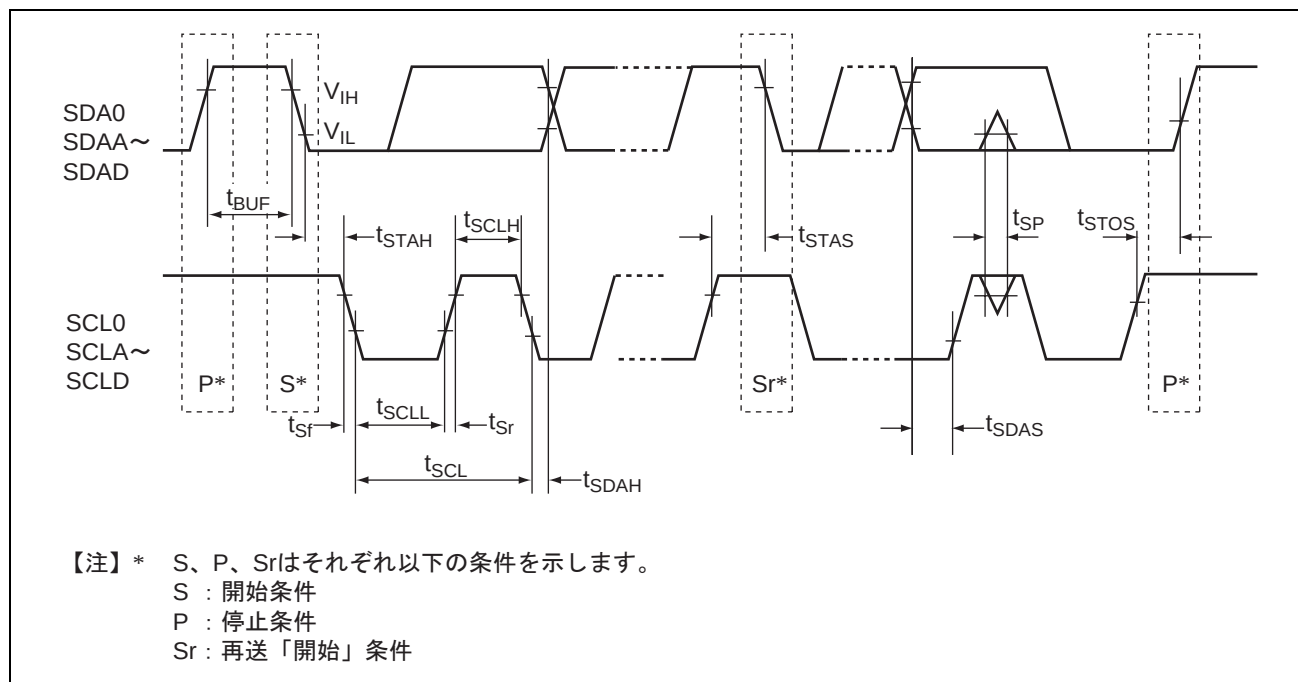


図 26.21 I²C バスインタフェース入出力タイミング

26. 電気的特性

表 26.10 LPC タイミング

条件： $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $\phi=8MHz\sim$ 最大動作周波数

項 目	記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
入力クロックサイクル	t_{Lcyc}	30	—	—	ns	図 26.22
入力クロックパルス幅 (H)	t_{LCKH}	11	—	—		
入力クロックパルス幅 (L)	t_{LCKL}	11	—	—		
送信信号遅延時間	t_{TXD}	2	—	11		
送信信号フローティング遅延時間	t_{OFF}	—	—	28		
受信信号セットアップ時間	t_{RXS}	7	—	—		
受信信号ホールド時間	t_{RXH}	0	—	—		

