

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と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。

M16C/29グループ

ハードウェアマニュアル

ルネサスマイクロコンピュータ

M16Cファミリ / M16C/Tinyシリーズ

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、「外国為替及び外国貿易法」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頂きますとともに、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下さい。
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下さい。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下さい。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願います。
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下さい。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）を行なうもの。
 - 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致します。
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致します。
13. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせ、その他お気付きの点等がございましたら弊社営業窓口までご照会下さい。

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くと、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。改定内容すべてを記載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。

M16C/29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 |
|-----------------------------|--|--|------------------|
| 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 ※周辺機能の使用方法はアプリケーションノートを参照してください。 | M16C/29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 | M16C/60 M16C/20 M16C/ Tinyシリーズソフトウェ アマニュアル | RJJ09B0136 |
| アプリケーションノート | 周辺機能の使用法、応用例 参考プログラム アセンブリ言語、C言語によるプログラ ムの作成方法 | ルネサス テクノロジーホームページに掲載され ています。 | |
| RENESAS TECHNICAL 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) レジスタ名、ビット名、端子名
本文中では、シンボルで表記します。シンボルの後にレジスタ、ビット、端子を付けて区別します。
(例) PM0 レジスタのPM03ビット
P35端子、VCC端子
- (2) 数の表記
2進数は数字の後に「2」を付けます。ただし、1ビットの値の場合は何も付けません。16進数は数字の後に「16」を付けます。10進数には数字の後に何も付けません。
(例) 2進数 : 112
16進数 : EFA0₁₆
10進数 : 1234

3. レジスタの表記

レジスタ図で使用する記号、用語を以下に説明します。

・・・レジスタ

b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

シンボル アドレス リセット時
 ・・・ ・・・ 00₁₆

| ビット シンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|--------------|---|---|----|
| ・・・0 | ・・・ビット | b1b0 00:・・・ 01:・・・ 10:設定しないでください 11:・・・ | RW |
| ・・・1 | | | RW |
| — (b2) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。 読んだ場合、その値は不定。 | | — |
| — (b4-b3) | 予約ビット | “0”にしてください | WO |
| ・・・5 | ・・・ビット | 動作モードによって機能が異なる | RW |
| ・・・6 | | | RW |
| ・・・7 | ・・・ビット | 0:・・・ 1:・・・ | RO |

*1

空白 : 用途に応じて “0” または “1” にしてください。
 0 : “0” にしてください。
 1 : “1” にしてください。
 × : 何も配置されていないビットです。

*2

RW : 読むとビットの状態が読めます。書くと有効データになります。
 RO : 読むとビットの状態が読めます。書いた値は無効になります。
 WO : 書くと有効データになります。ビットの状態は読めません。
 — : 何も配置されていないビットです。

*3

- ・ 予約ビット
 予約ビットです。指定された値にしてください。

*4

- ・ 何も配置されていない
 該当ビットには何も配置されていません。将来、周辺展開により新しい機能を持つ可能性がありますので、書く場合は “0” を書いてください。
- ・ 設定しないでください
 設定した場合の動作は保証されません。
- ・ 動作モードによって機能が異なる
 周辺機能のモードによってビットの機能が変わります。各モードのレジスタ図を参照してください。

4. 略語および略称の説明

| 略語/略称 | フルスペル | 備考 |
|-------|--|---------------------|
| 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 | 巡回冗長検査 |
| DMA | Direct Memory Access | |
| DMAC | Direct Memory Access Controller | |
| GSM | Global System for Mobile Communications | |
| Hi-Z | High Impedance | |
| 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ICカード |
| 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 |

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。
IEBusは、NECエレクトロニクス株式会社の登録商標です。

目次

| | |
|--|-----|
| 番地別ページ早見表 | B-1 |
| 1. 概要 | 1 |
| 1.1 特長 | 1 |
| 1.1.1 用途 | 1 |
| 1.1.2 仕様概要 | 2 |
| 1.2 ブロック図 | 4 |
| 1.3 製品一覧 | 6 |
| 1.4 ピン配置図 | 12 |
| 1.5 端子機能の説明 | 18 |
| 2. 中央演算処理装置 | 21 |
| 2.1 データレジスタ(R0、R1、R2、R3) | 21 |
| 2.2 アドレスレジスタ(A0、A1) | 21 |
| 2.3 フレームベースレジスタ(FB) | 22 |
| 2.4 割り込みテーブルレジスタ(INTB) | 22 |
| 2.5 プログラムカウンタ(PC) | 22 |
| 2.6 ユーザスタックポインタ(USP)、割り込みスタックポインタ(ISP) | 22 |
| 2.7 スタティックベースレジスタ(SB) | 22 |
| 2.8 フラグレジスタ(FLG) | 22 |
| 2.8.1 キャリフラグ(Cフラグ) | 22 |
| 2.8.2 デバッグフラグ(Dフラグ) | 22 |
| 2.8.3 ゼロフラグ(Zフラグ) | 22 |
| 2.8.4 サインフラグ(Sフラグ) | 22 |
| 2.8.5 レジスタバンク指定フラグ(Bフラグ) | 22 |
| 2.8.6 オーバフローフラグ(Oフラグ) | 22 |
| 2.8.7 割り込み許可フラグ(Iフラグ) | 22 |
| 2.8.8 スタックポインタ指定フラグ(Uフラグ) | 22 |
| 2.8.9 プロセッサ割り込み優先レベル(IPL) | 22 |
| 2.8.10 予約領域 | 22 |
| 3. メモリ | 23 |
| 4. SFR | 24 |

| | |
|--|----|
| 5. リセット | 35 |
| 5.1 ハードウェアリセット | 35 |
| 5.1.1 ハードウェアリセット1 | 35 |
| 5.1.2 ハードウェアリセット2 | 35 |
| 5.2 ソフトウェアリセット | 36 |
| 5.3 ウォッチドッグタイマリセット | 36 |
| 5.4 発振停止検出リセット | 36 |
| 5.5 電圧検出回路 | 38 |
| 5.5.1 電圧低下検出割り込み | 41 |
| 5.5.2 ストップモードの制約 | 43 |
| 5.5.3 ウェイトモードの制約 | 43 |
| 6. プロセッサモード | 44 |
| 7. クロック発生回路 | 47 |
| 7.1 メインクロック | 54 |
| 7.2 サブクロック | 55 |
| 7.3 オンチップオシレータクロック | 56 |
| 7.4 PLLクロック | 56 |
| 7.5 CPU クロックと周辺機能クロック | 58 |
| 7.5.1 CPUクロック | 58 |
| 7.5.2 周辺機能クロック (f ₁ 、f ₂ 、f ₈ 、f ₃₂ 、f _{1SIO} 、f _{2SIO} 、f _{8SIO} 、f _{32SIO} 、f _{AD} 、f _{C32} 、f _{CAN0})... .. | 58 |
| 7.5.3 クロック出力機能 | 58 |
| 7.6 パワーコントロール | 59 |
| 7.6.1 通常動作モード | 59 |
| 7.6.2 ウェイトモード | 60 |
| 7.6.3 ストップモード | 62 |
| 7.7 システムクロック保護機能 | 66 |
| 7.8 発振停止、再発振検出機能 | 66 |
| 7.8.1 CM27ビットが “ 0 ” (リセット)の場合の動作 | 67 |
| 7.8.2 CM27ビットが “ 1 ” (発振停止、再発振検出割り込み)の場合の動作 | 67 |
| 7.8.3 発振停止、再発振検出機能使用方法 | 68 |
| 8. プロテクト | 69 |

| | |
|--|-----------|
| 9. 割り込み | 70 |
| 9.1 割り込みの分類 | 70 |
| 9.1.1 ソフトウェア割り込み | 71 |
| 9.1.2 ハードウェア割り込み | 72 |
| 9.2 割り込みと割り込みベクタ | 73 |
| 9.2.1 固定ベクタテーブル | 73 |
| 9.2.2 可変ベクタテーブル | 74 |
| 9.3 割り込み制御 | 75 |
| 9.3.1 Iフラグ | 78 |
| 9.3.2 IRビット | 78 |
| 9.3.3 LVL2~ILVL0ビット、IPL | 78 |
| 9.4 割り込みシーケンス | 79 |
| 9.4.1 割り込み応答時間 | 80 |
| 9.4.2 割り込み要求受付時のIPLの変化 | 80 |
| 9.4.3 レジスタ退避 | 81 |
| 9.4.4 割り込みルーチンからの復帰 | 83 |
| 9.5 割り込み優先順位 | 83 |
| 9.5.1 割り込み優先レベル判定回路 | 83 |
| 9.6 $\overline{\text{INT}}$ 割り込み | 85 |
| 9.7 $\overline{\text{NMI}}$ 割り込み | 86 |
| 9.8 キー入力割り込み | 86 |
| 9.9 CAN0ウェイクアップ割り込み | 87 |
| 9.10 アドレス一致割り込み | 87 |
| 10. ウォッチドッグタイマ | 89 |
| 10.1 カウントソース保護モード | 90 |
| 11. DMAC | 91 |
| 11.1 転送サイクル | 96 |
| 11.1.1 転送元番地、転送先番地の影響 | 96 |
| 11.1.2 ソフトウェアウェイトの影響 | 96 |
| 11.2 DMA転送サイクル数 | 98 |
| 11.3 DMA許可 | 99 |
| 11.4 DMA要求 | 99 |
| 11.5 チャンネルの優先順位とDMA転送タイミング | 100 |

| | |
|---|------------|
| 12. タイマ | 101 |
| 12.1 タイマA | 103 |
| 12.1.1 タイマモード | 106 |
| 12.1.2 イベントカウンタモード | 107 |
| 12.1.3 ワンショットタイマモード | 112 |
| 12.1.4 パルス幅変調モード(PWMモード)..... | 114 |
| 12.2 タイマB | 117 |
| 12.2.1 タイマモード | 119 |
| 12.2.2 イベントカウンタモード | 120 |
| 12.2.3 パルス周期測定モード、パルス幅測定モード | 121 |
| 12.2.4 A/Dトリガモード | 123 |
| 12.3 三相モータ制御用タイマ機能..... | 125 |
| 12.3.1 位置データ保持機能..... | 136 |
| 12.3.2 三相/ポート出力切り替え機能 | 138 |
| 13. タイマS | 140 |
| 13.1 ベースタイマ | 151 |
| 13.1.1 ベースタイマリセットレジスタ | 155 |
| 13.2 割り込み動作 | 156 |
| 13.3 DMAサポート | 156 |
| 13.4 時間計測機能 | 157 |
| 13.5 波形生成機能 | 161 |
| 13.5.1 単相波形出力モード | 162 |
| 13.5.2 反転波形出力モード | 164 |
| 13.5.3 セット/リセット波形出力(SR波形出力)モード | 166 |
| 13.6 入出力ポート機能選択 | 168 |
| 13.6.1 INPC17代替入力端子の選択 | 169 |
| 13.6.2 P17/ $\overline{\text{INT5}}$ /INPC17デジタルデバウンス回路 | 169 |
| 14. シリアルI/O | 170 |
| 14.1 UARTi(i=0 ~ 2) | 170 |
| 14.1.1 クロック同期形シリアルI/Oモード | 180 |
| 14.1.2 クロック非同期形シリアルI/O(UART)モード | 188 |
| 14.1.3 特殊モード1(I ² C busモード)(UART2)..... | 196 |
| 14.1.4 特殊モード2(UART2) | 206 |
| 14.1.5 特殊モード3(IEBusモード)(UART2) | 210 |
| 14.1.6 特殊モード4(SIMモード)(UART2) | 212 |

| | |
|--|------------|
| 14.2 SI/O3、SI/O4 | 217 |
| 14.2.1 SI/Oi動作タイミング | 220 |
| 14.2.2 CLK極性選択 | 220 |
| 14.2.3 SOUTi初期出力設定機能 | 221 |
| 15. A/Dコンバータ | 222 |
| 15.1 動作モード | 228 |
| 15.1.1 単発モード | 228 |
| 15.1.2 繰り返しモード | 230 |
| 15.1.3 単掃引モード | 232 |
| 15.1.4 繰り返し掃引モード0 | 234 |
| 15.1.5 繰り返し掃引モード1 | 236 |
| 15.1.6 同時サンプル掃引モード | 238 |
| 15.1.7 遅延トリガモード0 | 241 |
| 15.1.8 遅延トリガモード1 | 247 |
| 15.2 分解能選択機能 | 253 |
| 15.3 サンプル&ホールド | 253 |
| 15.4 消費電流低減機能 | 253 |
| 15.5 A/D変換時のセンサーの出力インピーダンス | 254 |
| 16. マルチマスタI²C busインタフェース | 255 |
| 16.1 I ² C0 データシフトレジスタ(S00レジスタ) | 264 |
| 16.2 I ² C0アドレスレジスタ(S0D0レジスタ) | 264 |
| 16.3 I ² C0クロックコントロールレジスタ(S20レジスタ) | 265 |
| 16.3.1 ビット0~4: SCL 周波数制御ビット(CCR0~CCR4) | 265 |
| 16.3.2 ビット5: SCL モード指定ビット (FAST MODE) | 265 |
| 16.3.3 ビット6: ACKビット (ACKBIT) | 265 |
| 16.3.4 ビット7: ACKクロックビット(ACK-CLK) | 265 |
| 16.4 I ² C0コントロールレジスタ0(S1D0レジスタ) | 267 |
| 16.4.1 ビット0~ビット2: ビットカウンタ(BC0~BC2) | 267 |
| 16.4.2 ビット3: I ² C bus インタフェース許可ビット(ES0) | 267 |
| 16.4.3 ビット4: データフォーマット選択ビット(ALS) | 267 |
| 16.4.4 ビット6: I ² C busインタフェースリセットビット(IHR) | 267 |
| 16.4.5 ビット7: I ² C busインタフェース端子入力レベル選択ビット(TISS) | 268 |
| 16.5 I ² C0ステータスレジスタ(S10レジスタ) | 269 |
| 16.5.1 ビット0: 最終受信ビット(LRB) | 269 |
| 16.5.2 ビット1: ジェネラルコール検出フラグ(ADR0) | 269 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 16.5.3 | ビット2: スレーブアドレス比較フラグ(AAS) | 269 |
| 16.5.4 | ビット3: ア - ビトレーションロスト検出フラグ(AL) (注1) | 269 |
| 16.5.5 | ビット4: I ² C busインタフェース割り込み要求ビット(PIN) | 270 |
| 16.5.6 | ビット5: バスビジーフラグ (BB) | 270 |
| 16.5.7 | ビット6: 通信モード指定ビット0 (転送方向指定ビット: TRX) | 271 |
| 16.5.8 | ビット7: 通信モード指定ビット1 (マスタ/スレーブ指定ビット: MST) | 271 |
| 16.6 | I ² C0 コントロールレジスタ1(S3D0レジスタ) | 272 |
| 16.6.1 | ビット0: ストップコンディション検出割り込み許可ビット(SIM) | 272 |
| 16.6.2 | ビット1: データ受信完了割り込み許可ビット(WIT) | 272 |
| 16.6.3 | ビット 2,3: ポート機能切り替えビット PED, PEC | 273 |
| 16.6.6 | ウェイトモード/ストップモードでのアドレスデータ受信 | 274 |
| 16.6.4 | ビット 4,5: SDA/SCL出力論理値モニタビット SDAM /SCLM | 274 |
| 16.6.5 | ビット 6,7: I ² C bus システムクロック選択ビット ICK0, ICK1 | 274 |
| 16.7 | I ² C0 コントロールレジスタ2 (S4D0レジスタ) | 275 |
| 16.7.1 | ビット0: タイムアウト検出機能許可ビット (TOE) | 276 |
| 16.7.2 | ビット1: タイムアウト検出フラグ (TOF) | 276 |
| 16.7.3 | ビット2: タイムアウト検出時間選択ビット (TOSEL) | 276 |
| 16.7.4 | ビット 3,4,5: I ² C bus システムクロック選択ビット (ICK2 ~ ICK4) | 276 |
| 16.7.5 | ビット7: ストップコンディション検出割り込み要求ビット (SCPIN) | 276 |
| 16.8 | I ² C0 スタート/ストップコンディション制御レジスタ(S2D0レジスタ) | 277 |
| 16.8.1 | ビット0 ~ ビット4: スタート/ストップコンディション設定ビット(SSC0-SSC4) | 277 |
| 16.8.2 | ビット5: SCL/SDA割り込み端子極性選択ビット(SIP) | 277 |
| 16.8.3 | ビット6: SCL/SDA 割り込み端子選択ビット(SIS) | 277 |
| 16.8.4 | ビット7: スタート/ストップコンディション発生選択ビット(STSPSEL) | 277 |
| 16.9 | スタートコンディション発生方法 | 278 |
| 16.10 | スタートコンディション重複防止機能 | 279 |
| 16.11 | ストップコンディション発生方法 | 279 |
| 16.12 | スタート/ストップコンディション検出動作 | 281 |
| 16.13 | データ転送例 | 282 |
| 16.13.1 | マスタ送信例 | 282 |
| 16.13.2 | スレーブ受信例 | 283 |
| 16.14 | 使用上の注意事項 | 284 |
| 17. | CANモジュール | 287 |
| 17.1 | CANモジュール関連レジスタ | 288 |
| 17.1.1 | CAN0メッセージボックス | 289 |
| 17.1.2 | アクセプタンスマスクレジスタ | 291 |
| 17.1.3 | CAN SFRレジスタ | 292 |

| | |
|---|------------|
| 17.2 動作モード | 300 |
| 17.2.1 CANリセット / 初期化モード | 300 |
| 17.2.2 CAN動作モード | 301 |
| 17.2.3 CANスリープモード | 301 |
| 17.2.4 CANインターフェーススリープモード | 302 |
| 17.2.5 バスオフステート | 302 |
| 17.3 CANモジュールシステムクロックの設定 | 303 |
| 17.3.1 ビットタイミングの設定 | 303 |
| 17.3.2 転送速度 | 304 |
| 17.4 アクセプタンスフィルタ機能とマスク機能 | 305 |
| 17.5 アクセプタンスフィルタサポートユニット (ASU) | 306 |
| 17.6 Basic CANモード | 307 |
| 17.7 リターンフロムバスオフ機能 | 308 |
| 17.8 タイムスタンプカウンタとタイムスタンプ機能 | 308 |
| 17.9 リッスンオンリーモード | 308 |
| 17.10 CAN受信とCAN送信 | 309 |
| 17.10.1 受信 | 310 |
| 17.10.2 送信 | 311 |
| 17.11 CAN割り込み | 312 |
| 18. CRC演算回路 | 313 |
| 18.1 SFRアクセス監視機能 | 313 |
| 19. プログラマブル入出力ポート | 316 |
| 19.1 ポートPi方向レジスタ (PDiレジスタ $i = 0 \sim 3, 6 \sim 10$) | 316 |
| 19.2 ポートPiレジスタ (Piレジスタ $i = 0 \sim 3, 6 \sim 10$) | 316 |
| 19.3 プルアップ制御レジスタ 0 ~ 2 (PUR0 ~ PUR2レジスタ) | 316 |
| 19.4 ポート制御レジスタ(PCR レジスタ) | 316 |
| 19.5 端子割り当て制御レジスタ(PACRレジスタ) | 317 |
| 19.6 デジタルデバウンス機能 | 317 |
| 20. フラッシュメモリ版 | 330 |
| 20.1 フラッシュメモリの性能 | 330 |
| 20.1.1 ブートモード | 331 |
| 20.2 メモリ配置 | 332 |
| 20.3 フラッシュメモリ書き換え禁止機能 | 335 |
| 20.3.1 ROMコードプロテクト機能 | 335 |
| 20.3.2 IDコードチェック機能 | 335 |

| | |
|---|-----|
| 20.4 CPU書き換えモード | 337 |
| 20.4.1 EW0モード | 338 |
| 20.4.2 EW1モード | 338 |
| 20.5 レジスタの説明 | 339 |
| 20.5.1 フラッシュメモリ制御レジスタ0 (FMR0) | 339 |
| 20.5.2 フラッシュメモリ制御レジスタ 1 (FMR1) | 340 |
| 20.5.3 フラッシュメモリ制御レジスタ 4 (FMR4) | 340 |
| 20.6 CPU書き換えモードの注意事項 | 345 |
| 20.6.1 動作速度 | 345 |
| 20.6.2 使用禁止命令 | 345 |
| 20.6.3 割り込み | 345 |
| 20.6.4 アクセス方法 | 345 |
| 20.6.5 ユーザROM領域の書き換え | 345 |
| 20.6.6 DMA転送 | 346 |
| 20.6.7 コマンド、データの書き込み | 346 |
| 20.6.8 ウェイトモード | 346 |
| 20.6.9 ストップモード | 346 |
| 20.6.10 低消費電力モード、オンチップオシレータ低消費電力モード | 346 |
| 20.7 ソフトウェアコマンド | 347 |
| 20.7.1 リードアレイ コマンド(FF16) | 347 |
| 20.7.2 リードステータスレジスタ コマンド(7016) | 347 |
| 20.7.3 クリアステータスレジスタ コマンド (5016) | 347 |
| 20.7.4 プログラム コマンド (4016) | 348 |
| 20.7.5 ブロックイレーズ | 349 |
| 20.8 ステータスレジスタ | 351 |
| 20.8.1 シーケンサステータス(SR7、FMR00ビット) | 351 |
| 20.8.2 イレーズステータス(SR5、FMR07ビット) | 351 |
| 20.8.3 プログラムステータス(SR4、FMR06ビット) | 351 |
| 20.8.4 フルスステータスチェック | 352 |
| 20.9 標準シリアル入出力モード | 354 |
| 20.9.1 IDコードチェック機能 | 354 |
| 20.9.2 標準シリアル入出力モード時の端子処理例 | 358 |
| 20.10 平行入出力モード | 360 |
| 20.10.1 ROMコードプロテクト機能 | 360 |
| 20.11 CAN入出力モード | 361 |
| 20.11.1 IDコードチェック機能 | 361 |
| 20.11.2 CAN入出力モード時の端子処理例 | 365 |

| | |
|---|-----|
| 21. 電気的特性 | 366 |
| 21.1 Normalバージョン | 366 |
| 21.2 Tバージョン | 387 |
| 21.3 Vバージョン | 408 |
| 22. 使用上の注意事項 | 421 |
| 22.1 SFR | 421 |
| 22.1.1 80ピン版の注意事項 | 421 |
| 22.1.2 64ピン版の注意事項 | 421 |
| 22.1.3 レジスタ設定時の注意事項 | 421 |
| 22.2 クロック発生回路 | 422 |
| 22.2.1 PLL周波数シンセサイザ使用時 | 422 |
| 22.2.2 パワーコントロール | 423 |
| 22.3 プロテクト | 425 |
| 22.4 割り込み | 426 |
| 22.4.1 00000 ₁₆ 番地の読み出し | 426 |
| 22.4.2 SP の設定 | 426 |
| 22.4.3 NMI 割り込み | 426 |
| 22.4.4 割り込み要因の変更 | 426 |
| 22.4.5 INT 割り込み | 427 |
| 22.4.6 割り込み制御レジスタの変更 | 428 |
| 22.4.7 ウォッチドッグタイマ割り込み | 428 |
| 22.5 DMACの注意事項 | 429 |
| 22.5.1 DMAiCON レジスタのDMAE ビットへの書き込み(i=0 ~ 1) | 429 |
| 22.6 タイマの注意事項 | 430 |
| 22.6.1 タイマA | 430 |
| 22.6.2 タイマB | 433 |
| 22.6.3 三相モータ制御用タイマ機能 | 434 |
| 22.7 タイマS | 435 |
| 22.7.1 G1IRレジスタの変更 | 435 |
| 22.7.2 ICOCiICレジスタの変更 | 436 |
| 22.7.3 波形生成機能 | 436 |
| 22.7.4 IC/OCベースタイマ割り込み | 436 |
| 22.8 シリアルI/O | 437 |
| 22.8.1 クロック同期形シリアルI/Oモード | 437 |
| 22.8.2 シリアルI/O(UARTモード) | 438 |
| 22.8.3 SI/O3、SI/O4 | 438 |

| | |
|--|-----|
| 22.9 A/Dコンバータ | 439 |
| 22.10 マルチマスタI ² C bus | 441 |
| 22.10.1 S00レジスタへの書き込み | 441 |
| 22.10.2 ALフラグ | 441 |
| 22.11 CANモジュールに関する注意事項 | 442 |
| 22.11.1 C0STRレジスタ読み出し時の注意事項 | 442 |
| 22.11.2 標準ブートプログラム使用時のCANトランシーバ制御の注意事項 | 444 |
| 22.12 プログラマブル入出力ポート | 445 |
| 22.13 フラッシュメモリ版とマスクROM 版の相違点 | 446 |
| 22.14 マスクROM版 | 447 |
| 22.14.1 内部ROM領域 | 447 |
| 22.14.2 予約ビット | 447 |
| 22.15 フラッシュメモリ版 | 448 |
| 22.15.1 フラッシュメモリ書き換え禁止機能 | 448 |
| 22.15.2 ストップモード | 448 |
| 22.15.3 ウェイトモード | 448 |
| 22.15.4 低消費電力モード、オンチップオシレータ低消費電力モード | 448 |
| 22.15.5 コマンド、データの書き込み | 448 |
| 22.15.6 プログラムコマンド | 448 |
| 22.15.7 動作速度 | 448 |
| 22.15.8 使用禁止命令 | 448 |
| 22.15.9 割り込み | 449 |
| 22.15.10 アクセス方法 | 449 |
| 22.15.11 ユーザROM 領域の書き換え | 449 |
| 22.15.12 DMA 転送 | 449 |
| 22.15.13 プログラム、イレーズ回数と実行時間について | 449 |
| 22.15.14 プログラム、イレーズ回数の定義 | 450 |
| 22.15.15 多数回の書き換えを実施するシステムについて (製品コード: U7, U9(Normal-ver.)、U7(T-ver./V-ver.)) | 450 |
| 22.15.16 ブートモードの注意事項 | 450 |
| 22.16 ノイズ | 451 |
| 22.17 デバイスの取り扱いに関する注意 | 452 |

| | |
|--|-----|
| 付録1. 外形寸法図 | 453 |
| 付録2. 機能相違点 | 454 |
| 付録2.1 M16C/28グループとM16C/29グループの機能相違点(Normal-ver.) | 454 |
| 付録2.2 M16C/28グループとM16C/29グループの機能相違点(T-ver./V-ver.) | 455 |
| 索引 | 456 |

番地別ページ早見表

| 番地 | レジスタ | シンボル | ページ |
|--------------------|--------------------|--------|-----|
| 0000 ₁₆ | | | |
| 0001 ₁₆ | | | |
| 0002 ₁₆ | | | |
| 0003 ₁₆ | | | |
| 0004 ₁₆ | プロセッサモードレジスタ0 | PM0 | 44 |
| 0005 ₁₆ | プロセッサモードレジスタ1 | PM1 | 44 |
| 0006 ₁₆ | システムクロック制御レジスタ0 | CM0 | 49 |
| 0007 ₁₆ | システムクロック制御レジスタ1 | CM1 | 50 |
| 0008 ₁₆ | | | |
| 0009 ₁₆ | アドレス一致割り込み許可レジスタ | AIER | 88 |
| 000A ₁₆ | プロテクトレジスタ | PRCR | 69 |
| 000B ₁₆ | | | |
| 000C ₁₆ | 発振停止検出レジスタ | CM2 | 51 |
| 000D ₁₆ | | | |
| 000E ₁₆ | ウォッチドッグタイマスタートレジスタ | WDTS | 90 |
| 000F ₁₆ | ウォッチドッグタイマ制御レジスタ | WDC | 90 |
| 0010 ₁₆ | | | |
| 0011 ₁₆ | アドレス一致割り込みレジスタ0 | RMAD0 | 88 |
| 0012 ₁₆ | | | |
| 0013 ₁₆ | | | |
| 0014 ₁₆ | | | |
| 0015 ₁₆ | アドレス一致割り込みレジスタ1 | RMAD1 | 88 |
| 0016 ₁₆ | | | |
| 0017 ₁₆ | | | |
| 0018 ₁₆ | | | |
| 0019 ₁₆ | 電圧検出レジスタ1 | VCR1 | 41 |
| 001A ₁₆ | 電圧検出レジスタ2 | VCR2 | 41 |
| 001B ₁₆ | | | |
| 001C ₁₆ | PLL制御レジスタ0 | PLC0 | 53 |
| 001D ₁₆ | | | |
| 001E ₁₆ | プロセッサモードレジスタ2 | PM2 | 52 |
| 001F ₁₆ | 電圧低下検出割り込みレジスタ | D4INT | 42 |
| 0020 ₁₆ | | | |
| 0021 ₁₆ | DMA0ソースポインタ | SAR0 | 95 |
| 0022 ₁₆ | | | |
| 0023 ₁₆ | | | |
| 0024 ₁₆ | | | |
| 0025 ₁₆ | DMA0ディスティネーションポインタ | DAR0 | 95 |
| 0036 ₁₆ | | | |
| 0032 ₁₆ | | | |
| 0028 ₁₆ | | | |
| 0029 ₁₆ | DMA0転送カウンタ | TCR0 | 95 |
| 002A ₁₆ | | | |
| 002B ₁₆ | | | |
| 002C ₁₆ | DMA0制御レジスタ | DM0CON | 94 |
| 002D ₁₆ | | | |
| 002E ₁₆ | | | |
| 002F ₁₆ | | | |
| 0030 ₁₆ | | | |
| 0031 ₁₆ | DMA1ソースポインタ | SAR1 | 95 |
| 0032 ₁₆ | | | |
| 0033 ₁₆ | | | |
| 0034 ₁₆ | | | |
| 0035 ₁₆ | DMA1ディスティネーションポインタ | DAR1 | 95 |
| 0036 ₁₆ | | | |
| 0037 ₁₆ | | | |
| 0038 ₁₆ | | | |
| 0039 ₁₆ | DMA1転送カウンタ | TCR1 | 95 |
| 003A ₁₆ | | | |
| 003B ₁₆ | | | |
| 003C ₁₆ | DMA1制御レジスタ | DM1CON | 94 |
| 003D ₁₆ | | | |
| 003E ₁₆ | | | |
| 003F ₁₆ | | | |

注：空欄は予約領域です。アクセスしないでください。

| 番地 | レジスタ | シンボル | ページ |
|--------------------|-------------------------|----------|-----|
| 0040 ₁₆ | | | |
| 0041 ₁₆ | CAN0 ウェイクアップ割り込み制御レジスタ | C01WKIC | 76 |
| 0042 ₁₆ | CAN0受信完了割り込み制御レジスタ | C0RECIC | 76 |
| 0043 ₁₆ | CAN0送信完了割り込み制御レジスタ | C0TRMIC | 76 |
| 0044 ₁₆ | INT3割り込み制御レジスタ | INT3IC | 76 |
| 0045 ₁₆ | IC/OC0割り込み制御レジスタ | ICOC0IC | 76 |
| 0046 ₁₆ | IC/OC1割り込み制御レジスタ | ICOC1IC | 76 |
| | PC busインタフェース割り込み制御レジスタ | IICIC | |
| 0047 ₁₆ | IC/OCベースタイマ割り込み制御レジスタ | BTIC | 76 |
| | SCLSDA割り込み制御レジスタ | SCLDAIC | |
| 0048 ₁₆ | SI/O4割り込み制御レジスタ | S4IC, | 76 |
| | INT5割り込み制御レジスタ | INT5IC | |
| 0049 ₁₆ | SI/O3割り込み制御レジスタ, | S3IC, | 76 |
| | INT4割り込み制御レジスタ | INT4IC | |
| 004A ₁₆ | UART2バス衝突検出割り込み制御レジスタ | BCNIC | 76 |
| 004B ₁₆ | DMA0割り込み制御レジスタ | DM0IC | 76 |
| 004C ₁₆ | DMA1割り込み制御レジスタ | DM1IC | 76 |
| 004D ₁₆ | CAN0ステート、エラー割り込み制御レジスタ | C01ERRIC | 76 |
| 004E ₁₆ | キー入力割り込み制御レジスタ | KUPIC | 74 |
| | A/D変換割り込み制御レジスタ | ADIC | |
| 004F ₁₆ | UART2送信割り込み制御レジスタ | S2TIC | 76 |
| 0050 ₁₆ | UART2受信割り込み制御レジスタ | S2RIC | 76 |
| 0051 ₁₆ | UART0送信割り込み制御レジスタ | S0TIC | 76 |
| 0052 ₁₆ | UART0受信割り込み制御レジスタ | S0RIC | 76 |
| 0053 ₁₆ | UART1送信割り込み制御レジスタ | S1TIC | 76 |
| 0054 ₁₆ | UART1受信割り込み制御レジスタ | S1RIC | 76 |
| 0055 ₁₆ | タイマA0割り込み制御レジスタ | TA0IC | 76 |
| 0056 ₁₆ | タイマA1割り込み制御レジスタ | TA1IC | 76 |
| 0057 ₁₆ | タイマA2割り込み制御レジスタ | TA2IC | 76 |
| 0058 ₁₆ | タイマA3割り込み制御レジスタ | TA3IC | 76 |
| 0059 ₁₆ | タイマA4割り込み制御レジスタ | TA4IC | 76 |
| 005A ₁₆ | タイマB0割り込み制御レジスタ | TB0IC | 76 |
| 005B ₁₆ | タイマB1割り込み制御レジスタ | TB1IC | 76 |
| 005C ₁₆ | タイマB2割り込み制御レジスタ | TB2IC | 76 |
| 005D ₁₆ | INT0割り込み制御レジスタ | INT0IC | 76 |
| 005E ₁₆ | INT1割り込み制御レジスタ | INT1IC | 76 |
| 005F ₁₆ | INT2割り込み制御レジスタ | INT2IC | 76 |
| 0060 ₁₆ | | | |
| 0061 ₁₆ | | | |
| 0062 ₁₆ | | | |
| 0063 ₁₆ | CAN0スロット0: 識別子/DLC | | 289 |
| 0064 ₁₆ | | | |
| 0065 ₁₆ | | | |
| 0066 ₁₆ | | | |
| 0067 ₁₆ | | | |
| 0068 ₁₆ | | | |
| 0069 ₁₆ | | | |
| 006A ₁₆ | CAN0スロット 0: データフィールド | | 289 |
| 006B ₁₆ | | | |
| 006C ₁₆ | | | |
| 006D ₁₆ | | | |
| 006E ₁₆ | | | |
| 006F ₁₆ | CAN0スロット 0: タイムスタンプ | | 289 |
| 0070 ₁₆ | | | |
| 0071 ₁₆ | | | |
| 0072 ₁₆ | | | |
| 0073 ₁₆ | CAN0スロット 1: 識別子 / DLC | | 289 |
| 0074 ₁₆ | | | |
| 0075 ₁₆ | | | |
| 0076 ₁₆ | | | |
| 0077 ₁₆ | | | |
| 0078 ₁₆ | | | |
| 0084 ₁₆ | | | |
| 007A ₁₆ | CAN0 スロット 1: データフィールド | | 289 |
| 007B ₁₆ | | | |
| 007C ₁₆ | | | |
| 007D ₁₆ | | | |
| 007E ₁₆ | | | |
| 007F ₁₆ | CAN0 スロット 1: タイムスタンプ | | 289 |

番地別ページ早見表

| 番地 | レジスタ | シンボル | ページ | 番地 | レジスタ | シンボル | ページ |
|--|----------------------|------|-----|--|----------------------|------|-----|
| 0080 ₁₆ 0081 ₁₆ 0082 ₁₆ 0083 ₁₆ 0084 ₁₆ 0085 ₁₆ | CAN0スロット2: 識別子/ DLC | | 289 | 00C0 ₁₆ 00C1 ₁₆ 00C2 ₁₆ 00C3 ₁₆ 00C4 ₁₆ 00C5 ₁₆ | CAN0スロット6: 識別子/ DLC | | 289 |
| 0086 ₁₆ 0087 ₁₆ 0088 ₁₆ 0089 ₁₆ 008A ₁₆ 008B ₁₆ 008C ₁₆ 008D ₁₆ | CAN0スロット2: データフィールド | | 289 | 00C6 ₁₆ 00C7 ₁₆ 00C8 ₁₆ 00C9 ₁₆ 00CA ₁₆ 00CB ₁₆ 00CC ₁₆ 00CD ₁₆ | CAN0スロット6: データフィールド | | 289 |
| 008E ₁₆ 008F ₁₆ | CAN0スロット2: タイムスタンプ | | 289 | 00CE ₁₆ 00CF ₁₆ | CAN0スロット6: タイムスタンプ | | 289 |
| 0090 ₁₆ 0091 ₁₆ 0092 ₁₆ 0093 ₁₆ 0094 ₁₆ 0095 ₁₆ | CAN0スロット3: 識別子/ DLC | | 289 | 00D0 ₁₆ 00D1 ₁₆ 00D2 ₁₆ 00D3 ₁₆ 00D4 ₁₆ 00D5 ₁₆ | CAN0スロット7: 識別子/ DLC | | 289 |
| 0096 ₁₆ 0097 ₁₆ 0098 ₁₆ 0099 ₁₆ 009A ₁₆ 009B ₁₆ 009C ₁₆ 009D ₁₆ | CAN0スロット3: データフィールド | | 289 | 00D6 ₁₆ 00D7 ₁₆ 00D8 ₁₆ 00D9 ₁₆ 00DA ₁₆ 00DB ₁₆ 00DC ₁₆ 00DD ₁₆ | CAN0スロット7: データフィールド | | 289 |
| 009E ₁₆ 009F ₁₆ | CAN0スロット3: タイムスタンプ | | 289 | 00DE ₁₆ 00DF ₁₆ | CAN0スロット7: タイムスタンプ | | 289 |
| 00A0 ₁₆ 00A1 ₁₆ 00A2 ₁₆ 00A3 ₁₆ 00A4 ₁₆ 00A5 ₁₆ | CAN0スロット4 : 識別子/ DLC | | 289 | 00E0 ₁₆ 00E1 ₁₆ 00E2 ₁₆ 00E3 ₁₆ 00E4 ₁₆ 00E5 ₁₆ | CAN0スロット8 : 識別子/ DLC | | 289 |
| 00A6 ₁₆ 00A7 ₁₆ 00A8 ₁₆ 00A9 ₁₆ 00AA ₁₆ 00AB ₁₆ 00AC ₁₆ 00AD ₁₆ | CAN0スロット4 : データフィールド | | 289 | 00E6 ₁₆ 00E7 ₁₆ 00E8 ₁₆ 00E9 ₁₆ 00EA ₁₆ 00EB ₁₆ 00EC ₁₆ 00ED ₁₆ | CAN0スロット8 : データフィールド | | 289 |
| 00AE ₁₆ 00AF ₁₆ | CAN0スロット4 : タイムスタンプ | | 289 | 00EE ₁₆ 00EF ₁₆ | CAN0スロット8 : タイムスタンプ | | 289 |
| 00B0 ₁₆ 00B1 ₁₆ 00B2 ₁₆ 00B3 ₁₆ 00B4 ₁₆ 00B5 ₁₆ | CAN0スロット5 : 識別子/ DLC | | 289 | 00F0 ₁₆ 00F1 ₁₆ 00F2 ₁₆ 00F3 ₁₆ 00F4 ₁₆ 00F5 ₁₆ | CAN0スロット9 : 識別子/ DLC | | 289 |
| 00B6 ₁₆ 00B7 ₁₆ 00B8 ₁₆ 00B9 ₁₆ 00BA ₁₆ 00BB ₁₆ 00BC ₁₆ 00BD ₁₆ | CAN0スロット5 : データフィールド | | 289 | 00F6 ₁₆ 00F7 ₁₆ 00F8 ₁₆ 00F9 ₁₆ 00FA ₁₆ 00FB ₁₆ 00FC ₁₆ 00FD ₁₆ | CAN0スロット9 : データフィールド | | 289 |
| 00BE ₁₆ 00BF ₁₆ | CAN0スロット5 : タイムスタンプ | | 289 | 00FE ₁₆ 00FF ₁₆ | CAN0スロット9 : タイムスタンプ | | 289 |

番地別ページ早見表

| 番地 | レジスタ | シンボル | ページ |
|--|-----------------------|------|-----|
| 0100 ₁₆ 0101 ₁₆ 0102 ₁₆ 0103 ₁₆ 0104 ₁₆ 0105 ₁₆ | CAN0スロット10: 識別子 / DLC | | 289 |
| 0106 ₁₆ 0107 ₁₆ 0108 ₁₆ 0109 ₁₆ 010A ₁₆ 010B ₁₆ 010C ₁₆ 010D ₁₆ | CAN0スロット 10: データフィールド | | 289 |
| 010E ₁₆ 010F ₁₆ | CAN0スロット10: タイムスタンプ | | 289 |
| 0110 ₁₆ 0111 ₁₆ 0112 ₁₆ 0113 ₁₆ 0114 ₁₆ 0115 ₁₆ | CAN0スロット11: 識別子 / DLC | | 289 |
| 0116 ₁₆ 0117 ₁₆ 0118 ₁₆ 0119 ₁₆ 011A ₁₆ 011B ₁₆ 011C ₁₆ 011D ₁₆ | CAN0スロット 11: データフィールド | | 289 |
| 011E ₁₆ 011F ₁₆ | CAN0スロット11: タイムスタンプ | | 289 |
| 0120 ₁₆ 0121 ₁₆ 0122 ₁₆ 0123 ₁₆ 0124 ₁₆ 0125 ₁₆ | CAN0スロット12:識別子 / DLC | | 289 |
| 0126 ₁₆ 0127 ₁₆ 0128 ₁₆ 0129 ₁₆ 012A ₁₆ 012B ₁₆ 012C ₁₆ 012D ₁₆ | CAN0スロット 12: データフィールド | | 289 |
| 012E ₁₆ 012F ₁₆ | CAN0スロット12: タイムスタンプ | | 289 |
| 0130 ₁₆ 0131 ₁₆ 0132 ₁₆ 0133 ₁₆ 0134 ₁₆ 0135 ₁₆ | CAN0スロット13:識別子 / DLC | | 289 |
| 0136 ₁₆ 0137 ₁₆ 0138 ₁₆ 0139 ₁₆ 013A ₁₆ 013B ₁₆ 013C ₁₆ 013D ₁₆ | CAN0スロット 13: データフィールド | | 289 |
| 013E ₁₆ 013F ₁₆ | CAN0スロット13: タイムスタンプ | | 289 |

| 番地 | レジスタ | シンボル | ページ |
|--|-----------------------|--------|-----|
| 0140 ₁₆ 0141 ₁₆ 0142 ₁₆ 0143 ₁₆ 0144 ₁₆ 0145 ₁₆ | CAN0スロット14:識別子 / DLC | | 289 |
| 0146 ₁₆ 0147 ₁₆ 0148 ₁₆ 0149 ₁₆ 014A ₁₆ 014B ₁₆ 014C ₁₆ 014D ₁₆ | CAN0スロット 14: データフィールド | | 289 |
| 014E ₁₆ 014F ₁₆ | CAN0スロット14: タイムスタンプ | | 289 |
| 0150 ₁₆ 0151 ₁₆ 0152 ₁₆ 0153 ₁₆ 0154 ₁₆ 0155 ₁₆ | CAN0スロット15:識別子 / DLC | | 289 |
| 0156 ₁₆ 0157 ₁₆ 0158 ₁₆ 0159 ₁₆ 015A ₁₆ 015B ₁₆ 015C ₁₆ 015D ₁₆ | CAN0スロット 15: データフィールド | | 289 |
| 015E ₁₆ 015F ₁₆ | CAN0スロット15: タイムスタンプ | | 289 |
| 0160 ₁₆ 0161 ₁₆ 0162 ₁₆ 0163 ₁₆ 0164 ₁₆ 0165 ₁₆ | CAN0グローバルマスクレジスタ | COGMR | 291 |
| 0166 ₁₆ 0167 ₁₆ 0168 ₁₆ 0169 ₁₆ 016A ₁₆ 016B ₁₆ | CAN0ローカルマスクA レジスタ | COLMAR | 291 |
| 016C ₁₆ 016D ₁₆ 016E ₁₆ 016F ₁₆ 0170 ₁₆ 0171 ₁₆ | CAN0ローカルマスクB レジスタ | COLMBR | 291 |
| 0172 ₁₆ | | | |
| 0173 ₁₆ | | | |
| 0174 ₁₆ | | | |
| 0175 ₁₆ | | | |
| 0176 ₁₆ | | | |
| 0177 ₁₆ | | | |
| 0178 ₁₆ | | | |
| 0179 ₁₆ | | | |
| 017A ₁₆ | | | |
| 017B ₁₆ | | | |
| 017C ₁₆ | | | |
| 017D ₁₆ | | | |
| 017E ₁₆ | | | |
| 017F ₁₆ | | | |

注：空欄は予約領域です。アクセスしないでください。

番地別ページ早見表

| 番地 | レジスタ | シンボル | ページ |
|--------------------|-----------------------|----------|-----|
| 0180 ₁₆ | | | |
| 0181 ₁₆ | | | |
| 01B0 ₁₆ | | | |
| 01B1 ₁₆ | | | |
| 01B2 ₁₆ | | | |
| 01B3 ₁₆ | フラッシュメモリ制御レジスタ 4 (注1) | FMR4 | 342 |
| 01B4 ₁₆ | | | |
| 01B5 ₁₆ | フラッシュメモリ制御レジスタ 1 (注1) | FMR1 | 341 |
| 01B6 ₁₆ | | | |
| 01B7 ₁₆ | フラッシュメモリ制御レジスタ 0 (注1) | FMR0 | 341 |
| 01B8 ₁₆ | | | |
| 01B9 ₁₆ | | | |
| 01BA ₁₆ | | | |
| 01BB ₁₆ | | | |
| 01BC ₁₆ | | | |
| 01BD ₁₆ | | | |
| 01BE ₁₆ | | | |
| 01BF ₁₆ | | | |
| 0200 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ0 | COMCTL0 | 292 |
| 0201 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ1 | COMCTL1 | 292 |
| 0202 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ2 | COMCTL2 | 292 |
| 0203 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ3 | COMCTL3 | 292 |
| 0204 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ4 | COMCTL4 | 292 |
| 0205 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ5 | COMCTL5 | 292 |
| 0206 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ6 | COMCTL6 | 292 |
| 0207 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ7 | COMCTL7 | 292 |
| 0208 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ8 | COMCTL8 | 292 |
| 0209 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ9 | COMCTL9 | 292 |
| 020A ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ10 | COMCTL10 | 292 |
| 020B ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ11 | COMCTL11 | 292 |
| 020C ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ12 | COMCTL12 | 292 |
| 020D ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ13 | COMCTL13 | 292 |
| 020E ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ14 | COMCTL14 | 292 |
| 020F ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ15 | COMCTL15 | 292 |
| 0210 ₁₆ | CAN0制御レジスタ | C0CTLR | 293 |
| 0211 ₁₆ | | | |
| 0212 ₁₆ | CAN0ステータスレジスタ | C0STR | 294 |
| 0213 ₁₆ | | | |
| 0214 ₁₆ | CAN0スロットステータスレジスタ | C0SSTR | 295 |
| 0215 ₁₆ | | | |
| 0216 ₁₆ | CAN0割り込み制御レジスタ | C0ICR | 296 |
| 0217 ₁₆ | | | |
| 0218 ₁₆ | CAN0拡張 IDレジスタ | C0IDR | 296 |
| 0219 ₁₆ | | | |
| 021A ₁₆ | CAN0バスタイミング制御レジスタ | C0CONR | 297 |
| 021B ₁₆ | | | |
| 021C ₁₆ | CAN0受信エラーカウンタレジスタ | C0RECR | 298 |
| 021D ₁₆ | CAN0送信エラーカウンタレジスタ | C0TECR | 298 |
| 021E ₁₆ | CAN0タイムスタンプレジスタ | C0TSR | 299 |
| 021F ₁₆ | | | |
| 023E ₁₆ | | | |
| 023F ₁₆ | | | |

注 1: このレジスタは、フラッシュメモリ版にあります。
 注 2: 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。

| 番地 | レジスタ | シンボル | ページ |
|--------------------|---|-------|---------|
| 0240 ₁₆ | | | |
| 0241 ₁₆ | | | |
| 0242 ₁₆ | CAN0アクセプタンスフィルタサポートレジスタ | COAFS | 299 |
| 0243 ₁₆ | | | |
| 0244 ₁₆ | | | |
| 0245 ₁₆ | | | |
| 0246 ₁₆ | | | |
| 0247 ₁₆ | | | |
| 0248 ₁₆ | | | |
| 0249 ₁₆ | | | |
| 024A ₁₆ | | | |
| 024B ₁₆ | | | |
| 024C ₁₆ | | | |
| 024D ₁₆ | | | |
| 024E ₁₆ | | | |
| 024F ₁₆ | | | |
| 0250 ₁₆ | | | |
| 0251 ₁₆ | | | |
| 0252 ₁₆ | | | |
| 0253 ₁₆ | | | |
| 0254 ₁₆ | | | |
| 0255 ₁₆ | | | |
| 0256 ₁₆ | | | |
| 0257 ₁₆ | | | |
| 0258 ₁₆ | | | |
| 0259 ₁₆ | | | |
| 025A ₁₆ | 三相プロテクトレジスタ | TPRC | 139 |
| 025B ₁₆ | | | |
| 025C ₁₆ | オンチップオシレータ制御レジスタ | ROCR | 50 |
| 025D ₁₆ | 端子割り当て制御レジスタ | PACR | 177.326 |
| 025E ₁₆ | 周辺クロック選択レジスタ | PCLKR | 52 |
| 025F ₁₆ | CAN0 クロック選択レジスタ | CCLKR | 53 |
| 02E0 ₁₆ | I ² C0データシフトレジスタ | S00 | 258 |
| 02E1 ₁₆ | | | |
| 02E2 ₁₆ | I ² C0 アドレスレジスタ | S0D0 | 257 |
| 02E3 ₁₆ | I ² C0制御レジスタ 0 | S1D0 | 259 |
| 02E4 ₁₆ | I ² C0 クロック制御レジスタ | S20 | 258 |
| 02E5 ₁₆ | I ² C0スタート/ストップコンディション制御レジスタ | S2D0 | 263 |
| 02E6 ₁₆ | I ² C0制御レジスタ 1 | S3D0 | 261 |
| 02E7 ₁₆ | I ² C0制御レジスタ 2 | S4D0 | 262 |
| 02E8 ₁₆ | I ² C0 ステータスレジスタ | S10 | 260 |
| 02E9 ₁₆ | | | |
| 02EA ₁₆ | | | |
| 02FE ₁₆ | | | |
| 02FF ₁₆ | | | |

番地別ページ早見表

| 番地 | レジスタ | シンボル | ページ |
|--------------------|-------------------|--------------|---------|
| 0300 ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ 0 | G1TM0, G1PO0 | 146,147 |
| 0301 ₁₆ | | | |
| 0302 ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ 1 | G1TM1, G1PO1 | 146,147 |
| 0303 ₁₆ | | | |
| 0304 ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ 2 | G1TM2, G1PO2 | 146,147 |
| 0305 ₁₆ | | | |
| 0306 ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ 3 | G1TM3, G1PO3 | 146,147 |
| 0307 ₁₆ | | | |
| 0308 ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ 4 | G1TM4, G1PO4 | 146,147 |
| 0309 ₁₆ | | | |
| 030A ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ 5 | G1TM5, G1PO5 | 146,147 |
| 030B ₁₆ | | | |
| 030C ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ 6 | G1TM6, G1PO6 | 146,147 |
| 030D ₁₆ | | | |
| 030E ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ 7 | G1TM7, G1PO7 | 146,147 |
| 030F ₁₆ | | | |
| 0310 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ 0 | G1POCR0 | 146 |
| 0311 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ 1 | G1POCR1 | 146 |
| 0312 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ 2 | G1POCR2 | 146 |
| 0313 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ 3 | G1POCR3 | 146 |
| 0314 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ 4 | G1POCR4 | 146 |
| 0315 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ 5 | G1POCR5 | 146 |
| 0316 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ 6 | G1POCR6 | 146 |
| 0317 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ 7 | G1POCR7 | 146 |
| 0318 ₁₆ | 時間計測制御レジスタ 0 | G1TMCR0 | 145 |
| 0319 ₁₆ | 時間計測制御レジスタ 1 | G1TMCR1 | 145 |
| 031A ₁₆ | 時間計測制御レジスタ 2 | G1TMCR2 | 145 |
| 031B ₁₆ | 時間計測制御レジスタ 3 | G1TMCR3 | 145 |
| 031C ₁₆ | 時間計測制御レジスタ 4 | G1TMCR4 | 145 |
| 031D ₁₆ | 時間計測制御レジスタ 5 | G1TMCR5 | 145 |
| 031E ₁₆ | 時間計測制御レジスタ 6 | G1TMCR6 | 145 |
| 031F ₁₆ | 時間計測制御レジスタ 7 | G1TMCR7 | 145 |
| 0320 ₁₆ | ベースタイムレジスタ | G1BT | 142 |
| 0321 ₁₆ | | | |
| 0322 ₁₆ | ベースタイム制御レジスタ0 | G1BCR0 | 142 |
| 0323 ₁₆ | ベースタイム制御レジスタ1 | G1BCR1 | 143 |
| 0324 ₁₆ | 時間計測プリスケアラレジスタ6 | G1TPR6 | 145 |
| 0325 ₁₆ | 時間計測プリスケアラレジスタ7 | G1TPR7 | 145 |
| 0326 ₁₆ | 機能許可レジスタ | G1FE | 148 |
| 0327 ₁₆ | 機能選択レジスタ | G1FS | 148 |
| 0328 ₁₆ | ベースタイムリセットレジスタ | G1BTRR | 144 |
| 0329 ₁₆ | | | |
| 032A ₁₆ | カウントソース分周レジスタ | G1DV | 143 |
| 032B ₁₆ | | | |
| 032C ₁₆ | | | |
| 032D ₁₆ | | | |
| 032E ₁₆ | | | |
| 032F ₁₆ | | | |
| 0330 ₁₆ | 割り込み要求レジスタ | G1IR | 149 |
| 0331 ₁₆ | 割り込み許可レジスタ 0 | G1IE0 | 150 |
| 0332 ₁₆ | 割り込み許可レジスタ 1 | G1IE1 | 150 |
| 0333 ₁₆ | | | |
| 0334 ₁₆ | | | |
| 0335 ₁₆ | | | |
| 0336 ₁₆ | | | |
| 0337 ₁₆ | | | |
| 0338 ₁₆ | | | |
| 0339 ₁₆ | | | |
| 033A ₁₆ | | | |
| 033B ₁₆ | | | |
| 033C ₁₆ | | | |
| 033D ₁₆ | | | |
| 033E ₁₆ | NMIデジタルデバウンスレジスタ | NDDR | 327 |
| 033F ₁₆ | P17 デジタルデバウンスレジスタ | P17DDR | 327 |

| 番地 | レジスタ | シンボル | ページ |
|--------------------|-----------------------|--------|-------|
| 0340 ₁₆ | | | |
| 0341 ₁₆ | | | |
| 0342 ₁₆ | タイマ A1-1レジスタ | TA11 | 130 |
| 0343 ₁₆ | | | |
| 0344 ₁₆ | タイマ A2-1レジスタ | TA21 | 130 |
| 0345 ₁₆ | | | |
| 0346 ₁₆ | タイマ A4-1レジスタ | TA41 | 130 |
| 0347 ₁₆ | | | |
| 0348 ₁₆ | 三相PWM制御レジスタ 0 | INVC0 | 127 |
| 0349 ₁₆ | 三相PWM制御レジスタ 1 | INVC1 | 128 |
| 034A ₁₆ | 三相バッファレジスタ 0 | IDB0 | 129 |
| 034B ₁₆ | 三相出力バッファレジスタ 1 | IDB1 | 129 |
| 034C ₁₆ | 短絡防止タイマ | DTT | 129 |
| 034D ₁₆ | タイマ B2 割り込み発生頻度設定カウンタ | ICTB2 | 129 |
| 034E ₁₆ | 位置データ保持機能制御レジスタ | PDRF | 137 |
| 034F ₁₆ | | | |
| 0350 ₁₆ | | | |
| 0351 ₁₆ | | | |
| 0352 ₁₆ | | | |
| 0353 ₁₆ | | | |
| 0354 ₁₆ | | | |
| 0355 ₁₆ | | | |
| 0356 ₁₆ | | | |
| 0357 ₁₆ | | | |
| 0358 ₁₆ | ポート機能制御レジスタ | PF CR | 139 |
| 0359 ₁₆ | | | |
| 035A ₁₆ | | | |
| 035B ₁₆ | | | |
| 035C ₁₆ | | | |
| 035D ₁₆ | | | |
| 035E ₁₆ | 割り込み要求要因選択レジスタ 2 | IFSR2A | 77 |
| 035F ₁₆ | 割り込み要求要因選択レジスタ | IFSR | 77,85 |
| 0360 ₁₆ | SI/O3 送受信レジスタ | S3TRR | 218 |
| 0361 ₁₆ | | | |
| 0362 ₁₆ | SI/O3制御レジスタ | S3C | 218 |
| 0363 ₁₆ | SI/O3転送速度レジスタ | S3BRG | 218 |
| 0364 ₁₆ | SI/O4 送受信レジスタ | S4TRR | 218 |
| 0365 ₁₆ | | | |
| 0366 ₁₆ | SI/O4制御レジスタ | S4C | 218 |
| 0367 ₁₆ | SI/O4転送速度レジスタ | S4BRG | 218 |
| 0368 ₁₆ | | | |
| 0369 ₁₆ | | | |
| 036A ₁₆ | | | |
| 036B ₁₆ | | | |
| 036C ₁₆ | | | |
| 036D ₁₆ | | | |
| 036E ₁₆ | | | |
| 036F ₁₆ | | | |
| 0370 ₁₆ | | | |
| 0371 ₁₆ | | | |
| 0372 ₁₆ | | | |
| 0373 ₁₆ | | | |
| 0374 ₁₆ | UART2 特殊モードレジスタ 4 | U2SMR4 | 179 |
| 0375 ₁₆ | UART2 特殊モードレジスタ 3 | U2SMR3 | 179 |
| 0376 ₁₆ | UART2 特殊モードレジスタ 2 | U2SMR2 | 178 |
| 0377 ₁₆ | UART2 特殊モードレジスタ | U2SMR | 178 |
| 0378 ₁₆ | UART2 送受信モードレジスタ | U2MR | 175 |
| 0379 ₁₆ | UART2転送速度レジスタ | U2BRG | 174 |
| 037A ₁₆ | | | |
| 037B ₁₆ | UART2送信バッファレジスタ | U2TB | 174 |
| 037C ₁₆ | UART2 送受信制御レジスタ 0 | U2C0 | 176 |
| 037D ₁₆ | UART2 送受信制御レジスタ 1 | U2C1 | 177 |
| 037E ₁₆ | | | |
| 037F ₁₆ | UART2受信バッファレジスタ | U2RB | 174 |

注 1: 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。

番地別ページ早見表

| 番地 | レジスタ | シンボル | ページ |
|--|--------------------|--------|---------------|
| 0380 ₁₆ | カウント開始フラグ | TABSR | 104, 118, 132 |
| 0381 ₁₆ | 時計プリスケアラリセットフラグ | CPSRF | 105,118 |
| 0382 ₁₆ | ワンショットスタートフラグ | ONSF | 105 |
| 0383 ₁₆ | トリガ選択レジスタ | TRGSR | 105,132 |
| 0384 ₁₆ | アップダウンフラグ | UDF | 104 |
| 0385 ₁₆ | | | |
| 0386 ₁₆ 0390 ₁₆ | タイマ A0レジスタ | TA0 | 104 |
| 0391 ₁₆ 0394 ₁₆ | タイマ A1レジスタ | TA1 | 104 |
| 038A ₁₆ 038B ₁₆ | タイマ A2レジスタ | TA2 | 104 |
| 038C ₁₆ 038D ₁₆ | タイマ A3レジスタ | TA3 | 104 |
| 038E ₁₆ 038F ₁₆ | タイマ A4レジスタ | TA4 | 104 |
| 0390 ₁₆ 039121 | タイマ B0レジスタ | TB0 | 118 |
| 0390 ₁₆ 0391 ₁₆ | タイマ B1レジスタ | TB1 | 118 |
| 0394 ₁₆ 0395 ₁₆ | タイマ B2レジスタ | TB2 | 118 |
| 0396 ₁₆ | タイマ A0 モードレジスタ | TA0MR | 103 |
| 0397 ₁₆ | タイマ A1 モードレジスタ | TA1MR | 133 |
| 0398 ₁₆ | タイマ A2 モードレジスタ | TA2MR | 133 |
| 0399 ₁₆ | タイマ A3 モードレジスタ | TA3MR | 103 |
| 039A ₁₆ | タイマ A4 モードレジスタ | TA4MR | 133 |
| 039B ₁₆ | タイマ B0 モードレジスタ | TB0MR | 117 |
| 039C ₁₆ | タイマ B1 モードレジスタ | TB1MR | 117 |
| 039D ₁₆ | タイマ B2 モードレジスタ | TB2MR | 117 |
| 039E ₁₆ | タイマ B2 特殊モードレジスタ | TB2SC | 131,133 |
| 039F ₁₆ | | | |
| 03A0 ₁₆ | UART0 送受信 モードレジスタ | U0MR | 175 |
| 03A121 | UART0 転送速度レジスタ | U0BRG | 174 |
| 03A2 ₁₆ 03A3 ₁₆ | UART0 送信 バッファレジスタ | U0TB | 174 |
| 03A4 ₁₆ | UART0 送受信 制御レジスタ 0 | U0C0 | 176 |
| 03A5 ₁₆ | UART0 送受信 制御レジスタ 1 | U0C1 | 177 |
| 03A6 ₁₆ 03A7 ₁₆ | UART0 受信 バッファレジスタ | U0RB | 174 |
| 03A8 ₁₆ | UART1 送受信 モードレジスタ | U1MR | 175 |
| 03A9 ₁₆ | UART1 転送速度レジスタ | U1BRG | 174 |
| 03AA ₁₆ 03AB ₁₆ | UART1 送信 バッファレジスタ | U1TB | 174 |
| 03AC ₁₆ | UART1 送受信 制御レジスタ 0 | U1C0 | 176 |
| 03AD ₁₆ | UART1 送受信 制御レジスタ 1 | U1C1 | 177 |
| 03AE ₁₆ 03AF ₁₆ | UART1 受信 バッファレジスタ | U1RB | 174 |
| 03B0 ₁₆ | UART 送受信 制御レジスタ 2 | UCON | 176 |
| 03B121 | | | |
| 03B2 ₁₆ | | | |
| 03B3 ₁₆ | | | |
| 03B4 ₁₆ 03B5 ₁₆ | SFR監視アドレスレジスタ | CRCSAR | 314 |
| 03B6 ₁₆ | CRCモードレジスタ | CRCMR | 314 |
| 03B7 ₁₆ | | | |
| 03B8 ₁₆ 03B9 ₁₆ | DMA0要求要因選択レジスタ | DM0SL | 93 |
| 03BA ₁₆ 03BB ₁₆ | DMA1要求要因選択レジスタ | DM1SL | 94 |
| 03BC ₁₆ 03BD ₁₆ | CRCデータレジスタ | CRCD | 314 |
| 03BE ₁₆ | CRCインプットレジスタ | CRCIN | 314 |
| 03BF ₁₆ | | | |

注 1. 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。

| 番地 | レジスタ | シンボル | ページ |
|--|-------------------|----------|-----|
| 03C0 ₁₆ 03C121 | A/Dレジスタ 0 | AD0 | 226 |
| 03C2 ₁₆ 03C3 ₁₆ | A/Dレジスタ 1 | AD1 | 226 |
| 03C4 ₁₆ 03C5 ₁₆ | A/Dレジスタ 2 | AD2 | 226 |
| 03C6 ₁₆ 03C7 ₁₆ | A/Dレジスタ 3 | AD3 | 226 |
| 03C8 ₁₆ 03C9 ₁₆ | A/Dレジスタ 4 | AD4 | 226 |
| 03CA ₁₆ 03CB ₁₆ | A/Dレジスタ 5 | AD5 | 226 |
| 03CC ₁₆ 03CD ₁₆ | A/Dレジスタ 6 | AD6 | 226 |
| 03CE ₁₆ 03CF ₁₆ | A/Dレジスタ 7 | AD7 | 226 |
| 03D0 ₁₆ | | | |
| 03D121 | | | |
| 03D2 ₁₆ | A/D トリガ制御レジスタ | ADTRGCON | 225 |
| 03D3 ₁₆ | A/D 変換ステータスレジスタ 0 | ADSTAT0 | 226 |
| 03D4 ₁₆ | A/D 制御レジスタ 2 | ADCON2 | 224 |
| 03D5 ₁₆ | | | |
| 03D6 ₁₆ | A/D 制御レジスタ 0 | ADCON0 | 224 |
| 03D7 ₁₆ | A/D 制御レジスタ 1 | ADCON1 | 224 |
| 03D8 ₁₆ | | | |
| 03D9 ₁₆ | | | |
| 03DA ₁₆ | | | |
| 03DB ₁₆ | | | |
| 03DC ₁₆ | | | |
| 03DD ₁₆ | | | |
| 03DE ₁₆ | | | |
| 03DF ₁₆ | | | |
| 03E0 ₁₆ | ポート P0レジスタ | P0 | 324 |
| 03E121 | ポート P1レジスタ | P1 | 324 |
| 03E2 ₁₆ | ポート P0 方向レジスタ | PD0 | 323 |
| 03E3 ₁₆ | ポート P1 方向レジスタ | PD1 | 323 |
| 03E4 ₁₆ | ポート P2レジスタ | P2 | 324 |
| 03E5 ₁₆ | ポート P3レジスタ | P3 | 324 |
| 03E6 ₁₆ | ポート P2 方向レジスタ | PD2 | 323 |
| 03E7 ₁₆ | ポート P3 方向レジスタ | PD3 | 323 |
| 03E8 ₁₆ | | | |
| 03E9 ₁₆ | | | |
| 03EA ₁₆ | | | |
| 03EB ₁₆ | | | |
| 03EC ₁₆ | ポート P6レジスタ | P6 | 324 |
| 03ED ₁₆ | ポート P7レジスタ | P7 | 324 |
| 03EE ₁₆ | ポート P6 方向レジスタ | PD6 | 323 |
| 03EF ₁₆ | ポート P7 方向レジスタ | PD7 | 323 |
| 03F0 ₁₆ | ポート P8レジスタ | P8 | 324 |
| 03F121 | ポート P9レジスタ | P9 | 324 |
| 03F2 ₁₆ | ポート P8 方向レジスタ | PD8 | 323 |
| 03F3 ₁₆ | ポート P9 方向レジスタ | PD9 | 323 |
| 03F4 ₁₆ | ポート P10レジスタ | P10 | 324 |
| 03F5 ₁₆ | | | |
| 03F6 ₁₆ | ポート P10 方向レジスタ | PD10 | 323 |
| 03F7 ₁₆ | | | |
| 03F8 ₁₆ | | | |
| 03F9 ₁₆ | | | |
| 03FA ₁₆ | | | |
| 03FB ₁₆ | | | |
| 03FC ₁₆ | ブルアップ 制御レジスタ 0 | PUR0 | 325 |
| 03FD ₁₆ | ブルアップ 制御レジスタ 1 | PUR1 | 325 |
| 03FE ₁₆ | ブルアップ 制御レジスタ 2 | PUR2 | 325 |
| 03FF ₁₆ | ポート 制御レジスタ | PCR | 326 |

M16C/29グループ

シングルチップ 16ビット CMOS マイクロコンピュータ

1. 概要

1.1 特長

M16C/29グループは、高性能シリコンゲートCMOSプロセスを採用しM16C/60シリーズ CPUコアを搭載したシングルチップマイクロコンピュータで、64ピンまたは80ピンプラスチックモールド LQFPに収められています。このシングルチップマイクロコンピュータは、高機能命令を持ちながら高い命令効率を持ち、命令を高速に実行する能力を備えています。CANモジュールを1チャンネル内蔵し、車載やFAのLANシステムに適したマイクロコンピュータです。また、乗算器、DMACがあるため、高速な演算処理が必要なOA、通信機器、産業機器の制御にも適しています。

1.1.1 用途

車載、カーオーディオ、FAのLANシステム、他

1.1.2 仕様概要

表1.1に仕様概要(80ピン版)を、表1.2に仕様概要(64ピン版)を示します。

表1.1 仕様概要(80ピン版)

| 項 目 | 性 能 | | |
|------------|--------------------|--|--|
| CPU | 基本命令数 | 91命令 | |
| | 最小命令実行時間 | 50ns(f(BCLK)=20MHz、Vcc=3.0~5.5V) (Normal-ver./T-ver.) 100ns(f(BCLK)=10MHz、Vcc=2.7~5.5V) (Normal-ver.) 50ns(f(BCLK)=20MHz、Vcc=4.2~5.5V -40~105) (V-ver.) 62.5ns(f(BCLK)=16MHz、Vcc=4.2~5.5V -40~125) (V-ver.) | |
| | 動作モード | シングルチップモード | |
| | アドレス空間 | 1Mバイト | |
| | メモリ容量 | ROM/RAM : 表1.3を参照してください | |
| | 周辺機能 | ポート | 入出力 : 71本 |
| 多機能タイマ | | タイマA : 16ビット×5チャンネル、タイマB : 16ビット×3チャンネル 三相モータ制御回路 タイマS (インプットキャプチャ / アウトプットコンペア) : 16ビット×1チャンネル(ベースタイマ) / 入出力8チャンネル | |
| シリアルI/O | | 2チャンネル(UART、クロック同期形シリアルI/O) 1チャンネル(UART、クロック同期形シリアルI/O、I ² C bus、IEBus(注1)) 2チャンネル(クロック同期形シリアルI/O) 1チャンネル(マルチマスタI ² C bus) | |
| A/Dコンバータ | | 10ビットA/Dコンバータ : 1回路、27チャンネル | |
| DMAC | | 2チャンネル | |
| CRC演算回路 | | 1回路 : MSB/LSB選択可能、CRC-CCITTとCRC-16に対応 | |
| CANモジュール | | 1チャンネル、2.0B対応 | |
| ウォッチドッグタイマ | | 15ビット×1チャンネル(プリスケアラ付) | |
| 割り込み | | 内部 : 29要因、外部 : 8要因、ソフトウェア : 4要因、 割り込み優先レベル : 7レベル | |
| クロック発生回路 | | 4回路 メインクロック発振回路(*)、サブクロック発振回路(*)、 オンチップオシレータ、PLL周波数シンセサイザ (*発振回路には帰還抵抗内蔵) | |
| 発振停止検出 | | メインクロック発振停止、再発振検出機能 | |
| 電圧検出回路 | | あり(Normal-ver.) なし(T-ver./V-ver.) | |
| 電气的特性 | | 電源電圧 | Vcc=3.0~5.5V (f(BCLK)=20MHz) (Normal-ver.) Vcc=2.7~5.5V (f(BCLK)=10MHz) |
| | | | Vcc=3.0~5.5V (T-ver.) |
| | | | Vcc=4.2~5.5V (V-ver.) |
| 消費電流 | | 18mA(Vcc=5V、f(BCLK)=20MHz) 25μA(f(Xcin)=32kHz、RAM上) 3.0μA(Vcc=5V、f(Xcin)=32kHz、ウェイトモード時) 0.8μA(Vcc=5V、ストップモード時) | |
| フラッシュメモリ版 | プログラム、イレーズ電圧 | 2.7V~5.5V(Normal-ver.) 3.0V~5.5V(T-ver.) 4.2V~5.5V (V-ver.) | |
| | プログラム、イレーズ回数 | 100回(全領域)または1,000回(ブロック0~5)/10,000回(ブロックA、ブロックB)(注2) | |
| 動作周囲温度 | | -20 ~ 85 /-40 ~ 85 (注2) (Normal-ver.) | |
| | | -40 ~ 85 (T-ver.) -40 ~ 125 (V-ver.) | |
| パッケージ | 80ピンプラスチックモールドLQFP | | |

注1. IEBusは、NECエレクトロニクス株式会社の商標です。

注2. 書き換え回数および動作周囲温度は、表1.6~表1.8製品コードを参照してください。

表1.2 仕様概要(64ピン版)

| 項 目 | 性 能 | | |
|--------------|--|--|--|
| CPU | 基本命令数 | 91命令 | |
| | 最小命令実行時間 | 50ns(f(BCLK)=20MHz、Vcc=3.0~5.5V) (Normal-ver./T-ver.) 100ns(f(BCLK)=10MHz、Vcc=2.7~5.5V) (Normal-ver.) 50ns(f(BCLK)=20MHz、Vcc=4.2~5.5V -40~105) (V-ver.) 62.5ns(f(BCLK)=16MHz、Vcc=4.2~5.5V -40~125) (V-ver.) | |
| | 動作モード | シングルチップモード | |
| | アドレス空間 | 1Mバイト | |
| | メモリ容量 | ROM/RAM : 表1.3を参照してください | |
| | 周辺機能 | ポート | 入出力 : 55本 |
| 多機能タイマ | | タイマA : 16ビット×5チャンネル、タイマB : 16ビット×3チャンネル 三相モータ制御回路 タイマS (インプットキャプチャ/アウトプットコンペア) : 16ビット×1チャンネル(ベースタイマ)/入出力8チャンネル | |
| シリアルI/O | | 2チャンネル(UART、クロック同期形シリアルI/O) 1チャンネル(UART、クロック同期形シリアルI/O、I ² C bus、IEBus(注1)) 1チャンネル(クロック同期形シリアルI/O) 1チャンネル(マルチマスタI ² C bus) | |
| A/Dコンバータ | | 10ビットA/Dコンバータ : 1回路、16チャンネル | |
| DMAC | | 2チャンネル | |
| CRC演算回路 | | 1回路 : MSB/LSB選択可能、CRC-CCITTとCRC-16に対応 | |
| CANモジュール | | 1チャンネル、2.0B対応 | |
| ウォッチドッグタイマ | | 15ビット×1チャンネル(プリスケアラ付) | |
| 割り込み | | 内部 : 28要因、外部 : 8要因、ソフトウェア : 4要因、 割り込み優先レベル : 7レベル | |
| クロック発生回路 | | 4回路 メインクロック発振回路(*)、サブクロック発振回路(*)、 オンチップオシレータ、PLL周波数シンセサイザ (*発振回路には帰還抵抗内蔵) | |
| 発振停止検出 | | メインクロック発振停止、再発振検出機能 | |
| 電圧検出回路 | | あり(Normal-ver.) なし(T-ver./V-ver.) | |
| 電气的特性 | | 電源電圧 | Vcc=3.0~5.5V (f(BCLK)=20MHz) (Normal-ver.) |
| | | | Vcc=2.7~5.5V (f(BCLK)=10MHz) |
| | | | Vcc=3.0~5.5V (T-ver.) |
| | Vcc=4.2~5.5V (V-ver.) | | |
| 消費電流 | 18mA(Vcc=5V、f(BCLK)=20MHz) 25μA(f(Xcin)=32kHz、RAM上) 3.0μA(Vcc=5V、f(Xcin)=32kHz、ウェイトモード時) 0.8μA(Vcc=5V、ストップモード時) | | |
| フラッシュメモリ版 | プログラム、イレース電圧 | 2.7V~5.5V(Normal-ver.) 3.0V~5.5V(T-ver.) 4.2V~5.5V(V-ver.) | |
| プログラム、イレース回数 | 100回(全領域)または1,000回(ブロック0~5)/10,000回(ブロックA、ブロックB)(注2) | | |
| 動作周囲温度 | -20 ~ 85 /-40 ~ 85 (注2) (Normal-ver.) | | |
| | -40 ~ 85 (T-ver.) -40 ~ 125 (V-ver.) | | |
| パッケージ | 64ピンプラスチックモールドLQFP | | |

注1. IEBusは、NECエレクトロニクス株式会社の商標です。

注2. 書き換え回数および動作周囲温度は、表1.6~表1.8製品コードを参照してください。

1.2 ブロック図

図1.1に80ピン版のブロック図、図1.2に64ピン版のブロック図を示します。

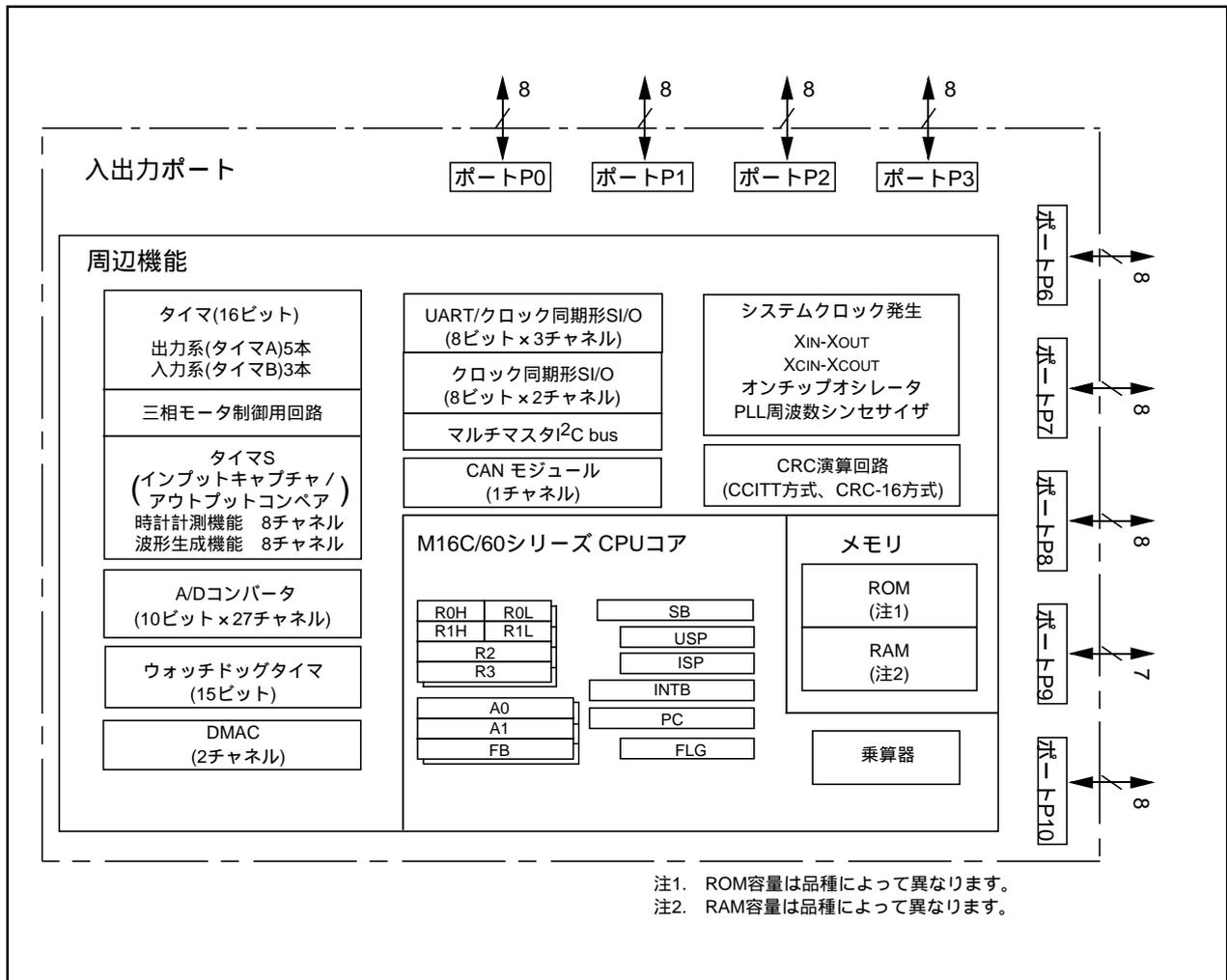


図1.1 80ピン版のブロック図

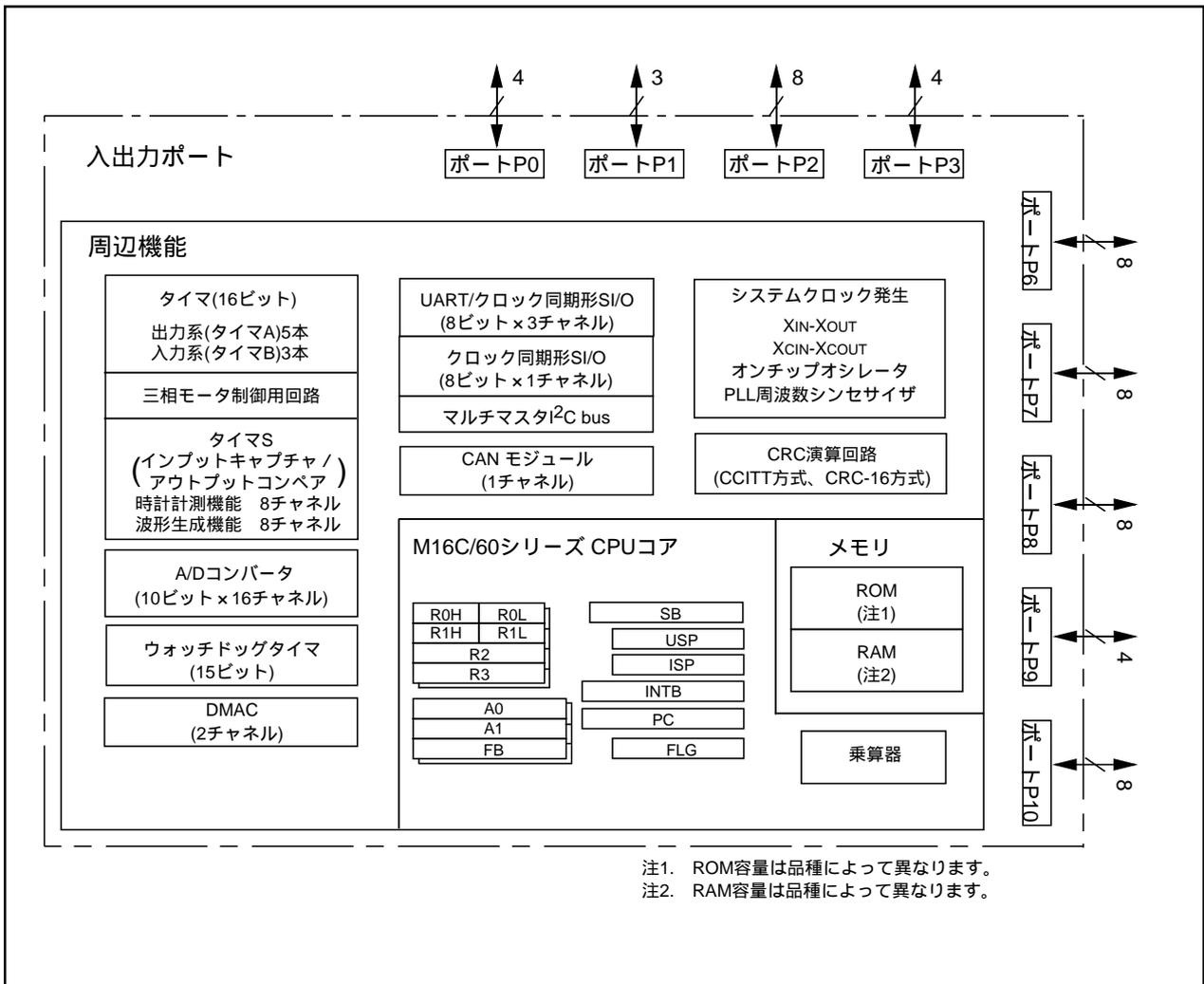


図1.2 64ピン版のブロック図

1.3 製品一覧

表1.3～表1.5に製品一覧表、図1.3に型名とメモリサイズ・パッケージを示します。表1.6～表1.8にフラッシュメモリ版の製品コード、図1.4～図1.6にフラッシュメモリ版のマーキング図を示します。

表1.3 製品一覧表(1) - Normal-ver.

2007年4月現在

| 形名 | ROM容量 | RAM容量 | パッケージ | 備考 | 製品コード |
|----------------|-------------|-------|------------------------|---------------|----------------|
| M30290FAHP | 96 K + 4 K | 8 K | PLQP0080KB-A (80P6Q-A) | フラッシュ メモリ版 | U3、U5 U7、U9 |
| M30290FCHP | 128 K + 4 K | 12 K | | | |
| M30291FAHP | 96 K + 4 K | 8 K | PLQP0064KB-A (64P6Q-A) | | |
| M30291FCHP | 128 K + 4 K | 12 K | | | |
| M30290M8-XXXHP | 64 K | 4 K | PLQP0080KB-A (80P6Q-A) | マスクROM 版 | U3、U5 |
| M30290MA-XXXHP | 96 K | 8 K | | | |
| M30290MC-XXXHP | 128 K | 12 K | | | |
| M30291M8-XXXHP | 64 K | 4 K | PLQP0064KB-A (64P6Q-A) | | |
| M30291MA-XXXHP | 96 K | 8 K | | | |
| M30291MC-XXXHP | 128 K | 12 K | | | |

表1.4 製品一覧表(2) - T-ver.

2007年4月現在

| 形名 | ROM容量 | RAM容量 | パッケージ | 備考 | 製品コード |
|-----------------|-------------|-------|------------------------|---------------|----------------|
| M30290FATHP | 96 K + 4 K | 8 K | PLQP0080KB-A (80P6Q-A) | フラッシュ メモリ版 | U3、U5 U7、U9 |
| M30290FCTHP | 128 K + 4 K | 12 K | | | |
| M30291FATHP | 96 K + 4 K | 8 K | PLQP0064KB-A (64P6Q-A) | | |
| M30291FCTHP | 128 K + 4 K | 12 K | | | |
| M30290M8T-XXXHP | 64 K | 4 K | PLQP0080KB-A (80P6Q-A) | マスクROM 版 | U0 |
| M30290MAT-XXXHP | 96 K | 8 K | | | |
| M30290MCT-XXXHP | 128 K | 12 K | | | |
| M30291M8T-XXXHP | 64 K | 4 K | PLQP0064KB-A (64P6Q-A) | | |
| M30291MAT-XXXHP | 96 K | 8 K | | | |
| M30291MCT-XXXHP | 128 K | 12 K | | | |

注：T-ver.はNormal-ver.と一部仕様が異なります。

表1.5 製品一覧表(3) - V-ver.

2007年4月現在

| 形名 | ROM容量 | RAM容量 | パッケージ | 備考 | 製品コード |
|-----------------|-------------|-------|------------------------|---------------|----------------|
| M30290FAVHP | 96 K + 4 K | 8 K | PLQP0080KB-A (80P6Q-A) | フラッシュ メモリ版 | U3、U5 U7、U9 |
| M30290FCVHP | 128 K + 4 K | 12 K | | | |
| M30291FAVHP | 96 K + 4 K | 8 K | PLQP0064KB-A (64P6Q-A) | | |
| M30291FCVHP | 128 K + 4 K | 12 K | | | |
| M30290M8V-XXXHP | 64 K | 4 K | PLQP0080KB-A (80P6Q-A) | マスクROM 版 | U0 |
| M30290MAV-XXXHP | 96 K | 8 K | | | |
| M30290MCV-XXXHP | 128 K | 12 K | | | |
| M30291M8V-XXXHP | 64 K | 4 K | PLQP0064KB-A (64P6Q-A) | | |
| M30291MAV-XXXHP | 96 K | 8 K | | | |
| M30291MCV-XXXHP | 128 K | 12 K | | | |

注：V-ver.はNormal-ver.と一部仕様が異なります。

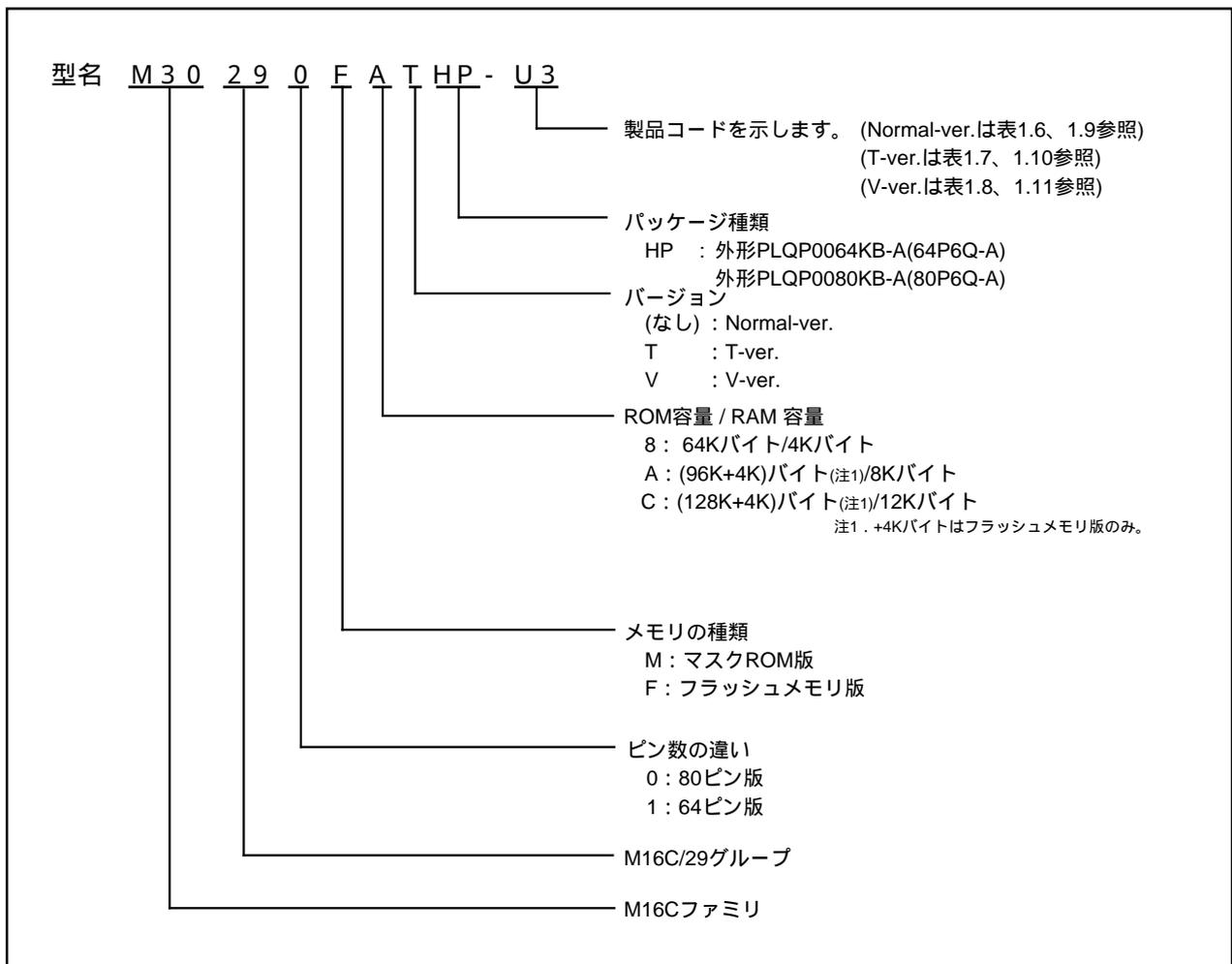


図1.3 型名とメモリサイズ・パッケージ

表1.6 製品コード (フラッシュメモリ版) -M16C/29グループ Normal-ver.

| 製品コード | パッケージ | 内部ROM (プログラム領域：ブロック0~5) | | 内部ROM (データ領域：ブロックA、B) | | MCU動作周囲温度 |
|-------|-------|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------|-------------|
| | | 書き換え回数 | 温度範囲 | 書き換え回数 | 温度範囲 | |
| U3 | 鉛フリー | 100 | 0 to 60°C | 100 | 0 to 60°C | -40 to 85°C |
| U5 | | | | | -20 to 85°C | |
| U7 | | 1,000 | | 10,000 | -40 to 85°C | -40 to 85°C |
| U9 | | | | -20 to 85°C | -20 to 85°C | |

表1.7 製品コード (フラッシュメモリ版) -M16C/29グループ T-ver.

| 製品コード | パッケージ | 内部ROM (プログラム領域：ブロック0~5) | | 内部ROM (データ領域：ブロックA、B) | | MCU動作周囲温度 |
|-------|-------|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------|-------------|
| | | 書き換え回数 | 温度範囲 | 書き換え回数 | 温度範囲 | |
| U3 | 鉛フリー | 100 | 0 to 60°C | 100 | -40 to 85°C | -40 to 85°C |
| U7 | | 1,000 | | 10,000 | | |

表1.8 製品コード (フラッシュメモリ版) -M16C/29グループ V-ver.

| 製品コード | パッケージ | 内部ROM (プログラム領域：ブロック0~5) | | 内部ROM (データ領域：ブロックA、B) | | MCU動作周囲温度 |
|-------|-------|----------------------------|-----------|--------------------------|--------------|--------------|
| | | 書き換え回数 | 温度範囲 | 書き換え回数 | 温度範囲 | |
| U3 | 鉛フリー | 100 | 0 to 60°C | 100 | -40 to 125°C | -40 to 125°C |
| U7 | | 1,000 | | 10,000 | | |

表1.9 製品コード (マスクROM版) -M16C/29グループ Normal-ver.

| 製品コード | パッケージ | MCU動作周囲温度 |
|-------|-------|-----------|
| U3 | 鉛フリー | -40 ~ 85 |
| U5 | | -20 ~ 85 |

表1.10 製品コード (マスクROM版) -M16C/29グループ T-ver.

| 製品コード | パッケージ | MCU動作周囲温度 |
|-------|-------|-----------|
| U0 | 鉛フリー | -40 ~ 85 |

表1.11 製品コード (マスクROM版) -M16C/29グループ V-ver.

| 製品コード | パッケージ | MCU動作周囲温度 |
|-------|-------|-----------|
| U0 | 鉛フリー | -40 ~ 125 |

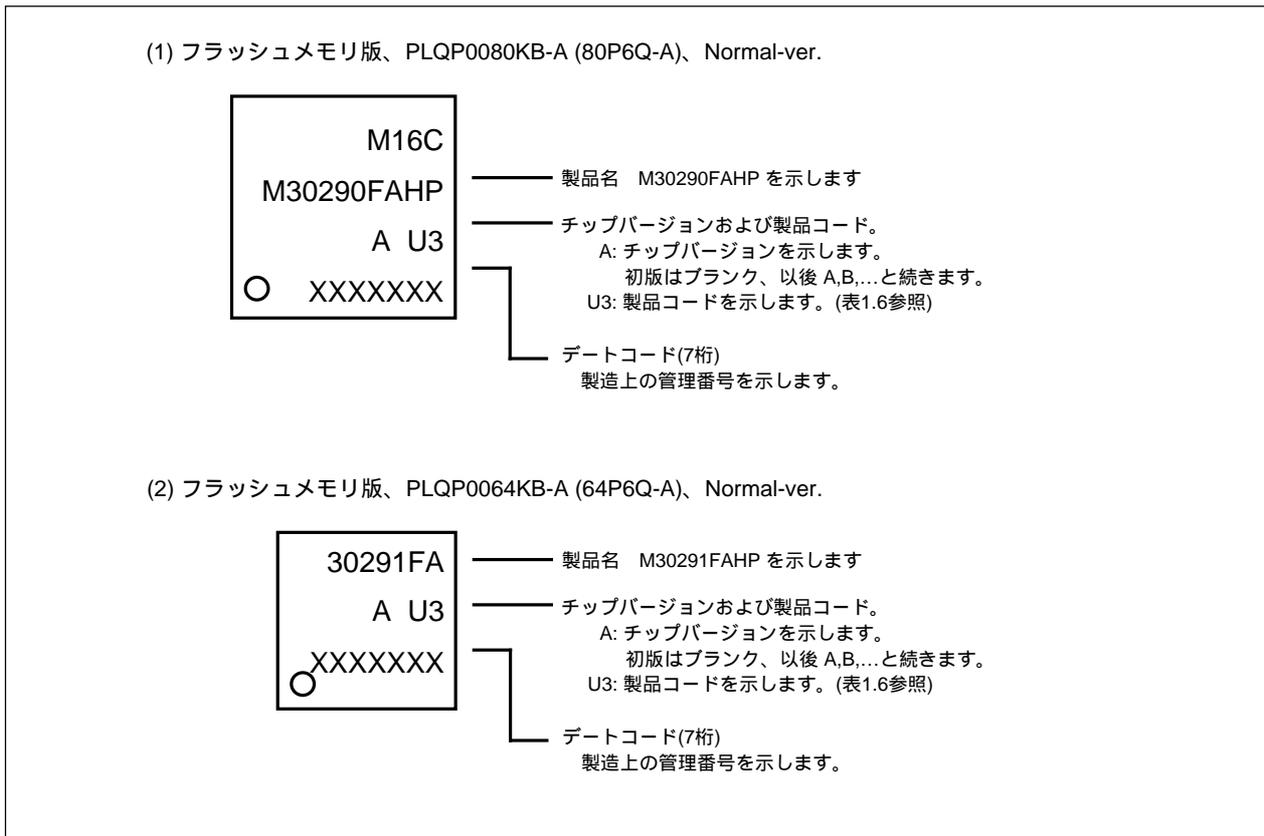


図1.4 マーキング図(上面図) -M16C/29グループ Normal-ver.

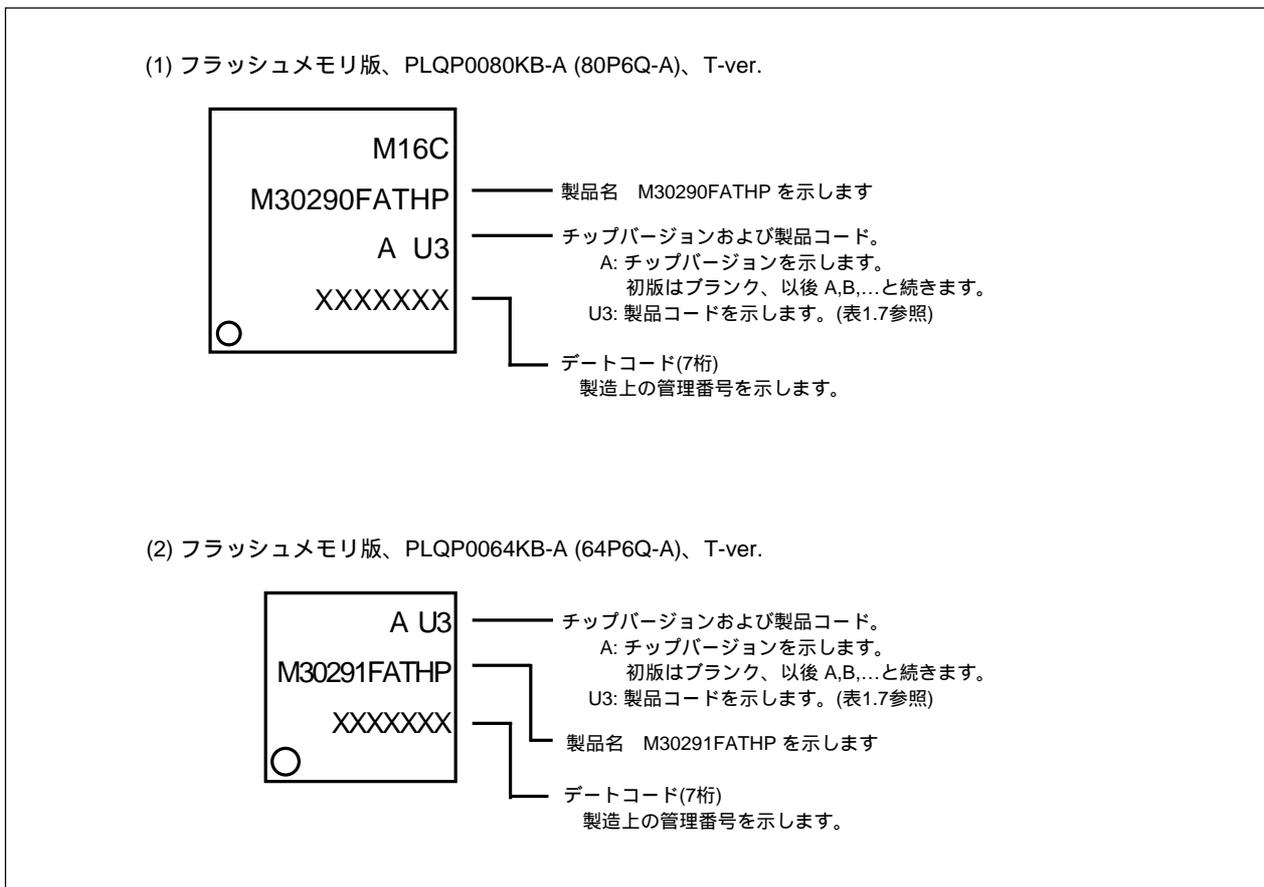


図1.5 マーキング図(上面図) -M16C/29グループ T-ver.

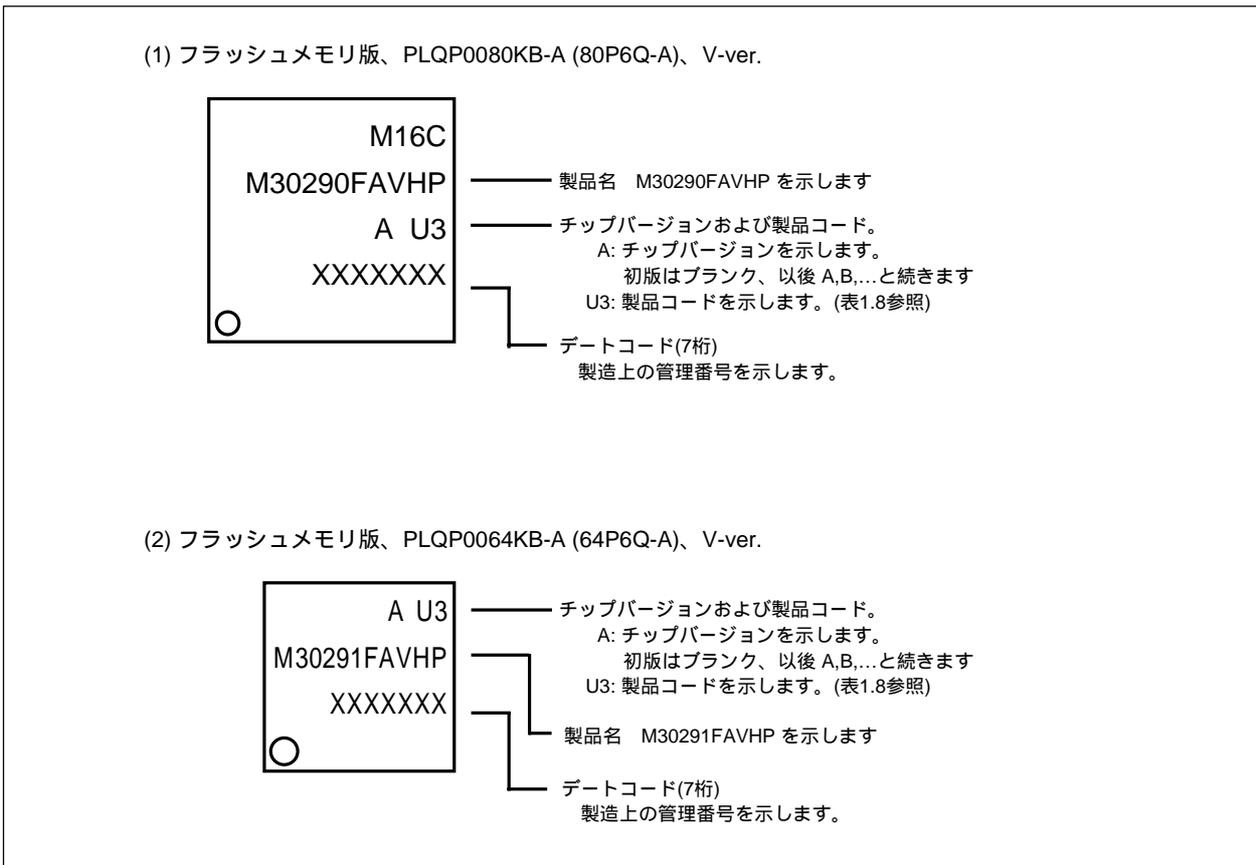


図1.6 マーキング図(上面図) -M16C/29グループ V-ver.

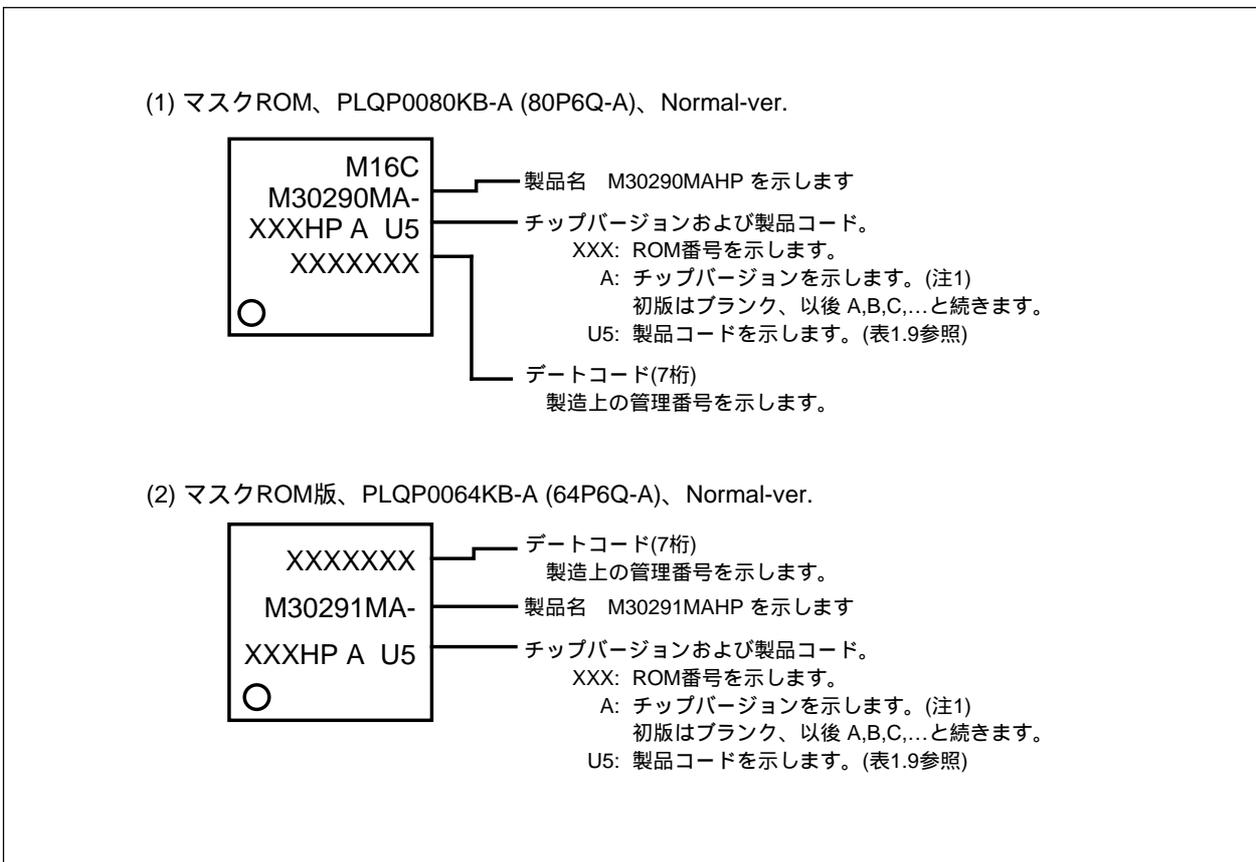


図1.7 マーキング図(上面図) -M16C/29グループ マスクROM版 Normal-ver.

1.4 ピン配置図

図1.8に80ピン版の接続図(上面図)を、図1.9に64ピン版の接続図(上面図)を示します。

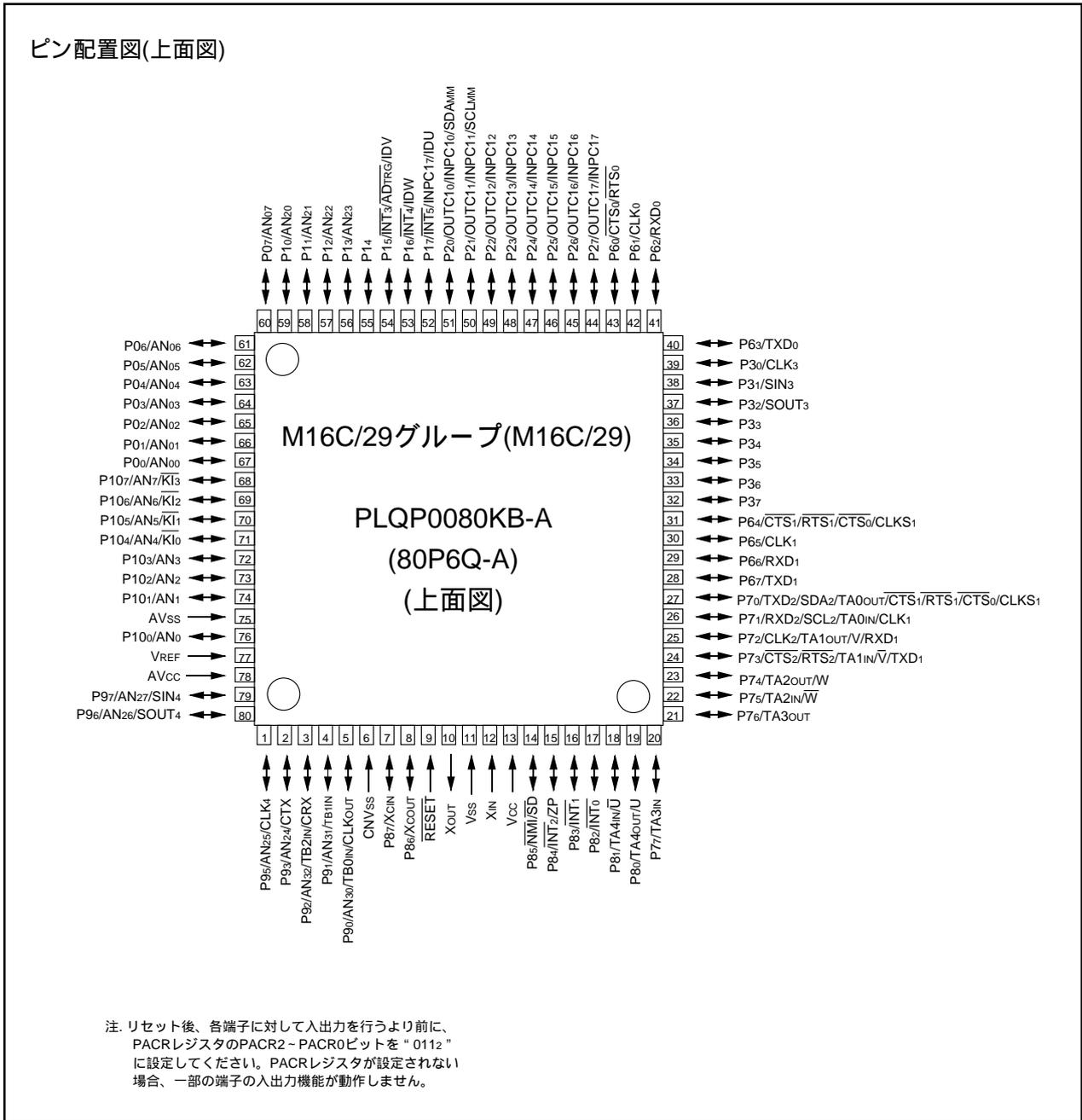


図1.8 80ピン版ピン配置図(上面図)

表1.12 80ピン版端子名一覧表 (1/2)

| Pin No. | 制御端子 | ポート | 割込端子 | タイマ端子 | タイマS端子 | UART/CAN端子 | マルチマス タPCバス端子 | アナログ端子 |
|---------|--------|-----|------------------|-------------------|--------|---|------------------|--------|
| 1 | | P95 | | | | CLK4 | | AN25 |
| 2 | | P93 | | | | CTX | | AN24 |
| 3 | | P92 | | TB2IN | | CRX | | AN32 |
| 4 | | P91 | | TB1IN | | | | AN31 |
| 5 | CLKOUT | P90 | | TB0IN | | | | AN30 |
| 6 | CNVss | | | | | | | |
| 7 | XCIN | P87 | | | | | | |
| 8 | XCOUT | P86 | | | | | | |
| 9 | RESET | | | | | | | |
| 10 | XOUT | | | | | | | |
| 11 | Vss | | | | | | | |
| 12 | XIN | | | | | | | |
| 13 | Vcc | | | | | | | |
| 14 | | P85 | NMI | SD | | | | |
| 15 | | P84 | INT ₂ | ZP | | | | |
| 16 | | P83 | INT ₁ | | | | | |
| 17 | | P82 | INT ₀ | | | | | |
| 18 | | P81 | | TA4IN / \bar{U} | | | | |
| 19 | | P80 | | TA4OUT / U | | | | |
| 20 | | P77 | | TA3IN | | | | |
| 21 | | P76 | | TA3OUT | | | | |
| 22 | | P75 | | TA2IN / \bar{W} | | | | |
| 23 | | P74 | | TA2OUT / W | | | | |
| 24 | | P73 | | TA1IN / \bar{V} | | CTS ₂ / $\overline{RTS_2}$ / TxD ₁ | | |
| 25 | | P72 | | TA1OUT / V | | CLK ₂ / RxD ₁ | | |
| 26 | | P71 | | TA0IN | | RxD ₂ / SCL ₂ / CLK ₁ | | |
| 27 | | P70 | | TA0OUT | | TxD ₂ / SDA ₂ / $\overline{RTS_1}$ / CTS ₁ / CTS ₀ / CLKS ₁ | | |
| 28 | | P67 | | | | TxD ₁ | | |
| 29 | | P66 | | | | RxD ₁ | | |
| 30 | | P65 | | | | CLK ₁ | | |
| 31 | | P64 | | | | $\overline{RTS_1}$ / $\overline{CTS_1}$ / CTS ₀ / CLKS ₁ | | |
| 32 | | P37 | | | | | | |
| 33 | | P36 | | | | | | |
| 34 | | P35 | | | | | | |
| 35 | | P34 | | | | | | |
| 36 | | P33 | | | | | | |
| 37 | | P32 | | | | SOUT ₃ | | |
| 38 | | P31 | | | | SIN ₃ | | |
| 39 | | P30 | | | | CLK ₃ | | |
| 40 | | P63 | | | | TxD ₀ | | |

表1.12 80ピン版端子名一覧表 (2/2)

| Pin No. | 制御端子 | ポート | 割込端子 | タイマ端子 | タイマS端子 | UART/CAN端子 | マルチマスタ I ² Cバス端子 | アナログ端子 |
|---------|------|------|---------------------------|-------|-----------------|-------------|-----------------------------|---------------------------|
| 41 | | P62 | | | | RxD0 | | |
| 42 | | P61 | | | | CLK0 | | |
| 43 | | P60 | | | | RTS0 / CTS0 | | |
| 44 | | P27 | | | OUTC17 / INPC17 | | | |
| 45 | | P26 | | | OUTC16 / INPC16 | | | |
| 46 | | P25 | | | OUTC15 / INPC15 | | | |
| 47 | | P24 | | | OUTC14 / INPC14 | | | |
| 48 | | P23 | | | OUTC13 / INPC13 | | | |
| 49 | | P22 | | | OUTC12 / INPC12 | | | |
| 50 | | P21 | | | OUTC11 / INPC11 | | SCLMM | |
| 51 | | P20 | | | OUTC10 / INPC10 | | SDAMM | |
| 52 | | P17 | $\overline{\text{INT}}_5$ | IDU | INPC17 | | | |
| 53 | | P16 | $\overline{\text{INT}}_4$ | IDW | | | | |
| 54 | | P15 | $\overline{\text{INT}}_3$ | IDV | | | | $\overline{\text{ADTRG}}$ |
| 55 | | P14 | | | | | | |
| 56 | | P13 | | | | | | AN23 |
| 57 | | P12 | | | | | | AN22 |
| 58 | | P11 | | | | | | AN21 |
| 59 | | P10 | | | | | | AN20 |
| 60 | | P07 | | | | | | AN07 |
| 61 | | P06 | | | | | | AN06 |
| 62 | | P05 | | | | | | AN05 |
| 63 | | P04 | | | | | | AN04 |
| 64 | | P03 | | | | | | AN03 |
| 65 | | P02 | | | | | | AN02 |
| 66 | | P01 | | | | | | AN01 |
| 67 | | P00 | | | | | | AN00 |
| 68 | | P107 | $\overline{\text{KI}}_3$ | | | | | AN7 |
| 69 | | P106 | $\overline{\text{KI}}_2$ | | | | | AN6 |
| 70 | | P105 | $\overline{\text{KI}}_1$ | | | | | AN5 |
| 71 | | P104 | $\overline{\text{KI}}_0$ | | | | | AN4 |
| 72 | | P103 | | | | | | AN3 |
| 73 | | P102 | | | | | | AN2 |
| 74 | | P101 | | | | | | AN1 |
| 75 | AVss | | | | | | | |
| 76 | | P100 | | | | | | AN0 |
| 77 | VREF | | | | | | | |
| 78 | AVcc | | | | | | | |
| 79 | | P97 | | | | SIN4 | | AN27 |
| 80 | | P96 | | | | SOUT4 | | AN26 |

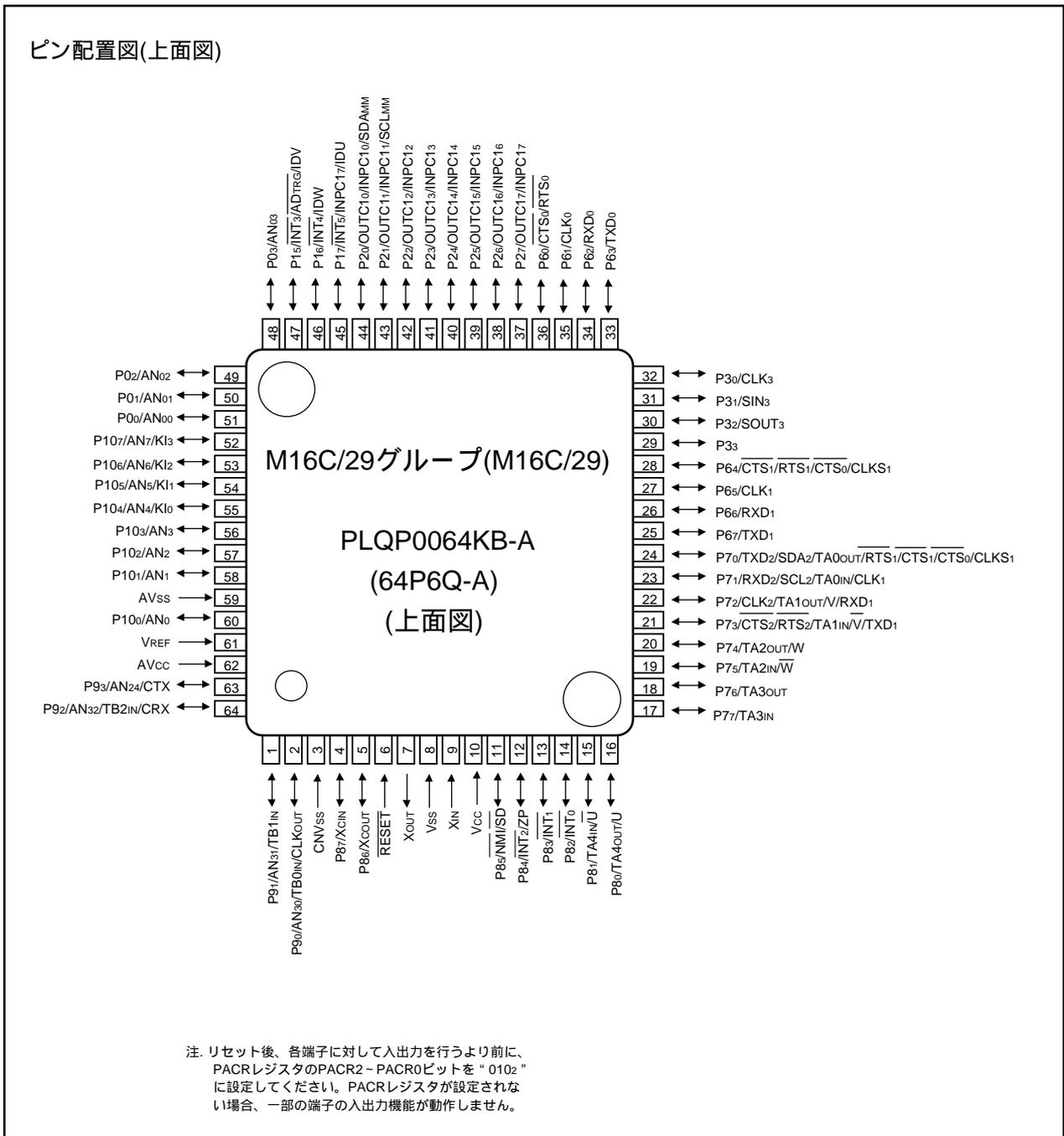


図1.9 64ピン版ピン配置図(上面図)

表1.13 64ピン版端子名一覧表 (1/2)

| Pin No. | 制御端子 | ポート | 割込端子 | タイマ端子 | タイマS端子 | UART/CAN端子 | マルチマスタ I ² Cバス端子 | アナログ端子 |
|---------|--------|-----|------|-------------------|-----------------|--|-----------------------------|--------|
| 1 | | P91 | | TB1IN | | | | AN31 |
| 2 | CLKOUT | P90 | | TB0IN | | | | AN30 |
| 3 | CNVss | | | | | | | |
| 4 | XCIN | P87 | | | | | | |
| 5 | XCOUT | P86 | | | | | | |
| 6 | RESET | | | | | | | |
| 7 | XOUT | | | | | | | |
| 8 | Vss | | | | | | | |
| 9 | XIN | | | | | | | |
| 10 | Vcc | | | | | | | |
| 11 | | P85 | NMI | SD | | | | |
| 12 | | P84 | INT2 | ZP | | | | |
| 13 | | P83 | INT1 | | | | | |
| 14 | | P82 | INT0 | | | | | |
| 15 | | P81 | | TA4IN / \bar{U} | | | | |
| 16 | | P80 | | TA4OUT / U | | | | |
| 17 | | P77 | | TA3IN | | | | |
| 18 | | P76 | | TA3OUT | | | | |
| 19 | | P75 | | TA2IN / \bar{W} | | | | |
| 20 | | P74 | | TA2OUT / W | | | | |
| 21 | | P73 | | TA1IN / \bar{V} | | CTS2 / \bar{RTS} 2 / TxD1 | | |
| 22 | | P72 | | TA1OUT / V | | CLK2 / RxD1 | | |
| 23 | | P71 | | TA0IN | | RxD2 / SCL2 / CLK1 | | |
| 24 | | P70 | | TA0OUT | | TxD2 / SDA2 / \bar{RTS} 1 / CTS1 / CTS0 / CLKS1 | | |
| 25 | | P67 | | | | TxD1 | | |
| 26 | | P66 | | | | RxD1 | | |
| 27 | | P65 | | | | CLK1 | | |
| 28 | | P64 | | | | \bar{RTS} 1 / CTS1 / CTS0 / CLKS1 | | |
| 29 | | P33 | | | | | | |
| 30 | | P32 | | | | SOUT3 | | |
| 31 | | P31 | | | | SIN3 | | |
| 32 | | P30 | | | | CLK3 | | |
| 33 | | P63 | | | | TxD0 | | |
| 34 | | P62 | | | | RxD0 | | |
| 35 | | P61 | | | | CLK0 | | |
| 36 | | P60 | | | | \bar{RTS} 0 / CTS0 | | |
| 37 | | P27 | | | OUTC17 / INPC17 | | | |
| 38 | | P26 | | | OUTC16 / INPC16 | | | |
| 39 | | P25 | | | OUTC15 / INPC15 | | | |
| 40 | | P24 | | | OUTC14 / INPC14 | | | |

表1.13 64ピン版端子名一覧表 (2/2)

| Pin No. | 制御端子 | ポート | 割込端子 | タイマ端子 | タイマス端子 | UART/CAN端子 | マルチマスタI ² Cバス端子 | アナログ端子 |
|---------|------|------|---------------------------|-------|-----------------|------------|----------------------------|--------|
| 41 | | P23 | | | OUTC13 / INPC13 | | | |
| 42 | | P22 | | | OUTC12 / INPC12 | | | |
| 43 | | P21 | | | OUTC11 / INPC11 | | SCLMM | |
| 44 | | P20 | | | OUTC10 / INPC10 | | SDAMM | |
| 45 | | P17 | $\overline{\text{INT}}_5$ | IDU | INPC17 | | | |
| 46 | | P16 | $\overline{\text{INT}}_4$ | IDW | | | | |
| 47 | | P15 | $\overline{\text{INT}}_3$ | IDV | | | | ADTRG |
| 48 | | P03 | | | | | | AN03 |
| 49 | | P02 | | | | | | AN02 |
| 50 | | P01 | | | | | | AN01 |
| 51 | | P00 | | | | | | AN00 |
| 52 | | P107 | $\overline{\text{KI}}_3$ | | | | | AN7 |
| 53 | | P106 | $\overline{\text{KI}}_2$ | | | | | AN6 |
| 54 | | P105 | $\overline{\text{KI}}_1$ | | | | | AN5 |
| 55 | | P104 | $\overline{\text{KI}}_0$ | | | | | AN4 |
| 56 | | P103 | | | | | | AN3 |
| 57 | | P102 | | | | | | AN2 |
| 58 | | P101 | | | | | | AN1 |
| 59 | AVss | | | | | | | |
| 60 | | P100 | | | | | | AN0 |
| 61 | VREF | | | | | | | |
| 62 | AVcc | | | | | | | |
| 63 | | P93 | | | | CTX | | AN24 |
| 64 | | P92 | | TB2IN | | CRX | | AN32 |

1.5 端子機能の説明

表1.14 端子機能の説明 (64ピン版、80ピン版共通) (1/3)

| 分類 | 端子名 | 入出力 | 機能 |
|----------------------------|---|-----|--|
| 電源入力 | Vcc、Vss | 入力 | Vss端子には、0Vを入力してください。Vcc端子には、次の電圧を入力してください。2.7~5.5V(Normal-ver.)、3.0~5.5V(T-ver.)、4.2~5.5V(V-ver.) |
| アナログ電源入力 | AVcc AVss | 入力 | A/Dコンバータの電源入力です。AVccはVccに接続してください。AVssはVssに接続してください。 |
| リセット入力 | RESET | 入力 | この端子に"L"を入力するとマイクロコンピュータはリセット状態になります。 |
| CNVss | CNVss | 入力 | CNVssはVssに接続ください。 |
| メインクロック入力 | XIN | 入力 | メインクロック発振回路の入出力端子です。XIN端子とXOUT端子の間にはセラミック共振子、または水晶共振子を接続してください。外部で生成したクロックを入力する場合は、XIN端子からクロックを入力し、XOUT端子は開放にしてください。メインクロック発振回路を使用しない場合、XIN端子をVccに接続し、XOUT端子は開放してください。 |
| メインクロック出力 | XOUT | 出力 | |
| サブクロック入力 | XCIN | 入力 | サブクロック発振回路の入出力端子です。XCIN端子とXCOUT端子の間には水晶共振子を接続してください。 |
| サブクロック出力 | XCOUT | 出力 | |
| クロック出力 | CLKOUT | 出力 | f1、f8、f32、またはfcと同じ周期を持つクロックを出力します。 |
| INT割り込み入力 | INT0 ~ INT5 | 入力 | INT割り込みの入力です。INT2はタイマAのZ相入力です。 |
| NMI割り込み入力 | NMI | 入力 | NMIの入力端子として機能します。三相出力使用時は、通常ポートとして使用できません。三相出力使用時は、方向レジスタを"0"にした上、通常は"H"入力固定としてください。 |
| キー入力割り込み | KI0 ~ KI3 | 入力 | キー入力割り込み機能の入力です。 |
| タイマA | TA0OUT ~ TA4OUT | 入出力 | タイマA0 ~ A4の入出力です。 |
| | TA0IN ~ TA4IN | 入力 | タイマA0 ~ A4の入力です。 |
| | ZP | 入力 | Z相の入力です。 |
| タイマB | TB0IN ~ TB2IN | 入力 | タイマB0 ~ B2の入力です。 |
| 三相モータ制御用タイマ出力 | U、 \bar{U} 、V、 \bar{V} 、W、 \bar{W} | 出力 | 三相モータ制御用タイマの出力です。 |
| | IDU、IDW、IDV、 \bar{SD} | 入出力 | 三相モータ制御用タイマの入出力です。 |
| シリアルI/O | CTS0 ~ CTS2 | 入力 | 送信制御用入力です。 |
| | RTS0 ~ RTS2 | 出力 | 受信制御用出力です。 |
| | CLK0 ~ CLK3 | 入出力 | 転送クロック入出力です。 |
| | RxD0 ~ RxD2 | 入力 | シリアルデータ入力です。 |
| | SIN3 | 入力 | シリアルデータ入力です。 |
| | TxD0 ~ TxD2 | 出力 | シリアルデータ出力です。 |
| | SOUT3 | 出力 | シリアルデータ出力です。 |
| | CLKS1 | 出力 | 転送クロック出力です。 |
| I ² Cモード | SDA2 | 入出力 | シリアルデータ入出力です。 |
| | SCL2 | | 転送クロック入出力です。 |
| マルチマスタI ² C bus | SDAMM | 入出力 | シリアルデータ入出力です。 |
| | SCLMM | | 転送クロック入出力です。 |
| 基準電圧入力 | VREF | 入力 | A/Dコンバータの基準電圧入力です。 |
| A/Dコンバータ | AN0 ~ AN7 AN00 ~ AN03 AN24 AN30 ~ AN32 | 入力 | A/Dコンバータのアナログ入力です。 |
| | ADTRG | | A/D外部トリガ入力です。 |

表1.14 端子機能の説明 (64ピン版、80ピン版共通) (2/3)

| 分類 | 端子名 | 入出力 | 機能 |
|--------|---|-----|--|
| タイマS | INPC10~INPC17 | 入力 | 時間計測機能の入力です。 |
| | OUTC10~OUTC17 | 出力 | 波形生成機能の出力です。 |
| CAN | CRX | 入力 | CANモジュールの入力です。 |
| | CTX | 出力 | CANモジュールの出力です。 |
| 入出力ポート | P00 ~ P03 P15 ~ P17 P20 ~ P27 P30 ~ P33 P60 ~ P67 P70 ~ P77 P80 ~ P87 P90 ~ P93 P100 ~ P107 | 入出力 | CMOSの入出力です。入出力を選択するための方向レジスタを持ち、1端子ごとに入力ポート、または出力ポートにできます。 入力ポートは、4ポート単位でプルアップ抵抗の有無を選択できます。 |

表1.14 端子機能の説明（80ピン版のみ）（3/3）

| 分類 | 端子名 | 入出力 | 機能 |
|----------|--|-----|--|
| シリアルI/O | CLK4 | 入出力 | 転送クロックの入出力です。 |
| | SIN4 | 入力 | シリアルデータ入力です。 |
| | SOUT4 | 出力 | シリアルデータ出力です。 |
| A/Dコンバータ | AN04 ~ AN07 AN20 ~ AN23 AN25 ~ AN27 | 入力 | A/Dコンバータのアナログ入力です。 |
| 入出力ポート | P04 ~ P07 P10 ~ P14 P34 ~ P37 P95 ~ P97 | 入出力 | CMOSの入出力です。入出力を選択するための方向レジスタを持ち、1端子ごとに入力ポート、または出力ポートにできます。 入力ポートは、4ポート単位でプルアップ抵抗の有無を選択できます。 |

2. 中央演算処理装置

図2.1にCPUのレジスタを示します。CPUには13個のレジスタがあります。これらのうち、R0、R1、R2、R3、A0、A1、FBはレジスタバンクを構成しています。レジスタバンクは2セットあります。

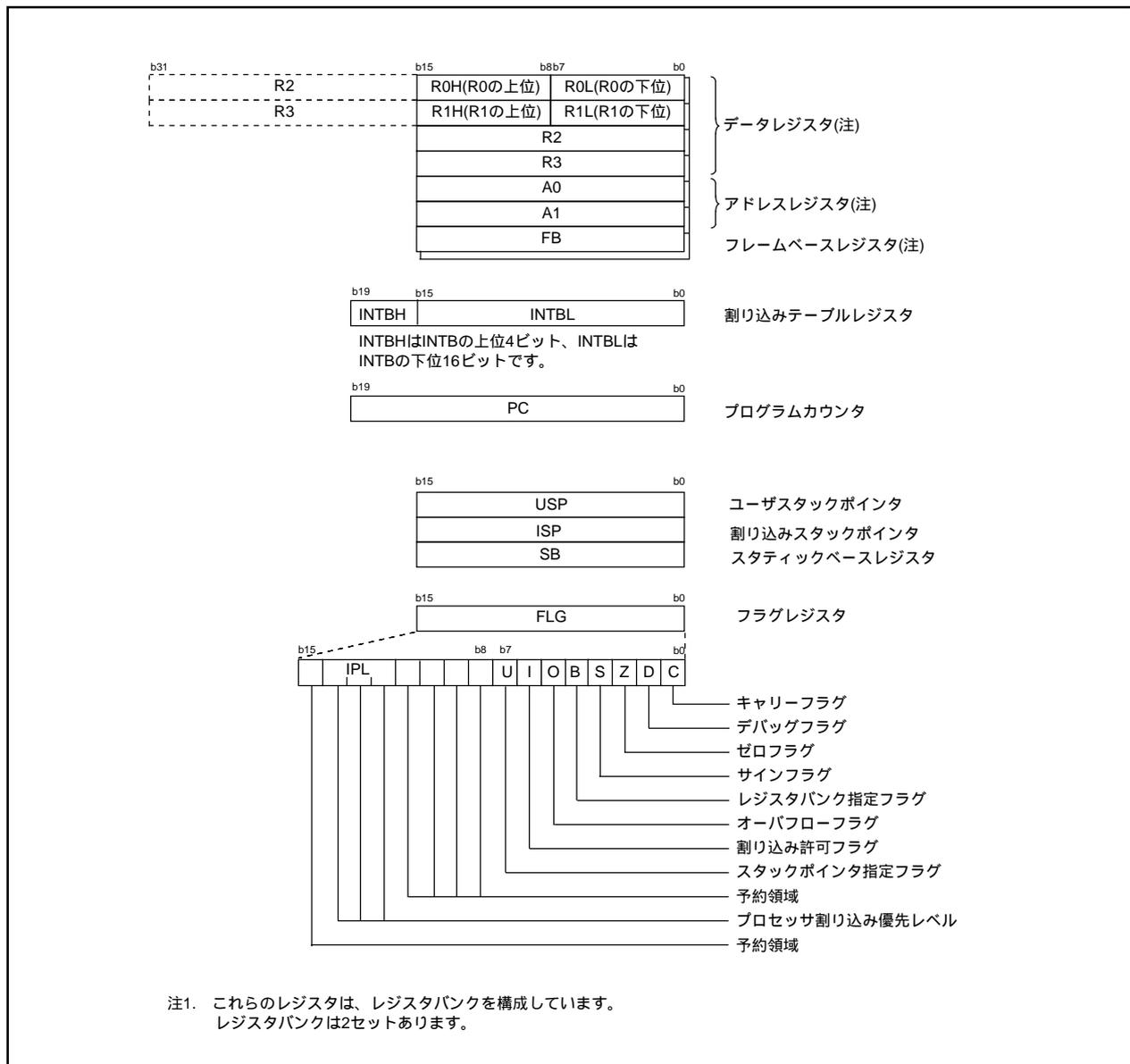


図2.1. CPUのレジスタ

2.1 データレジスタ(R0、R1、R2、R3)

R0は16ビットで構成されており、主に転送や算術、論理演算に使用します。R1～R3はR0と同様です。

R0は、上位(R0H)と下位(R0L)を別々に8ビットのデータレジスタとして使用できます。R1H、R1LはR0H、R0Lと同様です。R2とR0を組合せて32ビットのデータレジスタ(R2R0)として使用できます。R3R1はR2R0と同様です。

2.2 アドレスレジスタ(A0、A1)

A0は16ビットで構成されており、アドレスレジスタ間接アドレッシング、アドレスレジスタ相対アドレッシングに使用します。また、転送や算術、論理演算に使用します。A1はA0と同様です。

A1とA0を組合せて32ビットのアドレスレジスタ(A1A0)として使用できます。

2.3 フレームベースレジスタ(FB)

FBは16ビットで構成されており、FB相対アドレッシングに使用します。

2.4 割り込みテーブルレジスタ(INTB)

INTBは20ビットで構成されており、可変割り込みベクタテーブルの先頭番地を示します。

2.5 プログラムカウンタ(PC)

PCは20ビットで構成されており、次に実行する命令の番地を示します。

2.6 ユーザスタックポインタ(USP)、割り込みスタックポインタ(ISP)

スタックポインタ(SP)は、USPとISPの2種類あり、共に16ビットで構成されています。

USPとISPはFLGのUフラグで切り替えられます。

2.7 スタティックベースレジスタ(SB)

SBは16ビットで構成されており、SB相対アドレッシングに使用します。

2.8 フラグレジスタ(FLG)

FLGは11ビットで構成されており、CPUの状態を示します。

2.8.1 キャリフラグ(Cフラグ)

算術論理ユニットで発生したキャリ、ボロー、シフトアウトしたビット等を保持します。

2.8.2 デバッグフラグ(Dフラグ)

Dフラグはデバッグ専用です。“0”にしてください。

2.8.3 ゼロフラグ(Zフラグ)

演算の結果が0のとき“1”になり、それ以外のとき“0”になります。

2.8.4 サインフラグ(Sフラグ)

演算の結果が負のとき“1”になり、それ以外のとき“0”になります。

2.8.5 レジスタバンク指定フラグ(Bフラグ)

Bフラグが“0”の場合、レジスタバンク0が指定され、“1”の場合、レジスタバンク1が指定されます。

2.8.6 オーバフローフラグ(Oフラグ)

演算の結果がオーバフローしたときに“1”になります。それ以外では“0”になります。

2.8.7 割り込み許可フラグ(Iフラグ)

マスクブル割り込みを許可するフラグです。

Iフラグが“0”の場合、マスクブル割り込みは禁止され、“1”の場合、許可されます。

割り込み要求を受け付けると、Iフラグは“0”になります。

2.8.8 スタックポインタ指定フラグ(Uフラグ)

Uフラグが“0”の場合、ISPが指定され、“1”の場合、USPが指定されます。

ハードウェア割り込み要求を受け付けたとき、またはソフトウェア割り込み番号0～31のINT命令を実行したとき、Uフラグは“0”になります。

2.8.9 プロセッサ割り込み優先レベル(IPL)

IPLは3ビットで構成されており、レベル0～7までの8段階のプロセッサ割り込み優先レベルを指定します。

要求があった割り込みの優先レベルが、IPLより大きい場合、その割り込み要求は許可されます。

2.8.10 予約領域

書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は不定。

3. メモリ

図3.1にメモリ配置を示します。アドレス空間は00000₁₆番地からFFFFFF₁₆番地までの1Mバイトあります。

内部ROMはFFFFFF₁₆番地から下位方向に配置されます。例えば64Kバイトの内部ROMは、F0000₁₆番地からFFFFFF₁₆番地に配置されます。フラッシュメモリ版では、データ領域としてさらにブロックA(2Kバイト)、およびブロックB(2Kバイト)の2つの内部ROM領域を持ちます。このブロックはF0000₁₆番地からFFFF₁₆番地に配置されます。

固定割り込みベクタテーブルはFFFDC₁₆番地からFFFFFF₁₆番地に配置されます。ここに割り込みルーチンの先頭番地を格納します。詳細は「9. 割り込み」を参照してください。

内部RAMは00400₁₆番地から上位方向に配置されます。例えば4Kバイトの内部RAMは、00400₁₆番地から013FF₁₆番地に配置されます。内部RAMはデータ格納以外に、サブルーチン呼び出しや、割り込み時のスタックとしても使用します。

SFRは、00000₁₆番地から003FF₁₆番地に配置されています。ここには、周辺機能の制御レジスタが配置されています。SFRのうち何も配置されていない領域はすべて予約領域のため、ユーザは使用できません。

スペシャルページベクタテーブルはFFE00₁₆番地からFFFDB₁₆番地に配置されています。このベクタはJMPS命令またはJSRS命令で使用します。詳細は「M16C/60、M16C/20シリーズソフトウェアマニュアル」を参照してください。

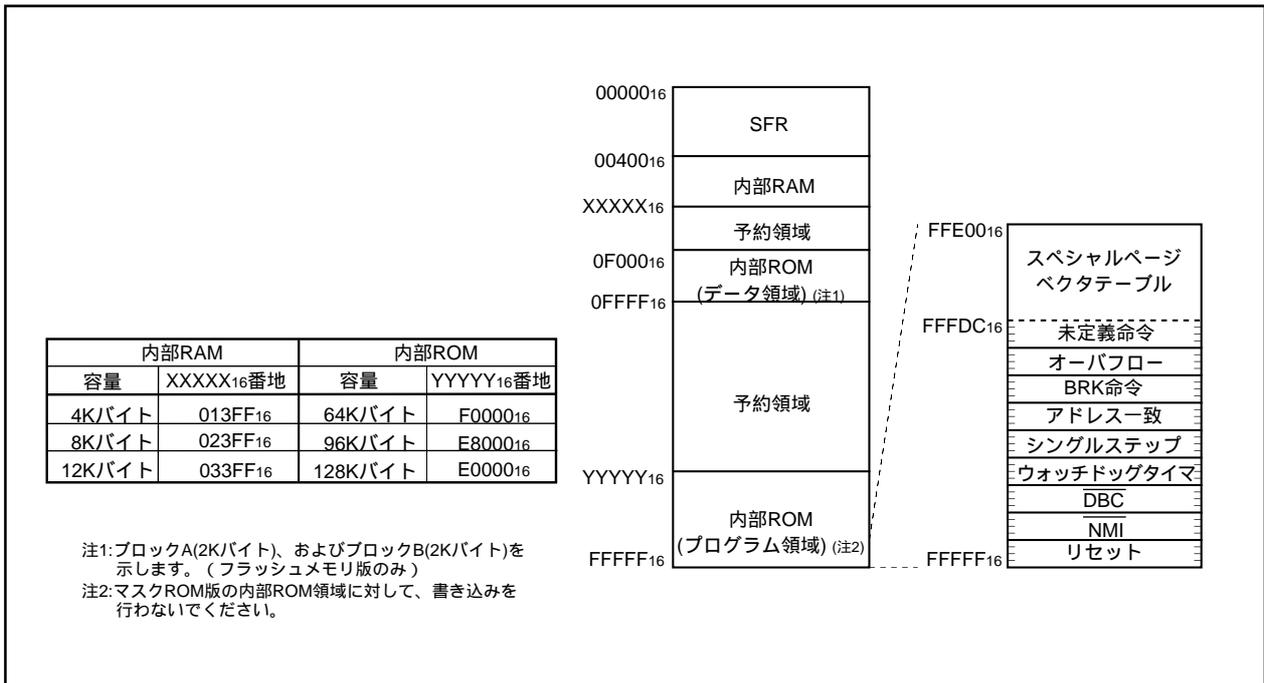


図3.1 メモリ配置

4. SFR

SFR(Special Function Registers)は、周辺機能の制御レジスタです。表4.1～表4.11にSFR一覧を示します。

表4.1 SFR一覧(1)^(注1)

| 番地 | レジスタ | シンボル | リセット後の値 |
|--------------------|----------------------|--------|-----------------------|
| 000 ₁₆ | | | |
| 0001 ₁₆ | | | |
| 0002 ₁₆ | | | |
| 0003 ₁₆ | | | |
| 0004 ₁₆ | プロセッサモードレジスタ0 | PM0 | 00 ₁₆ |
| 0005 ₁₆ | プロセッサモードレジスタ1 | PM1 | 00001000 ₂ |
| 0006 ₁₆ | システムクロック制御レジスタ0 | CM0 | 01001000 ₂ |
| 0007 ₁₆ | システムクロック制御レジスタ1 | CM1 | 00100000 ₂ |
| 0008 ₁₆ | | | |
| 0009 ₁₆ | アドレス一致割り込み許可レジスタ | AIER | XXXXXX00 ₂ |
| 000A ₁₆ | プロテクトレジスタ | PRCR | XX000000 ₂ |
| 000B ₁₆ | | | |
| 000C ₁₆ | 発振停止検出レジスタ (注2) | CM2 | 0X000010 ₂ |
| 000D ₁₆ | | | |
| 000E ₁₆ | ウォッチドッグタイマスタートレジスタ | WDTS | XX ₁₆ |
| 000F ₁₆ | ウォッチドッグタイマ制御レジスタ | WDC | 00XXXXXX ₂ |
| 0010 ₁₆ | アドレス一致割り込みレジスタ0 | RMAD0 | 00 ₁₆ |
| 0011 ₁₆ | | | 00 ₁₆ |
| 0012 ₁₆ | | | X0 ₁₆ |
| 0013 ₁₆ | | | |
| 0014 ₁₆ | アドレス一致割り込みレジスタ1 | RMAD1 | 00 ₁₆ |
| 0015 ₁₆ | | | 00 ₁₆ |
| 0016 ₁₆ | | | X0 ₁₆ |
| 0017 ₁₆ | | | |
| 0018 ₁₆ | | | |
| 0019 ₁₆ | 電圧検出レジスタ1 (注3、注4) | VCR1 | 00001000 ₂ |
| 001A ₁₆ | 電圧検出レジスタ2 (注3、注4) | VCR2 | 00 ₁₆ |
| 001B ₁₆ | | | |
| 001C ₁₆ | PLL制御レジスタ0 | PLC0 | 0001X010 ₂ |
| 001D ₁₆ | | | |
| 001E ₁₆ | プロセッサモードレジスタ2 | PM2 | XXX00000 ₂ |
| 001F ₁₆ | 電圧低下検出割り込みレジスタ (注4) | D4INT | 00 ₁₆ |
| 0020 ₁₆ | DMA0ソ - スポインタ | SAR0 | XX ₁₆ |
| 0021 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0022 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0023 ₁₆ | | | |
| 0024 ₁₆ | DMA0ディスティネ - ションポインタ | DAR0 | XX ₁₆ |
| 0025 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0026 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0027 ₁₆ | | | |
| 0028 ₁₆ | DMA0転送カウンタ | TCR0 | XX ₁₆ |
| 0029 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 002A ₁₆ | | | |
| 002B ₁₆ | | | |
| 002C ₁₆ | DMA0制御レジスタ | DM0CON | 00000X00 ₂ |
| 002D ₁₆ | | | |
| 002E ₁₆ | | | |
| 002F ₁₆ | | | |
| 0030 ₁₆ | DMA1ソ - スポインタ | SAR1 | XX ₁₆ |
| 0031 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0032 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0033 ₁₆ | | | |
| 0034 ₁₆ | DMA1ディスティネ - ションポインタ | DAR1 | XX ₁₆ |
| 0035 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0036 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0037 ₁₆ | | | |
| 0038 ₁₆ | DMA1転送カウンタ | TCR1 | XX ₁₆ |
| 0039 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 003A ₁₆ | | | |
| 003B ₁₆ | | | |
| 003C ₁₆ | DMA1制御レジスタ | DM1CON | 00000X00 ₂ |
| 003D ₁₆ | | | |
| 003E ₁₆ | | | |
| 003F ₁₆ | | | |

注1. 空欄はすべて予約領域です。使用できません。

注2. CM20、CM21、CM27ビットは発振停止検出リセット時は変化しません。

注3. ソフトウェアリセット、ウォッチドッグタイマリセット、発振停止検出リセット時は変化しません。

注4. このレジスタは、T-ver.およびV-ver.では使用できません。

X: 不定です。

表4.2 SFR一覧(2)(注1)

| 番地 | レジスタ | シンボル | リセット後の値 |
|--------------------|---|------------------|-----------------------|
| 0040 ₁₆ | | | |
| 0041 ₁₆ | CAN0ウェイクアップ割り込み制御レジスタ | C01WKIC | XXXXX000 ₂ |
| 0042 ₁₆ | CAN0受信完了割り込み制御レジスタ | C0RECIC | XXXXX000 ₂ |
| 0043 ₁₆ | CAN0送信完了割り込み制御レジスタ | C0TRMIC | XXXXX000 ₂ |
| 0044 ₁₆ | INT3割り込み制御レジスタ | INT3IC | XX00X000 ₂ |
| 0045 ₁₆ | ICOC0割り込み制御レジスタ | ICOC0IC | XXXXX000 ₂ |
| 0046 ₁₆ | ICOC1割り込み制御レジスタ、PC-BUSインタフェース割り込み制御レジスタ | ICOC1IC, IICIC | XXXXX000 ₂ |
| 0047 ₁₆ | ICOCベースタイム割り込み制御レジスタ、SCLSDA割り込み制御レジスタ | BTIC, SCLDAIC | XXXXX000 ₂ |
| 0048 ₁₆ | SI/O4割り込み制御レジスタ、INT5割り込み制御レジスタ | S4IC, INT5IC | XX00X000 ₂ |
| 0049 ₁₆ | SI/O3割り込み制御レジスタ、INT4割り込み制御レジスタ | S3IC, INT4IC | XX00X000 ₂ |
| 004A ₁₆ | UART2バス衝突検出割り込み制御レジスタ | BCNIC | XXXXX000 ₂ |
| 004B ₁₆ | DMA0割り込み制御レジスタ | DM0IC | XXXXX000 ₂ |
| 004C ₁₆ | DMA1割り込み制御レジスタ | DM1IC | XXXXX000 ₂ |
| 004D ₁₆ | CAN0ステート、エラー割り込み制御レジスタ | C01ERRIC | XXXXX000 ₂ |
| 004E ₁₆ | A/D変換割り込み制御レジスタ、キ-入力割り込み制御レジスタ (注2) | ADIC, KUPIC | XXXXX000 ₂ |
| 004F ₁₆ | UART2送信割り込み制御レジスタ | S2TIC | XXXXX000 ₂ |
| 0050 ₁₆ | UART2受信割り込み制御レジスタ | S2RIC | XXXXX000 ₂ |
| 0051 ₁₆ | UART0送信割り込み制御レジスタ | S0TIC | XXXXX000 ₂ |
| 0052 ₁₆ | UART0受信割り込み制御レジスタ | S0RIC | XXXXX000 ₂ |
| 0053 ₁₆ | UART1送信割り込み制御レジスタ | S1TIC | XXXXX000 ₂ |
| 0054 ₁₆ | UART1受信割り込み制御レジスタ | S1RIC | XXXXX000 ₂ |
| 0055 ₁₆ | タイマA0割り込み制御レジスタ | TA0IC | XXXXX000 ₂ |
| 0056 ₁₆ | タイマA1割り込み制御レジスタ | TA1IC | XXXXX000 ₂ |
| 0057 ₁₆ | タイマA2割り込み制御レジスタ | TA2IC | XXXXX000 ₂ |
| 0058 ₁₆ | タイマA3割り込み制御レジスタ | TA3IC | XXXXX000 ₂ |
| 0059 ₁₆ | タイマA4割り込み制御レジスタ | TA4IC | XXXXX000 ₂ |
| 005A ₁₆ | タイマB0割り込み制御レジスタ | TB0IC | XXXXX000 ₂ |
| 005B ₁₆ | タイマB1割り込み制御レジスタ | TB1IC | XXXXX000 ₂ |
| 005C ₁₆ | タイマB2割り込み制御レジスタ | TB2IC | XXXXX000 ₂ |
| 005D ₁₆ | INT0割り込み制御レジスタ | INT0IC | XX00X000 ₂ |
| 005E ₁₆ | INT1割り込み制御レジスタ | INT1IC | XX00X000 ₂ |
| 005F ₁₆ | INT2割り込み制御レジスタ | INT2IC | XX00X000 ₂ |
| 0060 ₁₆ | CAN0スロット0: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ |
| 0061 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0062 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0063 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0064 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0065 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0066 ₁₆ | CAN0スロット0: データフィールド | | XX ₁₆ |
| 0067 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0068 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0069 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 006A ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 006B ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 006C ₁₆ | | XX ₁₆ | |
| 006D ₁₆ | | XX ₁₆ | |
| 006E ₁₆ | CAN0スロット0: タイムスタンプ | | XX ₁₆ |
| 006F ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0070 ₁₆ | CAN0スロット1: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ |
| 0071 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0072 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0073 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0074 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0075 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0076 ₁₆ | CAN0スロット1: データフィールド | | XX ₁₆ |
| 0077 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0078 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0079 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 007A ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 007B ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 007C ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 007D ₁₆ | | XX ₁₆ | |
| 007E ₁₆ | CAN0スロット1: タイムスタンプ | | XX ₁₆ |
| 007F ₁₆ | | | XX ₁₆ |

注1. 空欄はすべて予約領域です。使用できません。

注2. 割り込み要因選択レジスタ2 (035E_h番地: IFSR2A)のビット1が“0”の場合は、A/D変換割り込み制御レジスタが有効になります。
“1”の場合は、キー入力割り込み制御レジスタが有効になります。

X: 不定です。

表4.3 SFR一覧(3)(注1)

| 番地 | レジスタ | シンボル | リセット後の値 |
|--|-------------------------|------|--|
| 0080 ₁₆ 0081 ₁₆ 0082 ₁₆ 0083 ₁₆ 0084 ₁₆ 0085 ₁₆ | CAN0スロット2: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0086 ₁₆ 0087 ₁₆ 0088 ₁₆ 0089 ₁₆ 008A ₁₆ 008B ₁₆ 008C ₁₆ 008D ₁₆ | CAN0スロット2: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 008E ₁₆ 008F ₁₆ | CAN0スロット2: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0090 ₁₆ 0091 ₁₆ 0092 ₁₆ 0093 ₁₆ 0094 ₁₆ 0095 ₁₆ | CAN0スロット3: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0096 ₁₆ 0097 ₁₆ 0098 ₁₆ 0099 ₁₆ 009A ₁₆ 009B ₁₆ 009C ₁₆ 009D ₁₆ | CAN0スロット3: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 009E ₁₆ 009F ₁₆ | CAN0スロット3: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00A0 ₁₆ 00A1 ₁₆ 00A2 ₁₆ 00A3 ₁₆ 00A4 ₁₆ 00A5 ₁₆ | CAN0スロット4: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00A6 ₁₆ 00A7 ₁₆ 00A8 ₁₆ 00A9 ₁₆ 00AA ₁₆ 00AB ₁₆ 00AC ₁₆ 00AD ₁₆ | CAN0スロット4: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00AE ₁₆ 00AF ₁₆ | CAN0スロット4: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00B0 ₁₆ 00B1 ₁₆ 00B2 ₁₆ 00B3 ₁₆ 00B4 ₁₆ 00B5 ₁₆ | CAN0スロット5: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00B6 ₁₆ 00B7 ₁₆ 00B8 ₁₆ 00B9 ₁₆ 00BA ₁₆ 00BB ₁₆ 00BC ₁₆ 00BD ₁₆ | CAN0スロット5: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00BE ₁₆ 00BF ₁₆ | CAN0スロット5: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |

注1. 空欄はすべて予約領域です。使用できません。

X: 不定です。

表4.4 SFR一覧(4)(注1)

| 番地 | レジスタ | シンボル | リセット後の値 |
|--|-------------------------|------|--|
| 00C0 ₁₆ 00C1 ₁₆ 00C2 ₁₆ 00C3 ₁₆ 00C4 ₁₆ 00C5 ₁₆ | CAN0スロット6: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00C6 ₁₆ 00C7 ₁₆ 00C8 ₁₆ 00C9 ₁₆ 00CA ₁₆ 00CB ₁₆ 00CC ₁₆ 00CD ₁₆ | CAN0スロット6: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00CE ₁₆ 00CF ₁₆ | CAN0スロット6: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00D0 ₁₆ 00D1 ₁₆ 00D2 ₁₆ 00D3 ₁₆ 00D4 ₁₆ 00D5 ₁₆ | CAN0スロット7: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00D6 ₁₆ 00D7 ₁₆ 00D8 ₁₆ 00D9 ₁₆ 00DA ₁₆ 00DB ₁₆ 00DC ₁₆ 00DD ₁₆ | CAN0スロット7: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00DE ₁₆ 00DF ₁₆ | CAN0スロット7: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00E0 ₁₆ 00E1 ₁₆ 00E2 ₁₆ 00E3 ₁₆ 00E4 ₁₆ 00E5 ₁₆ | CAN0スロット8: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00E6 ₁₆ 00E7 ₁₆ 00E8 ₁₆ 00E9 ₁₆ 00EA ₁₆ 00EB ₁₆ 00EC ₁₆ 00ED ₁₆ | CAN0スロット8: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00EE ₁₆ 00EF ₁₆ | CAN0スロット8: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00F0 ₁₆ 00F1 ₁₆ 00F2 ₁₆ 00F3 ₁₆ 00F4 ₁₆ 00F5 ₁₆ | CAN0スロット9: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00F6 ₁₆ 00F7 ₁₆ 00F8 ₁₆ 00F9 ₁₆ 00FA ₁₆ 00FB ₁₆ 00FC ₁₆ 00FD ₁₆ | CAN0スロット9: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 00FE ₁₆ 00FF ₁₆ | CAN0スロット9: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |

注1. 空欄はすべて予約領域です。使用できません。

X: 不定です。

表4.5 SFR一覧(5)(注1)

| 番地 | レジスタ | シンボル | リセット後の値 |
|--|--------------------------|------|--|
| 0100 ₁₆ 0101 ₁₆ 0102 ₁₆ 0103 ₁₆ 0104 ₁₆ 0105 ₁₆ | CAN0スロット10: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0106 ₁₆ 0107 ₁₆ 0108 ₁₆ 0109 ₁₆ 010A ₁₆ 010B ₁₆ 010C ₁₆ 010D ₁₆ | CAN0スロット10: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 010E ₁₆ 010F ₁₆ | CAN0スロット10: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0110 ₁₆ 0111 ₁₆ 0112 ₁₆ 0113 ₁₆ 0114 ₁₆ 0115 ₁₆ | CAN0スロット11: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0116 ₁₆ 0117 ₁₆ 0118 ₁₆ 0119 ₁₆ 011A ₁₆ 011B ₁₆ 011C ₁₆ 011D ₁₆ | CAN0スロット11: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 011E ₁₆ 011F ₁₆ | CAN0スロット11: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0120 ₁₆ 0121 ₁₆ 0122 ₁₆ 0123 ₁₆ 0124 ₁₆ 0125 ₁₆ | CAN0スロット12: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0126 ₁₆ 0127 ₁₆ 0128 ₁₆ 0129 ₁₆ 012A ₁₆ 012B ₁₆ 012C ₁₆ 012D ₁₆ | CAN0スロット12: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 012E ₁₆ 012F ₁₆ | CAN0スロット12: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0130 ₁₆ 0131 ₁₆ 0132 ₁₆ 0133 ₁₆ 0134 ₁₆ 0135 ₁₆ | CAN0スロット13: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0136 ₁₆ 0137 ₁₆ 0138 ₁₆ 0139 ₁₆ 013A ₁₆ 013B ₁₆ 013C ₁₆ 013D ₁₆ | CAN0スロット13: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 013E ₁₆ 013F ₁₆ | CAN0スロット13: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |

注1. 空欄はすべて予約領域です。使用できません。

X: 不定です。

表4.6 SFR一覧(6)(注1)

| 番地 | レジスタ | シンボル | リセット後の値 |
|--|--------------------------|--------|--|
| 0140 ₁₆ 0141 ₁₆ 0142 ₁₆ 0143 ₁₆ 0144 ₁₆ 0145 ₁₆ | CAN0スロット14: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0146 ₁₆ 0147 ₁₆ 0148 ₁₆ 0149 ₁₆ 014A ₁₆ 014B ₁₆ 014C ₁₆ 014D ₁₆ | CAN0スロット14: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 014E ₁₆ 014F ₁₆ | CAN0スロット14: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0150 ₁₆ 0151 ₁₆ 0152 ₁₆ 0153 ₁₆ 0154 ₁₆ 0155 ₁₆ | CAN0スロット15: メッセージ識別子/DLC | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0156 ₁₆ 0157 ₁₆ 0158 ₁₆ 0159 ₁₆ 015A ₁₆ 015B ₁₆ 015C ₁₆ 015D ₁₆ | CAN0スロット15: データフィールド | | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 015E ₁₆ 015F ₁₆ | CAN0スロット15: タイムスタンプ | | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0160 ₁₆ 0161 ₁₆ 0162 ₁₆ 0163 ₁₆ 0164 ₁₆ 0165 ₁₆ | CAN0グローバルマスクレジスタ | COGMR | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0166 ₁₆ 0167 ₁₆ 0168 ₁₆ 0169 ₁₆ 016A ₁₆ 016B ₁₆ | CAN0ローカルマスクAレジスタ | COLMAR | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 016C ₁₆ 016D ₁₆ 016E ₁₆ 016F ₁₆ 0170 ₁₆ 0171 ₁₆ | CAN0ローカルマスクBレジスタ | COLMBR | XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 01B3 ₁₆ | フラッシュメモリ制御レジスタ4(注2) | FMR4 | 01000000 ₂ |
| 01B4 ₁₆ | | | |
| 01B5 ₁₆ | フラッシュメモリ制御レジスタ1(注2) | FMR1 | 000XXX0X ₂ |
| 01B6 ₁₆ | | | |
| 01B7 ₁₆ | フラッシュメモリ制御レジスタ0(注2) | FMR0 | 00000001 ₁₆ |
| 01FD ₁₆ | | | |
| 01FE ₁₆ | | | |
| 01FF ₁₆ | | | |

注1. 空欄はすべて予約領域です。使用できません。

注2. このレジスタはフラッシュメモリ版にあります。

X: 不定です。

表4.7 SFR一覧(7)(注1)

| 番地 | レジスタ | シンボル | リセット後の値 |
|--------------------|---|----------|-----------------------|
| 0200 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ0 | C0MCTL0 | 00 ₁₆ |
| 0201 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ1 | C0MCTL1 | 00 ₁₆ |
| 0202 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ2 | C0MCTL2 | 00 ₁₆ |
| 0203 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ3 | C0MCTL3 | 00 ₁₆ |
| 0204 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ4 | C0MCTL4 | 00 ₁₆ |
| 0205 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ5 | C0MCTL5 | 00 ₁₆ |
| 0206 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ6 | C0MCTL6 | 00 ₁₆ |
| 0207 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ7 | C0MCTL7 | 00 ₁₆ |
| 0208 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ8 | C0MCTL8 | 00 ₁₆ |
| 0209 ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ9 | C0MCTL9 | 00 ₁₆ |
| 020A ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ10 | C0MCTL10 | 00 ₁₆ |
| 020B ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ11 | C0MCTL11 | 00 ₁₆ |
| 020C ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ12 | C0MCTL12 | 00 ₁₆ |
| 020D ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ13 | C0MCTL13 | 00 ₁₆ |
| 020E ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ14 | C0MCTL14 | 00 ₁₆ |
| 020F ₁₆ | CAN0メッセージ制御レジスタ15 | C0MCTL15 | 00 ₁₆ |
| 0210 ₁₆ | CAN0制御レジスタ | C0CTLR | X000000 ₁₂ |
| 0211 ₁₆ | | | XX0X0000 ₂ |
| 0212 ₁₆ | CAN0ステータスレジスタ | C0STR | 00 ₁₆ |
| 0213 ₁₆ | | | X000000 ₁₂ |
| 0214 ₁₆ | CAN0スロットステータスレジスタ | C0SSTR | 00 ₁₆ |
| 0215 ₁₆ | | | 00 ₁₆ |
| 0216 ₁₆ | CAN0割り込み制御レジスタ | C0ICR | 00 ₁₆ |
| 0217 ₁₆ | | | 00 ₁₆ |
| 0218 ₁₆ | CAN0拡張IDレジスタ | C0IDR | 00 ₁₆ |
| 0219 ₁₆ | | | 00 ₁₆ |
| 021A ₁₆ | CAN0バスタイミング制御レジスタ | C0CONR | XX ₁₆ |
| 021B ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 021C ₁₆ | CAN0受信エラーカウントレジスタ | C0RECR | 00 ₁₆ |
| 021D ₁₆ | CAN0送信エラーカウントレジスタ | C0TECR | 00 ₁₆ |
| 021E ₁₆ | CAN0タイムスタンプレジスタ | C0TSR | 00 ₁₆ |
| 021F ₁₆ | | | 00 ₁₆ |
| 0242 ₁₆ | CAN0アクセプタンスフィルタサポートレジスタ | C0AFS | XX ₁₆ |
| 0243 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 025A ₁₆ | 三相プロテクト制御レジスタ | TPRC | 00 ₁₆ |
| 025B ₁₆ | | | |
| 025C ₁₆ | オンチップオシレータ制御レジスタ | ROCR | 0000010 ₁₂ |
| 025D ₁₆ | 端子割り当て制御レジスタ | PACR | 00 ₁₆ |
| 025E ₁₆ | 周辺クロック選択レジスタ | PCLKR | 0000001 ₁₂ |
| 025F ₁₆ | CAN0クロック選択レジスタ | CCLKR | 00 ₁₆ |
| 02E0 ₁₆ | I ² C0データシフトレジスタ | S00 | XX ₁₆ |
| 02E1 ₁₆ | | | |
| 02E2 ₁₆ | I ² C0アドレスレジスタ | S0D0 | 00 ₁₆ |
| 02E3 ₁₆ | I ² C0コントロールレジスタ0 | S1D0 | 00 ₁₆ |
| 02E4 ₁₆ | I ² C0クロックコントロールレジスタ | S20 | 00 ₁₆ |
| 02E5 ₁₆ | I ² C0スタート/ストップコンディション制御レジスタ | S2D0 | 00011010 ₂ |
| 02E6 ₁₆ | I ² C0コントロールレジスタ1 | S3D0 | 00110000 ₂ |
| 02E7 ₁₆ | I ² C0コントロールレジスタ2 | S4D0 | 00 ₁₆ |
| 02E8 ₁₆ | I ² C0ステータスレジスタ | S10 | 0001000X ₂ |
| 02FE ₁₆ | | | |
| 02FF ₁₆ | | | |

注1. 空欄はすべて予約領域です。使用できません。

X: 不定です。

表4.8 SFR一覧(8)(注1)

| 番地 | レジスタ | シンボル | リセット後の値 |
|--|---------------------|--------------|--------------------------------------|
| 0300 ₁₆ 0301 ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ0 | G1TM0, G1PO0 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0302 ₁₆ 0303 ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ1 | G1TM1, G1PO1 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0304 ₁₆ 0305 ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ2 | G1TM2, G1PO2 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0306 ₁₆ 0307 ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ3 | G1TM3, G1PO3 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0308 ₁₆ 0309 ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ4 | G1TM4, G1PO4 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 030A ₁₆ 030B ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ5 | G1TM5, G1PO5 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 030C ₁₆ 030D ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ6 | G1TM6, G1PO6 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 030E ₁₆ 030F ₁₆ | 時間計測、波形生成レジスタ7 | G1TM7, G1PO7 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0310 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ0 | G1POCR0 | 0X00XX00 ₂ |
| 0311 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ1 | G1POCR1 | 0X00XX00 ₂ |
| 0312 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ2 | G1POCR2 | 0X00XX00 ₂ |
| 0313 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ3 | G1POCR3 | 0X00XX00 ₂ |
| 0314 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ4 | G1POCR4 | 0X00XX00 ₂ |
| 0315 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ5 | G1POCR5 | 0X00XX00 ₂ |
| 0316 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ6 | G1POCR6 | 0X00XX00 ₂ |
| 0317 ₁₆ | 波形生成制御レジスタ7 | G1POCR7 | 0X00XX00 ₂ |
| 0318 ₁₆ | 時間計測制御レジスタ0 | G1TMCR0 | 00 ₁₆ |
| 0319 ₁₆ | 時間計測制御レジスタ1 | G1TMCR1 | 00 ₁₆ |
| 031A ₁₆ | 時間計測制御レジスタ2 | G1TMCR2 | 00 ₁₆ |
| 031B ₁₆ | 時間計測制御レジスタ3 | G1TMCR3 | 00 ₁₆ |
| 031C ₁₆ | 時間計測制御レジスタ4 | G1TMCR4 | 00 ₁₆ |
| 031D ₁₆ | 時間計測制御レジスタ5 | G1TMCR5 | 00 ₁₆ |
| 031E ₁₆ | 時間計測制御レジスタ6 | G1TMCR6 | 00 ₁₆ |
| 031F ₁₆ | 時間計測制御レジスタ7 | G1TMCR7 | 00 ₁₆ |
| 0320 ₁₆ 0321 ₁₆ | ベースタイムレジスタ | G1BT | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 0322 ₁₆ | ベースタイム制御レジスタ0 | G1BCR0 | 00 ₁₆ |
| 0323 ₁₆ | ベースタイム制御レジスタ1 | G1BCR1 | 00 ₁₆ |
| 0324 ₁₆ | 時間計測プリスケアラレジスタ6 | G1TPR6 | 00 ₁₆ |
| 0325 ₁₆ | 時間計測プリスケアラレジスタ7 | G1TPR7 | 00 ₁₆ |
| 0326 ₁₆ | 機能許可レジスタ | G1FE | 00 ₁₆ |
| 0327 ₁₆ | 機能選択レジスタ | G1FS | 00 ₁₆ |
| 0328 ₁₆ 0329 ₁₆ | ベースタイムリセットレジスタ | G1BTRR | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 032A ₁₆ 032B ₁₆ 032C ₁₆ 032D ₁₆ 032E ₁₆ 032F ₁₆ | カウントソース分周レジスタ | G1DV | 00 ₁₆ |
| 0330 ₁₆ | 割り込み要求レジスタ | G1IR | XX ₁₆ |
| 0331 ₁₆ | 割り込み許可レジスタ0 | G1IE0 | 00 ₁₆ |
| 0332 ₁₆ | 割り込み許可レジスタ1 | G1IE1 | 00 ₁₆ |
| 0333 ₁₆ 0334 ₁₆ 0335 ₁₆ 0336 ₁₆ 0337 ₁₆ 0338 ₁₆ 0339 ₁₆ 033A ₁₆ 033B ₁₆ 033C ₁₆ 033D ₁₆ | | | |
| 033E ₁₆ | NMIデジタルデバウンスレジスタ | NDDR | FF ₁₆ |
| 033F ₁₆ | ポートP17デジタルデバウンスレジスタ | P17DDR | FF ₁₆ |

注1. 空欄はすべて予約領域です。使用できません。

X：不定です。

表4.9 SFR一覧(9)(注1)

| 番地 | レジスタ | シンボル | リセット後の値 |
|--------------------|---------------------|--------|-----------------------|
| 0340 ₁₆ | | | |
| 0341 ₁₆ | | | |
| 0342 ₁₆ | タイマA1-1レジスタ | TA11 | XX ₁₆ |
| 0343 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0344 ₁₆ | タイマA2-1レジスタ | TA21 | XX ₁₆ |
| 0345 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0346 ₁₆ | タイマA4-1レジスタ | TA41 | XX ₁₆ |
| 0347 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0348 ₁₆ | 三相PWM制御レジスタ0 | INVC0 | 00 ₁₆ |
| 0349 ₁₆ | 三相PWM制御レジスタ1 | INVC1 | 00 ₁₆ |
| 034A ₁₆ | 三相出力バッファレジスタ0 | IDB0 | 00111111 ₂ |
| 034B ₁₆ | 三相出力バッファレジスタ1 | IDB1 | 00111111 ₂ |
| 034C ₁₆ | 短絡防止タイマ | DTT | XX ₁₆ |
| 034D ₁₆ | タイマB2割り込み発生頻度設定カウンタ | ICTB2 | XX ₁₆ |
| 034E ₁₆ | 位置データ保持機能制御レジスタ | PDRF | XXXX0000 ₂ |
| 034F ₁₆ | | | |
| 0350 ₁₆ | | | |
| 0351 ₁₆ | | | |
| 0352 ₁₆ | | | |
| 0353 ₁₆ | | | |
| 0354 ₁₆ | | | |
| 0355 ₁₆ | | | |
| 0356 ₁₆ | | | |
| 0357 ₁₆ | | | |
| 0358 ₁₆ | ポート機能制御レジスタ | PFCR | 00111111 ₂ |
| 0359 ₁₆ | | | |
| 035A ₁₆ | | | |
| 035B ₁₆ | | | |
| 035C ₁₆ | | | |
| 035D ₁₆ | | | |
| 035E ₁₆ | 割り込み要因選択レジスタ2(注2) | IFSR2A | 00XXX000 ₂ |
| 035F ₁₆ | 割り込み要因選択レジスタ | IFSR | 00 ₁₆ |
| 0360 ₁₆ | SI/O3送受信レジスタ | S3TRR | XX ₁₆ |
| 0361 ₁₆ | | | |
| 0362 ₁₆ | SI/O3制御レジスタ | S3C | 01000000 ₂ |
| 0363 ₁₆ | SI/O3転送速度レジスタ | S3BRG | XX ₁₆ |
| 0364 ₁₆ | SI/O4送受信レジスタ | S4TRR | XX ₁₆ |
| 0365 ₁₆ | | | |
| 0366 ₁₆ | SI/O4制御レジスタ | S4C | 01000000 ₂ |
| 0367 ₁₆ | SI/O4転送速度レジスタ | S4BRG | XX ₁₆ |
| 0368 ₁₆ | | | |
| 0369 ₁₆ | | | |
| 036A ₁₆ | | | |
| 036B ₁₆ | | | |
| 036C ₁₆ | | | |
| 036D ₁₆ | | | |
| 036E ₁₆ | | | |
| 036F ₁₆ | | | |
| 0370 ₁₆ | | | |
| 0371 ₁₆ | | | |
| 0372 ₁₆ | | | |
| 0373 ₁₆ | | | |
| 0374 ₁₆ | UART2特殊モードレジスタ4 | U2SMR4 | 00 ₁₆ |
| 0375 ₁₆ | UART2特殊モードレジスタ3 | U2SMR3 | 000X0X0X ₂ |
| 0376 ₁₆ | UART2特殊モードレジスタ2 | U2SMR2 | X0000000 ₂ |
| 0377 ₁₆ | UART2特殊モードレジスタ | U2SMR | X0000000 ₂ |
| 0378 ₁₆ | UART2送受信モードレジスタ | U2MR | 00 ₁₆ |
| 0379 ₁₆ | UART2転送速度レジスタ | U2BRG | XX ₁₆ |
| 037A ₁₆ | UART2送信バッファレジスタ | U2TB | XX ₁₆ |
| 037B ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 037C ₁₆ | UART2送受信制御レジスタ0 | U2C0 | 00001000 ₂ |
| 037D ₁₆ | UART2送受信制御レジスタ1 | U2C1 | 00000010 ₂ |
| 037E ₁₆ | UART2受信バッファレジスタ | U2RB | XX ₁₆ |
| 037F ₁₆ | | | XX ₁₆ |

注1. 空欄はすべて予約領域です。使用できません。

注2. リセット後、ビット0に“0”を書いてください。

X：不定です。

表4.10 SFR一覧(10)(注1)

| 番地 | レジスタ | シンボル | リセット後の値 |
|--------------------|-------------------|--------|-----------------------|
| 0380 ₁₆ | カウント開始フラグ | TABSR | 00 ₁₆ |
| 0381 ₁₆ | 時計用プリスケアラセットフラグ | CPSRF | 0XXXXXX ₂ |
| 0382 ₁₆ | ワンショット開始フラグ | ONSF | 00 ₁₆ |
| 0383 ₁₆ | トリガ選択レジスタ | TRGSR | 00 ₁₆ |
| 0384 ₁₆ | アップダウンフラグ | UDF | 00 ₁₆ |
| 0385 ₁₆ | | | |
| 0386 ₁₆ | タイマA0レジスタ | TA0 | XX ₁₆ |
| 0387 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0388 ₁₆ | タイマA1レジスタ | TA1 | XX ₁₆ |
| 0389 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 038A ₁₆ | タイマA2レジスタ | TA2 | XX ₁₆ |
| 038B ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 038C ₁₆ | タイマA3レジスタ | TA3 | XX ₁₆ |
| 038D ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 038E ₁₆ | タイマA4レジスタ | TA4 | XX ₁₆ |
| 038F ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0390 ₁₆ | タイマB0レジスタ | TB0 | XX ₁₆ |
| 0391 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0392 ₁₆ | タイマB1レジスタ | TB1 | XX ₁₆ |
| 0393 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0394 ₁₆ | タイマB2レジスタ | TB2 | XX ₁₆ |
| 0395 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 0396 ₁₆ | タイマA0モ - ドレジスタ | TA0MR | 00 ₁₆ |
| 0397 ₁₆ | タイマA1モ - ドレジスタ | TA1MR | 00 ₁₆ |
| 0398 ₁₆ | タイマA2モ - ドレジスタ | TA2MR | 00 ₁₆ |
| 0399 ₁₆ | タイマA3モ - ドレジスタ | TA3MR | 00 ₁₆ |
| 039A ₁₆ | タイマA4モ - ドレジスタ | TA4MR | 00 ₁₆ |
| 039B ₁₆ | タイマB0モ - ドレジスタ | TB0MR | 00XX0000 ₂ |
| 039C ₁₆ | タイマB1モ - ドレジスタ | TB1MR | 00XX0000 ₂ |
| 039D ₁₆ | タイマB2モ - ドレジスタ | TB2MR | 00XX0000 ₂ |
| 039E ₁₆ | タイマB2特殊モ - ドレジスタ | TB2SC | X0000000 ₂ |
| 039F ₁₆ | | | |
| 03A0 ₁₆ | UART0送受信モ - ドレジスタ | U0MR | 00 ₁₆ |
| 03A1 ₁₆ | UART0転送速度レジスタ | U0BRG | XX ₁₆ |
| 03A2 ₁₆ | UART0送信バッファレジスタ | U0TB | XX ₁₆ |
| 03A3 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 03A4 ₁₆ | UART0送受信制御レジスタ0 | U0C0 | 00001000 ₂ |
| 03A5 ₁₆ | UART0送受信制御レジスタ1 | U0C1 | 00000010 ₂ |
| 03A6 ₁₆ | UART0受信バッファレジスタ | U0RB | XX ₁₆ |
| 03A7 ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 03A8 ₁₆ | UART1送受信モ - ドレジスタ | U1MR | 00 ₁₆ |
| 03A9 ₁₆ | UART1転送速度レジスタ | U1BRG | XX ₁₆ |
| 03AA ₁₆ | UART1送信バッファレジスタ | U1TB | XX ₁₆ |
| 03AB ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 03AC ₁₆ | UART1送受信制御レジスタ0 | U1C0 | 00001000 ₂ |
| 03AD ₁₆ | UART1送受信制御レジスタ1 | U1C1 | 00000010 ₂ |
| 03AE ₁₆ | UART1受信バッファレジスタ | U1RB | XX ₁₆ |
| 03AF ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 03B0 ₁₆ | UART送受信制御レジスタ2 | UCON | X0000000 ₂ |
| 03B1 ₁₆ | | | |
| 03B2 ₁₆ | | | |
| 03B3 ₁₆ | | | |
| 03B4 ₁₆ | SFR監視アドレスレジスタ | CRCSAR | XX ₁₆ |
| 03B5 ₁₆ | | | 00XXXXXX ₂ |
| 03B6 ₁₆ | CRCモードレジスタ | CRCMR | 0XXXXXX ₂ |
| 03B7 ₁₆ | | | |
| 03B8 ₁₆ | DMA0要因選択レジスタ | DM0SL | 00 ₁₆ |
| 03B9 ₁₆ | | | |
| 03BA ₁₆ | DMA1要因選択レジスタ | DM1SL | 00 ₁₆ |
| 03BB ₁₆ | | | |
| 03BC ₁₆ | CRCデータレジスタ | CRCD | XX ₁₆ |
| 03BD ₁₆ | | | XX ₁₆ |
| 03BE ₁₆ | CRCインプットレジスタ | CRCIN | XX ₁₆ |
| 03BF ₁₆ | | | |

注1. 空欄はすべて予約領域です。使用できません。

X: 不定です。

表4.11 SFR一覧(11)(注1)

| 番地 | レジスタ | シンボル | リセット後の値 |
|--|---------------|----------|--------------------------------------|
| 03C0 ₁₆ 03C1 ₁₆ | A/Dレジスタ0 | AD0 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 03C2 ₁₆ 03C3 ₁₆ | A/Dレジスタ1 | AD1 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 03C4 ₁₆ 03C5 ₁₆ | A/Dレジスタ2 | AD2 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 03C6 ₁₆ 03C7 ₁₆ | A/Dレジスタ3 | AD3 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 03C8 ₁₆ 03C9 ₁₆ | A/Dレジスタ4 | AD4 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 03CA ₁₆ 03CB ₁₆ | A/Dレジスタ5 | AD5 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 03CC ₁₆ 03CD ₁₆ | A/Dレジスタ6 | AD6 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 03CE ₁₆ 03CF ₁₆ | A/Dレジスタ7 | AD7 | XX ₁₆ XX ₁₆ |
| 03D0 ₁₆ 03D1 ₁₆ | | | |
| 03D2 ₁₆ | A/Dトリガ制御レジスタ | ADTRGCON | 00 ₁₆ |
| 03D3 ₁₆ | A/Dステータスレジスタ0 | ADSTAT0 | 00000X00 ₂ |
| 03D4 ₁₆ | A/D制御レジスタ2 | ADCON2 | 00 ₁₆ |
| 03D5 ₁₆ | | | |
| 03D6 ₁₆ | A/D制御レジスタ0 | ADCON0 | 00000XXX ₂ |
| 03D7 ₁₆ | A/D制御レジスタ1 | ADCON1 | 00 ₁₆ |
| 03D8 ₁₆ 03D9 ₁₆ 03DA ₁₆ 03DB ₁₆ 03DC ₁₆ 03DD ₁₆ 03DE ₁₆ 03DF ₁₆ | | | |
| 03E0 ₁₆ | ポートP0レジスタ | P0 | XX ₁₆ |
| 03E1 ₁₆ | ポートP1レジスタ | P1 | XX ₁₆ |
| 03E2 ₁₆ | ポートP0方向レジスタ | PD0 | 00 ₁₆ |
| 03E3 ₁₆ | ポートP1方向レジスタ | PD1 | 00 ₁₆ |
| 03E4 ₁₆ | ポートP2レジスタ | P2 | XX ₁₆ |
| 03E5 ₁₆ | ポートP3レジスタ | P3 | XX ₁₆ |
| 03E6 ₁₆ | ポートP2方向レジスタ | PD2 | 00 ₁₆ |
| 03E7 ₁₆ | ポートP3方向レジスタ | PD3 | 00 ₁₆ |
| 03E8 ₁₆ 03E9 ₁₆ 03EA ₁₆ 03EB ₁₆ | | | |
| 03EC ₁₆ | ポートP6レジスタ | P6 | XX ₁₆ |
| 03ED ₁₆ | ポートP7レジスタ | P7 | XX ₁₆ |
| 03EE ₁₆ | ポートP6方向レジスタ | PD6 | 00 ₁₆ |
| 03EF ₁₆ | ポートP7方向レジスタ | PD7 | 00 ₁₆ |
| 03F0 ₁₆ | ポートP8レジスタ | P8 | XX ₁₆ |
| 03F1 ₁₆ | ポートP9レジスタ | P9 | XX ₁₆ |
| 03F2 ₁₆ | ポートP8方向レジスタ | PD8 | 00 ₁₆ |
| 03F3 ₁₆ | ポートP9方向レジスタ | PD9 | 000X0000 ₂ |
| 03F4 ₁₆ | ポートP10レジスタ | P10 | XX ₁₆ |
| 03F5 ₁₆ | | | |
| 03F6 ₁₆ | ポートP10方向レジスタ | PD10 | 00 ₁₆ |
| 03F7 ₁₆ 03F8 ₁₆ 03F9 ₁₆ 03FA ₁₆ 03FB ₁₆ | | | |
| 03FC ₁₆ | ブルアップ制御レジスタ0 | PUR0 | 00 ₁₆ |
| 03FD ₁₆ | ブルアップ制御レジスタ1 | PUR1 | 00 ₁₆ |
| 03FE ₁₆ | ブルアップ制御レジスタ2 | PUR2 | 00 ₁₆ |
| 03FF ₁₆ | ポート制御レジスタ | PCR | 00 ₁₆ |

注1. 空欄はすべて予約領域です。使用できません。

X: 不定です。

5. リセット

リセットには、ハードウェアリセット、ソフトウェアリセット、ウォッチドッグタイマリセット、発振停止検出リセットがあります。

5.1 ハードウェアリセット

ハードウェアリセットには、ハードウェアリセット1とハードウェアリセット2があります。

5.1.1 ハードウェアリセット1

$\overline{\text{RESET}}$ 端子によるリセットです。電源電圧が推奨動作条件を満たすとき、 $\overline{\text{RESET}}$ 端子に“L”を入力すると端子は初期化されます(「表5.1 $\overline{\text{RESET}}$ 端子のレベルが“L”の期間の端子の状態」を参照)。また、発振回路が初期化され、オンチップオシレータがCPUクロックとなります。 $\overline{\text{RESET}}$ 端子の入力レベルを“L”から“H”にするとCPUとSFRが初期化され、リセットベクタで示される番地からプログラムを実行します。内部RAMは初期化されません。また、内部RAMに書き込み中に $\overline{\text{RESET}}$ 端子が“L”になると、内部RAMは不定となります。

図5.1にリセット回路の一例を、図5.2にリセットシーケンスを、表5.1に $\overline{\text{RESET}}$ 端子のレベルが“L”の期間の端子の状態を、図5.3にリセット後のCPUレジスタの状態を示します。リセット後のSFRの状態は「4. SFR」を参照してください。

1. 電源が安定している場合

- (1) $\overline{\text{RESET}}$ 端子に“L”を入力する
- (2)td(ROC)待つ
- (3) $\overline{\text{RESET}}$ 端子に“H”を入力する

2. 電源投入時

- (1) $\overline{\text{RESET}}$ 端子に“L”を入力する
- (2)電源電圧を推奨動作条件を満たすレベルまで上昇させる
- (3)内部電源が安定するまでtd(P-R)待つ
- (4)td(ROC)待つ
- (5) $\overline{\text{RESET}}$ 端子に“H”を入力する

5.1.2 ハードウェアリセット2

注意

M16C/29 T-ver.およびV-ver.は、この機能を使用しないでください。

マイクロコンピュータに内蔵している電圧検出回路によるリセットです。電圧検出回路は、Vcc端子に入力する電圧を監視します。

VCR2レジスタのVC26ビットが“1”(リセット領域検出回路有効)の場合、Vcc端子に入力する電圧がVdet3以下になると、リセットされます。

次にVcc端子に入力する電圧がVdet3r以上になると端子、CPU、SFRが初期化され、リセットベクタで示される番地からプログラムを実行します。Vdet3rを検出してから、td(S-R)後にプログラムを実行します。初期化される端子、レジスタと、これらの状態は、ハードウェアリセット1と同じです。

電圧低下検出リセット(ハードウェアリセット2)によるストップモードからの復帰はできません。

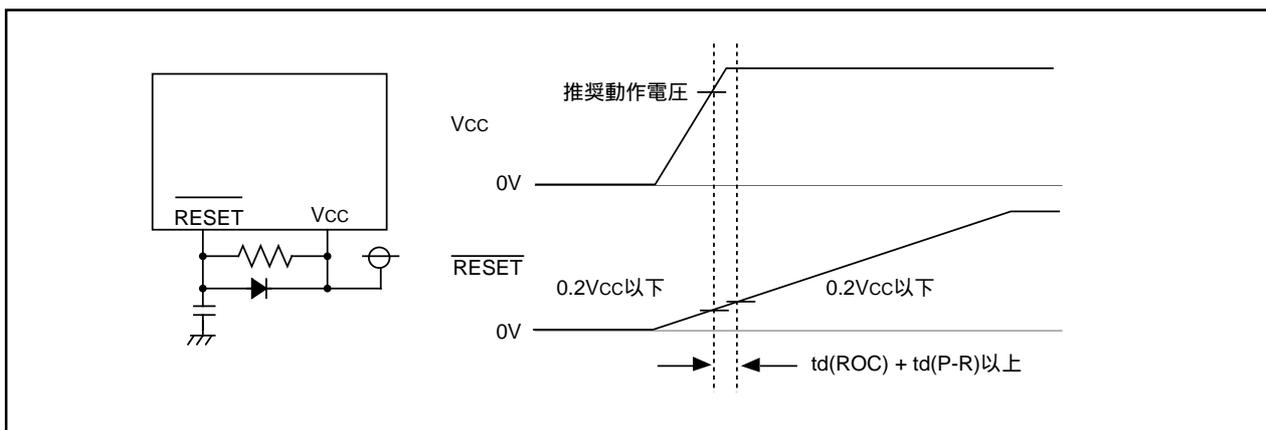


図5.1 リセット回路の一例

5.2 ソフトウェアリセット

PM0レジスタのPM03ビットを“1”(マイクロコンピュータをリセット)にするとマイクロコンピュータは端子、CPU、SFRを初期化します。その後、リセットベクタで示される番地からプログラムを実行します。

オンチップオシレータがCPUクロックになります。

ソフトウェアリセットでは、一部のSFRが初期化されません。詳細は「4. SFR」を参照してください。

5.3 ウォッチドッグタイマリセット

PM1レジスタのPM12ビットが“1”(ウォッチドッグタイマアンダフロー時リセット)の場合、ウォッチドッグタイマがアンダフローするとマイクロコンピュータは端子、CPU、SFRを初期化します。その後、リセットベクタで示される番地からプログラムを実行します。

オンチップオシレータがシステムクロックになります。

ウォッチドッグタイマリセットでは、一部のSFRが初期化されません。詳細は「4. SFR」を参照してください。

5.4 発振停止検出リセット

CM2レジスタのCM20ビットが“1”(発振停止、再発振検出機能有効)で、CM27ビットが“0”(発振停止検出時リセット)の場合、メインクロック発振回路の停止を検出するとマイクロコンピュータは端子、CPU、SFRを初期化し、停止します。詳細は「発振停止、再発振検出機能」を参照してください。

発振停止検出リセットでは、一部のSFRが初期化されません。詳細は「4. SFR」を参照してください。

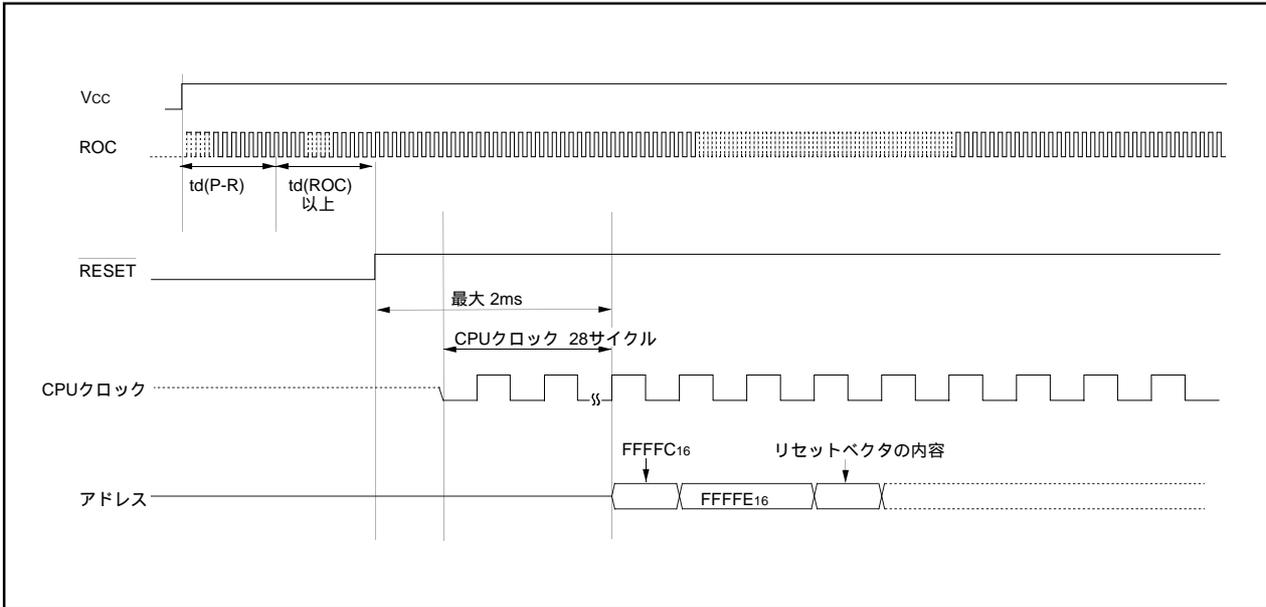


図5.2 リセットシーケンス

表5.1 RESET端子のレベルが"L"の期間の端子の状態

| 端子名 | 端子の状態 |
|----------------------|-------------------|
| P0 ~ P3、 P6 ~ P10 | 入力ポート (ハイインピーダンス) |

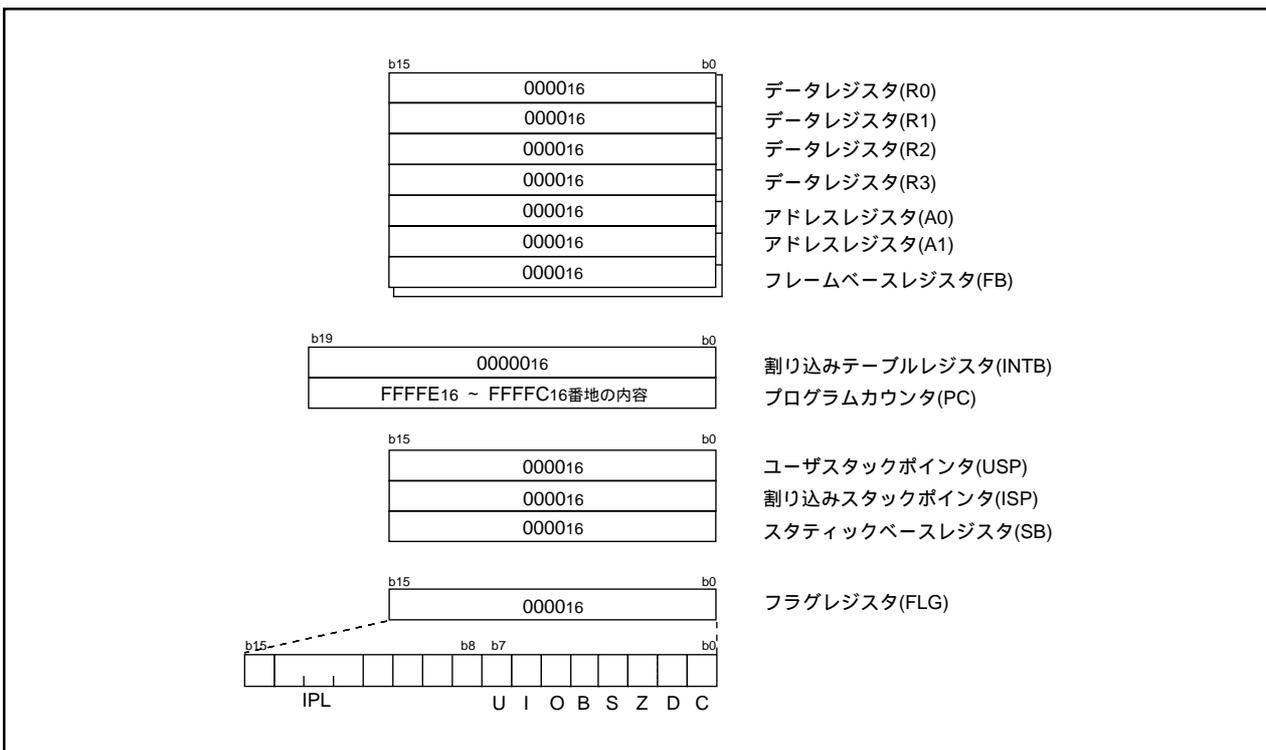


図5.3 リセット後のCPUレジスタの状態

5.5 電圧検出回路

注意

5.5 電圧検出回路は、VCC=5Vでの使用を前提としています。
M16C/29 T-ver.およびV-ver.は、この機能を使用しないでください。

電圧検出回路は、VCC端子に入力する電圧をVdet3、Vdet4で監視する回路を持ち、これらの回路を有効にするか、無効にするかをVCR2レジスタのVC26～VC27ビットで選択できます。

リセット領域検出回路は、電圧低下検出リセット(ハードウェアリセット2)で使用します。

電圧低下検出回路は、VCR1レジスタのVC13ビットで、Vdet4以上か、Vdet4未満かを検出できます。また、電圧低下検出割り込みが使用できます。

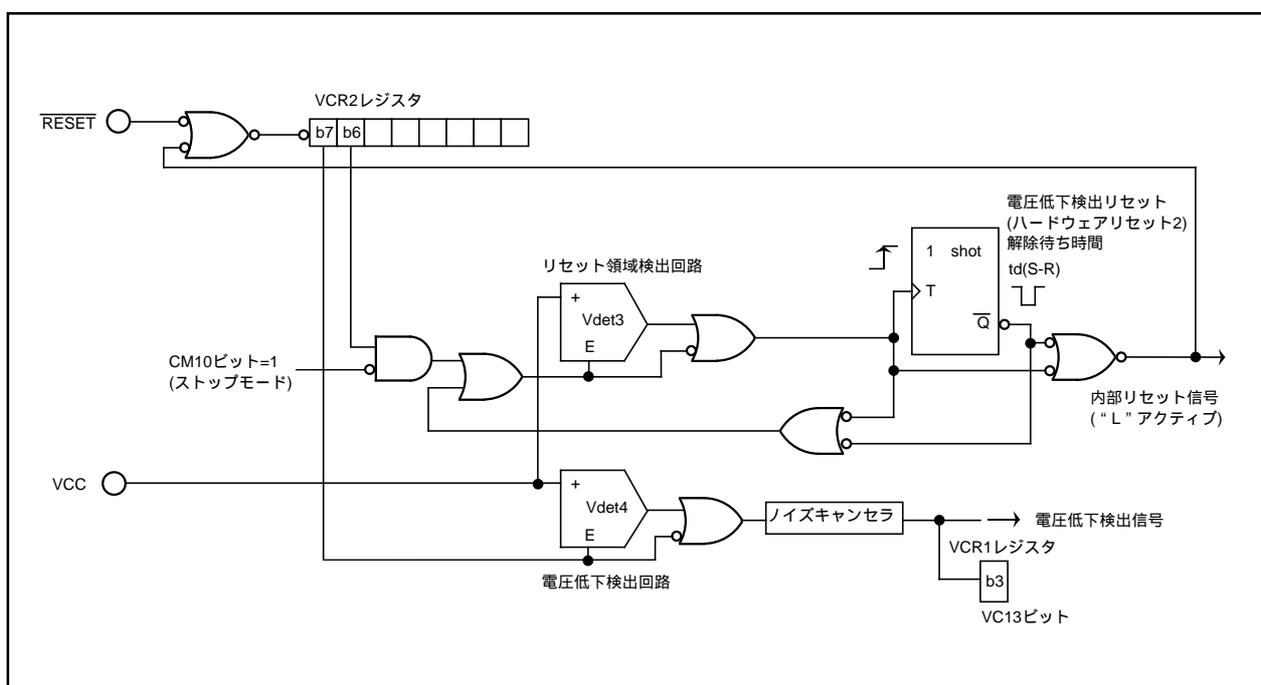


図5.4 電圧検出回路ブロック図

電圧検出レジスタ1

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 |

シンボル
VCR1アドレス
0019₁₆番地リセット後の値(注2)
00001000₂

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|----------------|--------------------------------|----|
| (b2-b0) | 予約ビット | "0" にしてください | RW |
| VC13 | 電圧低下モニタフラグ(注1) | 0:VCC < Vdet4 1:VCC ≥ Vdet4 | RO |
| (b7-b4) | 予約ビット | "0" にしてください | RW |

- 注1. VCR2レジスタのVC27ビットが"1" (電圧低下検出回路有効)のとき、VC13ビットは有効です。
VCR2レジスタのVC27ビットが"0" (電圧低下検出回路無効)のとき、VC13ビットは"1" (VCC ≥ Vdet4)になります。
- 注2. ソフトウェアリセット、ウォッチドッグタイマリセット、発振停止検出リセット時は変化しません。

電圧検出レジスタ2(注1)

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

シンボル
VCR2アドレス
001A₁₆番地リセット後の値(注5)
00₁₆

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|-------------------------|------------------------------------|----|
| (b5-b0) | 予約ビット | "0" にしてください | RW |
| VC26 | リセット領域監視ビット (注2、3、6) | 0: リセット領域検出回路無効 1: リセット領域検出回路有効 | RW |
| VC27 | 電圧低下監視ビット(注4、6) | 0: 電圧低下検出回路無効 1: 電圧低下検出回路有効 | RW |

- 注1. このレジスタはPRCRレジスタのPRC3ビットを"1" (書き込み許可)にした後で書き換えてください。
- 注2. 電圧低下検出リセット(ハードウェアリセット2)を使用する場合、VC26ビットを"1" (リセット領域検出回路有効)にしてください。
- 注3. ストップモード時、VC26ビットは無効です(VCC端子の入力電圧がVdet3より低くなくてもリセットされません)。
- 注4. VCR1レジスタのVC13ビット、D4INTレジスタのD42ビットを使用する場合、またはD40ビットを"1" (電圧低下検出割り込み許可)にする場合、VC27ビットを"1" (電圧低下検出回路有効)にしてください。
- 注5. ソフトウェアリセット、ウォッチドッグタイマリセット、発振停止検出リセット時は変化しません。
- 注6. VC26ビットまたはVC27ビットを"1"にした後、td(E-A)経過してから検出回路が動作します。

図5.5 VCR1、VCR2レジスタ

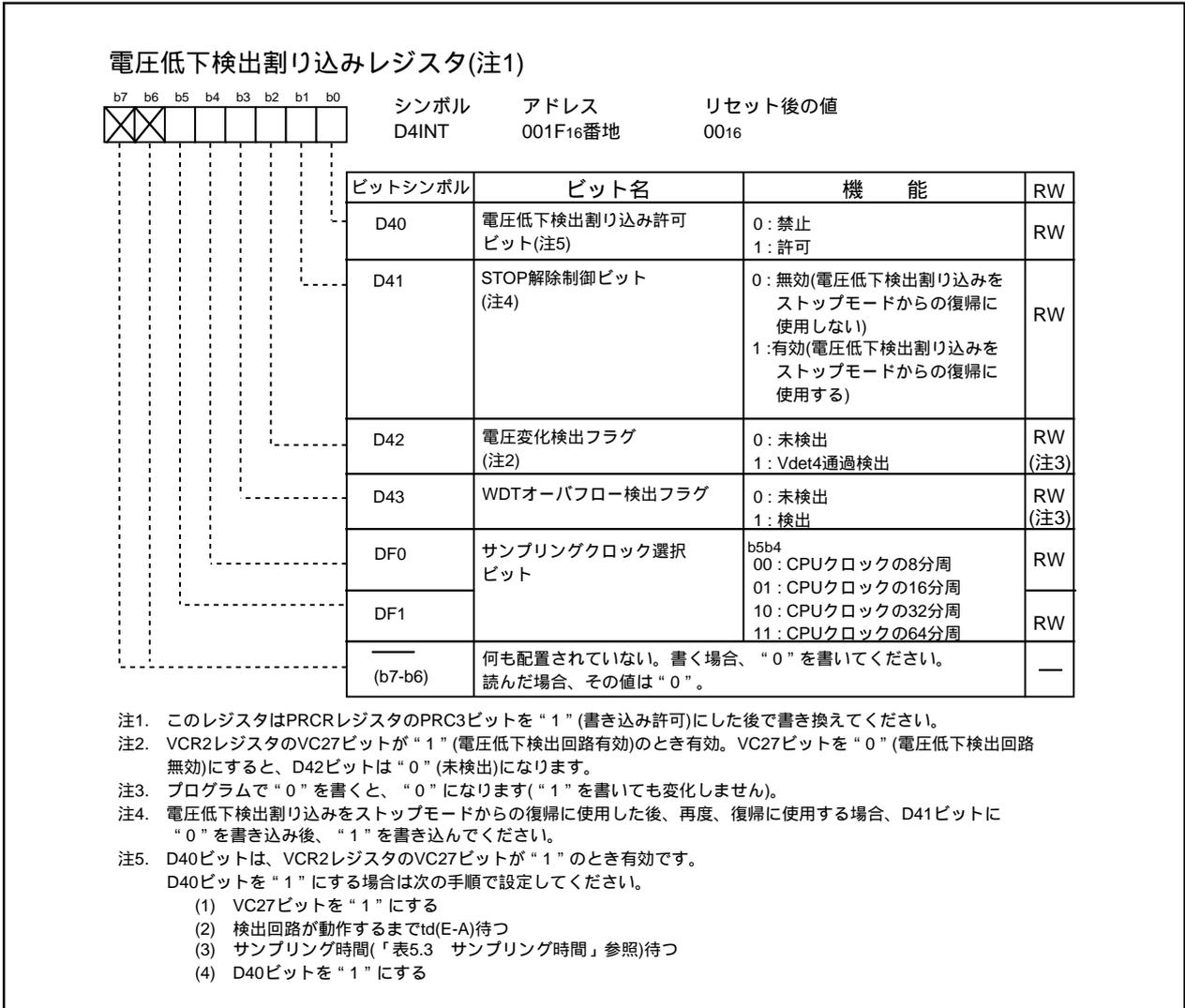


図5.6 D4INTレジスタ

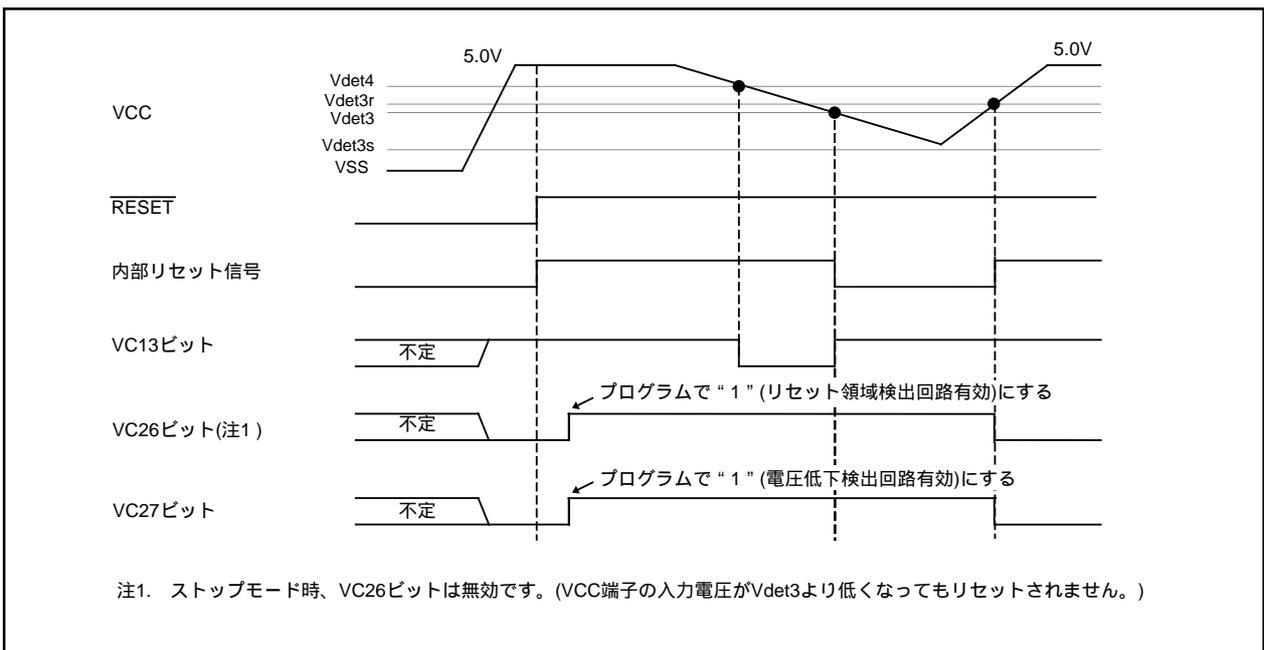


図5.7 電圧低下検出リセット(ハードウェアリセット2)動作例

5.5.1 電圧低下検出割り込み

D4INTレジスタのD40ビットが“1” (電圧低下検出割り込み許可)の場合、VCC端子に入力する電圧が上昇してVdet4以上になったとき、または降下してVdet4以下になったとき、電圧低下検出割り込み要求が発生します。電圧低下検出割り込みは、ウォッチドッグタイマ割り込み、発振停止、再発振検出割り込みと割り込みベクタを共用しています。

電圧低下検出割り込みをストップモードからの復帰に使用する場合、D4INTレジスタのD41ビットを“1” (有効)にしてください。

D4INTレジスタのD42ビットはVCC端子に入力する電圧が上昇または降下してVdet4を通過したことを検出したとき“1”になります。D42ビットが“0”から“1”に変化すると、電圧低下検出割り込み要求が発生します。D42ビットはプログラムで“0”にしてください。ただし、D41ビットが“1”でかつストップモードの場合、VCC端子に入力する電圧が上昇してVdet4を通過したことを検出すると、D42ビットの状態にかかわらず、電圧低下検出割り込み要求が発生し、ストップモードから復帰します。

表5.2に電圧低下検出割り込み要求発生条件を示します。

VCC端子に入力する電圧がVdet4を通過したことを検出するサンプリングクロックをD4INTレジスタのDF1～DF0ビットで設定できます。表5.3にサンプリング時間を示します。

表5.2 電圧低下検出割り込み要求発生条件

| 動作モード | VC27ビット | D40ビット | D41ビット | D42ビット | CM02ビット | VC13ビット | |
|-----------------|---------|--------|--------|--------|---------|----------|-----|
| 通常動作モード (注1) | 1 | 1 | — | 0 1 | — | 0 1 (注3) | |
| | | | | | | 1 0 (注3) | |
| ウェイトモード (注2) | | | — | 0 1 | 0 | 0 1 (注3) | |
| | | | | | | 1 0 (注3) | |
| ストップモード (注2) | | | — | 1 | — | 1 | 0 1 |
| | | | | | | | 0 |

-：“0”または“1”

注1. ウェイトモード、ストップモード以外の状態を通常動作モードとします。(「7.クロック発生回路」参照)

注2. 「5.5.2 ストップモード」「ウェイトモードの制約」参照。

注3. VC13ビットの値が変化してからサンプリング時間経過した後、割り込み要求が発生します。詳細は「図5.9 電圧低下検出割り込み発生回路の動作例」を参照してください。

表5.3 サンプリング時間

| CPU クロック (MHz) | サンプリング時間(μs) | | | |
|----------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | DF1～DF0=00 (CPUクロックの8分周) | DF1～DF0=01 (CPUクロックの16分周) | DF1～DF0=10 (CPUクロックの32分周) | DF1～DF0=11 (CPUクロックの64分周) |
| 16 | 3.0 | 6.0 | 12.0 | 24.0 |

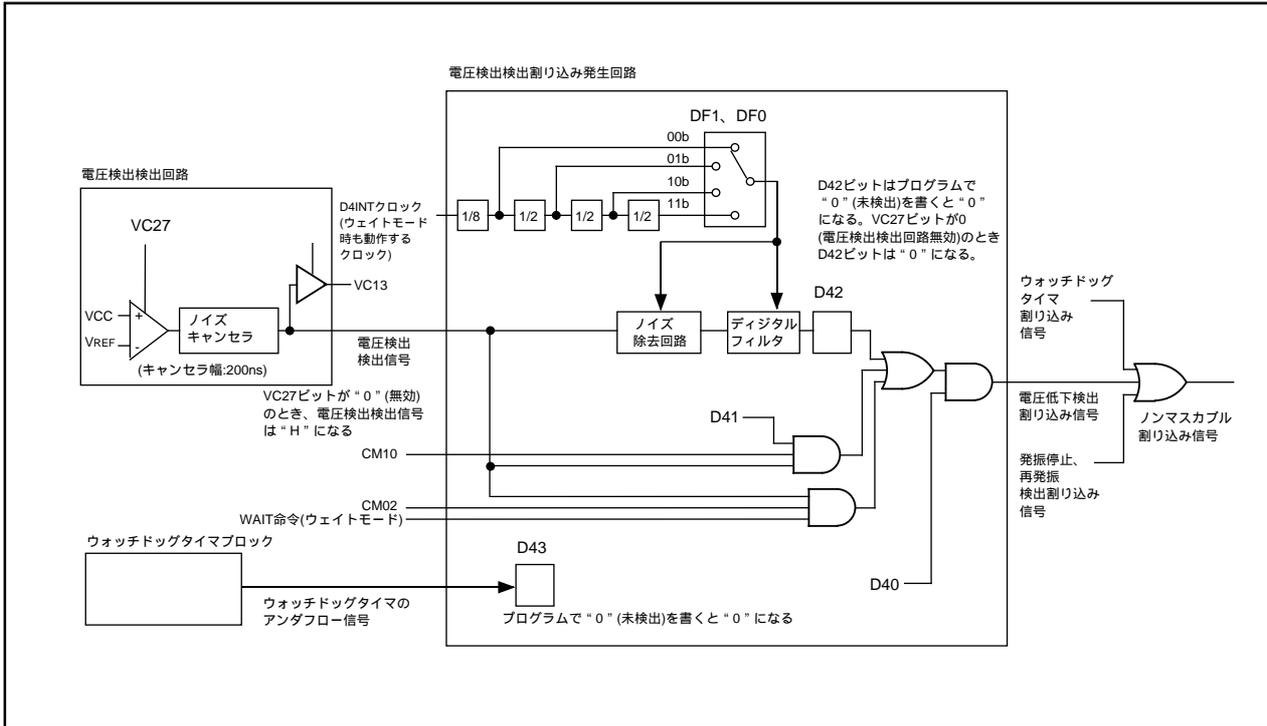


図5.8 電圧低下検出割り込み発生回路ブロック図

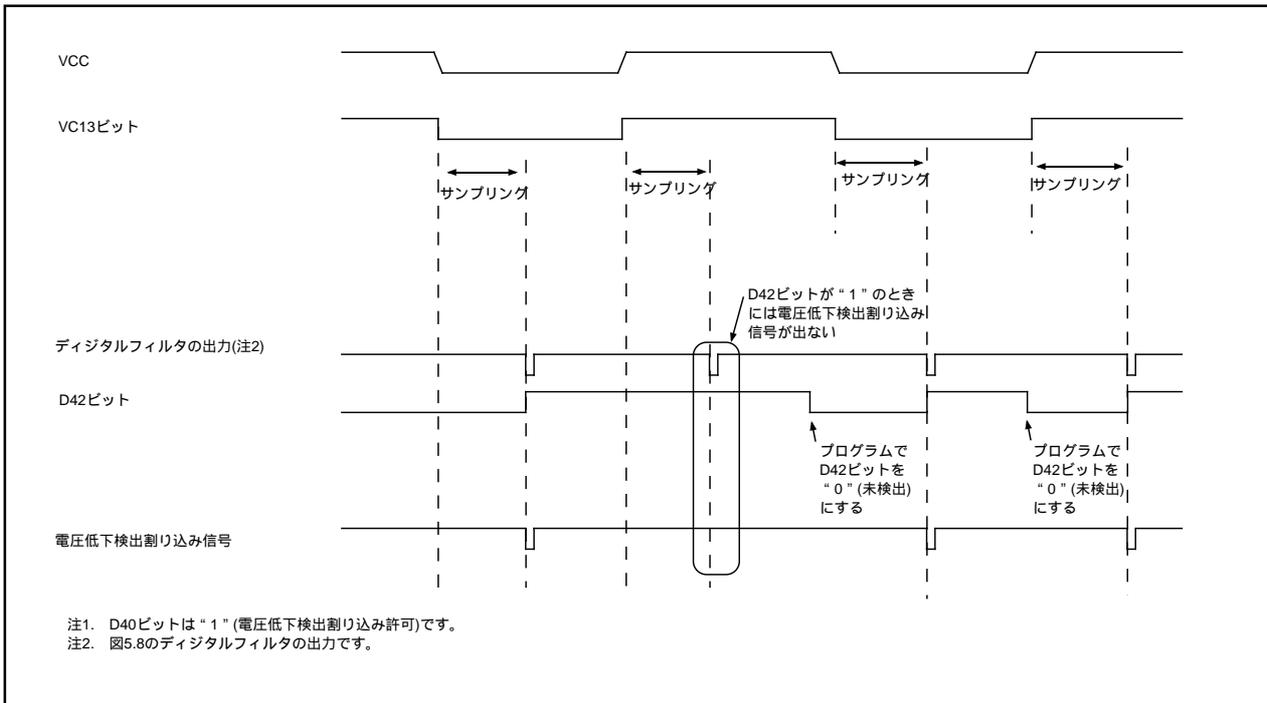


図5.9 電圧低下検出割り込み発生回路の動作例

5.5.2 ストップモードの制約

次の4つの条件をすべて満たしているとき、CM1レジスタのCM10ビットを“1”(ストップモード)にすると、すぐに電圧低下検出割り込みが発生し、ストップモードから復帰します。

- ・ VCR2レジスタのVC27ビットが“1”(電圧低下検出回路有効)
- ・ D4INTレジスタのD40ビットが“1”(電圧低下検出割り込み許可)
- ・ D41ビットが“1”(ストップモードからの復帰に電圧低下検出割り込みを使用する)
- ・ VCC端子に入力する電圧がVdet4以上のとき(VCR1レジスタのVC13ビットが“1”)

VCC端子に入力する電圧がVdet4以下になったときストップモードに移行し、Vdet4以上になったときストップモードから復帰するシステムでは、VC13ビットが“0”(VCC < Vdet4)のとき、CM10ビットを“1”にしてください。

5.5.3 ウェイトモードの制約

次の5つの条件をすべて満たしているとき、WAIT命令を実行すると、すぐに電圧低下検出割り込みが発生し、ウェイトモードから復帰します。

- ・ CM0レジスタのCM02ビットが“1”(周辺機能クロックを停止する)
- ・ VCR2レジスタのVC27ビットが“1”(電圧低下検出回路有効)
- ・ D4INTレジスタのD40ビットが“1”(電圧低下検出割り込み許可)
- ・ D41ビットが“1”(ウェイトモードからの復帰に電圧低下検出割り込みを使用する)
- ・ VCC端子に入力する電圧がVdet4以上のとき(VCR1レジスタのVC13ビットが“1”)

VCC端子に入力する電圧がVdet4以下になったときウェイトモードに移行し、Vdet4以上になったときウェイトモードから復帰するシステムでは、VC13ビットが“0”(VCC < Vdet4)のとき、WAIT命令を実行してください。