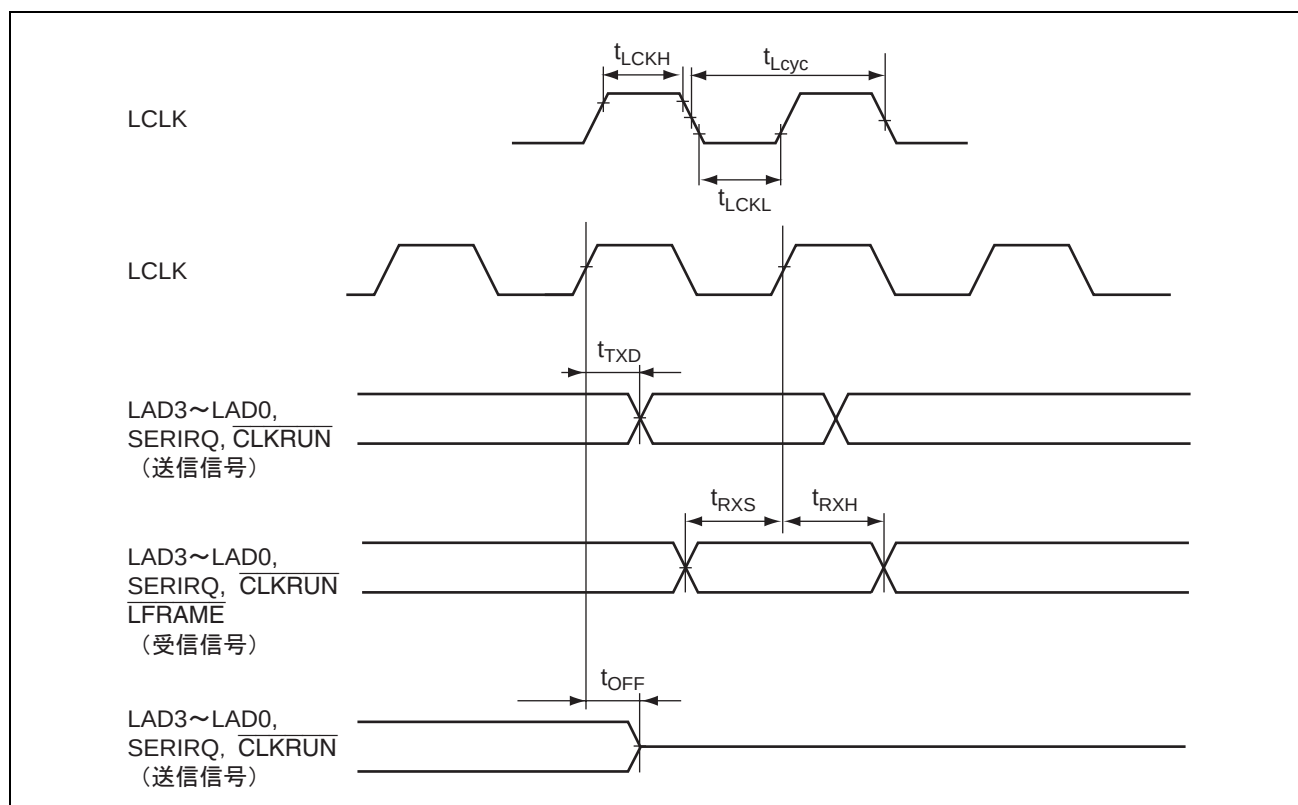


図 26.22 LPC インタフェース (LPC) タイミング

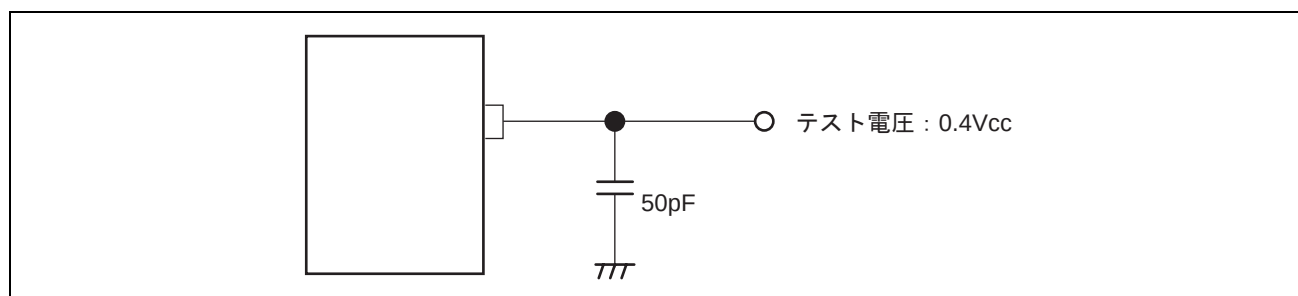


図 26.23 テスタ測定条件

表 26.11 JTAG タイミング

条件: $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $\phi=8MHz\sim$ 最大動作周波数

項 目	記号	min.	max.	単位	測定条件
ETCK クロックサイクル時間	t_{TCKcyc}	40*	125*	ns	図 26.24
ETCK クロック High レベルパルス幅	t_{TCKH}	12	—		
ETCK クロック Low レベルパルス幅	t_{TCKL}	12	—		
ETCK クロック立ち上がり時間	t_{TCKr}	—	5		
ETCK クロック立ち下がり時間	t_{TCKf}	—	5		
ETRST パルス幅	t_{TRSTW}	20	—	t_{cyc}	図 26.25
リセットホールド遷移パルス幅	t_{RSTHW}	3	—		
ETMS セットアップ時間	t_{TMSS}	20	—	ns	図 26.26
ETMS ホールド時間	t_{TMSH}	20	—		
ETDI セットアップ時間	t_{TDIS}	20	—		
ETDI ホールド時間	t_{TDIH}	20	—		
ETDO データ遅延時間	t_{TDOD}	—	20		