6. プロセッサモード

プロセッサモードは、シングルチップモードのみ使用できます。

図6.1～図6.2に関連レジスタ図の詳細を示します。

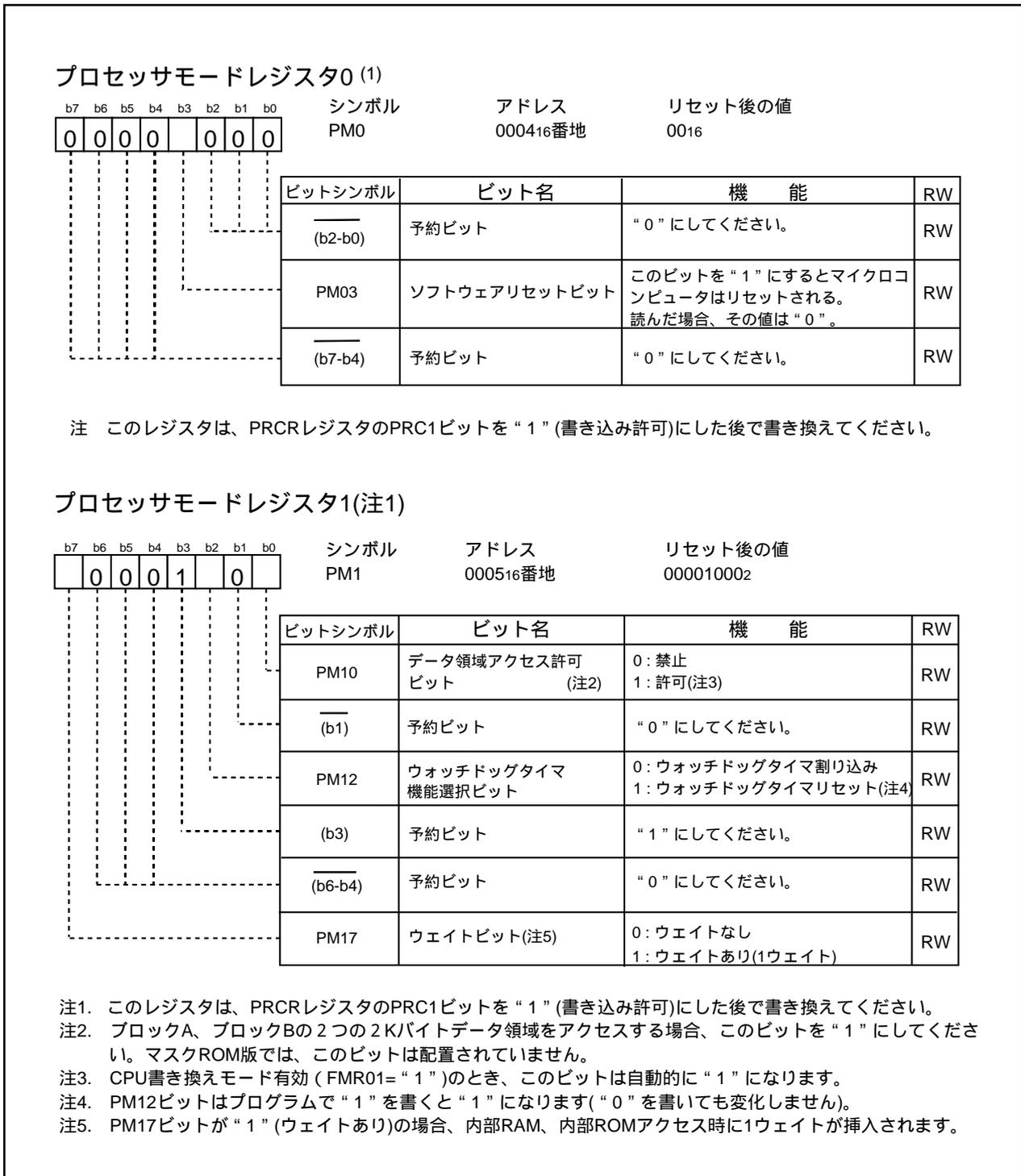


図 6.1 PM0レジスタ、PM1レジスタ

プロセッサモードレジスタ2 (注1)

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|---|---|----|
| PM20 | PLL動作時のSFRアクセスのウェイト指定(注2) | 0: 2ウェイト 1: 1ウェイト | RW |
| PM21 | システムクロック保護ビット (注3、4) | 0: PRCRレジスタでクロックを保護 1: クロックの変更禁止 | RW |
| PM22 | WDTカウントソース保護ビット (注3、5) | 0: ウォッチドッグタイマのカウントソースはCPUクロック 1: ウォッチドッグタイマのカウントソースはオンチップオシレータクロック | RW |
| (b3) | 予約ビット | "0"にしてください | RW |
| PM24 | P8s/NMI機能切替えビット (注6、7) | 0: P8s選択(NMI機能禁止) 1: NMI選択 | RW |
| (b7-b5) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は不定。 | | — |

- 注1. このレジスタはPRCRレジスタのPRC1ビットを“1”(書き込み許可)にした後で書き換えてください。
- 注2. PLC07ビットが“1”(PLL動作)のとき、PM20ビットは有効になります。PLC07ビットが“0”(PLL停止)のとき変更してください。また、PLLクロック>16 MHzの場合は、“0”(2ウェイト)にしてください。
- 注3. 一度“1”にすると、プログラムでは“0”にできません。
- 注4. PM21ビットを“1”にすると次のビットに書き込んでも変化しません。
 CM0レジスタのCM02ビット
 CM0レジスタのCM05ビット(メインクロックは停止しない)
 CM0レジスタのCM07ビット(CPUクロックのクロック源は変化しない)
 CM1レジスタのCM10ビット(ストップモードに移行しない)
 CM1レジスタのCM11ビット(CPUクロックのクロック源は変化しない)
 CM2レジスタのCM20ビット(発振停止、再発振検出機能の設定は変化しない)
 PLC0レジスタの全ビット(PLL周波数シンセサイザの設定は変化しない)
 なお、PM21ビットが“1”のときは、WAIT命令を実行しないでください。
- 注5. PM22ビットを“1”にすると次の状態になります。
 ・CM2レジスタのCM21ビットを“0”(メインクロックまたはPLLクロック)にしても、オンチップオシレータは停止しない(システムクロックのカウントソースは、CM21ビットの設定が有効)
 ・オンチップオシレータが発振を開始し、オンチップオシレータクロックがウォッチドッグタイマのカウントソースになる
 ・CM1レジスタのCM10ビットへの書き込み禁止(“1”を書いても変化せず、ストップモードに移行しない)
 ・ウェイトモードのとき、ウォッチドッグタイマは停止しない
- 注6. NMI機能を使用する場合、PM24ビットを“1”(NMI選択)にしてください。一度“1”にするとプログラムでは“0”にできません。
- 注7. PM24の設定によらずSD入力は有効です。

図 6.2 PM2レジスタ

内部バスには、CPUバスとメモリバス、周辺バスがあります。バスインターフェースユニット(BIU)が、CPUバスと、メモリバスまたは周辺バスとの切り替えを行います。図6.3に内部バスのブロック図を示します。

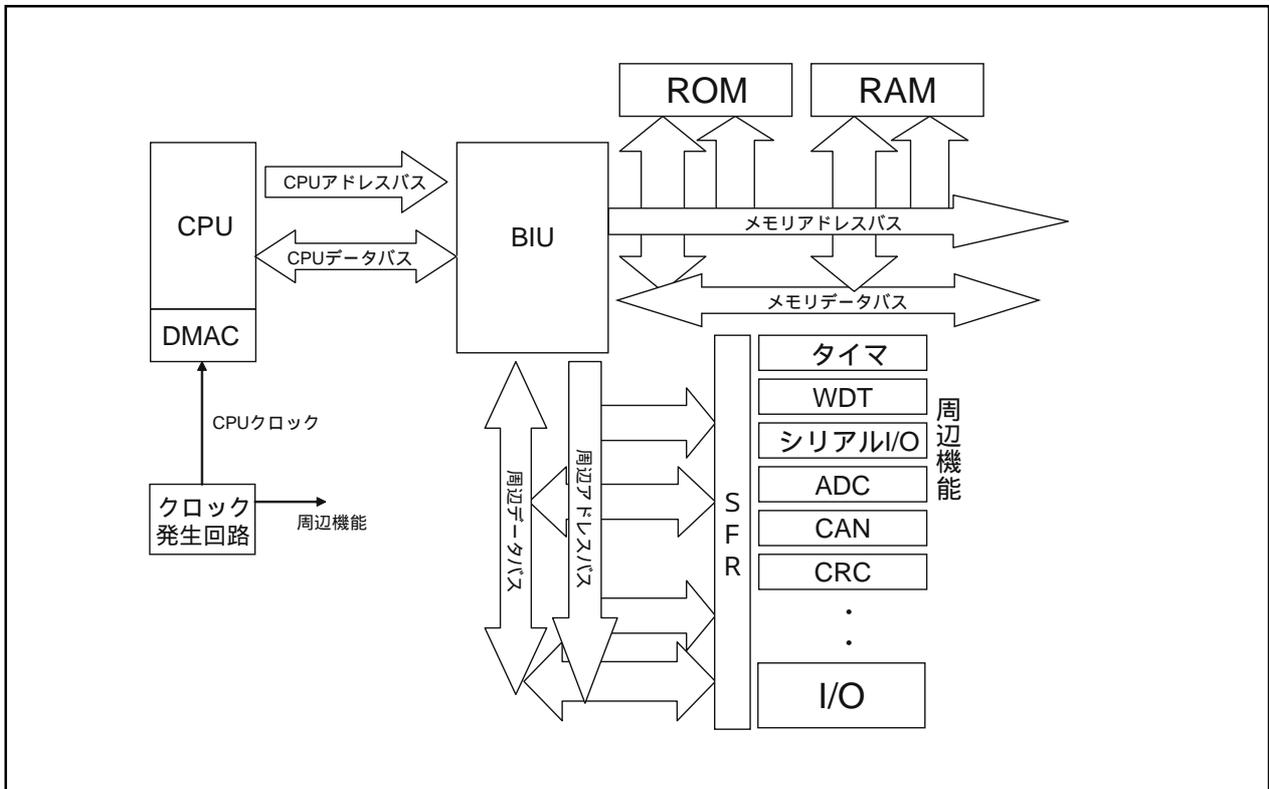


図 6.3 バスブロック図

ROM/RAMとSFRは、アクセス時のバスサイクルが異なります。表6.1にアクセス領域に対するバスサイクルを示します。

表6.1 バスサイクル

| アクセス領域 | | バスサイクル |
|---------|----------------------|---------------|
| SFR | PM20ビットが“0” (2ウェイト) | CPUクロックの3サイクル |
| | PM20ビットが“1” (1ウェイト) | CPUクロックの2サイクル |
| ROM/RAM | PM17ビットが“0” (ウェイトなし) | CPUクロックの1サイクル |
| | PM17ビットが“1” (1ウェイト) | CPUクロックの2サイクル |

7. クロック発生回路

クロック発生回路として、4つの回路を内蔵します。

- (1) メインクロック発振回路
- (2) サブクロック発振回路
- (3) オンチップオシレータ
- (4) PLL周波数シンセサイザ

表7.1にクロック発生回路の概略仕様を示します。また、図7.1にシステムクロック発生回路のブロック図、図7.2～図7.7にクロック関連レジスタを示します。

表7.1 クロック発生回路の概略仕様

| 項目 | メインクロック 発振回路 | サブクロック 発振回路 | オンチップオシレータ | PLL周波数 シンセサイザ |
|---------------|---------------------------|---------------------------------|---|---------------------------|
| 用途 | ・CPUのクロック源 ・周辺機能のクロック源 | ・CPUのクロック源 ・タイマA、Bの クロック源 | ・CPUのクロック源 ・周辺機能のクロック源 ・メインクロック発振停止時 のCPU、周辺機能のクロック 源 | ・CPUのクロック源 ・周辺機能のクロック源 |
| クロック周波数 | 0～20MHz | 32.768kHz | ・周波数：f1(ROC),f2(ROC), f3(ROC) ・分周：1/2,1/4, 1/8 | 10～20MHz |
| 接続できる発振子 | ・セラミック共振子 ・水晶発振子 | ・水晶発振子 | —— | —— |
| 発振子の接続端子 | XIN、XOUT | XCIN、XCOUT | —— | —— |
| 発振停止、再開 機能 | あり | あり | あり | あり |
| リセット後 の状態 | 発振 | 停止 | 発振 (CPUのクロック源) | 停止 |
| その他 | 外部で生成されたクロックを入力可能 | | —— | —— |

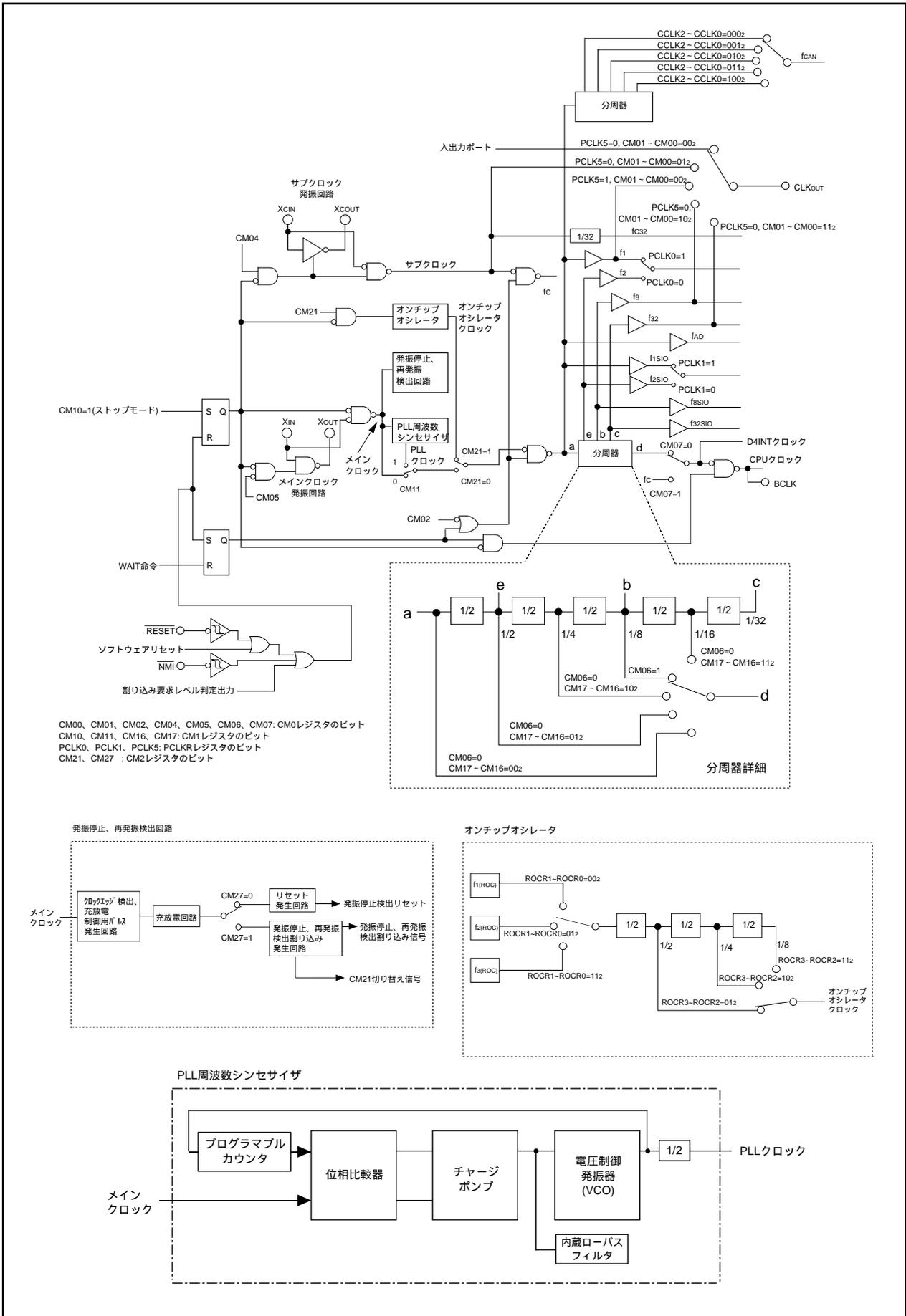


図 7.1 クロック発生回路

システムクロック制御レジスタ0(注1)

b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

シンボル
CM0

アドレス
0006₁₆番地

リセット後の値
01001000₂

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|---|--|----|
| CM00 | クロック出力機能 選択ビット | 表7.3 CLKOUT端子の機能を 参照してください | RW |
| CM01 | | | RW |
| CM02 | ウェイトモード時周辺機能 クロック停止ビット(注10) | 0: ウェイトモード時、周辺機能 クロック停止しない 1: ウェイトモード時、周辺機能 クロック停止する(注8) | RW |
| CM03 | X _{CIN} -X _{COU} T駆動能力選択 ビット(注2) | 0: Low 1: High | RW |
| CM04 | ポートX _c 切り替えビット (注2) | 0: 入出力ポートP8 ₆ 、P8 ₇ 1: X _{CIN} -X _{COU} T発振機能(注9) | RW |
| CM05 | メインクロック停止ビット (注3、注10、注12、注13) | 0: 発振(注4) 1: 停止(注5) | RW |
| CM06 | メインクロック分周比選択 ビット0(注7、注13、注14) | 0: CM16、CM17ビット有効 1: 8分周モード | RW |
| CM07 | システムクロック選択ビット (注6、注10、注11、注12) | 0: メインクロック、PLLクロック、 またはオンチップオシレータクロック 1: サブクロック | RW |

注1. このレジスタは、PRCRレジスタのPRC0ビットを“1”(書き込み許可)にした後で書き換えてください。

注2. CM04ビットを“0”(入出力ポート)にしたとき、またはストップモードへ移行したとき、CM03ビットは“1”(HIGH)になります。

注3. このビットは低消費電力モード、またはオンチップオシレータ低消費電力モードにするときに、メインクロックを停止させるためのビットです。メインクロックが停止したかどうかの検出には使用できません。メインクロックを停止させる場合、次のようにしてください。

(1) サブクロックが安定して発振している状態で、CM07ビットを“1”(サブクロック選択)にする、またはCM2レジスタのCM21ビットを“1”(オンチップオシレータ選択)にする

(2) CM2レジスタのCM20ビットを“0”(発振停止、再発振検出機能無効)にする

(3) CM05ビットを“1”(停止)にする

注4. 外部クロック入力時には、“0”(発振)にしてください。

注5. CM05ビットが“1”の場合、X_{OUT}端子は“H”になります。また、内蔵している帰還抵抗は接続したままですので、X_{IN}端子は帰還抵抗を介して、X_{OUT}(“H”)にプルアップされた状態となります。

注6. CM04ビットを“1”(X_{CIN}-X_{COU}T発振機能)にし、サブクロックの発振が安定した後に、CM07ビットを“0”から“1”(サブクロック)にしてください。

注7. 高速モード、中速モード、オンチップオシレータモード、またはオンチップオシレータ低消費電力モードからストップモードへの移行時、CM06ビットは“1”(8分周モード)になります。

注8. fc₃₂は停止しません。低速モードまたは低消費電力モード時は“1”(ウェイトモード時、周辺機能クロック停止する)にしないでください。

注9. サブクロックを使用する場合、このビットを“1”にしてください。また、ポートP8₆、P8₇は入力ポートで、プルアップなしにしてください。

注10. PM2レジスタのPM21ビットが“1”(クロック変更禁止)の場合、CM02、CM05、CM07ビットに書いても変化しません。

注11. PM21ビットを“1”にする場合、CM07ビットを“0”(メインクロック)にした後で、PM21ビットを“1”にしてください。

注12. CPUクロックのクロック源をメインクロックにする場合、次のようにしてください。

(1) CM05ビットを“0”(発振)にする。

(2) メインクロック発振安定時間を待つ

(3) CM11ビットを“0”、CM21ビットを“0”、CM07ビットを“0”にする。

注13. CM21ビットが“0”(オンチップオシレータ停止)、CM05ビットが“1”(メインクロックを停止)のとき、CM06ビットが“1”(8分周モード)、CM15ビットが“1”(駆動能力HIGH)に固定されます。

注14. オンチップオシレータモードから高速、中速モードに戻すときは、CM06ビットを“1”、CM15ビットを“1”にしてください。

図7.2 CM0 レジスタ



図7.3 CM1レジスタ

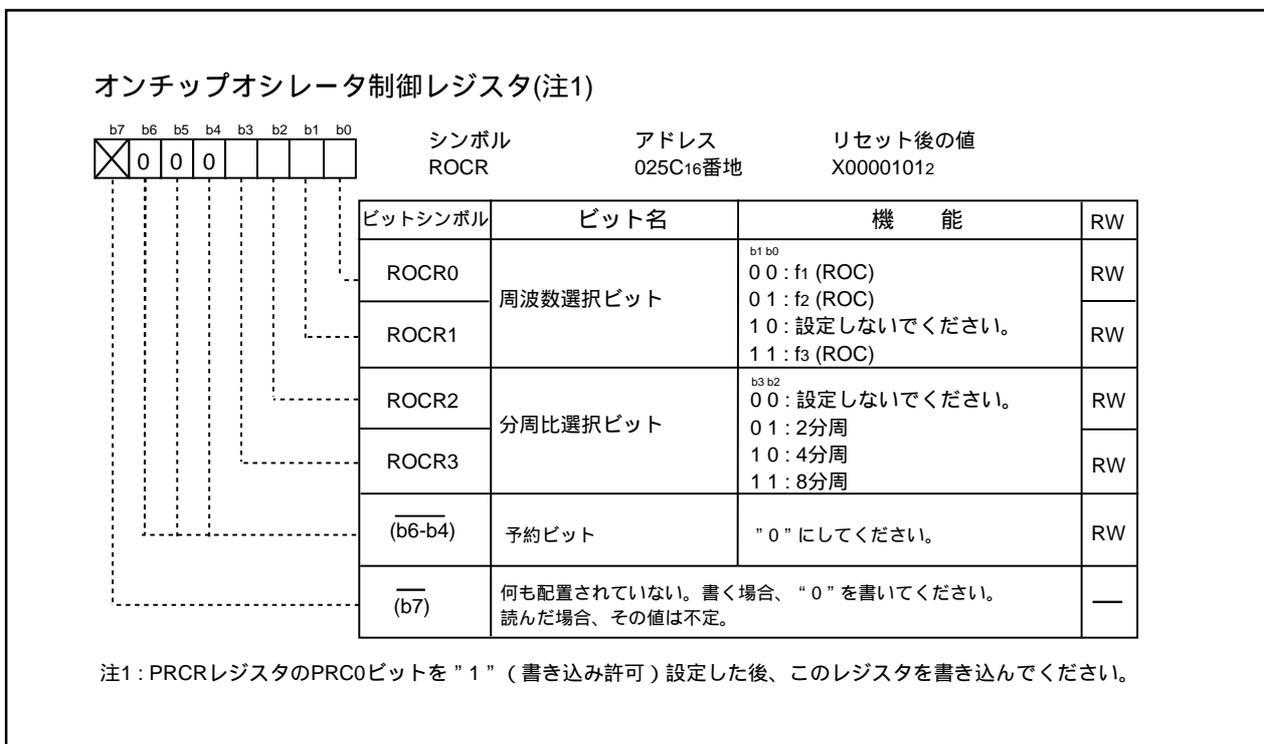


図7.4 ROCRレジスタ

発振停止検出レジスタ(注1)

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 |
| | X | 0 | 0 | | | | |

シンボル アドレス リセット後の値

CM2 000C₁₆番地 0X000010₂(注11)

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|--|---|----|
| CM20 | 発振停止、再発振検出許可ビット(注7、注9、注10、注11) | 0: 発振停止、再発振検出機能無効 1: 発振停止、再発振検出機能有効 | RW |
| CM21 | システムクロック選択ビット2(注2、注3、注6、注8、注11、注12) | 0: メインクロックまたはPLLクロック 1: オンチップオシレータクロック(オンチップオシレータ発振) | RW |
| CM22 | 発振停止、再発振検出フラグ(注4) | 0: 発振停止、再発振を検出 1: 発振停止、再発振を検出 | RW |
| CM23 | XINモニタフラグ(注5) | 0: メインクロック発振 1: メインクロック停止 | RO |
| (b5-b4) | 予約ビット | "0" にしてください | RW |
| (b6) | 何も配置されていない。書く場合、"0" を書いてください。読んだ場合、その値は不定。 | | |
| CM27 | 発振停止、再発振検出時の動作選択ビット(注11) | 0: 発振停止検出リセット 1: 発振停止、再発振検出割り込み | RW |

注1. このレジスタはPRCRレジスタのPRC0ビットを"1" (書き込み許可)にした後で書き換えてください。

注2. CM20ビットが"1" (発振停止、再発振検出機能有効)、CM27ビットが"1" (発振停止、再発振検出割り込み)、CPUクロック源がメインクロックのとき、メインクロック停止が検出されるとCM21ビットは"1" (オンチップオシレータクロック)になります。

注3. CM20ビットが"1"で、かつCM23ビットが"1" (メインクロック停止)のとき、CM21ビットを"0"にしないでください。

注4. メインクロック停止検出時とメインクロック再発振検出時"1"になります。このビットが"0"から"1"に変化すると発振停止、再発振検出割り込み要求が発生します。割り込みルーチンで発振停止、再発振検出割り込みと、ウォッチドッグタイマ割り込みの要因判別のために使用してください。プログラムで"0"を書くと"0"になります("1"を書いても変化しません。また、発振停止、再発振検出割り込み要求が受け付けられても、"0"になりません)。

CM22ビットが"1"のとき、発振停止または再発振を検出しても、発振停止、再発振検出割り込みは発生しません。

注5. 発振停止、再発振検出割り込みルーチンで、CM23ビットを数回読むことによりメインクロックの状態を判定してください。

注6. CM0レジスタのCM07ビットが"0"のとき有効。

注7. PM2レジスタのPM21ビットが"1" (クロック変更禁止)の場合、CM20ビットに書いても変化しません。

注8. CM20ビットが"1" (発振停止、再発振検出機能有効)、CM27ビットが"1" (発振停止、再発振検出割り込み)、CM11ビットが"1" (CPUクロック源はPLLクロック)の場合、メインクロック停止を検出してもCM21ビットは変化しません。この条件でCM22ビットが"0"ならばメインクロック停止検出時に発振停止、再発振検出割り込み要求が発生しますので、割り込みルーチン内でCM21ビットを"1" (オンチップオシレータクロック)にしてください。

注9. ストップモードへ移行する場合、CM20ビットを"0" (無効)にしてください。ストップモードからの復帰後、改めてCM20ビットを"1" (有効)にしてください。

注10. CM0レジスタのCM05ビットを"1" (メインクロック停止)にする前にCM2レジスタのCM20ビットを"0" (無効)にしてください。

注11. CM20、CM21、CM27ビットは発振停止検出リセット時は変化しません。

注12. CM21ビットが"0" (オンチップオシレータ停止)、CM05ビットが"1" (メインクロックを停止)のとき、CM06ビットが"1" (8分周モード)、CM15ビットが"1" (駆動能力HIGH)に固定されます。

図7.5 CM2レジスタ

周辺クロック選択レジスタ(注1)

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル PCLKR | アドレス 025E16番地 | リセット後の値 000000112 |
|---------|--|----|-------------------------------|----|----|----|----|---------------|------------------|----------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| ビットシンボル | ビット名 | | 機能 | RW | | | | | | |
| PCLK0 | タイマA、Bクロック選択ビット (タイマA、タイマB、タイマS、 短絡防止タイマ、SI/O3、SI/O4、 およびマルチマスタ ² C busの クロック源) | | 0 : f2 1 : f1 | RW | | | | | | |
| PCLK1 | SI/Oクロック選択ビット (UART0~UART2のクロック源) | | 0 : f2SIO 1 : f1SIO | RW | | | | | | |
| (b4-b2) | 予約ビット | | "0" にしてください | RW | | | | | | |
| PCLK5 | クロック出力機能拡張 選択ビット | | 表7.3 CLKOUT端子の機能を 参照してください | RW | | | | | | |
| (b7-b6) | 予約ビット | | "0" にしてください | RW | | | | | | |

注1. このレジスタは、PRCRレジスタのPRC0ビットを"1" (書き込み許可)にした後で書き換えてください。

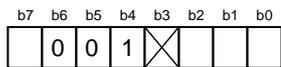
プロセッサモードレジスタ2 (注1)

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル PM2 | アドレス 001E16番地 | リセット後の値 XXX000002 |
|-------------|---|----|---|----|----|----|----|-------------|------------------|----------------------|
| × | × | × | × | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| ビット シンボル | ビット名 | | 機能 | RW | | | | | | |
| PM20 | PLL動作時のSFRアクセスの ウェイト指定(注2) | | 0 : 2ウェイト 1 : 1ウェイト | RW | | | | | | |
| PM21 | システムクロック保護 ビット (注3、4) | | 0 : PRCRレジスタでクロックを保護 1 : クロックの変更禁止 | RW | | | | | | |
| PM22 | WDTカウントソース保護 ビット (注3、5) | | 0 : ウォッチドッグタイマのカウントソース はCPUクロック 1 : ウォッチドッグタイマのカウントソース はオンチップオシレータクロック | RW | | | | | | |
| (b3) | 予約ビット | | "0"にしてください | RW | | | | | | |
| PM24 | P8s/NMI機能切替えビット (注6、7) | | 0 : P8s選択(NMI機能禁止) 1 : NMI選択 | RW | | | | | | |
| (b7-b5) | 何も配置されていない。書く場合、 "0"を書いてください。 読んだ場合、その値は不定。 | | | — | | | | | | |

- 注1. このレジスタはPRCRレジスタのPRC1ビットを"1" (書き込み許可)にした後で書き換えてください。
- 注2. PLC07ビットが"1" (PLL動作)のとき、PM20ビットは有効になります。PLC07ビットが"0" (PLL停止)のとき変更してください。また、PLLクロック>16 MHzの場合は、"0" (2ウェイト)にしてください。
- 注3. 一度"1"にすると、プログラムでは"0"にできません。
- 注4. PM21ビットを"1"にすると次のビットに書き込んでも変化しません。
CM0レジスタのCM02ビット
CM0レジスタのCM05ビット(メインクロックは停止しない)
CM0レジスタのCM07ビット(CPUクロックのクロック源は変化しない)
CM1レジスタのCM10ビット(ストップモードに移行しない)
CM1レジスタのCM11ビット(CPUクロックのクロック源は変化しない)
CM2レジスタのCM20ビット(発振停止、再発振検出機能の設定は変化しない)
PLC0レジスタの全ビット(PLL周波数シンセサイザの設定は変化しない)
なお、PM21ビットが"1"のときは、WAIT命令を実行しないでください。
- 注5. PM22ビットを"1"にすると次の状態になります。
・CM2レジスタのCM21ビットを"0" (メインクロックまたはPLLクロック)にしても、オンチップオシレータは停止しない(システムクロックのカウントソースは、CM21ビットの設定が有効)
・オンチップオシレータが発振を開始し、オンチップオシレータクロックがウォッチドッグタイマのカウントソースになる
・CM1レジスタのCM10ビットへの書き込み禁止("1"を書いても変化せず、ストップモードに移行しない)
・ウェイトモードのとき、ウォッチドッグタイマは停止しない
- 注6. NMI機能を使用する場合、PM24ビットを"1" (NMI選択)にしてください。一度"1"にするとプログラムでは"0"にできません。
- 注7. PM24の設定によらずSD入力は有効です。

図7.6 PCLKRレジスタとPM2レジスタ

PLL制御レジスタ0 (注1、注2)

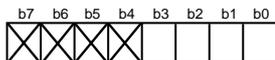


シンボル アドレス リセット後の値
 PLC0 001C16番地 0001X0102

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW | |
|---------|---------------------------------------|---|--------------|----|
| PLC00 | PLL通倍率選択ビット (注3) | b2 b1 b0 0 0 0 : 設定しないでください | RW | |
| PLC01 | | 0 0 1 : 2通倍 | RW | |
| PLC02 | | 0 1 0 : 4通倍 | } 設定しないでください | RW |
| | | 0 1 1 : 1 0 0 : 1 0 1 : 1 1 0 : 1 1 1 : | | |
| (b3) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、不定。 | | — | |
| (b4) | 予約ビット | “1”にしてください | RW | |
| (b6-b5) | 予約ビット | “0”にしてください | RW | |
| PLC07 | 動作許可ビット (注4) | 0 : PLL停止 1 : PLL動作 | RW | |

- 注1. このレジスタは、PRCRレジスタのPRC0ビットを“1”(書き込み許可)にした後で書き換えてください。
- 注2. PM2レジスタのPM21ビットが“1”(クロック変更禁止)の場合、このレジスタに書いても変化しません。
- 注3. PLC07ビットが“0”(PLL停止)のときに書いてください。一度書いた値は変更できません。
- 注4. このビットを“1”にする場合は、CM07ビットを“0”(メインクロック)、CM17~CM16ビットを“002”(メインクロック分周なしモード)、CM06ビットを“0”(CM16、CM17ビット有効)にしてから設定してください。

CAN0クロック選択レジスタ(注1)



シンボル アドレス リセット後の値
 CCLKR 025F16番地 0016

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW | |
|---------|--|--|--------|----|
| CCLK0 | CAN0クロック選択ビット (注2) | b2 b1 b0 0 0 0 : 分周なし | RW | |
| CCLK1 | | 0 0 1 : 2分周モード | RW | |
| CCLK2 | | 0 1 0 : 4分周モード | } 使用禁止 | RW |
| | | 0 1 1 : 8分周モード 1 0 0 : 16分周モード 1 0 1 : 1 1 0 : 1 1 1 : | | |
| CCLK3 | CAN0CPUインターフェーススリープビット(注3) | 0 : CAN0CPUインターフェース動作 1 : CAN0CPUインターフェーススリープ | RW | |
| (b7-b4) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”。 | | — | |

- 注1. このレジスタは、PRCRレジスタのPRC0ビットを“1”(書き込み許可)にした後で書き換えてください。
- 注2. CCLK2~CCLK0ビットの設定は、C0CTLRレジスタのResetビットが“1”(リセット/初期化モード)のときのみに行ってください。
- 注3. このビットを“1”(CAN0CPUインターフェーススリープ)にする場合は、C0CTLRレジスタのSleepビットを“1”(スリープモード)にしてから設定してください。

図7.7 PLC0レジスタ、CCLKRレジスタ

クロック発生回路で生成するクロックを説明します。

7.1 メインクロック

メインクロック発振回路が供給するクロックです。メインクロックは、CPUクロックと周辺機能クロックのクロック源になります。メインクロック発振回路はXIN-XOUT端子間に発振子を接続することで発振回路が構成されます。メインクロック発振回路には帰還抵抗が内蔵されており、ストップモード時には消費電力を低減するため、発振回路から切り離されます。メインクロック発振回路には、外部で生成されたクロックをXIN端子へ入力することもできます。図7.8にメインクロックの接続回路例を示します。

リセット後、メインクロックは発振しています。

CPUクロックのクロック源をサブクロックまたはオンチップオシレータクロックとして、CM0レジスタのCM05ビットを“1”(メインクロック発振回路の発振停止)にすると、消費電力を低減できます。この場合、XOUTは“H”になります。また、内蔵している帰還抵抗はONしたままですので、XINは帰還抵抗を介してXOUTにプルアップされた状態となります。

ストップモード時は、メインクロックを含めたすべてのクロックが停止します。詳細は「7.6 パワーコントロール」を参照してください。

メインクロックを使用しない場合は、リセット中の消費電力を低減するためにXin端子をVccに接続してください。

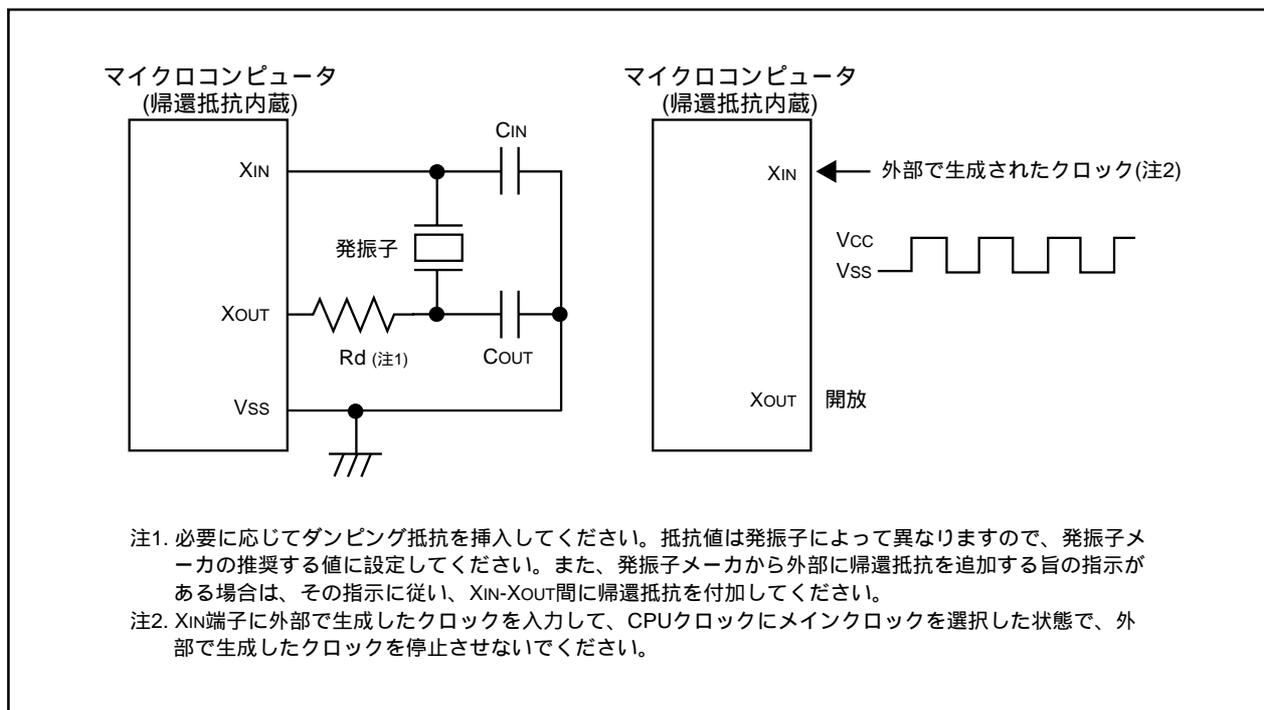


図7.8 メインクロックの接続回路例

7.2 サブクロック

サブクロック発振回路が供給するクロックです。CPUクロックと、タイマA、タイマBのカウントソースのクロック源になります。

サブクロック発振回路は、XCIN-XCOUT端子間に水晶発振子を接続することで発振回路が構成されます。サブクロック発振回路には帰還抵抗が内蔵されており、ストップモード時には消費電力を低減するため、発振回路から切り離されます。サブクロック発振回路には、外部で生成されたクロックをXCIN端子へ入力することもできます。図7.9にサブクロックの接続回路例を示します。

リセット後は、サブクロックは停止しています。このとき、帰還抵抗は発振回路から切り離されています。

サブクロックの発振が安定した後、CM0レジスタのCM07ビットを“1”(サブクロック)にすると、サブクロックがCPUクロックになります。

ストップモード時、サブクロックを含めたすべてのクロックが停止します。詳細は「パワーコントロール」を参照してください。

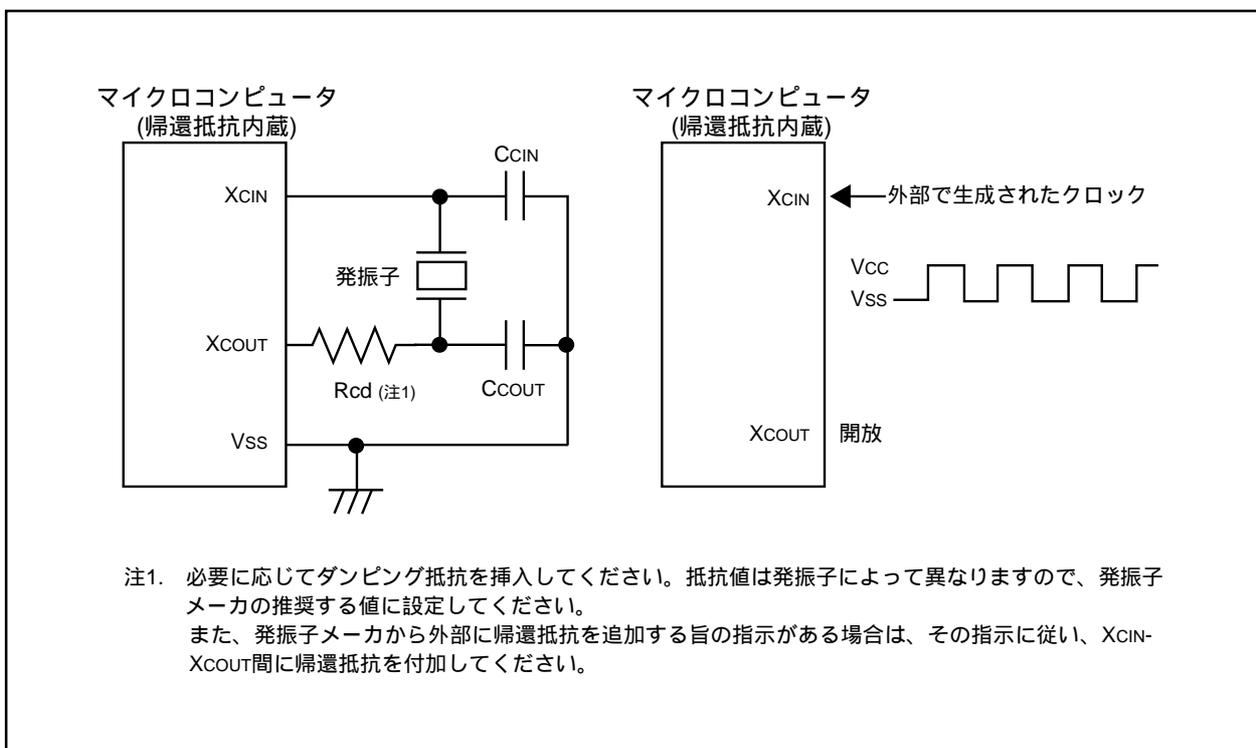


図7.9 サブクロックの接続回路例

7.3 オンチップオシレータクロック

オンチップオシレータが供給するクロックです。CPUクロックと周辺機能クロックのクロック源になります。また、PM2レジスタのPM22ビットが“1”(ウォッチドッグタイマのカウントソースはオンチップオシレータクロック)の場合、ウォッチドッグタイマのカウントソースになります(「10.1 カウントソース保護モード」参照)。

リセット後、オンチップオシレータは発振を開始し、オンチップオシレータクロック f_2 (ROC)の16分周がCPUクロックになります。CM2レジスタのCM21ビットを“0”(メインクロックまたはPLLクロック)にすると、オンチップオシレータは停止します。CM2レジスタのCM20ビットが“1”(発振停止、再発振検出機能有効)、かつCM27ビットが“1”(発振停止、再発振検出割り込み)の場合、メインクロックが停止したときに、自動的にオンチップオシレータが動作を開始し、クロックを供給します。

7.4 PLLクロック

PLLクロックは、PLL周波数シンセサイザが生成するクロックです。CPUクロックと周辺機能クロックのクロック源になります。リセット後、PLL周波数シンセサイザは停止しています。PLC07ビットを“1”(PLL動作)にするとPLL周波数シンセサイザが動作します。PLLクロックをCPUクロックのクロック源にする場合は、PLLクロックが安定するまで、 $t_{su}(PLL)$ 待ってCM1レジスタのCM11ビットを“1”にしてください。

ウェイトモードまたはストップモードへ移行する場合は、CM11ビットを“0”(CPUクロック源はメインクロック)にしてください。さらにストップモードはPLC0レジスタのPLC07ビットを“0”(PLL停止)にしてから、ストップモードへ移行してください。図7.10にPLLクロックをCPUのクロック源にする手順を示します。

PLLクロックの周波数は次のとおりです。

PLLクロックの周波数= $f(XIN) \times$ (PLC0レジスタのPLC02～PLC00ビットで設定した逡倍率)
(ただし、10MHz PLLクロックの周波数 20MHz)

PLC02～PLC00ビットはリセット後、1回だけ設定できます。表7.2にPLLクロックの周波数の設定例を示します。

表7.2 PLLクロック周波数の設定例

| XIN (MHz) | PLC02 | PLC01 | PLC00 | 逡倍率 | PLLクロック (MHz)(注1) |
|--------------|-------|-------|-------|-----|----------------------|
| 10 | 0 | 0 | 1 | 2 | 20 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 4 | |

注1: 10MHz PLLクロック周波数 20MHz.

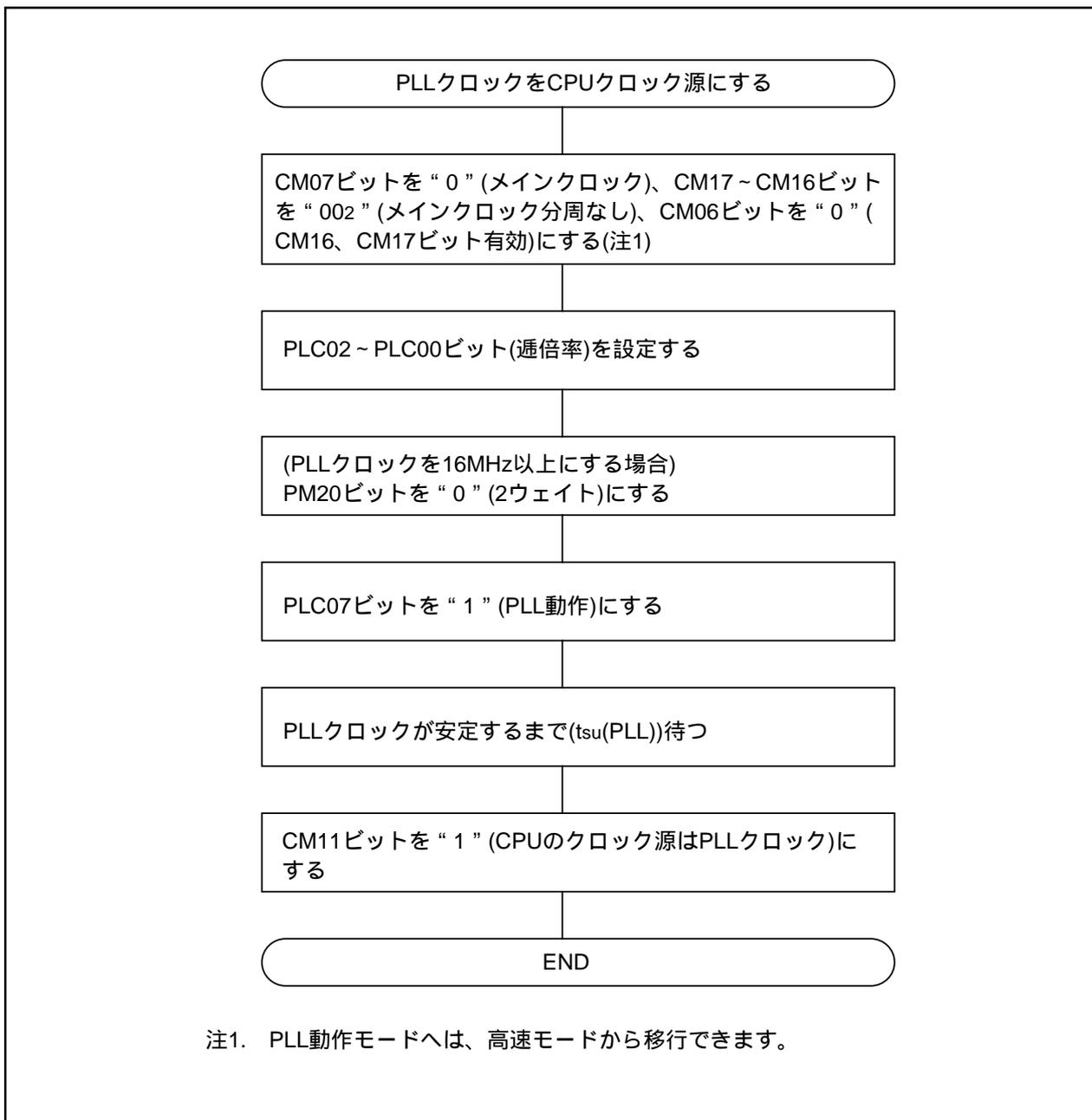


図7.10 PLLクロックをCPUのクロック源にする手順

7.5 CPU クロックと周辺機能クロック

CPUを動作させるCPUクロックと周辺機能を動作させる周辺機能クロックがあります。

7.5.1 CPUクロック

CPUとウォッチドッグタイマの動作クロックです。

CPUクロックのクロック源としてメインクロック、サブクロック、オンチップオシレータクロック、またはPLLクロックが選択できます。

CPUクロックのクロック源としてメインクロック、またはオンチップオシレータクロックを選択した場合、選択したクロックを1分周(分周なし)、または2、4、8、16分周したものがCPUのクロックになります。分周はCM0レジスタのCM06ビットとCM1レジスタのCM17～CM16ビットで選択できます。

CPUクロックのクロック源としてPLLクロックを選択する場合、CM06ビットを“0”、CM17～CM16ビットを“002”(分周なし)にしてください。

リセット後、オンチップオシレータクロックの16分周がCPUクロックになります。

なお、高速モード、中速モード、オンチップオシレータモード、またはオンチップオシレータ低消費電力モードからストップモードへの移行時、または低速モードでCM0レジスタのCM05ビットを“1”(停止)にしたとき、CM0レジスタのCM06ビットは“1”(8分周モード)になります。

7.5.2 周辺機能クロック(f₁、f₂、f₈、f₃₂、f_{1SIO}、f_{2SIO}、f_{8SIO}、f_{32SIO}、f_{AD}、f_{C32}、f_{CAN0})

周辺機能の動作クロックです。

f_i(i=1、2、8、32)とf_{iSIO}はメインクロック、PLLクロック、またはオンチップオシレータクロックをi分周したクロックです。f_iはタイマA、タイマB、SI/O3、SI/O4で使用し、f_{iSIO}はUART0～UART2で使用します。また、f₁とf₂は短絡防止タイマ、タイマS、マルチマスタI²C busでも使用します。

f_{AD}は、メインクロック、PLLクロック、またはオンチップオシレータクロックをクロック源としA/Dコンバータで使用します。

f_{CAN0}は、メインクロック、PLLクロック、またはオンチップオシレータを1(分周なし)、2、4、8、または16分周したCAN専用クロックです。

CM0レジスタのCM02ビットを“1”(ウェイトモード時周辺機能クロックを停止する)にした後にWAIT命令を実行した場合、または低消費電力モード時、f_i、f_{iSIO}、f_{AD}、f_{CAN0}は停止します(注1)。

f_{C32}はサブクロックをクロック源とし、タイマA、タイマBで使用します。f_{C32}はサブクロックが供給されているときに使用できます。

注1. f_{CAN0}のクロックは、CAN0のスリープモードのとき“H”で停止します。

7.5.3 クロック出力機能

CLKOUT端子からf₁、f₈、f₃₂、またはf_Cを出力できます。PCLKRレジスタのPCLK5ビット、およびCM0レジスタのCM01～CM00ビットで選択してください。表7.3にCLKOUT端子の機能を示します。

表7.3 CLKOUT端子の機能

| PCLK5 | CM01 | CM00 | CLKOUT端子の機能 |
|-------|------|------|---------------------|
| 0 | 0 | 0 | 入出力ポート P90 |
| 0 | 0 | 1 | f _C を出力 |
| 0 | 1 | 0 | f ₈ を出力 |
| 0 | 1 | 1 | f ₃₂ を出力 |
| 1 | 0 | 0 | f ₁ を出力 |
| 1 | 0 | 1 | 設定しないでください |
| 1 | 1 | 0 | 設定しないでください |
| 1 | 1 | 1 | 設定しないでください |

7.6 パワーコントロール

パワーコントロールには3つのモードがあります。なお、便宜上、ここでは、ウェイトモード、ストップモード以外の状態を通常動作モードと呼びます。

7.6.1 通常動作モード

通常動作モードには、さらに7つのモードに分けられます。

通常動作モードでは、CPUクロック、周辺機能クロックが共に供給されていますので、CPUも周辺機能も動作します。CPUクロックの周波数を制御することで、パワーコントロールを行います。CPUクロックの周波数が大きいほど処理能力は上がり、小さいほど消費電力は小さくなります。また、不要な発振回路を停止させると更に消費電力は小さくなります。

CPUクロックのクロック源を切り替えるとき、切り替え先のクロックが安定して発振している必要があります。切り替え先がメインクロック、サブクロック、PLLクロックの場合、プログラムで発振が安定するまで待ち時間を取ってから移るようにしてください。

なお、低消費電力モードから、オンチップオシレータモードまたはオンチップオシレータ低消費電力モードへ切り替えしないでください。同様にオンチップオシレータモードまたはオンチップオシレータ低消費電力モードから、低消費電力モードへ切り替えしないでください。

CPUクロックのクロック源をオンチップオシレータからメインクロックに切り替える場合は、オンチップオシレータモードで8分周(CM0レジスタのCM06ビット=“1”)にした後、中速モード(8分周)に切り替えてください。

7.6.1.1 高速モード

メインクロックの1分周がCPUクロックとなります。サブクロックが供給されている場合はf_{C32}がタイマA、タイマBのカウントソースに使用できます。

7.6.1.2 PLL動作モード

メインクロックの2通倍または4通倍がPLLクロックとなり、PLLクロックがCPUクロックとなります。サブクロックが供給されている場合はf_{C32}がタイマA、タイマBのカウントソースに使用できます。PLL動作モードへは高速モードから移行できます。ウェイトまたはストップモードへ移行するときは、高速モードに移行してから移行してください。

7.6.1.3 中速モード

メインクロックの2分周、4分周、8分周、または16分周がCPUクロックとなります。サブクロックが供給されている場合はf_{C32}がタイマA、タイマBのカウントソースに使用できます。

7.6.1.4 低速モード

サブクロックがCPUクロックとなります。周辺機能クロックのクロック源は、CM21ビットが“0”(オンチップオシレータ停止)の場合はメインクロック、CM21ビットが“1”(オンチップオシレータ発振)の場合はオンチップオシレータクロックです。

f_{C32}がタイマA、タイマBのカウントソースに使用できます。

7.6.1.5 低消費電力モード

低速モードにした後、メインクロックを停止させた状態です。サブクロックがCPUクロックとなります。f_{C32}がタイマA、タイマBのカウントソースに使用できます。周辺機能クロックはf_{C32}のみです。

このモードにすると同時にCM0レジスタのCM06ビットは“1”(8分周モード)になります。低消費電力モードでは、CM06ビットを変更しないでください。したがって、次にメインクロックを動作させるときは中速(8分周)モードになります。

7.6.1.6 オンチップオシレータモード

オンチップオシレータクロックの1分周(分周なし)、2、4、8、16分周がCPUクロックになります。また、オンチップオシレータクロックが周辺機能クロックのクロック源になります。サブクロックが供給されている場合はfc32がタイマA、タイマBのカウントソースに使用できます。オンチップオシレータ周波数はROCRレジスタのROCR3～ROCR0ビットで選択することができます。高速、中速モードに戻すときにはCM06ビットを“1”(8分周モード)にしてください。

7.6.1.7 オンチップオシレータ低消費電力モード

オンチップオシレータモードにした後、メインクロックを停止させた状態です。オンチップオシレータモードと同様にCPUクロックを選択できます。オンチップオシレータクロックが周辺機能クロックのクロック源になります。サブクロックが供給されている場合はfc32がタイマA、タイマBのカウントソースに使用できます。

表7.4 クロック関連ビットの設定とモード

| モード | CM2レジスタ | | CM1レジスタ | | CM0レジスタ | | | |
|--------------------|---------|------|------------|------|---------|-------|------|--|
| | CM21 | CM11 | CM17, CM16 | CM07 | CM06 | CM05 | CM04 | |
| PLL動作モード | 0 | 1 | 002 | 0 | 0 | 0 | — | |
| 高速モード | 0 | 0 | 002 | 0 | 0 | 0 | — | |
| 中速モード | 2分周 | 0 | 012 | 0 | 0 | 0 | — | |
| | 4分周 | 0 | 102 | 0 | 0 | 0 | — | |
| | 8分周 | 0 | — | 0 | 1 | 0 | — | |
| | 16分周 | 0 | 112 | 0 | 0 | 0 | — | |
| 低速モード | — | — | — | 1 | — | 0 | 1 | |
| 低消費電力モード | — | — | — | 1 | 1(注1) | 1(注1) | 1 | |
| オンチップオシレータモード(注3) | 分周なし | 1 | — | 002 | 0 | 0 | — | |
| | 2分周 | 1 | — | 012 | 0 | 0 | — | |
| | 4分周 | 1 | — | 102 | 0 | 0 | — | |
| | 8分周 | 1 | — | — | 0 | 1 | — | |
| | 16分周 | 1 | — | 112 | 0 | 0 | — | |
| オンチップオシレータ低消費電力モード | 1 | — | (注2) | 0 | (注2) | 1 | — | |

注1. 低速モードでCM05ビットを“1”(メインクロック停止)にすると低消費電力モードになり、同時に、CM06ビットは“1”(8分周モード)になります。

注2. オンチップオシレータモードと同様に分周値を選択できます。

注3. オンチップオシレータ周波数については、“オンチップオシレータモード”に記述しています。

7.6.2 ウェイトモード

ウェイトモードではCPUクロックが停止しますので、CPUクロックで動作するCPUとウォッチドッグタイマが停止します。ただし、PM2レジスタのPM22ビットが“1”(ウォッチドッグタイマのカウントソースはオンチップオシレータクロック)の場合、ウォッチドッグタイマは動作します。メインクロック、サブクロック、オンチップオシレータクロックは停止しませんので、これらのクロックを使用する周辺機能は動作します。

7.6.2.1 周辺機能クロック停止機能

CM02ビットが“1”(ウェイトモード時、周辺機能クロックを停止する)の場合、ウェイトモード時にf1、f2、f8、f32、f1SIO、f2SIO、f8SIO、f32SIO、fAD、fCAN0が停止しますので、消費電力が低減できます。fc32は停止しません。

7.6.2.2 ウェイトモードへの移行

WAIT命令を実行するとウェイトモードになります。

CM11ビットが“1”(CPUクロックのクロック源はPLLクロック)の場合は、CM11ビットを“0”(CPUクロックのクロック源はメインクロック)にしてからウェイトモードにしてください。PLC07ビットを“0”(PLL停止)にすると、消費電力が低減できます。

7.6.2.3 ウェイトモード時の端子の状態

表7.5にウェイトモード時の端子の状態を示します。

表7.5 ウェイトモード時の端子の状態

| | | |
|--------|-----------------|-----------------------------------|
| 入出力ポート | | ウェイトモードに入る直前の状態を保持 |
| CLKOUT | fc選択時 | 停止しません |
| | f1, f8, f32 選択時 | CM02ビットが“0”のとき、停止しません |
| | | CM02ビットが“1”のとき、ウェイトモードに入る直前の状態を保持 |

7.6.2.4 ウェイトモードからの復帰

ハードウェアリセット、NMI割り込み、または周辺機能割り込みにより、ウェイトモードから復帰します。

ハードウェアリセットまたはNMI割り込みで復帰する場合、周辺機能割り込みのILVL2～ILVL0ビットを“0002”（割り込み禁止）にした後、WAIT命令を実行してください。

周辺機能割り込みはCM02ビットの影響を受けます。CM02ビットが“0”（ウェイトモード時、周辺機能クロックを停止しない）の場合は、周辺機能割り込みがウェイトモードからの復帰に使用できます。CM02ビットが“1”（ウェイトモード時、周辺機能クロックを停止する）の場合は、周辺機能クロックを使用する周辺機能は停止しますので、外部信号によって動作する周辺機能の割り込みがウェイトモードから復帰に使用できます。

表7.6にウェイトモードからの復帰に使用できる割り込みの一覧を示します。

表7.6 ウェイトモードからの復帰に使用できる割り込み

| 割り込み | CM02=0の場合 | CM02=1の場合 |
|---------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| NMI割り込み | 使用可 | 使用可 |
| シリアルI/O割り込み | 内部クロック、外部クロックで使用可 | 外部クロックで使用可 |
| マルチマスタ ² C割り込み | 使用可 | —（使用しないでください） |
| キー入力割り込み | 使用可 | 使用可 |
| A/D変換割り込み | 単発モードまたは単掃引モードで使用可 | —（使用しないでください） |
| タイマA割り込み タイマB割り込み | すべてのモードで使用可 | イベントカウンタモードまたは カウントソースがfC32のとき使用可 |
| タイマS割り込み | すべてのモードで使用可 | —（使用しないでください） |
| INT割り込み | 使用可 | 使用可 |
| CAN0ウェイクアップ 割り込み | CANスリープモードで使用可 | CANスリープモードで使用可 |

ウェイトモードからの復帰に周辺機能割り込みを使用する場合、WAIT命令実行前に次の設定をしてください。

1. ウェイトモードからの復帰に使用する周辺機能割り込みの割り込み制御レジスタのILVL2～ILVL0ビットに割り込み優先レベルを設定する。
また、ウェイトモードからの復帰に使用しない周辺機能割り込みのILVL2～ILVL0ビットをすべて“0002”（割り込み禁止）にする。
2. Iフラグを“1”にする。
3. ウェイトモードからの復帰に使用する周辺機能を動作させる。
周辺機能割り込みで復帰する場合、割り込み要求が発生してCPUクロックの供給を開始すると、割り込みルーチンを実行します。

周辺機能割り込みでウェイトモードから復帰したときのCPUクロックは、WAIT命令実行時のCPUクロックと同じクロックです。

7.6.3 ストップモード

ストップモードでは、すべての発振が停止します。したがって、CPUクロックと周辺機能クロックも停止し、これらのクロックで動作するCPU、周辺機能は停止します。消費電力がもっとも少ないモードです。なお、Vcc端子に印加する電圧がVRAM以上のとき、内部RAMは保持されます。Vcc端子に印加する電圧を2.7V以下にする場合、Vcc VRAMにしてください。

また、外部信号によって動作する周辺機能は動作します。ストップモードからの復帰に使用できる割り込みは次のとおりです。

- ・ $\overline{\text{NMI}}$ 割り込み
- ・ キー入力割り込み
- ・ $\overline{\text{INT}}$ 割り込み
- ・ タイマA、タイマBの割り込み(イベントカウンタモードで外部パルスをカウント時)
- ・ シリアルI/Oの割り込み(外部クロック選択時)
- ・ 電圧低下検出割り込み(使用条件は「電圧低下検出割り込み」参照)
- ・ CAN0ウェイクアップ割り込み(CANスリープモード時)

7.6.3.1 ストップモードへの移行

CM1レジスタのCM10ビットを“1”(全クロック停止)にすると、ストップモードになります。同時にCM0レジスタのCM06ビットは“1”(8分周モード)、CM1レジスタのCM15ビットは“1”(メインクロック発振回路の駆動能力HIGH)になります。

ストップモードを使用する場合、CM20ビットを“0”(発振停止、再発振検出機能無効)にしてからストップモードにしてください。

また、CM11ビットが“1”(CPUクロックのクロック源はPLLクロック)の場合は、CM11ビットを“0”(CPUクロックのクロック源はメインクロック)にした後、PLC07ビットを“0”(PLL停止)にしてからストップモードにしてください。

7.6.3.2 ストップモード時の端子の状態

各入出力ポートは、ストップモードに入る直前の状態を保持します。

7.6.3.3 ストップモードからの復帰

ハードウェアリセット、 $\overline{\text{NMI}}$ 割り込み、または周辺機能割り込みにより、ストップモードから復帰します。

ハードウェアリセットまたは $\overline{\text{NMI}}$ 割り込みで復帰する場合、周辺機能割り込みのILVL2～ILVL0ビットをすべて“0002”(割り込み禁止)にした後、CM10ビットを“1”にしてください。

周辺機能割り込みで復帰する場合は、次の設定をした後、CM10ビットを“1”にしてください。

1. ストップモードからの復帰に使用する周辺機能割り込みのILVL2～ILVL0ビットに割り込み優先レベルを設定する。

また、ストップモードからの復帰に使用しない周辺機能割り込みのILVL2～ILVL0ビットをすべて“0002”(割り込み禁止)にする。

2. Iフラグを“1”にする。
3. ストップモードからの復帰に使用する周辺機能を動作させる。

周辺機能割り込みで復帰する場合、割り込み要求が発生して、CPUクロックの供給が開始されると割り込みルーチンを実行します。

周辺機能割り込み、または $\overline{\text{NMI}}$ 割り込みでストップモードから復帰した場合のCPUクロックは、ストップモード移行前のCPUクロックにしたがって、次のようになります。

- | | |
|---------------------------------------|--------------------|
| ストップモード移行前のCPUクロックがサブクロックの場合 | : サブクロック |
| ストップモード移行前のCPUクロックがメインクロックの場合 | : メインクロックの8分周 |
| ストップモード移行前のCPUクロックがオンチップオシレータクロックの場合: | |
| | オンチップオシレータクロックの8分周 |

図7.11に通常動作モードからのストップモード、ウェイトモードへの状態遷移を示します。図7.12に通常動作モードの状態遷移を示します。それぞれ図中に示された状態遷移だけをたどるようにしてください。

表7.7に現在の状態から次に遷移可能な状態と設定方法を示します。表の縦軸は現在の状態、横軸は次に遷移する状態です。

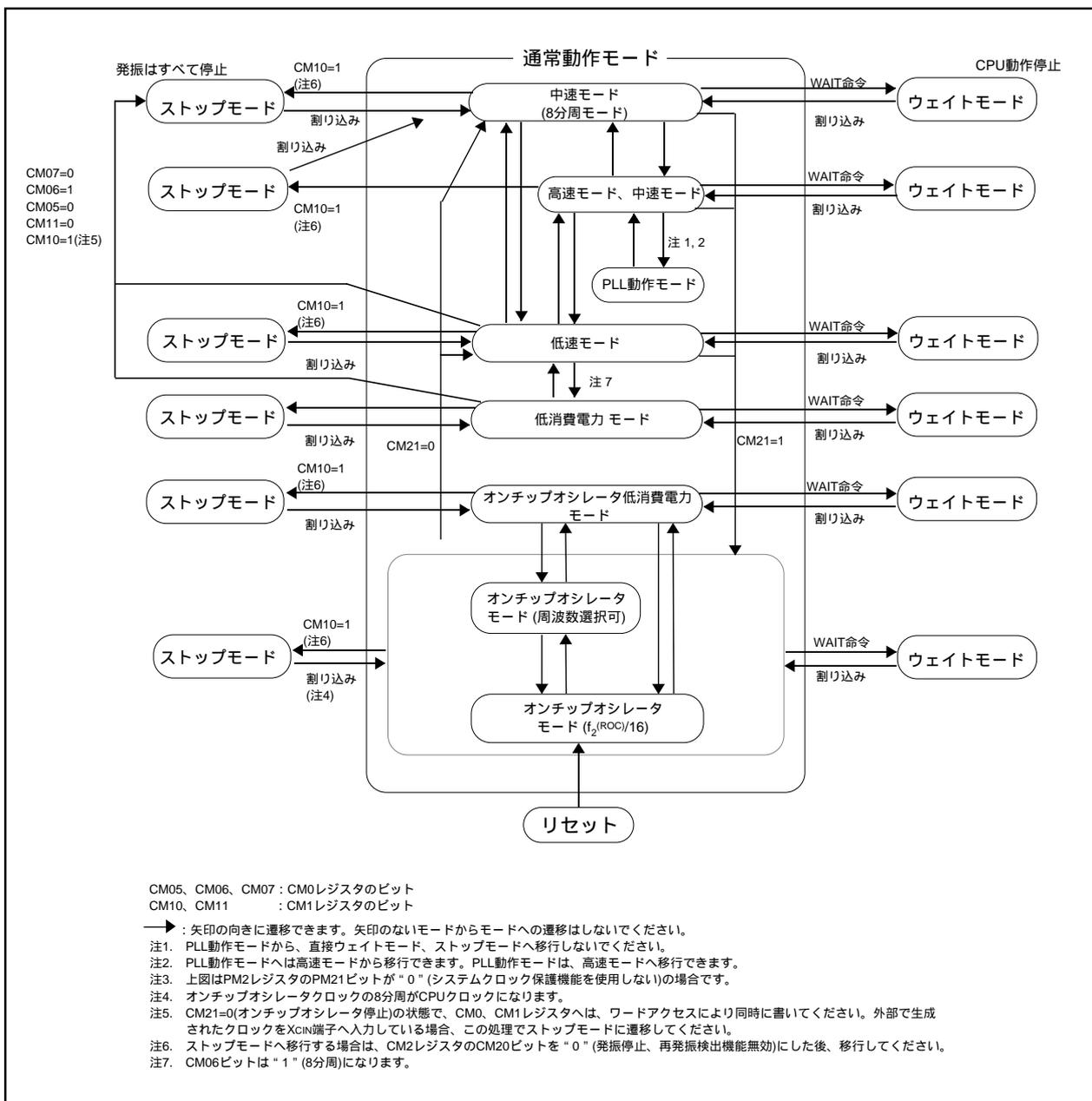


図7.11 ストップモード、ウェイトモード状態遷移

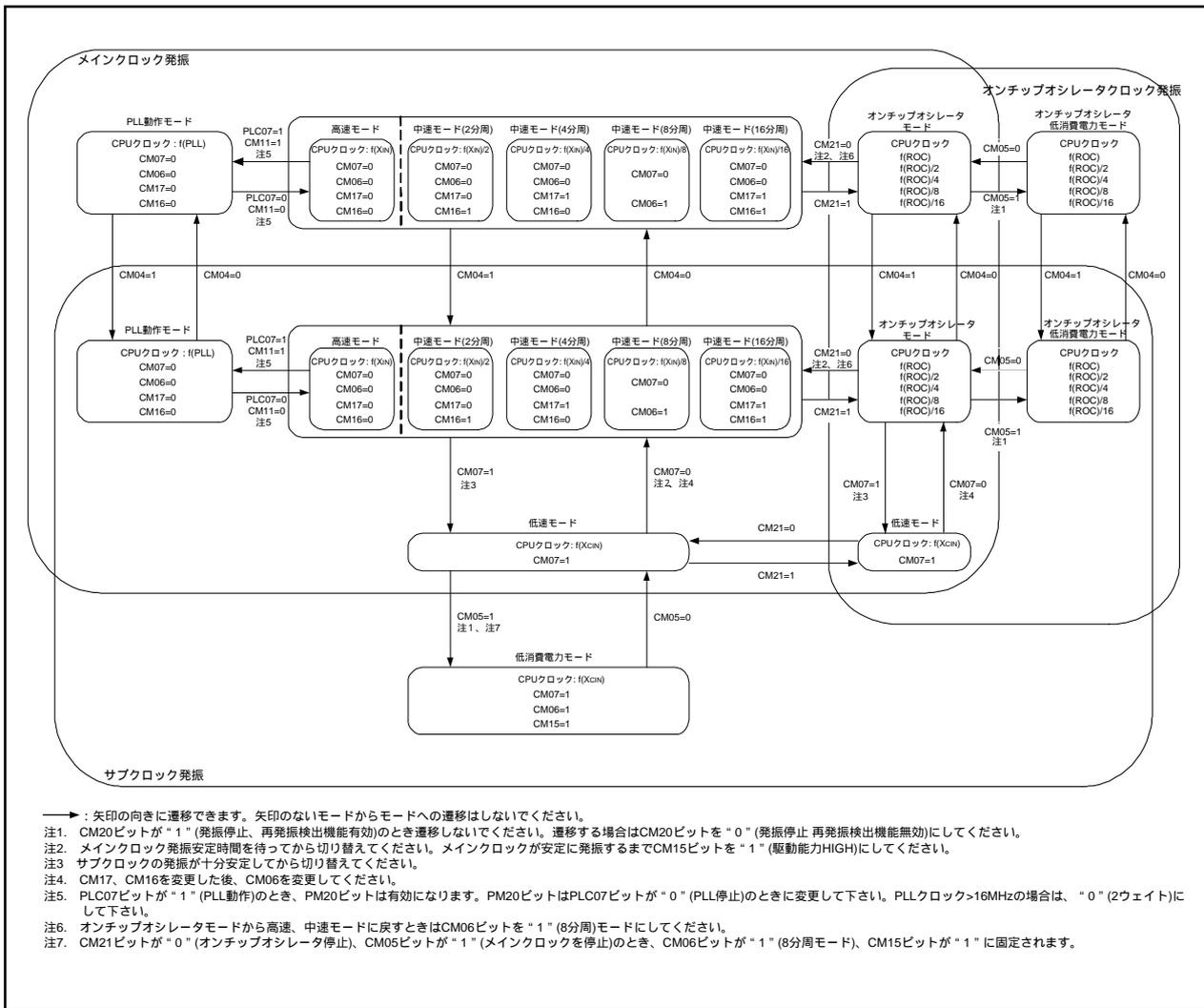


図7.12 通常動作モード状態

表7.7 現在の状態から次に遷移可能な状態と設定方法

| 現在の状態 | 高速 中速モード | 次の状態 | | | | | | | |
|-------|------------------------|---------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------------|--------------|--------------|------|
| | | 低速モード (注2) | 低消費電力モード | PLL動作モード (注2) | オンチップオシレータ モード | オンチップオシレータ 低消費電力モード | ストップモード | ウェイトモード | |
| 現在の状態 | 高速 中速モード | (注8) | (9) (注7) | - | (13) (注3) | (15) | - | (16) (注1) | (17) |
| | 低速モード(注2) | (8) | (11) (注1、注6) | - | - | (8) | - | (16) (注1) | (17) |
| | 低消費電力モード | - | (10) | - | - | - | - | (16) (注1) | (17) |
| | PLL動作モード(注2) | (12) (注3) | - | - | - | - | - | - | - |
| | オンチップオシレータ モード | (14) (注4) | (9) (注7) | - | - | (注8) | (11) (注1) | (16) (注1) | (17) |
| | オンチップオシレータ 低消費電力モード | - | - | - | - | (10) | (注8) | (16) (注1) | (17) |
| | ストップモード | (18) (注5) | (18) | (18) | - | (18) (注5) | (18) (注5) | - | - |
| | ウェイトモード | (18) | (18) | (18) | - | (18) | (18) | - | - |

—: 遷移できません。

- 注1. CM20ビットが“1”(発振停止 再発振検出機能有効)のとき遷移しないでください。遷移する場合はCM20ビットを“0”(発振停止、再発振検出機能無効)にしてください。
- 注2. 低速モードはオンチップオシレータクロックの発振、停止が出来ます。この時のオンチップオシレータクロックは周辺機能クロックとして使用できます。PLL動作モードはサブクロックの発振、停止が出来ます。この時のサブクロックはタイマA、Bのクロックとして使用できます。
- 注3. PLL動作モードへの移行は高速モードから行ってください。また、PLL動作モードからは、高速モードへ移行してください。
- 注4. オンチップオシレータモードから高速、中速モードに移行するときはCM06ビットを“1”(8分周モード)にしてください。
- 注5. ストップモードから復帰した場合、CM06ビットが“1”(8分周モード)になります。
- 注6. CM05ビットを“1”(メインクロック停止)にすると、CM06ビットが“1”(8分周モード)になります。
- 注7. サブクロックが発振しているときに移行できます。
- 注8. 同モード内での遷移(分周の変更とサブクロック発振または停止)は次のとおりです。

| | サブクロック発振 | | | | | サブクロック停止 | | | | |
|----------|----------|-----|-----|-----|------|----------|-----|-----|-----|------|
| | 分周なし | 2分周 | 4分周 | 8分周 | 16分周 | 分周なし | 2分周 | 4分周 | 8分周 | 16分周 |
| サブクロック発振 | 分周なし | (4) | (5) | (7) | (6) | (1) | - | - | - | - |
| | 2分周 | (3) | (5) | (7) | (6) | - | (1) | - | - | - |
| | 4分周 | (3) | (4) | (7) | (6) | - | - | (1) | - | - |
| | 8分周 | (3) | (4) | (5) | (6) | - | - | - | (1) | - |
| | 16分周 | (3) | (4) | (5) | (7) | - | - | - | - | (1) |
| サブクロック停止 | 分周なし | (2) | - | - | - | (4) | (5) | (7) | (6) | - |
| | 2分周 | - | (2) | - | - | (3) | (5) | (7) | (6) | - |
| | 4分周 | - | - | (2) | - | (3) | (4) | (7) | (6) | - |
| | 8分周 | - | - | - | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | - |
| | 16分周 | - | - | - | - | (2) | (3) | (4) | (7) | - |

—: 遷移できません。

注9. ()内は設定方法。下表参照。

| 設定内容 | 動作内容 |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| (1) CM04 = 0 | サブクロック停止 |
| (2) CM04 = 1 | サブクロック発振 |
| (3) CM06 = 0 CM17 = 0, CM16 = 0 | CPUクロック分周なしモード |
| (4) CM06 = 0 CM17 = 0, CM16 = 1 | CPUクロック2分周モード |
| (5) CM06 = 0 CM17 = 1, CM16 = 0 | CPUクロック4分周モード |
| (6) CM06 = 0 CM17 = 1, CM16 = 1 | CPUクロック16分周モード |
| (7) CM06 = 1 | CPUクロック8分周モード |
| (8) CM07 = 0 | メインクロック、PLLクロック、またはオンチップオシレータクロック選択 |
| (9) CM07 = 1 | サブクロック選択 |
| (10) CM05 = 0 | メインクロック発振 |
| (11) CM05 = 1 | メインクロック停止 |
| (12) PLC07 = 0 CM11 = 0 | メインクロック選択 |
| (13) PLC07 = 1 CM11 = 1 | PLLクロック選択 |
| (14) CM21 = 0 | メインクロックまたはPLLクロック選択 |
| (15) CM21 = 1 | オンチップオシレータクロック選択 |
| (16) CM10 = 1 | ストップモードに移行 |
| (17) wait命令 | ウェイトモードに移行 |
| (18) ハードウェア割り込み | ストップモード、ウェイトモードから復帰 |

- CM04, CM05, CM06, CM07 : CM0レジスタのビット
- CM10, CM11, CM16, CM17 : CM1レジスタのビット
- CM20, CM21 : CM2レジスタのビット
- PLC07 : PLC0レジスタのビット

7.7 システムクロック保護機能

CPUクロックのクロック源にメインクロックを選択しているとき、暴走でCPUクロックが停止しないようにクロックの変更を禁止する機能です。

PM2レジスタのPM21ビットを“1” (クロックの変更禁止)にすると、次のビットに書き込めなくなります。

- ・CM0レジスタのCM02ビット、CM05ビット、CM07ビット
- ・CM1レジスタのCM10ビット、CM11ビット
- ・CM2レジスタのCM20ビット
- ・PLC0レジスタの全ビット

システムクロック保護機能を使用する場合、CM0レジスタのCM05ビットが“0” (メインクロック発振)、CM07ビットが“0” (CPUクロックのクロック源はメインクロック)の状態での処理をしてください。

(1)PRCRレジスタのPRC1ビットを“1” (PM2レジスタ書き込み許可)にする

(2)PM2レジスタのPM21ビットを“1” (クロック変更禁止)にする

(3)PRCRレジスタのPRC1ビットを“0” (PM2レジスタ書き込み禁止)にする

PM21ビットが“1” のとき、WAIT命令を実行しないでください。

7.8 発振停止、再発振検出機能

発振停止、再発振検出機能は、メインクロック発振回路の停止と再発振を検出する機能です。発振停止、再発振検出時にはリセットまたは発振停止、再発振検出割り込みを発生します。どちらを発生させるかは、CM2レジスタのCM27ビットで選択できます。

発振停止、再発振検出機能はCM2レジスタのCM20ビットで、有効、無効が選択できます。

表7.8に発振停止、再発振検出機能の仕様を示します。

表7.8 発振停止、再発振検出機能の仕様

| 項 目 | 仕 様 |
|-------------------|--|
| 発振停止検出可能クロックと周波数域 | $f(X_{IN})$ 2 MHz |
| 発振停止、再発振検出機能有効条件 | CM20ビット“1” (有効)にする |
| 発振停止、再発振検出時の動作 | <ul style="list-style-type: none"> ・リセット発生 (CM27ビット=0) ・発振停止、再発振検出割り込み発生 (CM27ビット=1) |

7.8.1 CM27ビットが“0”(リセット)の場合の動作

CM20ビットが“1”(発振停止、再発振検出機能有効)のときに、メインクロックの停止を検出した場合、マイクロコンピュータは、初期化され停止します(発振停止検出リセット。「SFR」、「リセット」参照)。

この状態はハードウェアリセット1またはハードウェアリセット2によって解除されます。なお、再発振検出時にもマイクロコンピュータを初期化、停止できますが、このような使い方はしないでください(メインクロック停止中にCM20ビットを“1”、CM27ビットを“0”にしないでください)。

7.8.2 CM27ビットが“1”(発振停止、再発振検出割り込み)の場合の動作

メインクロックがCPUクロック源でCM20ビットが“1”(発振停止、再発振検出機能有効)の場合、メインクロックが停止すると、次の状態になります。

- ・発振停止、再発振検出割り込み要求が発生する
- ・オンチップオシレータが発振を開始し、オンチップオシレータクロックがメインクロックに代わってCPUクロックや周辺機能のクロック源になる
- ・CM21ビット=1(オンチップオシレータクロックがCPUクロック)
- ・CM22ビット=1(メインクロック停止を検出)
- ・CM23ビット=1(メインクロック停止)

PLLクロックがCPUクロック源でCM20ビットが“1”の場合、メインクロックが停止すると次の状態になります。CM21ビットは変化しませんので、割り込みルーチン内で“1”(オンチップオシレータクロック)にしてください。

- ・発振停止、再発振検出割り込み要求が発生する
- ・CM22ビット=1(メインクロック停止を検出)
- ・CM23ビット=1(メインクロック停止)
- ・CM21ビットは変化しない

CM20ビットが“1”の場合、メインクロックが停止した状態から再発振すると、次の状態になります。

- ・発振停止、再発振検出割り込み要求が発生する
- ・CM22ビット=1(メインクロック再発振を検出)
- ・CM23ビット=0(メインクロック発振)
- ・CM21ビットは変化しない

7.8.3 発振停止、再発振検出機能使用方法

- ・ 発振停止、再発振検出割り込みは、ウォッチドッグタイマ割り込みとベクタを共用しています。発振停止、再発振検出割り込みとウォッチドッグタイマ割り込みの両方を使用する場合、割り込みルーチンでCM22ビットを読み、どちらの割り込み要因による割り込み要求かを判定してください。
- ・ 発振停止後、メインクロックが再発振した場合は、プログラムでメインクロックをCPUクロックや周辺機能のクロック源に戻してください。図7.13にオンチップオシレータクロックからメインクロックへの切り替え手順を示します。
- ・ 発振停止、再発振検出割り込み発生と同時にCM22ビットが“1”になります。CM22ビットが“1”のとき、発振停止、再発振検出割り込みは禁止されます。プログラムでCM22ビットを“0”にすると、発振停止、再発振検出割り込みが許可されます。
- ・ 低速モード時、CM20ビットが“1”で、メインクロックが停止すると、発振停止、再発振検出割り込み要求が発生します。同時にオンチップオシレータが発振を開始します。このとき、CPUクロックはサブクロックのままですが、周辺機能クロックはオンチップオシレータクロックがクロック源になります。
- ・ 発振停止、再発振検出機能を使用中にウェイトモードへ移行する場合は、CM02ビットを“0”（ウェイトモード時周辺機能クロックを停止しない）にしてください。
- ・ 発振停止、再発振検出機能は外部要因によるメインクロック停止に備えた機能ですので、プログラムでメインクロックを停止または発振させる場合、すなわち、ストップモードにする、またはCM05ビットを変更する場合は、CM20ビットを“0”（発振停止、再発振検出機能無効）にしてください。
- ・ メインクロックの周波数が2MHz以下の場合、この機能は使用できませんので、CM20ビットを“0”にしてください。

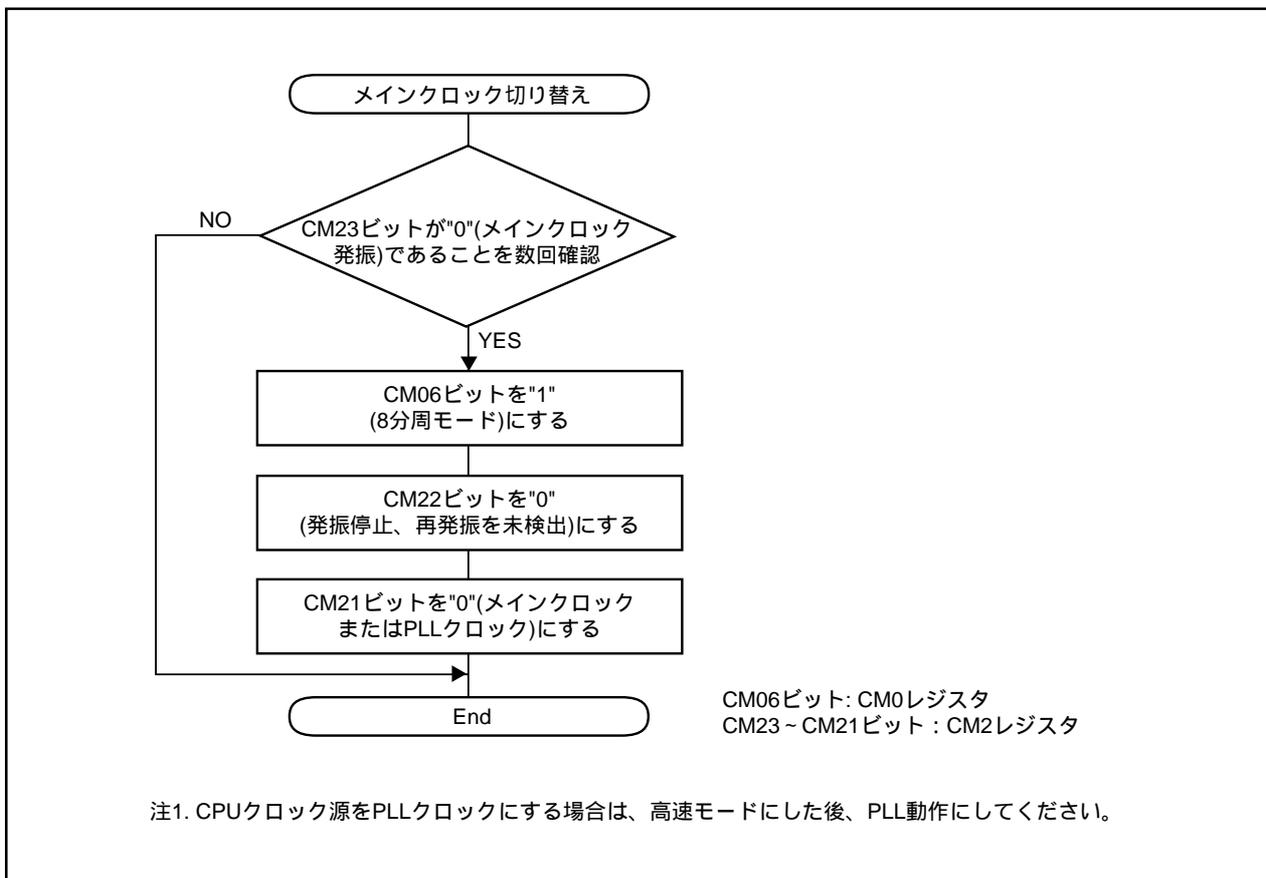


図7.13 オンチップオシレータクロックからメインクロックへの切り替え手順

8. プロテクト

プロテクトはプログラムが暴走したときに備え、重要なレジスタは簡単に書き換えられないように保護する機能です。図8.1にPRCRレジスタを示します。PRCRレジスタが保護するレジスタは次のとおりです。

- ・PRC0ビットで保護されるレジスタ : CM0、CM1、CM2、PLC0、ROCR、PCLKR、CCLKRレジスタ
- ・PRC1ビットで保護されるレジスタ : PM0、PM1、PM2、TB2SC、INVC0、INVC1レジスタ
- ・PRC2ビットで保護されるレジスタ : PD9、PACR、S4C、NDDRレジスタ
- ・PRC3ビットで保護されるレジスタ : VCR2、D4INTレジスタ

PRC2ビットを“1”（書き込み許可状態）にした後、SFRの領域に書き込みを実行すると“0”（書き込み禁止状態）になります。PRC2ビットで保護されるレジスタはPRC2ビットを“1”にした次の命令で変更してください。PRC2ビットを“1”にする命令と次の命令の間に割り込みやDMA転送が入らないようにしてください。PRC0、PRC1、PRC3ビットはSFRの領域に書き込みを実行しても“0”になりませんのでプログラムで“0”にしてください。

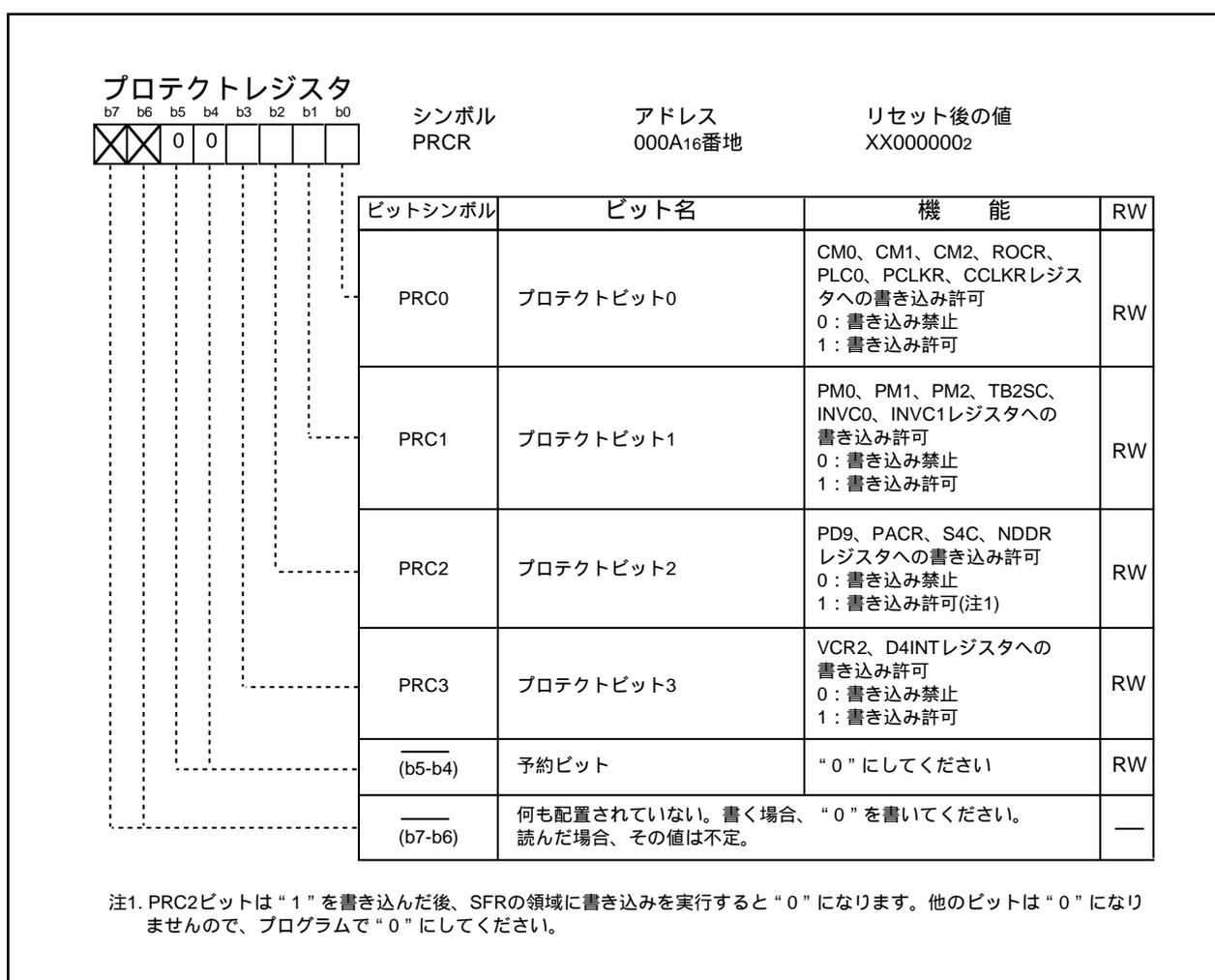


図8.1 PRCRレジスタ

9. 割り込み

注意

64ピン版は、周辺機能割り込みのSI/O4割り込みを使用しないでください。

M16C/29 T-ver.とV-ver. は、電圧低下検出割り込みを使用しないでください。

9.1 割り込みの分類

図9.1 に割り込みの分類を示します。

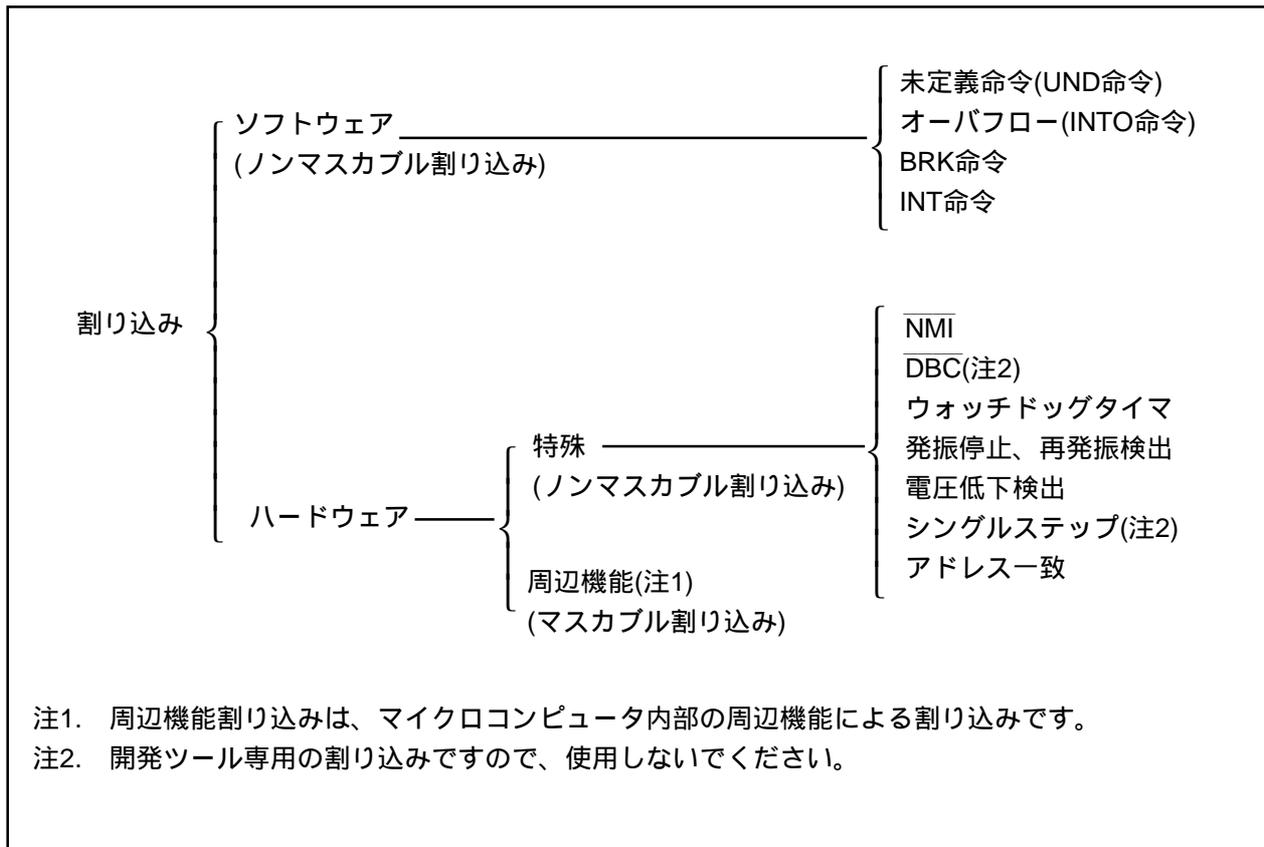


図9.1 割り込みの分類

- ・ マスカブル割り込み : 割り込み許可フラグ(Iフラグ)による割り込みの許可(禁止)や割り込み優先レベルによる割り込み優先順位の変更が**可能**
- ・ ノンマスカブル割り込み : 割り込み許可フラグ(Iフラグ)による割り込みの許可(禁止)や割り込み優先レベルによる割り込み優先順位の変更が**不可能**

9.1.1ソフトウェア割り込み

ソフトウェア割り込みは、命令の実行によって発生します。ソフトウェア割り込みはノンマスクابل割り込みです。

9.1.1.1 未定義命令割り込み

未定義命令割り込みは、UND命令を実行すると発生します。

9.1.1.2 オーバフロー割り込み

オーバフロー割り込みは、Oフラグが“1” (演算の結果がオーバフロー)の場合、INTO命令を実行すると発生します。演算によってOフラグが変化する命令は次のとおりです。

ABS、ADC、ADCF、ADD、CMP、DIV、DIVU、DIVX、NEG、RMPA、SBB、SHA、SUB

9.1.1.3 BRK割り込み

BRK割り込みは、BRK命令を実行すると発生します。

9.1.1.4 INT命令割り込み

INT命令割り込みは、INT命令を実行すると発生します。INT命令で指定できるソフトウェア割り込み番号は0～63です。ソフトウェア割り込み番号1～31は周辺機能割り込みに割り当てられますので、INT命令を実行することで周辺機能割り込みと同じ割り込みルーチンを実行できます。

ソフトウェア割り込み番号0～31では、命令実行時にUフラグを退避し、Uフラグを“0” (ISPを選択)にした後、割り込みシーケンスを実行します。割り込みルーチンから復帰するときに退避しておいたUフラグを復帰します。ソフトウェア割り込み番号32～63では、命令実行時Uフラグは変化せず、そのとき選択されているSPを使用します。

9.1.2 ハードウェア割り込み

ハードウェア割り込みには、特殊割り込みと周辺機能割り込みがあります。

9.1.2.1 特殊割り込み

特殊割り込みは、ノンマスカブル割り込みです。

9.1.2.1.1 NMI割り込み

NMI割り込みは、NMI端子の入力が“H”から“L”に変化すると発生します。NMI割り込みの詳細は「NMI割り込み」を参照してください。

9.1.2.1.2 DBC割り込み

開発ツール専用の割り込みですので、使用しないでください。

9.1.2.1.3 ウォッチドッグタイマ割り込み

ウォッチドッグタイマによる割り込みです。ウォッチドッグタイマ割り込み発生後は、ウォッチドッグタイマを初期化してください。ウォッチドッグタイマの詳細は「ウォッチドッグタイマ」を参照してください。

9.1.2.1.4 発振停止、再発振検出割り込み

発振停止、再発振検出機能による割り込みです。発振停止、再発振検出機能の詳細は「クロック発生回路」を参照してください。

9.1.2.1.5 電圧低下検出割り込み

電圧検出回路による割り込みです。電圧検出回路の詳細は「電圧検出回路」を参照してください。

9.1.2.1.6 シングルステップ割り込み

開発ツール専用の割り込みですので、使用しないでください。

9.1.2.1.7 アドレス一致割り込み

アドレス一致割り込みは、対応する許可ビット（AIERレジスタのAIER0ビットまたはAIER1ビット）が“1”の場合、RMAD0またはRMAD1レジスタで示される番地の命令を実行する直前に発生します。

アドレス一致割り込みの詳細は「アドレス一致割り込み」を参照してください。

9.1.2.2 周辺機能割り込み

周辺機能割り込みは、マイクロコンピュータ内部の周辺機能による割り込みです。周辺機能割り込みは、マスカブル割り込みです。周辺機能割り込みの割り込み要因は「表9.2 可変ベクタテーブル」を参照してください。また、周辺機能の詳細は各周辺機能の説明を参照してください。

9.2 割り込みと割り込みベクタ

1ベクタは4バイトです。各割り込みベクタには、割り込みルーチンの先頭番地を設定してください。割り込み要求が受け付けられると、割り込みベクタに設定した番地へ分岐します。図 9.2に割り込みベクタを示します。

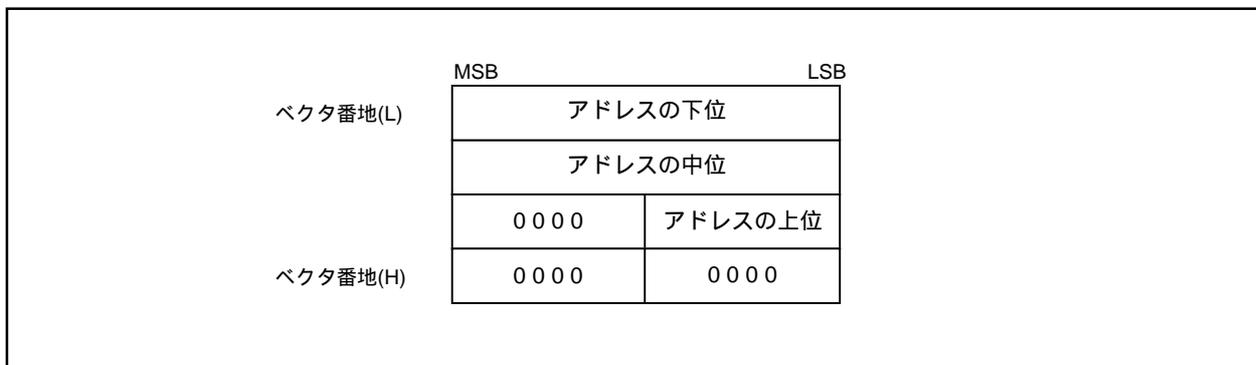


図9.2 割り込みベクタ

9.2.1 固定ベクタテーブル

固定ベクタテーブルは、FFFDC₁₆番地からFFFFF₁₆番地に配置されています。表9.1に固定ベクタテーブルを示します。フラッシュメモリ版では、固定ベクタのベクタ番地(H)をIDコードチェック機能で使します。詳細は「フラッシュメモリ書き換え禁止機能」を参照してください。

表9.1 固定ベクタテーブル

| 割り込み要因 | ベクタ番地 番地(L) ~ 番地(H) | 備考 | 参照先 |
|--------------------------------------|---|--|------------------------------------|
| 未定義命令 | FFFDC ₁₆ ~ FFFDF ₁₆ | UND命令で割り込み | M16C/60、M16C/20 |
| オーバフロー | FFFE0 ₁₆ ~ FFFE3 ₁₆ | INTO命令で割り込み | シリーズ |
| BRK命令 | FFFE4 ₁₆ ~ FFFE7 ₁₆ | FFFE7 ₁₆ 番地の内容がFF ₁₆ の場合は可変ベクタテーブル内のベクタが示す番地から実行 | ソフトウェア マニュアル |
| アドレス一致 | FFFE8 ₁₆ ~ FFFE _{B16} | | アドレス一致割り込み |
| シングルステップ(注1) | FFFE _{C16} ~ FFFE _{F16} | | |
| ウォッチドッグタイマ、 発振停止、再発振検出、 電圧低下検出 | FFFF0 ₁₆ ~ FFFF3 ₁₆ | | ウォッチドッグタイマ、 クロック発生回路、 電圧検出回路 |
| DBC(注1) | FFFF4 ₁₆ ~ FFFF7 ₁₆ | | |
| NMI | FFFF8 ₁₆ ~ FFFF _{B16} | | NMI割り込み |
| リセット(注2) | FFFF _{C16} ~ FFFF _{F16} | | リセット |

注1. 開発ツール専用の割り込みですので、使用しないでください。

9.2.2 可変ベクタテーブル

INTBレジスタに設定された先頭番地から256バイトが可変ベクタテーブルの領域となります。表9.2に可変ベクタテーブルを示します。INTBレジスタに偶数番地を設定すると、奇数番地の場合に比べて割り込みシーケンスが速く実行できます。

表9.2 可変ベクタテーブル

| 割り込み要因 | ベクタ番地(注1) 番地(L)～番地(H) | ソフトウェア 割り込み番号 | 参照先 |
|---|--|------------------|---|
| BRK命令(注2) | +0～+3(0000 ₁₆ ～0003 ₁₆) | 0 | M16C/60、M16C/20シリーズ ソフトウェアマニュアル |
| CAN0ウェイクアップ(注3) | +4～+7(0004 ₁₆ ～0007 ₁₆) | 1 | CANモジュール |
| CAN0受信完了 | +8～+11(0008 ₁₆ ～000B ₁₆) | 2 | |
| CAN0送信完了 | +12～+15(000C ₁₆ ～000F ₁₆) | 3 | |
| INT3 | +16～+19(0010 ₁₆ ～0013 ₁₆) | 4 | INT割り込み |
| IC/OC割り込み0 | +20～+23(0014 ₁₆ ～0017 ₁₆) | 5 | タイマS |
| IC/OC割り込み1、I ² C busインタフェース (注4) | +24～+27(0018 ₁₆ ～001B ₁₆) | 6 | タイマS マルチマスタI ² C bus インタフェース |
| IC/OCベースタイマ、SCL/SdA (注4) | +28～+31(001C ₁₆ ～001F ₁₆) | 7 | |
| SI/O4、INT5 (注5) | +32～+35(0020 ₁₆ ～0023 ₁₆) | 8 | INT割り込み |
| SI/O3、INT4 (注5) | +36～+39(0024 ₁₆ ～0027 ₁₆) | 9 | シリアルI/O |
| UART2バス衝突検出 (注6) | +40～+43(0028 ₁₆ ～002B ₁₆) | 10 | シリアルI/O |
| DMA0 | +44～+47(002C ₁₆ ～002F ₁₆) | 11 | DMAC |
| DMA1 | +48～+51(0030 ₁₆ ～0033 ₁₆) | 12 | |
| CAN0エラー (注3) | +52～+55(0034 ₁₆ ～0037 ₁₆) | 13 | CANモジュール |
| A/D、キー入力割り込み (注7) | +56～+59(0038 ₁₆ ～003B ₁₆) | 14 | A/Dコンバータ、キー入力割り込み |
| UART2送信、NACK2 (注8) | +60～+63(003C ₁₆ ～003F ₁₆) | 15 | シリアルI/O |
| UART2受信、ACK2 (注8) | +64～+67(0040 ₁₆ ～0043 ₁₆) | 16 | |
| UART0送信 | +68～+71(0044 ₁₆ ～0047 ₁₆) | 17 | |
| UART0受信 | +72～+75(0048 ₁₆ ～004B ₁₆) | 18 | |
| UART1送信 | +76～+79(004C ₁₆ ～004F ₁₆) | 19 | |
| UART1受信 | +80～+83(0050 ₁₆ ～0053 ₁₆) | 20 | |
| タイマA0 | +84～+87(0054 ₁₆ ～0057 ₁₆) | 21 | |
| タイマA1 | +88～+91(0058 ₁₆ ～005B ₁₆) | 22 | |
| タイマA2 | +92～+95(005C ₁₆ ～005F ₁₆) | 23 | |
| タイマA3 | +96～+99(0060 ₁₆ ～0063 ₁₆) | 24 | |
| タイマA4 | +100～+103(0064 ₁₆ ～0067 ₁₆) | 25 | |
| タイマB0 | +104～+107(0068 ₁₆ ～006B ₁₆) | 26 | |
| タイマB1 | +108～+111(006C ₁₆ ～006F ₁₆) | 27 | |
| タイマB2 | +112～+115(0070 ₁₆ ～0073 ₁₆) | 28 | |
| INT0 | +116～+119(0074 ₁₆ ～0077 ₁₆) | 29 | INT割り込み |
| INT1 | +120～+123(0078 ₁₆ ～007B ₁₆) | 30 | |
| INT2 | +124～+127(007C ₁₆ ～007F ₁₆) | 31 | |
| ソフトウェア割り込み(注2) | +128～+131(0080 ₁₆ ～0083 ₁₆) | 32 | M16C/60、M16C/20シリーズ ソフトウェアマニュアル |
| | +252～+255(00FC ₁₆ ～00FF ₁₆) | 63 | |

注1. INTBレジスタが示す番地からの相対番地です。

注2. Iフラグによる禁止はできません。

注3. IFSR2AレジスタのIFSR22ビットを“0”にしてください。

注4. IFSR2AレジスタのIFSR26、IFSR27ビットで選択してください。

注5. IFSRレジスタのIFSR6、IFSR7ビットで選択してください。

注6. バス衝突検出：IEBusモード時はバス衝突検出が割り込み要因になります。

I²C busモード時はスタートコンディション検出、ストップコンディション検出が割り込み要因になります。

注7. IFSR2AレジスタのIFSR21ビットで選択してください。

注8. I²C busモード時にNACK、ACKが割り込み要因になります。

9.3 割り込み制御

マスカブル割り込みの許可、禁止、受け付ける優先順位の設定について説明します。ここで説明する内容は、ノンマスカブル割り込みには該当しません。

マスカブル割り込みの許可、禁止は、FLGレジスタのIフラグ、IPL、各割り込み制御レジスタのILVL2~ILVL0ビットで行います。また、割り込み要求の有無は、各割り込み制御レジスタのIRビットに示されません。

図9.3に割り込み制御レジスタを示します。

また、次の割り込みは、ベクタや割り込み制御レジスタを共用しています。

- ・INT4とSIO3
- ・INT5とSIO4
- ・A/D変換とキー入力割り込み
- ・IC/OCペースタイマとSCL/SDA
- ・IC/OC割り込み1とI2C busインタフェース

割り込み要求の設定は、IFSRレジスタのIFSR6ビット、IFSR7ビット、およびIFSR2AレジスタのIFSR21ビット、IFSR26ビット、IFSR27ビットで行います。

図9.4にIFSRレジスタとIFSR2Aレジスタを示します。

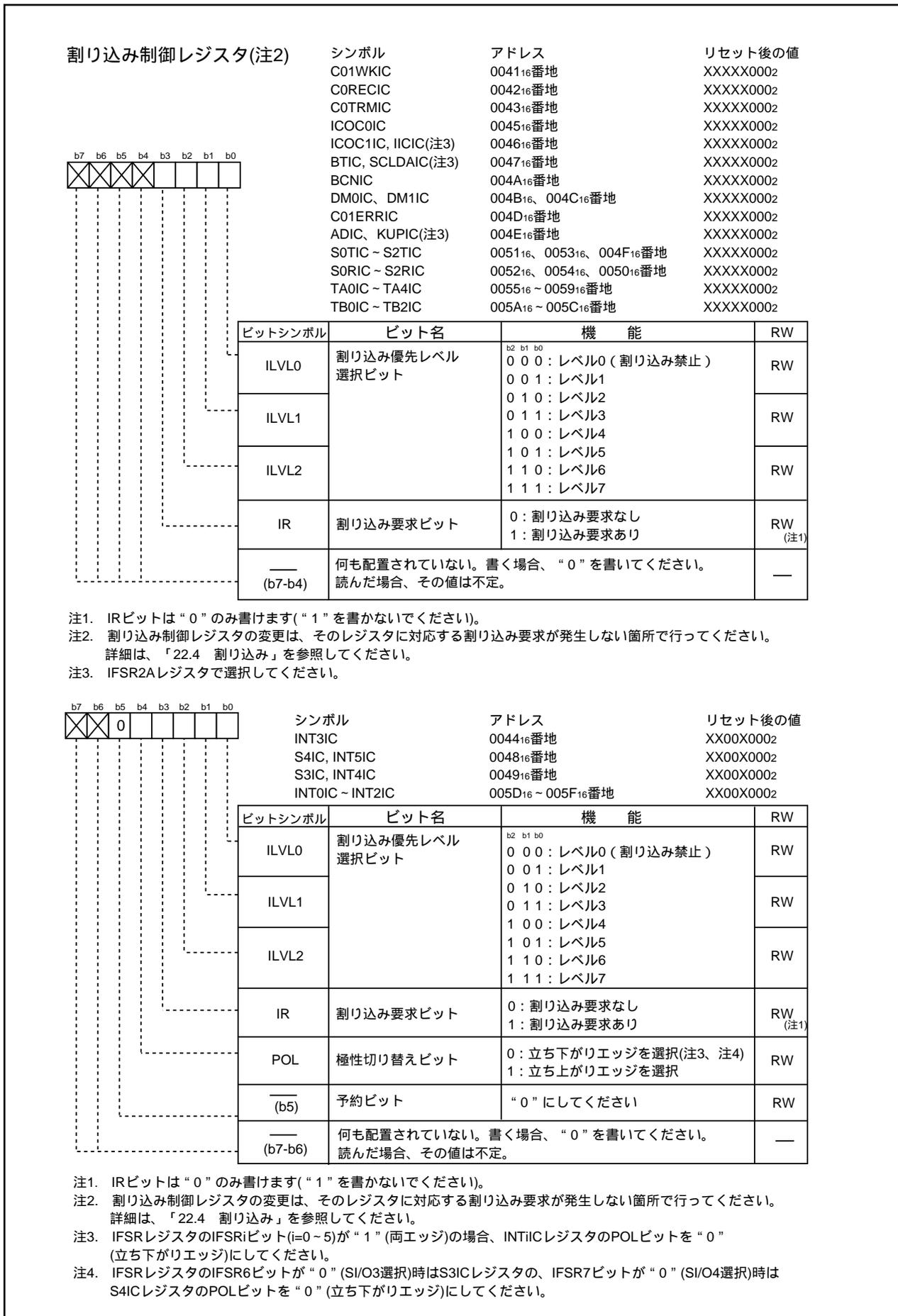


図9.3 割り込み制御レジスタ

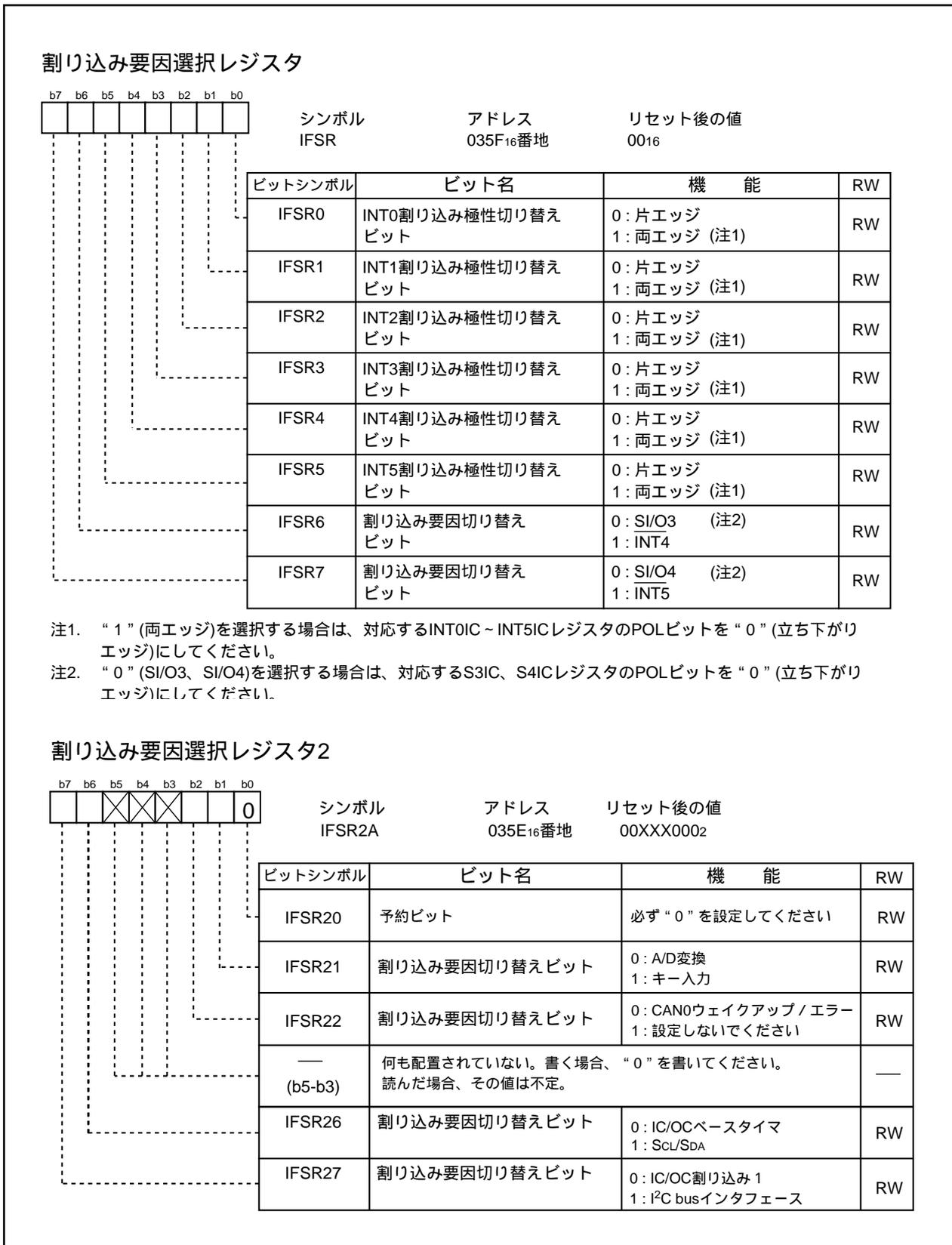


図9.4 IFSRレジスタ、IFSR2Aレジスタ

9.3.1 Iフラグ

Iフラグは、マスカブル割り込みを許可または禁止します。Iフラグを“1”(許可)にすると、マスカブル割り込みは許可され、“0”(禁止)にするとすべてのマスカブル割り込みは禁止されます。

9.3.2 IRビット

IRビットは割り込み要求が発生すると、“1”(割り込み要求あり)になります。割り込み要求が受け付けられ、対応する割り込みベクタに分岐した後、IRビットは“0”(割り込み要求なし)になります。

IRビットはプログラムによって“0”にできます。“1”を書かないでください。

9.3.3 LVL2～ILVL0ビット、IPL

割り込み優先レベルは、ILVL2～ILVL0ビットで設定できます。

表9.3に割り込み優先レベルの設定、表9.4にIPLにより許可される割り込み優先レベルを示します。

割り込み要求が受け付けられる条件を次に示します。

- ・Iフラグ = 1
- ・IRビット = 1
- ・割り込み優先レベル > IPL

Iフラグ、IRビット、ILVL2～ILVL0ビット、IPLはそれぞれ独立しており、互いに影響を与えることはありません。

表9.3 割り込み優先レベルの設定

| ILVL2～ILVL0ビット | 割り込み優先レベル | 優先順位 |
|------------------|---------------|---|
| 000 ₂ | レベル0 (割り込み禁止) | ——— |
| 001 ₂ | レベル1 | 低い  高い |
| 010 ₂ | レベル2 | |
| 011 ₂ | レベル3 | |
| 100 ₂ | レベル4 | |
| 101 ₂ | レベル5 | |
| 110 ₂ | レベル6 | |
| 111 ₂ | レベル7 | |

表9.4 IPLにより許可される割り込み優先レベル

| IPL | 許可される割り込み優先レベル |
|------------------|------------------|
| 000 ₂ | レベル1以上を許可 |
| 001 ₂ | レベル2以上を許可 |
| 010 ₂ | レベル3以上を許可 |
| 011 ₂ | レベル4以上を許可 |
| 100 ₂ | レベル5以上を許可 |
| 101 ₂ | レベル6以上を許可 |
| 110 ₂ | レベル7以上を許可 |
| 111 ₂ | すべてのマスカブル割り込みを禁止 |

9.4 割り込みシーケンス

割り込み要求が受け付けられてから割り込みルーチンが実行されるまでの、割り込みシーケンスについて説明します。

命令実行中に割り込み要求が発生すると、その命令の実行終了後に優先順位が判定され、次のサイクルから割り込みシーケンスに移ります。ただし、SMOVB、SMOVF、SSTR、RMPAの各命令は、命令実行中に割り込み要求が発生すると、命令の動作を一時中断し割り込みシーケンスに移ります。

割り込みシーケンスでは、次のように動作します。図9.5に割り込みシーケンスの実行時間を示します。

(1)0000016番地を読むことで、CPUは割り込み情報(割り込み番号、割り込み要求レベル)を獲得します。

その後、該当する割り込みのIRビットが“0”(割り込み要求なし)になります。

(2)割り込みシーケンス直前のFLGレジスタをCPU内部の一時レジスタ(注1)に退避します。

(3)FLGレジスタのうち、Iフラグ、Dフラグ、Uフラグは次のようになります。

Iフラグは“0”(割り込み禁止)

Dフラグは“0”(シングルステップ割り込みは割り込み禁止)

Uフラグは“0”(ISPを指定)

ただしUフラグは、ソフトウェア割り込み番号32～63のINT命令を実行した場合は変化しません。

(4)CPU内部の一時レジスタ(注1)をスタックに退避します。

(5)PCをスタックに退避します。

(6)IPLに、受け付けた割り込みの割り込み優先レベルを設定します。

(7)割り込みベクタに設定された割り込みルーチンの先頭番地がPCに入ります。

割り込みシーケンス終了後は、割り込みルーチンの先頭番地から命令を実行します。

注1. ユーザは使用できません。

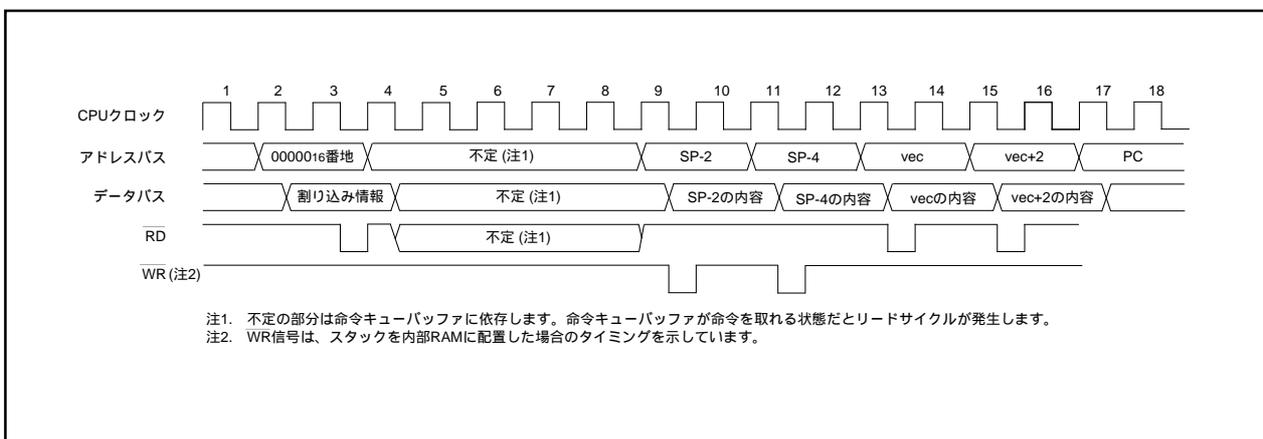


図9.5 割り込みシーケンスの実行時間

9.4.1 割り込み応答時間

図9.6に割り込み応答時間を示します。割り込み応答時間は、割り込み要求が発生してから割り込みルーチン内の最初の命令を実行するまでの時間です。この時間は、割り込み要求発生時点から、そのとき実行している命令が終了するまでの時間(図9.6の(a))と割り込みシーケンスを実行する時間(図9.6の(b))で構成されます。

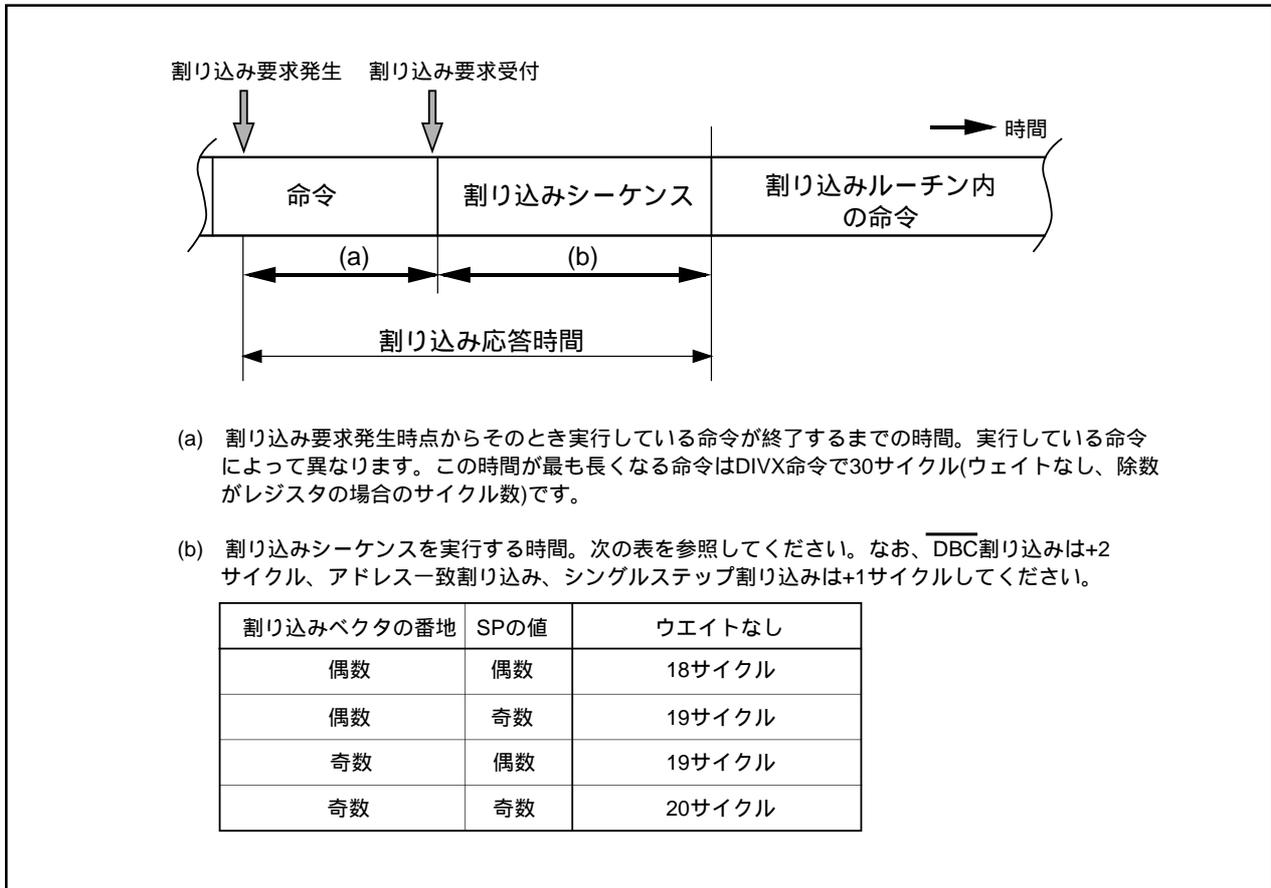


図9.6 割り込み応答時間

9.4.2 割り込み要求受付時のIPLの変化

マスクブル割り込みの割り込み要求が受け付けられると、IPLには受け付けた割り込みの割り込み優先レベルが設定されます。

ソフトウェア割り込みと特殊割り込み要求が受け付けられると表9.5に示す値がIPLに設定されます。表9.5にソフトウェア割り込み、特殊割り込み受け付け時のIPLの値を示します。

表9.5. ソフトウェア割り込み、特殊割り込み受け付け時のIPLの値

| 割り込み要因 | 設定されるIPLの値 |
|----------------------------------|------------|
| ウォッチドッグタイマ、NMI、発振停止、再発振検出、電圧低下検出 | 7 |
| ソフトウェア、アドレス一致、DBC、シングルステップ | 変化しない |

9.4.3 レジスタ退避

割り込みシーケンスでは、FLGレジスタとPCをスタックに退避します。

スタックへはPCの上位4ビットとFLGレジスタの上位4ビット(IPL)、下位8ビットの合計16ビットをまず退避し、次にPCの下位16ビットを退避します。図9.7に割り込み要求受付前と後のスタックの状態を示します。

その他の必要なレジスタは、割り込みルーチンの最初でプログラムによって退避してください。PUSHM命令を用いると、1命令でSPを除くすべてのレジスタを退避できます。

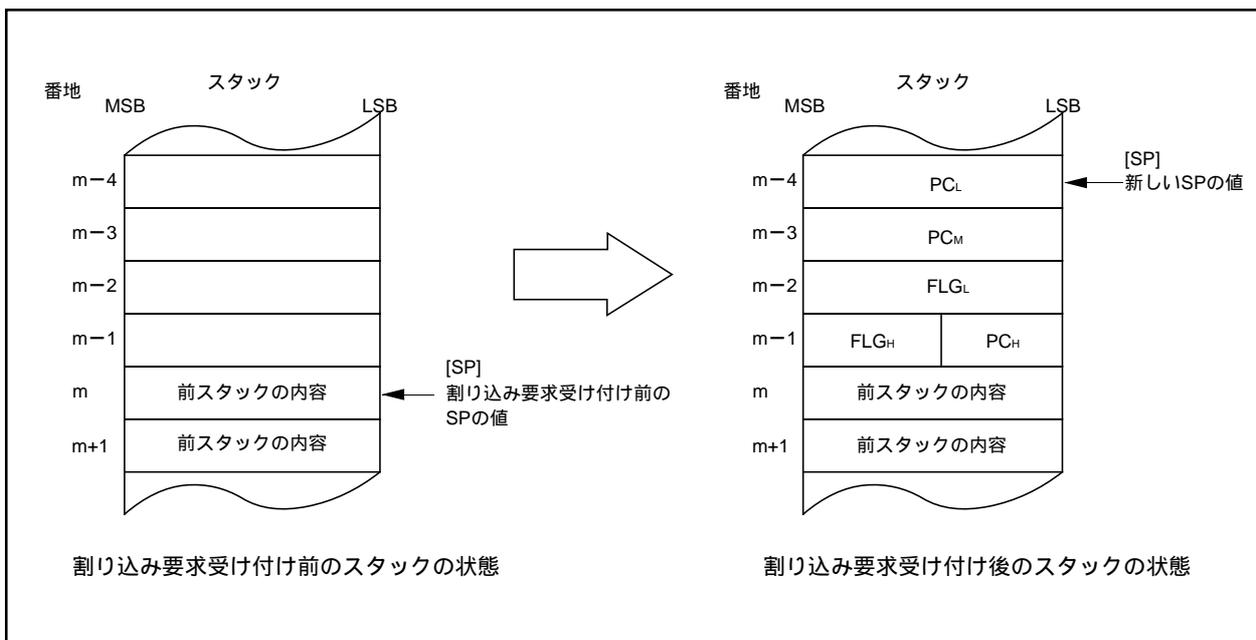


図9.7 割り込み要求受付前と後のスタックの状態

割り込みシーケンスで行われるレジスタ退避動作は、割り込み要求受け付け時のSP(注1)が偶数の場合と奇数の場合で異なります。SP(注1)が偶数の場合は、FLGレジスタ、PCがそれぞれ16ビット同時に退避されます。奇数の場合は、8ビットずつ2回に分けて退避されます。図9.8にレジスタ退避動作を示します。

注1. ソフトウェア番号32～63のINT命令を実行した場合は、Uフラグが示すSPです。それ以外は、ISPです。

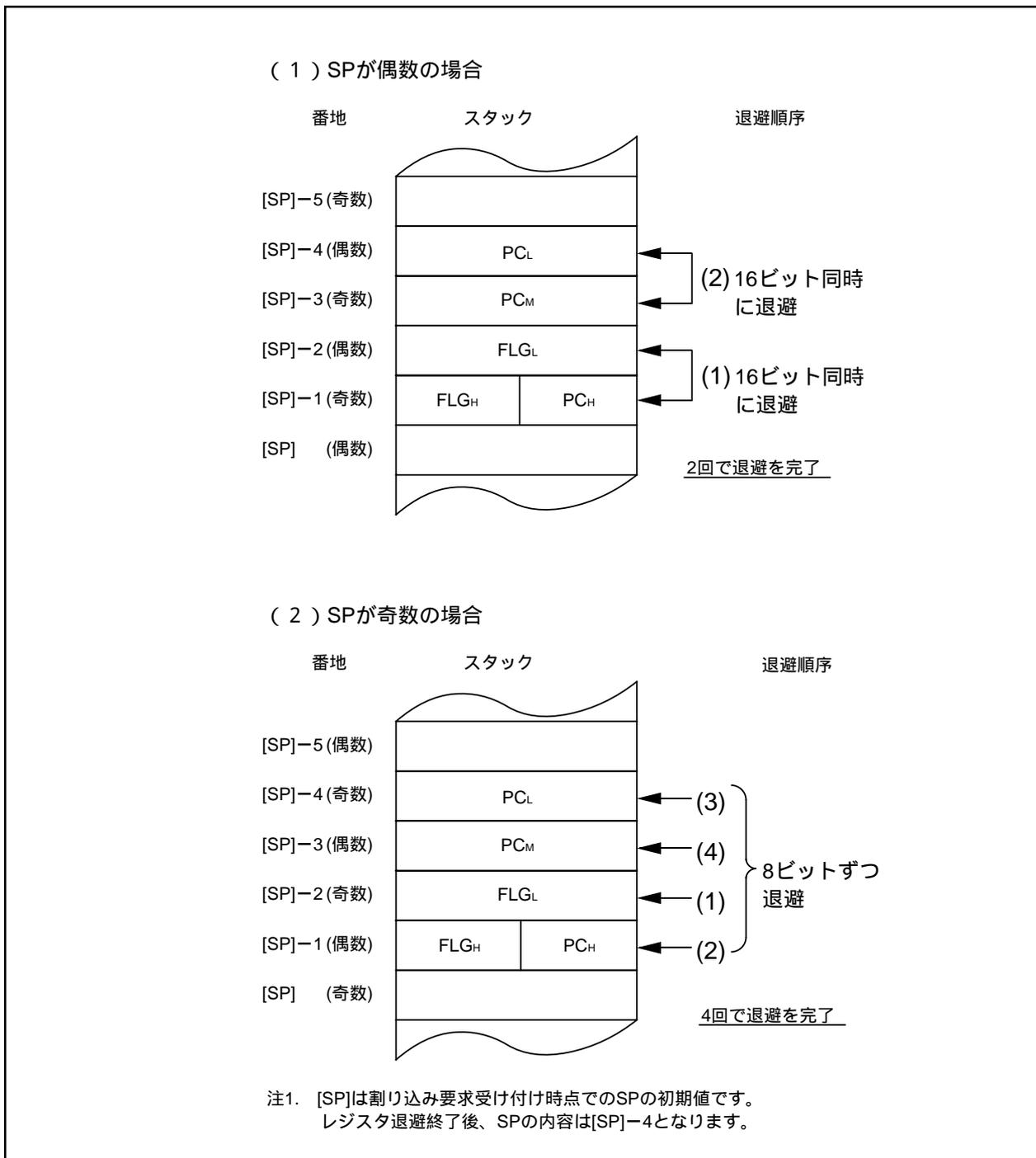


図9.8 レジスタ退避動作

9.4.4 割り込みルーチンからの復帰

割り込みルーチンの最後でREIT命令を実行すると、スタックに退避していた割り込みシーケンス直前のFLGレジスタとPCが復帰します。その後、割り込み要求受け付け前に実行していたプログラムに戻ります。

割り込みルーチン内でプログラムによって退避したレジスタは、REIT命令実行前にPOPM命令などを使用して復帰してください。

9.5 割り込み優先順位

1命令実行中に2つ以上の割り込み要求が発生した場合は、優先順位の高い割り込みが受け付けられます。

マスカブル割り込み(周辺機能)の優先レベルは、ILVL2～ILVL0ビットによって任意に選択できます。ただし、割り込み優先レベルが同じ設定値の場合は、ハードウェアで設定されている優先順位の高い割り込みが受け付けられます。

ウォッチドッグタイマ割り込みなど、特殊割り込みの優先順位はハードウェアで設定されています。図9.9にハードウェア割り込みの割り込み優先順位を示します。

ソフトウェア割り込みは割り込み優先順位の影響を受けません。命令を実行すると割り込みルーチンを実行します。

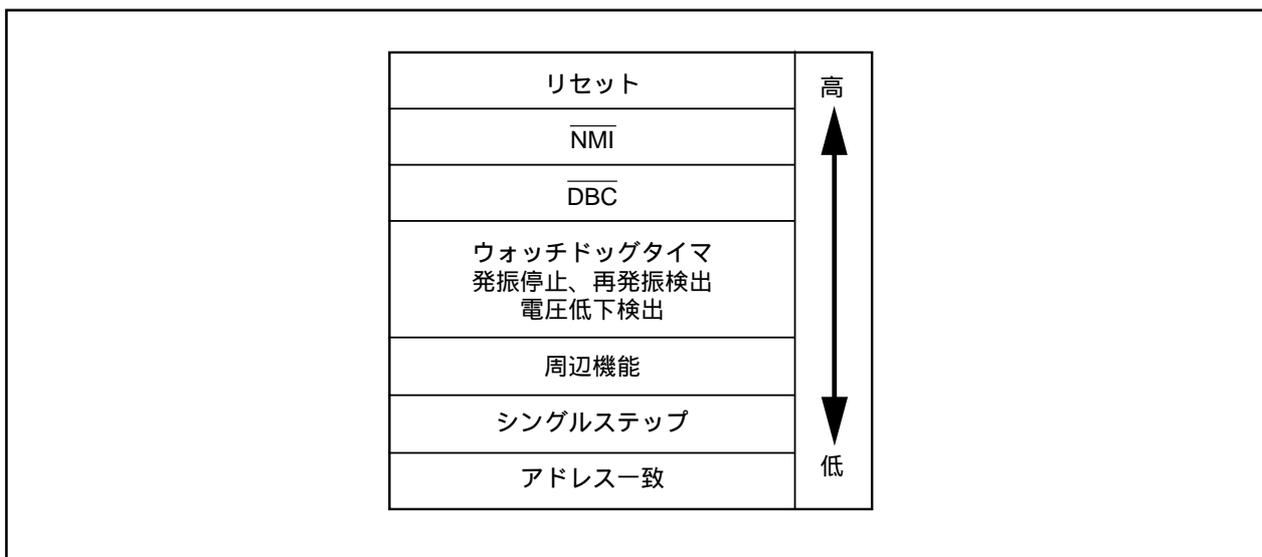


図9.9 ハードウェア割り込みの割り込み優先順位

9.5.1 割り込み優先レベル判定回路

割り込み優先レベル判定回路は、最も優先順位の高い割り込みを選択するための回路です。

図9.10に割り込み優先レベルの判定回路を示します。

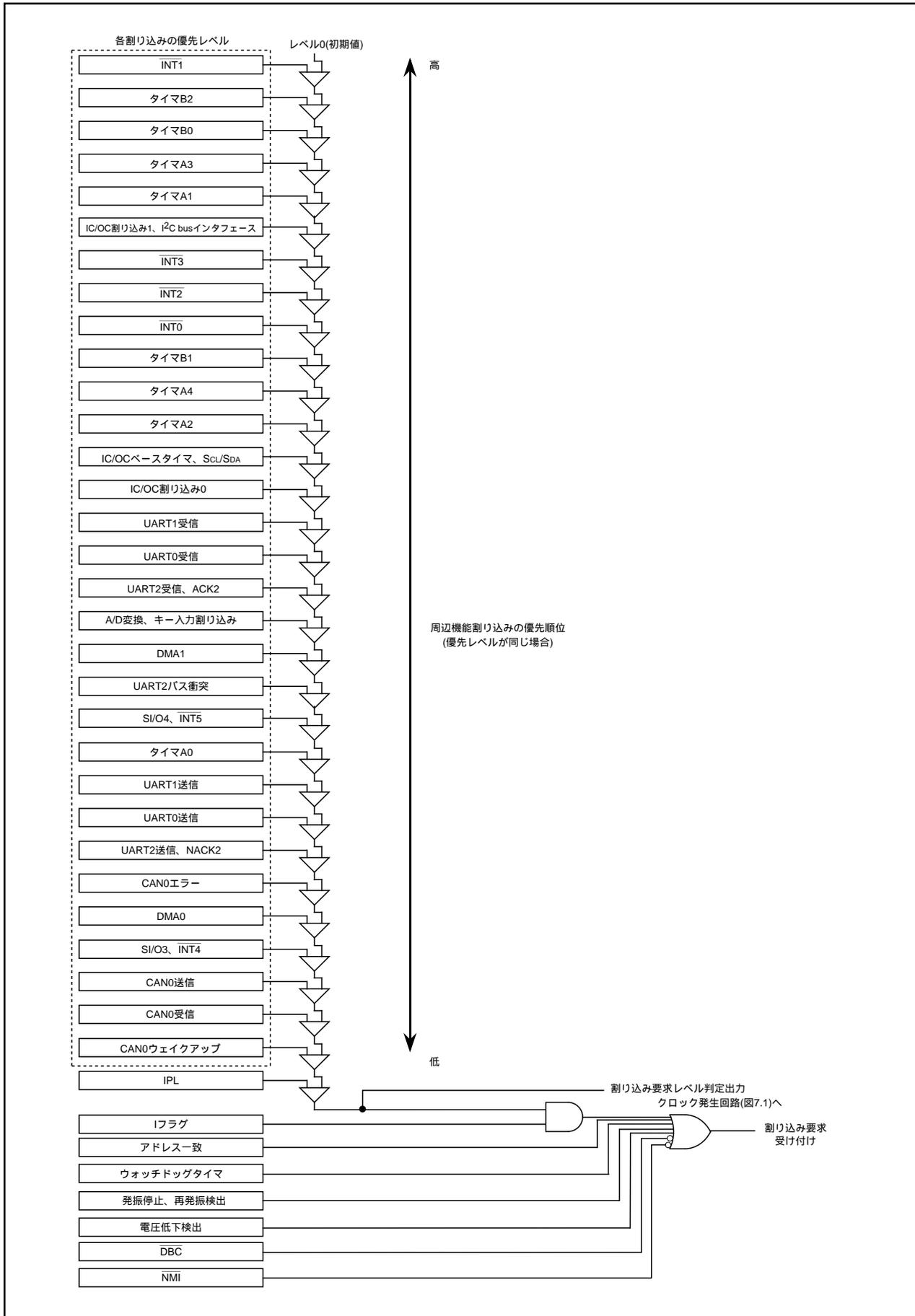


図9.10 割り込み優先レベルの判定回路

9.6 INT割り込み

INT_i割り込み(i=0~5)は外部入力による割り込みです。極性をIFSRレジスタのIFSR_iビットで選択できます。

INT5入力は、ノイズ除去に有効なデジタルデバウンス機能を持ちます。この詳細は、「19.6 デジタルデバウンス機能」を参照してください。なお、ストップモードからの復帰にINT5割り込みを使用する場合、ストップモードに入る前にP17DDRレジスタに“FF₁₆”を設定してください。

IFSR6、IFSR7ビットを変更した後、対応するIRビットを“0”(割り込み要求なし)にしてから、割り込みを許可してください。

図9.11にIFSRレジスタを示します。

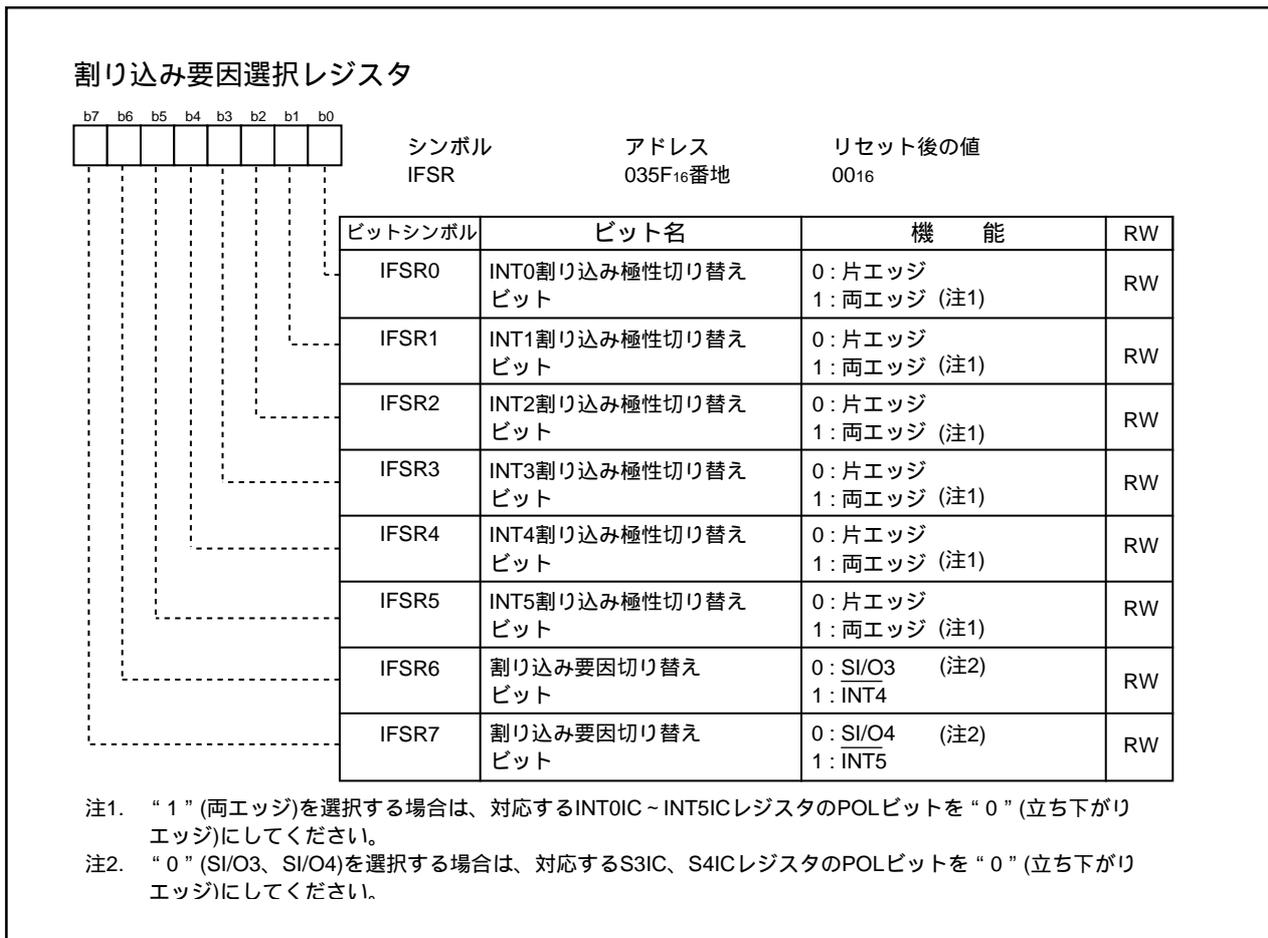


図9.11 IFSRレジスタ

9.7 NMI割り込み

PM2レジスタのPM24ビットを“1”(NMI割り込み)にしてNMI割り込みを許可にした後で、NMI端子の入力が“H”から“L”に変化したとき、NMI割り込み要求が発生します。NMI割り込みは、ノンマスクابل割り込みです。リセット後、NMI割り込みは無効です。PM24ビットを“1”にすることで有効になります。NMI割り込みを許可した後、プログラムで再度無効にすることはできません。また、この端子の入力レベルをP8レジスタのP8_5ビットで読めます。

NMI入力は、ノイズ除去に有効なデジタルデバウンス機能を持ちます。この詳細は、「19.6 デジタルデバウンス機能」を参照してください。なお、ストップモードからの復帰にNMI割り込みを使用する場合、ストップモードに入る前にNDDRレジスタに“FF16”を設定してください。

9.8 キー入力割り込み

P104～P107のうち、PD10レジスタのPD10_4～PD10_7ビットを“0”(入力)にしている端子のいずれかの入力が立ち下がると、キー入力割り込み要求が発生します。キー入力割り込みは、ウェイトモードやストップモードを解除するキーオンウェイクアップの機能としても使用できます。ただし、キー入力割り込みを使用する場合、P104～P107をアナログ入力端子として使用しないでください。図9.12にキー入力割り込みのブロック図を示します。なお、PD10_4～PD10_7ビットを“0”(入力モード)にしている端子のいずれかに“L”が入力されていると、他の端子の入力は割り込みとして検知されません。

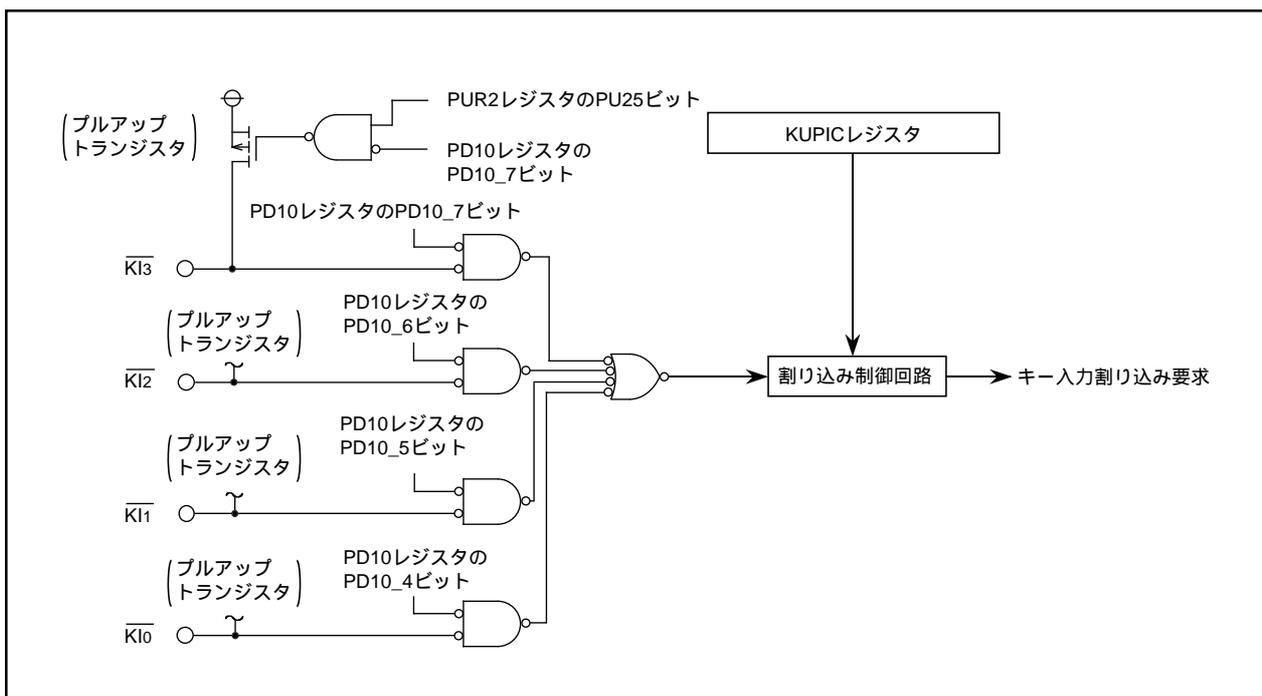


図9.12 キー入力割り込みのブロック図

9.9 CAN0ウェイクアップ割り込み

CAN0ウェイクアップ割り込みはCRX端子に立ち下がりエッジが入力されたとき発生します。CAN0ウェイクアップ割り込みは、COCTRLレジスタのPortEnビットが“1”(CTX/CRXとして機能)、およびSleepビットが“1”(スリープモード)とき有効です。図9.13にCAN0ウェイクアップ割り込みブロック図を示します。

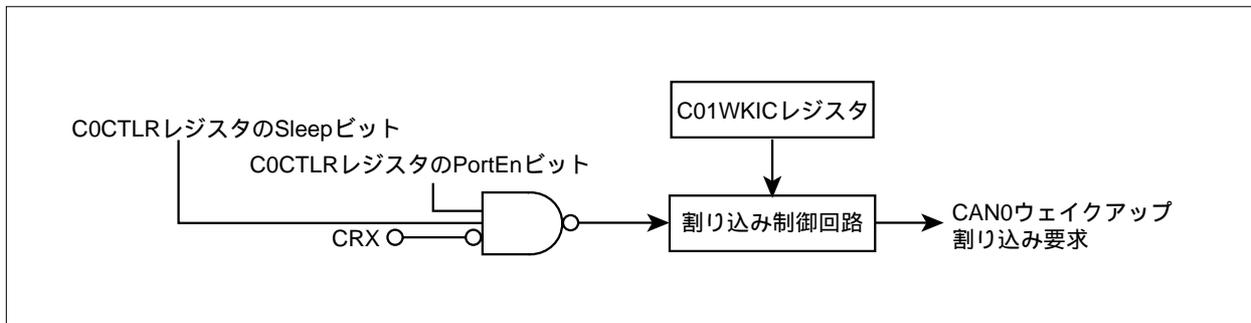


図9.13 CAN0ウェイクアップ割り込みのブロック図

9.10 アドレス一致割り込み

RMADiレジスタ(i=0~1)で示される番地の命令を実行する直前に、アドレス一致割り込み要求が発生します。RMADiレジスタには、命令の先頭番地を設定してください。割り込みの禁止または許可は、AIERレジスタのAIER0、AIER1ビットで選択できます。アドレス一致割り込みは、Iフラグ、IPLの影響を受けません。アドレス一致割り込み要求を受け付けたときに退避されるPCの値(「レジスタ退避」参照)は、RMADiレジスタで示される番地の命令によって異なります(正しい戻り先番地がスタックに積まれていません)。したがって、アドレス一致割り込みから復帰する場合、次のいずれかの方法で復帰してください。

- ・スタックの内容を書き換えてREIT命令で復帰する
- ・スタックをPOP命令等を使用して、割り込み要求受け付け前の状態に戻してからジャンプ命令で復帰する

表9.6にアドレス一致割り込み要求受け付け時に退避されるPCの値を示します。

図9.14にAIER、RMAD0~RMAD1レジスタを示します。

表9.6 アドレス一致割り込み要求受け付け時に退避されるPCの値

| RMADiレジスタで示される番地の命令 | 退避されるPCの値 |
|---|--------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> オペコードが2バイトの命令 オペコードが1バイトの命令のうち、以下に示す命令 <pre> ADD.B:S #IMM8,dest SUB.B:S #IMM8,dest AND.B:S #IMM8,dest OR.B:S #IMM8,dest MOV.B:S #IMM8,dest STZ.B #IMM8,dest STNZ.B #IMM8,dest STZX.B #IMM81,#IMM82,dest CMP.B:S #IMM8,dest PUSHM src POPM dest JMPS #IMM8 JSRS #IMM8 MOV.B:S #IMM,dest (ただし、dest = A0またはA1) </pre> | RMADiレジスタで示される番地+2 |
| 上記以外 | RMADiレジスタで示される番地+1 |

退避されるPCの値：「レジスタ退避」参照

「M16C/60、M16C/20シリーズソフトウェアマニュアル」参照。「第4章 命令コード/サイクル数」の各構文の下に命令コードを示す図があります。その図の太枠部分がオペコードです。

表9.7 アドレス一致割り込み要因と関連レジスタの対応

| アドレス一致割り込み要因 | アドレス一致割り込み許可ビット | アドレス一致割り込みレジスタ |
|--------------|-----------------|----------------|
| アドレス一致割り込み0 | AIER0 | RMAD0 |
| アドレス一致割り込み1 | AIER1 | RMAD1 |

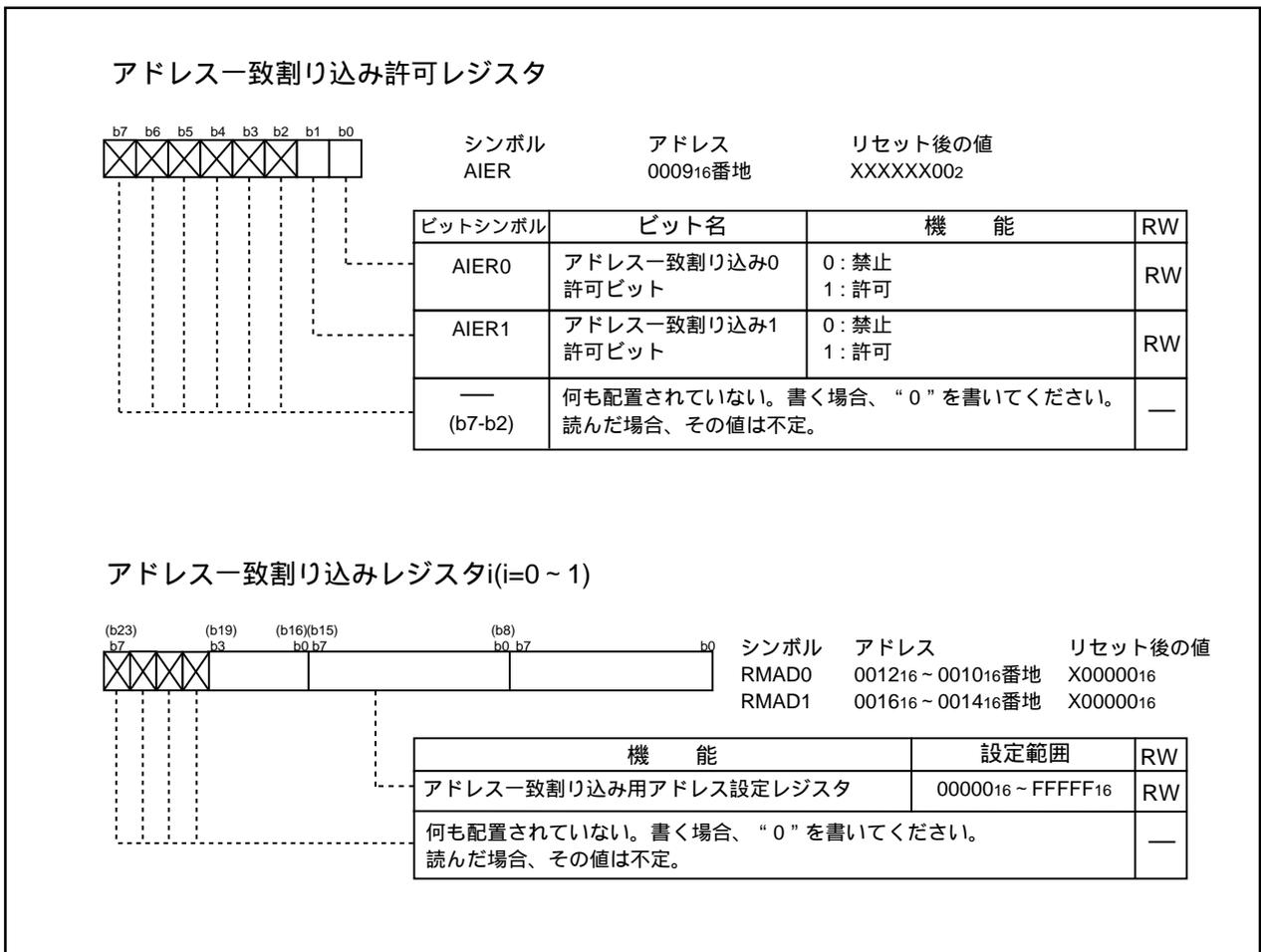


図9.14 AIER、RMAD0、RMAD1レジスタ

10. ウォッチドッグタイマ

ウォッチドッグタイマは、プログラムの暴走を検知する機能です。したがって、システムの信頼性向上のために、ウォッチドッグタイマを使用されることをお奨めします。ウォッチドッグタイマは15ビットのカウンタを持ち、CPUクロックをプリスケータで分周したクロックをダウンカウントします。ウォッチドッグタイマがアンダフローしたときの処理として、ウォッチドッグタイマ割り込み要求を発生させるか、ウォッチドッグタイマリセットをかけるかをPM1レジスタのPM12ビットで選択できます。PM12ビットには“1”(ウォッチドッグタイマリセット)のみ書けます。一度、PM12ビットを“1”にするとプログラムでは“0”(ウォッチドッグタイマ割り込み)にはできません。ウォッチドッグタイマリセットの詳細は「5.3 ウォッチドッグタイマリセット」を参照してください。

CPUクロック源にメインクロック、オンチップオシレータクロック、PLLクロックを選択している場合、WDCレジスタのWDC7ビットでプリスケータが16分周するか128分周するかを選択できます。CPUクロックにサブクロックを選択している場合、WDC7ビットに関係なくプリスケータのは2分周します。したがって、ウォッチドッグタイマの周期は次のように計算できます。ただし、ウォッチドッグタイマの周期には、プリスケータによる誤差が生じます。

$$\text{ウォッチドッグタイマの周期} = \frac{\text{CPUクロックにメインクロック、オンチップオシレータクロック、PLLクロックを選択している場合} \\ \text{プリスケータの分周 (16または128) } \times \text{ウォッチドッグタイマのカウント値(32768)}}{\text{CPUクロック}}$$

$$\text{ウォッチドッグタイマの周期} = \frac{\text{CPUクロックにサブクロックを選択している場合} \\ \text{プリスケータの分周 (2) } \times \text{ウォッチドッグタイマのカウント値(32768)}}{\text{CPUクロック}}$$

例えば、CPUクロックが16MHzで、プリスケータが16分周する場合、ウォッチドッグタイマの周期は、約32.8msとなります。

ウォッチドッグタイマは、WDTSレジスタに書いたとき、初期化されます。プリスケータは、リセット後に初期化されています。なお、リセット後はウォッチドッグタイマとプリスケータは停止しており、WDTSレジスタに書くことによりカウントを開始します。

WDTSレジスタには、ウォッチドッグタイマの周期より短い周期で書き込んでください。なお、ウォッチドッグタイマ割り込みルーチンの最初にもWDTSレジスタに書き込みを行ってください。

ストップモード時、ウェイトモード時、またはEW1モードでコマンド実行中(イレーズサスペンドモード中は除く)は、ウォッチドッグタイマとプリスケータは停止し、解除すると保持された値からカウントします。

図10.1にウォッチドッグタイマのブロック図、図10.2 ウォッチドッグタイマ関連レジスタを示します。

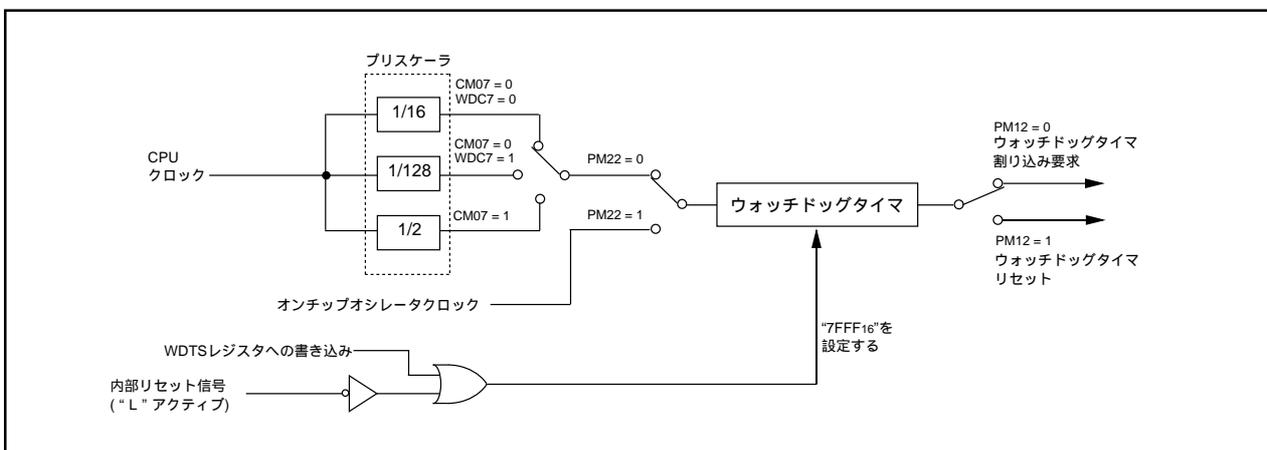


図10.1 ウォッチドッグタイマブロック図

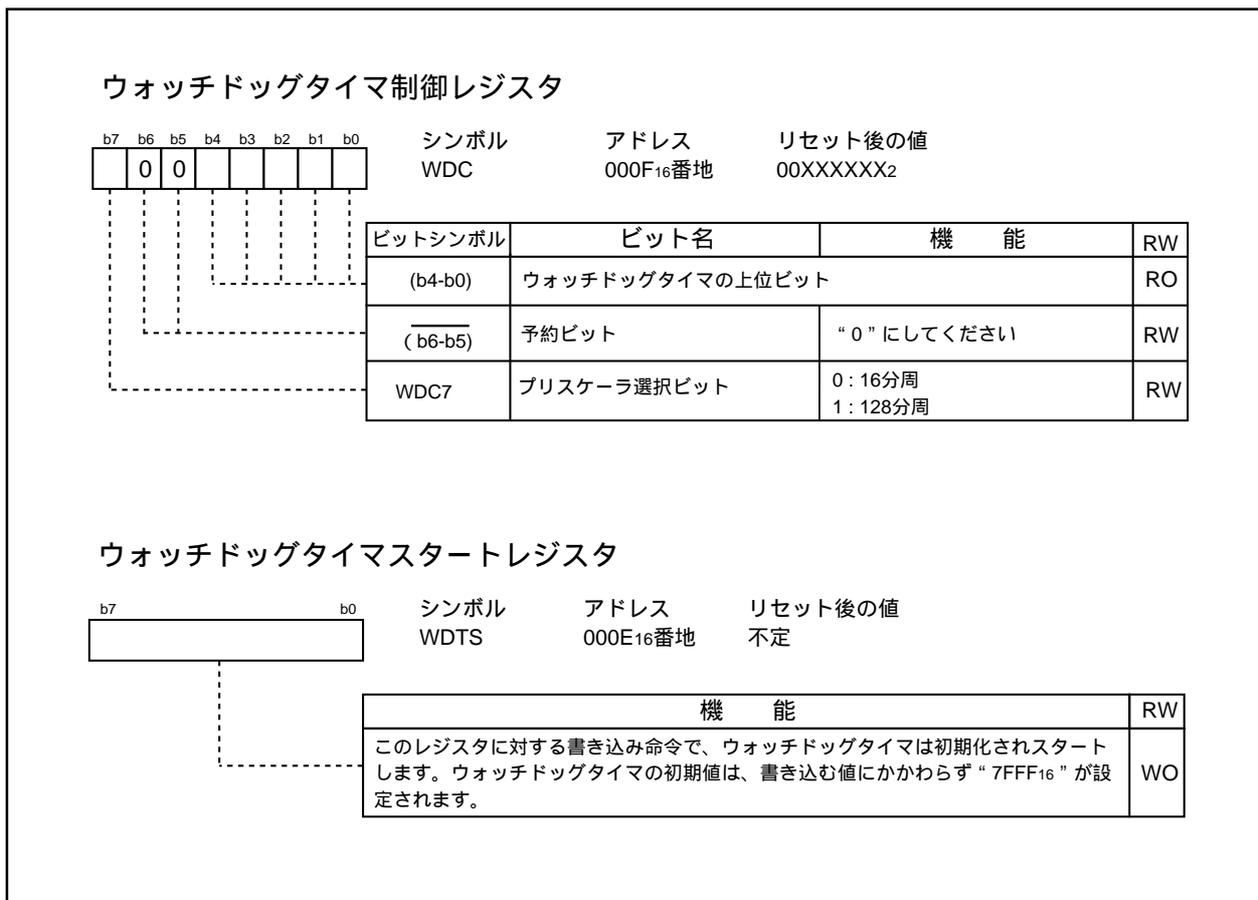


図10.2 WDCレジスタ、WDTSレジスタ

10.1 カウントソース保護モード

ウォッチドッグタイマのカウントソースとして、オンチップオシレータクロックを使用するモードです。暴走時にCPUクロックが停止しても、ウォッチドッグタイマにクロックを供給できます。

このモードを使用する場合、次の処理をしてください。

- (1)PRCRレジスタのPRC1ビットを“1” (PM1、PM2レジスタ書き込み許可)にする
- (2)PM1レジスタのPM12ビットを“1” (ウォッチドッグタイマアンダフロー時リセット)にする
- (3)PM2レジスタのPM22ビットを“1” (ウォッチドッグタイマのカウントソースはオンチップオシレータクロック)にする
- (4)PRCRレジスタのPRC1ビットを“0” (PM1、PM2レジスタ書き込み禁止)にする
- (5)WDTSレジスタへの書き込み(ウォッチドッグタイマのカウント開始)

PM22ビットを“1”にすると次の状態になります。

- ・CM21ビットが“0” (メインクロックまたはPLLクロック)でも、オンチップオシレータは停止しない (システムクロックのカウントソースは、CM21ビットの設定が有効)
- ・オンチップオシレータが発振を開始し、オンチップオシレータクロックが、ウォッチドッグタイマのカウントソースになる

$$\text{ウォッチドッグタイマの周期} = \frac{\text{ウォッチドッグタイマのカウント値 (32768)}}{\text{オンチップオシレータクロック}}$$

- ・CM1レジスタのCM10ビットへの書き込み禁止 (“1”を書いても変化せず、ストップモードに移行しない)
- ・ウェイトモードのとき、ウォッチドッグタイマは停止しない

11. DMAC

注意

64ピン版は、SI/O4割り込み要求をDMA要求要因に使用しないでください。

DMAC(ダイレクト・メモリ・アクセス・コントローラ)はCPUを使わずにデータを転送する機能で、2チャンネルあります。DMACはDMA要求が発生するごとに転送元番地の1データ(8ビットまたは16ビット)を転送先番地にデータ転送します。DMACはCPUと同じデータバスを使用します。DMACのバス使用権はCPUよりも高く、サイクルスチール方式を採用しているため、DMA要求が発生してから1ワード(16ビット)または1バイト(8ビット)のデータ転送を完了するまでの動作を高速に行えます。図11.1にDMACブロック図、表11.1にDMACの仕様、図11.2 ~ 図11.4にDMAC関連レジスタを示します。

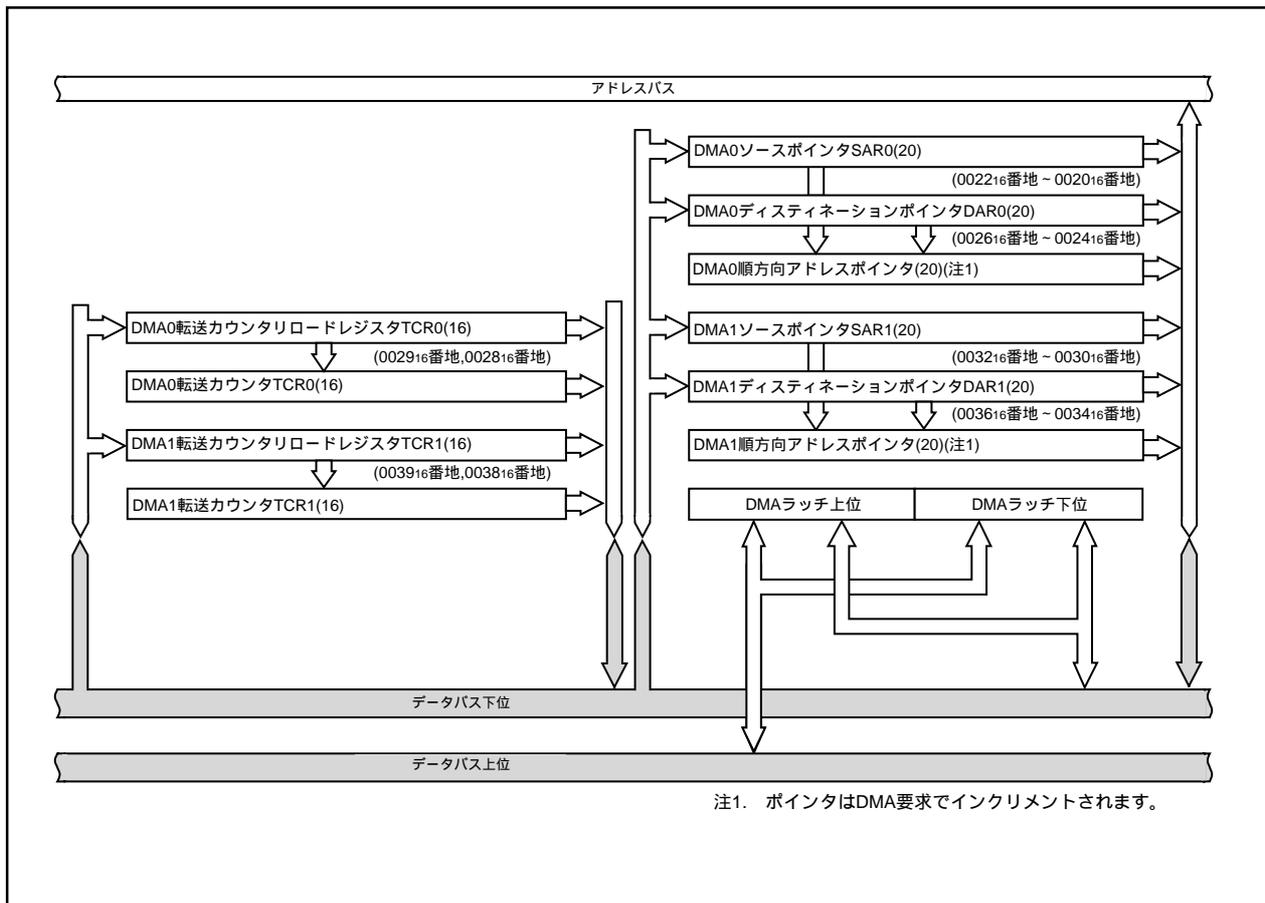


図11.1 DMAC ブロック図

DMA要求は、DMiSLレジスタ($i=0 \sim 1$)のDSRビットへの書き込みの他、DMiSLレジスタのDMSビット、DSEL3 ~ DSEL0ビットで指定した各機能から出力される割り込み要求で発生します。ただし、DMA転送は、割り込み要求動作と異なり、IFラフ、割り込み制御レジスタの影響を受けませんので、割り込みが禁止されているときなどのように、割り込み要求が受け付けられない場合でも、DMA要求は受け付けられます。また、DMACは割り込みに影響を与えませんので、DMA転送では割り込み制御レジスタのIRビットは変化しません。

DMiCONレジスタのDMAEビットが“1”(DMA許可)であれば、DMA要求が発生するごとに、データ転送が開始されます。ただし、DMA転送サイクルよりもDMA要求が発生するサイクルが早い場合、転送要求回数と転送回数が一致しない場合があります。詳細については「DMA要求」を参照してください。

表11.1. DMACの仕様

| 項 目 | | 仕 様 |
|----------------------------------|--------|--|
| チャンネル数 | | 2チャンネル(サイクルスチール方式) |
| 転送空間 | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1Mバイトの任意の空間から固定番地 ・ 固定番地から1Mバイトの任意の空間 ・ 固定番地から固定番地 |
| 最大転送バイト数 | | 128Kバイト(16ビット転送時)、64Kバイト(8ビット転送時) |
| DMA要求要因(注1、注2) | | INT0またはINT1端子の立ち下がりエッジ INT0またはINT1端子の両エッジ タイマA0～タイマA4割り込み要求 タイマB0～タイマB2割り込み要求 UART0送信、UART0受信割り込み要求 UART1送信、UART1受信割り込み要求 UART2送信、UART2受信割り込み要求 SI/O3、SI/O4割り込み要求 A/D変換割り込み要求 タイマS(IC/OC) 割り込み要求 ソフトウェアトリガ |
| チャンネル優先順位 | | DMA0 > DMA1(DMA0が優先) |
| 転送単位 | | 8ビットまたは16ビット |
| 転送番地方向 | | 順方向または固定(転送元と転送先の両方を順方向にしないでください) |
| 転送モード | 単転送 | DMAi転送カウンタ(i=0～1)がアンダフローすると転送が終了する |
| | リピート転送 | DMAi転送カウンタがアンダフローした後、DMAi転送カウンタリロードレジスタの値がDMAi転送カウンタにリロードされ、DMA転送を継続する |
| DMA割り込み要求発生タイミング | | DMAi転送カウンタがアンダフローしたとき |
| DMA転送開始 | | DMAiCONレジスタのDMAEビットを“1”(許可)にすると、DMA要求が発生するごとにデータ転送が開始される |
| DMA転送停止 | 単転送 | <ul style="list-style-type: none"> ・ DMAEビットを“0”(禁止)にする ・ DMAi転送カウンタがアンダフローした後 |
| | リピート転送 | <ul style="list-style-type: none"> ・ DMAEビットを“0”(禁止)にする |
| 順方向アドレスポインタ、DMAi転送カウンタのリロードタイミング | | DMAEビットを“1”(許可)にした後のデータ転送開始時に、SARiポインタまたはDARiポインタのうち、順方向に指定された方のポインタの値を順方向アドレスポインタへ、DMAi転送カウンタリロードレジスタの値をDMAi転送カウンタへリロード |

注1. DMA転送は、各割り込みに影響を与えません。また、DMA転送はフラグ、割り込み制御レジスタの影響を受けません。

注2. 選択できる要因はチャンネルによって異なります。

注3. DMAC関連レジスタ(0020₁₆～003F₁₆番地)をDMACでアクセスしないでください。

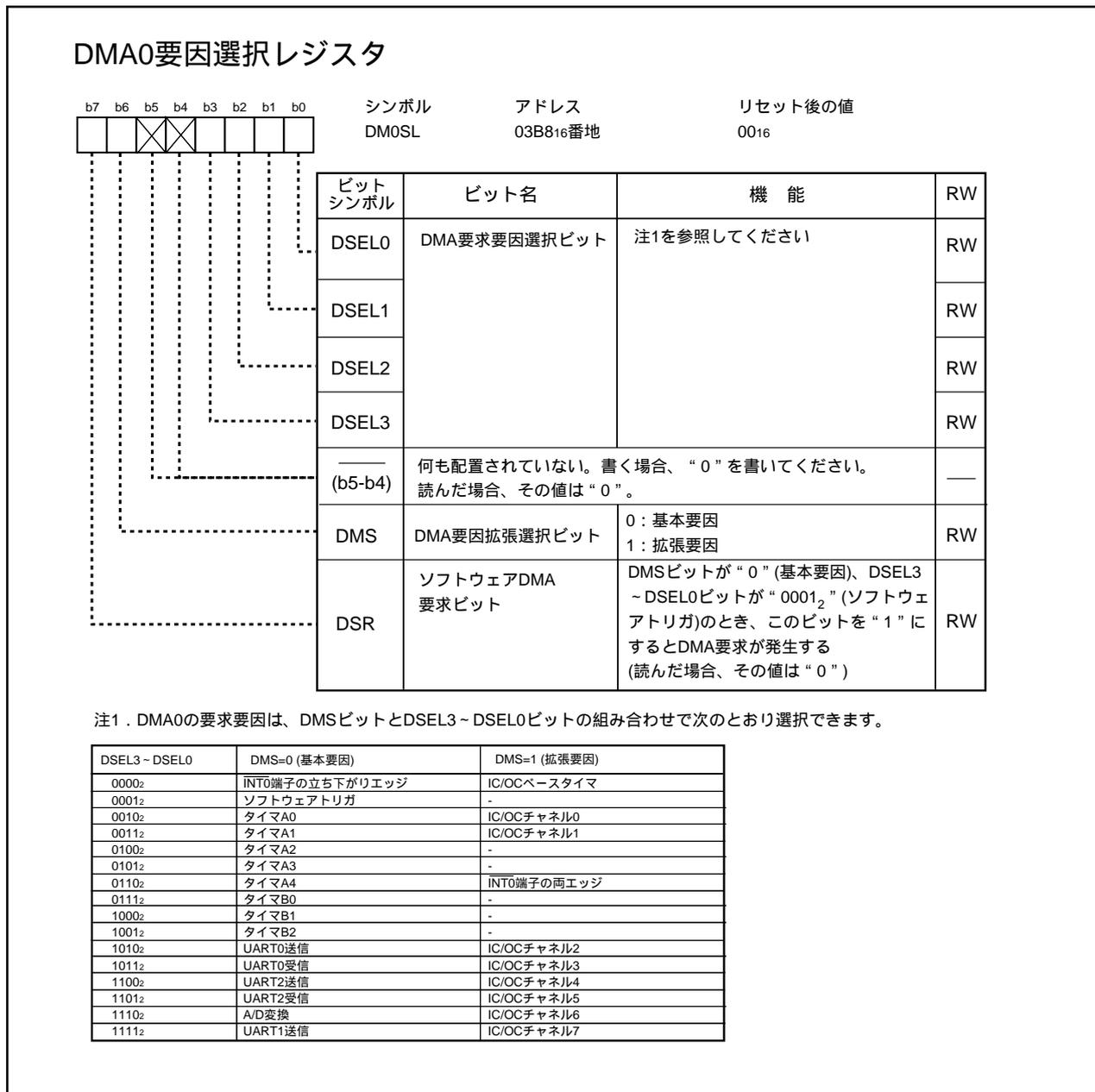


図11.2 DM0SLレジスタ

DMA1要因選択レジスタ

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル DM1SL | アドレス 03BA ₁₆ 番地 | リセット後の値 00 ₁₆ |
|--------------|--|----|---|----|----|----|----|---------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| ビットシンボル | ビット名 | | 機能 | RW | | | | | | |
| DSEL0 | DMA要求要因選択ビット | | 注1を参照してください | RW | | | | | | |
| DSEL1 | | | | RW | | | | | | |
| DSEL2 | | | | RW | | | | | | |
| DSEL3 | | | | RW | | | | | | |
| — (b5-b4) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”。 | | | — | | | | | | |
| DMS | DMA要因拡張選択ビット | | 0：基本要因 1：拡張要因 | RW | | | | | | |
| DSR | ソフトウェアDMA要求ビット | | DMSビットが“0”（基本要因）、DSEL3～DSEL0ビットが“0001 ₂ ”（ソフトウェアトリガ）のとき、このビットを“1”にするとDMA要求が発生する（読んだ場合、その値は“0”） | RW | | | | | | |

注1 . DMA0の要求要因は、DMSビットとDSEL3～DSEL0ビットの組み合わせで次のとおり選択できます。

| DSEL3～DSEL0 | DMS=0 (基本要因) | DMS=1 (拡張要因) |
|-------------------|-----------------|--------------|
| 0000 ₂ | INT1端子の立ち下がリエッジ | IC/OCベースタイマ |
| 0001 ₂ | ソフトウェアトリガ | - |
| 0010 ₂ | タイマA0 | IC/OCチャンネル0 |
| 0011 ₂ | タイマA1 | IC/OCチャンネル1 |
| 0100 ₂ | タイマA2 | - |
| 0101 ₂ | タイマA3 | SI/03 |
| 0110 ₂ | タイマA4 | SI/04 |
| 0111 ₂ | タイマB0 | INT1端子の両エッジ |
| 1000 ₂ | タイマB1 | - |
| 1001 ₂ | タイマB2 | - |
| 1010 ₂ | UART0送信 | IC/OCチャンネル2 |
| 1011 ₂ | UART0受信 | IC/OCチャンネル3 |
| 1100 ₂ | UART2送信 | IC/OCチャンネル4 |
| 1101 ₂ | UART2受信/ACK2 | IC/OCチャンネル5 |
| 1110 ₂ | A/D変換 | IC/OCチャンネル6 |
| 1111 ₂ | UART1受信 | IC/OCチャンネル7 |

DMAi制御レジスタ(i=0、1)

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル DM0CON DM1CON | アドレス 002C ₁₆ 番地 003C ₁₆ 番地 | リセット後の値 00000X00 ₂ 00000X00 ₂ |
|--------------|--|----|-------------------|------------|----|----|----|--------------------------|--|---|
| | | | | | | | | | | |
| ビットシンボル | ビット名 | | 機能 | RW | | | | | | |
| DMBIT | 転送単位ビット数選択ビット | | 0：16ビット 1：8ビット | RW | | | | | | |
| DMASL | リピート転送モード選択ビット | | 0：単転送 1：リピート転送 | RW | | | | | | |
| DMAS | DMA要求ビット | | 0：要求なし 1：要求あり | RW (注1) | | | | | | |
| DMAE | DMA許可ビット | | 0：禁止 1：許可 | RW | | | | | | |
| DSD | 転送元アドレス方向選択ビット(注2) | | 0：固定 1：順方向 | RW | | | | | | |
| DAD | 転送先アドレス方向選択ビット(注2) | | 0：固定 1：順方向 | RW | | | | | | |
| — (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”。 | | | — | | | | | | |

注1. DMASビットは、プログラムで“0”を書くと“0”になります(“1”を書いても変化しません)。

注2. DADビット、DSDビットのうち、少なくともいずれか1ビットは“0”（アドレス方向は固定）にしてください。

図11.3 DM1SLレジスタ、DM0CONレジスタ、DM1CONレジスタ

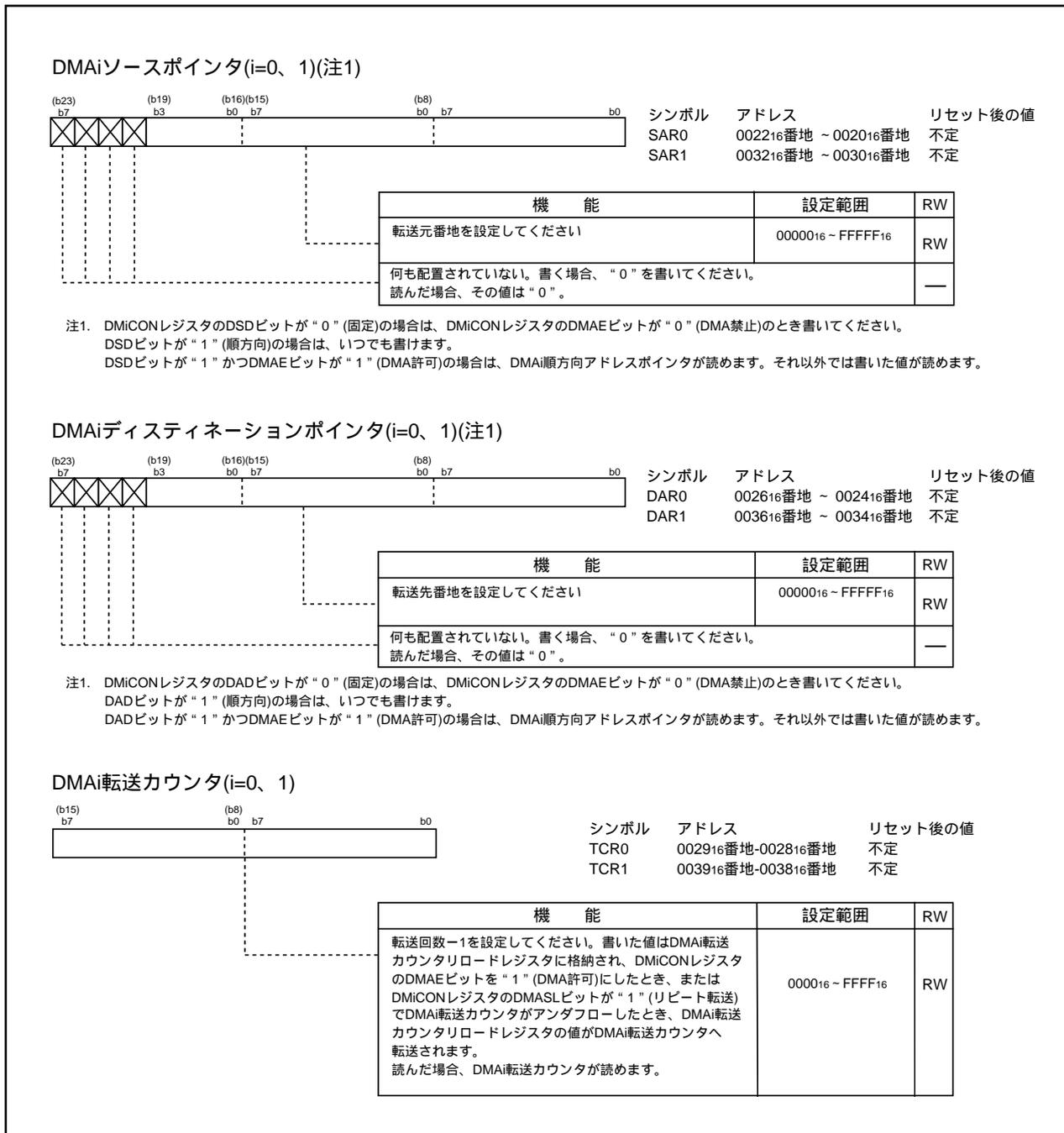


図11.4 SAR0、SAR1、DAR0、DAR1、TCR0、TCR1レジスタ

11.1 転送サイクル

転送サイクルは、メモリまたはSFRの読み出し(ソースリード)のバスサイクルと書き込み(ディスティネーションライト)のバスサイクルで構成されます。読み出し、書き込みのバスサイクル回数は、転送元、転送先番地の影響を受けます。また、ソフトウェアウェイトの影響により、バスサイクル自体が長くなります。

11.1.1 転送元番地、転送先番地の影響

転送単位が16ビットで、転送元番地が奇数番地から始まる場合、ソースリードサイクルは、偶数番地から始まる場合に比べて1バスサイクル増えます。

同様に、転送単位が16ビットで、転送先番地が奇数番地から始まる場合、ディスティネーションライトサイクルは、偶数番地から始まる場合に比べて1バスサイクル増えます。

11.1.2 ソフトウェアウェイトの影響

ソフトウェアウェイトが入るメモリまたはSFRをアクセスする場合、ソフトウェアウェイトの分だけ1バスサイクルに要するサイクル数が増えます。

図11.5 にソースリードサイクル例を示します。この図では、ディスティネーションライトサイクルを便宜上1サイクルとし、ソースリードについての条件別サイクル数を示しています。実際は、ソースリードサイクルと同様にディスティネーションライトサイクルも各条件の影響を受け、転送サイクルが変化します。転送サイクルを計算する場合、ディスティネーションライトサイクル、ソースリードサイクルに各条件を適用してください。例えば転送単位が16ビットで、ソースアドレス、ディスティネーションアドレスがともに奇数番地の場合(図11.5の(2))では、ソースリードサイクルとディスティネーションライトサイクルは、それぞれに2バスサイクル必要となります。

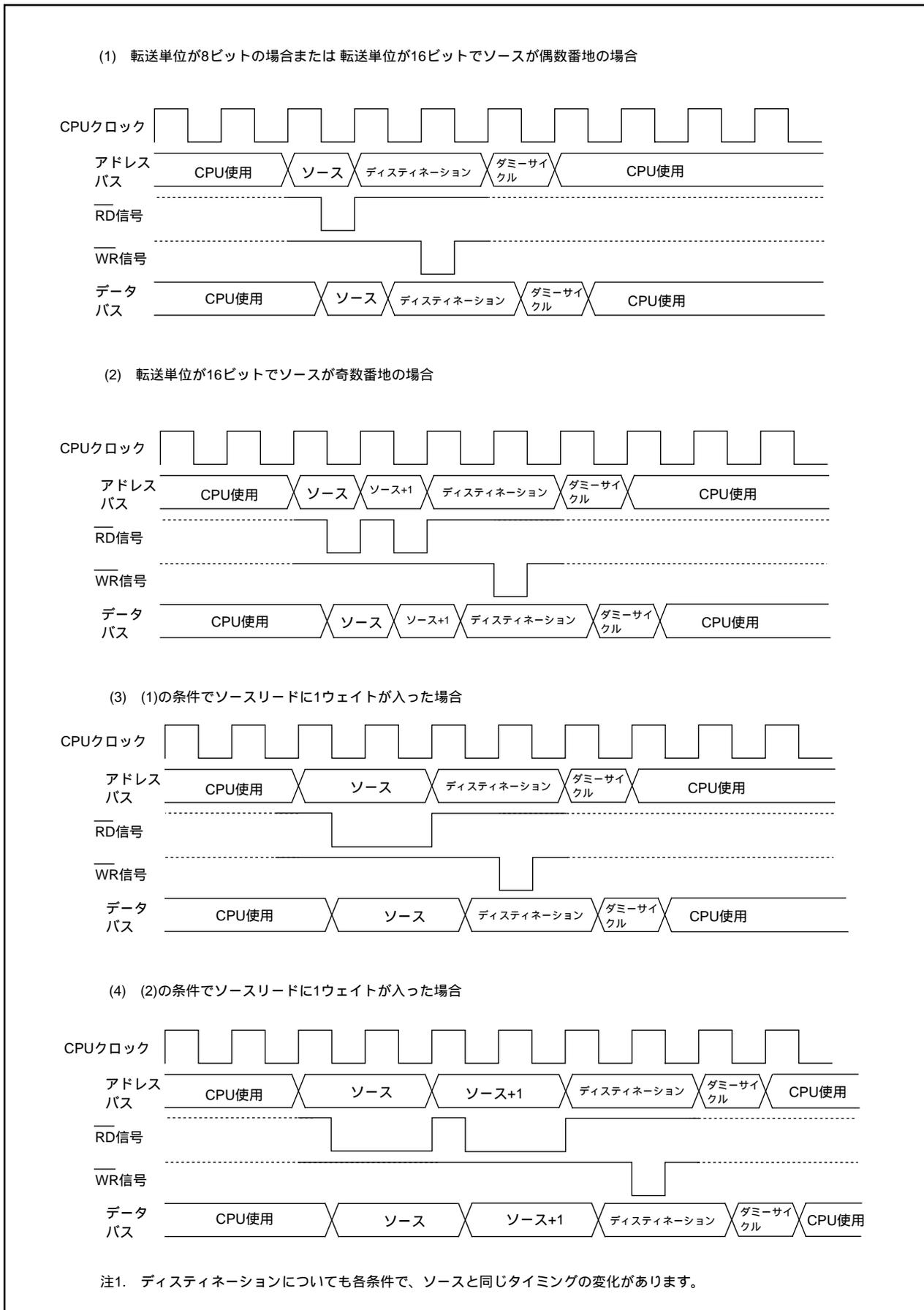


図11.5 ソースリードサイクル例

11.2 DMA転送サイクル数

DMA転送サイクル数は次のとおり計算できます。

表11.2にDMAC転送サイクル数、表11.3に計数j、kを示します。

$$1\text{転送単位の転送サイクル数} = \text{読み出しサイクル数} \times j + \text{書き込みサイクル数} \times k$$

表11.2 DMA転送サイクル数

| 転送単位 | アクセス番地 | 読み出しサイクル数 | 書き込みサイクル数 |
|------------------------|--------|-----------|-----------|
| 8ビット転送 (DMBIT="1") | 偶数 | 1 | 1 |
| | 奇数 | 1 | 1 |
| 16ビット転送 (DMBIT="0") | 偶数 | 1 | 1 |
| | 奇数 | 2 | 2 |

表11.3 計数j, k

| | 内部領域 | | | |
|---|------------|--------|--------------|--------------|
| | 内部ROM, RAM | | SFR | |
| | ウェイトなし | ウェイトあり | 1ウェイト (注) | 2ウェイト (注) |
| j | 1 | 2 | 2 | 3 |
| k | 1 | 2 | 2 | 3 |

(注) PM2レジスタのPM20ビットの設定値に依存します。

11.3 DMA許可

DMiCONレジスタ(i=0, 1)のDMAEビットを“1”(許可)にした後のデータ転送開始時に、DMACは次のように動作します。

- (a)DMiCONレジスタのDSDビットが“1”(順方向)の場合はSARiレジスタの、DMiCONレジスタのDADビットが“1”(順方向)の場合はDARiレジスタの値を順方向アドレスポインタへリロードする
- (b)DMAi転送カウンタリロードレジスタの値をDMAi転送カウンタへリロードする

DMAEビットが“1”の場合、再度“1”を書くと、上記動作を行います。

ただし、DMAEビットへの書き込みと同時にDMA要求が発生する可能性がある場合は、次の手順で書いてください。

- (1)DMiCONレジスタのDMAEビットとDMASビットに同時に“1”を書く。
 - (2)DMAiが初期状態(上記(a)(b)の状態)になっていることをプログラムで確認する。
- DMAiが初期状態になっていない場合は、(1)(2)を繰り返す。

11.4 DMA要求

DMACは、チャンネルごとにDMiSLレジスタ(i=0, 1)のDMSビット、DESL3~DESL0ビットで選択した要因をトリガとして、DMA要求が発生できます。表11.4にDMASビットが変化するタイミングを示します。

DMASビットは、DMAEビットの状態にかかわらず、DMA要求が発生すると“1”(要求あり)になります。DMAEビットが“1”(許可)の場合、データ転送が開始される直前にDMASビットは“0”(要求なし)になります。また、プログラムで“0”にできますが“1”にはできません。

DMSビット、DSEL3~DESL0ビットを変更すると、DMASビットは“1”になることがあります。したがって、DMSビット、DSEL3~DESL0ビットを変更した後は、DMASビットを“0”にしてください。

DMAEビットが“1”であれば、DMA要求発生後、すぐにデータ転送が開始されるので、プログラムでDMASビットを読んでも、ほとんどの場合“0”が読めます。DMACが許可されていることを判断するには、DMAEビットを読んでください。

表11.4 DMASビットが変化するタイミング

| DMA要因 | DMiCONレジスタのDMASビット | |
|-----------|---|--|
| | “1”になるタイミング | “0”になるタイミング |
| ソフトウェアトリガ | DMiSLレジスタのDSRビットを“1”にしたとき | <ul style="list-style-type: none"> ・データ転送開始直前 ・プログラムで“0”を書いたとき |
| 周辺機能 | DMiSLレジスタのDSEL3~DSEL0ビットとDMSビットで選択した周辺機能の、割り込み制御レジスタのIRビットが“1”になるとき | |

11.5 チャンネルの優先順位とDMA転送タイミング

DMA0とDMA1の両方が許可されている場合、DMA0とDMA1のDMA転送の要求信号が同一サンプリング期間(CPUクロックの立ち下がりエッジから次の立ち下がりエッジの一周期)に入ると、各チャンネルのDMASビットは同時に“1”(要求あり)になります。この場合のチャンネル優先順位はDMA0>DMA1です。次にDMA0とDMA1の要求が同一サンプリング期間に入った場合の動作を説明します。図11.6に外部要因によるDMA転送例を示します。

図11.6ではDMA0の要求とDMA1の要求が同時に発生したので、チャンネル優先順位が高いDMA0が先に受け付けられ転送を開始します。DMA0が1転送単位を終了するとCPUにバス使用権をゆずり、CPUが1回のバスアクセスを終了すると、次にDMA1が転送を開始し、1転送単位終了後CPUにバス使用権を返します。

なお、DMASビットは各チャンネル1ビットですので、DMA要求の回数はカウントできません。したがって、図11.6のDMA1のようにバス使用権を得るまでに複数回DMA要求が発生した場合も、バス使用権を得るとDMASビットを“0”にして、1転送単位終了後、CPUにバス使用権を返します。

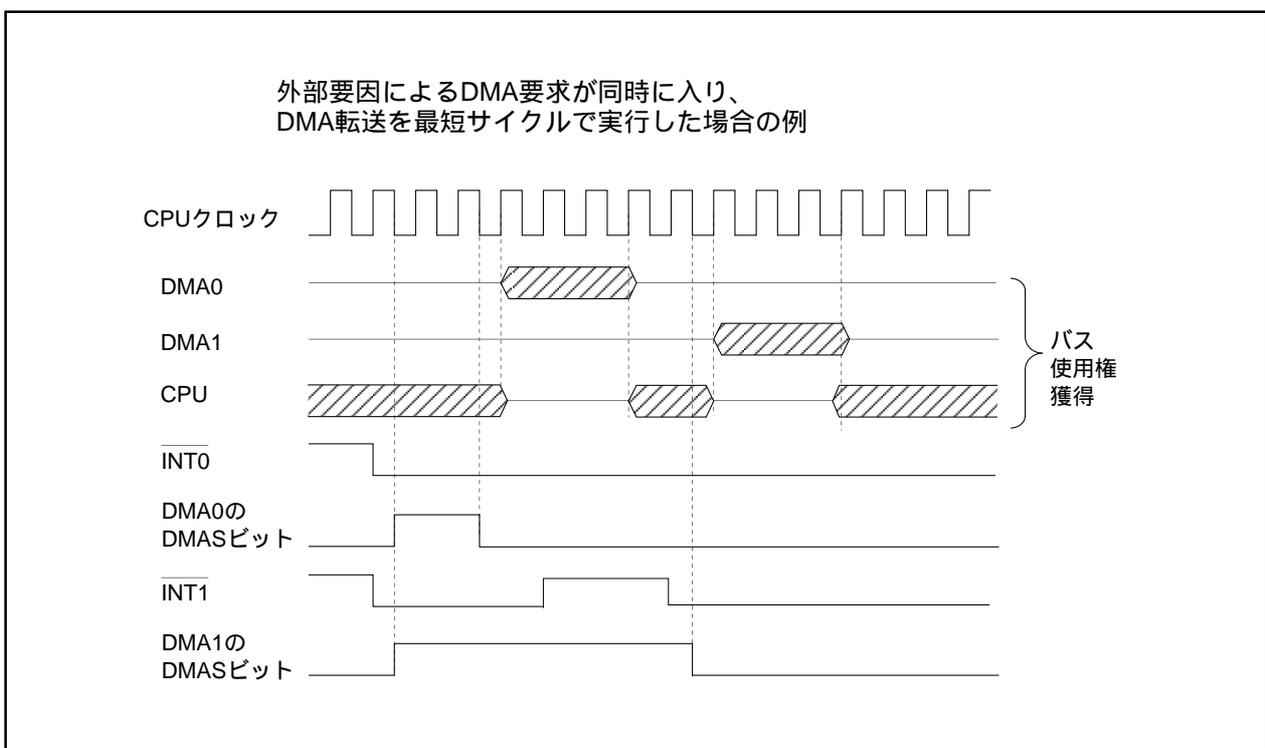


図11.6 外部要因によるDMA転送例

12. タイマ

16ビットタイマが8本あります。8本のタイマは、持っている機能によってタイマA(5本)とタイマB(3本)の2種類に分類できます。すべてのタイマは、それぞれ独立して動作します。各タイマのカウントソースは、カウント、リロードなどのタイマ動作の動作クロックになります。図12.1にタイマA構成、図12.2にタイマB構成を示します。

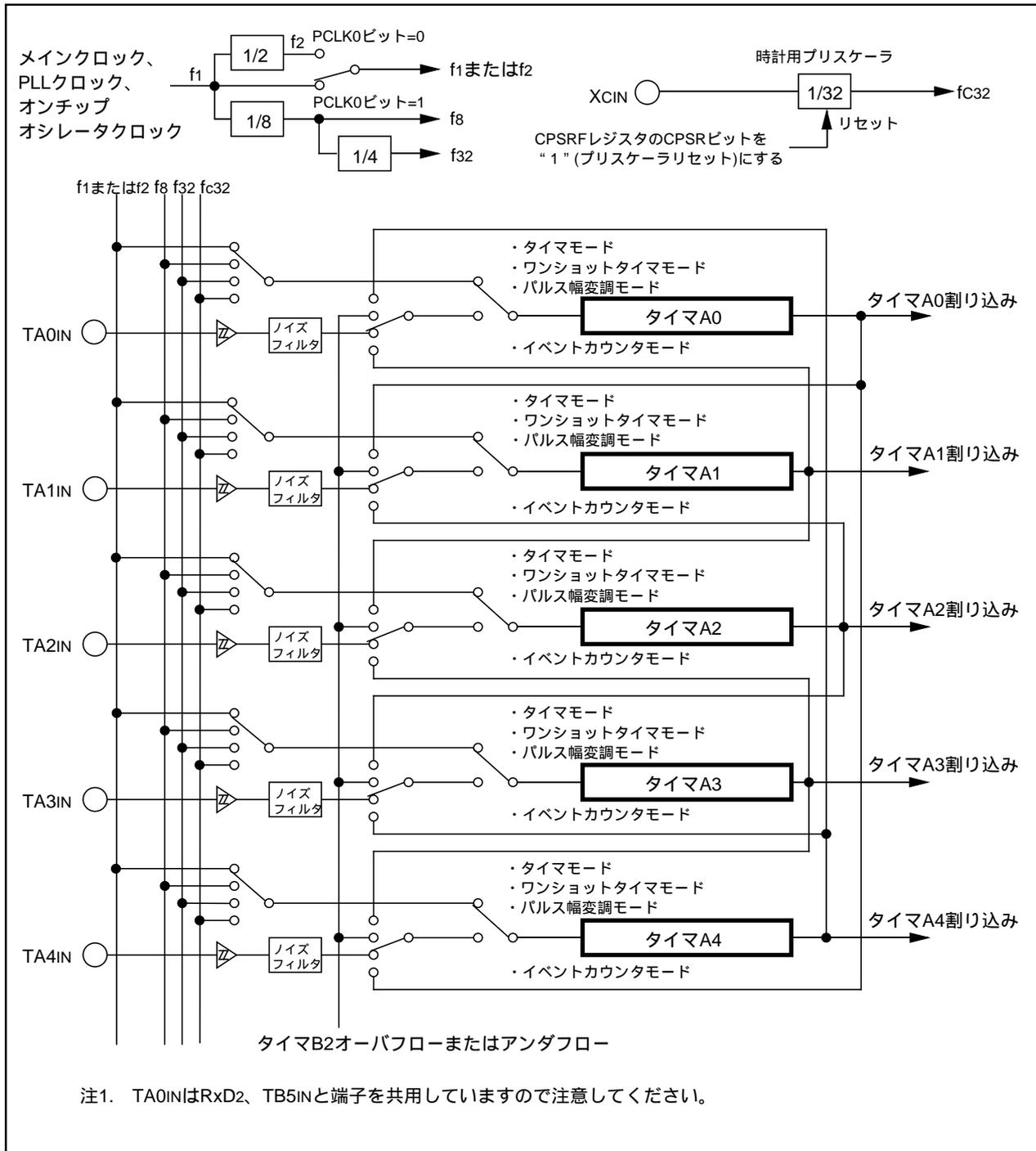


図12.1 タイマA構成

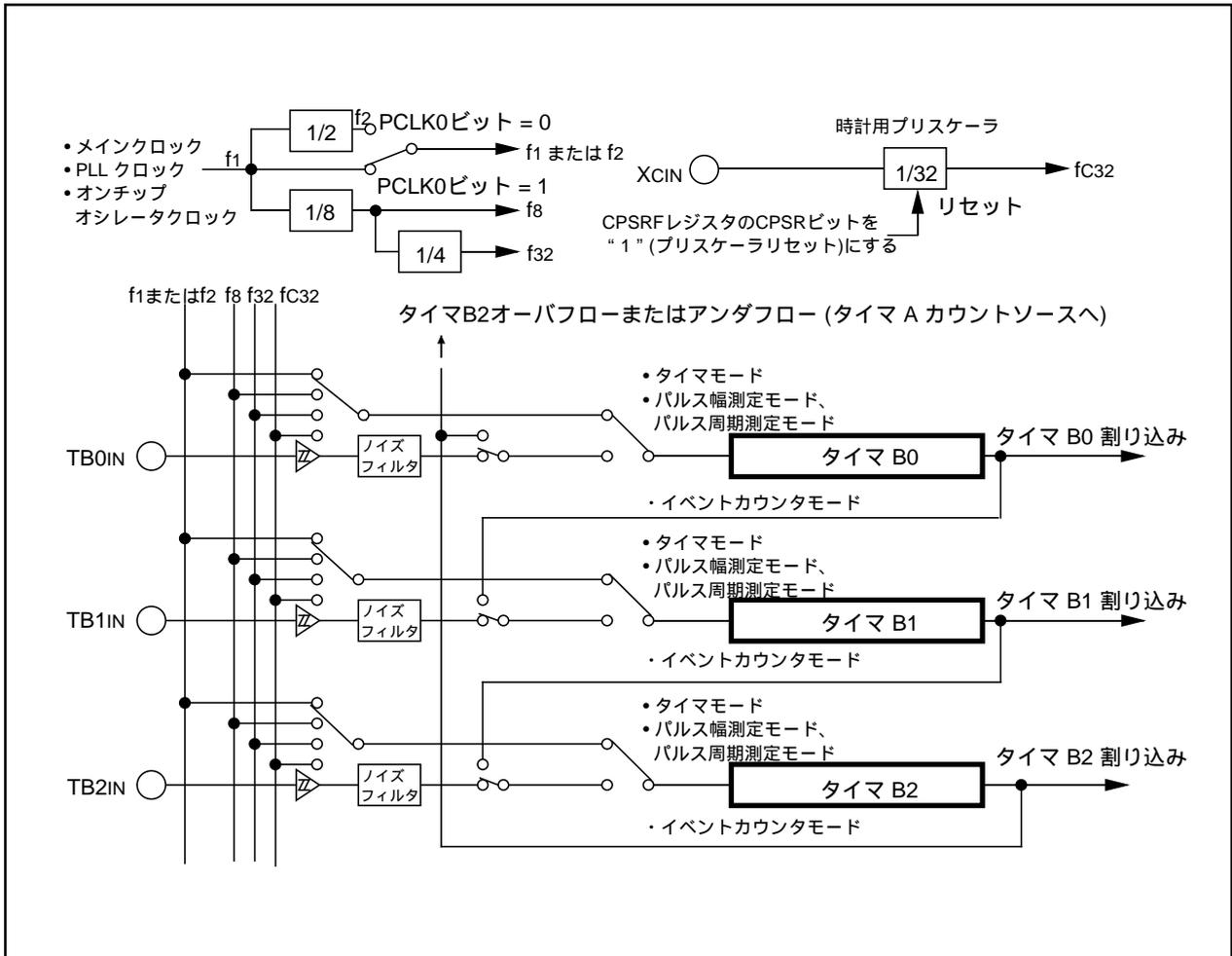


図12.2 タイマB構成

12.1 タイマA

図12.3にタイマAブロック図、図12.4~図12.6にタイマA関連レジスタを示します。

タイマAは、次の4種類のモードがあり、イベントカウンタモードを除いて、タイマA0~A4は同一の機能を持ちます。モードは、TAiMRレジスタ(i=0~4)のTMOD1~TMOD0ビットで選択できます。

- ・タイマモード 内部カウントソースをカウントするモード
- ・イベントカウンタモード 外部からのパルス、他のタイマのオーバフロー、または他のタイマのアンダフローをカウントするモード
- ・ワンショットタイマモード カウント値が“0000₁₆”になるまでの間、1度だけパルスを出力するモード
- ・パルス幅変調モード 任意の幅のパルスを連続して出力するモード

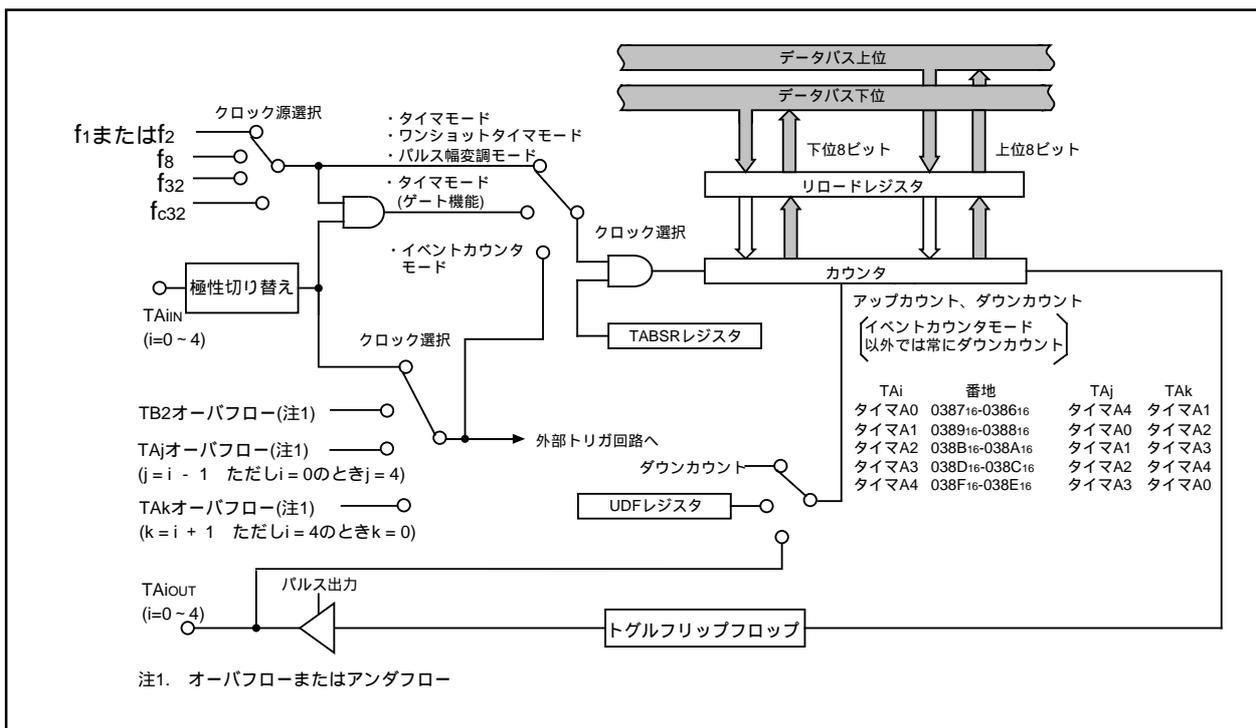


図12.3 タイマAブロック図

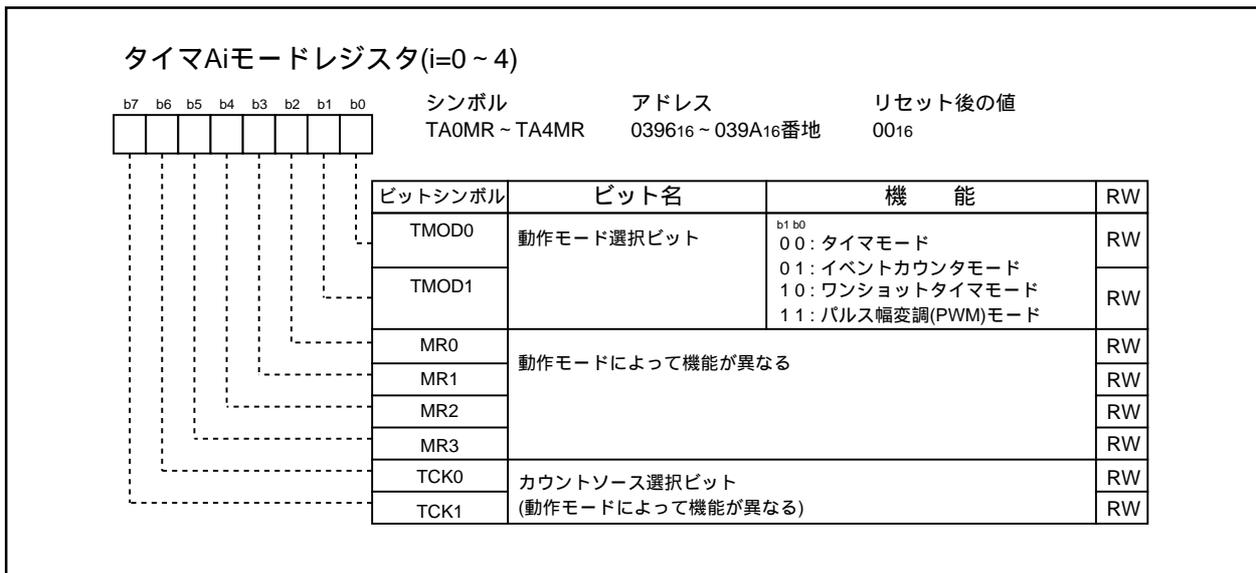
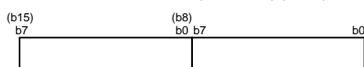


図12.4 TA0MR~TA4MRレジスタ

タイマAiレジスタ(i=0~4)(注1)



| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|------|---|---------|
| TA0 | 0387 ₁₆ -0388 ₁₆ 番地 | 不定 |
| TA1 | 0389 ₁₆ -038A ₁₆ 番地 | 不定 |
| TA2 | 038B ₁₆ -038C ₁₆ 番地 | 不定 |
| TA3 | 038D ₁₆ -038E ₁₆ 番地 | 不定 |
| TA4 | 038F ₁₆ -0390 ₁₆ 番地 | 不定 |

| モード | 機能 | 設定範囲 | RW |
|-------------------------|--|---|----|
| タイマモード | 設定値をnとすると、カウントソースをn+1分周する | 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ | RW |
| イベントカウンタモード | 設定値をnとすると、アップカウント時、カウントソースをFFFF ₁₆ -n+1分周し、ダウンカウント時、カウントソースをn+1分周する (注5) | 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ | RW |
| ワンショットタイマモード | 設定値をnとすると、カウントソースをn分周し、停止する | 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ (注2、注4) | WO |
| パルス幅変調モード (16ビットPWM) | 設定値をn、カウントソースの周波数をfjとすると次のとおり動作する PWMの周期: $(2^{16}-1)/fj$ PWMパルスの“H”幅: n/fj | 0000 ₁₆ ~ FFFE ₁₆ (注3、注4) | WO |
| パルス幅変調モード (8ビットPWM) | 上位番地の設定値をn、下位番地の設定値をm、カウントソースの周波数をfjとすると次のとおり動作する PWMの周期: $(2^8-1) \times (m+1)/fj$ PWMパルスの“H”幅: $(m+1)n/fj$ | 00 ₁₆ ~ FE ₁₆ (上位番地) 00 ₁₆ ~ FF ₁₆ (下位番地) (注3、注4) | WO |

注1. 16ビット単位でアクセスしてください。

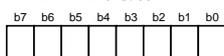
注2. TAiレジスタを“0000₁₆”にした場合、カウンタは動作せず、タイマAi割り込み要求は発生しません。また、パルス出力ありを選択した場合、TAiOUT端子からパルスは出力されません。

注3. TAiレジスタを“0000₁₆”にした場合、パルス幅変調器は動作せず、TAiOUT端子の出力レベルは“L”のままで、タイマAi割り込み要求も発生しません。また、8ビットパルス幅変調器として動作しているとき、TAiレジスタの上位8ビットに“00₁₆”を設定した場合も同様です。

注4. TAiレジスタへはMOV命令を使用して書いてください。

注5. 外部からのパルス、他のタイマのオーバフロー、または他のタイマのアンダフローをカウントします。

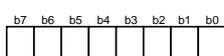
カウント開始フラグ



| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|-------|-----------------------|------------------|
| TABSR | 0380 ₁₆ 番地 | 00 ₁₆ |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|----------------|------------------------|----|
| TA0S | タイマA0カウント開始フラグ | 0: カウント停止 1: カウント開始 | RW |
| TA1S | タイマA1カウント開始フラグ | | RW |
| TA2S | タイマA2カウント開始フラグ | | RW |
| TA3S | タイマA3カウント開始フラグ | | RW |
| TA4S | タイマA4カウント開始フラグ | | RW |
| TB0S | タイマB0カウント開始フラグ | | RW |
| TB1S | タイマB1カウント開始フラグ | | RW |
| TB2S | タイマB2カウント開始フラグ | | RW |

アップダウンフラグ(注1)



| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|------|-----------------------|------------------|
| UDF | 0384 ₁₆ 番地 | 00 ₁₆ |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|-----------------------|---|---|
| TA0UD | タイマA0アップダウンフラグ | 0: ダウンカウント 1: アップカウント | RW |
| TA1UD | タイマA1アップダウンフラグ | | RW |
| TA2UD | タイマA2アップダウンフラグ | イベントカウンタモード時、TAiMRレジスタのMR2ビットを“0” (切り替え要因はUDFレジスタ)にすると有効になります | RW |
| TA3UD | タイマA3アップダウンフラグ | | RW |
| TA4UD | タイマA4アップダウンフラグ | | RW |
| TA2P | タイマA2二相パルス信号処理機能選択ビット | | 0: 二相パルス信号処理機能禁止 1: 二相パルス信号処理機能許可 (注2、注3) |
| TA3P | タイマA3二相パルス信号処理機能選択ビット | WO | |
| TA4P | タイマA4二相パルス信号処理機能選択ビット | WO | |

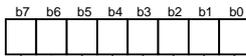
注1. UDFレジスタへはMOV命令を使用して書いてください。

注2. TA2IN ~ TA4IN、TA2OUT ~ TA4OUT端子に対応するポート方向ビットは“0” (入力モード)にしてください。

注3. 二相パルス信号処理機能を使用しない場合、タイマA2 ~ タイマA4に対応するビットを“0”にしてください。

図12.5 TA0~TA4、TABSR、UDFレジスタ

ワンショット開始フラグ

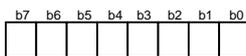


シンボル アドレス リセット後の値
 ONSF 038216番地 0016

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|----------------------|--|----|
| TA0OS | タイマA0ワンショット開始フラグ | TAiMRレジスタ(i=0~4)のTMOD1~TMOD0ビットが“102”(ワンショットタイマモード)、かつ | RW |
| TA1OS | タイマA1ワンショット開始フラグ | TAiMRレジスタのMR2ビットが | RW |
| TA2OS | タイマA2ワンショット開始フラグ | “0”(TAiOSビット有効)の場合、 | RW |
| TA3OS | タイマA3ワンショット開始フラグ | このビットを“1”にすると、タイマのカウントを開始する。 | RW |
| TA4OS | タイマA4ワンショット開始フラグ | 読んだ場合、その値は“0”。 | RW |
| TAZIE | Z相入力有効ビット | 0: Z相入力無効 1: Z相入力有効 | RW |
| TA0TGL | タイマA0イベント / トリガ選択ビット | b7 b6 00: TA0IN端子の入力を選択(注1) | RW |
| TA0TGH | | 01: TB2のオーバーフローを選択(注2) 10: TA4のオーバーフローを選択(注2) 11: TA1のオーバーフローを選択(注2) | RW |