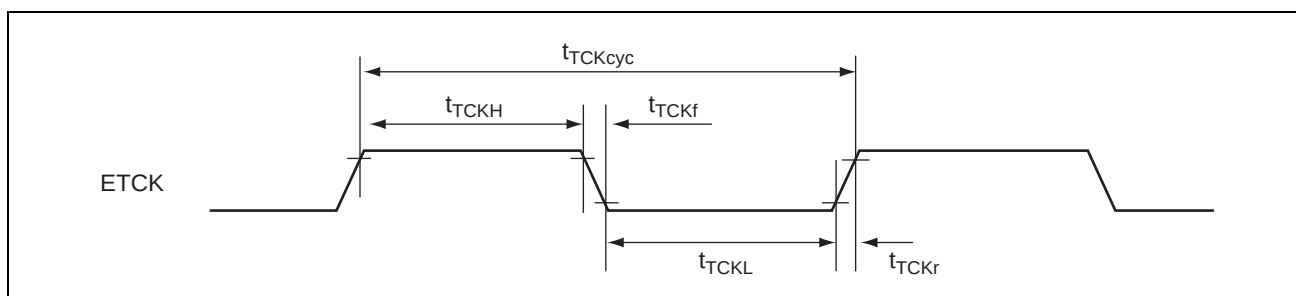
【注】 * ただし、 $t_{cyc} \leq t_{TCKcyc}$ 

図 26.24 JTAG ETCK タイミング

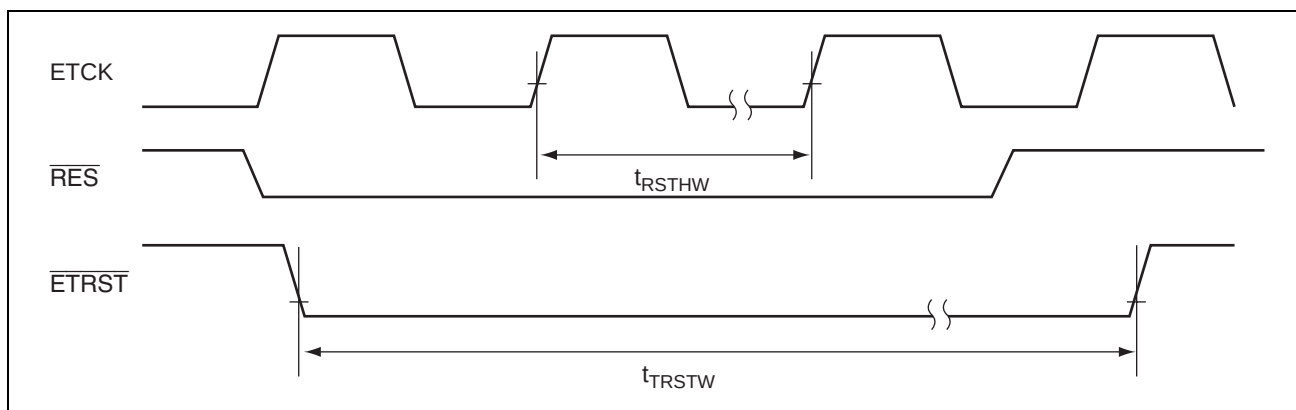


図 26.25 リセットホールドタイミング

26. 電気的特性

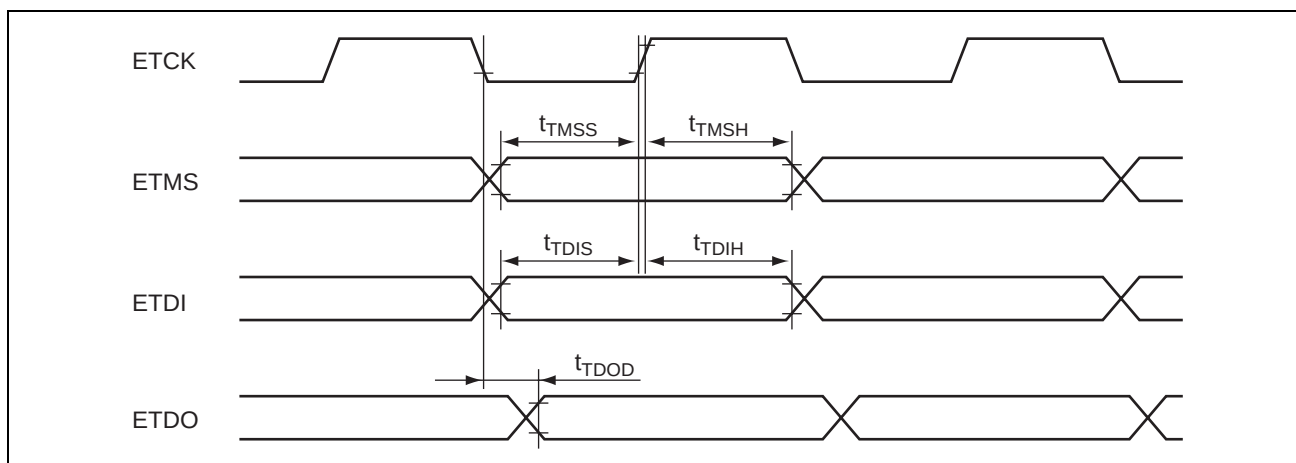


図 26.26 JTAG 入出力タイミング

26.4 A/D 変換特性

A/D 変換特性を表 26.12 に示します。

表 26.12 A/D 変換特性 (AN11~AN0 入力)

条件： $V_{CC}=3.0V\sim3.6V$ 、 $AV_{CC}=3.0V\sim3.6V$ 、 $AV_{ref}=3.0V\sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS}=AV_{SS}=0V$ 、 $\phi=8MHz\sim$ 最大動作周波数

項 目	min.	typ.	max.	単 位
分解能	10			ビット
変換時間	—	—	4.0*	μs
アナログ入力容量	—	—	20	pF
許容信号源インピーダンス	—	—	5	k Ω
非直線性誤差	—	—	± 7.0	LSB
オフセット誤差	—	—	± 7.5	
フルスケール誤差	—	—	± 7.5	
量子化誤差	—	—	± 0.5	
絶対精度	—	—	± 8.0	

【注】 AV_{ref} は、 AV_{CC} と同じタイミングか、 AV_{CC} より後に電源を立ち上げてください。

* 40 ステートで最大動作周波数のとき ($ADCLK=10MHz$)。

26.5 フラッシュメモリ特性

表 26.13 にフラッシュメモリ特性を示します。

表 26.13 フラッシュメモリ特性

条件： $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{ref}=3.0V\sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS}=AV_{SS}=0V$

$T_a=0\sim +75^{\circ}C$ （書き込み／消去時の動作温度範囲）

項目	記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
書き込み時間 ^{*1*2*4}	t_p	—	1	10	ms/128 バイト	
消去時間 ^{*1*2*4}	t_E	—	40	130	ms/4K バイト	
		—	300	800	ms/32K バイト	
書き込み時間（総和） ^{*1*2*4}	Σt_p	—	1.4	4	s/96K バイト	$T_a=25^{\circ}C$
消去時間（総和） ^{*1*2*4}	Σt_E	—	1.4	4	s/96K バイト	$T_a=25^{\circ}C$
書き込み、消去時間（総和） ^{*1*2*4}	Σt_{PE}	—	2.9	8	s/96K バイト	$T_a=25^{\circ}C$
書き換え回数	N_{WEC}	100 ^{*3}	1000	—	回	
データ保持時間 ^{*4}	t_{DRP}	10	—	—	年	

【注】 *1 書き込み、消去時間はデータに依存します。

*2 書き込み、消去時間にはデータ転送時間は含みません。

*3 書き換え後のすべての特性を保証する min.回数です。（保証は 1～min.値の範囲）

*4 書き換えが min.値を含む仕様範囲内で行われたときの特性です。

26.6 パワーオンリセット特性

表 26.14 にパワーオンリセット特性を示します。

表 26.14 パワーオンリセット回路の電気的特性

条件： $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$

項目	記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
パワーオンリセット検知電圧	Vpor	2.65	2.80	2.95	V	
パワーオンリセット時間	Tpor	20	—	60	ms	
VCC 立ち上がり勾配	SVcc	—	—	20	ms/V	
電源オフ時間*	Tvoff	200	—	—	μs	

【注】 パワーオンリセットを使用する場合、 $\overline{RES}$ 端子を High レベル（3.0V 以上）にしてください。

* パワーオンリセット検知電圧の min 値以下に VCC が低下した時間です。

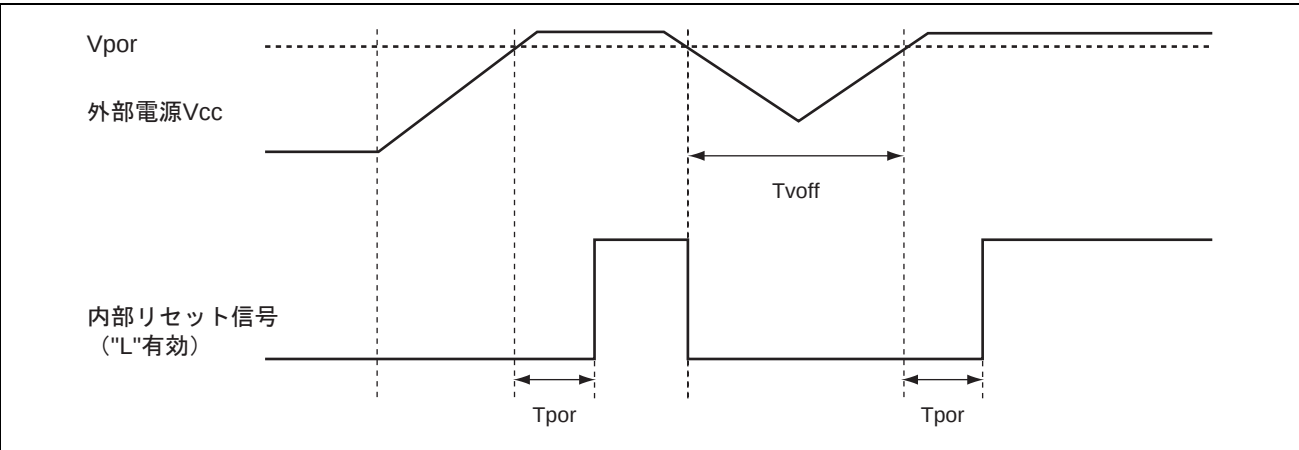


図 26.27 パワーオンリセット回路の電気的特性

26.7 使用上の注意事項

VCC 端子と VSS 端子の間にはバイパスコンデンサ、VCL 端子と VSS 端子の間には内部降圧安定化用のコンデンサを接続する必要があります。図 26.28 に接続例を示します。

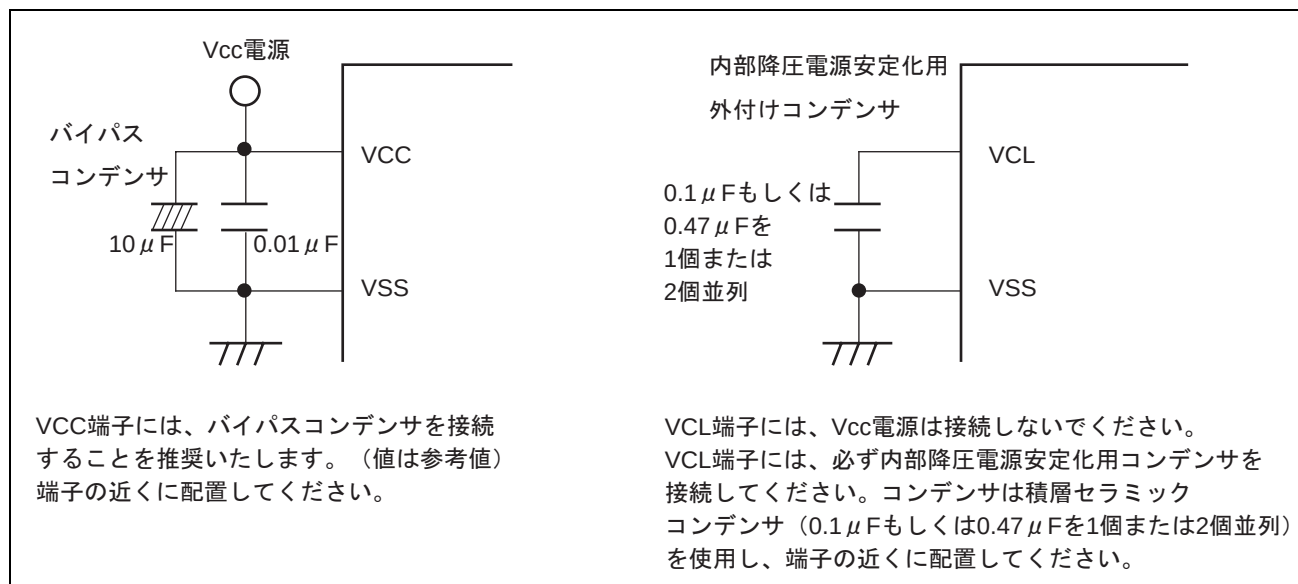


図 26.28 VCC 端子と VCL 端子のコンデンサ接続方法

付録

A. 各処理状態における I/O ポートの状態

表 A.1 各処理状態における I/O ポートの状態

ポート名 端子名	リセット	ソフトウェア スタンバイ モード	ウォッチ モード	スリープ モード	プログラム 実行状態
ポート 1	T	keep	keep	keep	入出力ポート
ポート 2	T	keep	keep	keep	入出力ポート
ポート 3	T	keep	keep	keep	入出力ポート
ポート 4	T	keep	keep	keep	入出力ポート
ポート 5	T	keep	keep	keep	入出力ポート
ポート 6	T	keep	keep	keep	入出力ポート
ポート 7、E4～E1	T	T	T	T	入力ポート
ポート 8	T	keep	keep	keep	入出力ポート
ポート 97	T	keep	keep	keep	入出力ポート
ポート 96 Φ、 EXCL	T	[DDR=1]H [DDR=0]T	EXCL 入力／ keep	[DDR=1] クロック出力 [DDR=0]T	クロック出力／ EXCL 入力／ 入力ポート
ポート 95～90	T	keep	keep	keep	入出力ポート
ポート A～D、 F、G、H	T	keep	keep	keep	入出力ポート
ポート E0	T	T	ExEXCL 入力／T	T	ExEXCL 入力／ 入力ポート

【記号説明】

H : High レベル

L : Low レベル

T : ハイインピーダンス

keep : 入力ポートはハイインピーダンス（DDR=0、PCR=1 の場合、入力プルアップ MOS は ON 状態を保持）
出力ポートは保持

なお、端子により内蔵周辺モジュールが初期化され、DDR、DR で決まる入出力ポートとなる場合があります。

DDR : データディレクションレジスタ

B. 型名一覧

製品分類		製品型名	マーク型名	パッケージ (コード)
H8S/2112	フラッシュメモリ版	R4F2112	F2112TE25V	PTQP0144LC-A (TFP-144V)
			F2112BG25V	PLBG0176GA-A (BP-176V)
			F2112LP25V	PTLG0145JB-A (TLP-145V)