注1. PD7レジスタのPD7_1ビットを“0”(入力モード)にしてください。
 注2. オーバフローまたはアンダフロー

トリガ選択レジスタ

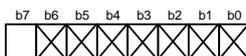


シンボル アドレス リセット後の値
 TRGSR 038316番地 0016

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|----------------------|--|----|
| TA1TGL | タイマA1イベント / トリガ選択ビット | b1 b0 00: TA1IN端子の入力を選択(注1) | RW |
| TA1TGH | | 01: TB2のオーバーフローを選択(注2) 10: TA0のオーバーフローを選択(注2) 11: TA2のオーバーフローを選択(注2) | RW |
| TA2TGL | タイマA2イベント / トリガ選択ビット | b3 b2 00: TA2IN端子の入力を選択(注1) | RW |
| TA2TGH | | 01: TB2のオーバーフローを選択(注2) 10: TA1のオーバーフローを選択(注2) 11: TA3のオーバーフローを選択(注2) | RW |
| TA3TGL | タイマA3イベント / トリガ選択ビット | b5 b4 00: TA3IN端子の入力を選択(注1) | RW |
| TA3TGH | | 01: TB2のオーバーフローを選択(注2) 10: TA2のオーバーフローを選択(注2) 11: TA4のオーバーフローを選択(注2) | RW |
| TA4TGL | タイマA4イベント / トリガ選択ビット | b7 b6 00: TA4IN端子の入力を選択(注1) | RW |
| TA4TGH | | 01: TB2のオーバーフローを選択(注2) 10: TA3のオーバーフローを選択(注2) 11: TA0のオーバーフローを選択(注2) | RW |

注1. TA1IN~TA4IN端子に対応するポート方向ビットは“0”(入力モード)にしてください。
 注2. オーバフローまたはアンダフロー

時計用プリスケアラリセットフラグ



シンボル アドレス リセット後の値
 CPSRF 038116番地 0XXXXXX2

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|--------------|---|--|----|
| — (b6-b0) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。 読んだ場合、その値は不定。 | | — |
| CPSR | 時計用プリスケアラリセットフラグ | このビットを“1”にすると時計用プリスケアラが初期化される(読んだ場合、その値は“0”) | RW |

図12.6 ONSF、TRGSR、CPSRFレジスタ

12.1.1 タイマモード

内部で生成されたカウントソースをカウントするモードです(表12.1)。図12.7にタイマモード時のTAiMRレジスタを示します。

表12.1 タイマモードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|---|
| カウントソース | f1、f2、f8、f32、fC32 |
| カウント動作 | ・ダウンカウント ・アンダフロー時リロードレジスタの内容をリロードしてカウントを継続 |
| 分周比 | 1/(n+1) n:TAiレジスタ(i=0~4)の設定値 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ |
| カウント開始条件 | TABSRレジスタのTAISビットを“1”(カウント開始)にする |
| カウント停止条件 | TAISビットを“0”(カウント停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | アンダフロー時 |
| TAiIN 端子機能 | 入出力ポートまたはゲート入力 |
| TAiOUT 端子機能 | 入出力ポートまたはパルス出力 |
| タイマの読み出し | TAiレジスタを読むと、カウント値が読める |
| タイマの書き込み | ・カウント停止中とカウント開始後1回目のカウントソースが入力されるまでTAiレジスタに書くと、リロードレジスタ、カウンタの両方に書かれる ・カウント中(ただし、1回目のカウントソース入力後)TAiレジスタに書くと、リロードレジスタに書かれる(次のリロード時に転送) |
| 選択機能 | ・ゲート機能 TAiIN端子の入力信号によってカウント開始、停止が可能 ・パルス出力機能 アンダフローするごとにTAiOUT端子の出力極性が反転。カウント停止中は“L”を出力 |

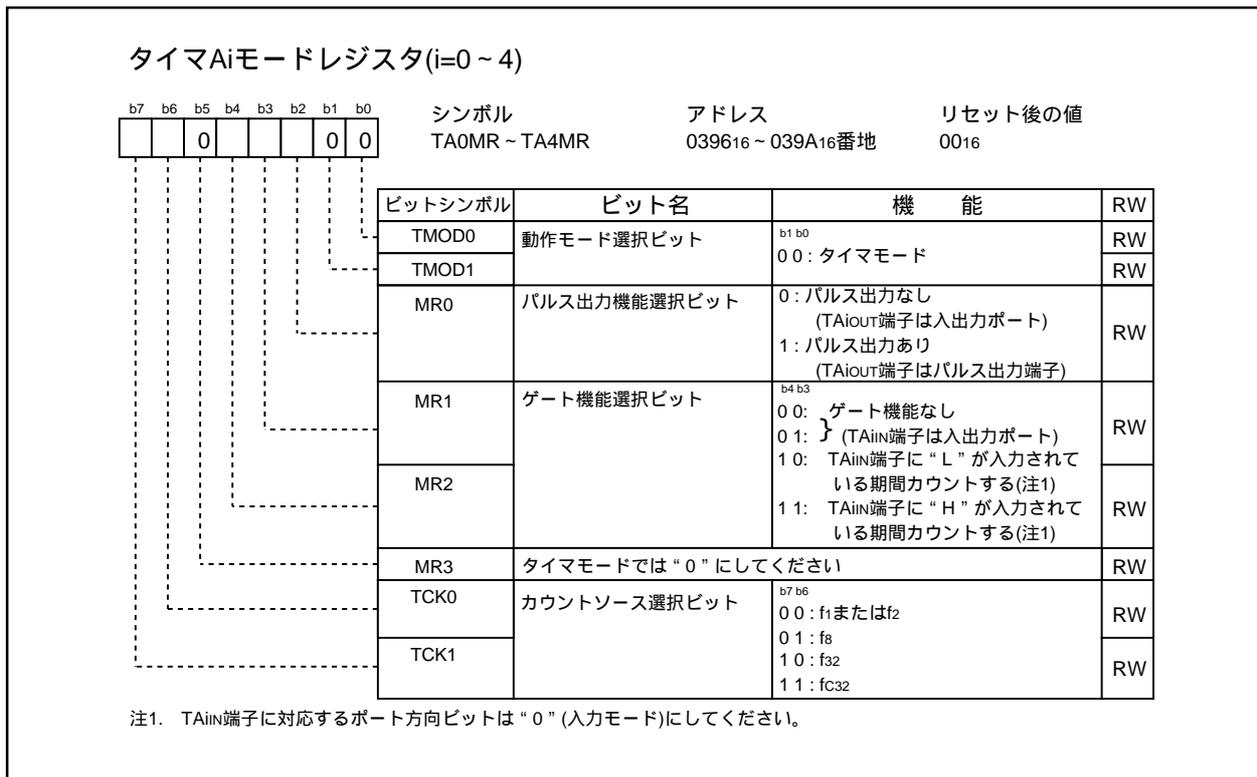


図12.7 タイマモード時のTAiMRレジスタ

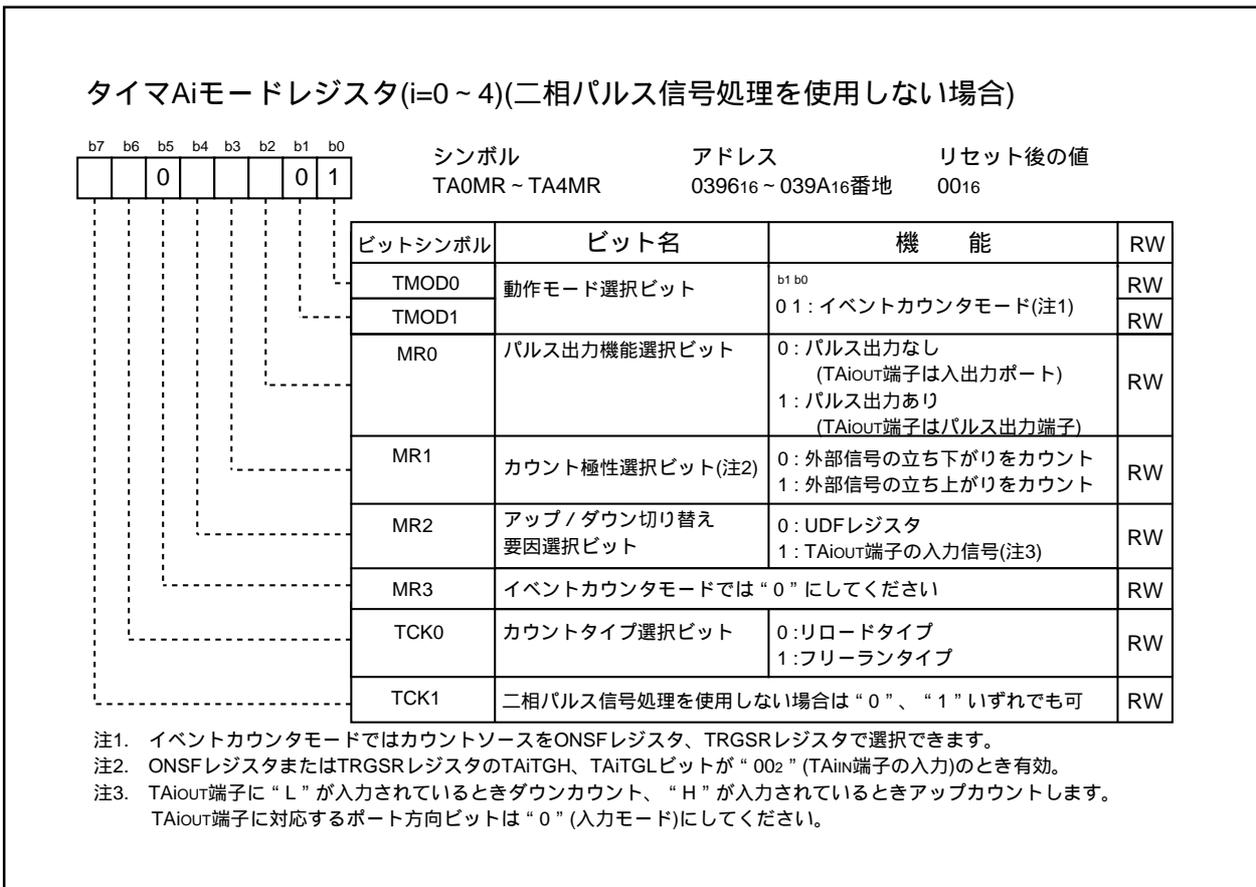
12.1.2 イベントカウンタモード

外部信号、他のタイマのオーバーフロー、または他のタイマのアンダフローをカウントするモードです。タイマA2、A3、A4は二相の外部信号をカウントできます。表12.2にイベントカウンタモードの仕様(二相パルス信号処理を使用しない場合)、表12.3にイベントカウンタモードの仕様(タイマA2、A3、A4で二相パルス信号処理を使用する場合)を示します。

図12.8にイベントカウンタモード時のTAiMRレジスタ(二相パルス信号処理を使用しない場合)、図12.9にイベントカウンタモード時のTA2MR~TA4MRレジスタ(タイマA2、A3、A4で二相パルス信号処理を使用する場合)を示します。

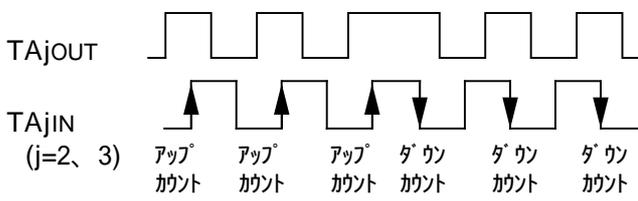
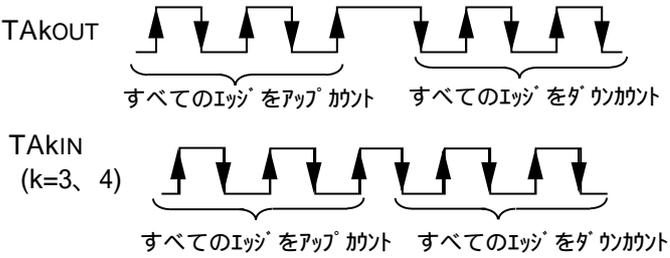
表12.2 イベントカウンタモードの仕様(二相パルス信号処理を使用しない場合)

| 項目 | 仕様 |
|---------------|---|
| カウントソース | <ul style="list-style-type: none"> TAiIN端子(i=0~4)に入力された外部信号(プログラムで有効エッジを選択可能) タイマB2のオーバーフローまたはアンダフロー タイマAj(j=i-1、ただしi=0のときj=4)のオーバーフローまたはアンダフロー、 タイマAk(k=i+1、ただしi=4のときk=0)のオーバーフローまたはアンダフロー |
| カウント動作 | <ul style="list-style-type: none"> アップカウントまたはダウンカウントを外部信号またはプログラムで選択可能 オーバーフローまたはアンダフロー時は、リロードレジスタの内容をリロードしてカウントを継続する。フリーラン機能選択時は、リロードせずカウントを継続する。 |
| 分周比 | アップカウント時 $1/(FFFF_{16} - n + 1)$ ダウンカウント時 $1/(n + 1)$ n:TAiレジスタの設定値 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ |
| カウント開始条件 | TABSRレジスタのTAiSビットを“1”(カウント開始)にする |
| カウント停止条件 | TAiSビットを“0”(カウント停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | オーバーフロー時またはアンダフロー時 |
| TAiIN端子機能 | 入出力ポートまたはカウントソース入力 |
| TAiOUT端子機能 | 入出力ポート、パルス出力、またはアップカウント/ダウンカウント切り替え入力 |
| タイマの読み出し | TAiレジスタを読むと、カウント値が読める |
| タイマの書き込み | <ul style="list-style-type: none"> カウント停止中とカウント開始後1回目のカウントソースが入力されるまでTAiレジスタに書くと、リロードレジスタとカウンタの両方に書かれる カウント中(ただし、1回目のカウントソース入力後) TAiレジスタに書くと、リロードレジスタに書かれる(次のリロード時に転送) |
| 選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> フリーランカウント機能 オーバーフローまたはアンダフローが発生してもリロードレジスタからリロードしない パルス出力機能 オーバーフローまたはアンダフローするごとにTAi_{OUT}端子の出力極性が反転。カウント停止中は“L”を出力 |



**図12.8 イベントカウンタモード時のTAiMRレジスタ
(タイマ A2、A3、A4で二相パルス信号処理を使用しない場合)**

表12.3 イベントカウンタモード時の仕様(タイマ A2、A3、A4で二相パルス信号処理を使用する場合)

| 項目 | 仕様 |
|-------------------------|--|
| カウントソース | ・TAiIN、TAiOUT端子(i=2~4)に入力された二相パルス信号 |
| カウント動作 | ・アップカウントまたはダウンカウントを、二相パルス信号によって切り替え可 ・オーバフローまたはアンダフロー時は、リロードレジスタの内容をリロードしてカウントを継続する。フリーラン機能選択時は、リロードせずカウントを継続する |
| 分周比 | ・アップカウント時 $1/(FFFF16 - n + 1)$ ・ダウンカウント時 $1/(n + 1)$ n:TAiレジスタの設定値 000016 ~ FFFF16 |
| カウント開始条件 | TABSRレジスタのTAiSビットを“1”(カウント開始)にする |
| カウント停止条件 | TAiSビットを“0”(カウント停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | オーバフロー時またはアンダフロー時 |
| TAi _{IN} 端子機能 | 二相パルス入力 |
| TAi _{OUT} 端子機能 | 二相パルス入力 |
| タイマの読み出し | タイマA2、A3、A4レジスタを読むと、カウント値が読める |
| タイマの書き込み | ・カウント停止中とカウント開始後1回目のカウントソースが入力されるまでTAiレジスタに書くと、リロードレジスタ、カウンタの両方に書かれる ・カウント中(ただし、1回目のカウントソース入力後) TAiレジスタに書くと、リロードレジスタに書かれる(次のリロード時に転送) |
| 選択機能(注1) | <p>・通常処理動作(タイマA2、タイマA3) TAjOUT端子(j=2、3)の入力信号が“H”の期間、TAjIN端子の立ち上がりをアップカウントし、立ち下がりをダウンカウントします。</p>  <p>・4通倍処理動作(タイマA3、タイマA4) TAKOUT端子(k=3、4)の入力信号が“H”の期間にTAKIN端子が立ち上がる位相関係の場合、TAKOUT、TAKIN端子の立ち上がり、立ち下がりをアップカウントします。TAKOUT端子の入力信号が“H”の期間にTAKIN端子が立ち下がる位相関係の場合、TAKOUT、TAKIN端子の立ち上がり、立ち下がりをダウンカウントします。</p>  <p>・Z相入力によるカウンタ初期化(タイマA3) Z相入力により、タイマのカウント値を“0”にする</p> |

注1. タイマA3は選択できます。タイマA2は通常処理動作、タイマA4は4通倍処理動作です

タイマAiモードレジスタ(i=2~4)(二相パルス信号処理を使用する場合)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------|--|---------------------------|----|
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル | アドレス | リセット後の値 | |
| | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | TA2MR ~ TA4MR | 0398 ₁₆ ~ 039A ₁₆ 番地 | 00 ₁₆ | |
| | | | | | | | | ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
| | | | | | | | | TMOD0 | 動作モード選択ビット | b1 b0 0 1: イベントカウンタモード | RW |
| | | | | | | | | TMOD1 | | | RW |
| | | | | | | | | MR0 | 二相パルス信号処理を使用する場合、“0”にしてください。 | | RW |
| | | | | | | | | MR1 | 二相パルス信号処理を使用する場合、“0”にしてください。 | | RW |
| | | | | | | | | MR2 | 二相パルス信号処理を使用する場合、“1”にしてください。 | | RW |
| | | | | | | | | MR3 | 二相パルス信号処理を使用する場合、“0”にしてください。 | | RW |
| | | | | | | | | TCK0 | カウント動作タイプ選択ビット | 0: リロードタイプ 1: フリーランタイプ | RW |
| | | | | | | | | TCK1 | 二相パルス処理動作選択ビット(注1)(注2) | 0: 通常処理動作 1: 4 通倍処理動作 | RW |

注1. タイマA3は選択できます。このビットにかかわらずタイマA2は通常処理動作に、タイマA4は4通倍処理動作に固定です。

注2. 二相パルス信号処理を行う場合、次のとおりしてください。

- ・ UDFレジスタのTAiPビットを“1”(二相パルス信号処理機能を許可)にする
- ・ TRGSRレジスタのTAiTGH、TAiTGLビットを“00₂”(TAiIN端子入力)にする
- ・ TAiIN、TAiOUTに対応するポート方向ビットを“0”(入力モード)にする

図12.9 イベントカウンタモード時のTA2MRレジスタ~TA4MRレジスタ
(タイマA2、A3、A4で二相パルス信号処理を使用する場合)

12.1.2.1 二相パルス信号処理でのカウンタ初期化

二相パルス信号処理時にZ相(カウンタ初期化)入力により、タイマのカウンタ値を“0”にする機能です。

この機能は、タイマA3のイベントカウンタモード、二相パルス信号処理、フリーランタイプ、4通倍処理でのみ使用でき、Z相はINT2端子から入力します。

TA3レジスタに“000016”を書き、”ONSFレジスタのTAZIEビットを“1”(Z相入力有効)にすると、Z相入力によるカウンタの初期化が有効になります。

カウンタの初期化はZ相の入力エッジを検出して行います。エッジの極性はINT2ICレジスタのPOLビットで選択できます。Z相のパルス幅は、タイマA3のカウンタソースの1周期以上になるように入力してください。

カウンタは、Z相入力を受けた次のカウントタイミングで初期化されます。図12.10に二相パルス(A相、B相)とZ相の関係を示します。

タイマA3のオーバフローまたはアンダフローと、Z相入力によるカウンタ初期化のタイミングが重なると、タイマA3の割り込み要求が2回連続して発生しますので、この機能使用時はタイマA3割り込みを使用しないでください。

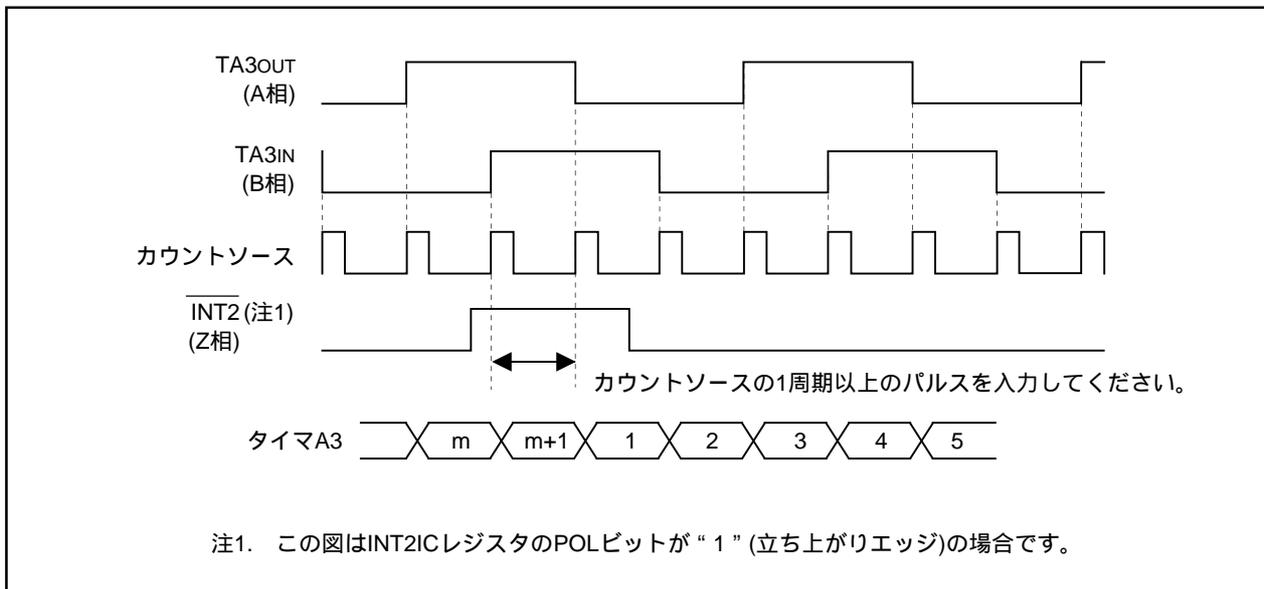


図12.10 二相パルス (A相、B相) とZ相の関係

12.1.3 ワンショットタイマモード

1度のトリガに対して1度だけタイマを動作するモードです(表12.4)。トリガが発生するとその時点から任意の期間、タイマが動作します。図12.11 にワンショットタイマモード時のTAiMRレジスタを示します。

表12.4 ワンショットタイマモードの仕様

| 項 目 | 仕 様 |
|---------------|---|
| カウントソース | f1、f2、f8、f32、fC32 |
| カウント動作 | ダウンカウント <ul style="list-style-type: none"> ・カウンタが0000₁₆になるタイミングでリロードしてカウントを停止 ・カウント中にトリガが発生した場合、リロードしてカウントを継続 |
| 分周比 | 1/n n:TAiレジスタ(i=0~4)の設定値 0000 ₁₆ ~FFFF ₁₆ ただし、0000 ₁₆ を設定した場合、カウンタは動作しない |
| カウント開始条件 | TABSRレジスタのTAiSビットが“1”(カウント開始)で、かつ次のトリガが発生 <ul style="list-style-type: none"> ・TAiIN端子からの外部トリガ入力 ・タイマB2のオーパフローまたはアンダフロー、 タイマAj(j=i-1、ただしi=0 のときj=4)のオーパフローまたはアンダフロー、 タイマAk(k=i+1、ただしi=4 のときk=0)のオーパフローまたはアンダフロー ・ONSFレジスタのTAiOSビットを“1”(タイマスタート)にする |
| カウント停止条件 | <ul style="list-style-type: none"> ・カウント値が0000₁₆になりリロードした後 ・TAiSビットを“0”(カウント停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | カウント値が0000 ₁₆ になるタイミング |
| TAiIN端子機能 | 入出力ポートまたはトリガ入力 |
| TAiOUT端子機能 | 入出力ポートまたはパルス出力 |
| タイマの読み出し | TAiレジスタを読むと、不定値が読める |
| タイマの書き込み | <ul style="list-style-type: none"> ・カウント停止中とカウント開始後1回目のカウントソースが入力されるまでTAiレジスタに書くと、リロードレジスタ、カウンタの両方に書かれる ・カウント中(ただし、1回目のカウントソース入力後) TAiレジスタに書くと、リロードレジスタに書かれる(次のリロード時に転送) |
| 選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> ・パルス出力機能 カウント停止中は“L”、カウント中は“H”を出力 |

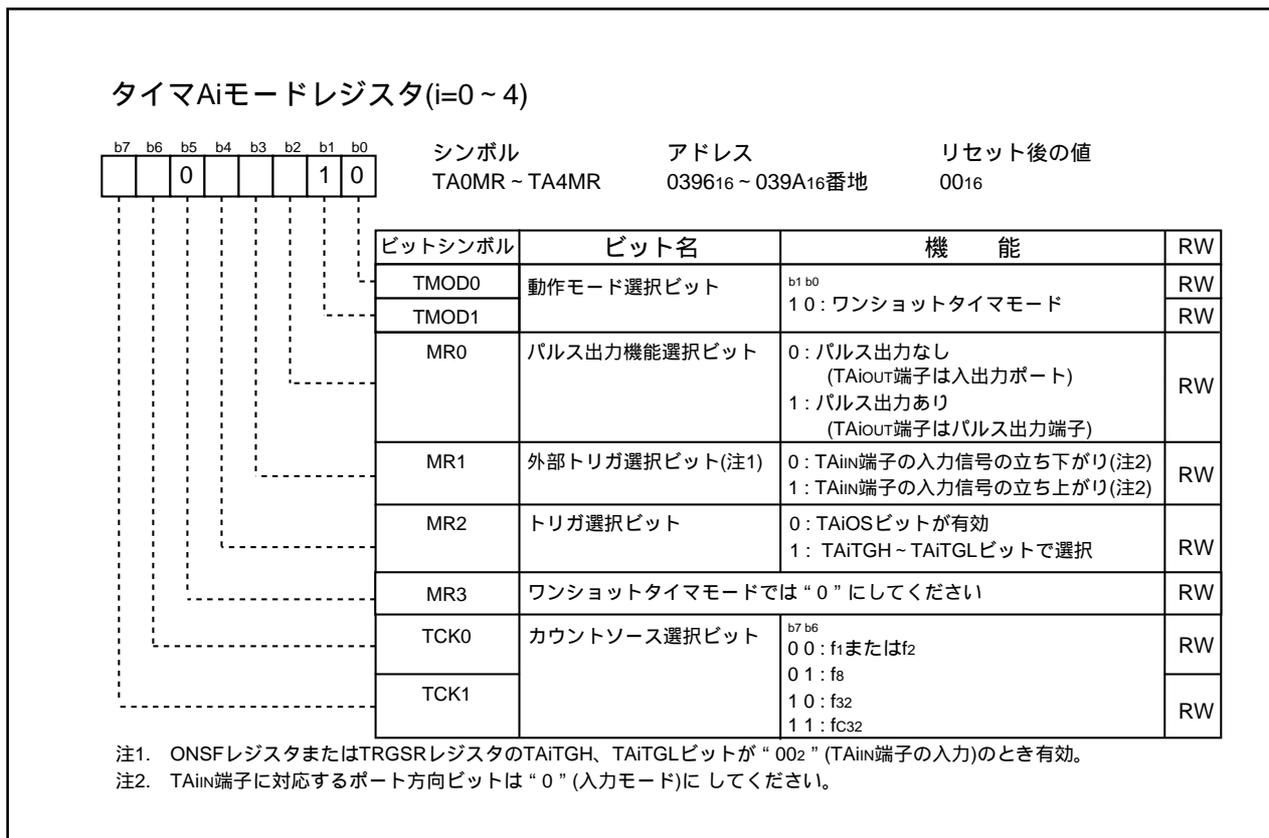


図12.11 ワンショットタイマモード時のTAiMRレジスタ

12.1.4 パルス幅変調モード(PWMモード)

任意の幅のパルスを連続して出力するモードです(表12.5)。このモードでは、カウンタは、16ビットパルス幅変調器、8ビットパルス幅変調器のいずれかのパルス幅変調器として動作します。図12.12にパルス幅変調モード時のTAiMRレジスタ、図12.13に16ビットパルス幅変調器の動作例、図12.14に8ビットパルス幅変調器の動作例を示します。

表12.5 パルス幅変調モードの仕様

| 項 目 | 仕 様 |
|---------------|---|
| カウントソース | f1、 f2、 f8、 f32、 fC32 |
| カウント動作 | <ul style="list-style-type: none"> ・ダウンカウント(8ビット、または16ビットパルス幅変調器として動作) ・PWMパルスの立ち上がりでリロードしてカウントを継続 ・カウント中にトリガが発生した場合、カウントに影響しない |
| 16ビットPWM | <ul style="list-style-type: none"> ・“H”幅 n / f_j n:TAiレジスタの設定値(i=0~4) ・周期 $(2^{16} - 1) / f_j$固定 f_j:カウントソースの周波数(f1、 f2、 f8、 f32、 fC32) |
| 8ビットPWM | <ul style="list-style-type: none"> ・“H”幅 $n \times (m+1) / f_j$ n:TAiレジスタの上位番地の設定値 ・周期 $(2^8 - 1) \times (m+1) / f_j$ m:TAiレジスタの下位番地の設定値 |
| カウント開始条件 | <ul style="list-style-type: none"> ・TABSRレジスタのTAiSビットを“1”(カウント開始)にする ・TAiSビットが“1”で、かつTAi_{IN}端子からの外部トリガ入力 ・TAiSビットが“1”で、かつ次のトリガが発生 タイマB2のオーバフローまたはアンダフロー、 タイマAj(j=i-1、ただしi=0のときj=4)のオーバフローまたはアンダフロー、 タイマAk(k=i+1、ただしi=4のときk=0)のオーバフローまたはアンダフロー |
| カウント停止条件 | TAiSビットを“0”(カウント停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | PWMパルスの立ち下がり時 |
| TAiIN端子機能 | 入出力ポートまたはトリガ入力 |
| TAiOUT端子機能 | パルス出力 |
| タイマの読み出し | TAiレジスタを読むと、不定値が読める |
| タイマの書き込み | <ul style="list-style-type: none"> ・カウント停止中とカウント開始後1回目のカウントソースが入力されるまでTAiレジスタに書くと、リロードレジスタ、カウンタの両方に書かれる ・カウント中(ただし、1回目のカウントソース入力後) TAiレジスタに書くと、リロードレジスタに書かれる(次のリロード時に転送) |

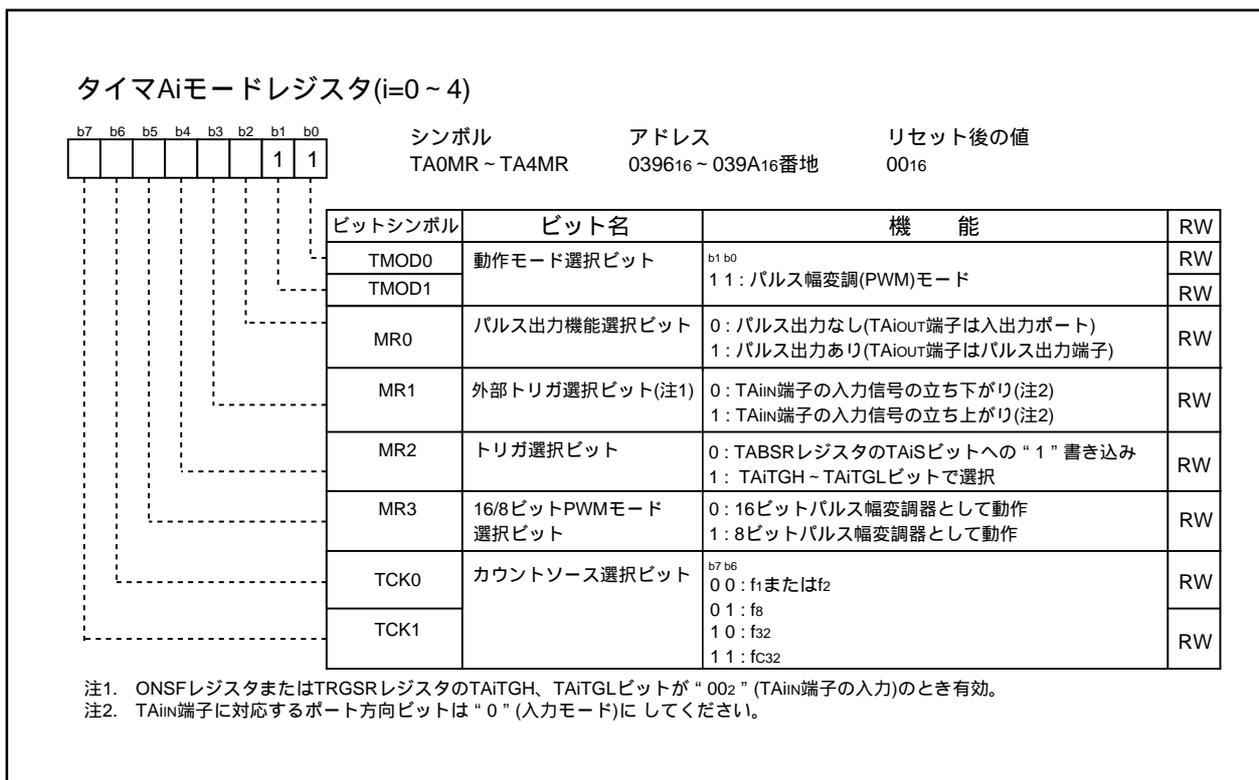


図12.12 パルス幅変調モード時のTAiMRレジスタ

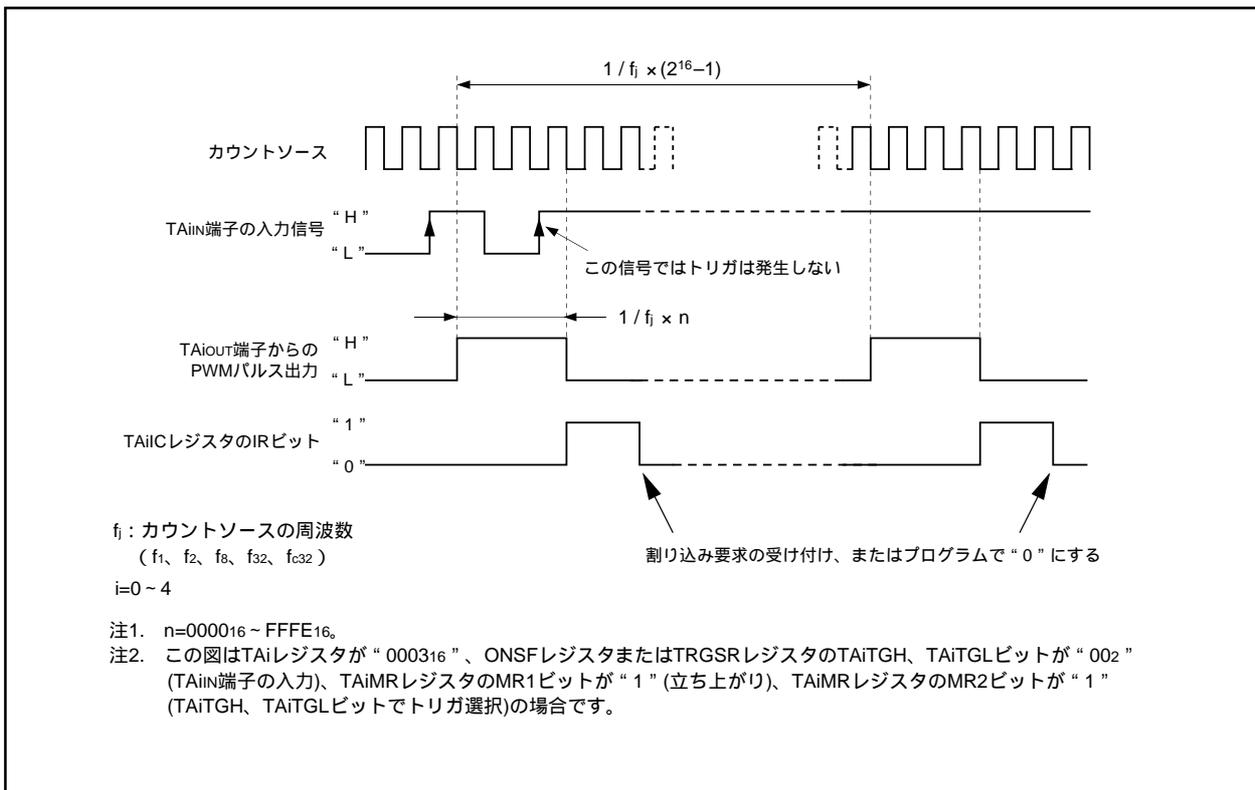


図12.13 16ビットパルス幅変調器の動作例

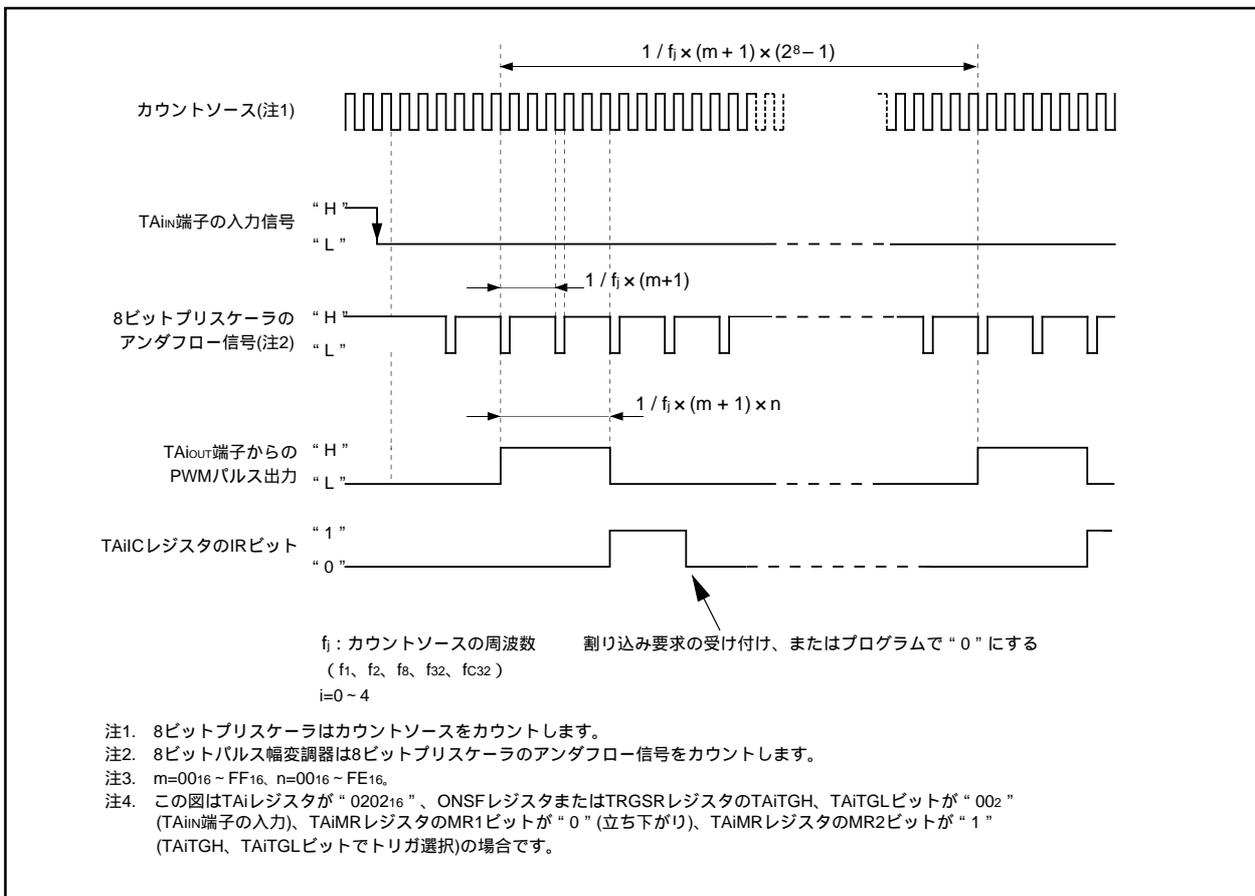


図12.14 8ビットパルス幅変調器の動作例

12.2 タイマB

図12.15にタイマBブロック図、図12.16～図12.17にタイマB関連レジスタを示します。

タイマBは次の4種類のモードがあり、モードは、TBiMRレジスタ(i=0～2)のTMOD1～TMOD0ビットで選択できます。

- ・タイマモード 内部カウントソースをカウントするモード
- ・イベントカウンタモード 外部からのパルス、他のタイマのオーバフロー、または他のタイマのアンダフローをカウントするモード
- ・パルス周期測定モード、パルス幅測定モード 外部パルスの周期またはパルス幅を測定するモード
- ・A/Dトリガモード 1度のトリガに対してカウント値が0000₁₆なるまでの間、カウントするモード。A/D変換の同時サンプル掃引モード、または遅延トリガモード0と組み合わせ、A/D変換開始トリガとして使用します。

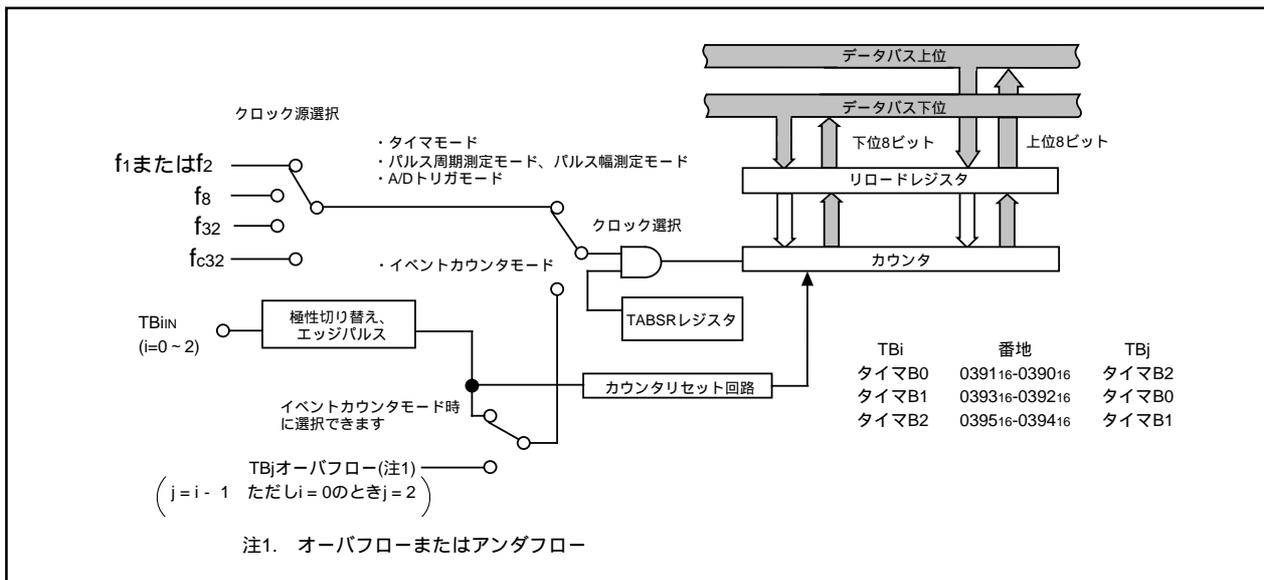


図12.15 タイマBブロック図

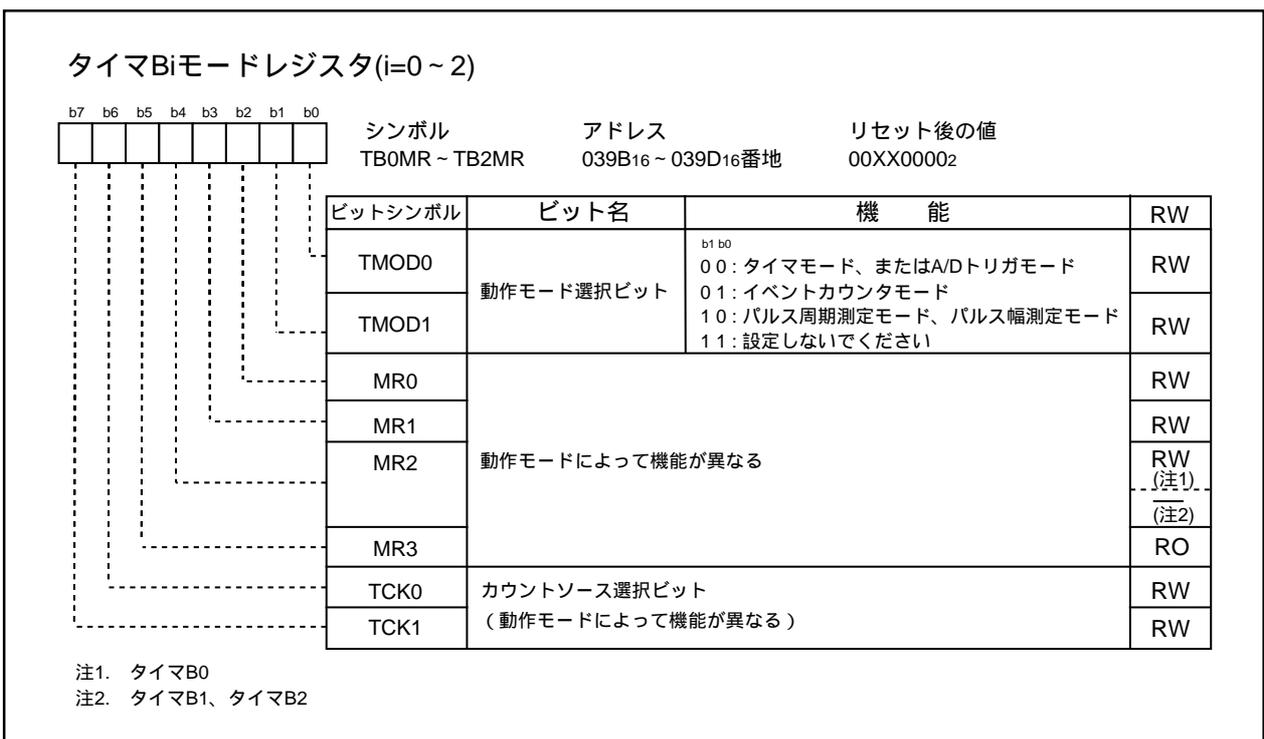
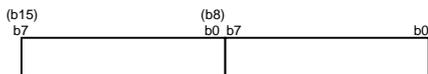


図12.16 TB0MR～TB2MRレジスタ

タイマBiレジスタ(i=0~2) (注1)

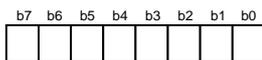


| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|------|---|---------|
| TB0 | 0391 ₁₆ -0390 ₁₆ 番地 | 不定 |
| TB1 | 0393 ₁₆ -0392 ₁₆ 番地 | 不定 |
| TB2 | 0395 ₁₆ -0394 ₁₆ 番地 | 不定 |

| モード | 機能 | 設定範囲 | RW |
|-------------------------|-------------------------------|---|----|
| タイマモード | 設定値をnとすると、カウントソースをn+1分周する | 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ | RW |
| イベントカウンタモード | 設定値をnとすると、カウントソースをn+1分周する(注2) | 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ | RW |
| パルス周期測定モード パルス幅測定モード | パルス周期またはパルス幅を測定する | — | RO |
| A/Dトリガモード (注3) | 設定値をnとすると、カウントソースをn+1分周し、停止する | 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ | RW |

- 注1. 16ビット単位でアクセスしてください。
- 注2. 外部からのパルス、他のタイマのオーバフロー、または他のタイマのアンダフローをカウントします。
- 注3. 遅延トリガモード0と組み合わせて使用する場合、タイマB1レジスタにはタイマB0レジスタの値より大きい値を設定してください。

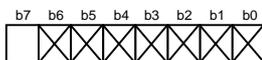
カウント開始フラグ



| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|-------|-----------------------|------------------|
| TABSR | 0380 ₁₆ 番地 | 00 ₁₆ |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|----------------|------------------------|----|
| TA0S | タイマA0カウント開始フラグ | 0: カウント停止 1: カウント開始 | RW |
| TA1S | タイマA1カウント開始フラグ | | RW |
| TA2S | タイマA2カウント開始フラグ | | RW |
| TA3S | タイマA3カウント開始フラグ | | RW |
| TA4S | タイマA4カウント開始フラグ | | RW |
| TB0S | タイマB0カウント開始フラグ | | RW |
| TB1S | タイマB1カウント開始フラグ | | RW |
| TB2S | タイマB2カウント開始フラグ | | RW |

時計用プリスケアラリセットフラグ



| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|-------|-----------------------|-----------------------|
| CPSRF | 0381 ₁₆ 番地 | 0XXXXXXX ₂ |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|--------------|---|--|----|
| — (b6-b0) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。 読んだ場合、その値は不定。 | | — |
| CPSR | 時計用プリスケアラリセットフラグ | このビットを“1”にすると時計用プリスケアラが初期化される (読んだ場合、その値は“0”) | RW |

図12.17 TB0~TB2レジスタ、TABSRレジスタ、CPSRFレジスタ

12.2.1 タイマモード

内部で生成されたカウントソースをカウントするモードです(表12.6参照)。図12.18 にタイマモード時のTBiMRレジスタを示します。

表12.6 タイマモードの仕様

| 項 目 | 仕 様 |
|---------------|---|
| カウントソース | f1、f2、f8、f32、fC32 |
| カウント動作 | ・ダウンカウント ・アンダフロー時リロードレジスタの内容をリロードしてカウントを継続 |
| 分周比 | 1/(n+1) n:TBiレジスタの設定値(i=0~2) 0000 ₁₆ ~FFFF ₁₆ |
| カウント開始条件 | TBiSビット(注1)を“1”(カウント開始)にする |
| カウント停止条件 | TBiSビットを“0”(カウント停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | アンダフロー時 |
| TBiIN端子機能 | 入出力ポート |
| タイマの読み出し | TBiレジスタを読むと、カウント値が読める |
| タイマの書き込み | ・カウント停止中とカウント開始後1回目のカウントソースが入力されるまで TBiレジスタに書くと、リロードレジスタ、カウンタの両方に書かれる ・カウント中(ただし、1回目のカウントソース入力後) TBiレジスタに書くと、リロードレジスタに書かれる(次のリロード時に転送) |

注1. TB0S~TB2SビットはTABSRレジスタのビット5~7です。

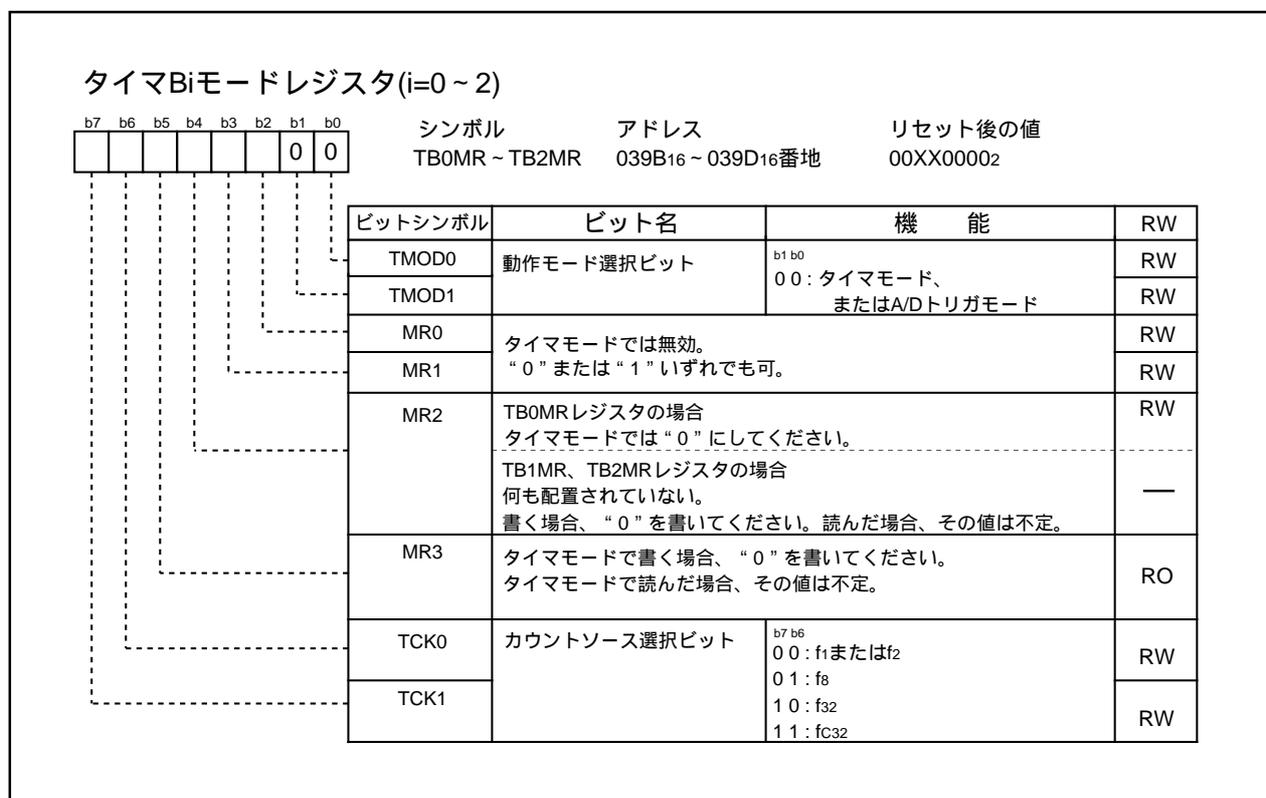


図12.18 タイマモード時のTBiMRレジスタ

12.2.2 イベントカウンタモード

外部信号、他のタイマのオーバーフロー、または他のタイマのアンダフローをカウントするモードです (表12.7参照)。図12.19 にイベントカウンタモード時のT*B*iMRレジスタを示します。

表12.7 イベントカウンタモードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|--------------------|--|
| カウントソース | ・ T <i>B</i> _{iIN} 端子(i=0~2)に <input type="checkbox"/> 入力された外部信号(プログラムで有効エッジを選択可能) ・ タイマ <i>B</i> _j のオーバーフローまたはアンダフロー(j=i-1、ただしi=0のときj=2) |
| カウント動作 | ・ ダウンカウント ・ アンダフロー時は、リロードレジスタの内容をリロードしてカウントを継続 |
| 分周比 | ・ 1/(n+1) n:T <i>B</i> iレジスタの設定値 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ |
| カウント開始条件 | T <i>B</i> iSビット(注1)を“1”(カウント開始)にする |
| カウント停止条件 | T <i>B</i> iSビットを“0”(カウント停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | アンダフロー時 |
| T <i>B</i> iIN端子機能 | カウントソース入力 |
| タイマの読み出し | T <i>B</i> iレジスタを読むと、カウント値が読める |
| タイマの書き込み | ・ カウント停止中とカウント開始後1回目のカウントソースが入力されるまで T <i>B</i> iレジスタに書くと、リロードレジスタ、カウンタの両方に書かれる ・ カウント中(ただし、1回目のカウントソース入力後) T <i>B</i> iレジスタに書くと、リロードレジスタに書かれる(次のリロード時に転送) |

注1. T*B*0S ~ T*B*2SビットはT*B*BSRレジスタのビット5~7です。

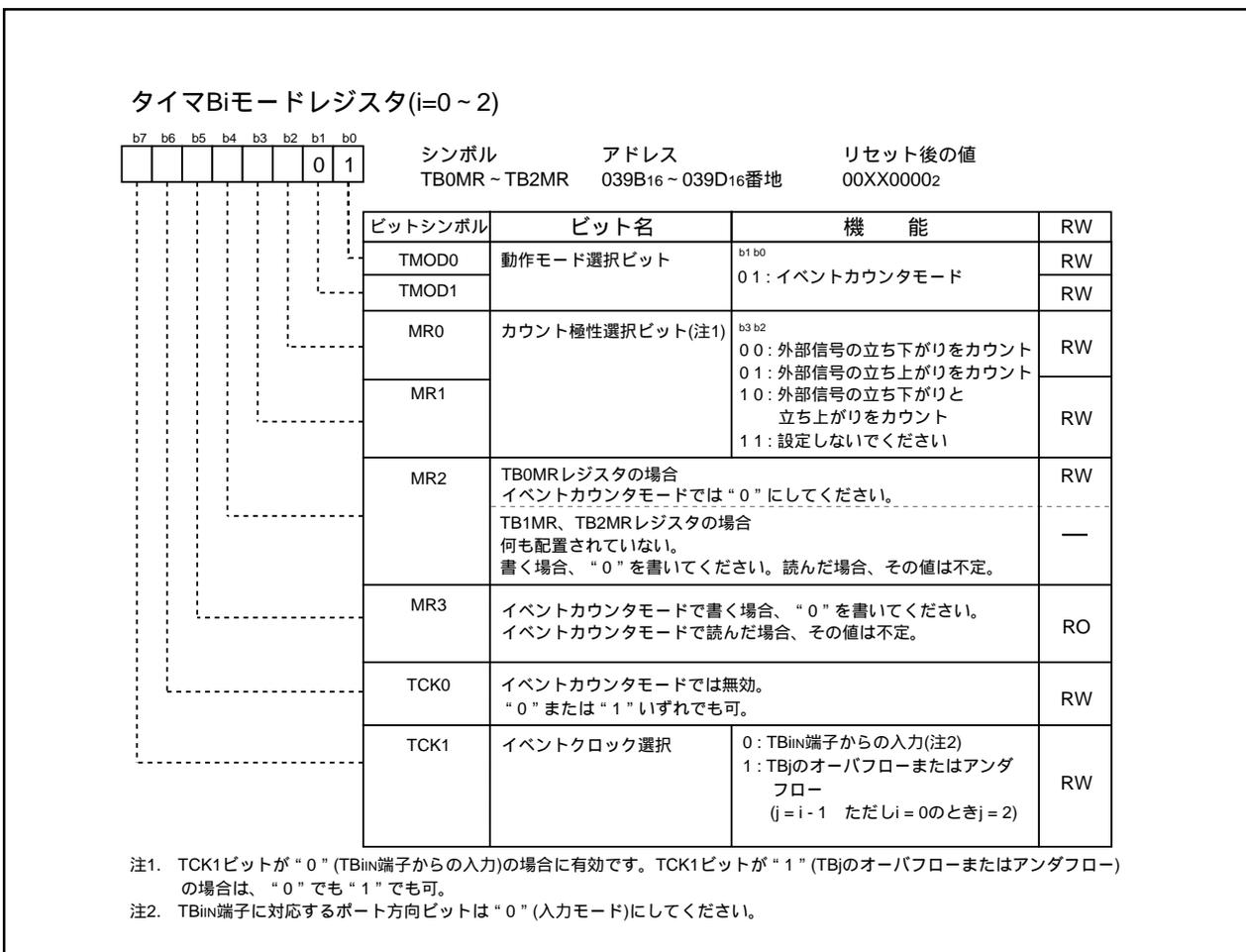


図12.19 イベントカウンタモード時のT*B*iMRレジスタ

12.2.3 パルス周期測定モード、パルス幅測定モード

外部信号のパルス周期、またはパルス幅を測定するモードです(表12.8)。図12.20 にパルス周期測定モード、パルス幅測定モード時のTBiMRレジスタを示します。図12.21にパルス周期測定時の動作図、図12.22にパルス幅測定時の動作図を示します。

表12.8 パルス周期測定モード、パルス幅測定モードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|-------------------|--|
| カウントソース カウント動作 | f1、f2、f8、f32、fc32 ・アップカウント ・測定パルスの有効エッジで、リロードレジスタにカウンタの値を転送し、カウンタの値を“0000 ₁₆ ”にしてカウントを継続 |
| カウント開始条件 | ・TBiSビット(i=0~2)(注3)を“1”(カウント開始)にする |
| カウント停止条件 | ・TBiSビットを“0”(カウント停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | ・測定パルスの有効エッジ入力時(注1) ・オーバフロー時。オーバフローと同時にTBiMRレジスタのMR3ビットが“1”(オーバフローあり)になります。TBiSビットが“1”(カウント開始)のとき、MR3ビットが“1”になった後の次のカウントタイミング以降に、TBiMRレジスタに書くと、MR3ビットは“0”(オーバフローなし)になります。 |
| TBiIN端子機能 | 測定パルス入力 |
| タイマの読み出し | TBiレジスタを読むと、リロードレジスタの内容(測定結果)が読める(注2) |
| タイマの書き込み | TBiレジスタに書いた値は、リロードレジスタにもカウンタにも書かれない |

注1. カウント開始後1回目の有効エッジ入力時は、割り込み要求は発生しません。

注2. カウント開始後2回目の有効エッジ入力までは、TBiレジスタを読んでも値は不定です。

注3. TB0S~TB2SビットはTABSRレジスタのビット5~7です。

| タイマBiモードレジスタ(i=0~2) | | シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|---------------------|--|---------------|--|-----------------------|
| | | TB0MR ~ TB2MR | 039B ₁₆ ~ 039D ₁₆ 番地 | 00XX0000 ₂ |
| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | | RW |
| TMOD0 | 動作モード選択ビット | b1 b0 | 1 0 : パルス周期測定モード、パルス幅測定モード | RW |
| TMOD1 | | | | RW |
| MR0 | 測定モード選択ビット | b3 b2 | 0 0 : パルス周期測定 (測定パルスの立ち下がりから次の立ち下がり間の測定) 0 1 : パルス周期測定 (測定パルスの立ち上がりから次の立ち上がり間の測定) | RW |
| MR1 | | | 1 0 : パルス幅測定 (測定パルスの立ち下がりから次の立ち上がり間の測定と立ち上がりから次の立ち下がり間の測定) 1 1 : 設定しないでください | RW |
| MR2 | TB0MRレジスタの場合 パルス周期測定モード、パルス幅測定モードでは“0”にしてください。 TB1MR、TB2MRレジスタの場合 何も配置されていない。 書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は不定。 | | | RW |
| MR3 | タイマBiオーバフローフラグ(注1) | | 0 : オーバフローなし 1 : オーバフローあり | RO |
| TCK0 | カウントソース選択ビット | b7 b6 | 0 0 : f1またはf2 0 1 : f8 1 0 : f32 1 1 : fc32 | RW |
| TCK1 | | | | RW |

注1. リセット後は不定です。TBiSビットが“1”(カウント開始)のとき、MR3ビットが“1”(オーバフローあり)になった後の次のカウントタイミング以降に、TBiMRレジスタに書くと、MR3ビットは“0”(オーバフローなし)になります。MR3ビットをプログラムで“1”にできません。TB0S~TB2SビットはTABSRレジスタのビット5~7です。

図12.20 パルス周期測定モード及びパルス幅測定モード時のTBiMRレジスタ

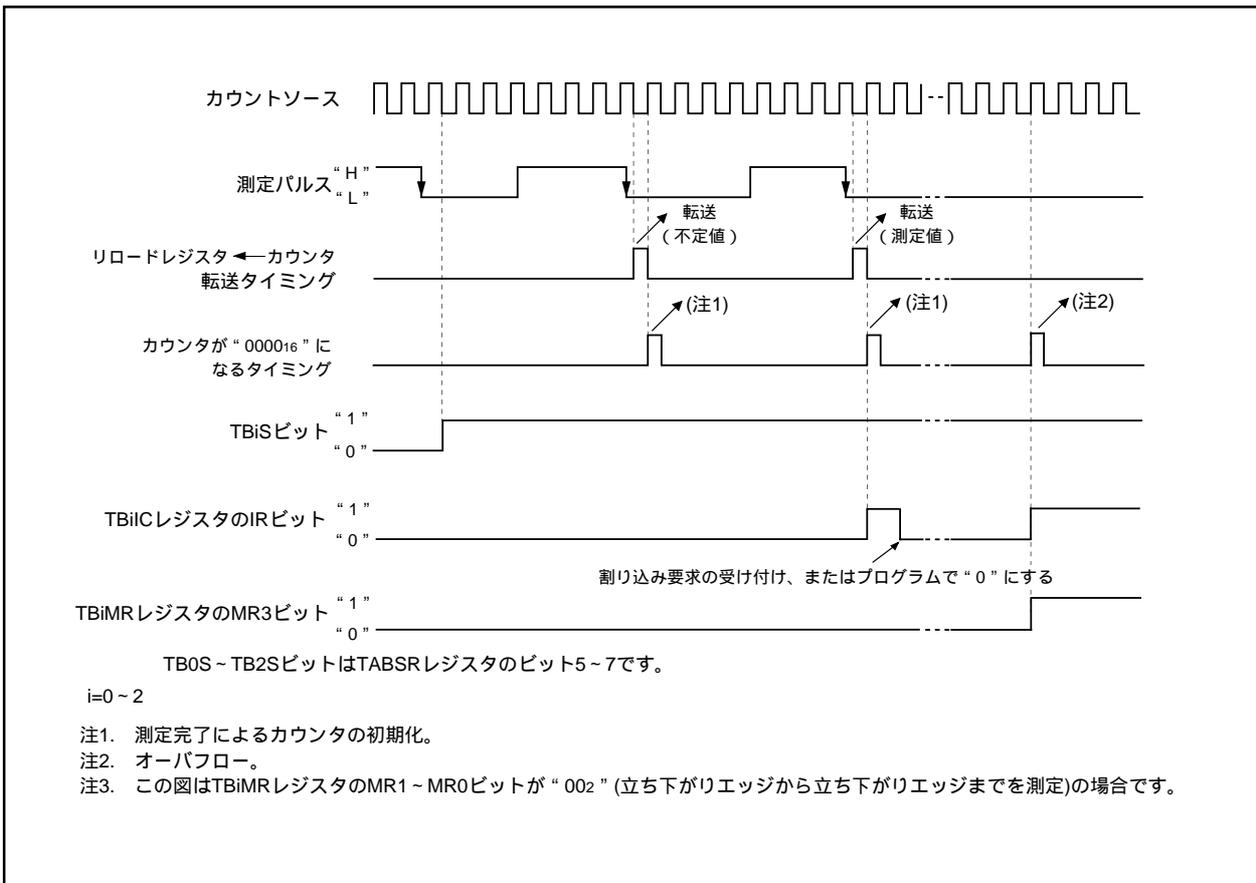


図12.21 パルス周期測定時の動作図

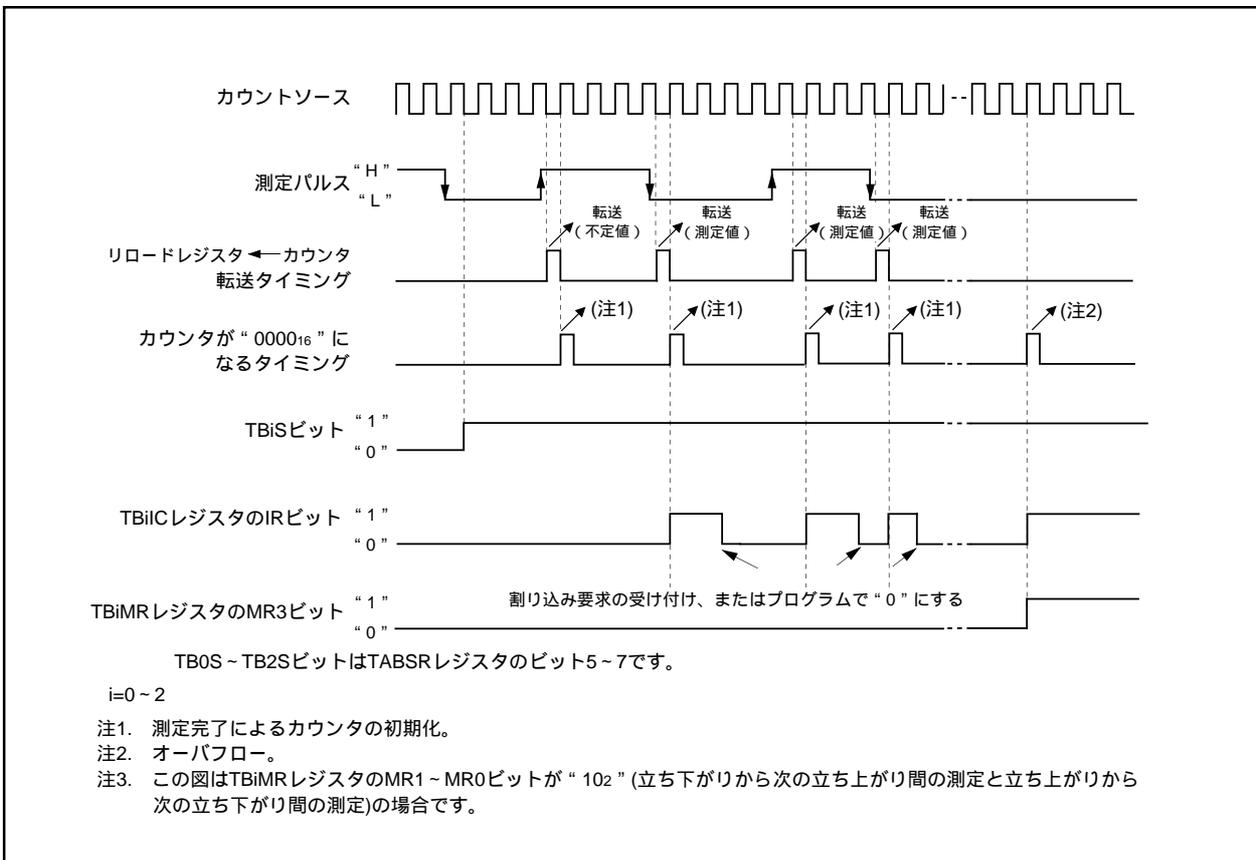


図12.22 パルス幅測定時の動作図

12.2.4 A/Dトリガモード

本モードはA/D変換の同時サンプル掃引モード、または遅延トリガモード0と組み合わせて、A/Dコンバータの変換開始トリガとして使用します。A/Dトリガモードでは、タイマは1度のトリガに対してカウント値が“0000₁₆”になるまでの間カウントします。本モードはタイマB0とタイマB1で有効です。図12.23にA/Dトリガモード時のTBiMRレジスタを、図12.24にTB2SCレジスタを示します。

表12.9 A/Dトリガモードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|---|
| カウントソース | f1、f2、f8、f32、fc32 |
| カウント動作 | ダウンカウント アンダフロー時リロードレジスタの内容をリロードしてカウントを停止 カウント動作中にトリガが発生した場合、カウントに影響しない |
| 分周比 | 1/(n+1) n:TBiレジスタ(i=0,1)の設定値 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ |
| カウント開始条件 | TABSRレジスタのTBISビット(i=0, 1)が“1”(カウント開始)、TB2SCレジスタのTBiEN(i=0,1)ビットが“1”(A/Dトリガモード)、かつ次のトリガが発生したとき(TB2SCレジスタのTB2SELビットで選択) タイマB2の割り込み タイマB2割り込み発生頻度設定カウンタのアンダフロー |
| カウント停止条件 | カウント値が0000 ₁₆ になりリロードした後 TBISビットを“0”(カウント停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | アンダフロー時(注1) |
| TBiIN端子機能 | 入出力ポート |
| タイマの読み出し | TBiレジスタを読むと、カウント値が読める |
| タイマの書き込み(注2) | カウント停止中にTBiレジスタに書くと、リロードレジスタ、カウンタの両方に書かれる カウント中にTBiレジスタに書くと、リロードレジスタに書かれる(次のリロード時に転送) |

注1：タイマのアンダフローでA/D変換を開始します。詳細は「15. A/Dコンバータ」の章を参照してください。

注2：遅延トリガモード0で使用する場合、タイマB1レジスタにはタイマB0レジスタの値より大きい値を設定してください。

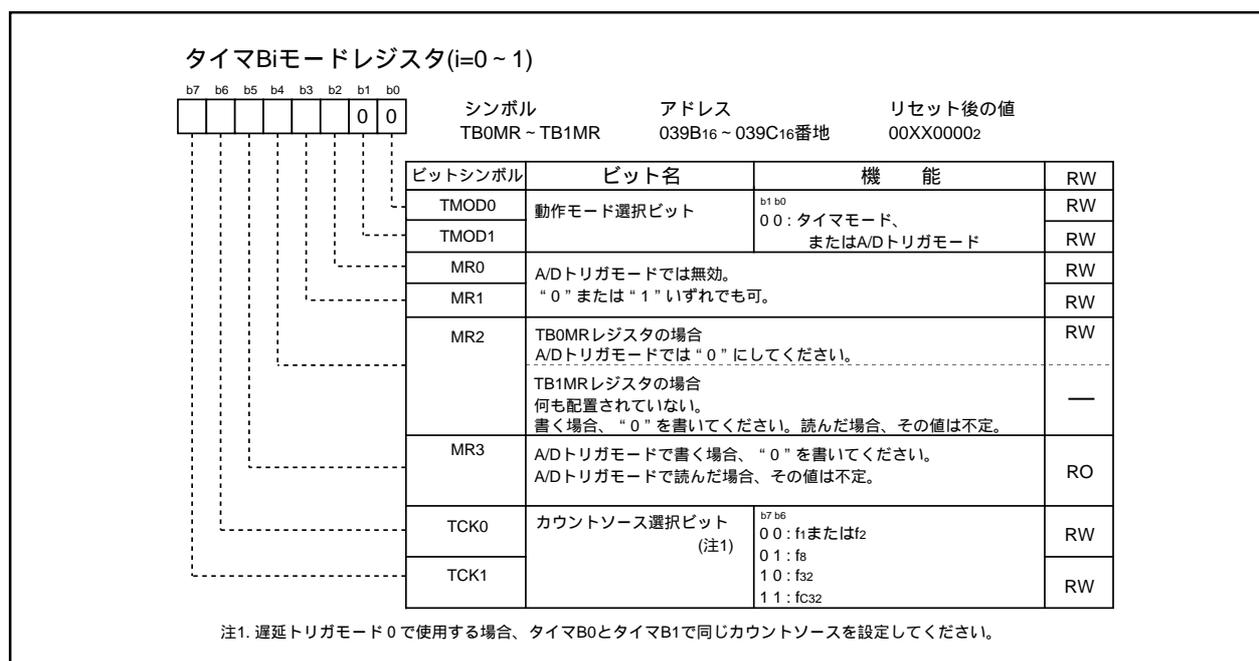


図12.23 A/Dトリガモード時のTBiMRレジスタ

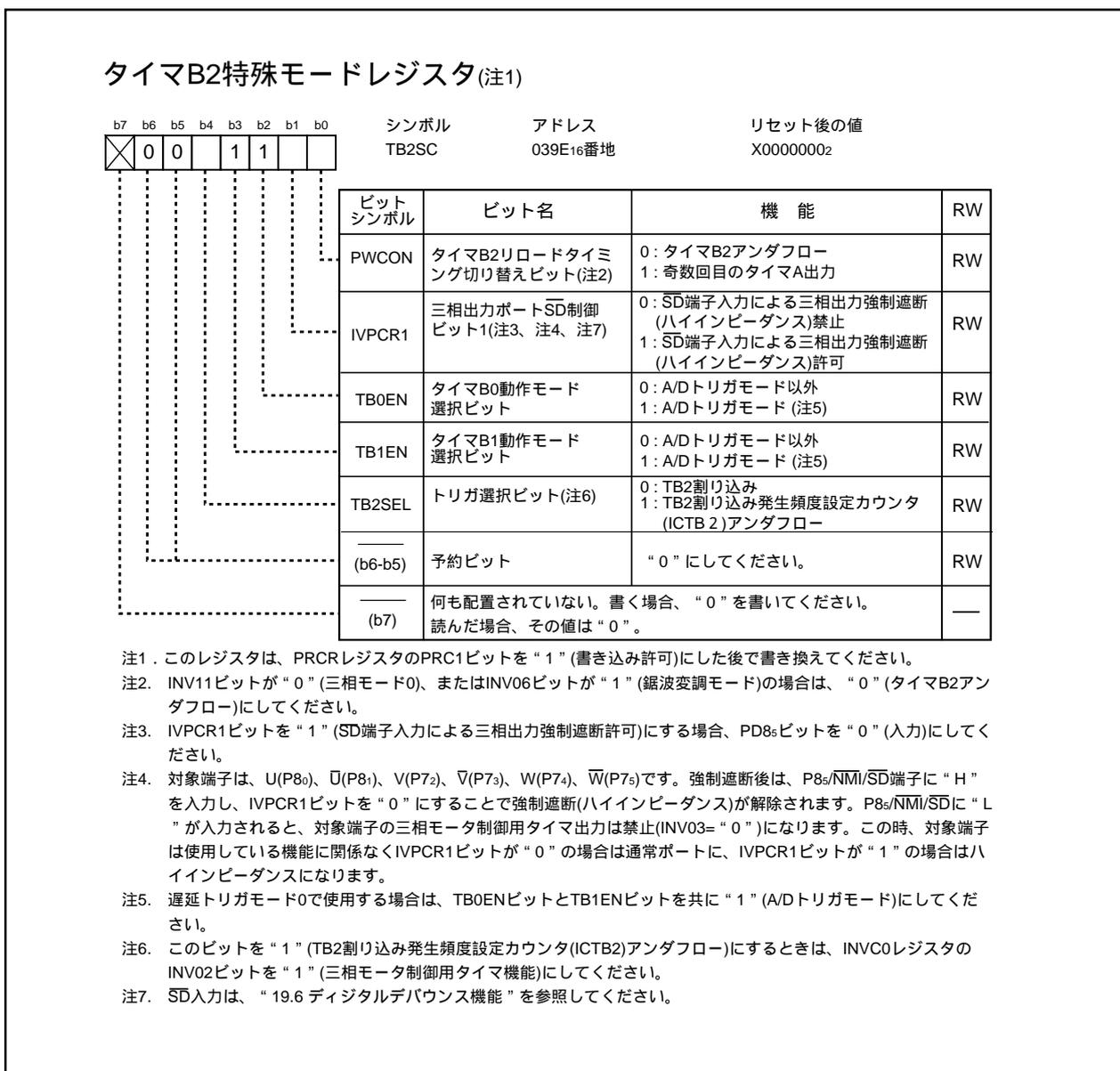


図12.24 A/Dトリガモード時のTB2SCレジスタ

12.3 三相モータ制御用タイマ機能

タイマA1、A2、A4、B2を使用して三相モータ駆動波形を出力できます。表12.10に三相モータ制御用タイマ機能の仕様を、図12.25に三相モータ制御用タイマ機能のブロック図を示します。また、図12.26～図12.32に三相モータ制御用タイマ機能関連レジスタを示します。

表12.10 三相モータ制御用タイマ機能の仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|--|
| 三相波形出力端子 | 6本(U、 \bar{U} 、V、 \bar{V} 、W、 \bar{W}) |
| 強制遮断入力(注1) | \overline{SD} 端子に“L”を入力 |
| 使用タイマ | タイマA4、A1、A2(ワンショットタイマモードで使用) タイマA4：U、 \bar{U} 相波形制御 タイマA1：V、 \bar{V} 相波形制御 タイマA2：W、 \bar{W} 相波形制御 タイマB2(タイマモードで使用) 搬送波周期制御 短絡防止タイマ(8ビットタイマ3本、リロードレジスタ共用) 短絡防止時間制御 |
| 出力波形 | 三角波変調、鋸波変調 ・1周期すべて“H”または“L”出力可能 ・正相レベルと逆相レベルを独立設定可能 |
| 搬送波周期 | 三角波変調：カウントソース $\times(m+1)\times 2$ 鋸波変調：カウントソース $\times(m+1)$ m：TB2レジスタ設定値。0～65535 カウントソース：f ₁ 、f ₂ 、f ₈ 、f ₃₂ 、f _{c32} |
| 三相PWM出力幅 | 三角波変調：カウントソース $\times n\times 2$ 鋸波変調：カウントソース $\times n$ n：TA4、TA1、TA2、(INV11が“1”のときはTA4、TA41、TA1、TA11、TA2、TA21)レジスタ設定値。1～65535 カウントソース：f ₁ 、f ₂ 、f ₈ 、f ₃₂ 、f _{c32} |
| 短絡防止時間(幅) | カウントソース $\times p$ 、または短絡防止時間なし p：DTTレジスタ設定値。1～255 カウントソース：f ₁ 、f ₂ 、f ₁ の2分周、f ₂ の2分周 |
| アクティブレベル | “H”または“L”選択可能 |
| 正逆同時アクティブ禁止機能 | 正逆同時アクティブ禁止機能あり。正逆同時アクティブ検出機能あり。 |
| 割り込み頻度 | タイマB2割り込みは、搬送波周期ごと～搬送波周期15回ごと選択 |

注1．INVC0レジスタのINV02ビットが“1” (三相モータ制御用タイマ機能)のとき、P85/ \overline{SD} 端子はSD機能が有効になります。この時、P85をプログラマブル入出力ポートとして使用できません。SD機能を使用しない場合はP85/ \overline{SD} 端子に“H”を入力してください。

TB2SCレジスタのIVPCR1ビットが“1” (\overline{SD} 端子入力による三相出力強制遮断を許可)のとき、 \overline{SD} 端子に“L”が入力されると対象端子は使用している機能に関係なくハイインピーダンス状態になります。IVPCR1ビットが“0” (\overline{SD} 端子入力による三相出力強制遮断を禁止)のとき、 \overline{SD} 端子に“L”が入力されると対象端子はプログラマブル入出力ポートとなり、ポートレジスタ及びポート方向レジスタの設定にしがたがいます。

対象端子 P72/CLK2/TA1OUT/V/RxD1
P73/CTS2/RTS2/TA1IN/V/TxD1
P74/TA2OUT/W
P75/TA2IN/ \bar{W}
P80/TA4OUT/U
P81/TA4IN/ \bar{U}

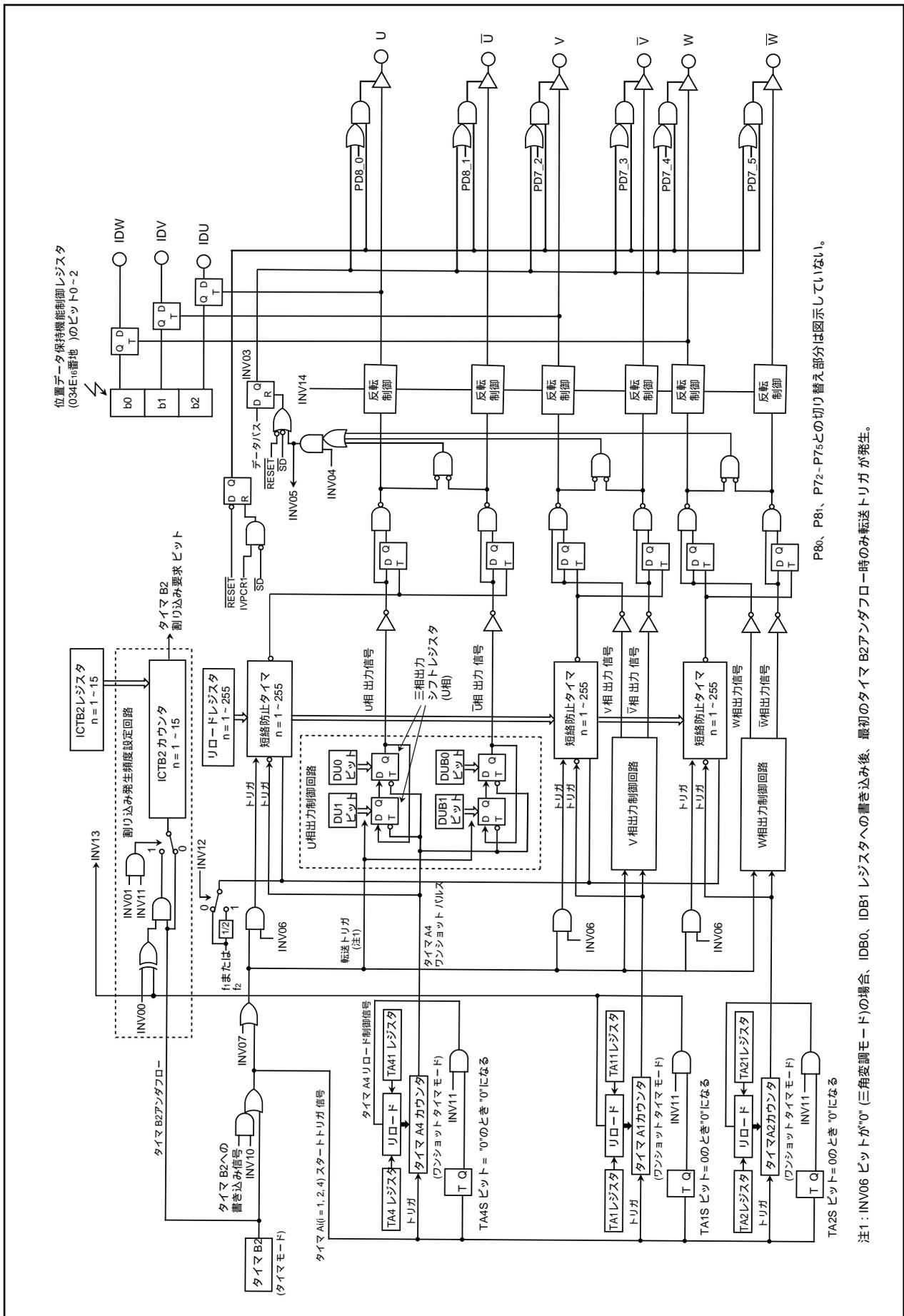


図12.25 三相モータ制御用タイマ機能のブロック図

注1: INV06 ビットが"0" (三角変調モード)の場合、IDB0、IDB1 レジスタへの書き込み後、最初のタイマ B2 アンドアフロワー時のみ転送トリガが発生。
 P80、P81、P72、P75との切り替え部分は図示していない。

三相PWM制御レジスタ0 (注1)

b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

シンボル
INVC0

アドレス
034816番地

リセット後の値
0016

| ビット シンボル | ビット名 | 機 能 | RW |
|-------------|-------------------------------|--|----|
| INV00 | 割り込み有効出力 極性選択ビット (注3) | 0: タイマA1のリロード制御信号の立ち上がり でICTB2カウンタのカウンタを1進める 1: タイマA1のリロード制御信号の立ち下がり でICTB2カウンタのカウンタを1進める | RW |
| INV01 | 割り込み有効出力 指定ビット (注2、注3) | 0: タイマB2アンダフローでICTB2カウンタ のカウンタを1進める 1: INV00ビットで選択 | RW |
| INV02 | モード選択ビット (注4) | 0: 三相モータ制御用タイマ機能を使用しない 1: 三相モータ制御用タイマ機能 (注5) | RW |
| INV03 | 出力制御ビット (注6) | 0: 三相モータ制御用タイマ出力禁止 (注5) 1: 三相モータ制御用タイマ出力許可 | RW |
| INV04 | 正逆相同時アクティブ 出力禁止ビット | 0: 同時アクティブ出力許可 1: 同時アクティブ出力禁止 | RW |
| INV05 | 正逆相同時アクティブ 出力検出フラグ (注7) | 0: 未検出 1: 検出 | RW |
| INV06 | 変調モード選択ビット (注8) | 0: 三角波変調モード 1: 鋸波変調モード (注9) | RW |
| INV07 | ソフトウェアトリガ 選択ビット | このビットを“1”にすると転送トリガが 発生する。INV06ビットが“1”の場合、 短絡防止タイマへのトリガも発生する。 読んだ場合、その値は“0”。 | RW |

注1. このレジスタはPRCRレジスタのPRC1ビットを“1”(書き込み許可)にした後で書き換えてください。また、INV00～INV02、INV04、INV06ビットは、タイマA1、A2、A4、B2が停止中に書き換えてください。

注2. このビットを“1”にする場合は、ICTB2レジスタに値を設定してから書いてください。

注3. INVC1レジスタのINV11ビットが“1”(三相モード1)のとき有効。“0”(三相モード0)のときは、INV00、INV01ビットに関係なくタイマB2アンダフローごとにICTB2カウンタのカウンタを1進める。
INV01ビットを“1”にする場合、タイマA1カウンタ開始フラグを最初のタイマB2アンダフローまでに“1”にしてください。
INV00ビットを“1”にする場合、ICTB2カウンタの設定値をnとすると、最初の割り込みはタイマB2アンダフローのn-1回目が発生し、2回目以降の割り込みはタイマB2アンダフローのn回目ごとに発生します。

注4. INV02ビットを“1”にすると、短絡防止タイマやU、V、W相出力制御回路、ICTB2カウンタが動作します。

注5. U、 \bar{U} 、V、 \bar{V} 、W、 \bar{W} 端子はINV02ビットを“1”(三相モータ制御用タイマ機能)にし、かつINV03ビットを“0”(三相モータ制御用タイマ出力禁止)にすると、すべてハイインピーダンスになります。INV03ビットが“1”のとき、U/V/W対応端子は三相PWM出力を行います。

注6. INV03ビットは次のとき“0”になります。
・リセット
・INV04ビットが“1”のとき、同時アクティブ(INV05=“1”)になった場合
・プログラムで“0”にしたとき
・ \bar{SD} 端子入力が“H”から“L”に変化したとき
(IVPCR1ビットの設定には依存しません。また、 \bar{SD} 入力が“L”のとき、INV03ビットは“1”にできません。)
INV04ビットとINV05ビットが共に“1”のとき、INV03ビットは“0”になります。

注7. プログラムで“0”は書けますが“1”は書けません。

注8. INV06ビットの影響は下表のとおりです。

| 項 目 | INV06 = 0の場合 | INV06 = 1の場合 |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| モード | 三角波変調モード | 鋸波変調モード |
| IDB0、1レジスタから三相出力 シフトレジスタへの転送タイミング | IDB0、1レジスタに書いた後、転送 トリガに同期して1回のみ転送 | 転送トリガごとに転送 |
| INV16 = 0の場合の短絡防止タイマ トリガタイミング | タイマA1、A2、A4のワンショット パルスの立ち下がりに同期 | タイマA1、A2、A4のワンショットパルスの 立ち下がりと、転送トリガに同期 |
| INV13ビット | INV11 = 1かつINV06 = 0のとき有効 | 無効 |

転送トリガ: タイマB2アンダフロー、INV07ビットへの書き込み、またはINV10 = 1のときのTB2レジスタへの書き込み

注9. INV06ビットが“1”の場合、INV11ビットを“0”(三相モード0)、PWCONビットを“0”(タイマB2のアンダフローでタイマB2リロード)にしてください。

注10. PFCRレジスタのPFCi(i=0～5)が“1”(三相PWM出力)のとき、各端子の出力は許可されます

図12.26 INVC0レジスタ

三相PWM制御レジスタ1 (注1)

| ビット シンボル | ビット名 | 機 能 | RW |
|-------------|-----------------------------|---|----|
| 0 | 予約ビット | "0" にしてください | RW |
| INV10 | タイマA1、A2、A4スタートトリガ選択ビット | 0: タイマB2アンダフロー 1: タイマB2アンダフローと、TB2レジスタへの書き込み (注2) | RW |
| INV11 | タイマA1-1、A2-1、A4-1制御ビット (注3) | 0: 三相モード0 1: 三相モード1 | RW |
| INV12 | 短絡防止タイマカウントソース選択ビット | 0: f ₁ またはf ₂ 1: f ₁ の2分周またはf ₂ の2分周 | RW |
| INV13 | 搬送波状態検出フラグ (注5) | 0: タイマA1リロード制御信号が"0" 1: タイマA1リロード制御信号が"1" | RO |
| INV14 | 出力極性制御ビット | 0: 出力波形 "L" アクティブ 1: 出力波形 "H" アクティブ | RW |
| INV15 | 短絡防止時間無効ビット | 0: 短絡防止時間有効 1: 短絡防止時間無効 | RW |
| INV16 | 短絡防止時間タイマトリガ選択ビット | 0: タイマ(A4、A1、A2)のワンショットパルスの立ち下がり (注6) 1: 三相出力シフトレジスタ(U、V、W相)出力の立ち上がり | RW |
| (b7) | 予約ビット | "0" にしてください | RW |

注1. このレジスタはPRCRレジスタのPRC1ビットを"1" (書き込み許可)にした後で書き換えてください。また、タイマA1、A2、A4、B2が停止中に書き換えてください。

注2. TB2レジスタへの書き込みによって、スタートトリガが発生するのは、タイマB2が停止中のみです。

注3. INV11ビットの影響は下表のとおりです。

| 項 目 | INV11 = 0の場合 | INV11 = 1の場合 |
|--------------------|--|----------------------------|
| モード | 三相モード0 | 三相モード1 |
| TA11、TA21、TA41レジスタ | 使用しない | 使用する |
| INV00ビット、INV01ビット | 無効。INV00、INV01ビットの値に関係なく、タイマB2アンダフローごとにICTB2カウント | 有効。 |
| INV13ビット | 無効。 | INV11 = 1かつINV06 = 0のとき有効。 |

注4. INV0レジスタのINV06ビットが"1" (鋸波変調モード)の場合は、"0" (三相モード0)にしてください。また、INV11ビットが"0"の場合、TB2SCレジスタのPWCONビットを"0" (タイマB2のアンダフローでタイマB2リロード)にしてください。

注5. INV13ビットはINV06ビットが"0" (三角波変調モード)かつINV11ビットが"1" (三相モード1)のときのみ有効です。

注6. 次の条件がすべて当てはまる場合は、INV16ビットを"1" (短絡防止タイマのトリガは三相出力シフトレジスタの出力の立ち上がり)にしてください。

- ・INV15ビットが"0" (短絡防止タイマ使用)
- ・INV03ビットが"1" (三相モータ制御用タイマ出力許可)のときには、常にDij(i: U、VまたはW、j: 0~1)ビットとDiBjビットの値が違う(短絡防止時間以外の期間、正相と逆相は常に逆のレベルを出力する)。

また、上記の条件のいずれかが当てはまらない場合はINV16ビットを"0" (短絡防止タイマのトリガはタイマのワンショットパルスの立ち下がり)にしてください。

図12.27 INVC1レジスタ

三相出力バッファレジスタ_i (i=0, 1)(注1)

| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|------|-----------------------|-----------------------|
| IDB0 | 034A ₁₆ 番地 | 00111111 ₂ |
| IDB1 | 034B ₁₆ 番地 | 00111111 ₂ |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|------------------|--|--|----|
| DU _i | U相出力バッファ _i | 出力レベルを書いてください。 0: アクティブレベル 1: アクティブでないレベル 読んだ場合は三相出力シフトレジスタの値を読む。 | RW |
| DUB _i | \bar{U} 相出力バッファ _i | | RW |
| DV _i | V相出力バッファ _i | | RW |
| DVB _i | \bar{V} 相出力バッファ _i | | RW |
| DW _i | W相出力バッファ _i | | RW |
| DWB _i | \bar{W} 相出力バッファ _i | | RW |
| (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”。 | | RO |

注1. IDB0、IDB1レジスタの値は転送トリガで三相出力シフトレジスタに転送されます。転送トリガ発生後、IDB0レジスタに書いた値が最初に各相出力信号となり、次にタイマA1、A2、A4ワンショットパルスの立ち下がり方でIDB1レジスタに書いた値が各相出力信号となります。

短絡防止タイマ (注1、2)

| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|------|-----------------------|---------|
| DTT | 034C ₁₆ 番地 | 不定 |

| 機能 | 設定範囲 | RW |
|--|---------|----|
| 設定値をnとすると、スタートトリガ後、INV12ビットで選択したカウントソースをn回カウントして停止する。正逆相のうちアクティブでないレベルから、アクティブレベルに変化する相は、短絡防止タイマが停止するタイミングで変化する。 | 1 ~ 255 | WO |

注1. このレジスタの書き込みはMOV命令を使用してください。

注2. INV15ビットが“0” (短絡防止時間有効)のとき有効です。“1”のとき短絡防止時間はありません。

タイマB2割り込み発生頻度設定カウンタ

| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|-------|-----------------------|---------|
| ICTB2 | 034D ₁₆ 番地 | 不定 |

| 機能 | 設定範囲 | RW |
|---|--------|----|
| INV01ビットが“0” (タイマB2アンダフローごとにICTB2カウンタカウント)の場合、設定値をnとすると、タイマB2アンダフローのn回目ごとにタイマB2割り込み要求が発生する。INV01ビットが“1” (ICTB2カウンタカウントタイミングはINV00ビットで選択)の場合、設定値をnとすると、INV00ビットで選択した条件に合うタイマB2アンダフローのn回目ごとにタイマB2割り込み要求が発生する。 | 1 ~ 15 | WO |
| 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は不定。 | | — |

注1. ICTB2レジスタへは、MOV命令を使用して書いてください。

INV01ビットが“1”の場合は、更にTB2Sビットが“0” (タイマB2カウント停止)のときに書いてください。

INV01ビットが“0”の場合は、TB2Sビットが“1” (タイマB2カウント開始)でも書けますが、タイマB2のアンダフローのタイミングで書かないでください。

図12.28 IDB0、IDB1レジスタ、DTT、ICTB2レジスタ

タイマAi、Ai-1レジスタ(i = 1、2、4) (注1、2、3、4、5)

| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|-------------|---|---------|
| TA1 | 0389 ₁₆ -0388 ₁₆ 番地 | 不定 |
| TA2 | 038B ₁₆ -038A ₁₆ 番地 | 不定 |
| TA4 | 038F ₁₆ -038E ₁₆ 番地 | 不定 |
| TA11 (注6,7) | 0343 ₁₆ -0342 ₁₆ 番地 | 不定 |
| TA21 (注6,7) | 0345 ₁₆ -0344 ₁₆ 番地 | 不定 |
| TA41 (注6,7) | 0347 ₁₆ -0346 ₁₆ 番地 | 不定 |

| 機能 | 設定範囲 | RW |
|---|---|----|
| 設定値をnとすると、スタートトリガ後、カウントソースをn回カウントして停止する。タイマA1、A2、A4が停止するタイミングで正逆相が変化する。 | 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ | WO |

注1. 16ビット単位でアクセスしてください。

注2. これらのレジスタに“0000₁₆”を書いた場合、カウンタは動作せず、タイマAi割り込み要求は発生しません。

注3. これらのレジスタへの書き込みにはMOV命令を使用してください。

注4. INV15ビットが“0”(短絡防止時間有効)の場合、正逆相のうちアクティブでないレベルからアクティブレベルに変化する相は、短絡防止タイマが停止するタイミングで変化します。

注5. INV11ビットが“0”(三相モード0)の場合、タイマAiスタートトリガによってTAiレジスタの値がリロードレジスタに転送されます。

INV11ビットが“1”(三相モード1)の場合、タイマAiスタートトリガによって、まずTAi1レジスタの値が、次のタイマAiスタートトリガ時にTAiレジスタの値がリロードレジスタに転送されます。以降、TAi1レジスタの値とTAiレジスタの値が交互にリロードレジスタに転送されます。

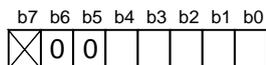
注6. 三相モード1の時は、タイマB2アンダフローのタイミングで、TAi1レジスタへ書かないでください。

注7. TAi1レジスタは次の手順で書いてください。

- (1)TAi1レジスタへ値を書く
- (2)タイマAiカウントソースの1サイクル分待つ
- (3)もう一度、TAi1レジスタへ同じ値を書く

図12.29 TA1、TA2、TA4、TA11、TA21、TA41レジスタ

タイマB2特殊モードレジスタ(注1)



シンボル アドレス リセット後の値
TB2SC 039E16番地 X00000002

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|---|--|----|
| PWCON | タイマB2リロード タイミング切り替えビット | 0: タイマB2アンダフロー 1: 奇数回目のタイマA出力(注2) | RW |
| IVPCR1 | 三相出力ポートSD制御 ビット1(注3、注4、注7) | 0: SD端子入力による三相出力強制遮断 (ハインピーダンス)禁止 1: SD端子入力による三相出力強制遮断 (ハインピーダンス)許可 | RW |
| TB0EN | タイマB0動作モード 選択ビット | 0: A/Dトリガモード以外 1: A/Dトリガモード(注5) | RW |
| TB1EN | タイマB1動作モード 選択ビット | 0: A/Dトリガモード以外 1: A/Dトリガモード(注5) | RW |
| TB2SEL | トリガ選択ビット | 0: TB2割り込み 1: TB2割り込み発生頻度設定カウンタ (ICTB2)アンダフロー(注6) | RW |
| (b6-b5) | 予約ビット | "0" にしてください。 | RW |
| (b7) | 何も配置されていない。書く場合、 "0" を書いてください。 読んだ場合、その値は"0"。 | | — |

- 注1. このレジスタは、PRCRレジスタのPRC1ビットを"1"(書き込み許可)にした後で書き換えてください。
 注2. INV11ビットが"0"(三相モード0)、またはINV06ビットが"1"(鋸波変調モード)の場合は、"0"(タイマB2アンダフロー)にしてください。
 注3. IVPCR1ビットを"1"(SD端子入力による三相出力強制遮断許可)にする場合、PD8sビットを"0"(入力)にしてください。
 注4. 対象端子は、U(P80)、 \bar{U} (P81)、V(P72)、 \bar{V} (P73)、W(P74)、 \bar{W} (P75)です。強制遮断後は、SD端子に"H"を入力し、IVPCR1ビットを"0"にすることで強制遮断(ハインピーダンス)が解除されます。SD端子に"L"が入力されると、対象端子の三相モータ制御用タイマ出力は禁止(INV03="0")になります。この時、対象端子は使用している機能に関係なくIVPCR1ビットが"0"の場合は通常ポートに、IVPCR1ビットが"1"の場合はハインピーダンスになります。
 注5. 遅延トリガモード0で使用する場合は、TB0ENビットとTB1ENビットを共に"1"(A/Dトリガモード)にしてください。
 注6. このビットを"1"(TB2割り込み発生頻度設定カウンタ(ICTB2)アンダフロー)にするときは、INV00レジスタのINV02ビットを"1"(三相モータ制御用タイマ機能)にしてください。
 注7. SD入力は、"19.6 デジタルデバウンス機能"を参照してください。

SD端子入力の影響は以下の通りです。

1. INV03ビットが"1"(三相モータ制御用タイマ出力許可)の場合

| IVPCR1ビット | SD端子入力(注3) | U/V/W対応端子の状態 | 備考 |
|---------------------|------------|--------------|----------|
| "1" (三相出力強制遮断許可) | H | 三相PWM出力 | |
| | L(注1) | ハインピーダンス(注4) | 三相出力強制遮断 |
| "0" (三相出力強制遮断禁止) | H | 三相PWM出力 | |
| | L(注1) | 入出力ポート(注2) | |

- 注1. SD端子に"L"が入力されると、同時にINV03ビットは"0"に変化します。
 注2. ポートレジスタおよびポート方向レジスタの値が有効になります。
 注3. SD機能を使わない場合は、PD8sビットを"0"(入力)にしたうえで、SD端子を外部より"H"にプルアップしてください。
 注4. 三相PWM出力強制遮断後は、SD端子入力が"H"になった後、IVPCR1ビットを"0"にすることで強制遮断(ハインピーダンス)が解除されます。

2. INV03ビットが"0"(三相モータ制御用タイマ出力禁止)の場合

| IVPCR1 bit | SD端子入力 | U/V/W 対応端子の状態 | 備考 |
|---------------------|--------|-----------------------|--------------|
| "1" (三相出力強制遮断許可) | H | 周辺機能の入出力または 入出力ポート | |
| | L | ハインピーダンス | 三相出力強制遮断(注1) |
| "0" (三相出力強制遮断禁止) | H | 周辺機能の入出力または 入出力ポート | |
| | L | 周辺機能の入出力または 入出力ポート | |

- 注1. INV03ビットが"0"(三相モータ制御用タイマ出力禁止)の場合でもIVPCR1ビットが"1"(三相出力強制遮断許可)であれば三相出力強制遮断機能は有効になります。

図12.30 TB2SCレジスタ

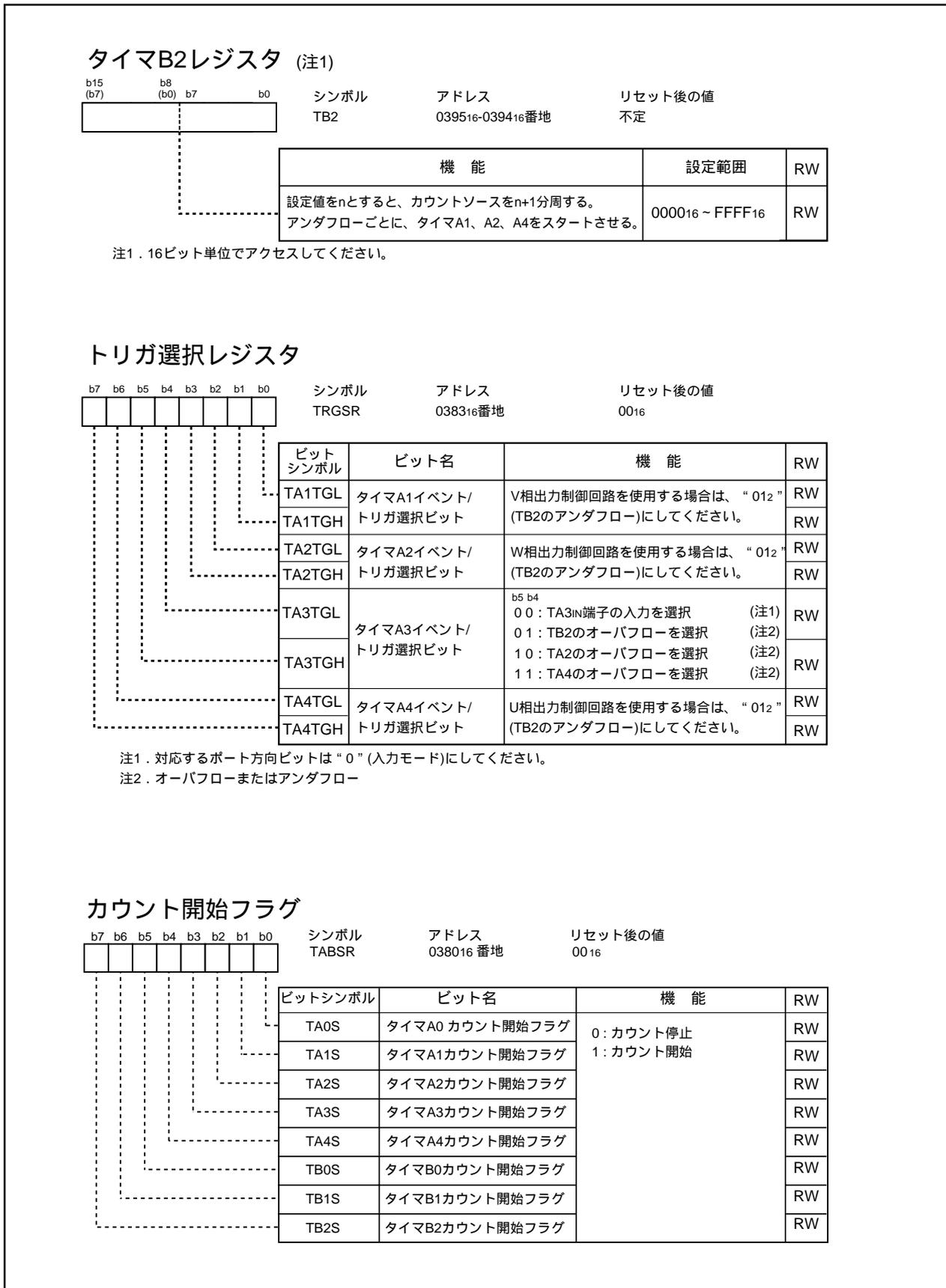


図12.31 TB2レジスタ、TRGSRレジスタ、TABSRレジスタ

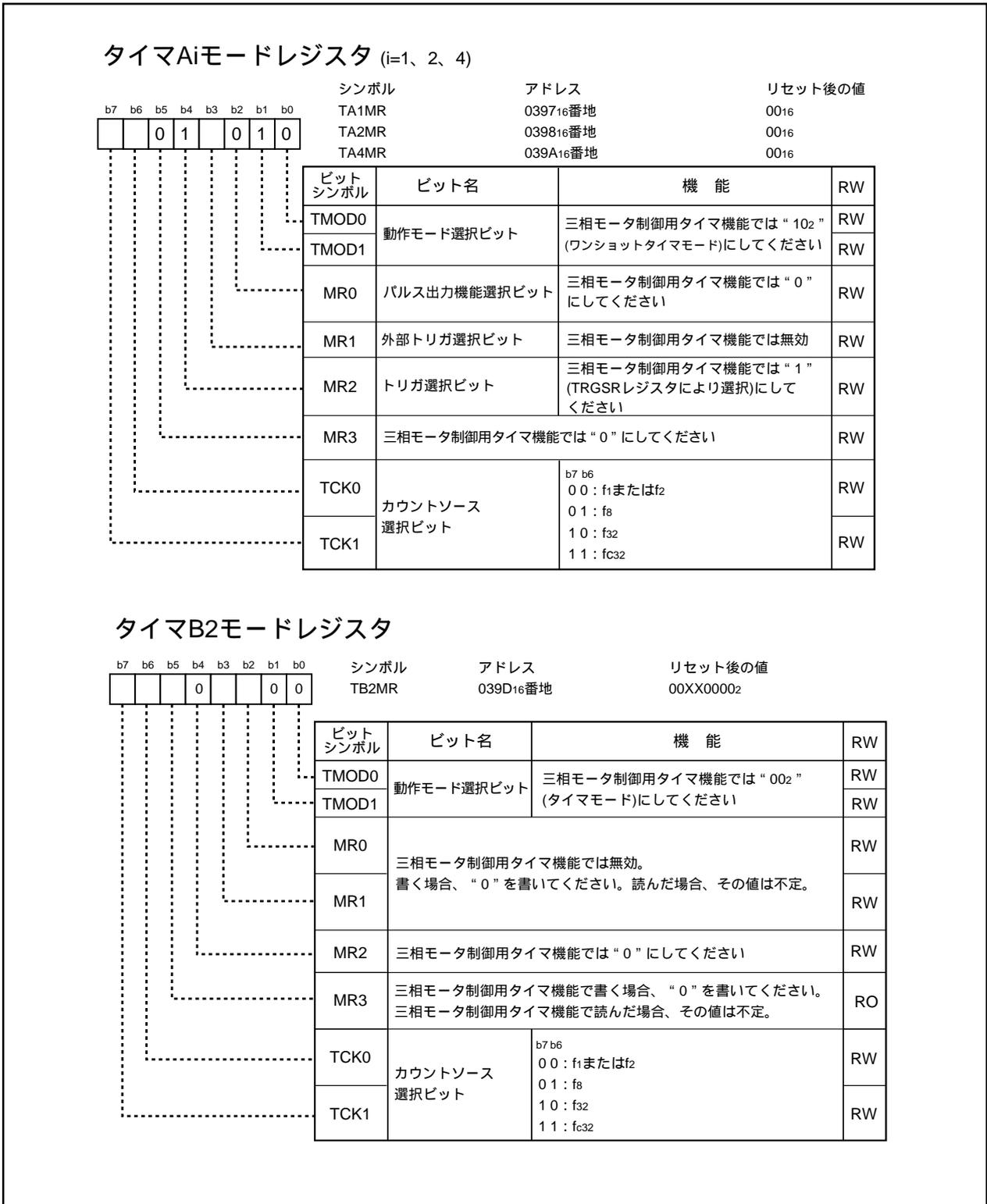


図12.32 TA1MRレジスタ、TA2MRレジスタ、TA4MRレジスタ、TB2MRレジスタ

INVC0レジスタのINV02ビットを“1”にすると、三相モータ制御用タイマ機能になります。この機能では、タイマB2を搬送波制御に、タイマA4、A1、A2を三相PWM出力(U、 \bar{U} 、V、 \bar{V} 、W、 \bar{W})の制御に使用します。短絡防止時間は専用の短絡防止タイマで制御します。図12.33に三角波変調波形例を、図12.34に鋸波変調波形例を示します。