C. 外形寸法図

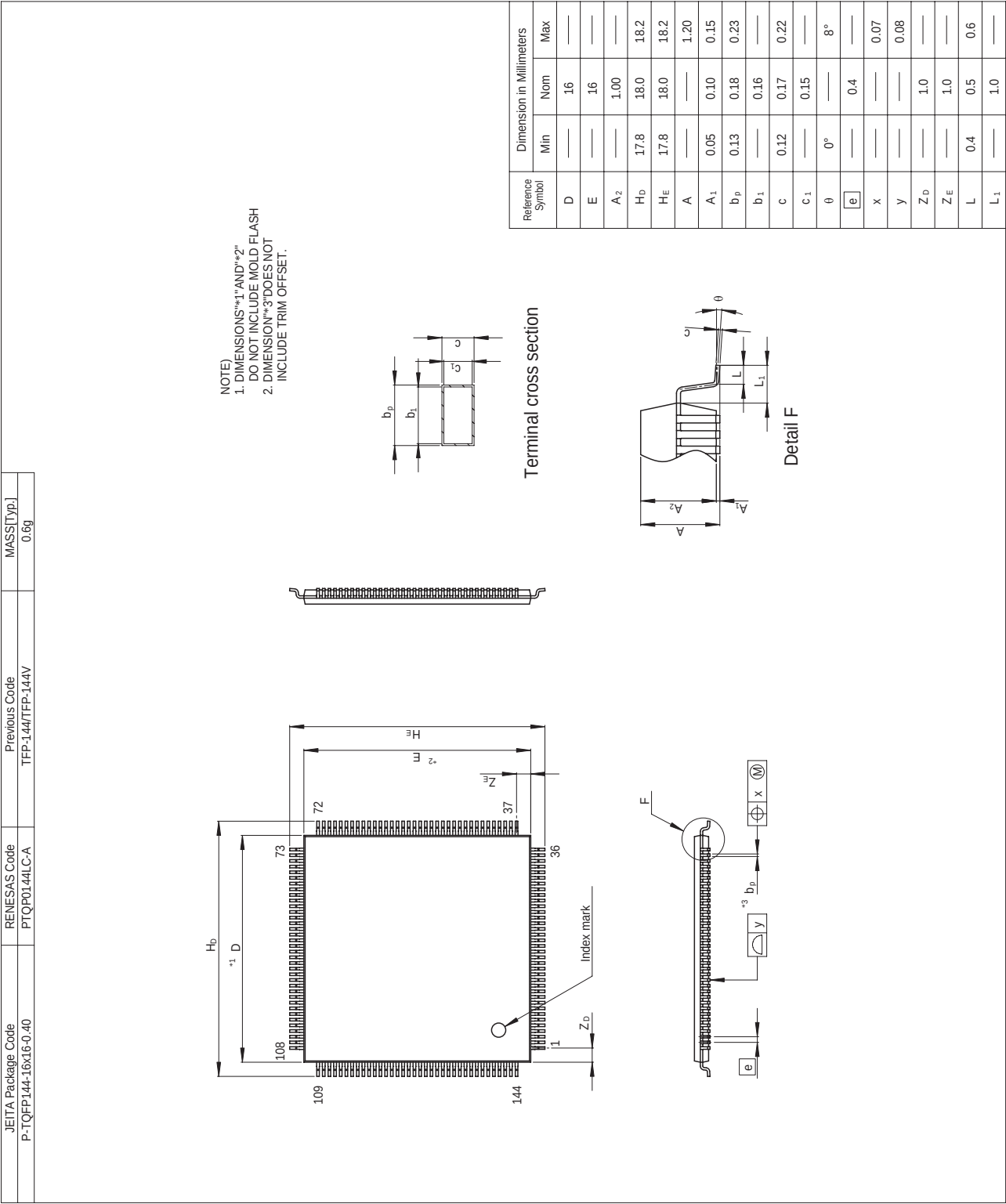
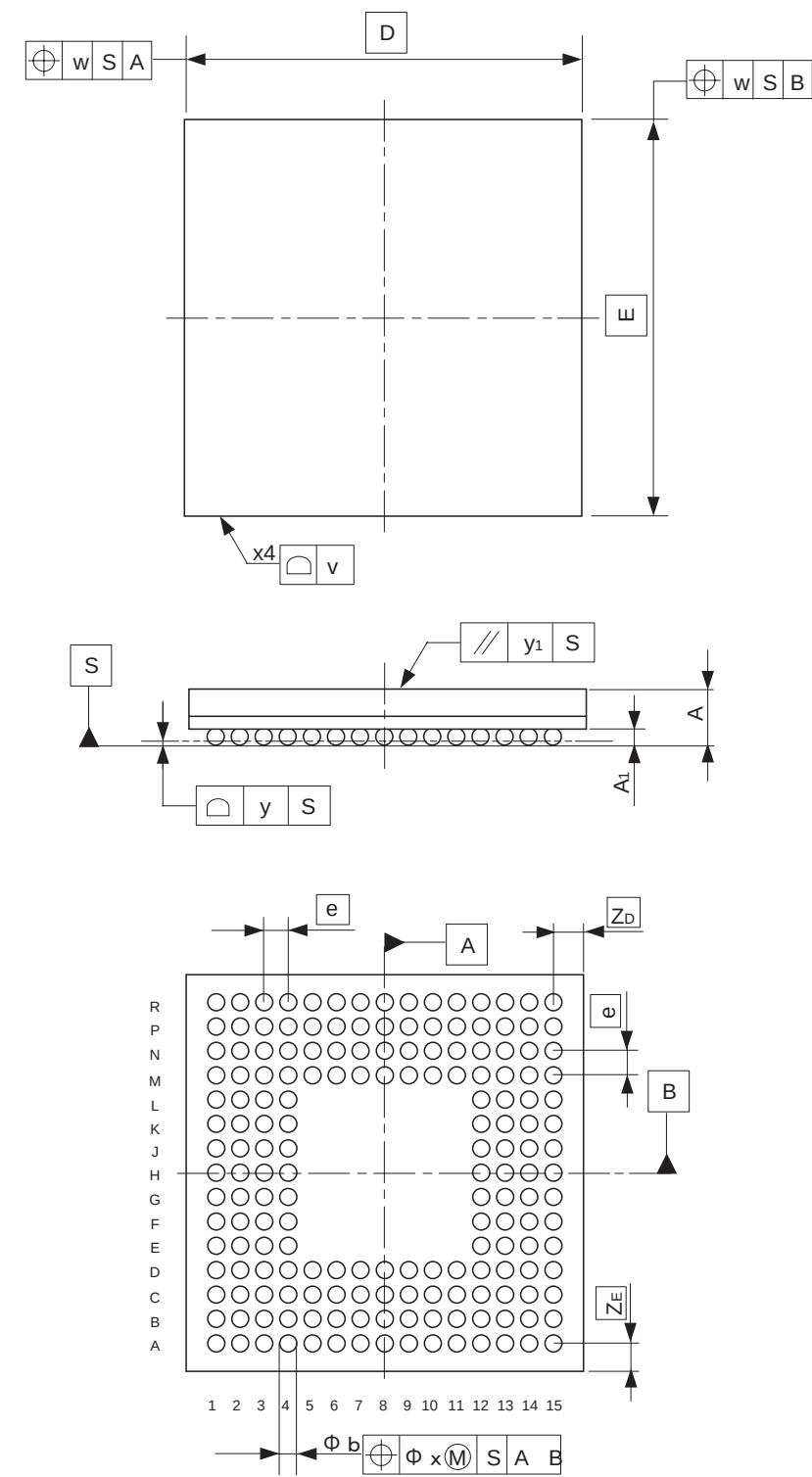


図 C.1 外形寸法図 (TFP-144V)

JEITA Package Code	RENESAS Code	Previous Code	MASS[Typ.]
P-LFBGA176-13x13-0.80	PLBG0176GA-A	BP-176/BP-176V	0.45g



Reference Symbol	Dimension in Millimeters		
	Min	Nom	Max
D	—	13.0	—
E	—	13.0	—
v	—	—	0.15
w	—	—	0.20
A	—	—	1.40
A1	0.35	0.40	0.45
e	—	0.80	—
b	0.45	0.50	0.55
x	—	—	0.08
y	—	—	0.10
y1	—	—	0.2
SD	—	—	—
SE	—	—	—
ZD	—	0.90	—
ZE	—	0.90	—

図 C.2 外形寸法図 (BP-176V)

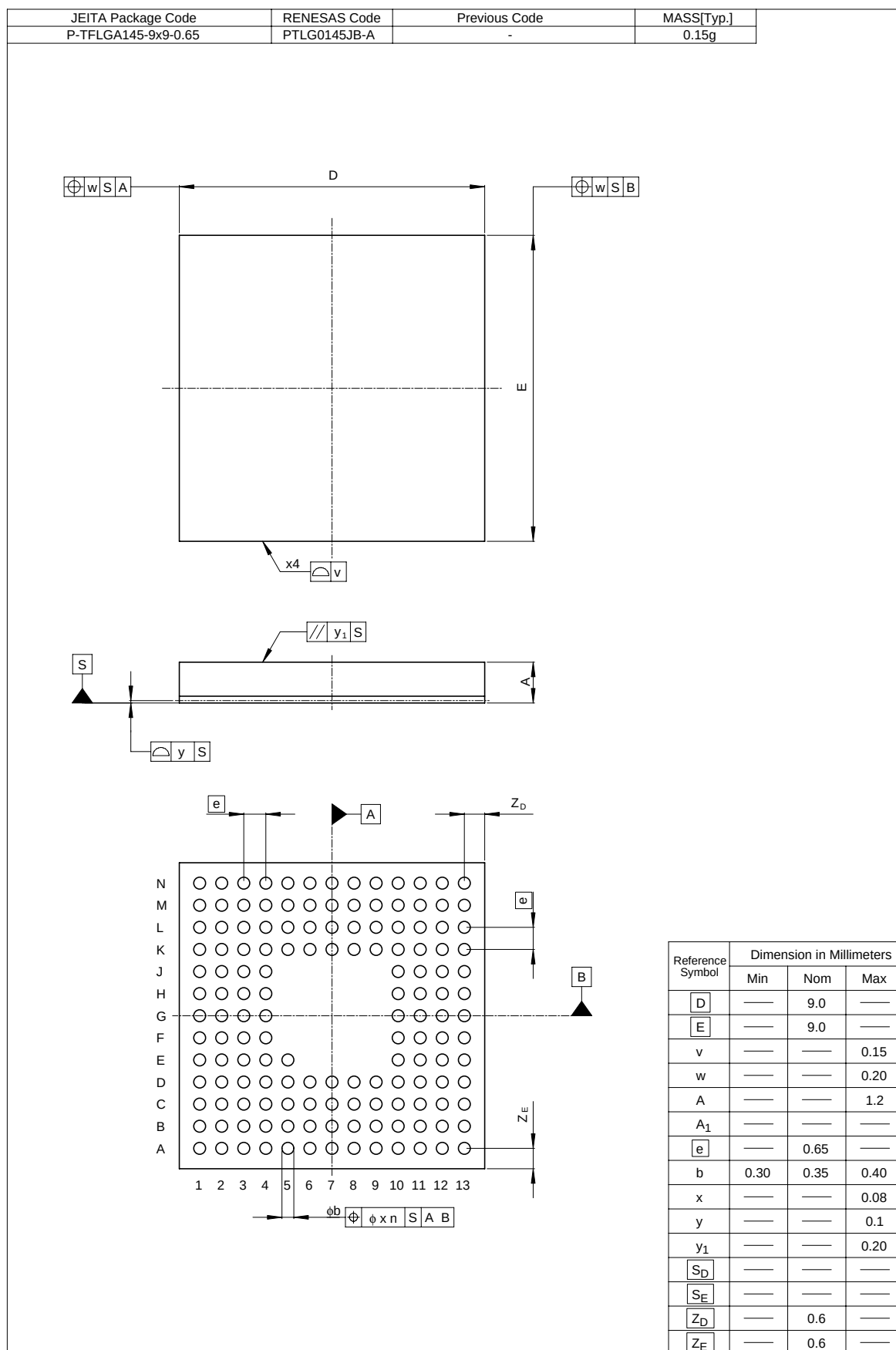


図 C.3 外形寸法図 (TLP-145V)

D. 未使用端子の処理について

未使用端子の処理を表 D.1 に示します。

表 D.1 未使用端子の処理例

端子名	端子処理例
RES	(リセット端子として必ず使用)
ETRST	(リセット端子として必ず使用)
MD2、MD1	(モード端子として必ず使用)
NMI	• 抵抗を介して Vcc に接続 (プルアップ)
EXTAL	(クロック端子として必ず使用)
XTAL	(クロック端子として必ず使用)
ポート 1 ポート 2 ポート 3 ポート 4 ポート 5 ポート 6 ポート 8 ポート 9 ポート A ポート B ポート C ポート D ポート F ポート G ポート H	• 端子ごとに抵抗を介して Vcc に接続 (プルアップ) または抵抗を介して Vss に接続 (プルダウン)
ポート 7	• 端子ごとに抵抗を介して AVcc に接続 (プルアップ) または抵抗を介して AVss に接続 (プルダウン)
ポート E	• 端子ごとに抵抗を介して Vcc に接続 (プルアップ)