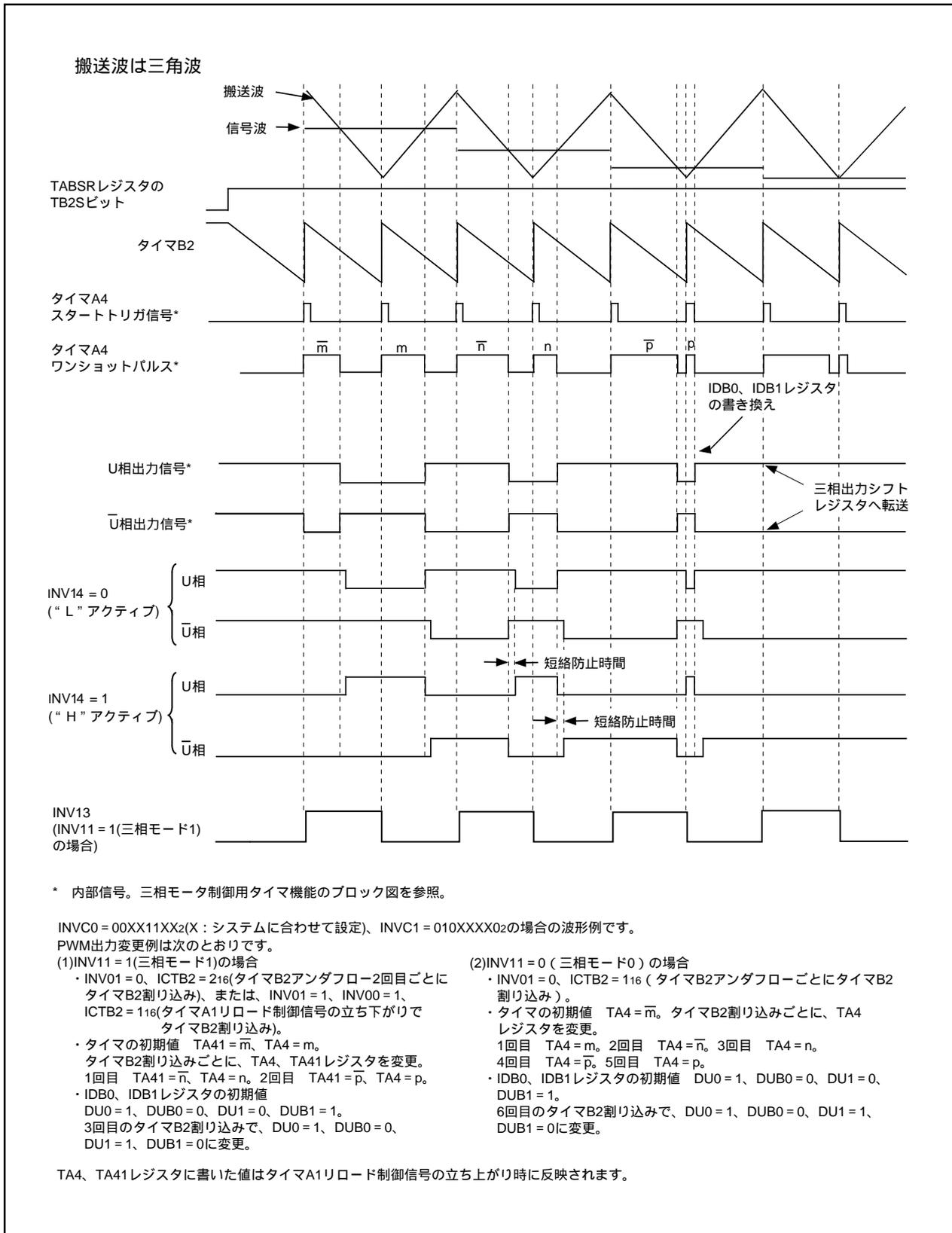


図12.33 三角波変調動作例

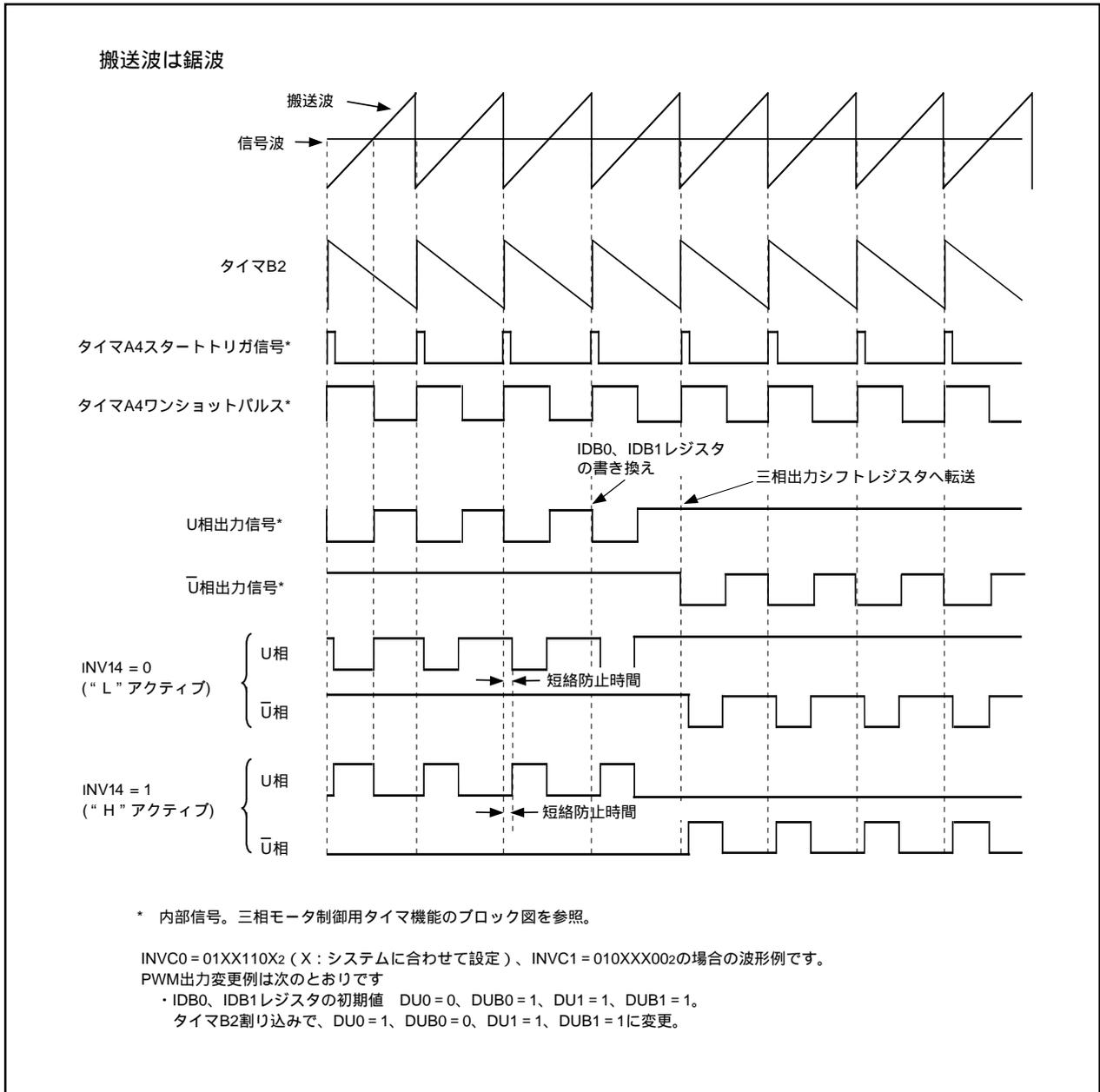


図12.34 鋸波変調波形例

12.3.1 位置データ保持機能

三相波形出力に同期して、位置データを保持する機能です。U相、V相、W相用に3本あります。

位置データを保持するためのトリガ(以後、このトリガは”保持トリガ”として称します。)は、保持トリガ極性選択ビット(PDRFレジスタのPDRTビット)で、各相の正相の立ち下がり又は立ち上がりを選択できます。

12.3.1.1 位置データ保持機能の動作説明

図12.35に保持トリガが正相の立ち下がり信号の場合の位置データ保持機能の入力例(U相)を示します。

- (1)U相波形出力の立ち下がりで、IDU端子の状態をU相位置データ保持ビット(PDRFレジスタのPDRUビット)に転送します。
- (2)次のU相波形出力の立ち下がりまでその値は保持されます。

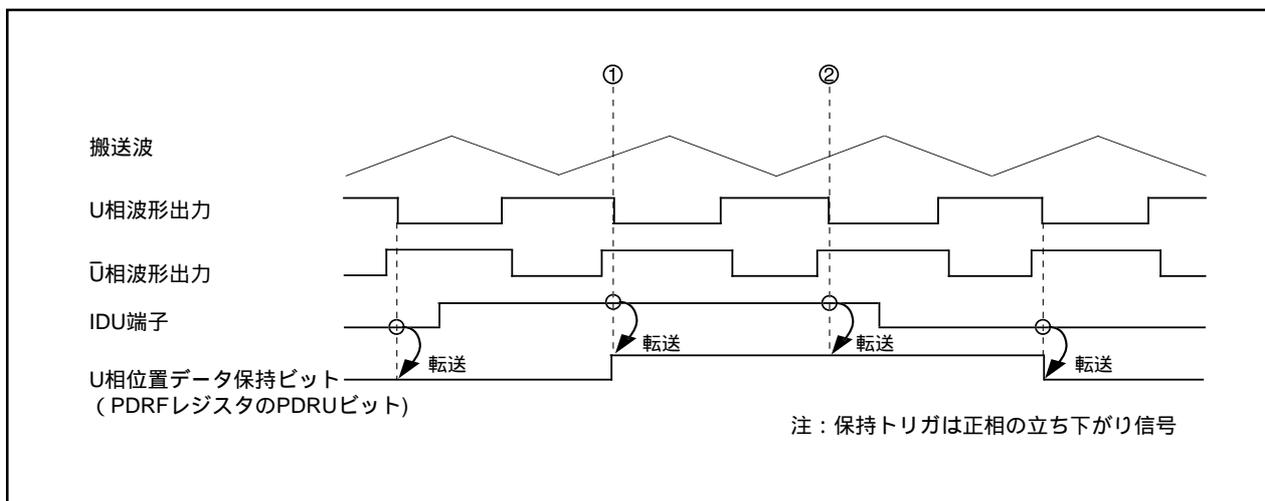


図12.35 位置データ保持機能の入力例(U相)

12.3.1.2 位置データ保持機能制御レジスタ

図12.36に位置データ保持機能制御レジスタのレジスタ構成を示します。

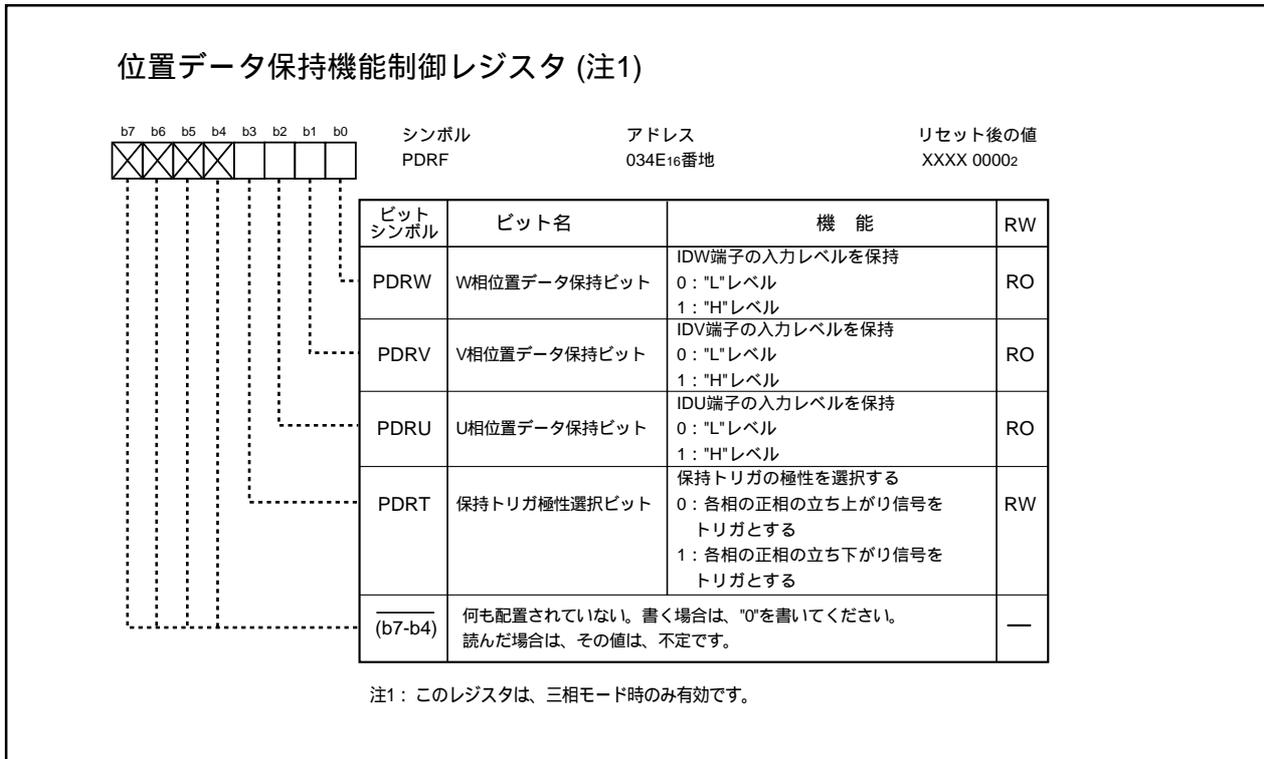


図12.36 PDRFレジスタ

12.3.1.2.1 W相位置データ保持ビット(PDRW)

IDW端子の入力レベルを保持するビットです。

12.3.1.2.2 V相位置データ保持ビット(PDRV)

IDV端子の入力レベルを保持するビットです。

12.3.1.2.3 U相位置データ保持ビット(PDRU)

IDU端子の入力レベルを保持するビットです。

12.3.1.2.4 保持トリガ極性選択ビット(PDRT)

保持トリガの極性を選択するビットです。

"0" のとき各相の正相の立ち上がり信号がトリガになります。

"1" のとき各相の正相の立ち下がり信号がトリガになります。

12.3.2 三相/ポート出力切り替え機能

INVC0レジスタのINVC03ビットが“1”(三相モータ制御用タイマ出力許可)のとき、PFCRレジスタのPFCiビット(i=0~5)を“0”(入出力ポート)にすると、三相PWM出力端子(U、 \bar{U} 、V、 \bar{V} 、W、 \bar{W})は入出力ポートとして機能します。

PFCiビット(i=0~5)の各ビットは、それぞれ三相PWM出力端子1本ずつに対応しています。図12.37に三相/ポート出力切り替え機能の動作例を、図12.38にPFCRレジスタと三相プロテクト制御レジスタを示します。

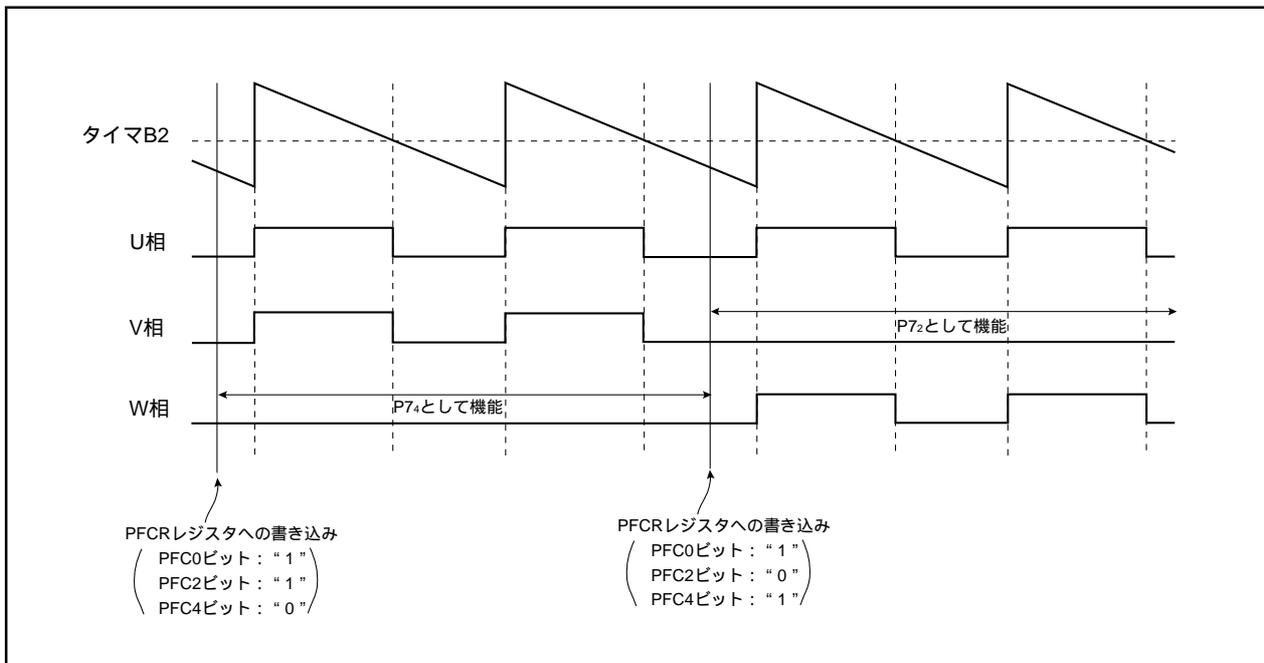


図12.37 三相/ポート出力切り替え機能の動作例

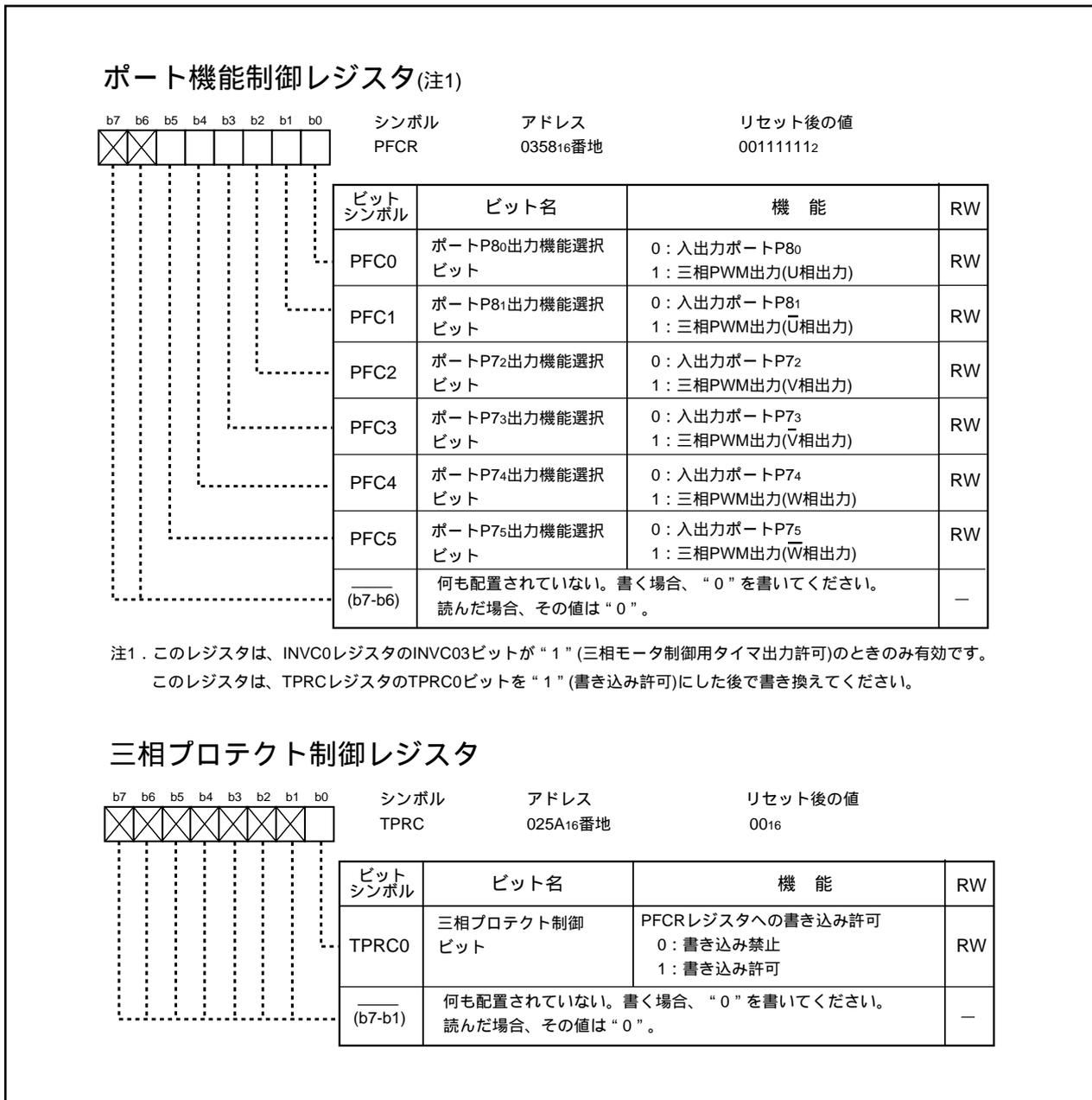


図12.38 PFCRレジスタ、TPRCレジスタ

13. タイマS

タイマS(インプットキャプチャ/アウトプットコンペア:以後、“IC/OC”と称します。)は、時間計測及び波形生成のための高機能入出力ポートです。IC/OCは、フリーラン動作を行う16ビットベースタイマを1本、および時間計測または波形生成用16ビットレジスタを8本備えています。

表13.1にIC/OCの機能とチャンネルを示します。

表 13.1 IC/OC機能とチャンネル

| 機 能 | | |
|-----------|-------------|---------|
| 時間計測 (注1) | | 8 チャンネル |
| | デジタルフィルタ | 8 チャンネル |
| | トリガ入力プリスケーラ | 2 チャンネル |
| | トリガ入力ゲート | 2 チャンネル |
| 波形生成(注1) | | 8 チャンネル |
| | 単相波形出力 | 有効 |
| | 反転波形出力 | 有効 |
| | SR 波形出力 | 有効 |

注1: 時間計測機能は、波形生成機能と端子を共有しています。

各々のチャンネルに対して時間計測機能または波形生成機能を選択することができます。

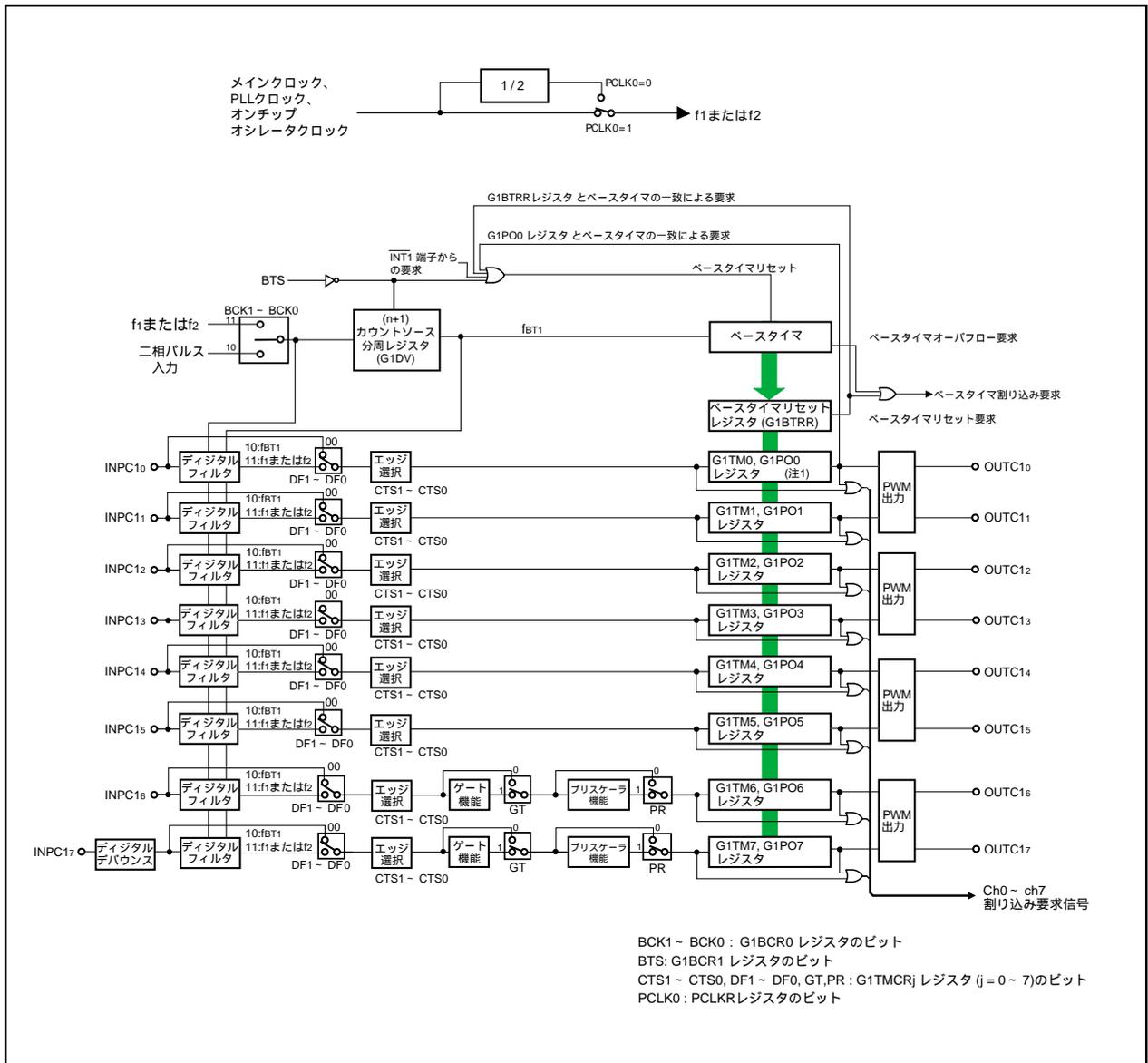


図13.1 IC/OCブロック図

図13.2 ~ 13.10に IC/OCのベースタイマ、時間計測機能及び波形生成機能に関するレジスタを示します。

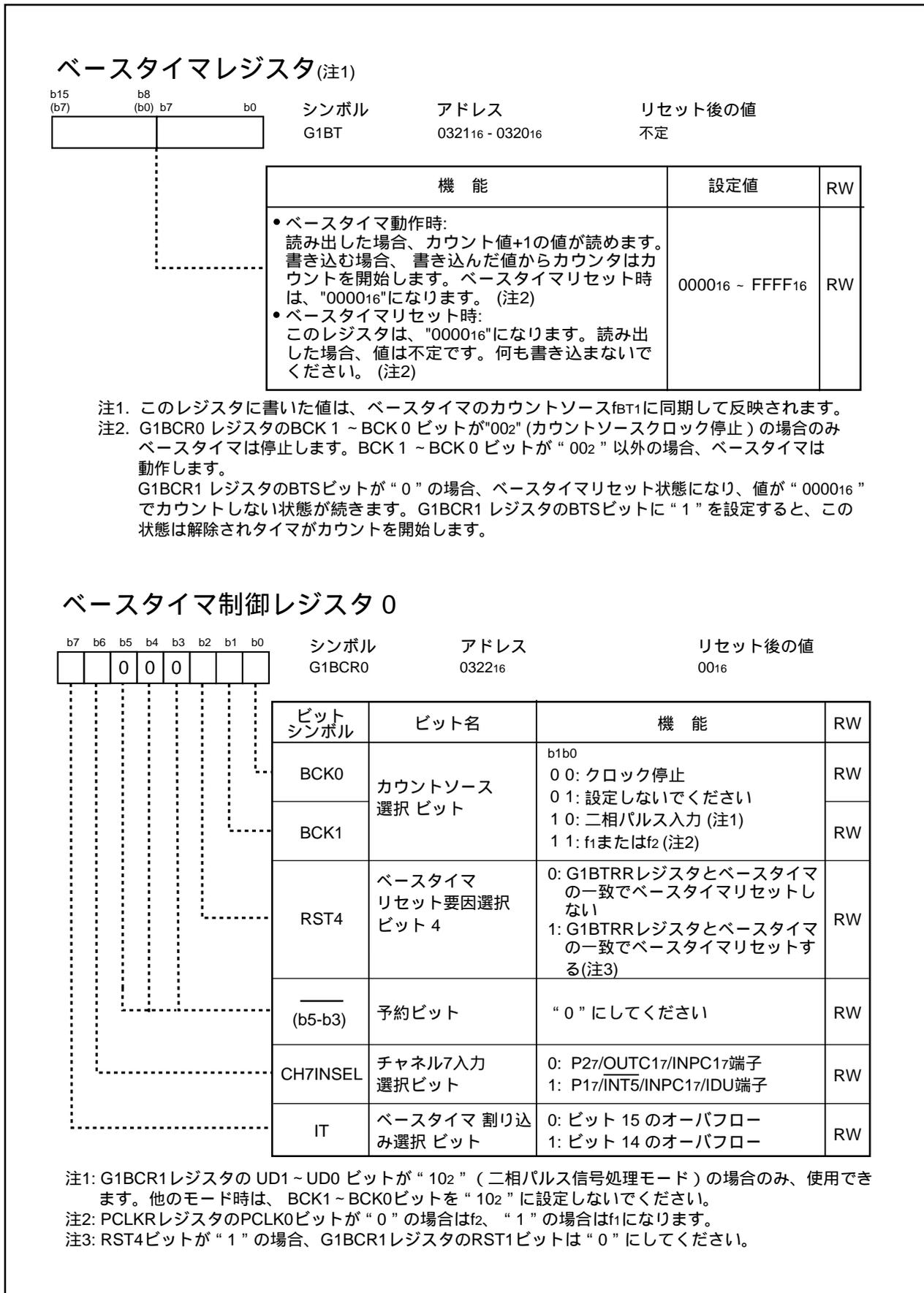


図13.2 G1BTレジスタ、G1BCR0レジスタ

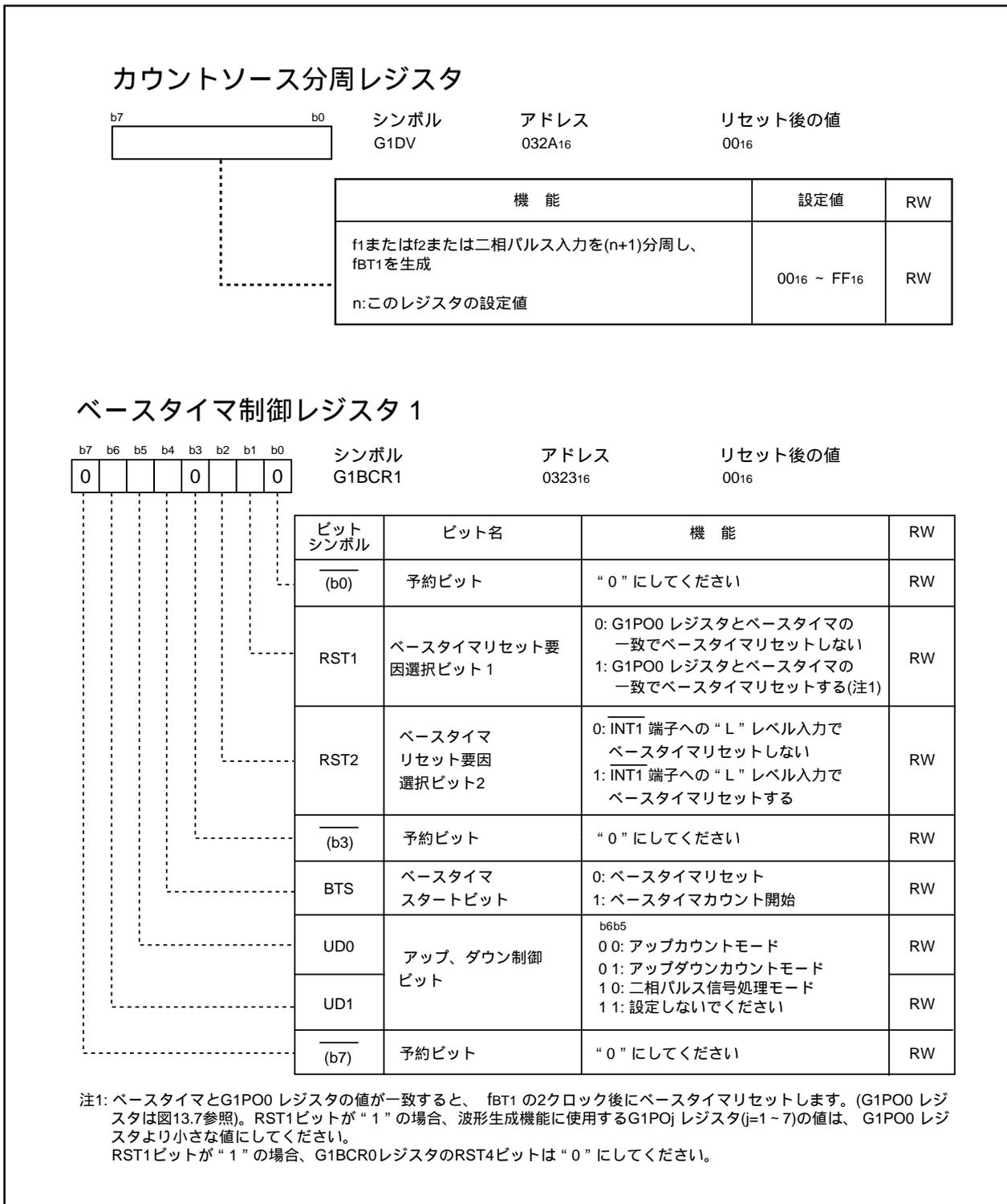


図13.3 G1DVレジスタ、G1BCR1レジスタ

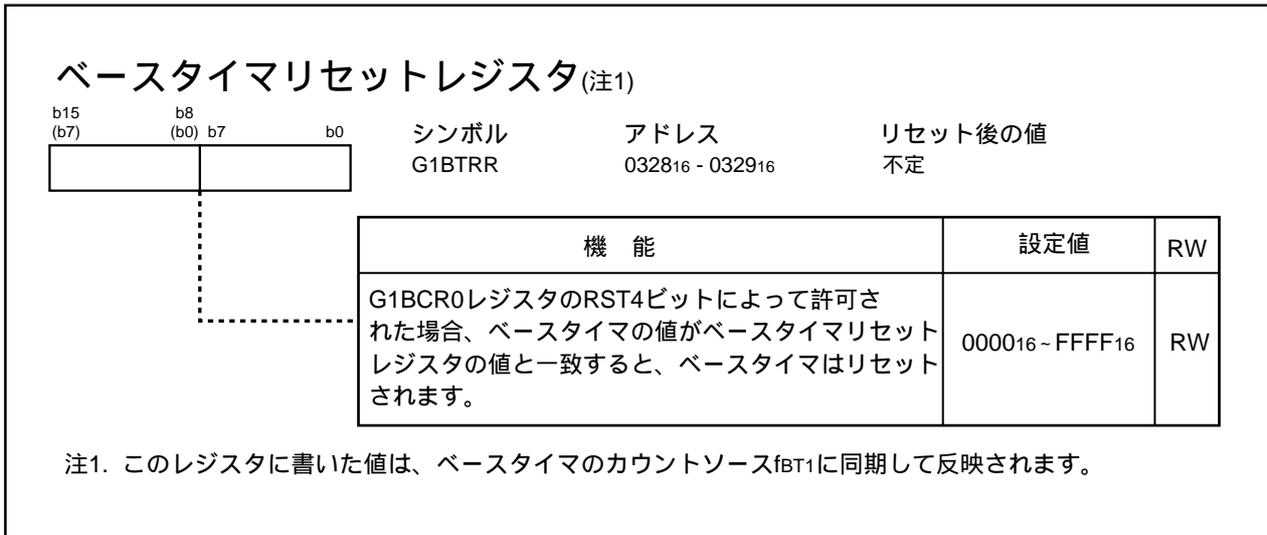


図13.4 G1BTRRレジスタ

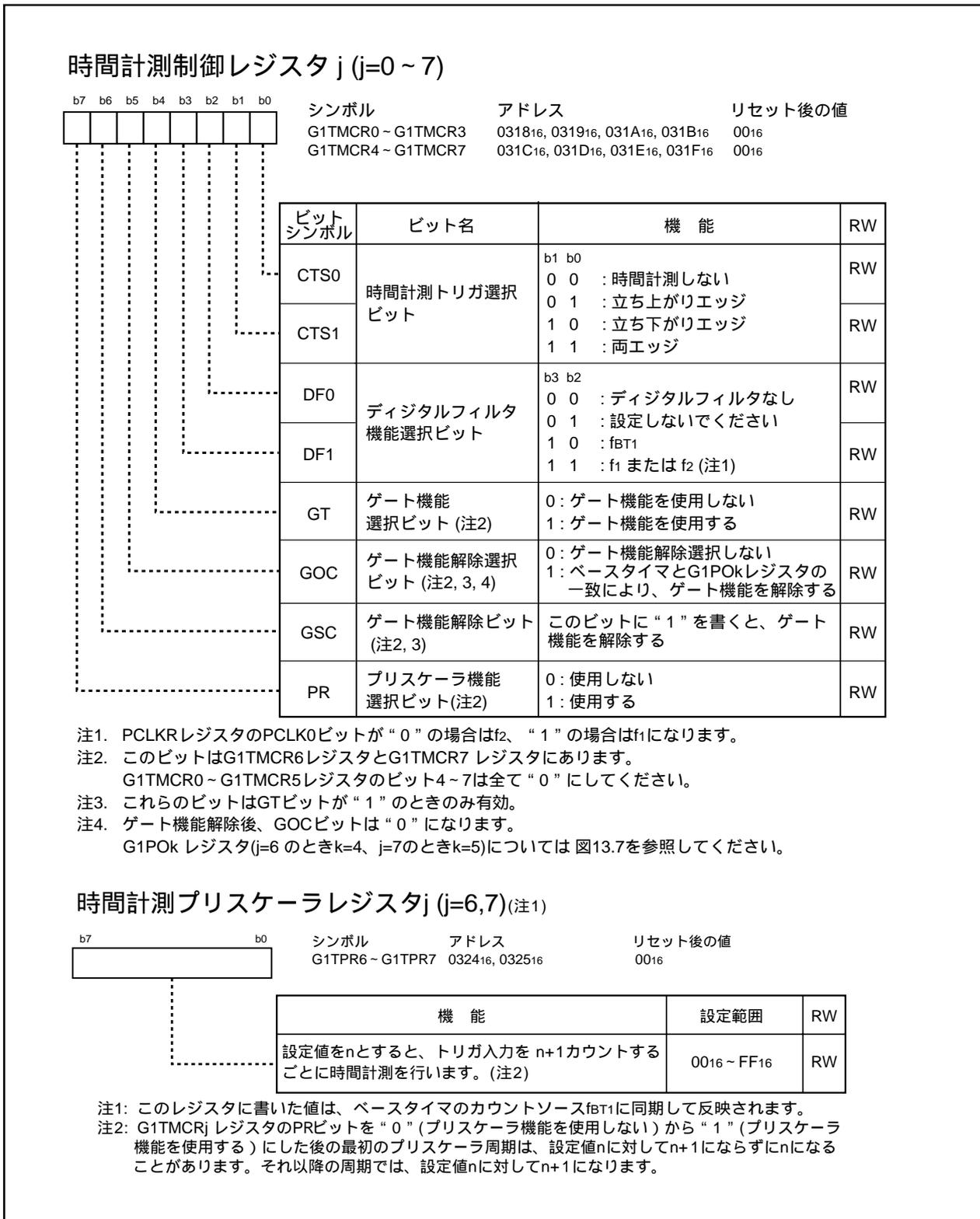


図13.5 G1TMCR0 ~ G1TMCR7レジスタ、G1TPR6 ~ G1TPR7レジスタ

時間計測レジスタj (j=0 ~ 7)

| | | | | | |
|-------------|--------------|----|---------------|---|---------|
| b15 (b7) | b8 (b0)b7 | b0 | シンボル名 | アドレス | リセット後の値 |
| [] | | | G1TM0 ~ G1TM2 | 0301 ₁₆ - 0300 ₁₆ , 0303 ₁₆ - 0302 ₁₆ , 0305 ₁₆ - 0304 ₁₆ | 不定 |
| [] | | | G1TM3 ~ G1TM5 | 0307 ₁₆ - 0306 ₁₆ , 0309 ₁₆ - 0308 ₁₆ , 030B ₁₆ - 030A ₁₆ | 不定 |
| [] | | | G1TM6 ~ G1TM7 | 030D ₁₆ - 030C ₁₆ , 030F ₁₆ - 030E ₁₆ | 不定 |

| 機能 | 設定範囲 | RW |
|------------------------------|------|----|
| 時間計測タイミングごとにベースタイマの値が格納されます。 | —— | RO |

波形生成制御レジスタj (j=0 ~ 7)

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|---|------------|
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル | アドレス | リセット後の値 |
| [] | [] | [] | [] | [] | [] | [] | [] | G1POCR0 ~ G1POCR3 | 0310 ₁₆ , 0311 ₁₆ , 0312 ₁₆ , 0313 ₁₆ | 0X00 XX002 |
| [] | [] | [] | [] | [] | [] | [] | [] | G1POCR4 ~ G1POCR7 | 0314 ₁₆ , 0315 ₁₆ , 0316 ₁₆ , 0317 ₁₆ | 0X00 XX002 |

| ビットシンボル名 | ビット名 | 機能 | RW |
|---------------|--|---|----|
| MOD0 | 動作モード選択ビット | b1b0 00: 単相波形出力モード 01: SR 波形出力モード (注1) 10: 反転波形出力モード 11: 設定しないでください | RW |
| MOD1 | | RW | |
| —— (b3-b2) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合は、その値は不定です。 | | — |
| IVL | 出力初期値選択ビット (注4) | 0: 初期値として“L”を出力する 1: 初期値として“H”を出力する | RW |
| RLD | G1POjレジスタ値のリロードタイミング選択ビット(注3) | 0: 書き込み時にリロード 1: ベースタイマリセット時にリロード | RW |
| —— (b6) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合は、その値は不定です。 | | — |
| INV | 反転出力機能選択ビット(注2) | 0: 出力反転しない 1: 出力反転する | RW |

- 注1. この設定は偶数チャンネルのみ有効です。SR波形出力モードが選択された場合、対応する奇数チャンネル（偶数チャンネルの次のチャンネル）の設定は無効です。波形は偶数チャンネルより出力されます。奇数チャンネルからは出力されません。
- 注2. 反転出力機能は、波形生成回路の最終段にあります。このため、INVビットを“1”（出力反転する）にした場合、IVLビットを“0”にすると出力初期値は“H”に、IVLビットを“1”にすると出力初期値は“L”になります。
- 注3. SR波形出力モードが選択された場合、偶数チャンネルだけでなく、対応する奇数チャンネル（偶数チャンネルの次のチャンネル）についても設定する必要があります。
- 注4. G1FSレジスタのFSCjビットが“0”（波形生成機能を選択）でG1FEレジスタのIFEjビットを“1”（チャンネルjの機能を許可）のとき、IVLビットに値を書くと、設定した値が出力されます。

図13.6 G1TM0~G1TM7レジスタ、G1POCR0~G1POCR7レジスタ

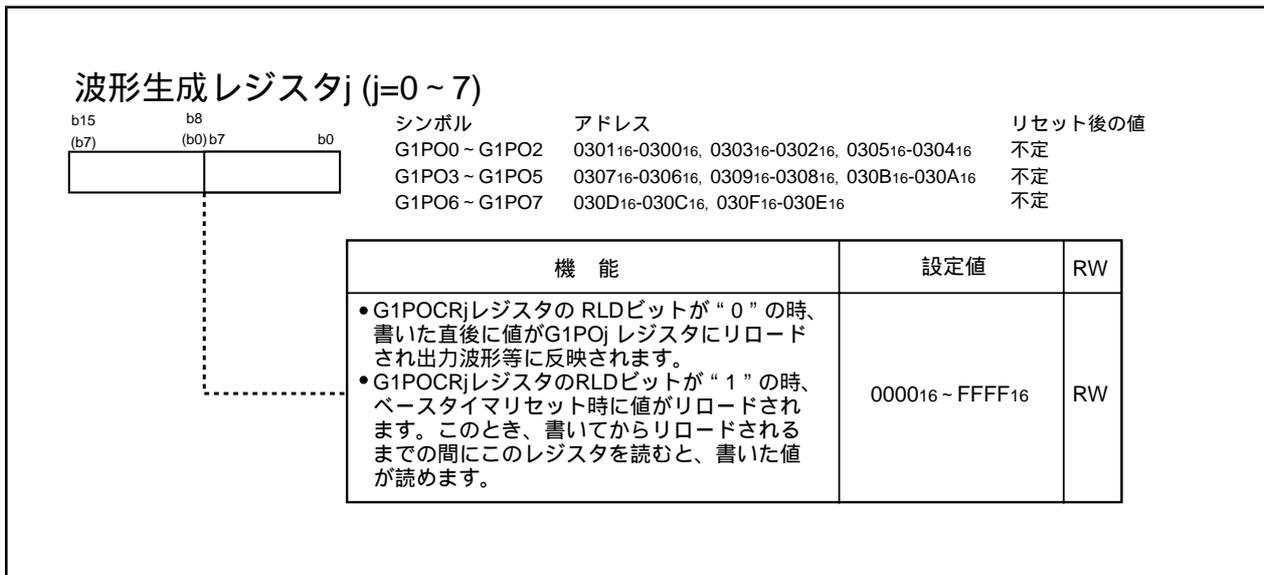


図13.7 G1PO0~G1PO7レジスタ

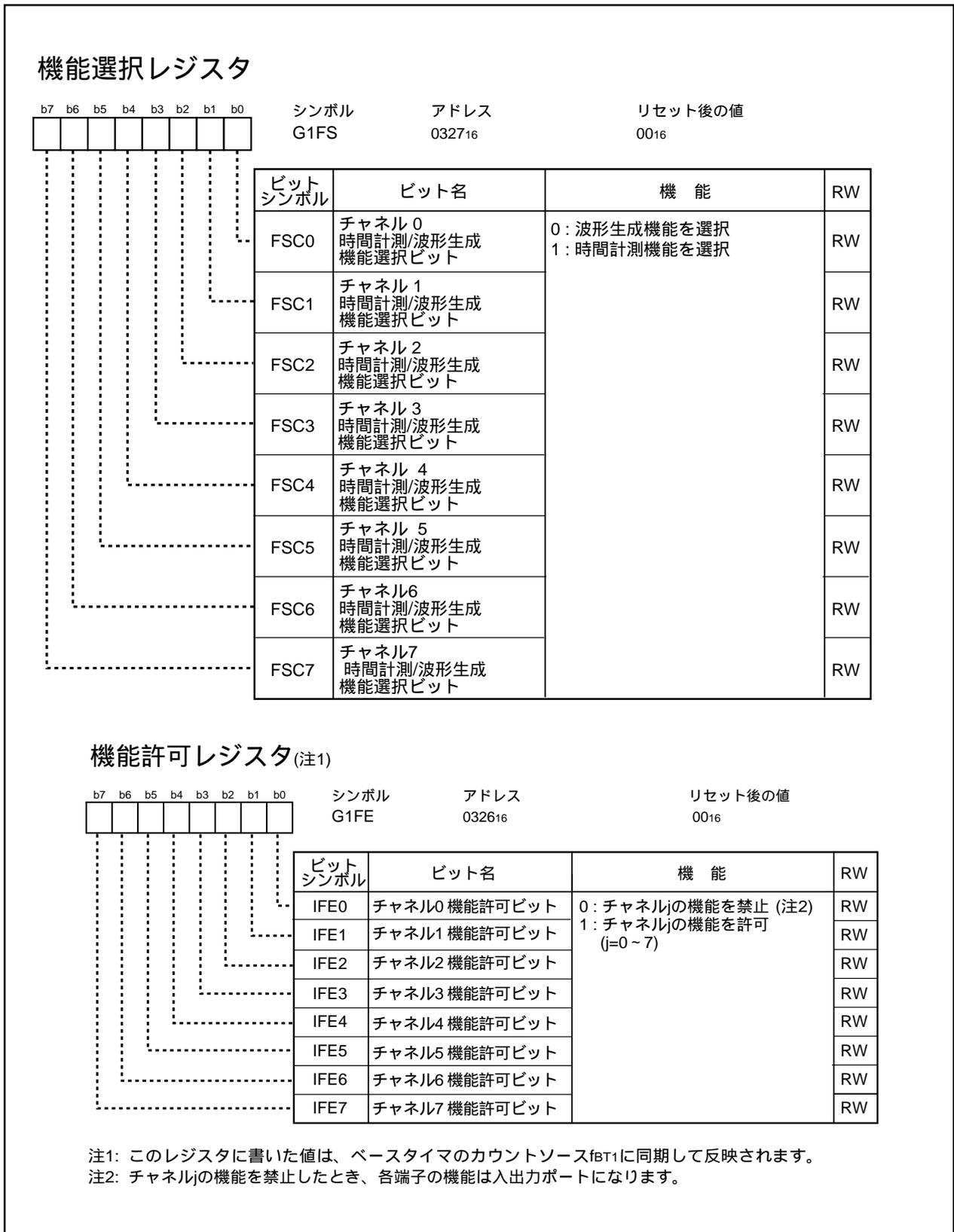


図13.8 G1FSレジスタ、G1FEレジスタ

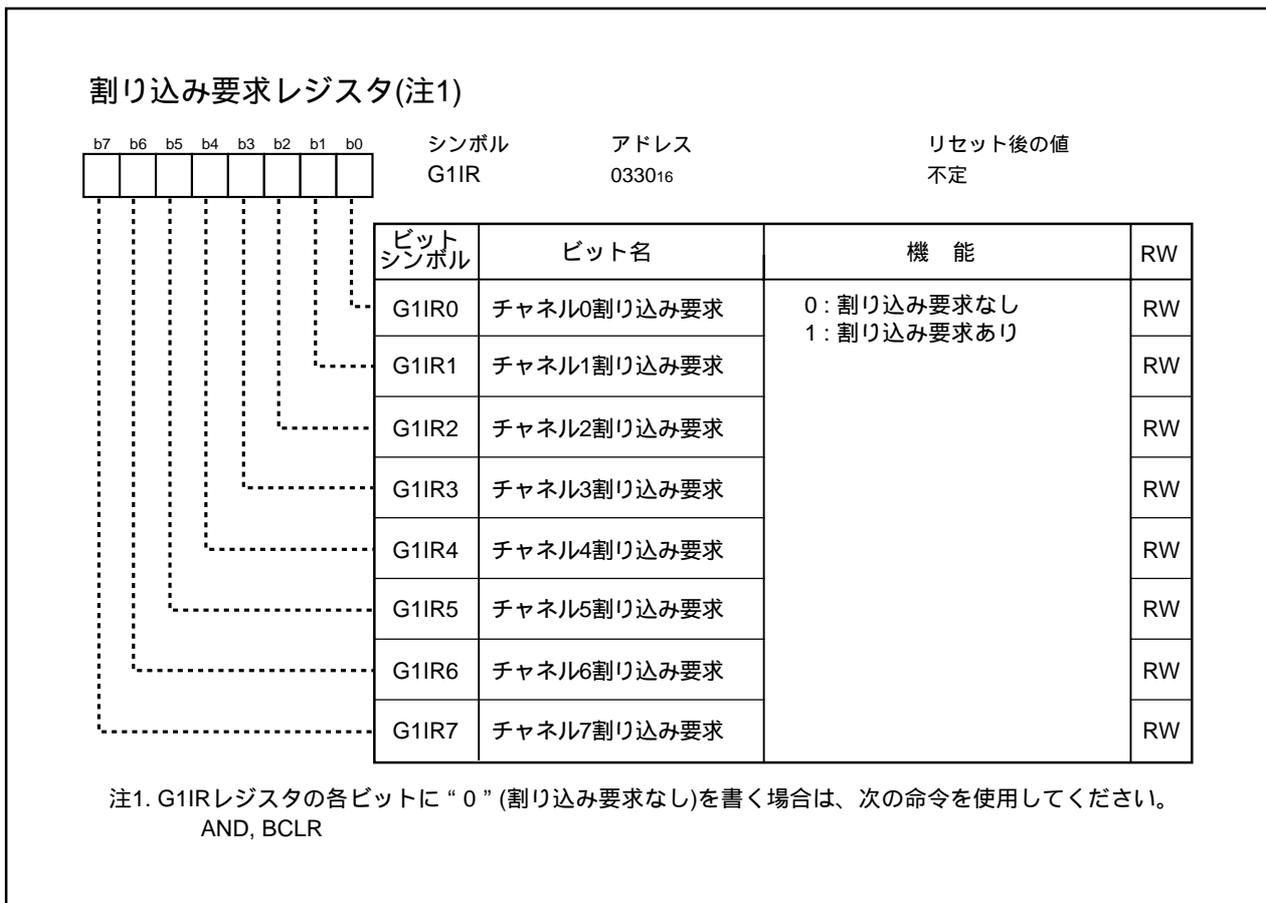


図13.9 G1IRレジスタ

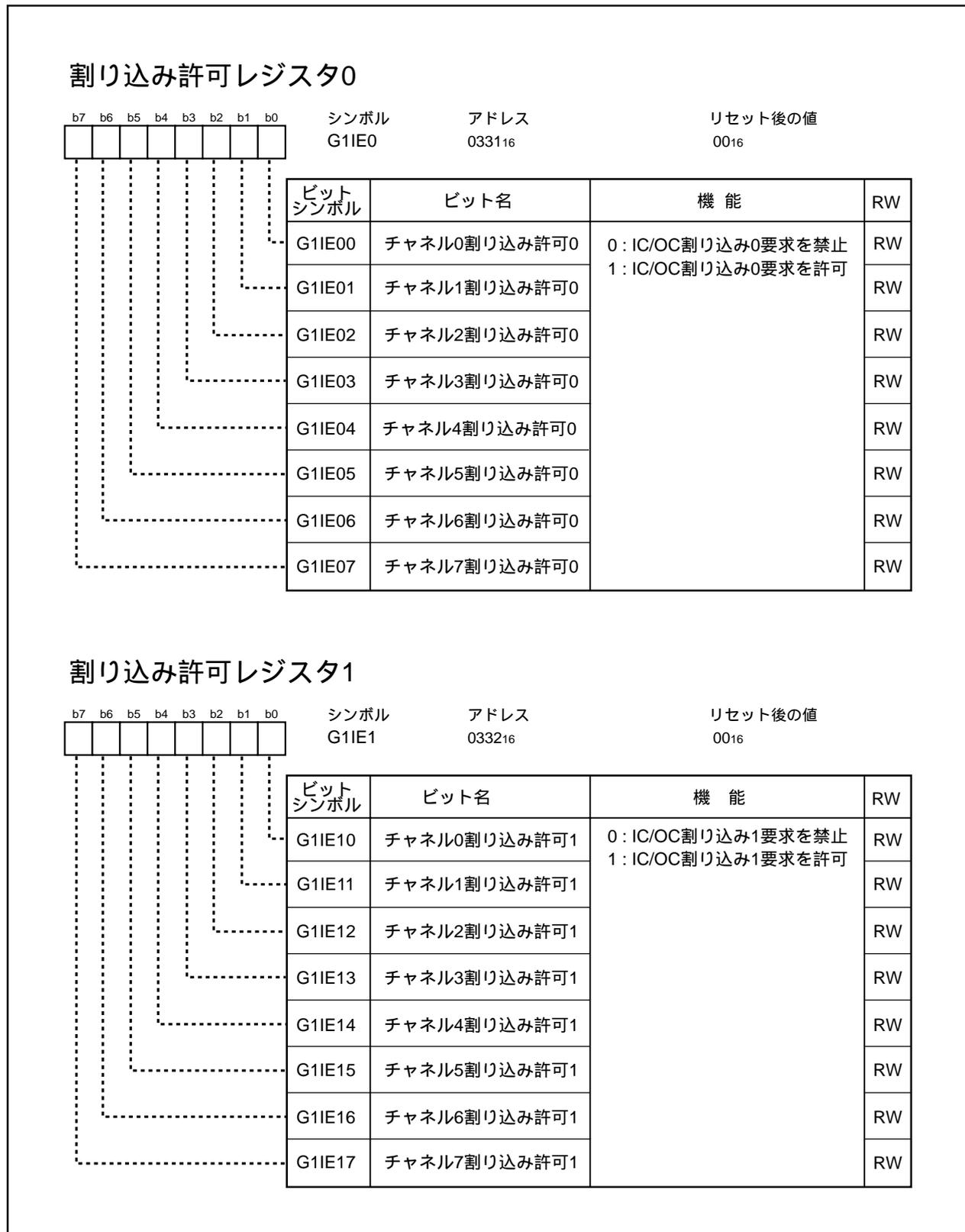


図13.10 G1IE0レジスタ、G1IE1レジスタ

13.1 ベースタイマ

内部で生成されたカウントソースをフリーランカウントします。

表13.2にベースタイマの仕様を、図13.11にベースタイマのブロック図を、表13.3にベースタイマ関連レジスタの設定を、図13.12にベースタイマアップカウントモードの動作例を、図13.13にベースタイマアップダウンカウントモードの動作例を、図13.14に二相パルス信号処理モードの動作例を示します。

表13.2 ベースタイマ仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|---|
| カウントソース(fBT1) | f1またはf2の(n+1)分周，二相パルス入力(n+1)分周 n: G1DVレジスタの設定値。n=0~255。 ただしn=0の場合、分周しない |
| カウント動作 | ・アップカウント ・アップダウンカウント ・二相パルス信号処理 |
| カウント開始条件 | G1BCR1レジスタのBTSビットを"1"(ベースタイマカウント開始)にする |
| カウント停止条件 | G1BCR1レジスタのBTSビットを"0"(ベースタイマリセット)にする |
| ベースタイマリセット条件 | ・ベースタイマの値がG1BTRRレジスタの値と一致 ・ベースタイマの値がG1PO0レジスタの値と一致 ・外部割り込み端子INT1に"L"を入力 |
| ベースタイマリセット値 | "0000 ₁₆ " |
| 割り込み要求 | ・ベースタイマレジスタのビット14またはビット15がオーバフロー ・ベースタイマの値がベースタイマリセットレジスタの値と一致 |
| タイマの読み出し | ・ベースタイマ動作中、G1BTレジスタを読むとカウント値+1の値が読める ・ベースタイマリセット中はG1BTレジスタを読むと不定値になる |
| タイマの書き込み | ・ベースタイマ動作中に値を書き込んだ場合、書いた直後に書いた値からカウントされる。 ・ベースタイマリセット中は書けない |
| 選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> ・アップダウンモード カウント開始後、"0000₁₆"から"FFFF₁₆"までカウントアップし、"FFFF₁₆"からは"0000₁₆"までダウンカウントする。 次に"0000₁₆"になると再びアップカウントする。(図13.13参照) ・二相パルス信号処理モード P80とP81端子からの二相パルスをカウントする(図13.14参照) |

全てのエッジをアップカウント 全てのエッジをダウンカウント

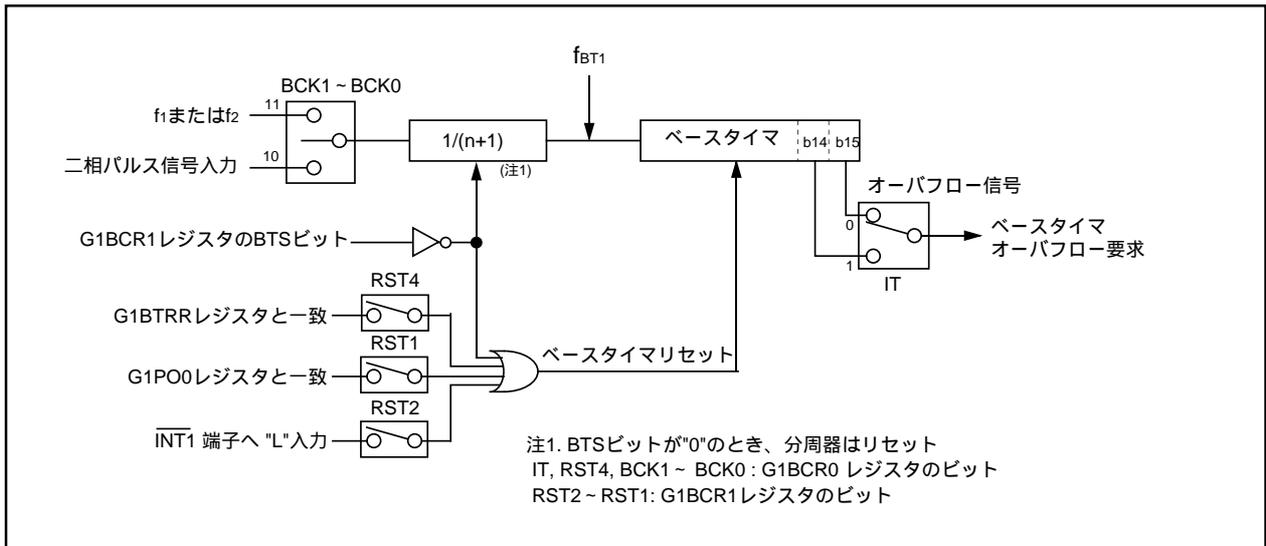


図13.11 ベースタイマブロック図

表13.3 ベースタイマ関連レジスタの設定 (時間計測機能、波形生成機能)

| レジスタ | ビット | 機能 |
|--------|-------------|---------------------|
| G1BCR0 | BCK1 ~ BCK0 | カウントソースの選択 |
| | RST4 | ベースタイマリセットタイミングの選択 |
| | IT | ベースタイマオーバーフローの選択 |
| G1BCR1 | RST2 ~ RST1 | ベースタイマリセットタイミングの選択 |
| | BTS | ベースタイマのカウント開始時に使用 |
| | UD1 ~ UD0 | カウント方法の選択 |
| G1BT | - | ベースタイマ値の読み出しまたは書き込み |
| G1DV | - | カウントソースの分周比 |

RST1ビットが "1" の場合 (ベースタイマとG1PO0レジスタ一致でベースタイマリセット) の場合、次のレジスタの設定が必要です。

| | | |
|---------|-------------|---------------------------|
| G1POCR0 | MOD1 ~ MOD0 | "002" (単相波形出力モード) にしてください |
| G1PO0 | - | リセット周期を設定してください |
| G1FS | FSC0 | "0" (波形生成機能) にしてください |
| G1FE | IFE0 | "1" (チャネル動作開始) にしてください |

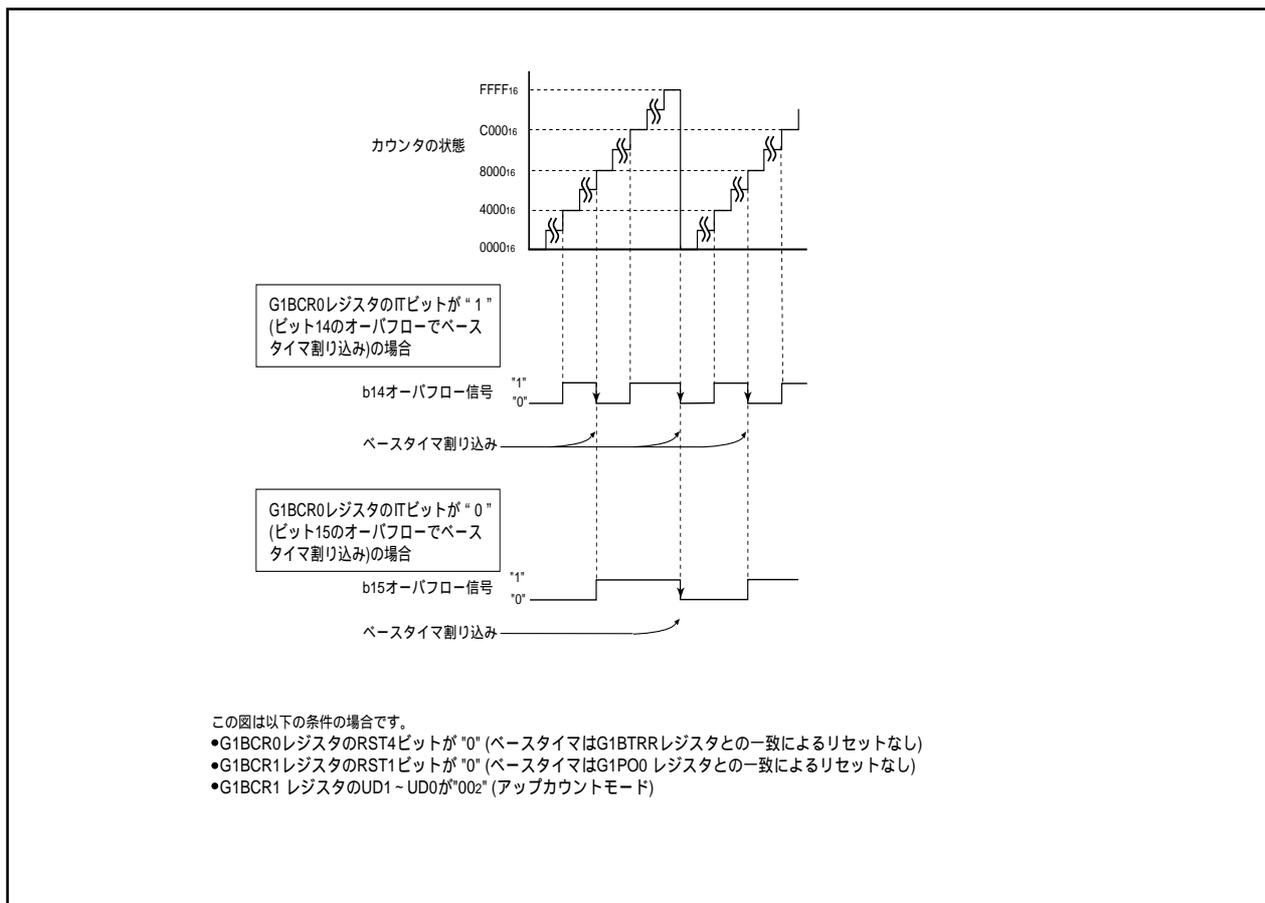


図13.12 アップカウントモード

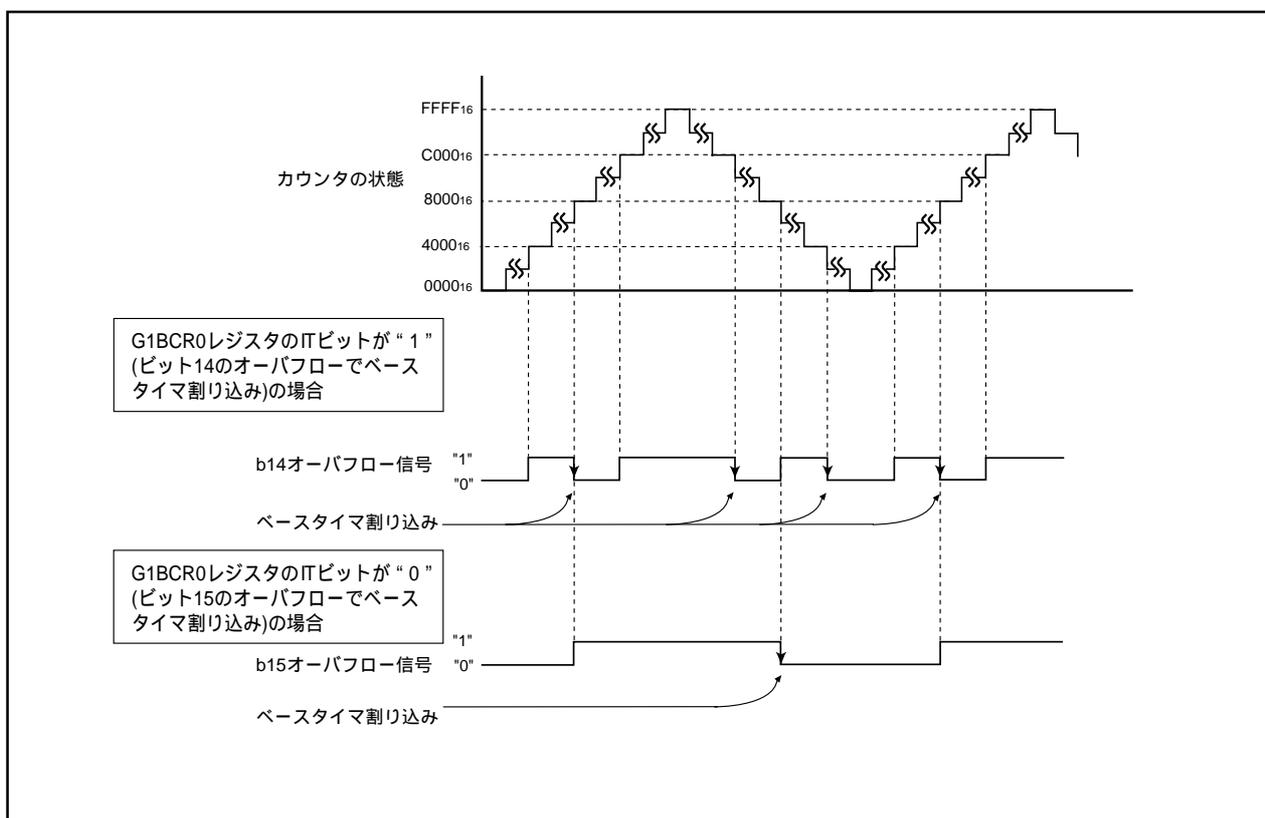


図13.13 アップダウンカウントモード

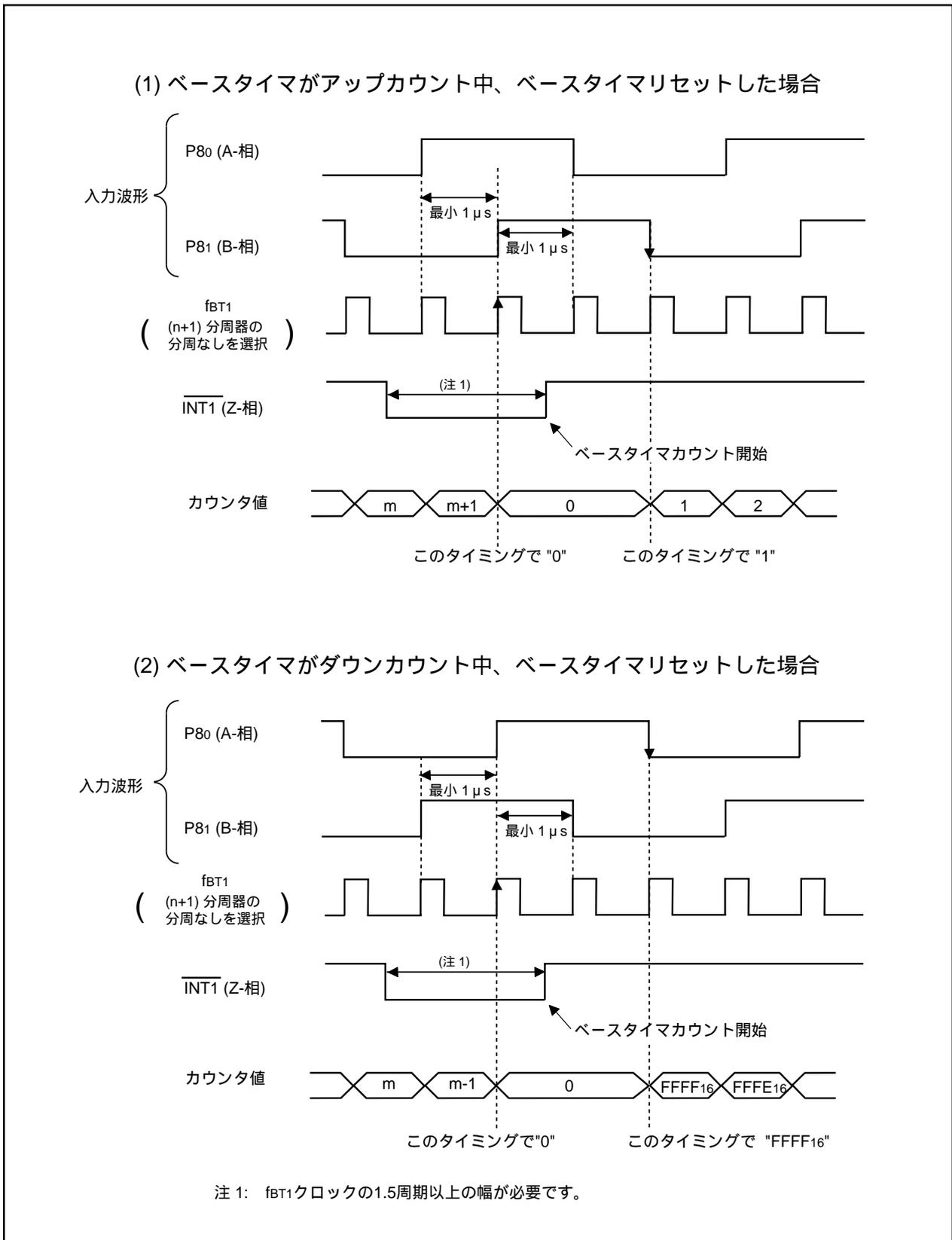


図13.14 二相パルス信号処理モード時のベースタイマ動作

13.1.1 ベースタイマリセットレジスタ

G1BTRRレジスタは、ベースタイマの値がG1BTRRに格納された値と一致した時に、ベースタイマリセットすることができます。G1BTRRレジスタによるベースタイマリセットは、G1BCR0レジスタのRST4ビットにより許可されます。この機能は、G1PO0レジスタによるベースタイマリセットが、G1BCR1レジスタのRST1ビットによって許可されるのと同じです。フリーラン動作でない場合、G1BTRRレジスタを用いてベースタイマリセットすることにより、チャンネル0を波形生成に使用することができます。RST1ビットとRST4ビットについては、両方を同時に許可しないでください。

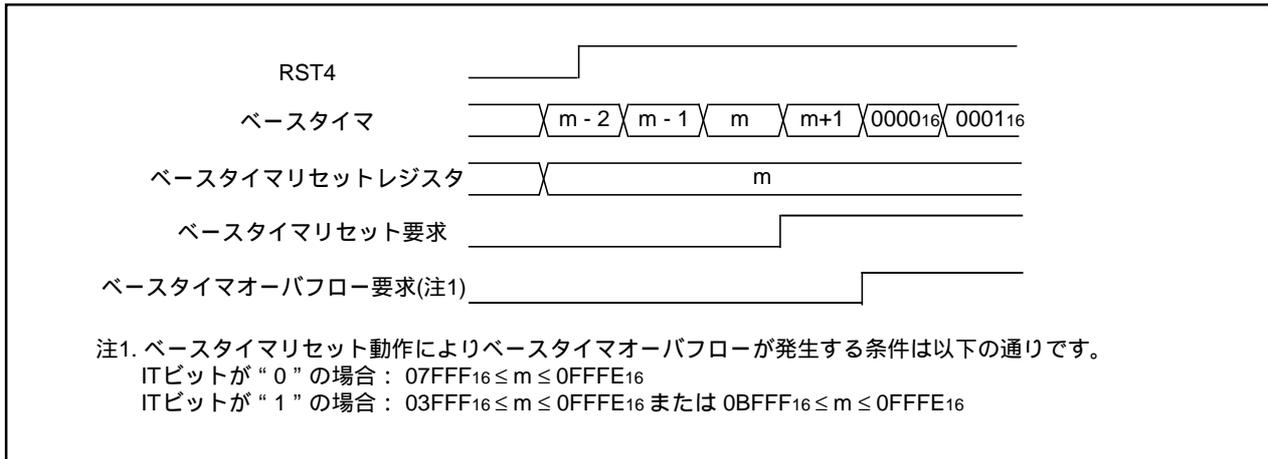


図13.15 ベースタイマリセットレジスタによるベースタイマリセット動作

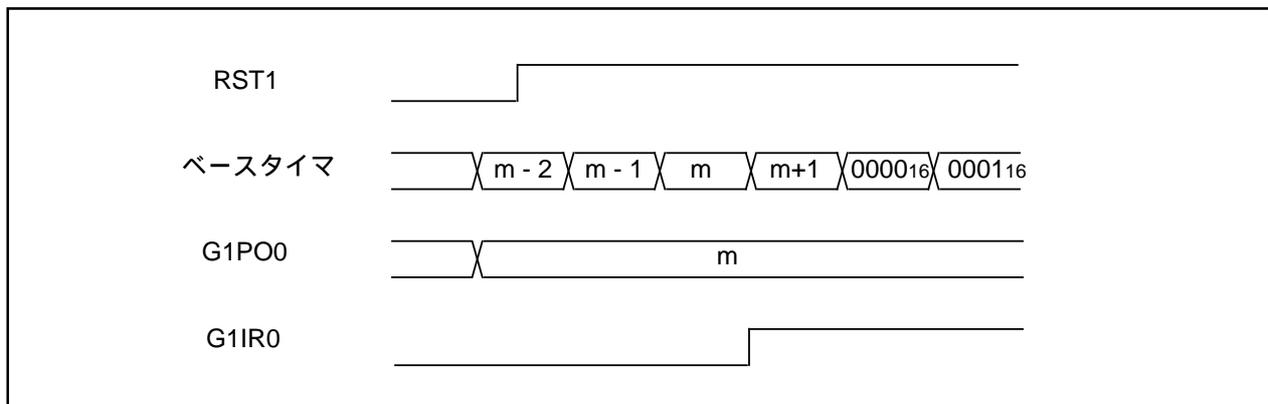


図13.16 G1PO0レジスタによるベースタイマリセット動作

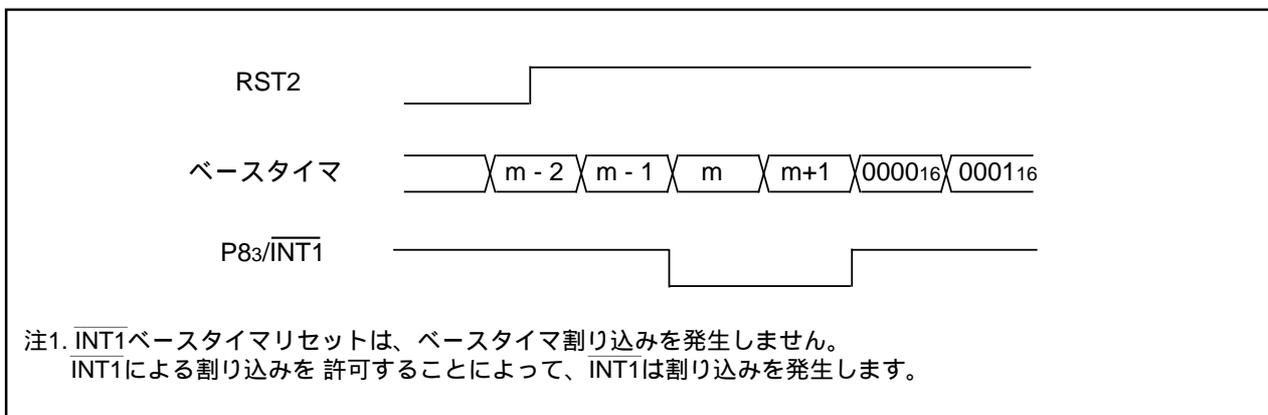


図13.17 $\overline{\text{INT1}}$ によるベースタイマリセット動作

13.2 割り込み動作

IC/OCの割り込みは複数の要求要因を持ちます。図13.18にIC/OCの割り込みのブロック図を、表13.4にIC/OC割り込みの割り当てを示します。

ベースタイマリセット要求、またはベースタイマオーバーフロー要求のいずれかが発生すると、IC/OCベースタイマ割り込みに対応するIRビット(BTICレジスタのビット3)が“1”(割り込み要求あり)になります。また、8つの各チャンネル(チャンネル*i*)の割り込み要求が発生すると、G1IRレジスタのビット*i*が“1”(割り込み要求あり)になります。このとき、G1IE0レジスタのビット*i*が“1”(IC/OC割り込み0要求を許可)であればIC/OC割り込み0に対応するIRビット(ICOC0ICレジスタのビット3)が“1”(割り込み要求あり)になり、またG1IE1レジスタのビット*i*が“1”(IC/OC割り込み1要求を許可)であればIC/OC割り込み1に対応するIRビット(ICOC1ICレジスタのビット3)が“1”(割り込み要求あり)になります。

なお、G1IRレジスタの各ビットは、割り込みが受け付けられても自動的に“0”になりませんので、プログラムで“0”にしてください。これらのビットを“1”のままにしておくと、それ以降に成立したIC/OCのチャンネル割り込み要因が全て無効になります。

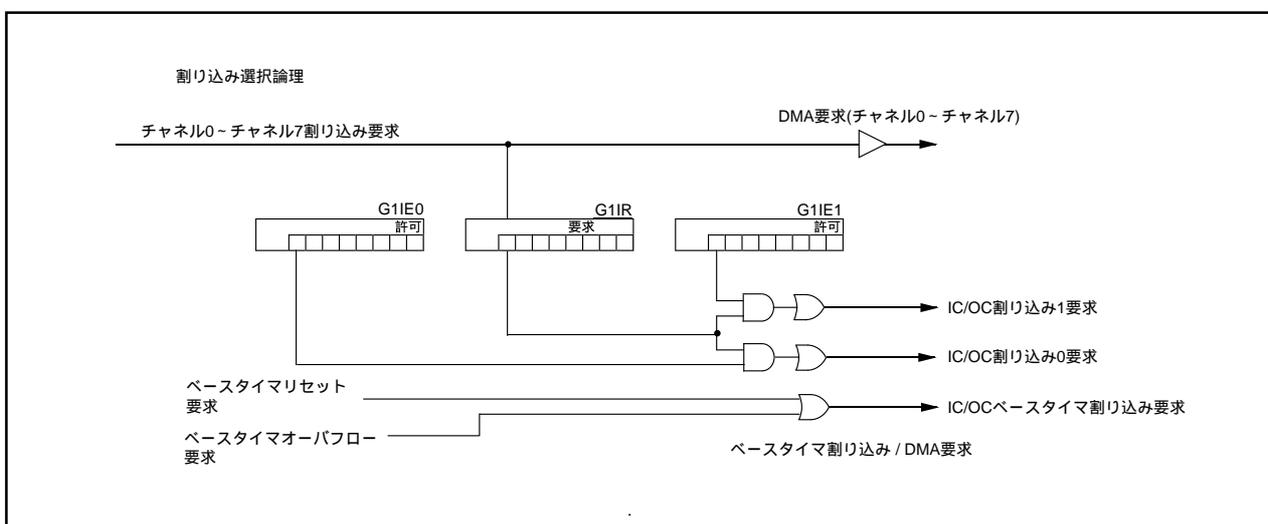


図13.18 IC/OC 割り込みとDMA要求発生

表13.4 割り込みの割り当て

| 割り込み | 割り込み制御レジスタ |
|-----------------|-----------------|
| IC/OCベースタイマ割り込み | BTIC(004716) |
| IC/OC割り込み0 | ICOC0IC(004516) |
| IC/OC割り込み1 | ICOC1IC(004616) |

13.3 DMAサポート

8つのIC/OCチャンネル割り込みと1つのベースタイマ割り込みのそれぞれの割り込み要因によってDMA要求を発生することができます。

13.4 時間計測機能

外部トリガ入力に同期して、ベースタイマの値をG1TMjレジスタ(j=0~7)に格納します。表13.5に時間計測機能の仕様を示します。表13.6に時間計測機能関連レジスタの設定を示します。図13.19、図13.20に時間計測機能の動作例を示します。図13.21にプリスケアラ機能、ゲート機能使用時の動作例を示します。

表13.5 時間計測機能の仕様

| 項目 | 仕様 |
|----------------|--|
| 計測チャンネル | チャンネル0~7 |
| トリガ入力極性選択 | INPC1j端子(注1)の立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、両エッジ |
| 計測開始条件 | G1FSレジスタのFSCjビット(j=0~7)が“1”(時間計測機能選択)のとき、G1FEレジスタのIFEjビットを“1”(チャンネルj機能許可)にする |
| 計測停止条件 | IFEjビットを“0”(チャンネルj機能禁止)にする |
| 時間計測タイミング | <ul style="list-style-type: none"> プリスケアラ機能無 : トリガ入力ごと プリスケアラ機能有(チャンネル6、チャンネル7) : G1TPRkレジスタ(k=6,7)値 + 1回目のトリガ入力ごと |
| 割り込み要求発生タイミング | 時間計測タイミングに、割り込み要求レジスタのG1IRiビット(i=0~7)(図13.9参照)が“1”になる |
| INPC1j端子機能(注1) | トリガ入力 |
| 選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> デジタルフィルタ機能 トリガ入力レベルをf1またはf2またはfBT1ごとに判定し、3回一致したパルス成分を通過させる プリスケアラ機能(チャンネル6、チャンネル7) トリガ入力をカウントし、G1TPRkレジスタの値 + 1回目ごとに時間計測を実行 ゲート機能(チャンネル6、チャンネル7) 最初のトリガ入力による時間計測後、トリガ入力の受け付けを禁止、G1TMCRkレジスタ(k=6,7)のGOCビットを“1”(G1POpレジスタ(k=6の時p=4、k=7の時p=5)との一致によりゲートを解除)の状態、ベースタイマとG1POpレジスタの値が一致すると、再度トリガ入力の受け付けを許可 デジタルデバウンス(チャンネル7) 詳細は“13.6.2 P17/INT5/INPC17デジタルデバウンス回路”及び“19.6 デジタルデバウンス機能を参照 |

注1: INPC10~INPC17端子

表13.6 時間計測機能関連レジスタの設定

| レジスタ | ビット | 機能 |
|---------|--------------|--------------------------|
| G1TMCRj | CTS1 ~ CTS0 | 時間計測トリガ選択 |
| | DF1 ~ DF0 | デジタルフィルタ機能選択 |
| | GT, GOC, GSC | ゲート機能の選択 |
| | PR | プリスケアラ機能選択 |
| G1TPRk | - | プリスケアラ値設定 |
| G1FS | FSCj | "1" (時間計測機能)にしてください |
| G1FE | IFEj | "1" (チャンネルj 機能許可)にしてください |

j = 0 ~ 7 k = 6, 7

チャンネルによってビット構成と機能が違います。

ベースタイマ関連レジスタの設定後に、時間計測機能関連レジスタを設定してください。

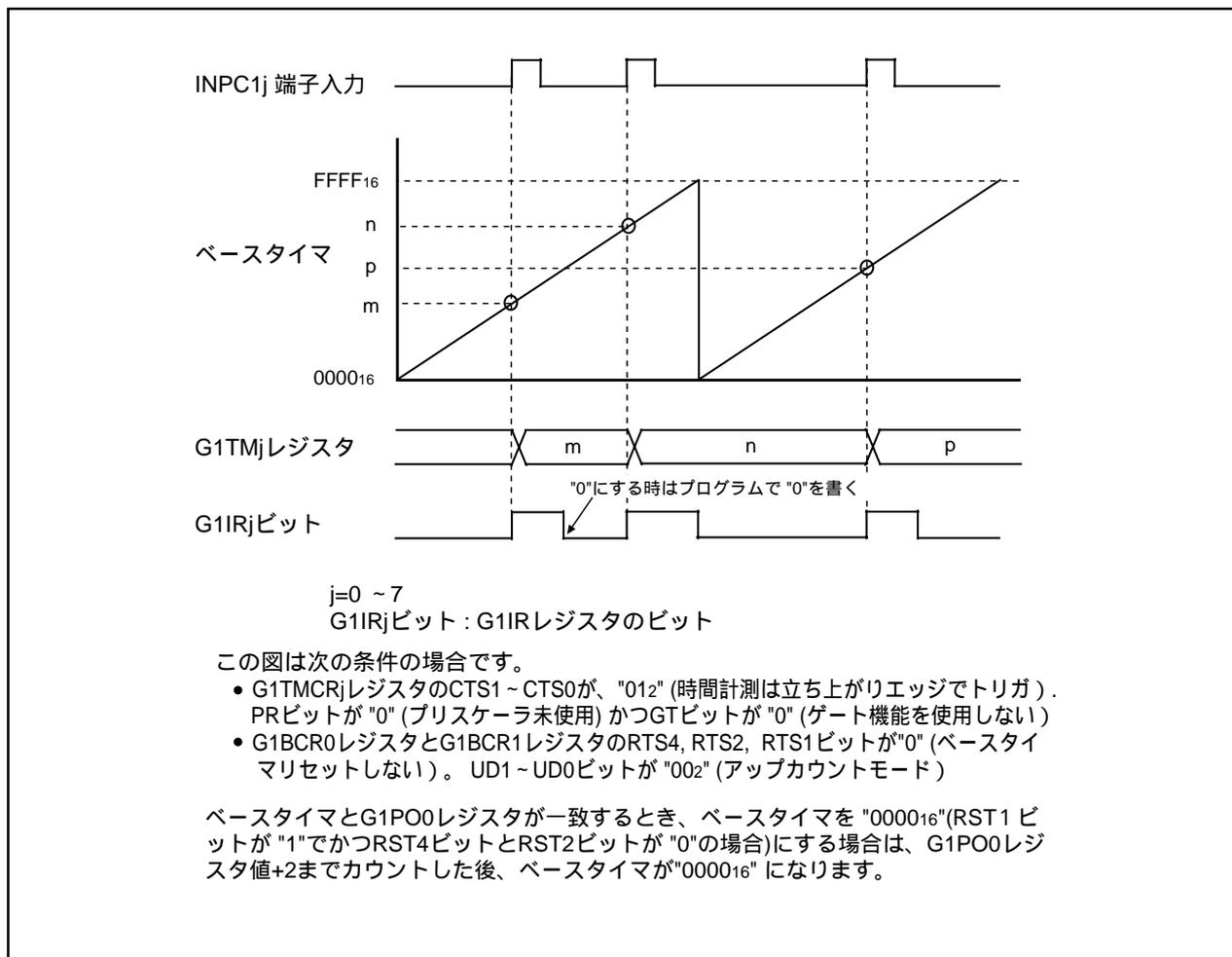


図13.19 時間計測機能 (1)

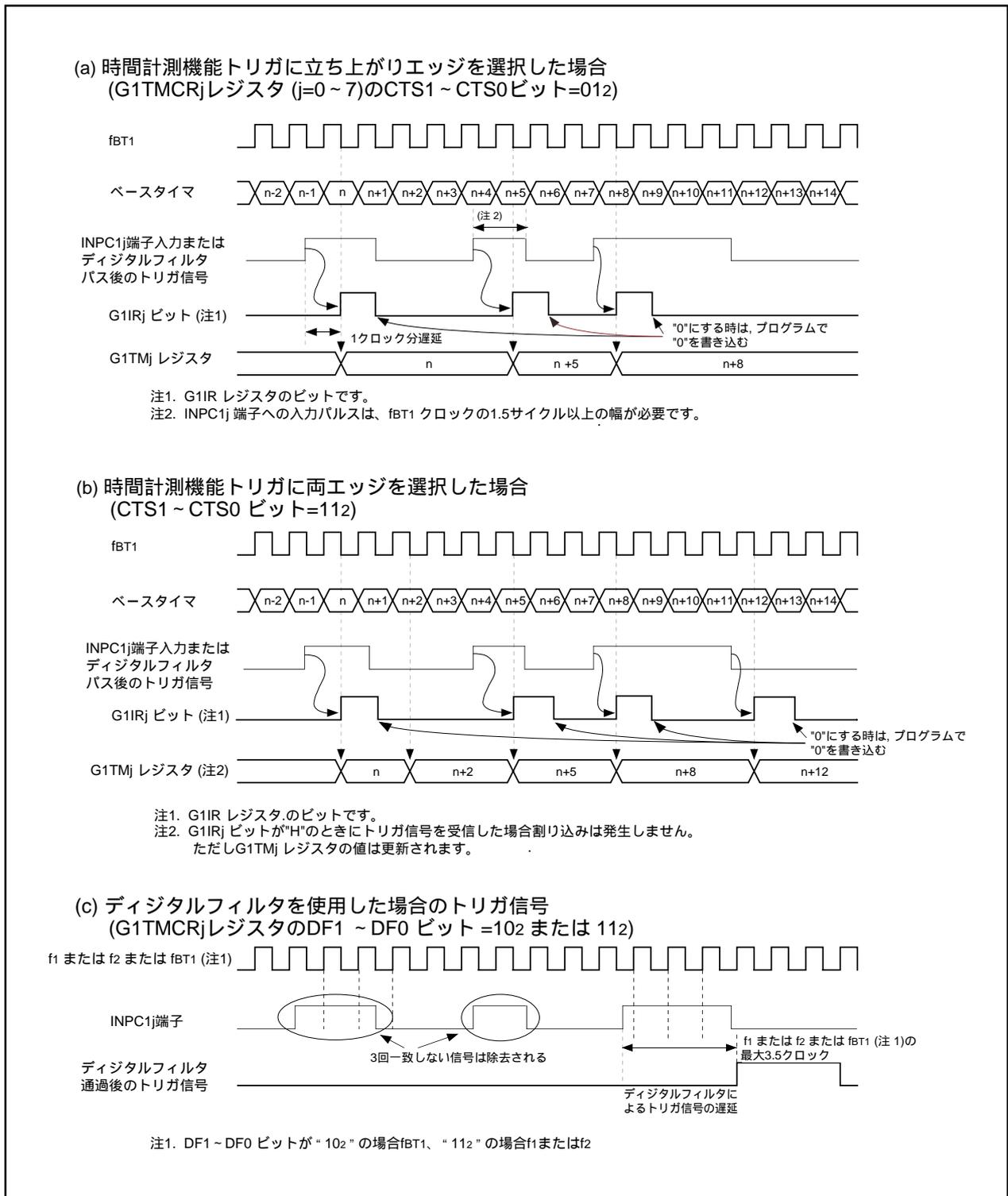


図13.20 時間計測機能(2)

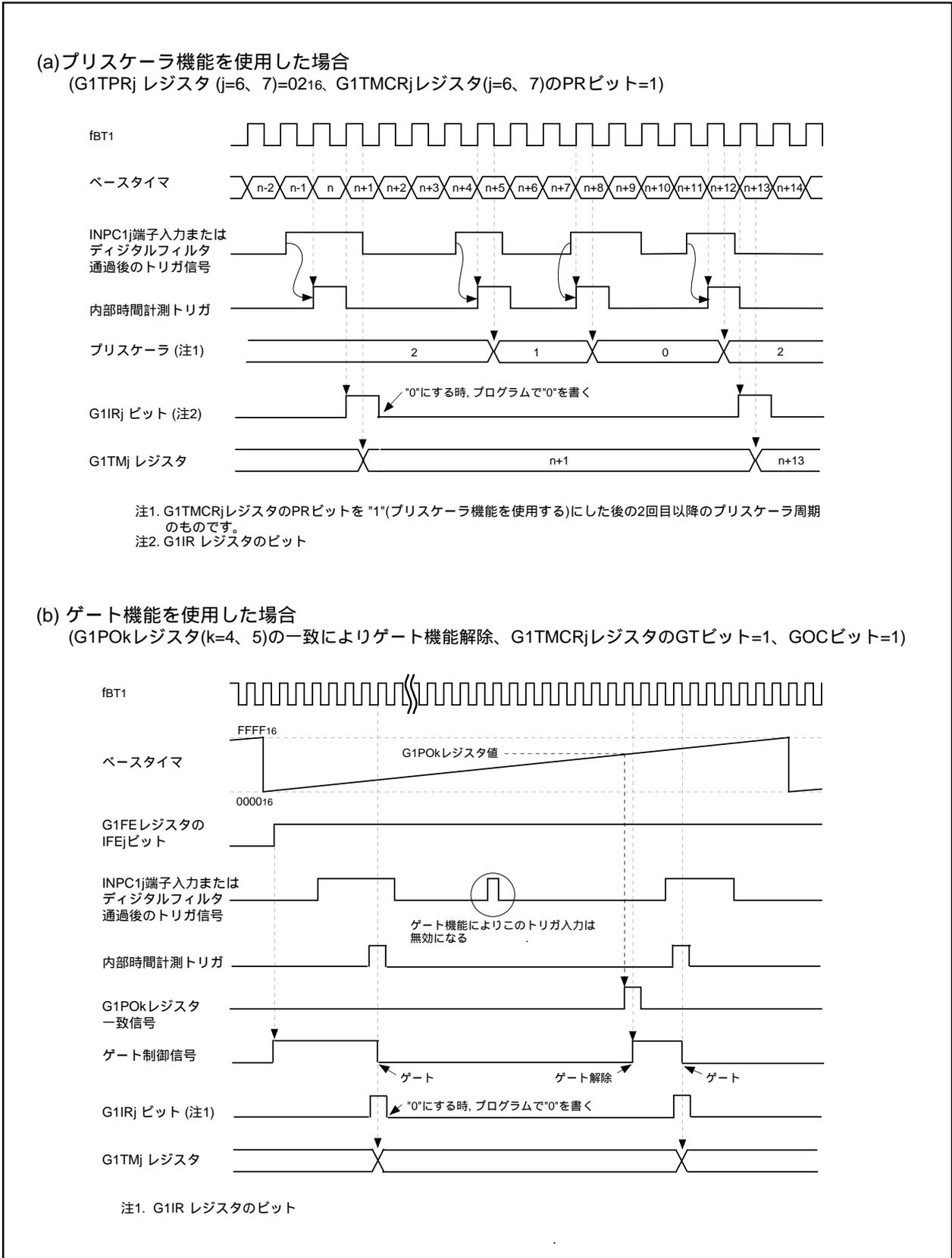


図13.21 プリスケアラ機能とゲート機能

13.5 波形生成機能

ベースタイマとG1POjレジスタ(j=0~7)の値により、波形生成を行います。

波形生成機能には次の3つのモードがあります。

- ・単相波形出力モード
- ・反転波形出力モード
- ・セット/リセット波形出力(SR波形出力)モード

表13.7に波形生成機能関連のレジスタの設定を示します。

表13.7 波形生成機能関連レジスタの設定

| レジスタ | ビット | 機能 |
|---------|-------------|-------------------------|
| G1POCRj | MOD1 ~ MOD0 | 波形出力モードを選択 |
| | IVL | 出力初期値を選択 |
| | RLD | G1POjレジスタ値のリロードタイミングの選択 |
| | INV | 出力反転を選択 |
| G1POj | - | 出力波形を反転させるタイミングを設定 |
| G1FS | FSCj | “0” (波形生成機能) にしてください |
| G1FE | IFEj | “1” (チャネルj機能許可) にしてください |

j = 0 ~ 7

チャネルによってビット構成、機能が異なります。

ベースタイマ関連レジスタを設定した後に、波形生成機能関連レジスタを設定してください。

13.5.1 単相波形出力モード

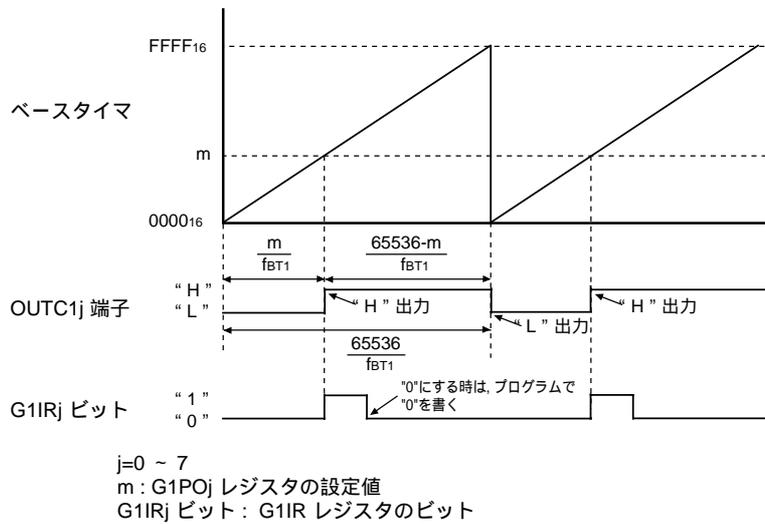
ベースタイマとG1POjレジスタ(j=0~7)の値が一致すると、G1POCRjレジスタ(j=0~7)のINVビットが“0”(出力反転しない)の場合、OUTC1j端子から“H”レベルを出力します。ベースタイマが“0000₁₆”になるとOUTC1j端子から“L”レベルを出力します。表13.8に単相波形出力モードの仕様、図13.22に単相波形出力モードの動作例を示します。

表13.8 単相波形出力モードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|--------------|---|
| 出力波形 | <ul style="list-style-type: none"> ・フリーラン動作 (G1BCR1レジスタ及びG1BCR0レジスタのRST1、RST2、RST4ビットが“0”(初期化しない)) <li style="margin-left: 20px;">周期 : $\frac{65536}{f_{BT1}}$ <li style="margin-left: 20px;">初期出力レベル幅 : $\frac{m}{f_{BT1}}$ <li style="margin-left: 20px;">反転レベル幅 : $\frac{65536-m}{f_{BT1}}$ ・ベースタイマがいずれかのレジスタの値と一致した場合、ベースタイマを“0000₁₆”にする <li style="margin-left: 20px;">(a) G1PO0 (RST1ビットが“1”かつRST4、RST2ビットが“0”により許可)または <li style="margin-left: 20px;">(b) G1BTRR (RST4ビットが“1”かつRST2、RST1ビットが“0”により許可) <li style="margin-left: 20px;">周期 : $\frac{n+2}{f_{BT1}}$ <li style="margin-left: 20px;">初期出力レベル幅 : $\frac{m}{f_{BT1}}$ <li style="margin-left: 20px;">反転レベル幅 : $\frac{n+2-m}{f_{BT1}}$ <li style="margin-left: 20px;">m : G1POjレジスタ(j=0~7)の設定値、0001₁₆ ~ FFFD₁₆ <li style="margin-left: 20px;">n : G1PO0レジスタまたはG1BTRRレジスタの設定値、0001₁₆ ~ FFFD₁₆ |
| 波形出力開始条件 | G1FEレジスタのIFEjビットを“1”(チャンネルj機能許可)にする |
| 波形出力停止条件 | IFEjビットを“0”(チャンネルj機能禁止)にする |
| 割り込み要求 | ベースタイマ値とG1POjレジスタの値が一致した時に、割り込み要求レジスタのG1IRjビット(図13.22参照)が“1”になる |
| OUTC1j端子(注1) | パルス出力 |
| 選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> ・初期値設定機能 : 波形出力開始時の出力レベルを設定 ・反転出力機能 : 出力波形をレベル反転して、OUTC1j端子から出力 |

注1: OUTC1₀ ~ OUTC1₇ 端子

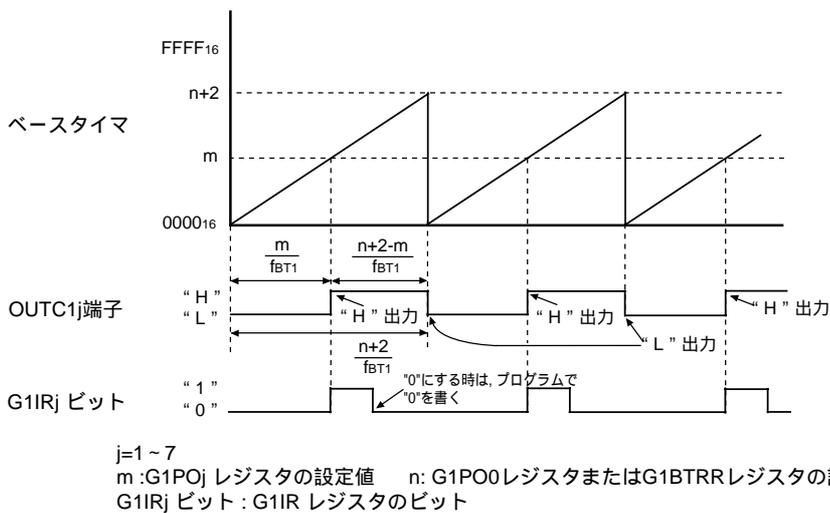
(1) フリーラン動作
(G1BCR0とG1BCR1レジスタのRST4, RST2, RST1ビットが"0")



この図は次の条件の場合です。

- G1POCRj レジスタのIVL ビットが "0" (初期値として"L"出力)、かつ INV ビットが "0" (出力反転しない)。
- G1BCR1 レジスタのUD1 ~ UD0 ビットが "002" (アップカウントモード)。

(2) ベースタイマが以下のいずれかのレジスタの値と一致した場合、ベースタイマリセット
 (a) G1PO0 (RST1ビットが"1"、かつRST4、RST2ビットが"0"の設定により許可)、または
 (b) G1BTRR (RST4ビットが"1"、かつRST2、RST1ビットが"0"の設定により許可)



この図は次の条件の場合です。

- G1POCRj レジスタのIVL ビットが "0" (初期値として"L"出力)、かつ INV ビットが "0" (出力反転しない)。
- G1BCR1 レジスタのUD1 ~ UD0 ビットが "002" (アップカウントモード)。

図13.22 単相波形出力モードの動作例

13.5.2 反転波形出力モード

ベースタイマの値がG1POj (j=0~7)レジスタの値と一致するごとに、OUTC1j 端子の出力レベルを反転します。表13.9に反転波形出力モードの仕様、図13.23 に反転波形出力モードの動作例を示します。

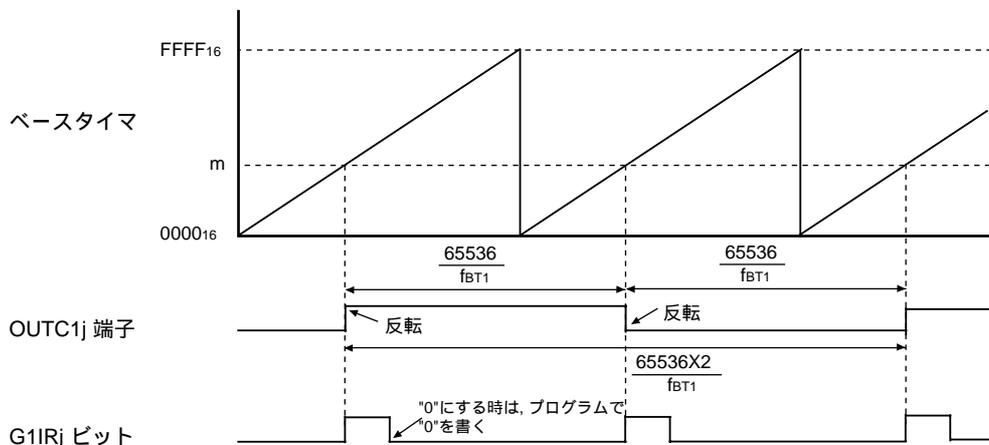
表13.9 反転波形出力モードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|--------------|---|
| 出力波形 | <ul style="list-style-type: none"> ・フリーラン動作 (G1BCR1レジスタ及びG1BCR0レジスタのRST1、RST2、RST4ビットが“0” (初期化しない)) <ul style="list-style-type: none"> 周期 : $\frac{65536 \times 2}{f_{BT1}}$ "H"幅 と "L"幅 : $\frac{65536}{f_{BT1}}$ ・ベースタイマがいずれかのレジスタの値と一致した場合、ベースタイマを “0000₁₆”にする <ul style="list-style-type: none"> (a) G1PO0 (RST1ビットが“1”かつRST4、RST2ビットが“0”により許可)または (b) G1BTRR (RST4ビットが“1”かつRST2、RST1ビットが“0”により許可) <ul style="list-style-type: none"> 周期 : $\frac{2(n+2)}{f_{BT1}}$ "H"幅 と "L"幅 : $\frac{n+2}{f_{BT1}}$ <p>n: G1PO0レジスタまたはG1BTRRレジスタの設定値</p> |
| 波形出力開始条件 | G1FEレジスタのIFEjビットを“1”(チャンネルj機能許可)にする |
| 波形出力停止条件 | IFEjビットを“0”(チャンネルj機能禁止)にする |
| 割り込み要求 | ベースタイマとG1POjレジスタ値が一致した時、割り込み要求レジスタのG11Rjビット(図13.23参照)が“1”になる |
| OUTC1j端子(注1) | パルス出力 |
| 選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> ・初期値設定機能: 波形出力開始時に出力レベルを設定 ・反転出力機能: 出力波形をレベル反転して、OUTC1j端子から出力 |