索引

【数字／記号】

16 ビットカウントモード	12-20
16 ビットサイクルメジャーメントタイマ (TCM)	11-1
16 ビットタイマパルスユニット	10-1
8 ビット PWM タイマ (PWMU)	9-1
8 ビットタイマ (TMR)	12-1

【A】

A/D 変換器	20-1
A/D 変換器の起動	10-45
ADI	20-10

【B】

Bcc	2-21
-----------	------

【C】

CMIA	12-23
CMIA Y	12-23
CMIB	12-23
CMIB Y	12-23

【E】

EA 拡張部	2-23
EEPMOV 命令	2-32
ERI1	14-51

【F】

FIFO 内蔵シリアルコミュニケーション インタフェース (SCIF)	15-1
FOVI	11-17

【H】

H8S/2140B グループ互換ベクタモード	6-14, 6-19
------------------------------	------------

【I】

I/O ポート	8-1
I ² C バスデータフォーマット	16-25
ICIA	11-17
ICIX	12-23
IICI	16-46

【L】

LPC インタフェースのクロック起動要求	19-48
----------------------------	-------

【M】

MCU 動作モード	3-1
-----------------	-----

【O】

OCIA	11-17
OCIB	11-17
OVI	12-23
OVIY	12-23

【P】

PWM モード	10-35
---------------	-------

【R】

RAM	21-1
RXI1	14-51

【S】

SMBus バスデータフォーマット	17-3
-------------------------	------

【T】

TCI0V	10-44
TCI1U	10-44
TCI1V	10-44
TCI2U	10-44
TCI2V	10-44
TEI1	14-51
TGI0A	10-44
TGI0B	10-44
TGI0C	10-44
TGI0D	10-44
TGI1A	10-44
TGI1B	10-44
TGI2A	10-44
TGI2B	10-44
TXI1	14-51

【W】

WOVI	13-9
------------	------

【あ】

アドレスマップ	3-7
アドレス空間	2-5
アドレッシングモード	2-24
イミディエイト	2-26
インターバルタイマモード	13-8

インタフェース	14-1
インプットキャプチャ動作	12-22
ウォッチドッグタイマ (WDT)	13-1
ウォッチドッグタイマモード	13-7
ウォッチモード	24-10
エクステンドレジスタ	2-8
エラープロテクト	22-43
オーバフロー	13-7
オーバランエラー	14-25
オペレーションフィールド	2-23
オンボードプログラミング	22-22
オンボードプログラミングモード	22-22

【か】

外部クロック	23-3
書き込み／消去インタフェース	22-6
書き込み／消去インタフェースパラメータ	22-14
書き込み／消去インタフェースレジスタ	22-10
拡張ベクタモード	6-19
各動作モードでの LSI の内部状態	24-7
各ポートのレジスタ構成	8-6
カスケード接続	12-20
キーボードバッファコントロールユニット (PS2)	18-1
クロック同期式モード	14-33
クロック発振器	23-1
コンディションコードレジスタ	2-8
コンディションフィールド	2-23
コンペアマッチカウントモード	12-21
コンペアマッチによる波形出力	10-28

【さ】

算術演算命令	2-16
システム制御命令	2-22
実効アドレス	2-24, 2-27
シフト命令	2-18
周辺機能端子の移動	8-38
出力データレジスタ	8-10
出力バッファ制御	8-15
シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)	14-1
シリアルデータ受信	14-25
シリアルデータ送信	14-23
シリアルフォーマット	16-26
シングルモード	20-8
水晶発振子	23-2
スキャンモード	20-8
スタックポインタ	2-7
スピード測定モード	11-13
スマートカード	14-1
スマートカードインタフェース	14-41
スリープモード	24-9

絶対アドレス	2-25
ソフトウェアスタンバイモード	24-9
ソフトウェアプロテクト	22-42

【た】

ダウンロードパスフェイルリザルトパラメータ	22-16
端子機能	1-17
調歩同期式モード	14-17
通信プロトコル	22-47
低消費電力状態	24-1
ディスプレイスメント付きレジスタ間接	2-24
データディレクションレジスタ	8-7
データレジスタ	8-8
データ転送命令	2-15
動作モード別端子機能一覧	1-11
トグル出力	10-29
トレースビット	2-8

【な】

内部ブロック図	1-7
入力データレジスタ	8-8
ノイズキャンセライネーブルレジスタ	8-11
ノイズキャンセラ判定制御レジスタ	8-11
ノイズキャンセル周期設定レジスタ	8-12
ノイズ除去回路	16-45

【は】

ハードウェアプロテクト	22-42
バスコントローラ (BSC)	7-1
バッファ動作	10-32
パリティエラー	14-25
汎用レジスタ	2-7
ビットレート	14-13
ビット操作命令	2-19, 2-31
ピン配置図	1-8
ブートモード	22-3, 22-22
ブートモードの標準シリアル通信 インタフェース仕様	22-45
付加パルス	9-18
フラッシュイレースブロックセレクト パラメータ	22-21
フラッシュパス／フェイルパラメータ	22-16
フラッシュプログラム／イレース周波数 パラメータ	22-19
フラッシュマット構成	22-4
フラッシュマルチパーパスアドレスエリア パラメータ	22-20
フラッシュマルチパーパスデータ デスティネーションパラメータ	22-21
フラッシュメモリ	22-1
プリデクリメントレジスタ間接	2-25
プルアップ MOS コントロールレジスタ	8-9

フレーミングエラー	14-25
プログラムカウンタ	2-8
プログラムカウンタ相対	2-26
ブロック構成	22-5
ブロック転送命令	2-22
プロテクト	22-42
分岐命令	2-21
ベクタアドレスの切り替え	6-43
変換時間	20-9
ポート Nch-OD コントロールレジスタ	8-13
ポストインクリメントレジスタ間接	2-25