注1: OUTC10 ~ OUTC17 端子

(1) フリーラン動作

(G1BCR0とG1BCR1レジスタのRST4, RST2, RST1ビットが "0")

 $j=0 \sim 7$ m : G1POj レジスタの設定値

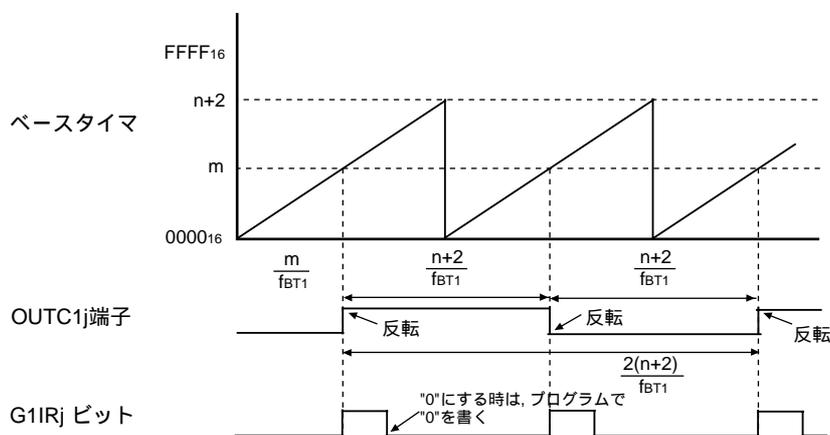
G1IRj ビット: G1IR レジスタのビット

この図は次の条件の場合です。

- G1POCRj レジスタのIVL ビットが "0" (初期値として"L"出力)、かつ INV ビットが "0" (出力反転しない)。
- G1BCR1 レジスタのUD1 ~ UD0 ビットが "002" (アップカウントモード)。

(2) ベースタイマが以下のいずれかのレジスタの値と一致した場合、ベースタイマリセット

- (a) G1PO0 (RST1ビットが"1"、かつRST4、RST2ビットが"0"の設定により許可), または
 (b) G1BTRR (RST4ビットが"1"、かつRST2、RST1ビットが"0"の設定により許可)

 $j=1 \sim 7$ m : G1POj レジスタの設定値 n : G1PO0 レジスタまたはG1BTRRレジスタの設定値

G1IRj ビット: G1IR レジスタのビット

この図は次の条件の場合です。

- G1POCRj レジスタのIVL ビットが "0" (初期値として"L"出力)、かつ INV ビットが "0" (出力反転しない)。
- G1BCR1 レジスタのUD1 ~ UD0 ビットが "002" (アップカウントモード)。

図13.23 反転波形出力モード

13.5.3 セット/リセット波形出力(SR波形出力)モード

反転出力機能選択ビットが“0”(出力反転しない)の場合、ベースタイマの値がG1POj (j=0、2、4、6)レジスタの値と一致するとき、OUTC1j端子から“H”レベルを出力します。ベースタイマの値がG1POk (k=j+1)レジスタの値と一致した場合、OUTC1j端子から“L”レベルを出力します。表13.10にSR波形出力モードの仕様を、図13.24にSR波形出力モードの動作例を示します。

表13.10 SR波形出力モードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|--------------|---|
| 出力波形 | <ul style="list-style-type: none"> ・フリーラン動作 (G1BCR1、G1BCR0レジスタのRST1、RST2、RST4ビットが“0”(初期化しない)) <ul style="list-style-type: none"> 周期 : $\frac{65536}{f_{BT1}}$ 反転レベル幅(注1) : $\frac{n-m}{f_{BT1}}$ ・ベースタイマがいずれかのレジスタの値と一致した場合、ベースタイマを“0000₁₆”にする <ul style="list-style-type: none"> (a) G1PO0 (RST1ビットが“1”かつRST4、RST2ビットが“0”により許可)または (b) G1BTRR (RST4ビットが“1”かつRST2、RST1ビットが“0”により許可) 周期 : $\frac{p+2}{f_{BT1}}$ 反転レベル幅(注1) : $\frac{n-m}{f_{BT1}}$ <p>m : G1POjレジスタの設定値 (j=0, 2, 4, 6) n : G1POkレジスタの設定値 (k=j+1) p : G1PO0レジスタまたはG1BTRRレジスタの設定値 m, n, pの値は 0001₁₆ ~ FFFD₁₆</p> |
| 波形出力開始条件 | G1FEレジスタのIFEjビットとIFEkビットを“1”(チャンネルj機能許可)にする |
| 波形出力停止条件 | G1FEレジスタのIFEjビットとIFEkビットを“0”(チャンネルj機能禁止)にする |
| 割り込み要求 | <p>ベースタイマとG1POjレジスタの値が一致すると、割り込み要求レジスタのG1IRjビットが、1”になる。(図13.24参照)</p> <p>ベースタイマとG1POkレジスタの値が一致すると、割り込み要求レジスタのG1IRkビットが“1”になる。(図13.24参照)</p> |
| OUTC1j端子(注3) | パルス出力 |
| 選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> ・初期値設定機能 : 波形出力開始時の出力レベルを設定 ・反転出力機能 : 出力波形をレベル反転してOUTC1j端から出力 |

注1. 奇数チャンネルの波形生成レジスタは偶数チャンネルより大きい値を設定してください。

注2. G1PO0レジスタでベースタイマリセットする場合、チャンネル0、チャンネル1によるSR波形生成機能は使用することはできません。

注3. OUTC10, OUTC12, OUTC14, OUTC16端子

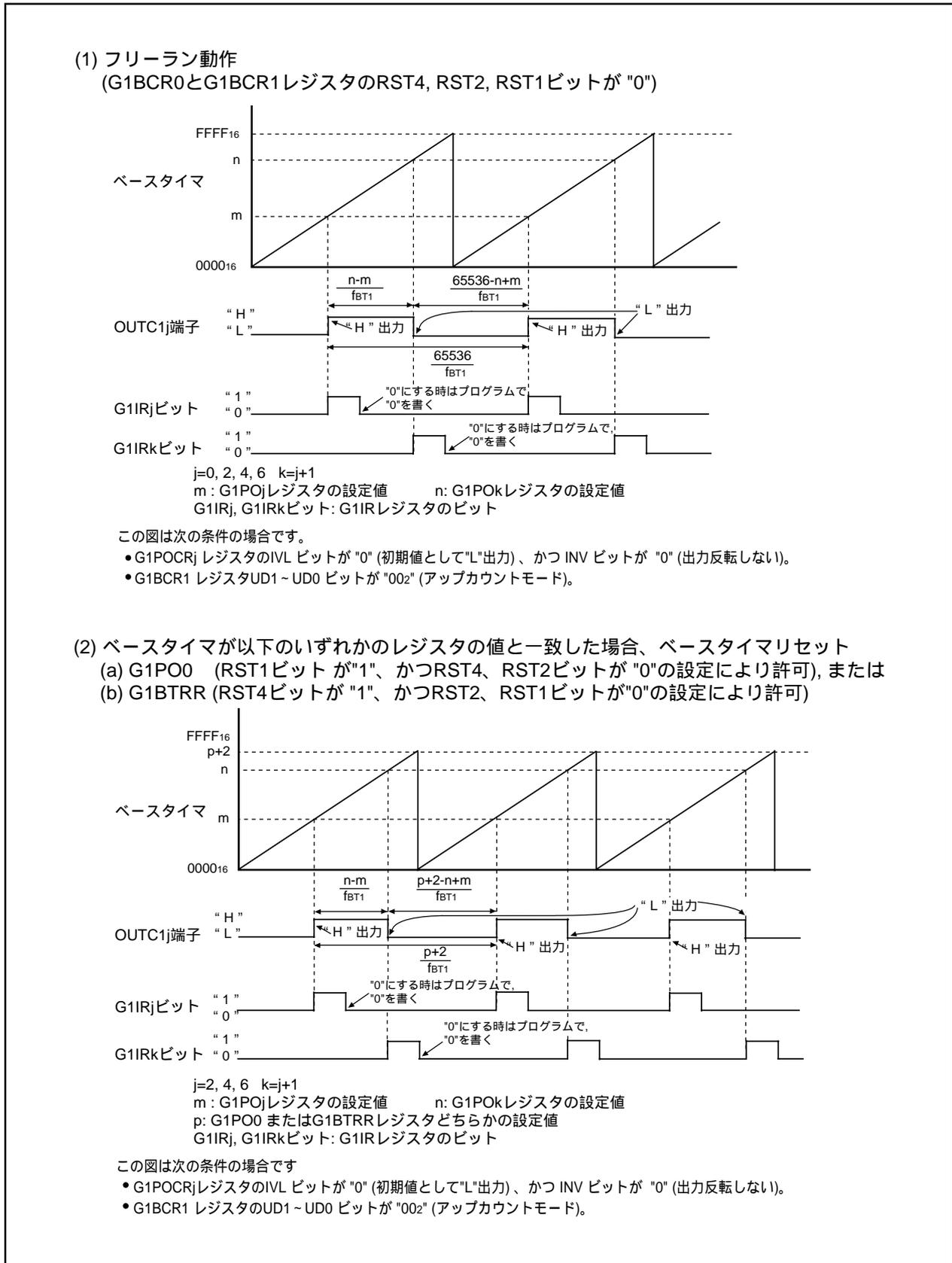


図 13.24 SR波形出力モードの動作例

13.6 入出力ポート機能選択

機能許可レジスタ(G1FE)と機能選択レジスタ(G1FS)の値によって、IC/OC端子の入出力が決まります。

SR波形出力モード時は、出力波形ごとに偶数チャンネルと奇数チャンネルの2チャンネル分を使用しますが、偶数チャンネルからのみ波形が出力されます。この場合、奇数チャンネルに対応する端子を入出力ポートとして使用することができます。

表13.11 時間計測と波形出力機能の端子設定

| 端子 | IFE | FSC | MOD1 | MOD0 | 端子の入力 / 出力 | 機能 |
|-----------------------|-----|-----|------|------|---------------------------|--------------|
| P27/INPC17/ OUTC17 | 0 | X | X | X | PD27により決定 | P27 |
| | 1 | 1 | X | X | PD27により決定、INPC17への入力は常に有効 | P27またはINPC17 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 単相波形出力 | OUTC17 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | PD27により決定、SR波形出力モード | P27 |
| | 1 | 0 | 1 | 0 | 反転波形出力 | OUTC17 |
| P26/INPC16/ OUTC16 | 0 | X | X | X | PD26により決定 | P26 |
| | 1 | 1 | X | X | PD26により決定、INPC16への入力は常に有効 | P26またはINPC16 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 単相波形出力 | OUTC16 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | SR波形出力 | OUTC16 |
| | 1 | 0 | 1 | 0 | 反転波形出力 | OUTC16 |
| P25/INPC15/ OUTC15 | 0 | X | X | X | PD25により決定 | P25 |
| | 1 | 1 | X | X | PD25により決定、INPC15への入力は常に有効 | P25またはINPC15 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 単相波形出力 | OUTC15 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | PD25により決定、SR波形出力モード | P25 |
| | 1 | 0 | 1 | 0 | 反転波形出力 | OUTC15 |
| P24/INPC14/ OUTC14 | 0 | X | X | X | PD24により決定 | P24 |
| | 1 | 1 | X | X | PD24により決定、INPC14への入力は常に有効 | P24またはINPC14 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 単相波形出力 | OUTC14 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | SR波形出力 | OUTC14 |
| | 1 | 0 | 1 | 0 | 反転波形出力 | OUTC14 |
| P23/INPC13/ OUTC13 | 0 | X | X | X | PD23により決定、 | P23 |
| | 1 | 1 | X | X | PD23により決定、INPC13への入力は常に有効 | P23またはINPC13 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 単相波形出力 | OUTC13 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | PD23により決定、SR波形出力モード | P23 |
| | 1 | 0 | 1 | 0 | 反転波形出力 | OUTC13 |
| P22/INPC12/ OUTC12 | 0 | X | X | X | PD22により決定 | P22 |
| | 1 | 1 | X | X | PD22により決定、INPC12への入力は常に有効 | P22またはINPC12 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 単相波形出力 | OUTC12 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | SR波形出力 | OUTC12 |
| | 1 | 0 | 1 | 0 | 反転波形出力 | OUTC12 |
| P21/INPC11/ OUTC11 | 0 | X | X | X | PD21により決定 | P21 |
| | 1 | 1 | X | X | PD21により決定、INPC11への入力は常に有効 | P21またはINPC11 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 単相波形出力 | OUTC11 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | PD21により決定、SR波形出力モード | P21 |
| | 1 | 0 | 1 | 0 | 反転波形出力 | OUTC11 |
| P20/INPC10/ OUTC10 | 0 | X | X | X | PD20により決定、 | P20 |
| | 1 | 1 | X | X | PD20により決定、INPC10への入力は常に有効 | P20またはINPC10 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 単相波形出力 | OUTC10 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | SR波形出力 | OUTC10 |
| | 1 | 0 | 1 | 0 | 反転波形出力 | OUTC10 |

IFE : G1FEレジスタのIFE_j (j=0 to 7)ビット

FSC : G1FSレジスタのFSC_j (j=0 to 7)ビット

MOD2 to MOD0 : G1POCR_j (j=0 to 7)レジスタのビット

13.6.1 INPC17代替入力端子の選択

IC/OCチャンネル7の時間計測端子は、2端子から選択することができます。G1BCR0レジスタのCH7INSELビット(チャンネル7入力選択ビット)によって、IC/OC INPC17を P27/OUTC17/INPC17端子またはP17/ $\overline{\text{INT5}}$ /INPC17/IDU端子から選択します。

13.6.2 P17/ $\overline{\text{INT5}}$ /INPC17デジタルデバウンス回路

P17/ $\overline{\text{INT5}}$ /INPC17/IDU端子からの $\overline{\text{INT5}}$ /INPC17入力は、ノイズ除去に有効なデジタルデバウンス機能を持ちます。

詳細は “ 19.6 デジタルデバウンス機能 ” を参照してください。

14. シリアルI/O

注意

64ピン版は、SI/O4を使用しないでください。

シリアルI/Oは、UART0~UART2、SIO3、SIO4の5チャンネルで構成しています。
次にそれぞれについて説明します。

14.1 UARTi(i=0~2)

UARTiはそれぞれ専用の転送クロック発生用タイマを持ち、独立して動作します。
図14.1にUARTiブロック図、図14.2~図14.3にUARTi送受信部ブロック図を示します。
UARTiには、次のモードがあります。

- ・クロック同期形シリアルI/Oモード
- ・クロック非同期形シリアルI/Oモード (UARTモード)
- ・特殊モード1(I²C busモード) : UART2
- ・特殊モード2 : UART2
- ・特殊モード3(バス衝突検出機能、IEBusモード) : UART2
- ・特殊モード4(SIMモード) : UART2

図14.4~図14.9に、UARTi関連のレジスタを示します。
レジスタの設定はモードごとの表を参照してください。

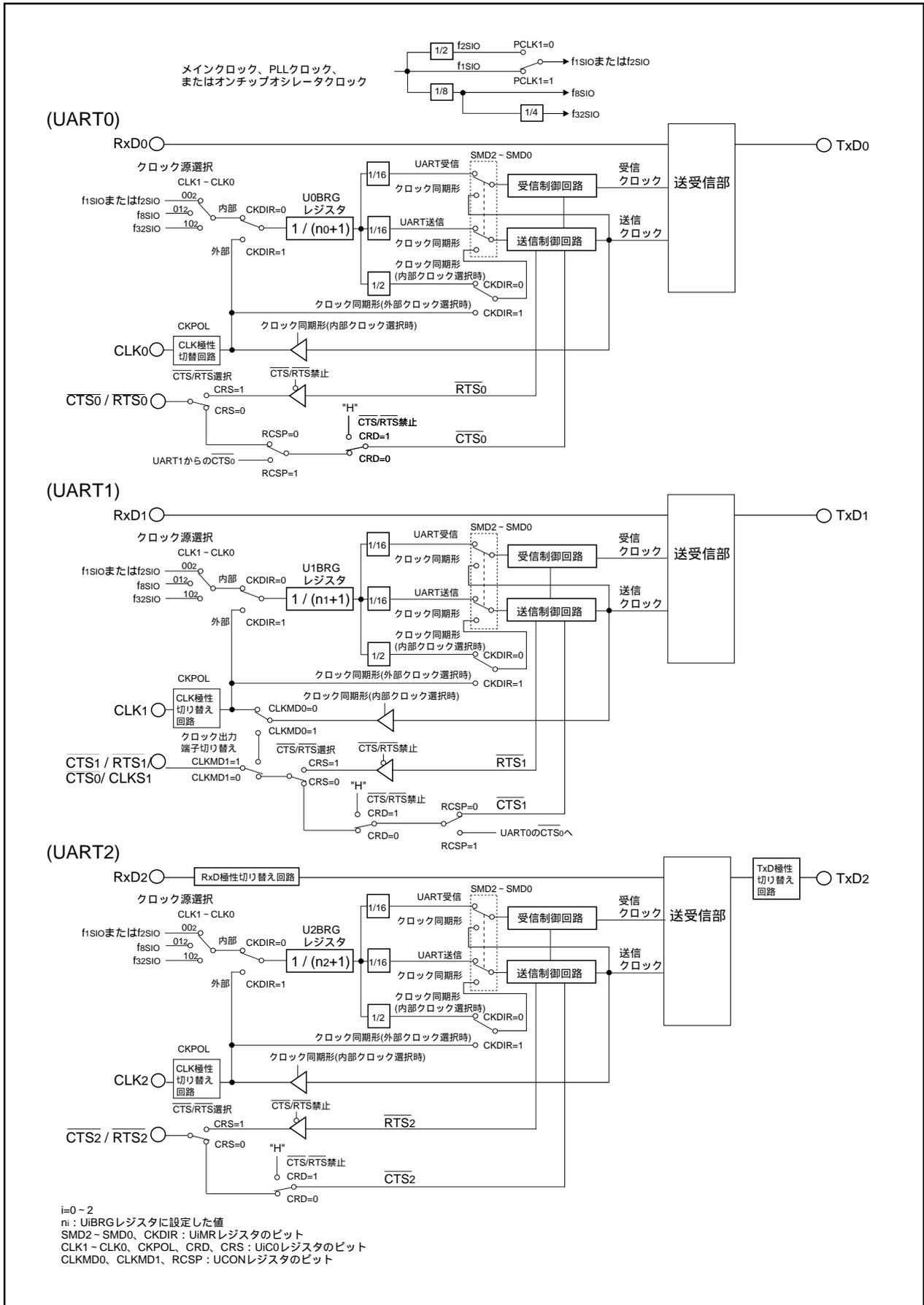


図14.1 UART*i*ブロック図

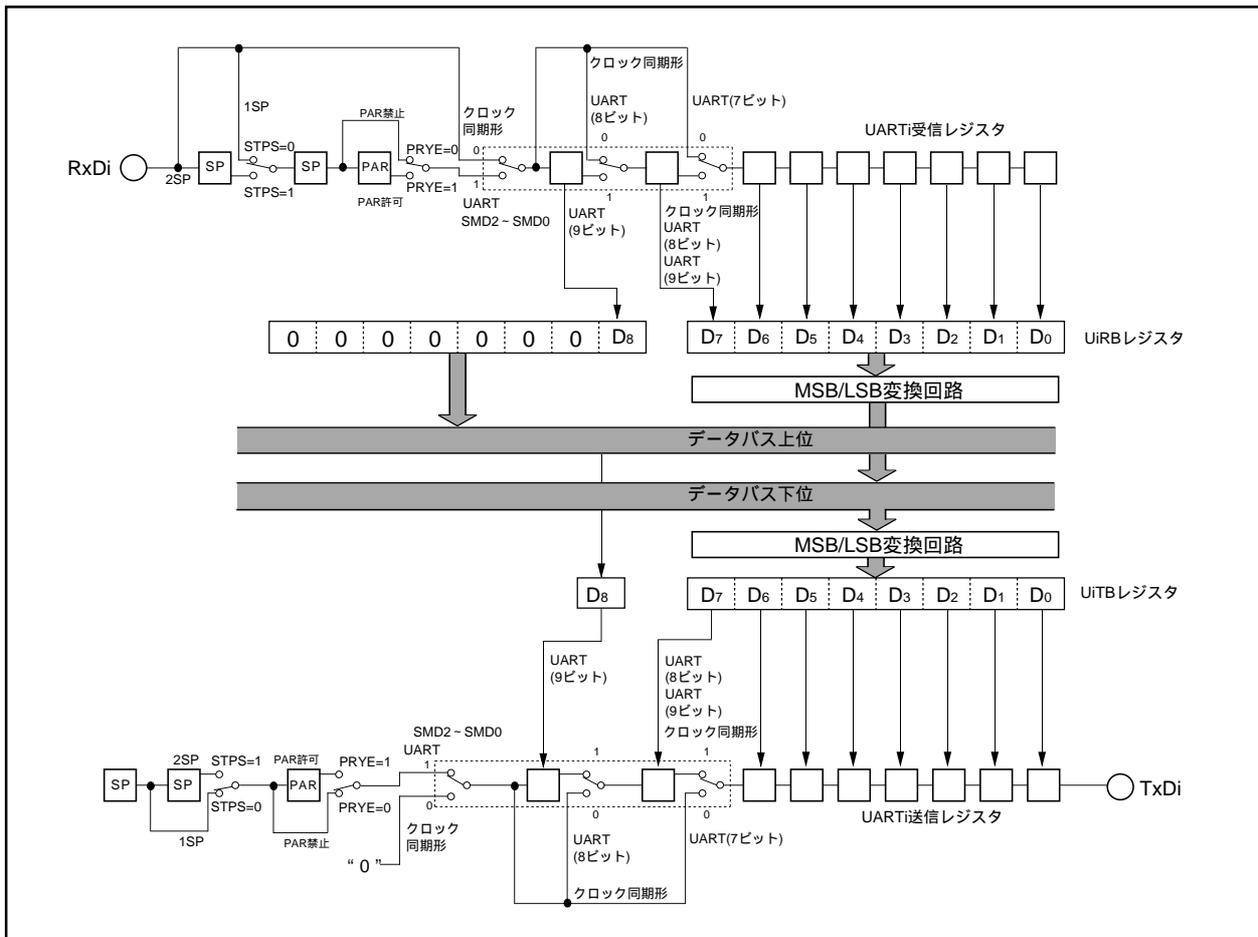


図14.2 UARTi送受信部ブロック図 (I=0, 1)

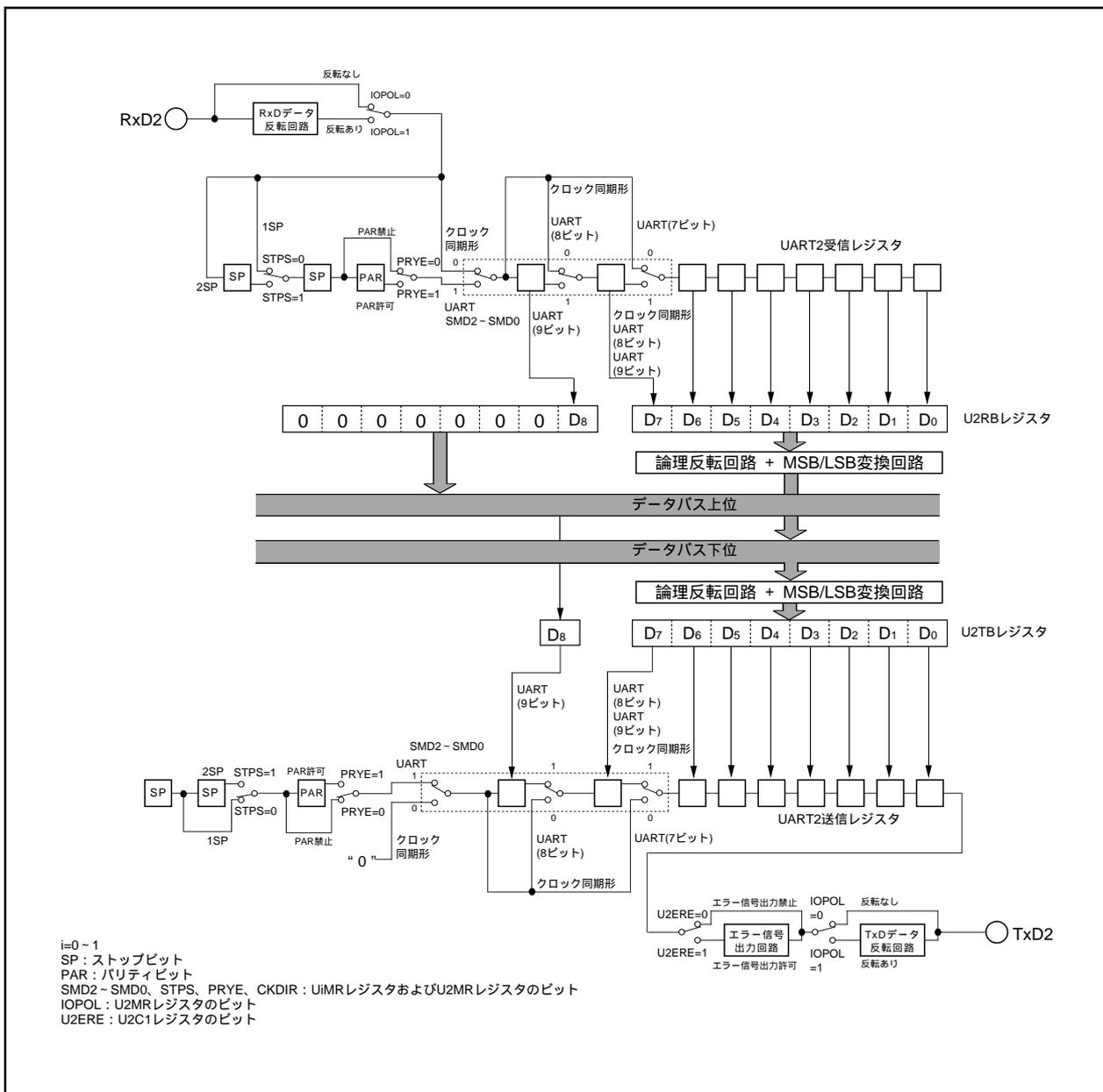


図14.3 UART2送受信部ブロック図 (i=0, 1)

UART_i送信バッファレジスタ(i=0~2)(注1)

| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|------|---|---------|
| U0TB | 03A3 ₁₆ -03A2 ₁₆ 番地 | 不定 |
| U1TB | 03AB ₁₆ -03AA ₁₆ 番地 | 不定 |
| U2TB | 037B ₁₆ -037A ₁₆ 番地 | 不定 |

| 機能 | RW |
|---|----|
| 送信データ | WO |
| 何も配置されていない。書く場合、「0」を書いてください。読んだ場合、その値は不定。 | — |

注1. このレジスタはMOV命令を使用して書いてください。

UART_i受信バッファレジスタ(i=0~2)

| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|------|---|---------|
| U0RB | 03A7 ₁₆ -03A6 ₁₆ 番地 | 不定 |
| U1RB | 03AF ₁₆ -03AE ₁₆ 番地 | 不定 |
| U2RB | 037F ₁₆ -037E ₁₆ 番地 | 不定 |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------------|--|----------------------------------|----|
| (b7-b0) | — | 受信データ(D7~D0) | RO |
| (b8) | — | 受信データ(D8) | RO |
| — (b10-b9) | 何も配置されていない。書く場合、「0」を書いてください。読んだ場合、その値は「0」。 | — | — |
| ABT | アービトレーションロスト検出フラグ(注2) | 0: 未検出(勝) 1: 検出(負) | RW |
| OER | オーバランエラーフラグ(注1) | 0: オーバランエラーなし 1: オーバランエラー発生 | RO |
| FER | フレーミングエラーフラグ(注1) | 0: フレーミングエラーなし 1: フレーミングエラー発生 | RO |
| PER | パリティエラーフラグ(注1) | 0: パリティエラーなし 1: パリティエラー発生 | RO |
| SUM | エラーサムフラグ(注1) | 0: エラーなし 1: エラー発生 | RO |

注1. UIMRレジスタのSMD2~SMD0ビットを「0002」(シリアルI/Oは無効にしたとき、またはUIC1レジスタのREビットを「0」(受信禁止)にしたとき、SUM、PER、FER、OERビットは、すべて「0」(エラーなし)になります。SUMビットはPER、FER、OERビットがすべて「0」(エラーなし)になると「0」(エラーなし)になります。また、PER、FERビットは、UIRBレジスタの下位バイトを読んだとき、「0」になります。

注2. ABTビットはプログラムで「0」を書くとき「0」になります(「1」を書いても変化しません)。U0RBレジスタおよびU1RBレジスタでは、ビット11には何も何も配置されていませんが、書く場合「0」を書いてください。読んだ場合、その値は「0」になります。

UART_i転送速度レジスタ(i=0~2)(注1、2、3)

| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|-------|-----------------------|---------|
| U0BRG | 03A1 ₁₆ 番地 | 不定 |
| U1BRG | 03A9 ₁₆ 番地 | 不定 |
| U2BRG | 0379 ₁₆ 番地 | 不定 |

| 機能 | 設定範囲 | RW |
|-----------------------------------|-------------------------------------|----|
| 設定値を n とすると、UiBRGはカウントソースをn+1分周する | 00 ₁₆ - FF ₁₆ | WO |

注1. 送受信停止中に書いてください。

注2. このレジスタはMOV命令を使用して書いてください。

UiBRGレジスタの設定値をnとしたときの転送クロックを以下に示します。

(1)UIMRレジスタのCKDIRビットが「0」(内部クロック)の場合

- ・クロック同期シリアルI/Oモード : f_i/(2(n+1))
- ・クロック非同期シリアルI/O(UART)モード : f_i/(16(n+1))

(2)UIMRレジスタのCKDIRビットが「1」(外部クロック)の場合

- ・クロック同期シリアルI/Oモード : f_{EXT}
- ・クロック非同期シリアルI/O(UART)モード : f_{EXT}/(16(n+1))

f_i: f1SIO, f2SIO, f8SIO, f32SIO
f_{EXT}: CLKi端子からの入力

注3. このレジスタはUIC0レジスタのCLK1~CLK0ビットを設定した後に書いてください。

図14.4 U0TB~U2TB、U0RB~U2RB、U0BRG~U2BRGレジスタ

UARTi送受信モードレジスタ(i=0, 1)

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 |
| 0 | | | | | | | |

シンボル アドレス リセット後の値

U0MR、U1MR 03A0₁₆、03A8₁₆番地 00₁₆

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|-----------|--------------------------|---|----|
| SMD0 | シリアルI/Oモード 選択ビット (注2) | b2 b1 b0 0 0 0 シリアルI/Oは無効 0 0 1 : クロック同期形シリアルI/Oモード 1 0 0 : UARTモード転送データ長7ビット 1 0 1 : UARTモード転送データ長8ビット 1 1 0 : UARTモード転送データ長9ビット 上記以外 : 設定しないでください | RW |
| SMD1 | | | RW |
| SMD2 | | | RW |
| CKDIR | 内/外部クロック 選択ビット | 0 : 内部クロック 1 : 外部クロック(注1) | RW |
| STPS | ストップビット長 選択ビット | 0 : 1ストップビット 1 : 2ストップビット | RW |
| PRY | パリティ奇/偶 選択ビット | PRYE=1のとき有効 0 : 奇数パリティ 1 : 偶数パリティ | RW |
| PRYE | パリティ許可ビット | 0 : パリティ禁止 1 : パリティ許可 | RW |
| — (b7) | 予約ビット | "0" にしてください。 | RW |

注1. CLKi端子に対応するポート方向ビットは "0" (入力モード) にしてください。
 注2. 受信する場合、RxDi端子に対応するポート方向ビットは "0" (入力モード) にしてください。

UART2送受信モードレジスタ

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 |
| | | | | | | | |

シンボル アドレス リセット後の値

U2MR 0378₁₆番地 00₁₆

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|--------------------------|---|----|
| SMD0 | シリアルI/Oモード 選択ビット (注2) | b2 b1 b0 0 0 0 シリアルI/Oは無効 0 0 1 : クロック同期形シリアルI/Oモード 0 1 0 : I ² Cモード (注3) 1 0 0 : UARTモード転送データ長7ビット 1 0 1 : UARTモード転送データ長8ビット 1 1 0 : UARTモード転送データ長9ビット 上記以外 : 設定しないでください | RW |
| SMD1 | | | RW |
| SMD2 | | | RW |
| CKDIR | 内/外部クロック 選択ビット | 0 : 内部クロック 1 : 外部クロック(注1) | RW |
| STPS | ストップビット長 選択ビット | 0 : 1ストップビット 1 : 2ストップビット | RW |
| PRY | パリティ奇/偶 選択ビット | PRYE=1のとき有効 0 : 奇数パリティ 1 : 偶数パリティ | RW |
| PRYE | パリティ許可ビット | 0 : パリティ禁止 1 : パリティ許可 | RW |
| IOPOL | TxD、RxD入出力極性 切り替えビット | 0 : 反転なし 1 : 反転あり | RW |

注1. CLK2端子に対応するポート方向ビットは "0" (入力モード) にしてください。
 注2. 受信する場合、RxD2端子に対応するポート方向ビットは "0" (入力モード) にしてください。
 注3. SDA₂、SCL₂端子に対応するポート方向ビットは "0" (入力モード) にしてください。

図14.5 U0MR~U2MRレジスタ



図14.6 U0C0~U2C0、UCONレジスタ

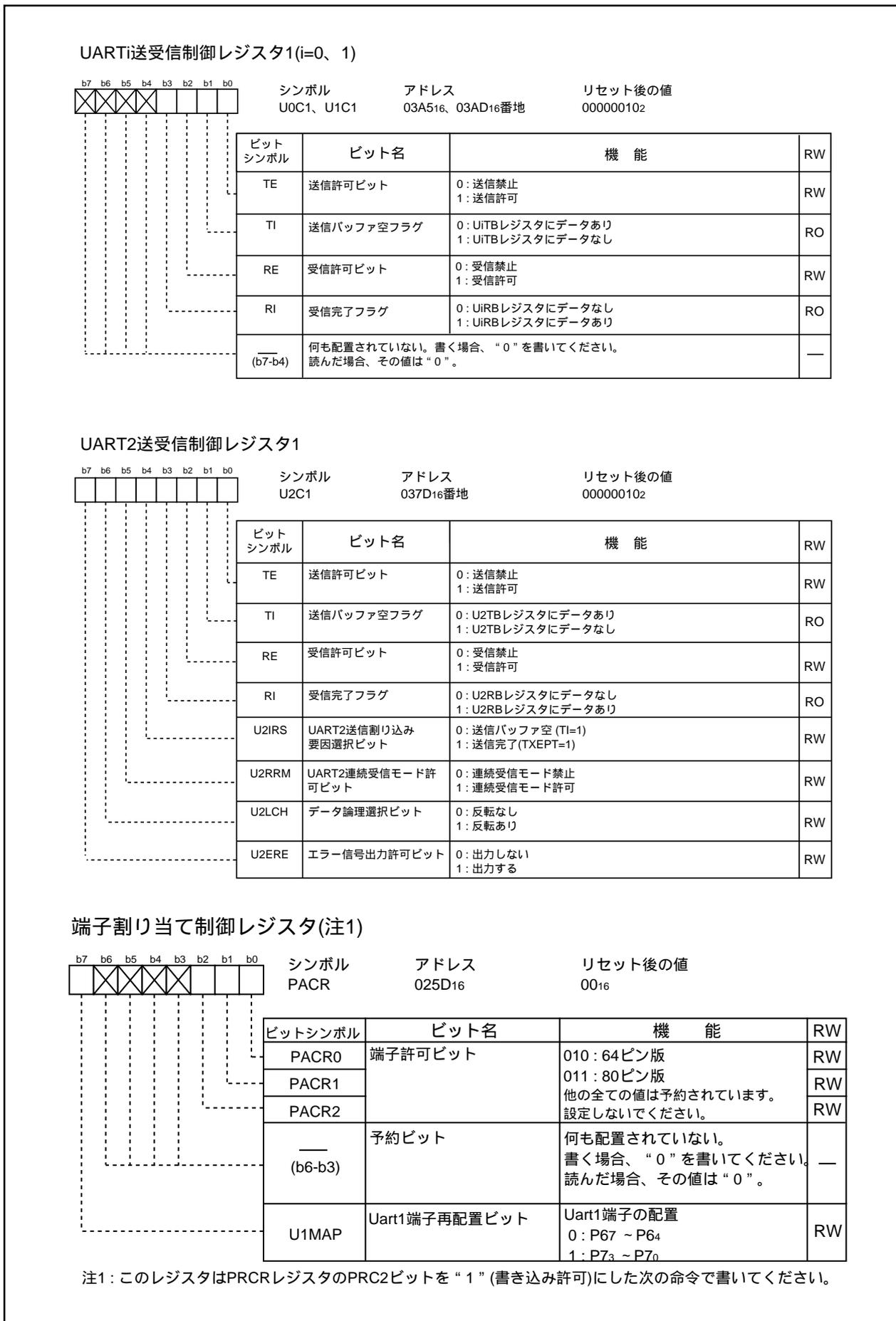


図14.7 U0C1 ~ U2C1、PACRレジスタ

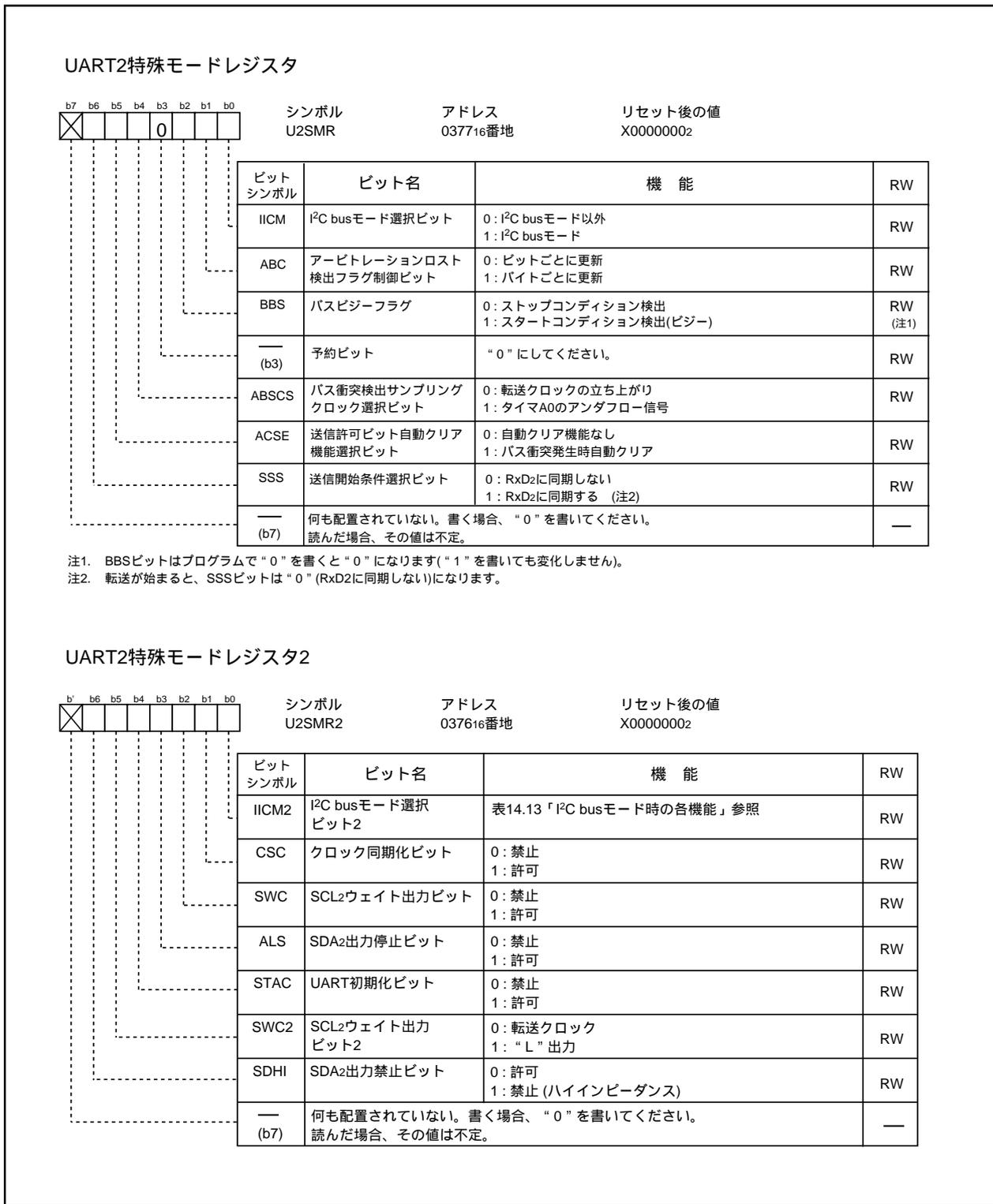


図14.8 U2SMR、U2SMR2レジスタ

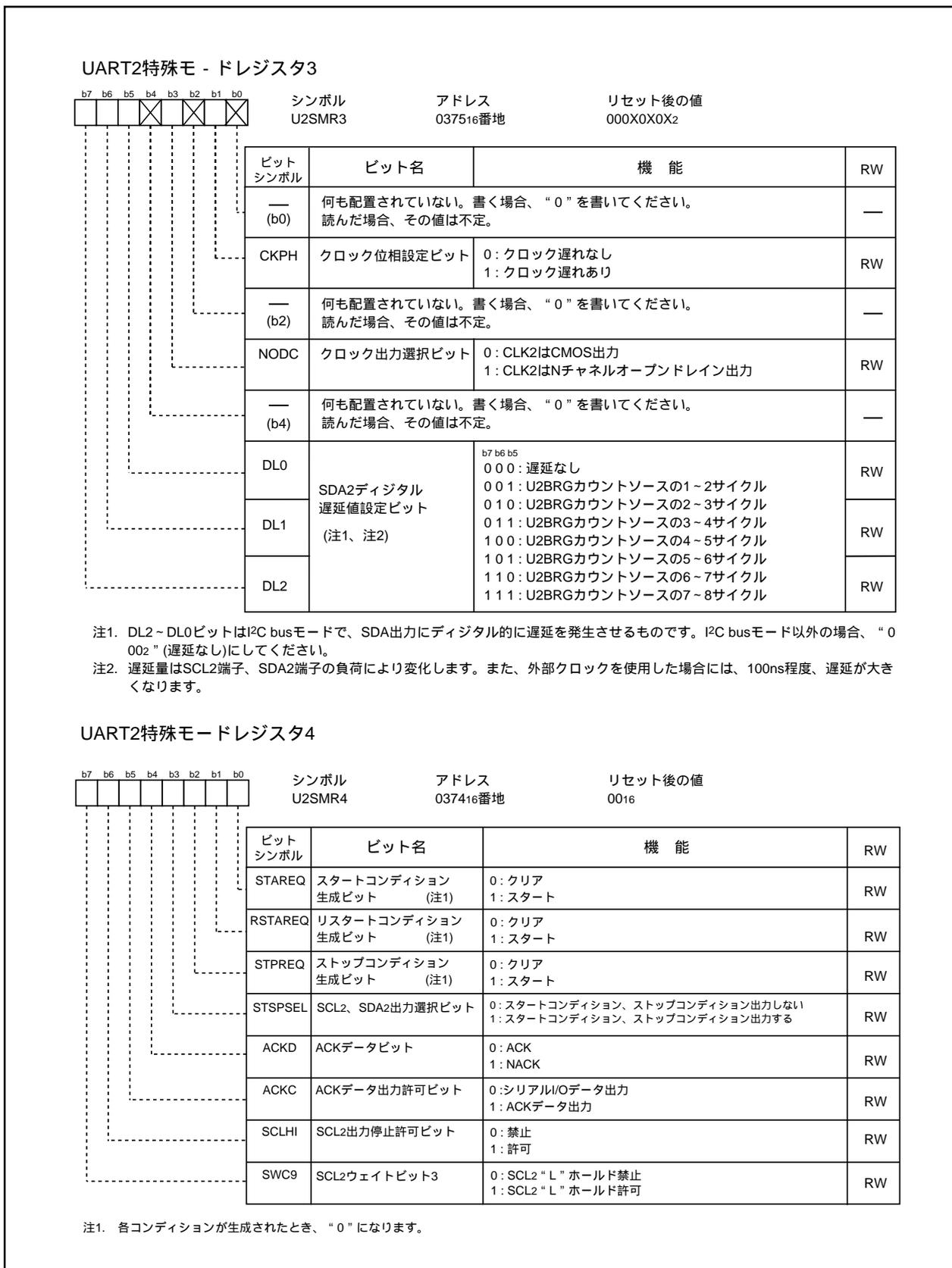


図14.9 U2SMR3、U2SMR4レジスタ

14.1.1 クロック同期形シリアルI/Oモード

クロック同期形シリアルI/Oモードは、転送クロックを用いて送受信を行うモードです。表14.1にクロック同期形シリアルI/Oモードの仕様、表14.2にクロック同期形シリアルI/Oモード時の使用レジスタと設定値を示します。

表14.1 クロック同期形シリアルI/Oモードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|--|
| 転送データフォーマット | 転送データ長 8ビット |
| 転送クロック | UiMRレジスタ(i=0~2)のCKDIRビットが“0”(内部クロック) : $f_j/(2(n+1))$ $f_j=f1SIO, f2SIO, f8SIO, f32SIO$ $n=UiBRG$ レジスタの設定値 0016~FF16 CKDIRビットが“1”(外部クロック) : CLKi端子からの入力 |
| 送信制御、受信制御 | CTS機能、RTS機能、CTS/RTS機能禁止を選択可 |
| 送信開始条件 | 送信開始には、次の条件が必要です(注1)。 <ul style="list-style-type: none"> • UiC1レジスタのTEビットが“1”(送信許可) • UiC1レジスタのTIビットが“0”(UiTBレジスタにデータあり) • CTS機能を選択している場合、CTS端子の入力が“L” |
| 受信開始条件 | 受信開始には、次の条件が必要です(注1)。 <ul style="list-style-type: none"> • UiC1レジスタのREビットが“1”(受信許可) • UiC1レジスタのTEビットが“1”(送信許可) • UiC1レジスタのTIビットが“0”(UiTBレジスタにデータあり) |
| 割り込み要求発生タイミング | 送信する場合、次の条件のいずれかを選択できます。 <ul style="list-style-type: none"> • UiIRSビット(注3)が“0”(送信バッファ空) : UiTBレジスタからUARTi送信レジスタへデータ転送時(送信開始時) • UiIRSビットが“1”(送信完了) : UARTi送信レジスタからデータ送信完了時 受信する場合 • UARTi受信レジスタからUiRBレジスタへデータ転送時(受信完了時) |
| エラー検出 | オーバランエラー(注2) UiRBレジスタを読む前に次のデータ受信を開始し、次のデータの7ビット目を受信すると発生 |
| 選択機能 | CLK極性選択 転送データの出力と入力タイミングが、転送クロックの立ち上がりか立ち下がりかを選択可 LSBファースト、MSBファースト選択 ビット0から送受信するか、またはビット7から送受信するかを選択可 連続受信モード選択 UiRBレジスタを読むことで、同時に受信許可状態になる シリアルデータ論理切り替え(UART2) 送受信データの論理値を反転する機能 転送クロック複数端子出力選択(UART1) UART1の転送クロック端子を2本設定し、プログラムで出力端子を選択可 CTS/RTS分離機能(UART0) CTS0とRTS0を別の端子から入出力する UART1端子配置選択 UART1端子をP67~P64またはP73~P70から選択可 |

注1. 外部クロックを選択している場合、UiC0レジスタのCKPOLビットが“0”(転送クロックの立ち下がり)で送信データ出力、立ち上がりで受信データ入力)のときは外部クロックが“H”の状態、CKPOLビットが“1”(転送クロックの立ち上がり)で送信データ出力、立ち下がり)で受信データ入力)のときは外部クロックが“L”の状態)で条件を満たしてください。

注2. オーバランエラーが発生した場合、UiRBレジスタ受信データは不定になります。またSiRICレジスタのIRビットは変化しません。

注3. U0IRS、U1IRSビットはUCONレジスタのビット0、1で、U2IRSビットはU2C1レジスタのビット4です。

表14.2 クロック同期形シリアルI/Oモード時の使用レジスタと設定値

| レジスタ | ビット | 機能 |
|----------|----------------|--|
| UiTB(注3) | 0~7 | 送信データを設定してください |
| UiRB(注3) | 0~7 | 受信データが読めます |
| | OER | オーバランエラーフラグ |
| UiBRG | 0~7 | 転送速度を設定してください |
| UiMR(注3) | SMD2~SMD0 | “0012” にしてください |
| | CKDIR | 内部クロック、外部クロックを選択してください |
| | IOPOL(i=2)(注4) | “0” にしてください |
| UiC0 | CLK1~CLK0 | UiBRGレジスタのカウントソースを選択してください |
| | CRS | CTSまたはRTSを使用する場合、どちらかを選択してください |
| | TXEPT | 送信レジスタ空フラグ |
| | CRD | CTSまたはRTS機能の許可、または禁止を選択してください |
| | NCH | TxDi端子の出力形式を選択してください |
| | CKPOL | 転送クロックの極性を選択してください |
| | UFORM | LSBファースト、またはMSBファーストを選択してください |
| UiC1 | TE | 送受信を許可する場合、“1” にしてください |
| | TI | 送信バッファ空フラグ |
| | RE | 受信を許可する場合、“1” にしてください |
| | RI | 受信完了フラグ |
| | U2IRS(注1) | UART2送信割り込み要因を選択してください |
| | U2RRM(注1) | UART2の連続受信モードを使用する場合、“1” にしてください |
| | U2LCH(注3) | UART2のデータ論理反転を使用する場合、“1” にしてください |
| | U2ERE(注3) | “0” にしてください |
| U2SMR | 0~7 | “0” にしてください |
| U2SMR2 | 0~7 | “0” にしてください |
| U2SMR3 | 0~2 | “0” にしてください |
| | NODC | クロック出力形式を選択してください |
| | 4~7 | “0” にしてください |
| U2SMR4 | 0~7 | “0” にしてください |
| UCON | U0IRS、U1IRS | UART0、1送信割り込み要因を選択してください |
| | U0RRM、U1RRM | 連続受信モードを使用する場合、“1” にしてください |
| | CLKMD0 | CLKMD1=1のとき転送クロックを出力する端子を選択してください |
| | CLKMD1 | UART1の転送クロックを2端子から出力する場合、“1” にしてください |
| | RCSP | UART0のCTS0信号をP64端子から入力する場合、“1” にしてください |
| | 7 | “0” にしてください |

注1. U0C1、U1C1レジスタのビット4、5は“0” にしてください。U0IRS、U1IRS、U0RRM、U1RRMビットはUCONレジスタにあります。

注2. この表に記載していないビットは、クロック同期形シリアルI/Oモード時に書く場合、“0” を書いてください。

注3. U0C1、U1C1レジスタのビット6、7は“0” にしてください。

注4. U0MR、U1MRレジスタのビット7は“0” にしてください。

i=0~2

表14.3にクロック同期形シリアルI/Oモード時の入出力端子の機能を示します。表14.3は、転送クロック複数端子出力選択機能を非選択の場合です。また、表14.4にクロック同期形シリアルI/Oモード時のP64端子の機能を示します。

なお、UARTiの動作モード選択後、転送開始までは、TxDi端子は“H”を出力します(Nチャンネルオープンドレイン出力選択時はハイインピーダンス状態)。

表14.3 クロック同期形シリアルI/Oモード時の入出力端子の機能(注1)

(転送クロック複数端子出力機能を非選択の場合)

| 端子名 | 機能 | 選択方法 |
|--|-----------|--|
| TxDi(i=0~2) (P63, P67, P70) | シリアルデータ出力 | (受信だけを行うときはダミーデータを出力) |
| RxDi (P62, P66, P71) | シリアルデータ入力 | PD6レジスタのPD6_2ビット=0、PD6_6ビット=0、PD7レジスタのPD7_1ビット=0(送信だけを行うときは入力ポートとして使用可) |
| CLKi (P61, P65, P72) | 転送クロック出力 | UiMRレジスタのCKDIRビット=0 |
| | 転送クロック入力 | UiMRレジスタのCKDIRビット=1 PD6レジスタのPD6_1ビット=0、PD6_5ビット=0、PD7レジスタのPD7_2ビット=0 |
| CTS \bar i/RTS \bar i (P60, P64, P73) | CTS入力 | UiC0レジスタのCRDビット=0 UiC0レジスタのCRSビット=0 PD6レジスタのPD6_0ビット=0、PD6_4ビット=0、PD7レジスタのPD7_3ビット=0 |
| | RTS出力 | UiC0レジスタのCRDビット=0 UiC0レジスタのCRSビット=1 |
| | 入出力ポート | UiC0レジスタのCRDビット=1 |

注1. PACRレジスタのU1MAPビットが“1”(P73~P70)のとき、UART1端子はP73~P70になります。

表14.4 クロック同期形シリアルI/Oモード時のP64端子の機能(注1)

| 端子の機能 | ビットの設定値 | | | | | |
|------------------|----------|-----|----------|--------|--------|-----------|
| | U1C0レジスタ | | UCONレジスタ | | | PD6レジスタ |
| | CRD | CRS | RCSP | CLKMD1 | CLKMD0 | PD6_4 |
| P64 | 1 | — | 0 | 0 | — | 入力：0、出力：1 |
| CTS \bar 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | 0 |
| RTS \bar 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | — | — |
| CTS \bar 0(注2) | 0 | 0 | 1 | 0 | — | 0 |
| CLKS \bar 1 | — | — | — | 1(注3) | 1 | — |

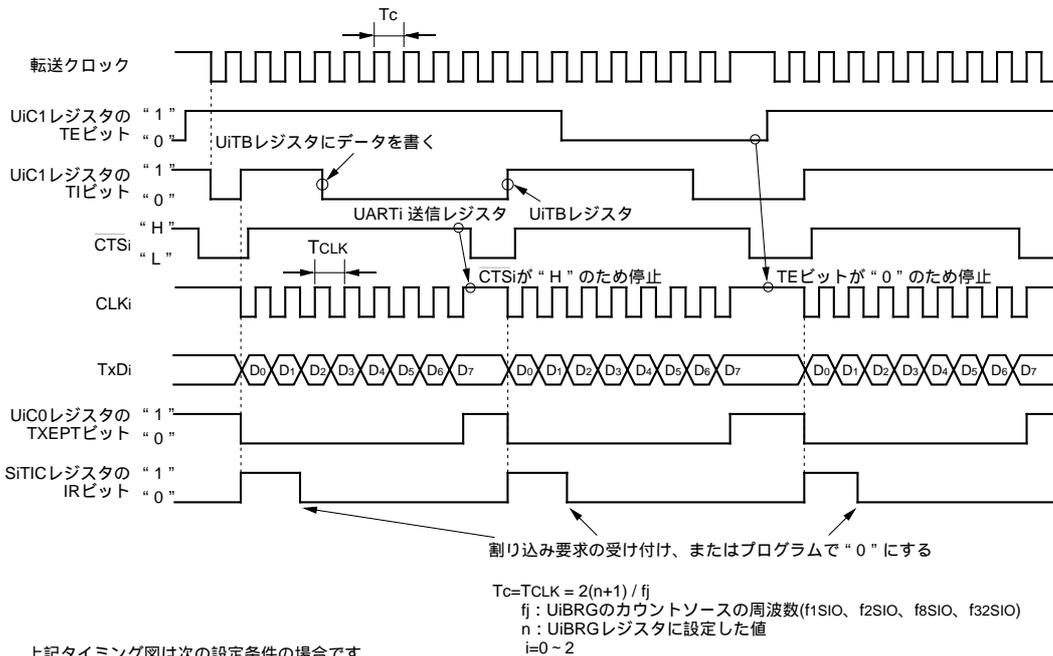
注1. PACRレジスタのU1MAPビットが“1”(P73~P70)のときは、P70端子の機能を示します。

注2. この他にU0C0レジスタのCRDビットを“0”(CTS \bar 0/RTS \bar 0許可)、U0C0レジスタのCRSビットを“1”(RTS \bar 0選択)にしてください。

注3. CLKMD1ビットが“1”でCLKMD0ビットが“0”の場合は、次のレベルを出力します。

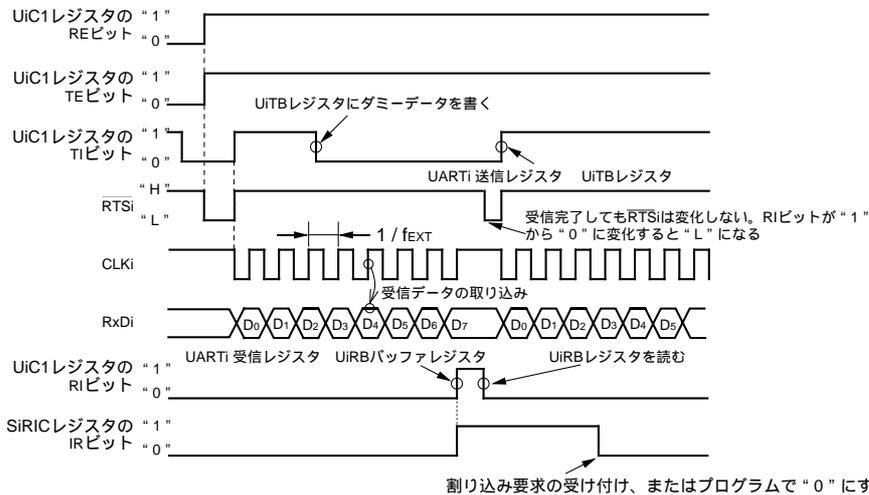
- ・U1C0レジスタのCKPOLビットが“0”：H
- ・U1C0レジスタのCKPOLビットが“1”：L

(1) 送信タイミング例(内部クロック選択時)



上記タイミング図は次の設定条件の場合です。
 UIMRレジスタのCKDIRビット=0(内部クロック)
 UIC0レジスタのCRDビット=0(CTS/RTS許可)、CRSビット=0(CTS選択)
 UIC0レジスタのCKPOLビット=0(転送クロックの立ち下がり)で送信データ出力、立ち上がりで受信データ入力)
 UIIRSビット=0(送信バッファが空になると割り込み要求発生) : UIORSビットはUCONレジスタのビット0、U1IRSビットはUCONレジスタのビット1、U2IRSビットはU2C1レジスタのビット4です。

(2) 受信タイミング例(外部クロック選択時)



上記タイミング図は次の設定条件の場合です。
 UIMRレジスタのCKDIRビット=1(外部クロック)
 UIC0レジスタのCRDビット=0(CTS/RTS許可)、CRSビット=1(RTS選択)
 UIC0レジスタのCKPOLビット=0(転送クロックの立ち下がり)で送信データ出力、立ち上がりで受信データ入力)
 fEXT : 外部クロックの周波数

データ受信前のCLKi端子への入力が“H”のときに、次の条件が揃うようにしてください。
 UIC1レジスタのTEビット=1(送信許可)
 UIC1レジスタのREビット=1(受信許可)
 UITBレジスタにダミーデータを書く

図14.10 クロック同期形シリアルI/Oモード時の送信、受信タイミング例

14.1.1.1 通信エラー発生時の対処方法

クロック同期形シリアルI/Oモードで受信または送信時に通信エラーが発生した場合、次の手順で再設定を行ってください。

・ UiRBレジスタ(i=0~2)の初期化手順

- (1)UiC1レジスタのREビットを“0”(受信禁止)にする。
- (2)UiMRレジスタのSMD2~SMD0ビットを“0002”(シリアルI/O無効)にする。
- (3)UiMRレジスタのSMD2~SMD0ビットを“0012”(クロック同期形シリアルI/Oモード)にする。
- (4)UiC1レジスタのREビットを“1”(受信許可)にする。

・ UiTBレジスタの初期化手順

- (1)UiMRレジスタのSMD2~SMD0ビットを“0002”(シリアルI/O無効)にする。
- (2)UiMRレジスタのSMD2~SMD0ビットを“0012”(クロック同期形シリアルI/Oモード)にする。
- (3)UiC1レジスタのTEビットの値にかかわらず“1”(送信許可)を書き込む。

14.1.1.2 CLK極性選択

UiC0レジスタ(i=0~2)のCKPOLビットで転送クロックの極性を選択できます。図14.11に転送クロックの極性を示します。

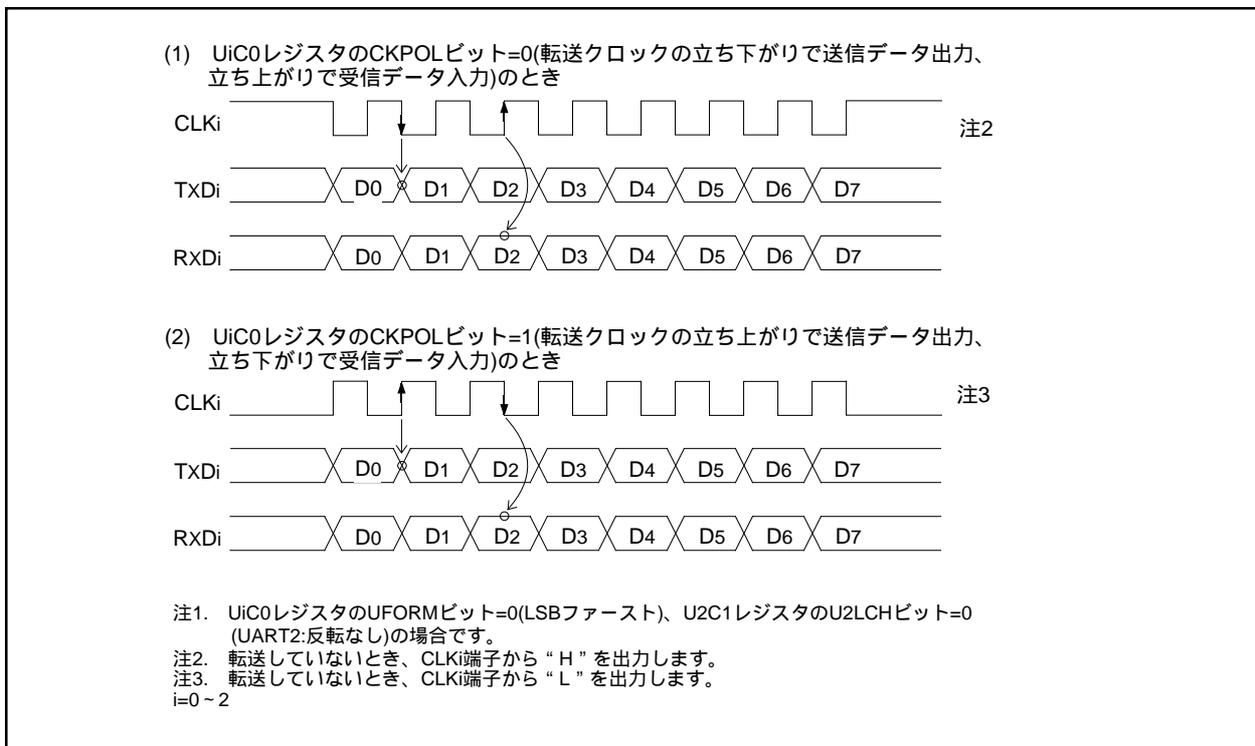


図14.11 転送クロックの極性

14.1.1.3 LSBファースト、MSBファースト選択

UiC0レジスタ(i=0~2)のUFORMビットで転送フォーマットを選択できます。図14.12に転送フォーマットを示します。

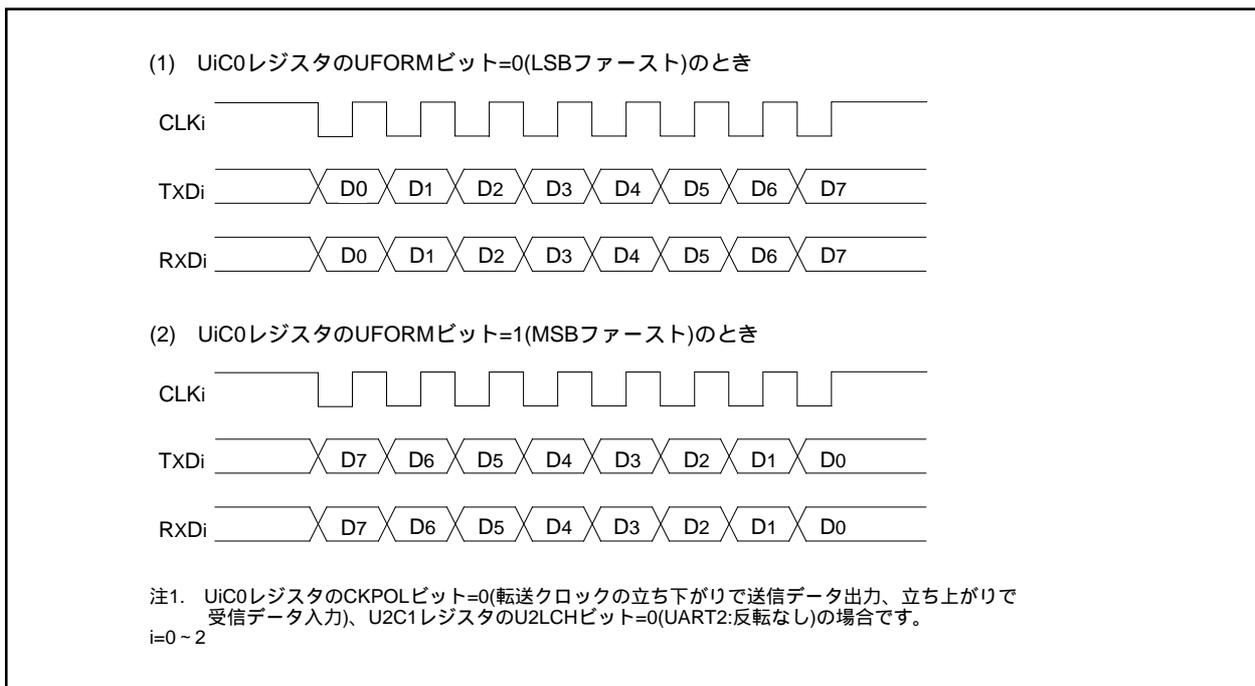


図14.12 転送フォーマット

14.1.1.4 連続受信モード

UiRRMビット($i=0\sim 2$)を“1”(連続受信モード)にすると、UiRBレジスタを読むことでUiC1レジスタのTIビットが“0”(UiTBレジスタにデータあり)になります。UiRRMビットが“1”の場合、プログラムでUiTBレジスタにダミーデータを書かないでください。U0RRM、U1RRMビットはUCONレジスタのビット2、3で、U2RRMビットはU2C1レジスタのビット5です。

14.1.1.5 シリアルデータ論理切り替え(UART2)

U2C1レジスタのU2LCHビットが“1”(反転あり)の場合、U2TBレジスタに書いた値の論理を反転して送信します。U2RBレジスタを読むと、受信データの論理を反転した値が読めます。図14.13にシリアルデータ論理を示します。

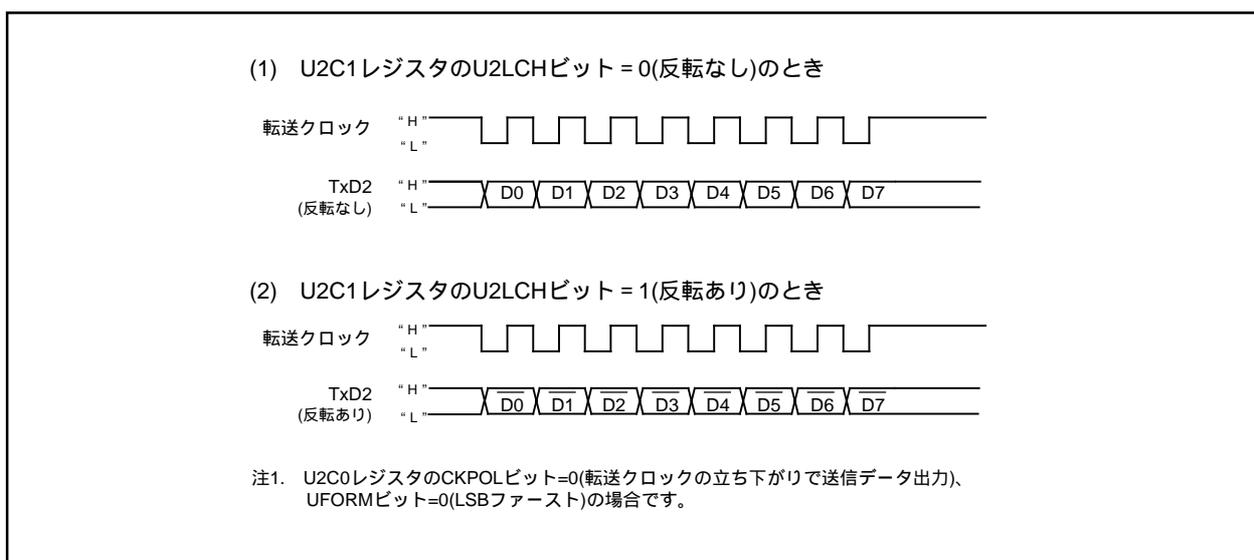


図14.13 シリアルデータ論理

14.1.1.6 転送クロック複数端子出力選択(UART1)

UCONレジスタのCLKMD1～CLKMD0ビットで2本の転送クロック出力端子から1本を選択できます(図14.14)。この機能は、UART1の転送クロックが内部クロックの場合に使用できます。

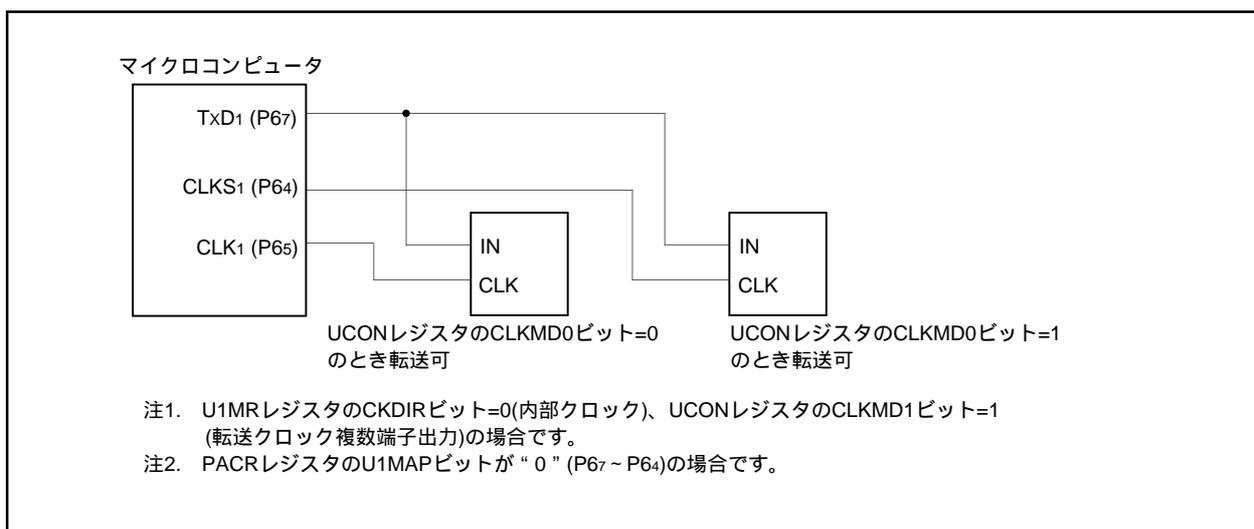


図14.14 転送クロック複数端子出力機能の使用例

14.1.1.7 $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 分離機能(UART0)

$\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ を分離し、 $\overline{\text{RTS}}$ をP60端子から出力、 $\overline{\text{CTS}}$ をP64端子またはP70端子から入力する機能です。この機能を使用する場合は次のようにしてください。

- ・ U0C0レジスタのCRDビット=0(UART0の $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 許可)
- ・ U0C0レジスタのCRSビット=1(UART0の $\overline{\text{RTS}}$ 出力)
- ・ U1C0レジスタのCRDビット=0(UART1の $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 許可)
- ・ U1C0レジスタのCRSビット=0(UART1の $\overline{\text{CTS}}$ 入力)
- ・ UCONレジスタのRCSPビット=1($\overline{\text{CTS}}$ をP64端子またはP70端子から入力)
- ・ UCONレジスタのCLKMD1ビット=0(CLKS1を使用しない)

なお、 $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 分離機能使用時、UART1の $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 機能は使用できません。

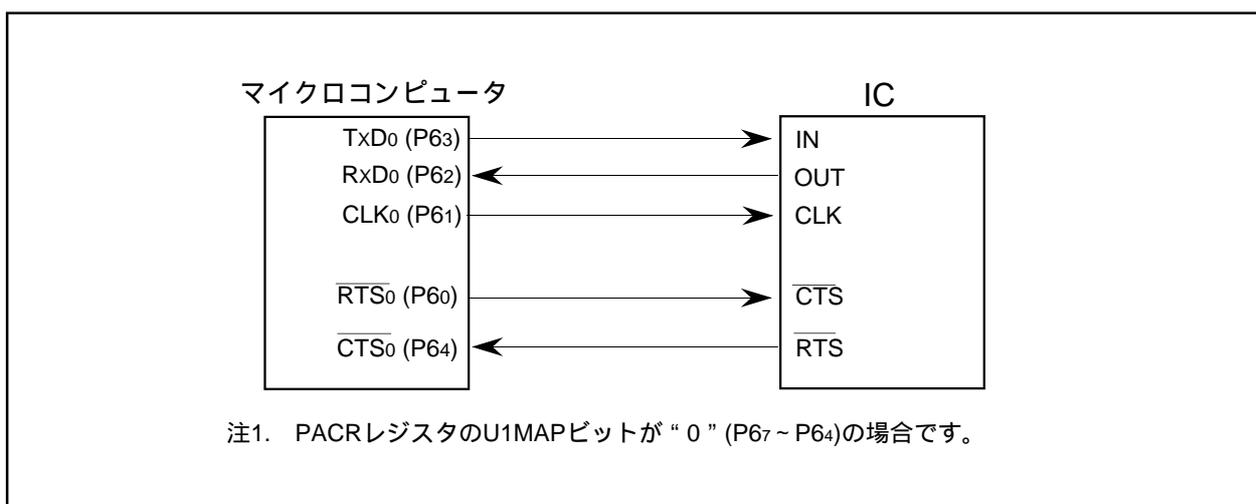


図14.15 $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 分離機能の使用例

14.1.2 クロック非同期形シリアルI/O(UART)モード

UARTモードは、任意の転送速度、転送データフォーマットを設定して送受信を行うモードです。表14.5にUARTモードの仕様を示します。

表14.5 UARTモードの仕様

| 項 目 | 仕 様 |
|---------------|--|
| 転送データフォーマット | キャラクタビット(転送データ)7ビット、8ビット、9ビットを選択可 スタートビット 1ビット パリティビット 奇数、偶数、なしを選択可 ストップビット 1ビット、2ビットを選択可 |
| 転送クロック | UiMRレジスタ(i=0~2)のCKDIRビットが“0”(内部クロック) : $f_j/(16(n+1))$ $f_j=f1SIO、f2SIO、f8SIO、f32SIO$ 。n=UiBRGレジスタの設定値 00 ₁₆ ~FF ₁₆ CKDIRビットが“1”(外部クロック) : $f_{EXT}/(16(n+1))$ f _{EXT} はCLKi端子からの入力。n=UiBRGレジスタの設定値 00 ₁₆ ~FF ₁₆ |
| 送信制御、受信制御 | CTS機能、RTS機能、CTS/RTS機能禁止を選択可 |
| 送信開始条件 | 送信開始には、次の条件が必要です。 <ul style="list-style-type: none"> • UiC1レジスタのTEビットが“1”(送信許可) • UiC1レジスタのTIビットが“0”(UiTBレジスタにデータあり) • CTS機能を選択している場合、CTS_i端子の入力が“L” |
| 受信開始条件 | 受信開始には、次の条件が必要です。 <ul style="list-style-type: none"> • UiC1レジスタのREビットが“1”(受信許可) • スタートビットの検出 |
| 割り込み要求発生タイミング | 送信する場合、次の条件のいずれかを選択できます <ul style="list-style-type: none"> • UiIRSビット(注2)が“0”(送信バッファ空) : UiTBレジスタからUART_i送信レジスタへデータ転送時(送信開始時) • UiIRSビットが“1”(送信完了) : UART_i送信レジスタからデータ送信完了時 受信する場合 • UART_i受信レジスタからUiRBレジスタへデータ転送時(受信完了時) |
| エラー検出 | オーバーランエラー (注1) UiRBレジスタを読む前に次のデータ受信を開始し、 次のデータの最終ストップビットの1つ前のビットを受信すると発生 フレーミングエラー 設定した個数のストップビットが検出されなかったときに発生 パリティエラー パリティ許可時にパリティビットとキャラクタビット中の“1”の個数が設定した個数でなかったときに発生 エラーサムフラグ オーバランエラー、フレーミングエラー、パリティエラーのうちいずれかが発生した場合“1”になる |
| 選択機能 | LSBファースト、MSBファースト選択 ビット0から送受信するか、またはビット7から送受信するかを選択可 シリアルデータ論理切り替え(UART2) 送受信するデータの論理値を反転する機能。スタートビット、ストップビットは反転しない。 TXD、RXD入出力極性切り替え(UART2) TXD端子出力とRXD端子入力を反転する機能。入出力するデータのレベルがすべて反転する。 CTS/RTS分離機能(UART0) CTS ₀ とRTS ₀ を別の端子から入出力する UART1端子配置選択 UART1端子をP67~P64またはP73~P70から選択可 |

注1. オーバランエラーが発生した場合、UiRBレジスタ受信データは不定になります。またSiRICレジスタのIRビットは変化しません。

注2. U0IRS、U1IRSビットはUCONレジスタのビット0、1で、U2IRSビットはU2C1レジスタのビット4です。

表14.6 UARTモード時の使用レジスタと設定値

| レジスタ | ビット | 機能 |
|--------|-----------------|--|
| UiTB | 0~8 | 送信データを設定してください(注1) |
| UiRB | 0~8 | 受信データが読めます(注1) |
| | OER、FER、PER、SUM | エラーフラグ |
| UiBRG | 0~7 | 転送速度を設定してください |
| UiMR | SMD2~SMD0 | 転送データが7ビットの場合、“1002”を設定してください。 転送データが8ビットの場合、“1012”を設定してください。 転送データが9ビットの場合、“1102”を設定してください。 |
| | CKDIR | 内部クロック、外部クロックを選択してください |
| | STPS | ストップビットを選択してください |
| | PRY、PRYE | パリティの有無、偶数奇数を選択してください |
| | IOPOL(i=2)(注4) | TxD/RxD入出力極性を選択してください |
| UiC0 | CLK0、CLK1 | UiBRGのカウントソースを選択してください |
| | CRS | CTSまたはRTS機能を使用する場合、どちらかを選択してください |
| | TXEPT | 送信レジスタ空フラグ |
| | CRD | CTS/RTS機能の許可または禁止を選択してください |
| | NCH | TxDi端子の出力形式を選択してください |
| | CKPOL | “0”にしてください |
| | UFORM | 転送データ長8ビット時、LSBファースト、MSBファーストを選択できます。 転送データ長7ビットまたは9ビット時は“0”にしてください。 |
| UiC1 | TE | 送信を許可する場合、“1”にしてください |
| | TI | 送信バッファ空フラグ |
| | RE | 受信を許可するとき、“1”にしてください |
| | RI | 受信完了フラグ |
| | U2IRS(注2) | UART2送信割り込み要因を選択してください |
| | U2RRM(注2) | “0”にしてください |
| | U2LCH(注3) | UART2のデータ論理反転を使用する場合、“1”にしてください |
| | U2ERE(注3) | “0”にしてください |
| U2SMR | 0~7 | “0”にしてください |
| U2SMR2 | 0~7 | “0”にしてください |
| U2SMR3 | 0~7 | “0”にしてください |
| U2SMR4 | 0~7 | “0”にしてください |
| UCON | U0IRS、U1IRS | UART0、1送信割り込み要因を選択してください |
| | U0RRM、U1RRM | “0”にしてください |
| | CLKMD0 | CLKMD1=0なので無効 |
| | CLKMD1 | “0”にしてください |
| | RCSP | UART0のCTS ₀ 信号をP64端子から入力する場合、“1”にしてください |
| | 7 | “0”にしてください |

注1. 使用するビットは次のとおりです。転送データ長7ビット：ビット0~6、転送データ長8ビット：ビット0~7、転送データ長9ビット：ビット0~8

注2. U0C1、U1C1レジスタのビット4、5は“0”にしてください。U0IRS、U1IRS、U0RRM、U1RRMビットはUCONレジスタにあります。

注3. U0C1、U1C1レジスタのビット6、7は“0”にしてください。

注4. U0MR、U1MRレジスタのビット7は“0”にしてください。

i=0~2

表14.7にUARTモード時の入出力端子の機能を示します。表14.8にUARTモード時のP64端子の機能を示します。なお、UARTiの動作モード選択後、転送開始までは、TxDi端子は“H”を出力します(Nチャネルオープンドレイン出力選択時はハイインピーダンス状態)。

表14.7 UARTモード時の入出力端子の機能(注1)

| 端子名 | 機能 | 選択方法 |
|---|-----------|--|
| TxDi(i=0~2) (P63、P67、P70) | シリアルデータ出力 | (受信だけを行うときは“H”が出力) |
| RxDi (P62、P66、P71) | シリアルデータ入力 | PD6レジスタのPD6_2ビット=0、PD6_6ビット=0、PD7レジスタのPD7_1ビット=0(送信だけを行うときは入力ポートとして使用可) |
| CLKi (P61、P65、P72) | 入出力ポート | UiMRレジスタのCKDIRビット=0 |
| | 転送クロック入力 | UiMRレジスタのCKDIRビット=1 PD6レジスタのPD6_1ビット=0、PD6_5ビット=0、PD7レジスタのPD7_2ビット=0 |
| CTS _i /RTS _i (P60、P64、P73) | CTS入力 | UiC0レジスタのCRDビット=0 UiC0レジスタのCRSビット=0 PD6レジスタのPD6_0ビット=0、PD6_4ビット=0、PD7レジスタのPD7_3ビット=0 |
| | RTS出力 | UiC0レジスタのCRDビット=0 UiC0レジスタのCRSビット=1 |
| | 入出力ポート | UiC0レジスタのCRDビット=1 |

注1. PARCレジスタのU1MAPビットが“1”(P73~P70)のとき、UART1端子はP73~P70になります。

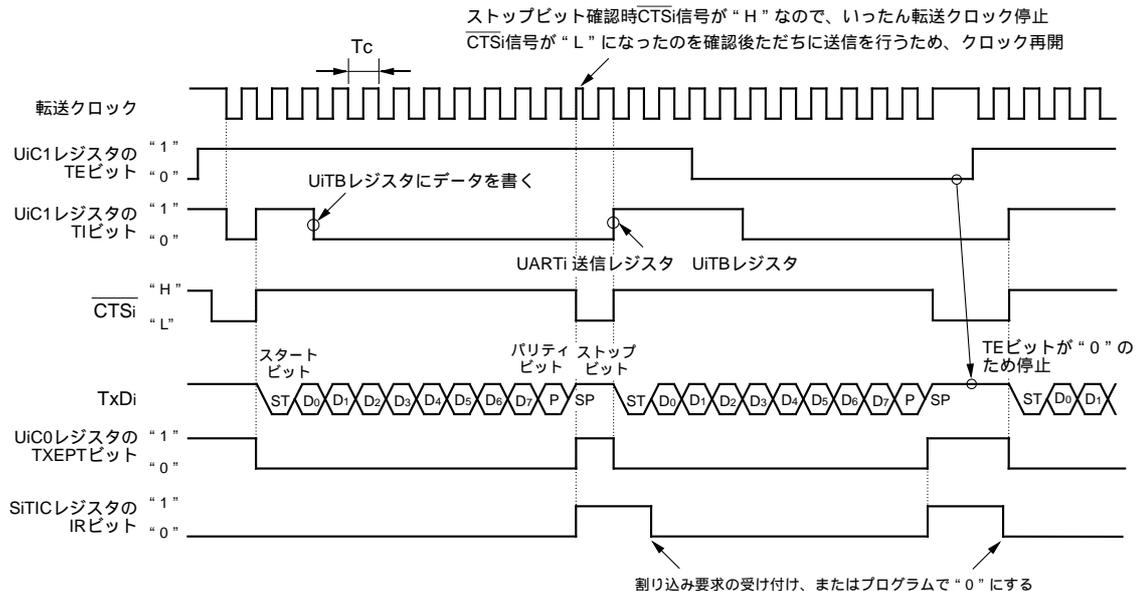
表14.8 UARTモード時のP64端子の機能(注1)

| 端子の機能 | ビットの設定値 | | | | |
|-----------------------|----------|-----|----------|--------|-----------|
| | U1C0レジスタ | | UCONレジスタ | | PD6レジスタ |
| | CRD | CRS | RCSP | CLKMD1 | PD6_4 |
| P64 | 1 | — | 0 | 0 | 入力：0、出力：1 |
| CTS ₁ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RTS ₁ | 0 | 1 | 0 | 0 | — |
| CTS ₀ (注2) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

注1. PACRレジスタのU1MAPビットが“1”(P73~P70)のときは、P70端子の機能を示します。

注2. この他にU0C0レジスタのCRDビットを“0”(CTS₀/RTS₀許可)、U0C0レジスタのCRSビットを“1”(RTS₀選択)にしてください。

(1) 転送データ長8ビット時の送信タイミング例(パリティ許可、1ストップビット)

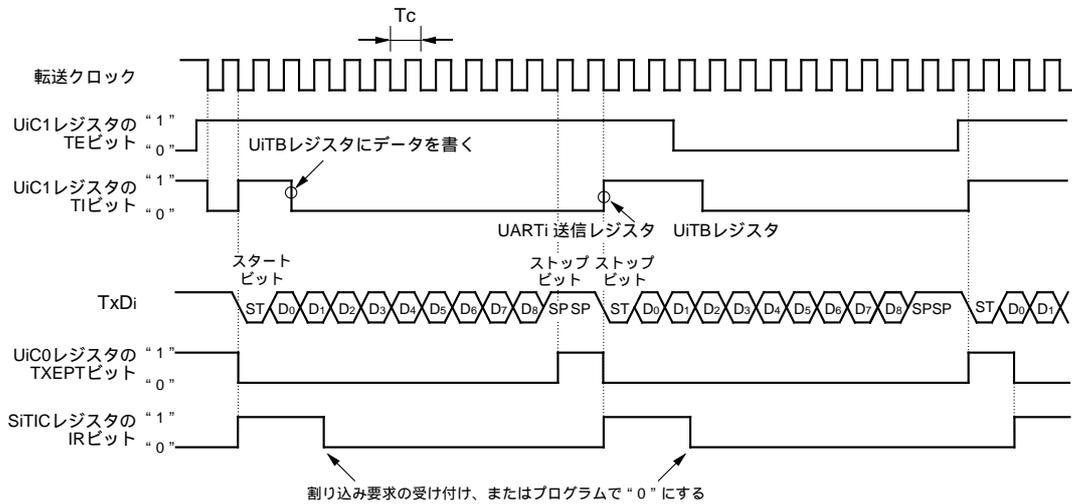


上記タイミング図は次の設定条件の場合です。
 UIMRレジスタのPRYEビット=1(パリティ許可)
 UIMRレジスタのSTPSビット=0(1ストップビット)
 UIC0レジスタのCRDビット=0(CTS/RTS許可)、CRSビット=0(CTS選択)
 UIIRSビット=1(送信完了すると割り込み要求発生)
 : U0IRSビットはUCONレジスタのビット0、U1IRSビットはUCONレジスタのビット1、U2IRSビットはU2C1レジスタのビット4です。

$$Tc = 16(n+1) / f_j \text{ または } 16(n+1) / f_{EXT}$$

f_j : UiBRGのカウンタソースの周波数(f_{1SIO} , f_{2SIO} , f_{8SIO} , f_{32SIO})
 f_{EXT} : UiBRGのカウンタソースの周波数(外部クロック)
 n : UiBRGレジスタに設定した値
 $i=0 \sim 2$

(2) 転送データ長9ビット時の送信タイミング例(パリティ禁止、2ストップビット)



上記タイミング図は次の設定条件の場合です。
 UIMRレジスタのPRYEビット=0(パリティ禁止)
 UIMRレジスタのSTPSビット=1(2ストップビット)
 UIC0レジスタのCRDビット=1(CTS/RTS禁止)
 UIIRSビット=0(送信バッファが空になると割り込み要求発生)
 : U0IRSビットはUCONレジスタのビット0、U1IRSビットはUCONレジスタのビット1、U2IRSビットはU2C1レジスタのビット4です。

$$Tc = 16(n+1) / f_j \text{ または } 16(n+1) / f_{EXT}$$

f_j : UiBRGのカウンタソースの周波数(f_{1SIO} , f_{2SIO} , f_{8SIO} , f_{32SIO})
 f_{EXT} : UiBRGのカウンタソースの周波数(外部クロック)
 n : UiBRGレジスタに設定した値
 $i=0 \sim 2$

図14.16 UARTモード時の送信タイミング例

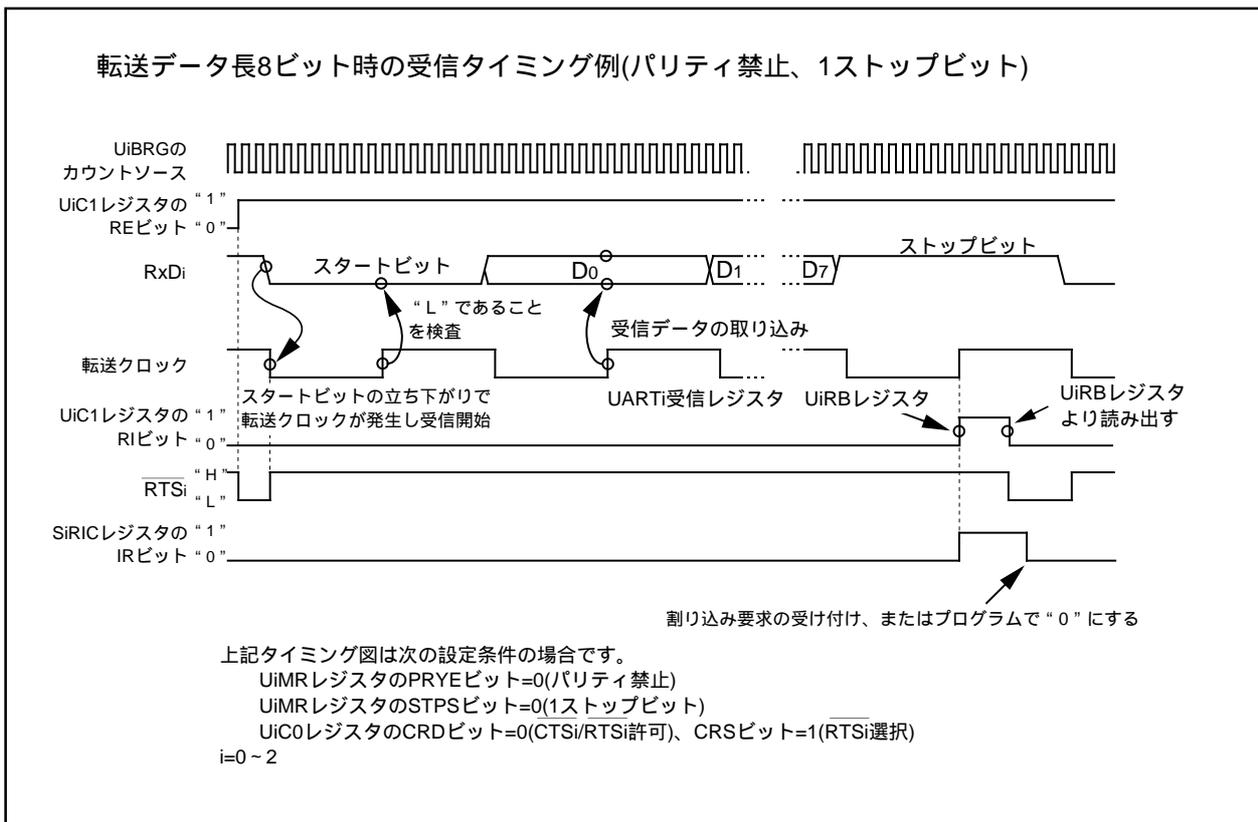


図14.17 UARTモード時の受信タイミング例

14.1.2.1 転送速度

UARTモードは、UIBRGレジスタ(i=0~2)で分周した周波数の16分周が転送速度になります。表14.9に転送速度の設定例を示します。

表14.9 転送速度

| ビットレート (bps) | BRGの カウントソース | 周辺機能クロック : 16MHz | | 周辺機能クロック : 20MHz | |
|-----------------|-----------------|------------------|----------|------------------|----------|
| | | BRGの設定値 : n | 実時間(bps) | BRGの設定値 : n | 実時間(bps) |
| 1200 | f8 | 103 (67h) | 1202 | 129 (81h) | 1202 |
| 2400 | f8 | 51 (33h) | 2404 | 64 (40h) | 2404 |
| 4800 | f8 | 25 (19h) | 4808 | 32 (20h) | 4735 |
| 9600 | f1 | 103 (67h) | 9615 | 129 (81h) | 9615 |
| 14400 | f1 | 68 (44h) | 14493 | 86 (56h) | 14368 |
| 19200 | f1 | 51 (33h) | 19231 | 64 (40h) | 19231 |
| 28800 | f1 | 34 (22h) | 28571 | 42 (2Ah) | 29070 |
| 31250 | f1 | 31 (1Fh) | 31250 | 39 (27h) | 31250 |
| 38400 | f1 | 25 (19h) | 38462 | 32 (20h) | 37879 |
| 51200 | f1 | 19(13h) | 50000 | 24(18h) | 50000 |

14.1.2.2 通信エラー発生時の対処方法

UARTモードで、受信または送信時に通信エラーが発生した場合、次の手順で再設定を行ってください。

・ UiRBレジスタ(i=0~2)の初期化手順

- (1) UiC1レジスタのREビットを“0” (受信禁止)にする。
- (2) UiC1レジスタのREビットを“1” (受信許可)にする。

・ UiTBレジスタの初期化手順

- (1) UiMRレジスタのSMD2~SMD0ビットを“0002” (シリアルI/O無効)にする。
- (2) UiMRレジスタのSMD2~SMD0ビットを再設定(“0012”、“1012”、“1102”)にする。
- (3) UiC1レジスタのTEビットの値にかかわらず“1” (送信許可)を書き込む。

14.1.2.3 LSBファースト、MSBファースト選択

図14.18に示すように、UiC0レジスタのUFORMビットで転送フォーマットを選択できます。この機能は転送データ長8ビットのときに有効です。

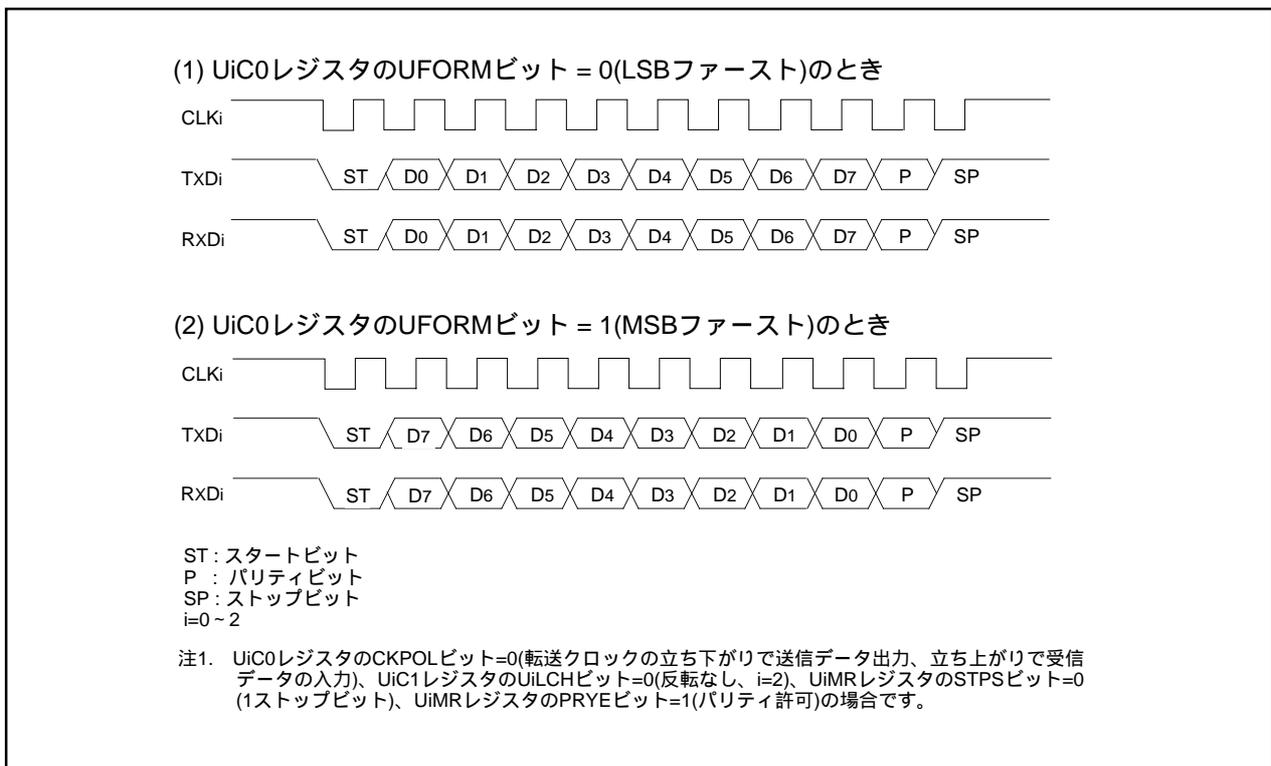


図14.18 転送フォーマット

14.1.2.4 シリアルデータ論理切り替え(UART2)

U2TBレジスタに書いた値の論理を反転して送信します。U2RBレジスタを読むと、受信データの論理を反転した値が読めます。図14.19にシリアルデータ論理を示します。

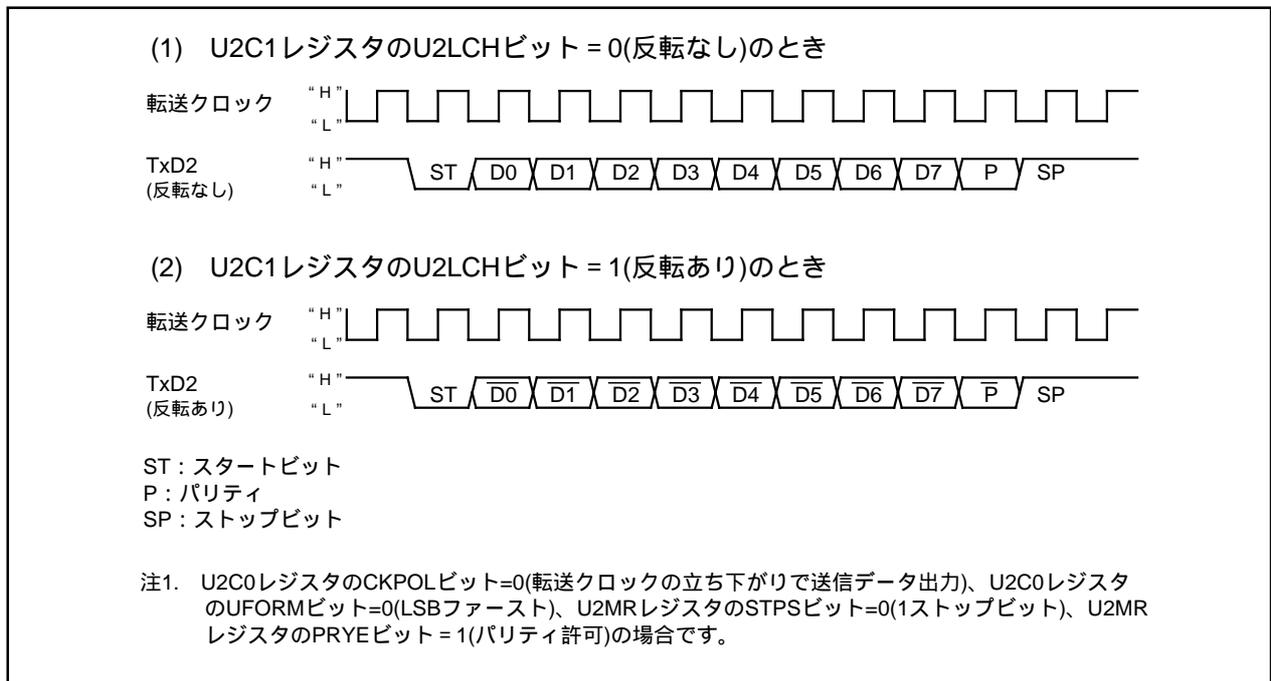


図14.19 シリアルデータ論理

14.1.2.5 TxD、RxD入出力極性切り替え機能(UART2)

TxD2端子出力とRxD2端子入力を反転する機能です。入出力するデータのレベルがすべて(スタートビット、ストップビット、パリティビットを含む)反転します。図14.20にTxD、RxD入出力極性切り替えを示します。

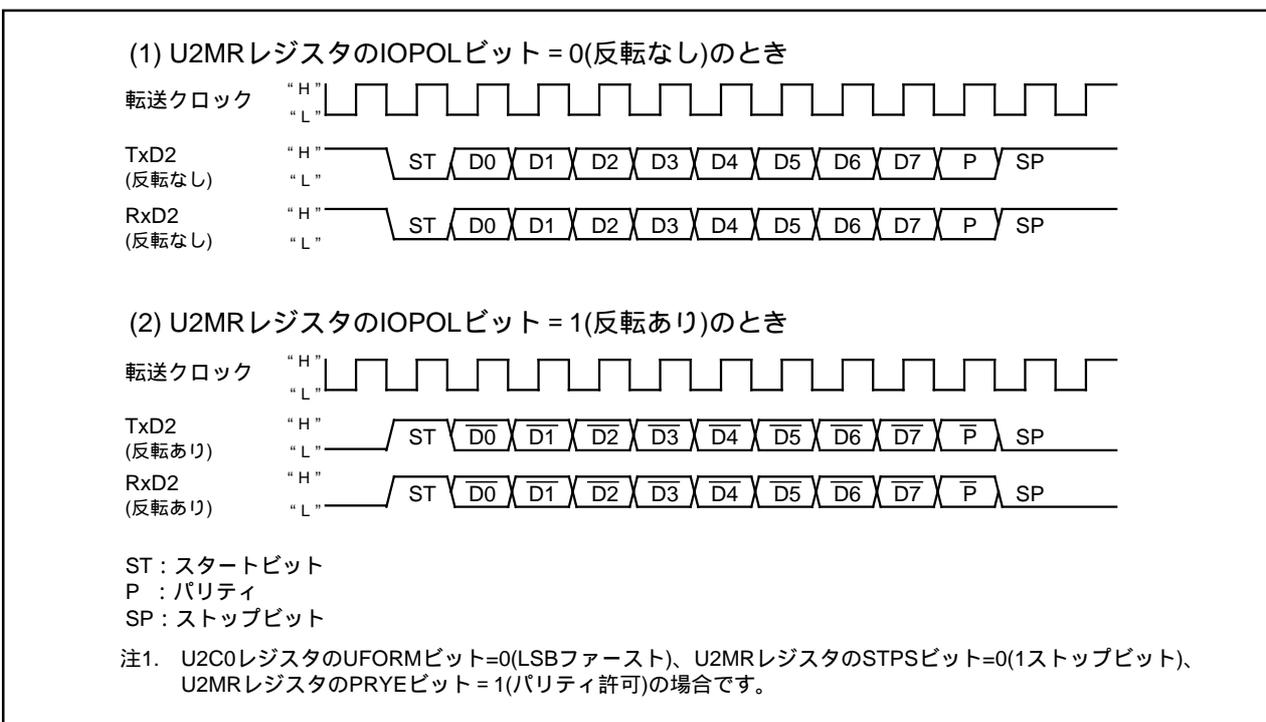


図14.20 TxD、RxD入出力極性切り替え

14.1.2.6 $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 分離機能(UART0)

$\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ を分離し、 $\overline{\text{RTS}}$ をP60端子から出力、 $\overline{\text{CTS}}$ をP64端子またはP70端子から入力する機能です。この機能を使用する場合は次のようにしてください。

- ・ U0C0レジスタのCRDビット=0(UART0の $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 許可)
- ・ U0C0レジスタのCRSビット=1(UART0の $\overline{\text{RTS}}$ 出力)
- ・ U1C0レジスタのCRDビット=0(UART1の $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 許可)
- ・ U1C0レジスタのCRSビット=0(UART1の $\overline{\text{CTS}}$ 入力)
- ・ UCONレジスタのRCSPビット=1($\overline{\text{CTS}}$ をP64端子またはP70端子から入力)
- ・ UCONレジスタのCLKMD1ビット=0(CLKS1を使用しない)

なお、 $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 分離機能使用時、UART1の $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 機能は使用できません。

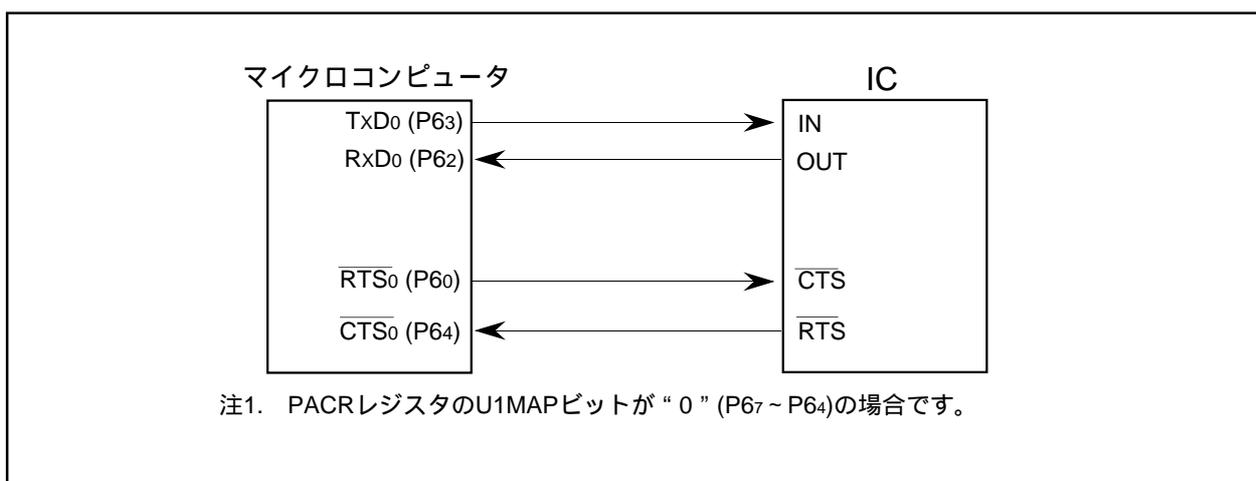


図14.21 $\overline{\text{CTS}}/\overline{\text{RTS}}$ 分離機能の使用例

14.1.3 特殊モード1(I²C busモード)(UART2)

I²C busモードは、簡易形I²C busインタフェースに対応したモードです。表14.10にI²C busモードの仕様を、表14.11と表14.12にI²C busモード時の使用レジスタと設定値を、表14.13にI²C busモード時の各機能を、図14.22にI²C busモード時のブロック図を、図14.23にSCL₂タイミングを示します。

表14.13に示すように、SMD₂~SMD₀ビットを“010₂”に、IICMビットを“1”にするとI²C busモードになります。SDA₂送信出力には遅延回路が付加されますので、SCL₂が“L”になり安定した後、SDA₂出力が変化します。

表14.10 I²C busモードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|--|
| 転送データフォーマット | 転送データ長 8ビット |
| 転送クロック | マスタ時 U2MRレジスタのCKDIRビットが“0”(内部クロック) : $f_j/(2(n+1))$ $f_j=f_{1SIO}, f_{2SIO}, f_{8SIO}, f_{32SIO}$ $n=U2BRG$ レジスタの設定値 00 ₁₆ ~ FF ₁₆ スレーブ時 CKDIRビットが“1”(外部クロック) : SCL ₂ 端子からの入力 |
| 送信開始条件 | 送信開始には、次の条件が必要です(注1)。 ・ U2C1レジスタのTEビットが“1”(送信許可) ・ U2C1レジスタのTIビットが“0”(U2TBレジスタにデータあり) |
| 受信開始条件 | 受信開始には、次の条件が必要です(注1)。 ・ U2C1レジスタのREビットが“1”(受信許可) ・ U2C1レジスタのTEビットが“1”(送信許可) ・ U2C1レジスタのTIビットが“0”(U2TBレジスタにデータあり) |
| 割り込み要求発生タイミング | スタートコンディション検出、ストップコンディション検出、アクノリッジ未検出、アクノリッジ検出 |
| エラー検出 | オーバランエラー(注2) U2RBレジスタを読む前に次のデータ受信を開始し、次のデータの8ビット目を受信すると発生 |
| 選択機能 | アービトラションロスト U2RBレジスタのABTビットの更新タイミングを選択可 SDA ₂ デジタル遅延 デジタル遅延なし、またはU2BRGカウントソースの2~8サイクルの遅延を選択可 クロック位相設定 クロック遅れあり、なしを選択可 |