【ま】

マルチプロセッサ通信機能	14-28
命令セット	2-13
メモリ間接	2-26
モード遷移図	24-6
モジュールストップモード	24-11

【や】

ユーザブートマット	22-37, 22-44
ユーザブートモード	22-34
ユーザプログラムモード	22-3, 22-26
ユーザマット	22-37, 22-44

【ら】

ライタモード	22-3, 22-45
リセット	5-6
リセット例外処理	5-6
例外処理	5-1
例外処理ベクタテーブル	5-2, 5-4
レジスタ	
ABRKCR	6-7
ADCR	20-7
ADCSR	20-5
ADDR	20-4
BAR	6-7
BCR	7-1
BRR	14-13
DDR	8-7
DPFR	22-16
DR	8-8
FCCS	22-10
FDLH	15-5
FDLL	15-5
FEBS	22-21
FECS	22-12
FFCR	15-8
FIER	15-6
FIIR	15-6
FKEY	22-12

FLCR	15-8
FLSR	15-11
FMATS	22-13
FMCR	15-10
FMPAR	22-20
FMPDR	22-21
FMSR	15-14
FPCS	22-11
FPEFEQ	22-19
FPFR	22-16
FRBR	15-4
FRSR	15-4
FSCR	15-16
FTDAR	22-13
FTHR	15-5
FTSR	15-5
HICR	19-6
HISEL	19-38
ICCR	16-10
ICDR	16-6
ICMR	16-9
ICR	6-6
ICRES	16-21
ICSR	16-17
ICXR	16-22
IDR	19-19
IER	6-10
ISCR	6-8
ISR	6-11
KBBR	18-9
KBCR1	18-4
KBCR2	18-5
KBCRH	18-6
KBCRL	18-8
KBTR	18-9
KMIMR	6-13
KMIMRA	6-13
LADR	19-15
LPWRCR	24-3
MDCR	3-2
MSTPCR	24-4
NCCS	8-12
NCE	8-11
NCMC	8-11
NOCR	8-13
ODR	8-10, 19-20
PCR	8-9
PECX	17-2
PECY	17-2, 17-3
PFCR	8-38
PIN	8-8

PTCNT0.....	23-1
PTCNT2.....	3-6
PWMCONA.....	9-5
PWMCONB.....	9-5
PWMCONC.....	9-7
PWMCOND.....	9-8
PWMPRE.....	9-10
PWMREG.....	9-12
RDR.....	14-4
RSR.....	14-4
RSTSR.....	4-3
SAR.....	16-7
SARX.....	16-7
SBYCR.....	24-2
SCIFADR.....	19-37
SCIFCR.....	15-16
SCMR.....	14-12
SCR.....	14-7
SIRQCR.....	19-26
SMR.....	14-5
SSR.....	14-9
STCR.....	3-3
STR.....	19-20
SYSCR.....	3-2, 4-4
SYSCR3.....	3-5
TCMCNT.....	11-5
TCMCR.....	11-8
TCMCSR.....	11-6
TCMICR.....	11-6
TCMICRF.....	11-6
TCMIER.....	11-9
TCMMINCM.....	11-5
TCMMLCM.....	11-5

TCNT.....	10-22, 13-4
TCONRI.....	12-14
TCONRS.....	12-15
TCR.....	10-7, 12-7
TCRXY.....	12-15
TCSR.....	4-6, 12-10, 13-4
TDR.....	14-4
TGR.....	10-22
TICRF.....	12-14
TICRR.....	12-14
TIER.....	10-19
TIOR.....	10-10
TMDR.....	10-9
TSR.....	10-20
TSTR.....	10-23
TSYR.....	10-23
TWR.....	19-20
WER.....	6-16
WSCR.....	7-2
WUESCR.....	6-16
WUESR.....	6-16
レジスタフィールド.....	2-23
レジスタ間接.....	2-24
レジスタ直接.....	2-24
論理演算命令.....	2-18

【わ】

割り込みコントローラ.....	6-1
割り込みマスクビット.....	2-8
割り込み要求マスクレベル.....	2-8
割り込み例外処理.....	5-8
割り込み例外処理ベクタテーブル.....	6-22

ルネサス16ビットシングルチップマイクロコンピュータ
ハードウェアマニュアル
H8S/2112グループ

発行年月日 2008 年 3 月 10 日 Rev.1.00

2009 年 9 月 18 日 Rev.2.00

発 行 株式会社ルネサス テクノロジ 営業統括部
〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-6-2

編 集 株式会社ルネサス テクノロジ 営業統括部
グローバルストラテジックコミュニケーション本部
カスタマサポート部

株式会社ルネサス テクノロジ 営業統括部 〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-2 日本ビル

営業お問合せ窓口
株式会社ルネサス販売



<http://www.renesas.com>

本				社	〒100-0004	千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)	(03) 5201-5350
西	東	京	支	社	〒190-0023	立川市柴崎町2-2-23 (第二高島ビル)	(042) 524-8701
東	北		支	社	〒980-0013	仙台市青葉区花京院1-1-20 (花京院スクエア)	(022) 221-1351
い	わ	き	支	店	〒970-8026	いわき市平字田町120 (ラトブ)	(0246) 22-3222
茨	城		支	店	〒312-0034	ひたちなか市堀口832-2 (日立システムプラザ勝田)	(029) 271-9411
新	潟		支	店	〒950-0087	新潟市中央区東大通1-4-2 (新潟三井物産ビル)	(025) 241-4361
松	本		支	社	〒390-0815	松本市深志1-2-11 (昭和ビル)	(0263) 33-6622
中	部		支	社	〒460-0008	名古屋市中区栄4-2-29 (名古屋広小路ブレイス)	(052) 249-3330
関	西		支	社	〒541-0044	大阪市中央区伏見町4-1-1 (明治安田生命大阪御堂筋ビル)	(06) 6233-9500
北	陸		支	社	〒920-0031	金沢市広岡3-1-1 (金沢パークビル)	(076) 233-5980
広	島		支	店	〒730-0036	広島市中区袋町5-25 (広島袋町ビルディング)	(082) 244-2570
九	州		支	社	〒812-0011	福岡市博多区博多駅前2-17-1 (博多プレステージ)	(092) 481-7695

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：コンタクトセンタ E-Mail: csc@renesas.com

H8S/2112 グループ ハードウェアマニュアル



ルネサスエレクトロニクス株式会社
神奈川県川崎市中原区下沼部1753 〒211-8668

RJJ09B0473-0200