注1. 外部クロックを選択している場合、外部クロックが“H”の状態条件を満たしてください。

注2. オーバランエラーが発生した場合、U2RBレジスタ受信データは不定になります。またS2RICレジスタのIRビットは変化しません。

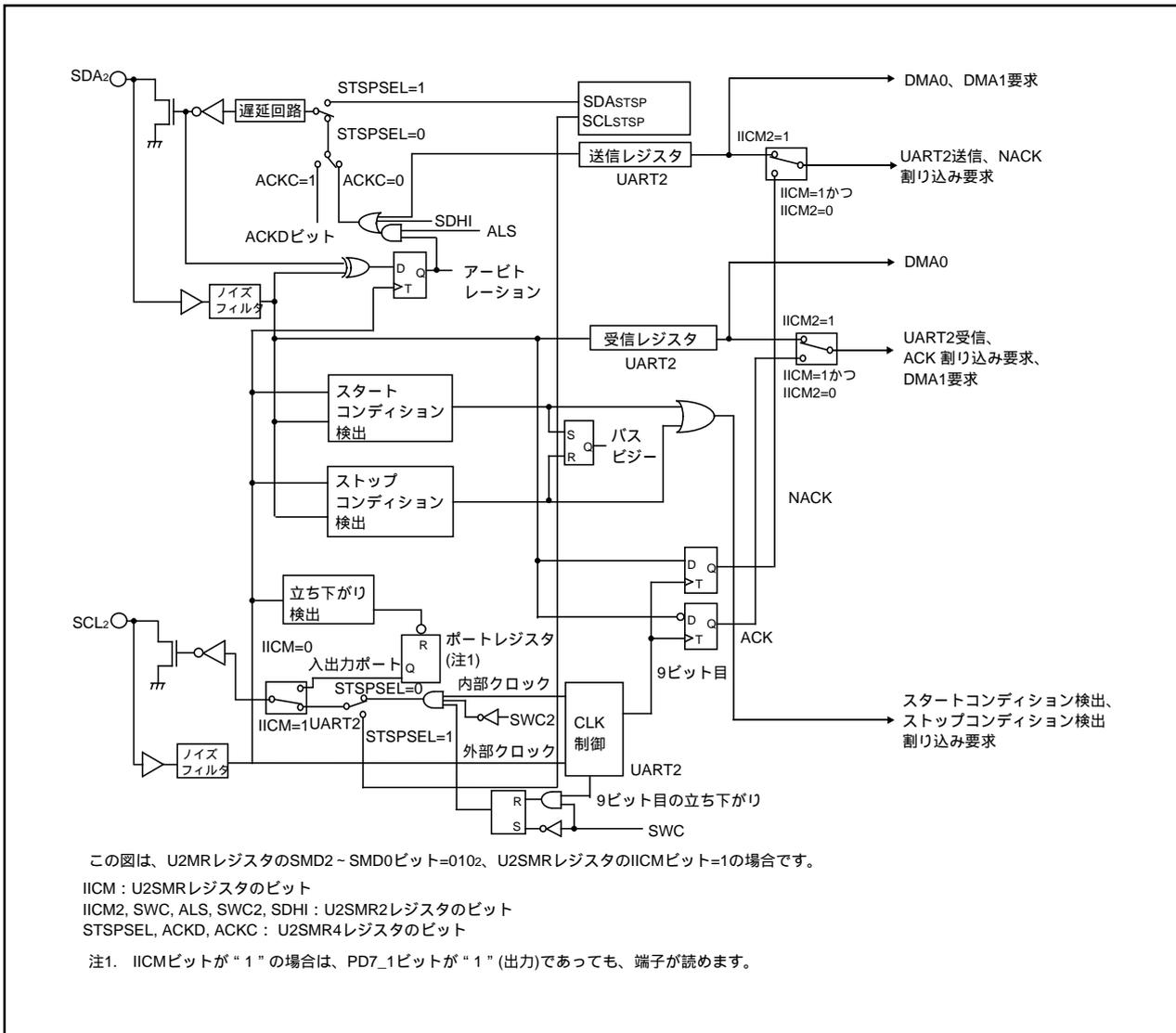


図14.22 I²C busモードのブロック図

表14.11 I²C busモード時の使用レジスタと設定値(1)

| レジスタ | ビット | 機能 | |
|-----------------------|------------|---|---|
| | | マスタ時 | スレーブ時 |
| U2TB | 0~7 | 送信データを設定してください | 送信データを設定してください |
| U2RB(注1) | 0~7 | 受信データが読めます | 受信データが読めます |
| | 8 | ACK、NACKが入ります | ACK、NACKが入ります |
| | ABT | アービトレーションロスト検出フラグ | 無効 |
| | OER | オーバランエラーフラグ | オーバランエラーフラグ |
| U2BRG | 0~7 | 転送速度を設定してください | 無効 |
| U2MR(注1) | SMD2~SMD0 | “010 ₂ ” にしてください | “010 ₂ ” にしてください |
| | CKDIR | “0” にしてください | “1” にしてください |
| | IOPOL | “0” にしてください | “0” にしてください |
| U2C0 | CLK1~CLK0 | U2BRGのカウントソースを選択してください | 無効 |
| | CRS | CRD=1なので無効 | CRD=1なので無効 |
| | TXEPT | 送信レジスタ空フラグ | 送信レジスタ空フラグ |
| | CRD | “1” にしてください | “1” にしてください |
| | NCH | “1” にしてください | “1” にしてください |
| | CKPOL | “0” にしてください | “0” にしてください |
| | UFORM | “1” にしてください | “1” にしてください |
| | U2C1 | TE | 送信を許可する場合、“1” にしてください |
| TI | | 送信バッファ空フラグ | 送信バッファ空フラグ |
| RE | | 受信を許可する場合、“1” にしてください | 受信を許可する場合、“1” にしてください |
| RI | | 受信完了フラグ | 受信完了フラグ |
| U2IRS | | 無効 | 無効 |
| U2RRM、 U2LCH、U2ERE | | “0” にしてください | “0” にしてください |
| U2SMR | | IICM | “1” にしてください |
| | ABC | アービトレーションロスト検出タイミング を選択してください | 無効 |
| | BBS | バスビジーフラグ | バスビジーフラグ |
| | 3~7 | “0” にしてください | “0” にしてください |
| U2SMR2 | IICM2 | 「表14.13 I ² C busモード時の各機能」参照 | 「表14.13 I ² C busモード時の各機能」参照 |
| | CSC | クロック同期化を許可する場合、 “1” にしてください | “0” にしてください |
| | SWC | クロックの9ビット目の立ち下がりで SCL ₂ 出力を“L”出力固定にする場合、 “1” にしてください | クロックの9ビット目の立ち下がりで SCL ₂ 出力を“L”出力固定にする場合、 “1” にしてください |
| | ALS | アービトレーションロスト検出時にSDA ₂ の 出力を停止する場合“1” にしてください | “0” にしてください |
| | STAC | “0” にしてください | スタートコンディション検出でUART2を 初期化する場合、“1” にしてください |
| | SWC2 | SCL ₂ の出力を強制的に“L”にする場合、 “1” にしてください | SCL ₂ の出力を強制的に“L”にする場合、 “1” にしてください |
| | SDHI | SDA ₂ 出力を禁止する場合、“1” にして ください | SDA ₂ 出力を禁止する場合、“1” にして ください |
| | 7 | “0” にしてください | “0” にしてください |
| U2SMR3 | 0、2、4、NODC | “0” にしてください | “0” にしてください |
| | CKPH | 「表14.13 I ² C busモード時の各機能」参照 | 「表14.13 I ² C busモード時の各機能」参照 |
| | DL2~DL0 | SDA ₂ のデジタル遅延値を設定してください | SDA ₂ のデジタル遅延値を設定してください |

注1. この表に記載していないビットはI²C busモード時に書く場合、“0”を書いてください。

表14.12 I²C busモード時の使用レジスタと設定値(2)

| レジスタ | ビット | 機能 | |
|--------|---------|--|---|
| | | マスタ時 | スレーブ時 |
| U2SMR4 | STAREQ | スタートコンディションを生成する場合、“1”にしてください | “0”にしてください |
| | RSTAREQ | リスタートコンディションを生成する場合、“1”にしてください | “0”にしてください |
| | STPREQ | ストップコンディションを生成する場合、“1”にしてください | “0”にしてください |
| | STSPSEL | 各コンディション出力時に“1”にしてください | “0”にしてください |
| | ACKD | ACK、NACKを選択してください | ACK、NACKを選択してください |
| | ACKC | ACKデータを出力する場合、“1”にしてください | ACKデータを出力する場合、“1”にしてください |
| | SCLHI | ストップコンディション検出時にSCL ₂ 出力を停止する場合、“1”にしてください | “0”にしてください |
| | SWC9 | “0”にしてください | クロックの9ビット目の次の立ち下がりでのSCL ₂ を“L”ホールドにする場合、“1”にしてください |

注1. この表に記載していないビットはI²C busモード時に書く場合、“0”を書いてください。

表14.13 I²C busモード時の各機能

| 機能 | クロック同期シリアルI/Oモード (SMD2~SMD0=0012, IICM=0) | I ² C busモード(SMD2~SMD0=0102,IICM=1) | | | |
|-------------------------------------|--|---|---|--|----------------------|
| | | IICM2=0(NACK/ACK割り込み) | | IICM2=1(UART送信/UART受信割り込み) | |
| | | CKPH=0 (クロック遅れなし) | CKPH=1 (クロック遅れあり) | CKPH=0 (クロック遅れなし) | CKPH=1 (クロック遅れあり) |
| 割り込み番号10の要因(注1) (図14.23参照) | - | スタートコンディション検出、ストップコンディション検出 (「表14.14 STSPSELビットの機能」参照) | | | |
| 割り込み番号15の要因(注1) (図14.23参照) | UART2送信 送信開始、または送信完了(U2IRSで選択) | アクリッジ未検出(NACK) 9ビット目のSCL ₂ の立ち上がり | UART2送信 9ビット目のSCL ₂ の立ち上がり | UART2送信 9ビット目の次のSCL ₂ の立ち下がり | |
| 割り込み番号16の要因(注1) (図14.23参照) | UART2受信 8ビット目の受信時 CKPOL=0(立ち上がり) CKPOL=1(立ち下がり) | アクリッジ検出(ACK) 9ビット目のSCL ₂ の立ち上がり | UART2受信 9ビット目のSCL ₂ の立ち下がり | | |
| UART受信シフトレジスタからU2RBレジスタへのデータ転送タイミング | CKPOL=0(立ち上がり) CKPOL=1(立ち下がり) | 9ビット目のSCL ₂ の立ち上がり | 9ビット目のSCL ₂ の立ち下がり | 9ビット目のSCL ₂ の立ち下がり と、立ち上がり | |
| UART2送信出力遅延 | 遅延なし | 遅延あり | | | |
| P7 ₀ 端子の機能 | TxD2出力 | SDA ₂ 入出力 | | | |
| P7 ₁ 端子の機能 | RxD2入力 | SCL ₂ 入出力 | | | |
| P7 ₂ 端子の機能 | CLK2入力または出力選択 | - (I ² C busモードには使用しない) | | | |
| ノイズフィルタ幅 | 15ns | 200ns | | | |
| RxD2, SCL ₂ 端子レベルの読み込み | 対応するポート方向ビットが“0”の場合、可能 | 対応するポート方向ビットの内容に関係なく、可能 | | | |
| TxD2, SDA ₂ 出力の初期値 | CKPOL=0(H) CKPOL=1(L) | I ² C busモード設定前に、ポートレジスタに設定した値(注2) | | | |
| SCL ₂ の初期値、終了値 | - | H | L | H | L |
| DMA1要因 (図14.23参照) | UART2受信 | アクリッジ検出(ACK) | UART2受信 9ビット目のSCL ₂ の立ち下がり | | |
| 受信データ格納 | 1~8ビット目をU2RBレジスタのビット0~7に格納 | 1~8ビット目をU2RBレジスタのビット7~0に格納 | 1~7ビット目をU2RBレジスタのビット6~0に、8ビット目をU2RBレジスタのビット8に格納 | 1~8ビット目をU2RBレジスタのビット7~0に格納(注3) | |
| 受信データ読み出し | U2RBレジスタの状態をそのまま読み出す | | | U2RBレジスタのビット6~0はビット7~1として、ビット8はビット0として読み出す(注4) | |

注1. 割り込み要因を変更すると、変更した割り込みの割り込み制御レジスタのIRビットが“1”(割り込み要求あり)になることがあります。(「注意事項集の「割り込み注意事項」参照」。次のビットを変更すると、割り込み要因、割り込みタイミング等が変化しますので、これらのビットを変更した後、IRビットを“0”(割り込み要求なし)にしてください。

U2MRレジスタのSMD2~SMD0ビット、U2SMRレジスタのIICMビット、
U2SMR2レジスタのIICM2ビット、U2SMR3レジスタのCKPHビット

注2. SDA₂出力の初期値は、U2MRレジスタのSMD2~SMD0ビットが“0002”(シリアルI/Oが無効)の状態
で設定してください。

注3. U2RBレジスタへのデータ転送2回目(9ビット目SCL₂立ち上がり時)

注4. U2RBレジスタへのデータ転送1回目(9ビット目SCL₂立ち下がり時)

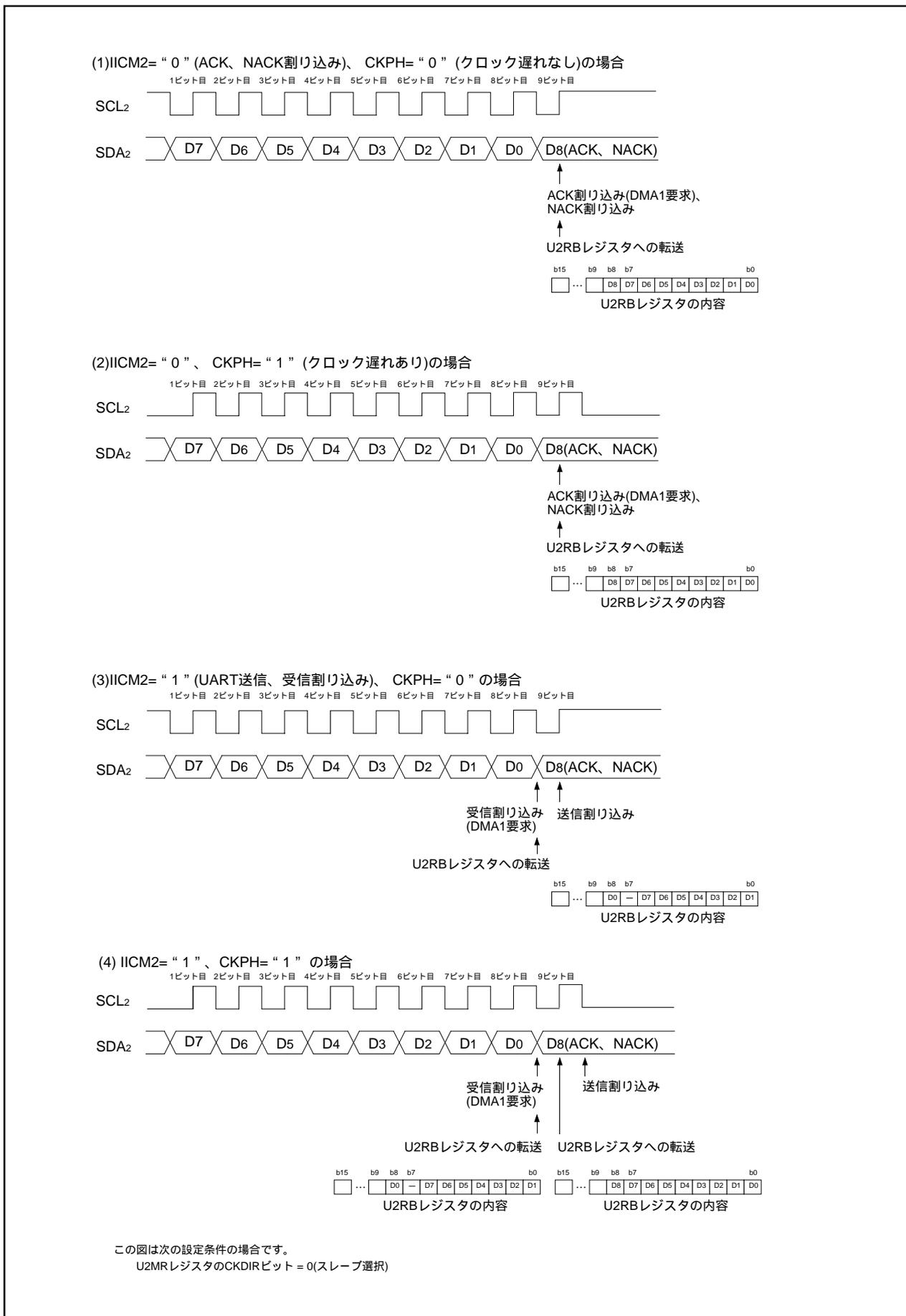


図14.23 U2RBレジスタへの転送、割り込みのタイミング

14.1.3.1 スタートコンディション、ストップコンディションの検出

スタートコンディション検出またはストップコンディション検出を判定します。

スタートコンディション検出割り込み要求は、SCL2端子が“H”の状態とSDA2端子が“H”から“L”に変化すると発生します。ストップコンディション検出割り込み要求は、SCL2端子が“H”の状態とSDA2端子が“L”から“H”に変化すると発生します。

スタートコンディション検出割り込みと、ストップコンディション検出割り込みは、割り込み制御レジスタ、ベクタを共用していますので、どちらの要求による割り込みかは、U2SMRレジスタのBBSビットで判定してください。

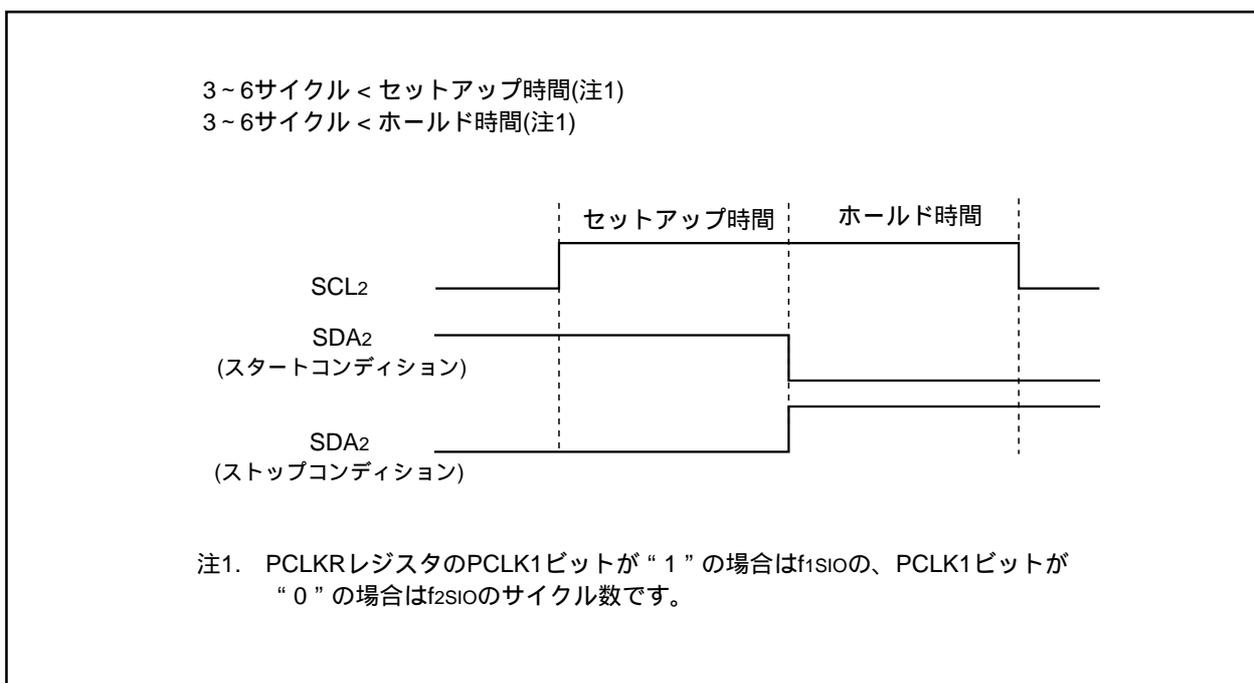


図14.24 スタートコンディション、ストップコンディションの検出

14.1.3.2 スタートコンディション、ストップコンディションの出力

U2SMR4レジスタのSTAREQビットを“1”(スタート)にするとスタートコンディションを生成します。

U2SMR4レジスタのRSTAREQビットを“1”(スタート)にするとリスタートコンディションを生成します。

U2SMR4レジスタのSTPREQビットを“1”(スタート)にするとストップコンディションを生成します。出力の手順は次の通りです。

- (1) STAREQビット、RSTAREQビット、またはSTPREQビットを“1”(スタート)にする
- (2) U2SMR4レジスタのSTSPSELビット“1”(出力)にする

表14.14と図14.25にSTSPSELビットの機能を示します。

表14.14 STSPSELビットの機能

| 機能 | STSPSEL=0 | STSPSEL=1 |
|--|---|---|
| SCL ₂ 、SDA ₂ 端子の出力 | 転送クロック、データを出力。スタートコンディション、ストップコンディションの出力はポートを使ったプログラムで実現 (ハードウェアによる自動生成はしない) | STAREQビット、RSTAREQビット、STPREQビットに従って、スタートコンディション、ストップコンディションを出力 |
| スタートコンディション、ストップコンディション割り込み要求発生タイミング | スタートコンディション、ストップコンディション検出 | スタートコンディション、ストップコンディション生成終了 |

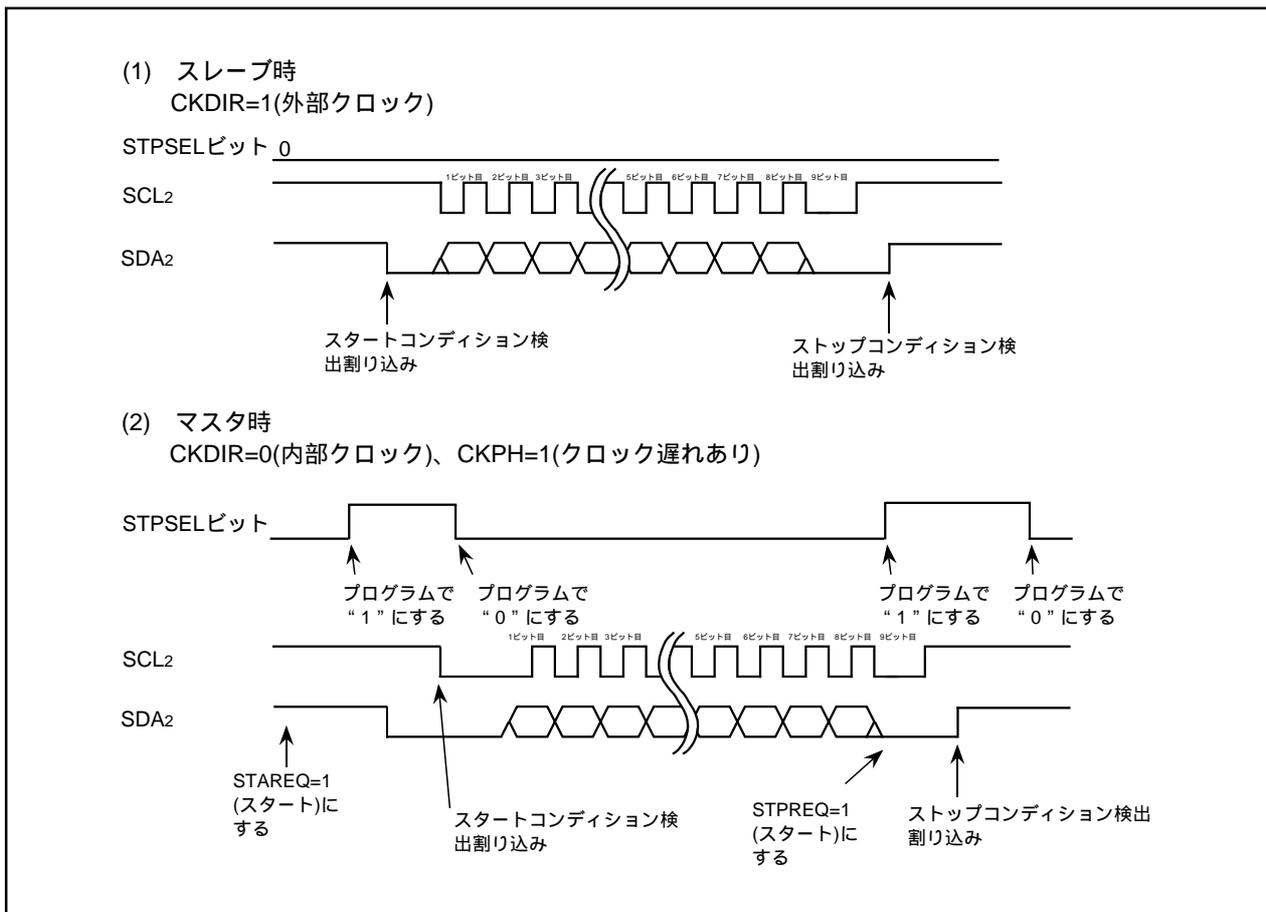


図14.25 STSPSELビットの機能

14.1.1.3.3 アービトレーション

SCL₂の立ち上がりのタイミングで、送信データとSDA₂端子入力データの不一致を判定します。U2SMRレジスタのABCビットで、U2RBレジスタのABTビットの更新タイミングを選択します。ABCビットが“0” (ビットごとに更新)の場合、判定時に不一致を検出すると同時にABTビットが“1”に、検出しないと“0”になります。ABCビットを“1”にすると、判定時に一度でも不一致が検出された場合、9発目のクロックの立ち下がりABTビットが“1” (不一致検出)になります。なお、バイトごとに更新する場合は、1バイト目のアクノリッジ検出完了後、ABTビットを“0” (未検出)にしてから、次の1バイトを転送してください。

U2SMR2レジスタのALSビットを“1” (SDA₂出力停止許可)にすると、アービトレーションロストが発生しABTビットが“1” (不一致検出)になったとき、同時にSDA₂端子がハイインピーダンス状態になります。

14.1.3.4 転送クロック

図14.25に示すような転送クロックで送受信を行います。

U2SMR2レジスタのCSCビットは内部で生成したクロック(内部SCL₂)と、SCL₂端子に入力される外部クロックの同期をとるためのビットです。CSCビットを“1”(クロック同期化を許可)にすると、内部SCL₂が“H”の場合、SCL₂端子に立ち下がりエッジがあれば内部SCL₂を“L”とし、U2BRGレジスタの値をリロードしてL区間のカウントを開始します。また、SCL₂端子が“L”のとき、内部SCL₂が“L”から“H”に変化するとカウントを停止し、SCL₂端子が“H”になるとカウントを再開します。したがって、UART2の転送クロックは、内部SCL₂とSCL₂端子の信号の論理積になります。なお、転送クロックは内部SCL₂の1ビット目の立ち下がりの半周期前から9ビット目の立ち上がりまでの期間で動作します。この機能を使用する場合、転送クロックは内部クロックを選択してください。

U2SMR2レジスタのSWCビットでクロックの9ビット目の立ち下がりで、SCL₂端子は“L”出力固定になるか“L”出力固定を解除するかを選択できます。

U2SMR4レジスタのSCLHIビットを“1”(許可)にすると、ストップコンディション検出時にSCL₂出力を停止します(ハイインピーダンス状態)。

U2SMR2レジスタのSWC2ビットを“1”(0出力)にすると、送受信中でもSCL₂端子から強制的に“L”を出力できます。SWC2ビットを“0”(転送クロック)にすると、SCL₂端子からの“L”出力は解除され、転送クロックが入出力されます。

U2SMR3レジスタのCKPHビットが“1”のとき、U2SMR4レジスタのSWC9ビットを“1”(SCL₂“L”ホールド許可)にすると、クロックの9ビット目の次の立ち下がりでSCL₂端子は“L”出力固定になります。SWC9ビットを“0”(SCL₂“L”ホールド禁止)にすると“L”出力固定は解除されます。

14.1.3.5 SDA₂出力

U2TBレジスタのビット7~0(D₇~D₀)に書いた値を、D₇から順に出力します。9ビット目(D₈)はACKまたはNACKです。

SDA₂送信出力の初期値は、IICM=1(I²C busモード)で、U2MRレジスタのSMD₂~SMD₀ビットが“000₂”(シリアルI/Oは無効)の状態を設定してください。

U2SMR3レジスタのDL₂~DL₀ビットによりSDA₂の出力を遅延なし、またはU2BRGカウントソースの2~8サイクルの遅延を設定できます。

U2SMR2レジスタのSDHIビットを“1”(SDA₂出力禁止)にすると、SDA₂端子が強制的にハイインピーダンス状態になります。なお、SDHIビットはUART2の転送クロックの立ち上がりのタイミングで書かないでください。ABTビットが“1”(検出)になる場合があります。

14.1.3.6 SDA₂入力

IICM2ビットが“0”のとき、受信したデータの1~8ビット目(D₇~D₀)をU2RBレジスタのビット7~0に格納します。9ビット目(D₈)はACKまたはNACKです。

IICM2ビットが“1”のとき、受信したデータの1~7ビット目(D₇~D₁)をU2RBレジスタのビット6~0に、8ビット目(D₀)をU2RBレジスタのビット8に格納します。IICM2ビットが“1”のときでも、CKPHビットが“1”であれば、9ビット目のクロックの立ち上がり後にU2RBレジスタを読み出すことにより、IICM2ビットが“0”のときと同様のデータが読めます。

14.1.3.7 ACK、NACK

U2SMR4レジスタのSTSPSELビットが“0”(スタートコンディション、ストップコンディションを生成しない)でU2SMR4レジスタのACKCビットが“1”(ACKデータ出力)の場合、U2SMR4レジスタのACKDビットの値がSDA2端子から出力されます。

IICM2ビットが“0”の場合、NACK割り込み要求は、送信クロックの9ビット目の立ち上がり時にSDA2端子が“H”のままであると発生します。ACK割り込み要求は、送信クロックの9ビット目の立ち上がり時にSDA2端子が“L”ならば発生します。

DMA1要求要因にACKを選択すると、アクノリッジ検出によってDMA転送を起動できます。

14.1.3.8 送受信初期化

STACビットを“1”(UART2初期化許可)にし、スタートコンディションを検出すると次のように動作します。

- ・送信シフトレジスタは初期化され、U2TBレジスタの内容が送信シフトレジスタに転送されます。これにより、次に入力されたクロックを1ビット目として送信を開始します。ただし、UART2出力値はクロックが入って1ビット目のデータが出力されるまでの間は変化せず、スタートコンディションを検出した時点の値のままです。

- ・受信シフトレジスタは初期化され、次に入力されたクロックを1ビット目として受信が開始されます。

- ・SWCビットが“1”(SCL2ウェイト出力許可)になります。これにより、クロックの9ビット目の立ち下がり時でSCL2端子が“L”になります。

なお、この機能を使用しUART2の送受信を開始した場合、TIビットは変化しません。また、この機能を使用する場合、転送クロックは外部クロックを選択してください。

14.1.4 特殊モード2(UART2)

1つのマスタから、複数のスレーブへシリアル通信できます。また、転送クロックの極性と位相を選択できます。表14.15に特殊モード2の仕様を、表14.16に特殊モード2時の使用レジスタと設定値を、図14.26に特殊モード2の通信制御例を示します。

表14.15 特殊モード2の仕様

| 項 目 | 仕 様 |
|---------------|--|
| 転送データフォーマット | 転送データ長 8ビット |
| 転送クロック | マスタモード U2MRレジスタのCKDIRビットが“0”(内部クロック選択) : $f_j/(2(n+1))$ $f_j=f_1SIO、f_2SIO、f_8SIO、f_{32}SIO$ n : U2BRGレジスタ設定値。0016 ~ FF16。 スレーブモード CKDIRビットが“1”(外部クロック選択) : CLK2端子からの入力 |
| 送信制御、受信制御 | 入出力ポートで制御 |
| 送信開始条件 | 送信開始には次の条件が必要です。(注1) ・ U2C1レジスタのTEビットが“1”(送信許可) ・ U2C1レジスタのTIビットが“0”(U2TBレジスタにデータあり) |
| 受信開始条件 | 受信開始には、次の条件が必要です。(注1) ・ U2C1レジスタのREビットが“1”(受信許可) ・ TEビットが“1”(送信許可) ・ TIビットが“0”(U2TBレジスタにデータあり) |
| 割り込み要求発生タイミング | 送信時、次の条件のいずれかを選択できます。 ・ U2C1レジスタのU2IRSビットが“0”(送信バッファ空) : U2TBレジスタからUART2送信レジスタへデータ転送時(送信開始時) ・ U2IRSビットが“1”(送信完了) : UART2送信レジスタからデータ送信完了時 受信時 ・ UART2受信レジスタからU2RBレジスタへデータ転送時(受信完了時) |
| エラー検出 | オーバランエラー(注2) U2RBレジスタを読む前に次のデータ受信を開始し、次のデータの7ビット目を受信すると発生 |
| 選択機能 | クロック位相選択 転送クロックの極性と相の4つの組み合わせを選択可 |

注1. 外部クロックを選択している場合、U2C0レジスタのCKPOLビットが“0”(転送クロックの立ち下がりで送信データ出力、立ち上がりで受信データ入力)のときは外部クロックが“H”の状態、CKPOLビットが“1”(転送クロックの立ち上がりで送信データ出力、立ち下がりで受信データ入力)のときは外部クロックが“L”の状態条件を満たしてください。

注2. オーバランエラーが発生した場合、U2RBレジスタ受信データは不定になります。またS2RICレジスタのIRビットは変化しません。

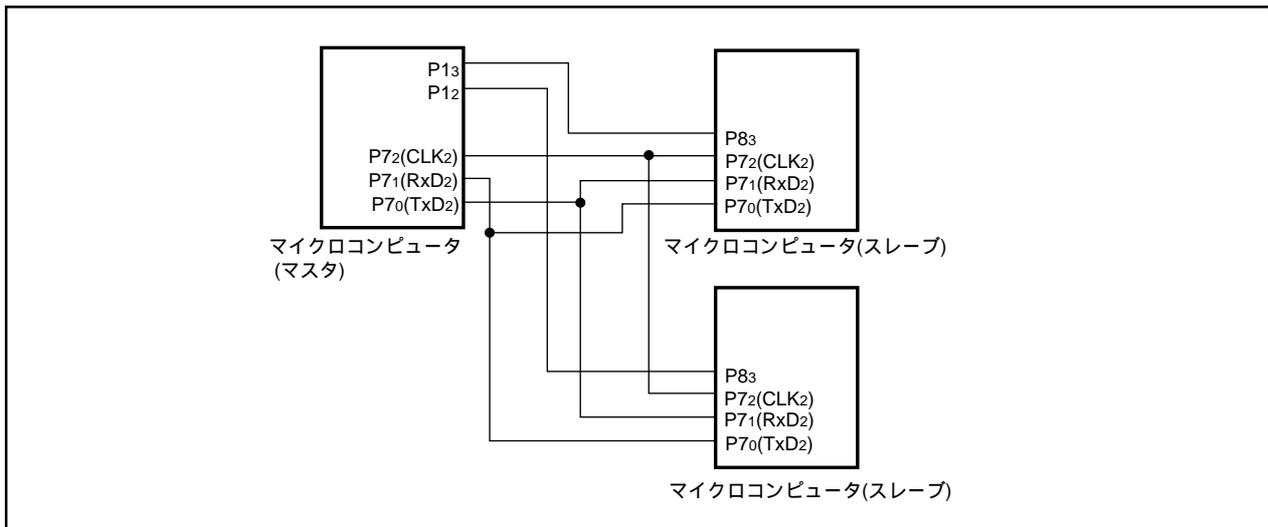


図14.26 特殊モード2の通信制御例(UART2)

表14.16 特殊モード2時の使用レジスタと設定値

| レジスタ | ビット | 機能 |
|----------|-------------------|---|
| U2TB(注1) | 0~7 | 送信データを設定してください |
| U2RB(注1) | 0~7 | 受信データが読めます |
| | OER | オーバランエラーフラグ |
| U2BRG | 0~7 | 転送速度を設定してください |
| U2MR(注1) | SMD2~SMD0 | “0012” にしてください |
| | CKDIR | マスタモードの場合“0”に、スレーブモードの場合“1”にしてください |
| | IOPOL | “0” にしてください |
| U2C0 | CLK0,CLK1 | U2BRGのカウントソースを選択してください |
| | CRS | CRD=“1”なので無効 |
| | TXEPT | 送信レジスタ空フラグ |
| | CRD | “1” にしてください |
| | NCH | TxD2端子の出力形式を選択してください |
| | CKPOL | U2SMR3レジスタのCKPHビットとの組み合わせでクロック位相が設定できます |
| | UFORM | “0” にしてください |
| U2C1 | TE | 送受信許可する場合、“1” にしてください |
| | TI | 送信バッファ空フラグ |
| | RE | 受信を許可する場合、“1” にしてください |
| | RI | 受信完了フラグ |
| | U2IRS | UART2送信割り込み要因を選択してください |
| | U2RRM、U2LCH、U2ERE | “0” にしてください |
| U2SMR | 0~7 | “0” にしてください |
| U2SMR2 | 0~7 | “0” にしてください |
| U2SMR3 | CKPH | U2C0レジスタのCKPOLビットとの組み合わせでクロック位相が設定できます |
| | NODC | “0” にしてください |
| | 0、2、4~7 | “0” にしてください |
| U2SMR4 | 0~7 | “0” にしてください |

注1. この表に記載していないビットは特殊モード2時に書く場合、“0”を書いてください。

14.1.4.1 クロック位相設定機能

U2SMR3レジスタのCKPHビットとU2C0レジスタのCKPOLビットで転送クロックの相と極性の4つの組み合わせを選択できます。

転送クロックの極性と相は、転送を行うマスタとスレーブで同じにしてください。

14.1.4.1.1 マスタ(内部クロック)の場合

図14.27にマスタ(内部クロック)の場合の送受信のタイミングを示します。

14.1.4.1.2 スレーブ(外部クロック)の場合

図14.28にスレーブ(外部クロック)の場合の送受信のタイミング(CKPH=0)、図14.29にスレーブ(外部クロック)の場合の送受信のタイミング(CKPH=1)を示します。

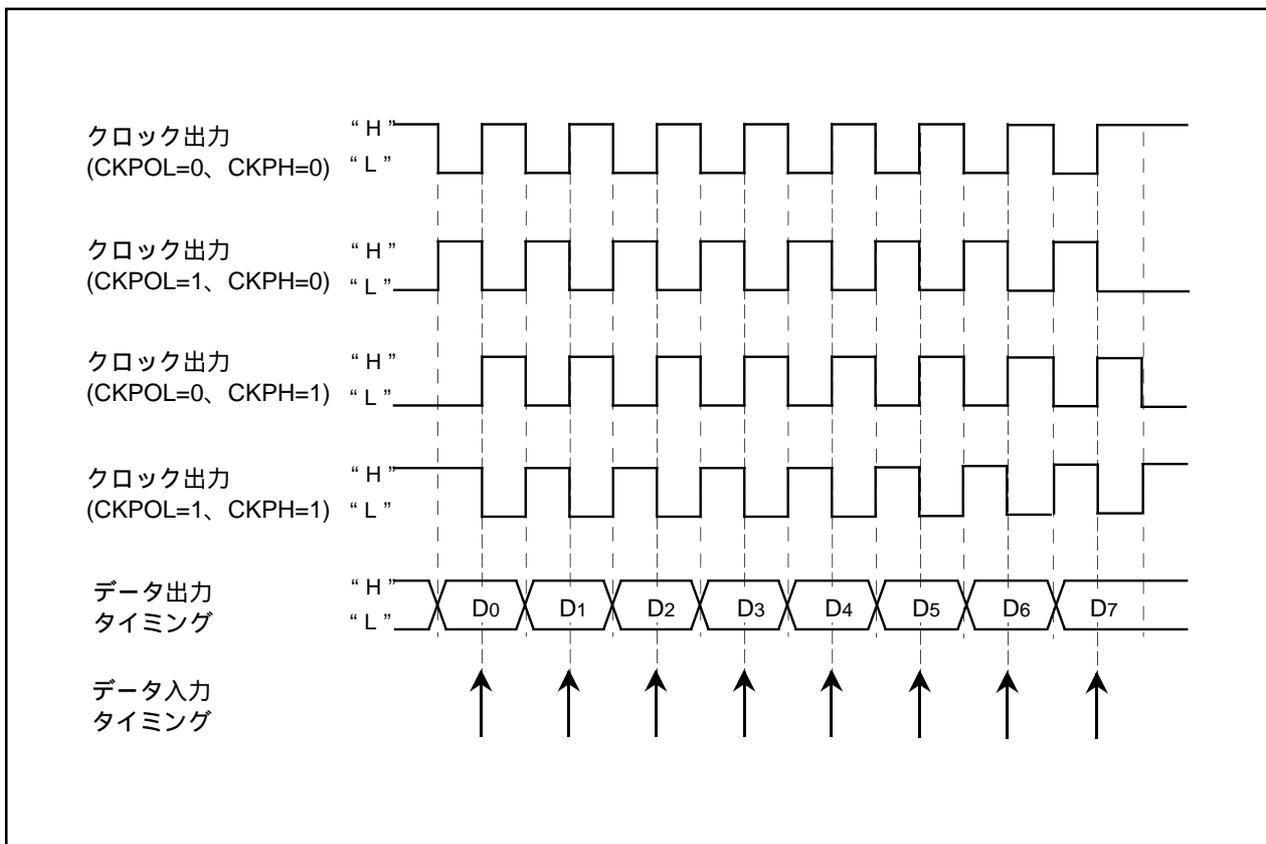


図14.27 マスタ(内部クロック)の場合の送受信のタイミング

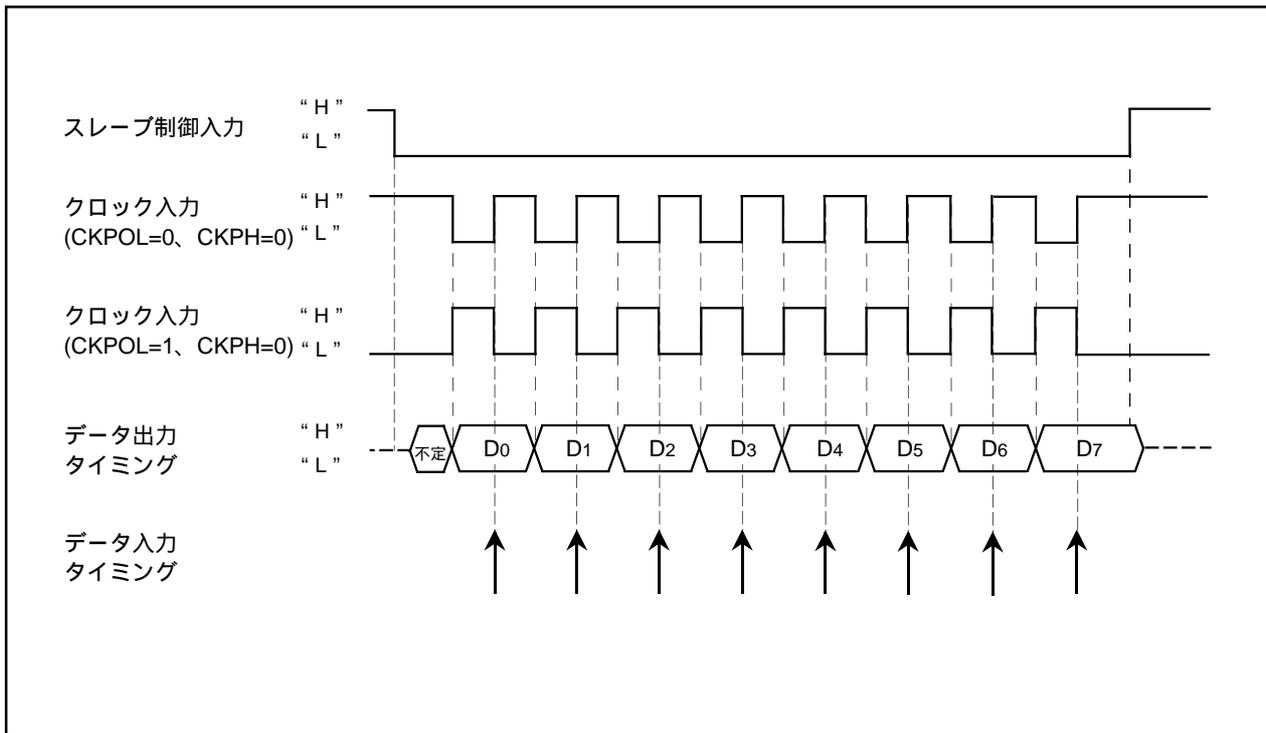


図14.28 スレーブ(外部クロック)の場合の送受信のタイミング(CKPH=0)

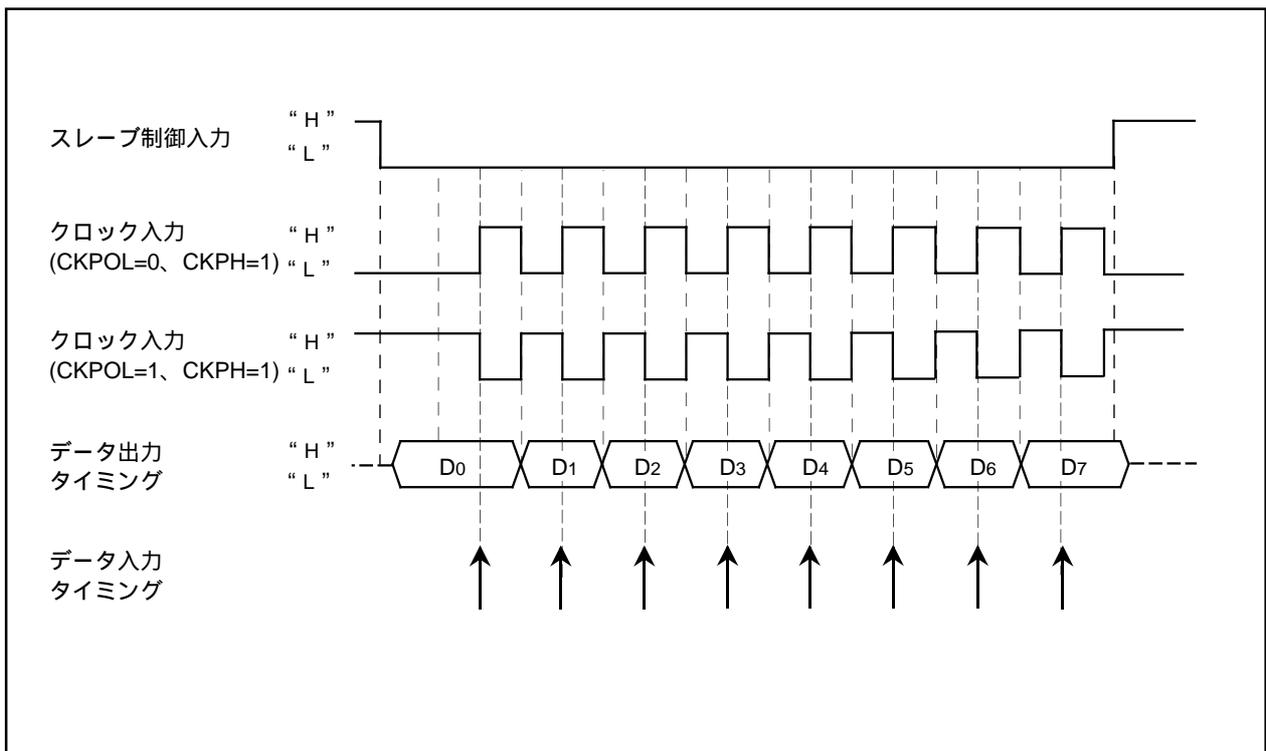


図14.29 スレーブ(外部クロック)の場合の送受信のタイミング(CKPH=1)

14.1.5 特殊モード3(IEBusモード)(UART2)

UARTモードの1バイトの波形でIEBusの1ビットに近似させるモードです。

表14.17にIEBusモード時の使用レジスタと設定値を、図14.30にバス衝突検出機能関連ビットの機能を示します。

TxD2端子の出力レベルとRxD2端子の入力レベルが異なる場合、UART2バス衝突検出割り込み要求が発生します。

表14.17 IEBusモード時の使用レジスタと設定値

| レジスタ | ビット | 機能 |
|----------|-----------------------|---------------------------------|
| U2TB | 0~8 | 送信データを設定してください |
| U2RB(注1) | 0~8 | 受信データが読めます |
| | OER、FER、PER、SUM | エラーフラグ |
| U2BRG | 0~7 | 転送速度を設定してください |
| U2MR | SMD2~SMD0 | “110 ₂ ” にしてください |
| | CKDIR | 内部クロック、外部クロックを選択してください |
| | STPS | “0” にしてください |
| | PRY | PRYE=0なので無効 |
| | PRYE | “0” にしてください |
| | IOPOL | TxD、RxD入出力極性を選択してください |
| U2C0 | CLK1~CLK0 | U2BRGのカウンタソースを選択してください |
| | CRS | CRD=1なので無効 |
| | TXEPT | 送信レジスタ空フラグ |
| | CRD | “1” にしてください |
| | NCH | TxD2端子の出力形式を選択してください |
| | CKPOL | “0” にしてください |
| | UFORM | “0” にしてください |
| U2C1 | TE | 送信を許可する場合“1” にしてください |
| | TI | 送信バッファ空フラグ |
| | RE | 受信を許可する場合、“1” にしてください |
| | RI | 受信完了フラグ |
| | U2IRS | URAT2送信割り込み要因を選択してください |
| | U2RRM、 U2LCH、U2ERE | “0” にしてください |
| U2SMR | 0~3、7 | “0” にしてください |
| | ABSCS | バス衝突検出サンプリングタイミングを選択してください |
| | ACSE | 送信許可ビット自動クリアを使用する場合、“1” にしてください |
| | SSS | 送信開始条件を選択してください |
| U2SMR2 | 0~7 | “0” にしてください |
| U2SMR3 | 0~7 | “0” にしてください |
| U2SMR4 | 0~7 | “0” にしてください |

注1. この表に記載していないビットはIEBusモード時に書く場合、“0”を書いてください。

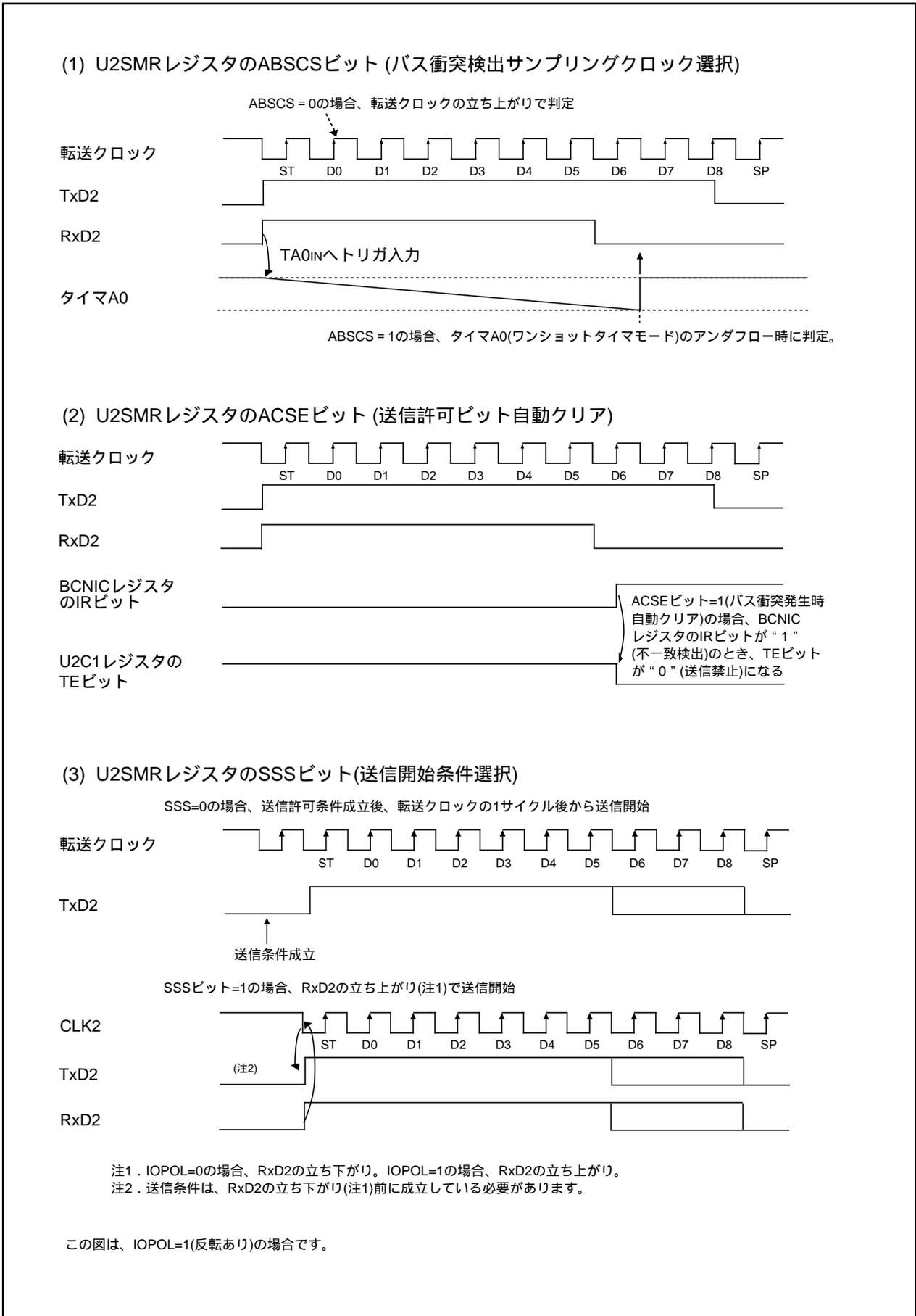


図14.30 バス衝突検出機能関連ビットの機能

14.1.6 特殊モード4(SIMモード)(UART2)

UARTモードを使用して、SIMインタフェースに対応するモードです。ダイレクトフォーマットとインバースフォーマットが実現でき、パリティエラー検出時にはTxD2端子から“L”を出力できます。

表14.18にSIMモードの仕様を、表14.19にSIMモード時の使用レジスタと設定値を示します。

表14.18 SIMモードの仕様

| 項 目 | 仕 様 |
|-----------------------|---|
| 転送データフォーマット | ダイレクトフォーマット インバースフォーマット |
| 転送クロック | U2MRレジスタのCKDIRビットが“0”(内部クロック) : $f_i/(16(n+1))$ $f_i=f1SIO, f2SIO, f8SIO, f32SIO$ 。n=U2BRGレジスタの設定値 0016 ~ FF16 CKDIRビットが“1”(外部クロック) : $f_{EXT}/(16(n+1))$ f_{EXT} はCLK2端子からの入力。n=U2BRGレジスタの設定値 0016 ~ FF16 |
| 送信開始条件 | 送信開始には、次の条件が必要です。 <ul style="list-style-type: none"> • U2C1レジスタのTEビットが“1”(送信許可) • U2C1レジスタのTIビットが“0”(U2TBレジスタにデータあり) |
| 受信開始条件 | 受信開始には、次の条件が必要です。 <ul style="list-style-type: none"> • U2C1レジスタのREビットが“1”(受信許可) • スタートビットの検出 |
| 割り込み要求発生タイミング (注2) | 送信時 UART2送信レジスタからデータ転送完了時(U2IRSビット=“1”) 受信時 UART2受信レジスタからU2RBレジスタへデータ転送(受信完了)時 |
| エラー検出 | オーバランエラー(注1) U2RBレジスタを読む前に次のデータ受信を開始し、次のデータの最終ストップビットの1つ前のビットを受信すると発生 フレーミングエラー 設定した個数のストップビットが検出されなかったときに発生 パリティエラー 受信時、パリティエラーを検出すると、パリティエラー信号をTxD2端子から出力 送信時、送信割り込み発生時、RxD2端子の入力レベルによりパリティエラーを検知 エラーサムフラグ オーバランエラー、フレーミングエラー、パリティエラーのうちいずれかが発生した場合“1”になる |

注1. オーバランエラーが発生した場合、U2RBレジスタ受信データは不定になります。またS2RICレジスタのIRビットは変化しません。

注2. リセット解除後、U2C1レジスタのU2IRSビットを“1”(送信完了)、U2EREビットを“1”(エラー信号出力)にすると、送信割り込み要求が発生します。そのため、SIMモードを使用する場合は設定後、IRビットを“0”(割り込み要求なし)にしてください。

表14.19 SIMモード時の使用レジスタと設定値

| レジスタ | ビット | 機能 |
|-----------|-----------------|---|
| U2TB(注1) | 0~7 | 送信データを設定してください |
| U2RB(注1) | 0~7 | 受信データが読めます |
| | OER、FER、PER、SUM | エラーフラグ |
| U2BRG | 0~7 | 転送速度を設定してください |
| U2MR | SMD2~SMD0 | “1012” にしてください |
| | CKDIR | 内部クロック、外部クロックを選択してください |
| | STPS | “0” にしてください |
| | PRY | ダイレクトフォーマットの場合“1”に、インバースフォーマットの場合“0”にしてください |
| | PRYE | “1” にしてください |
| | IOPOL | “0” にしてください |
| U2C0 | CLK0,CLK1 | U2BRGのカウントソースを選択してください |
| | CRS | CRD=1なので無効 |
| | TXEPT | 送信レジスタ空フラグ |
| | CRD | “1” にしてください |
| | NCH | “1” にしてください |
| | CKPOL | “0” にしてください |
| | UFORM | ダイレクトフォーマットの場合“0”に、インバースフォーマットの場合、“1” にしてください |
| U2C1 | TE | 送信を許可する場合“1” にしてください |
| | TI | 送信バッファ空フラグ |
| | RE | 受信を許可する場合“1” にしてください |
| | RI | 受信完了フラグ |
| | U2IRS | “1” にしてください |
| | U2RRM | “0” にしてください |
| | U2LCH | ダイレクトフォーマットの場合“0”に、インバースフォーマットの場合“1” にしてください |
| | U2ERE | “1” にしてください |
| U2SMR(注1) | 0~3 | “0” にしてください |
| U2SMR2 | 0~7 | “0” にしてください |
| U2SMR3 | 0~7 | “0” にしてください |
| U2SMR4 | 0~7 | “0” にしてください |

注1. この表に記載していないビットはSIMモード時に書く場合、“0”を書いてください。

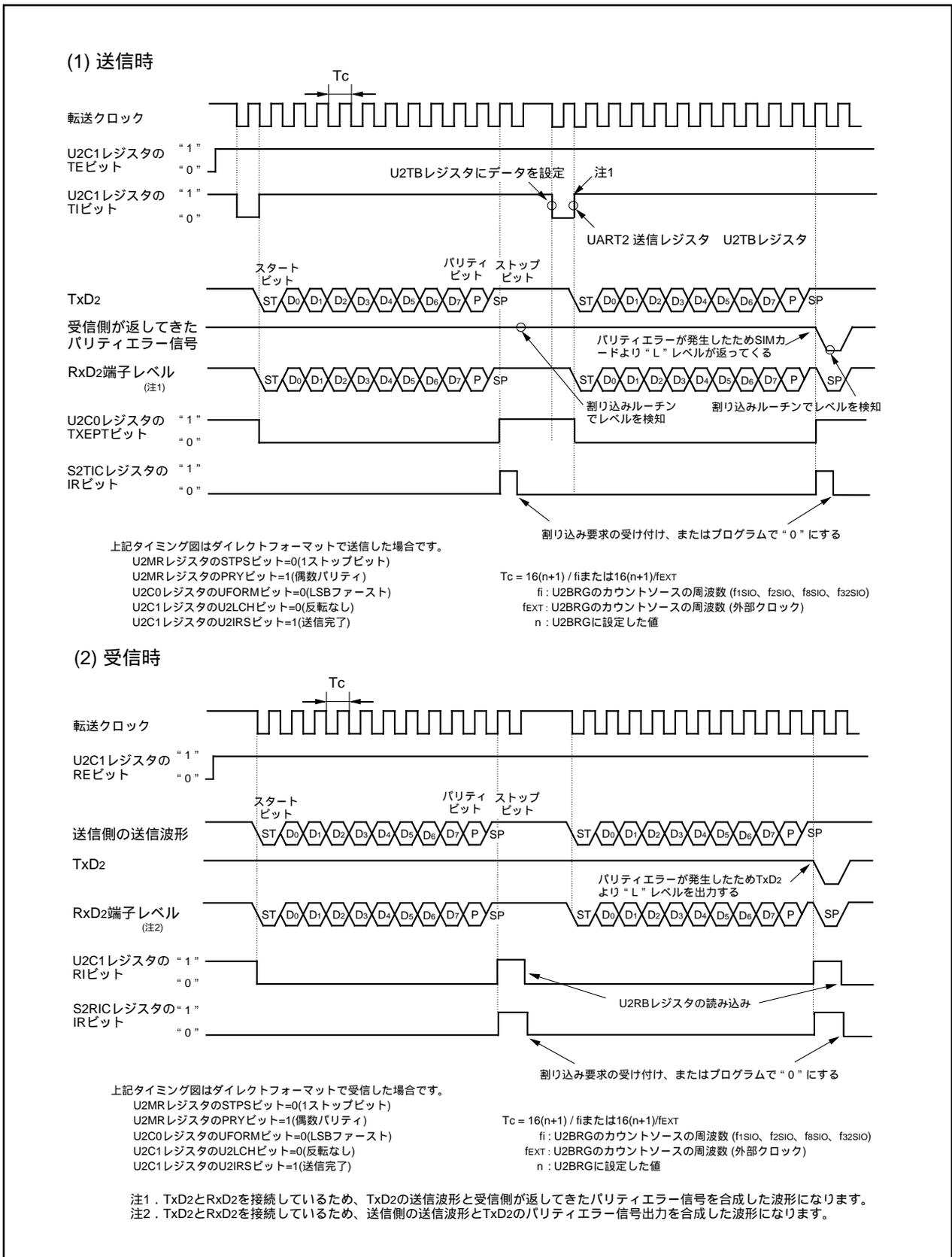


図14.31 SIMモードの送受信タイミング例

図14.32にSIMインタフェースの接続例を示します。TxD2とRx2D2を接続してプルアップしてください。

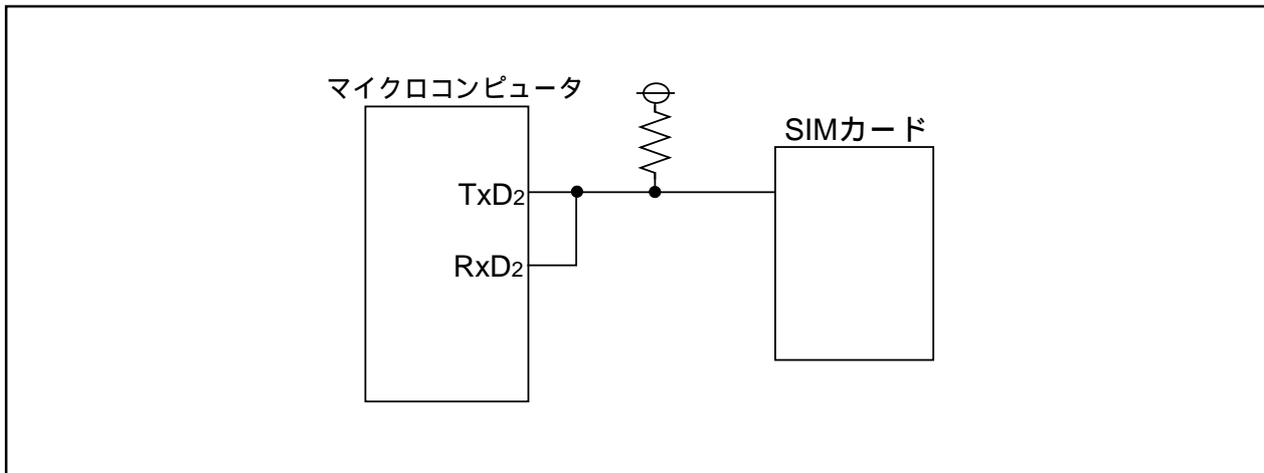


図14.32 SIMインタフェース接続例

14.1.6.1 パリティエラー信号出力機能

U2C1レジスタのU2EREビットを“1”にすると、パリティエラー信号を使用できます。

・受信時

パリティエラー信号は、受信時にパリティエラーを検出した場合に出力する信号で、図14.33に示すタイミングでTx2D2出力が“L”になります。ただし、パリティエラー信号出力中にU2RBレジスタを読むと、PERビットが“0”になり、同時にTx2D2出力も“H”に戻ります。

・送信時

送信時、送信完了割り込み要求がストップビットを出力した次の転送クロックの立ち下がりが発生します。したがって、送信完了割り込みルーチンで、Rx2D2と端子を共用するポートを読むと、パリティエラー信号が返されたかどうか判定できます。

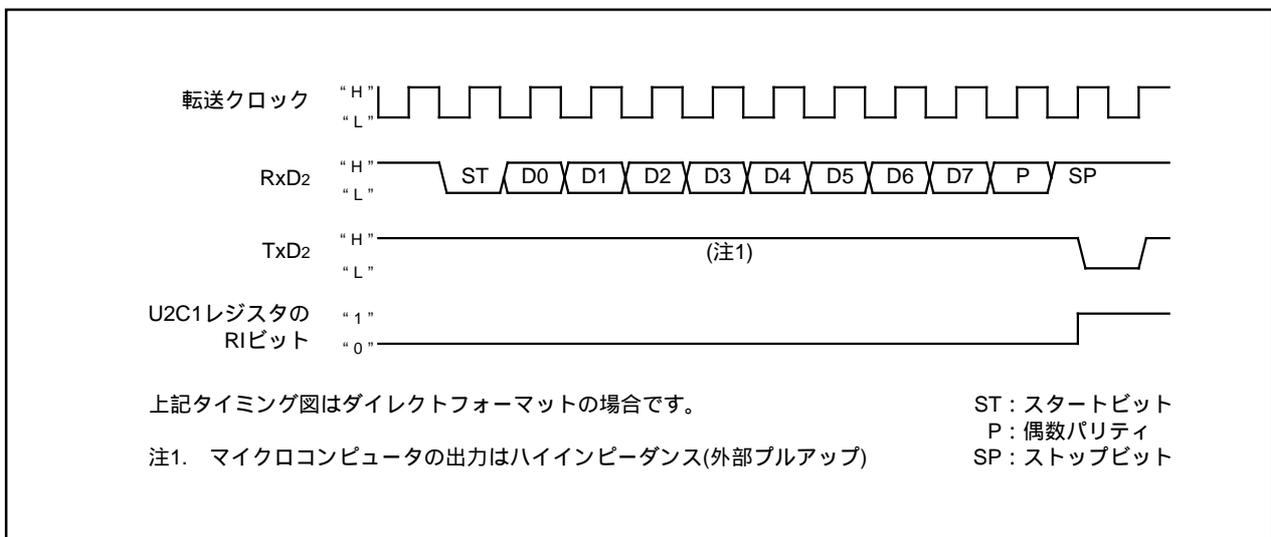


図14.33 パリティエラー信号出力タイミング

14.1.6.2 フォーマット

・ダイレクトフォーマット

U2MRレジスタのPRYビットを“1”、U2C0レジスタのUFORMビットを“0”、U2C1レジスタのU2LCHビットを“0”にしてください。

・インバースフォーマット

PRYビットを“0”、UFORMビットを“1”、U2LCHビットを“1”にしてください。

図14.34にSIMインタフェースフォーマットを示します。

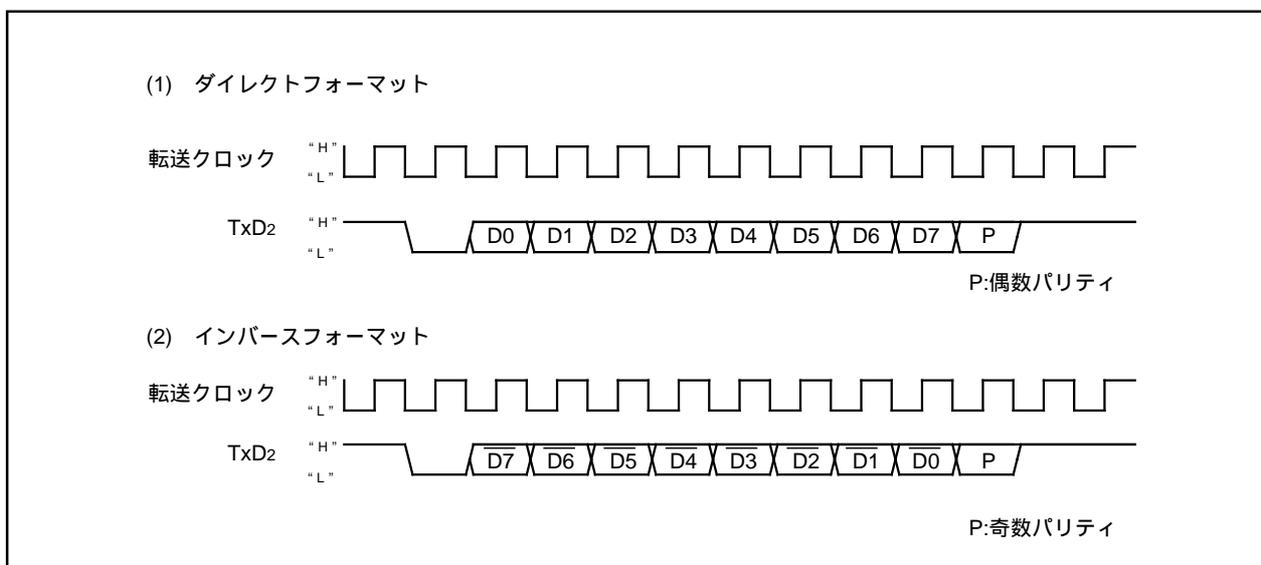


図14.34 SIMインタフェースフォーマット

14.2 SI/O3、SI/O4

注意

64ピン版にはSI/O4がありません。64ピン版はSI/O4を使用しないでください。

SI/O3、SI/O4は、クロック同期形専用シリアルI/Oです。

図14.35にSI/O3、SI/O4ブロック図、図14.36にSI/O3、SI/O4関連レジスタを示します。

表14.20にSI/O3、SI/O4の仕様を示します。

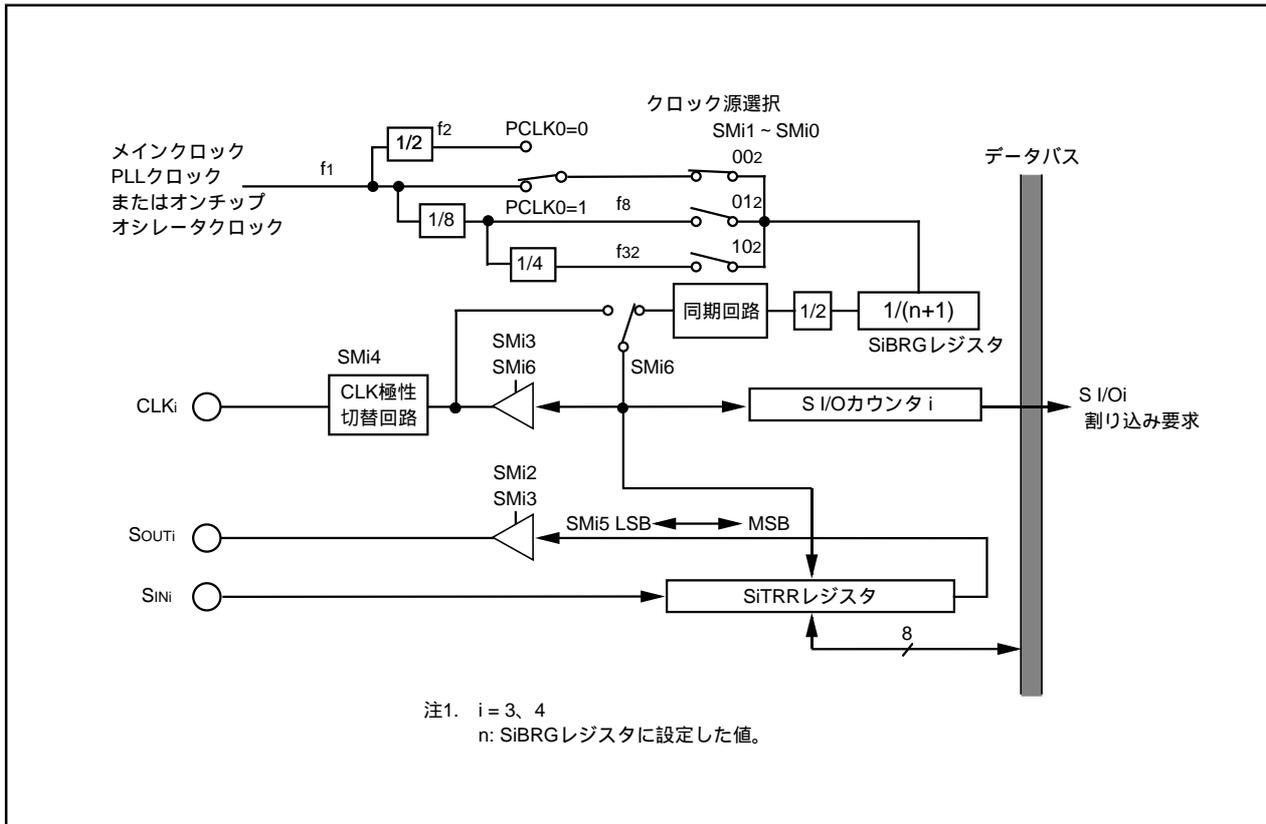


図14.35 SI/O3、SI/O4ブロック図

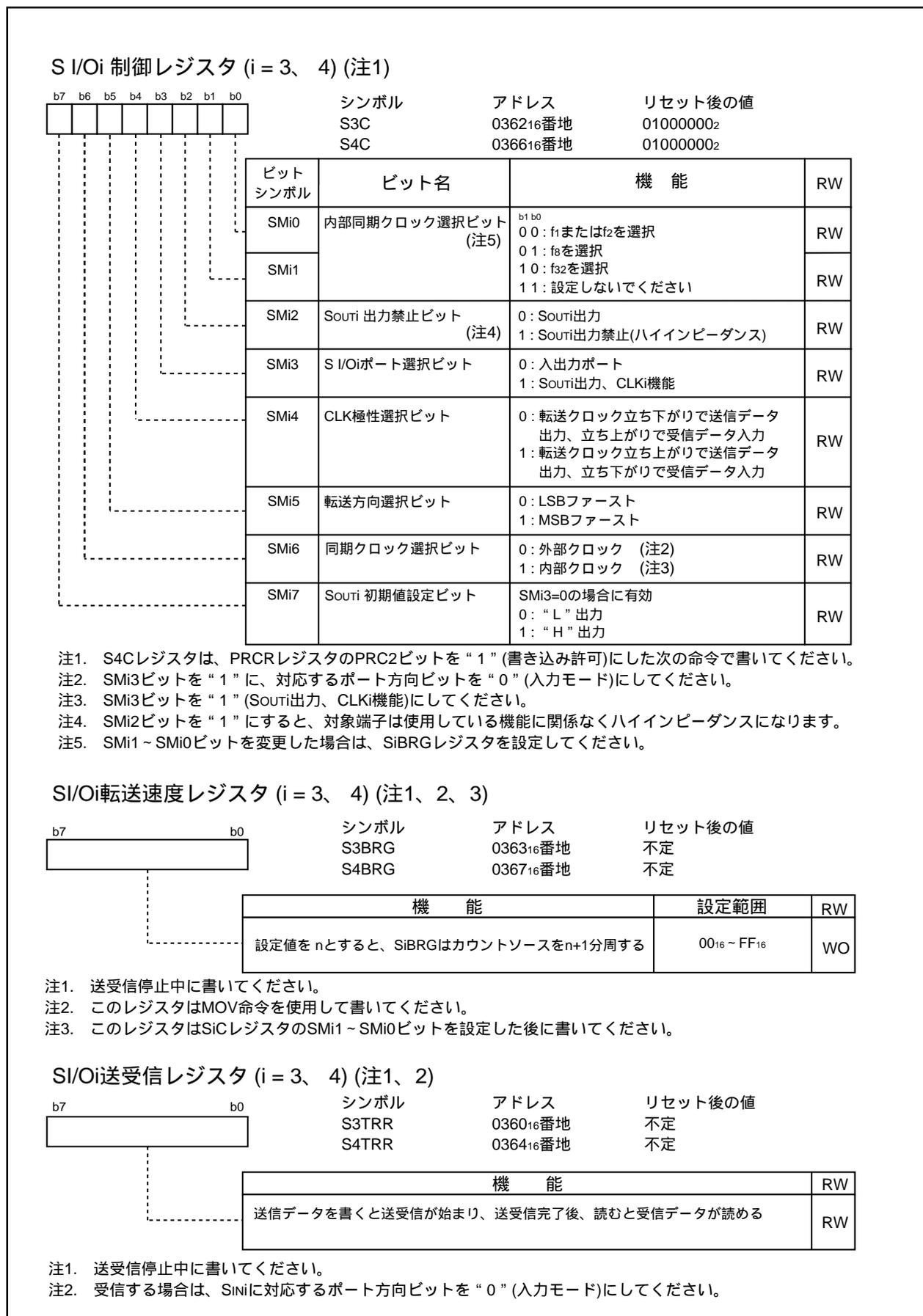


図14.36. S3C、S4C、S3BRG、S4BRG、S3TRR、S4TRRレジスタ

表14.20 SI/O3、SI/O4の仕様

| 項 目 | 仕 様 |
|---------------|---|
| 転送データフォーマット | 転送データ長 8ビット |
| 転送クロック | SiCレジスタ(i=3、4)のSMi6ビットが“1”(内部クロック) : $f_j/(2(n+1))$ $f_j=f_1、f_2、f_8、f_{32}$ 。n=SiBRGレジスタの設定値 0016 ~ FF16 SMi6ビットが“0”(外部クロック) : CLKi端子から入力(注1) |
| 送受信開始条件 | 送受信開始には、次の条件が必要です SiTRRレジスタに送信データを書く(注2、注3) |
| 割り込み要求発生タイミング | SiCレジスタのSMi4ビットが“0”の場合 最後の転送クロックの立ち上がり(注4) SMi4ビットが“1”の場合 最後の転送クロックの立ち下がり(注4) |
| CLKi端子機能 | 入出力ポート、転送クロック入力、転送クロック出力 |
| SOUTi端子機能 | 入出力ポート、送信データ出力、ハイインピーダンス |
| SINI端子機能 | 入出力ポート、受信データ入力 |
| 選択機能 | LSBファースト、MSBファースト選択 ビット0から送受信するか、またはビット7から送受信するかを選択可 Souti初期出力設定機能 SiCレジスタのSMi6ビットが“0”(外部クロック)の場合、送信していないときのSouti端子出力レベルを選択可 CLK極性選択 転送データの出力と入力タイミングが、転送クロックの立ち上がりか立ち下がりかを選択可 |

- 注1. SiCレジスタのSMi6ビットを“0”(外部クロック)にする場合は、次のようにしてください。
- ・ SiCレジスタのSMi4ビットが“0”の場合、CLKi端子に“H”が入力されている状態でSiTRRレジスタに送信データを書いてください。SiCレジスタのSMi7ビットを書き換える場合も同様です。
 - ・ SMi4ビットが“1”の場合、CLKi端子に“L”が入力されている状態でSiTRRレジスタに送信データを書いてください。SMi7ビットを書き換える場合も同様です。
 - ・ 転送クロックがSI/Oi回路に入力されている間はシフト動作をし続けますので、転送クロックは8回で止めてください。SMi6ビットが“1”(内部クロック)の場合、転送クロックは自動的に停止します。
- 注2. SI/Oi(i=3~4)は、UART0~UART2と違い、転送のためのレジスタとバッファに分かれていません。したがって、送信中に次の送信データをSiTRRレジスタに書かないでください。
- 注3. SiCレジスタのSMi6ビットが“1”(内部クロック)のとき、転送終了後Soutiは、1/2転送クロック間、最終データを保持し、ハイインピーダンス状態になります。しかし、この間に送信データをSiTRRレジスタに書いた場合、書いたときからハイインピーダンス状態になり、データのホールド時間が短くなります。
- 注4. SiCレジスタのSMi6ビットが“1”(内部クロック)のとき、転送クロックは、SMi4ビットが“0”の場合は“H”の状態での停止し、SMi4ビットが“1”の場合は“L”で停止します。

14.2.1 SI/Oi動作タイミング

図14.37にSI/Oi動作タイミング図を示します。

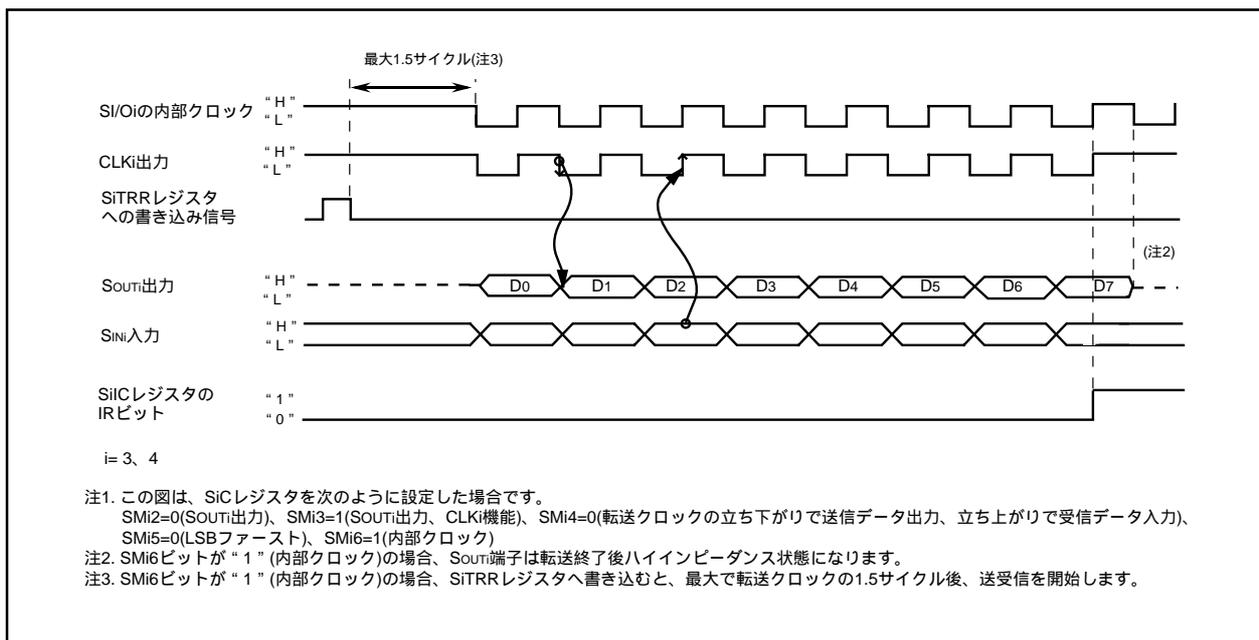


図14.37 SI/Oi動作タイミング図

14.2.2 CLK極性選択

SiCレジスタのSMi4ビットで転送クロックの極性を選択できます。図14.38に転送クロックの極性を示します。

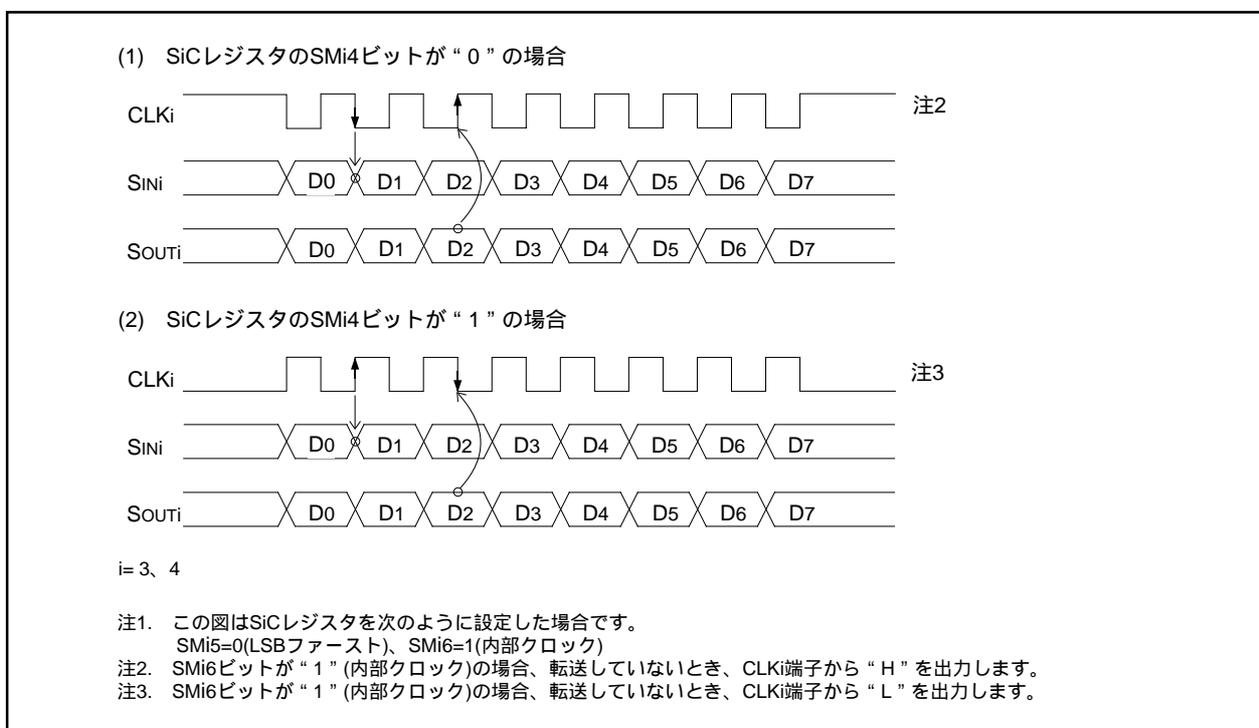


図14.38 転送クロックの極性

14.2.3 Souti初期出力設定機能

SiCレジスタのSMi6ビットが“0” (外部クロック)の場合、転送していないときのSouti端子の出力を“H” または“L”のどちらかに設定できます。ただし、連続してデータを送信する場合、データとデータの間は、前のデータの最終ビットの値を保持します。図14.39にSouti初期出力設定時のタイミング図、設定方法を示します。

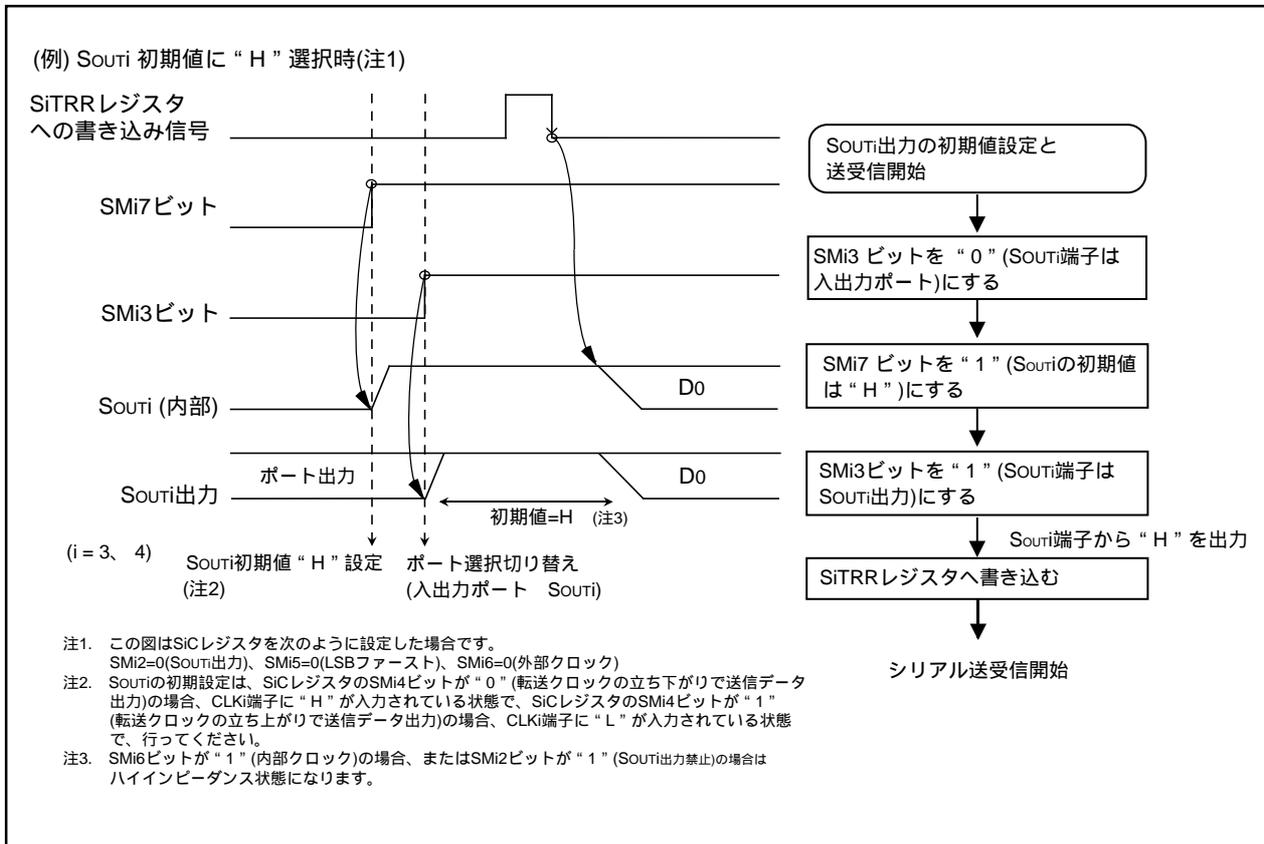


図14.39 Souti初期出力設定時のタイミング図、設定方法

15. A/Dコンバータ

注意

64ピン版にはP04～P07(AN04～AN07)、P10～P13(AN20～AN23)、P95～P97(AN25～AN27)がありません。M16C/28(64ピン版)では、アナログ入力端子としてP04～P07(AN04～AN07)、P10～P13(AN20～AN23)、P95～P97(AN25～AN27)を使用しないでください。

容量結合増幅器で構成された10ビットの逐次比較変換方式のA/Dコンバータが1回路あります。アナログ入力は、P100～P107(AN0～AN7)、P00～P07(AN00～AN07)、P10～P13、P93、P95～P97(AN20～AN27)、P90～P92(AN30～AN32)と端子を共用しています。また、ADTRG入力はP15と端子を共用しています。したがって、これらの入力を使用する場合、対応するポート方向ビットは“0”(入力モード)にしてください。

A/Dコンバータを使用しない場合、VCUTビットを“0”(Vref未接続)にすると、VREF端子からラダー抵抗には電流が流れなくなり、消費電力を少なくできます。

A/D変換した結果は、AN_i、AN_{0i}、AN_{2i}(i=0～7)、AN_{3i}(i=0～2)端子に対応したA/Dレジスタiに格納されません。

表15.1にA/Dコンバータの仕様、図15.1にA/Dコンバータのブロック図、図15.2～図15.5にA/Dコンバータ関連レジスタを示します。

表15.1 A/Dコンバータの仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|---|
| A/D変換方式 | 逐次比較変換方式(容量結合増幅器) |
| アナログ入力電圧(注1) | 0V～AVCC(VCC) |
| 動作クロック AD(注2) | f _{AD} 、f _{AD} の2分周、f _{AD} の3分周、f _{AD} の4分周、f _{AD} の6分周、またはf _{AD} の12分周 |
| 分解能 | 8ビットまたは10ビット |
| 積分非直線性誤差 | AVCC=VREF=5Vのとき ・分解能8ビットの場合 ±2LSB ・分解能10ビットの場合 ±3LSB AVCC=VREF=3.3Vのとき ・分解能8ビットの場合 ±2LSB ・分解能10ビットの場合 ±5LSB |
| 動作モード | 単発モード、繰り返しモード、単掃引モード、繰り返し掃引モード0、繰り返し掃引モード1、同時サンプル掃引モード、遅延トリガモード0、遅延トリガモード1 |
| アナログ入力端子 | 8本(AN0～AN7) + 8本(AN00～AN07) + 8本(AN20～AN27) + 3本(AN30～AN32) (80ピン版) 8本(AN0～AN7) + 4本(AN00～AN03) + 1本(AN24) + 3本(AN30～AN32) (64ピン版) |
| 1端子あたりの変換速度 | ・サンプル&ホールドなし 分解能8ビットの場合49 ADサイクル 分解能10ビットの場合59 ADサイクル ・サンプル&ホールドあり 分解能8ビットの場合28 ADサイクル 分解能10ビットの場合33 ADサイクル |

注1. サンプル&ホールド機能の有無に依存しません。

注2. ADの周波数を10MHz以下にしてください。

サンプル&ホールド機能なしの場合、ADの周波数は250kHz以上にしてください。

サンプル&ホールド機能ありの場合、ADの周波数は1MHz以上にしてください。

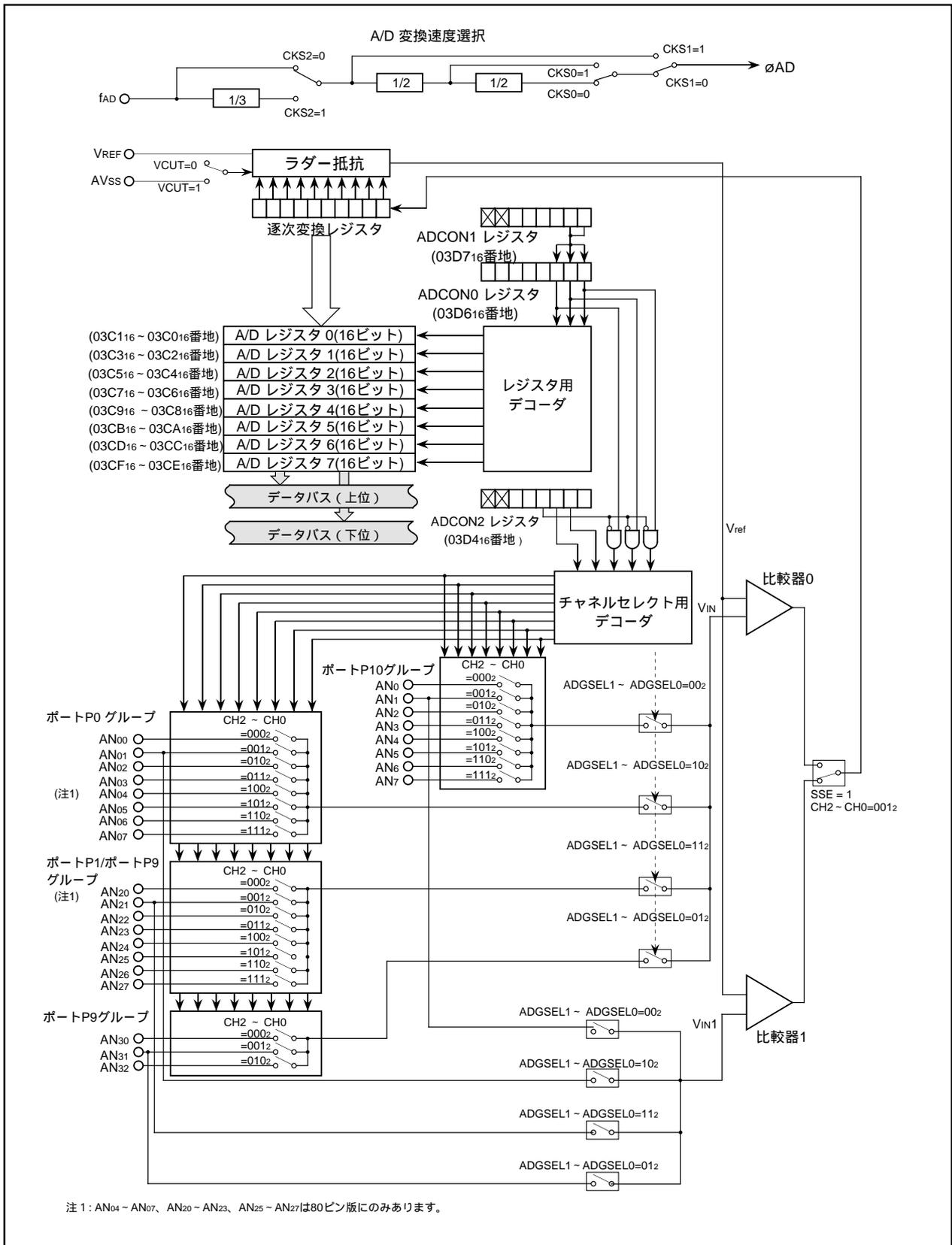


図15.1 A/Dコンバータのブロック図

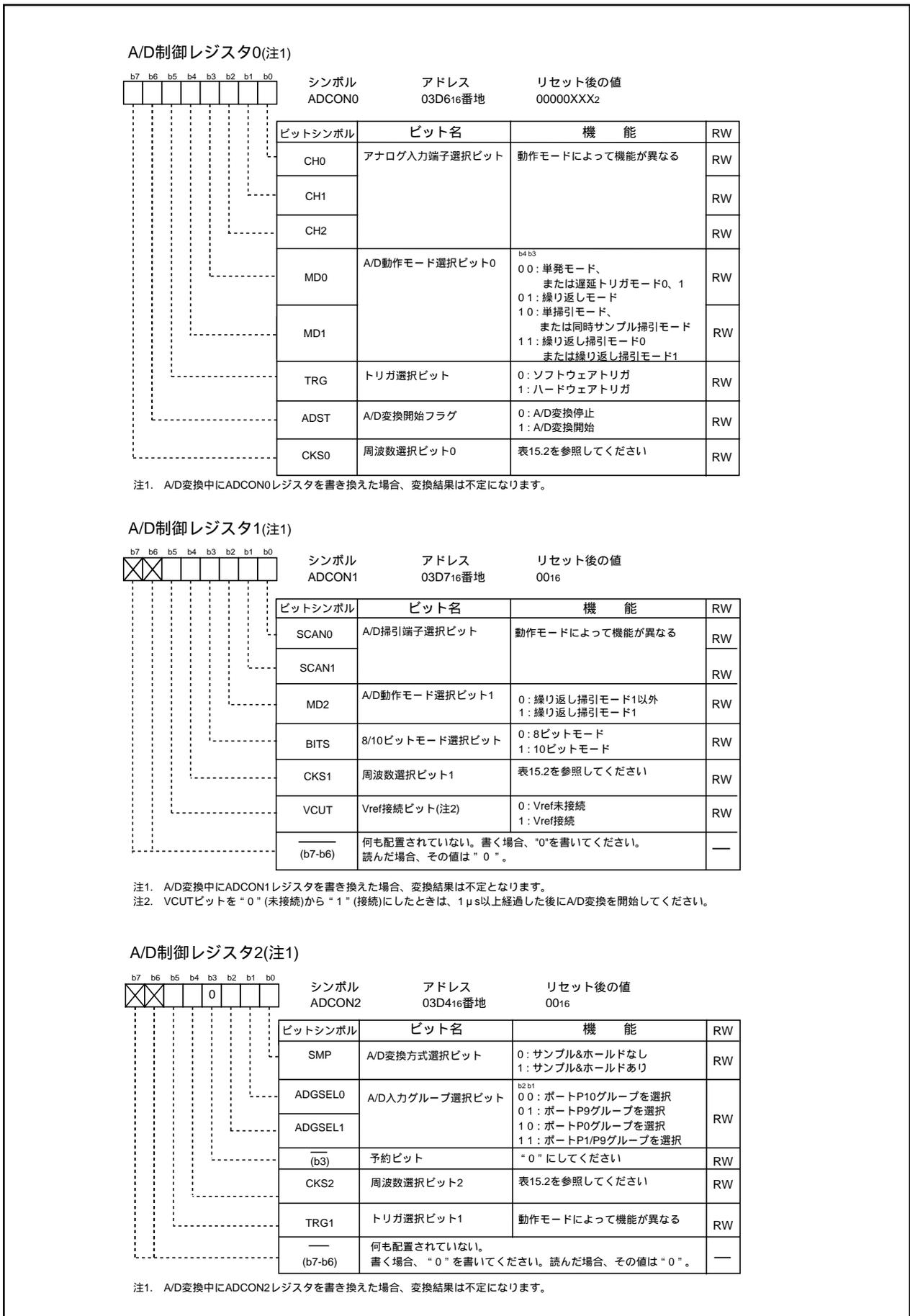


図15.2 ADCON0~ ADCON2レジスタ

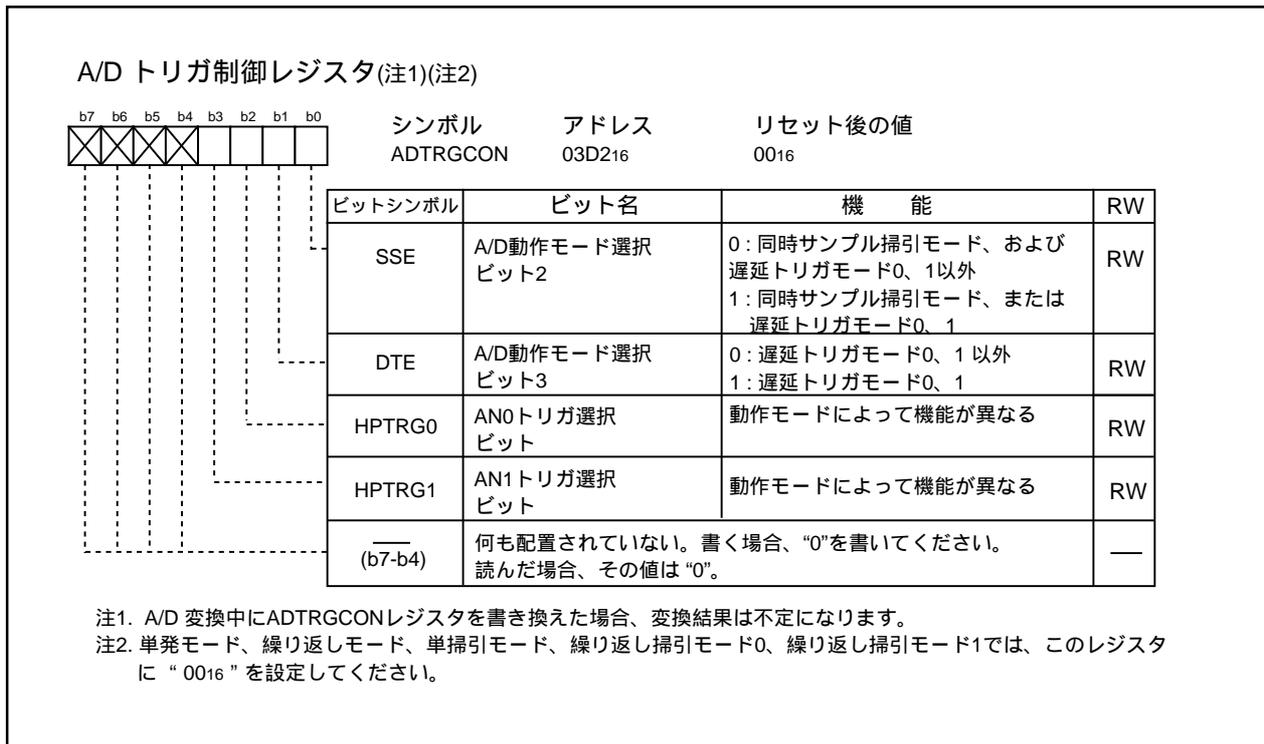


図15.3 ADTRGCONレジスタ

表15.2. A/D変換周波数の選択

| CKS2 | CKS1 | CKS0 | AD |
|------|------|------|-----------------------|
| 0 | 0 | 0 | f _{AD} の4分周 |
| 0 | 0 | 1 | f _{AD} の2分周 |
| 0 | 1 | 0 | f _{AD} |
| 0 | 1 | 1 | |
| 1 | 0 | 0 | f _{AD} の12分周 |
| 1 | 0 | 1 | f _{AD} の6分周 |
| 1 | 1 | 0 | f _{AD} の3分周 |
| 1 | 1 | 1 | |

注1. ADの周波数は10MHZ以下にしてください。ADはADCON0レジスタのCKS0ビット、ADCON1レジスタのCKS1ビット、ADCON2レジスタのCKS2ビットの組み合わせで選択できます。

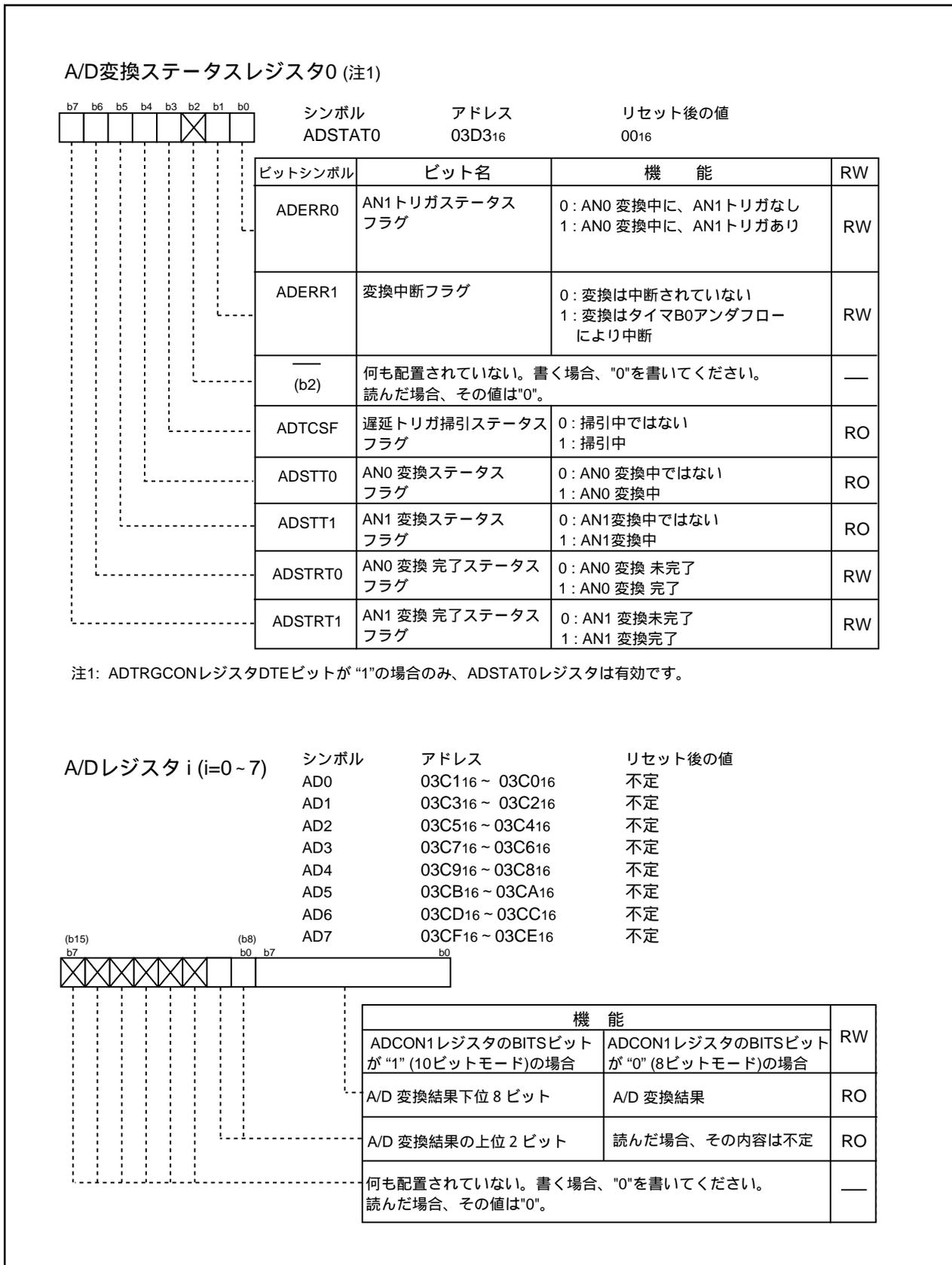


図15.4 ADSTAT0レジスタ、AD0~AD7レジスタ

タイマB2特殊モードレジスタ(注1)

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 |
| ⊗ | 0 | 0 | | | | | |

シンボル アドレス リセット後の値

TB2SC 039E16番地 X00000002

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|--|--|----|
| PWCON | タイマB2リロード タイミング切り替えビット | 0: タイマB2アンダフロー 1: 奇数回目のタイマA出力(注2) | RW |
| IVPCR1 | 三相出力ポート \overline{SD} 制御 ビット1(注3、注4、注7) | 0: \overline{SD} 端子入力による三相出力強制遮断 (ハイインピーダンス)禁止 1: \overline{SD} 端子入力による三相出力強制遮断 (ハイインピーダンス)許可 | RW |
| TB0EN | タイマB0動作モード 選択ビット | 0: A/Dトリガモード以外 1: A/Dトリガモード (注5) | RW |
| TB1EN | タイマB1動作モード 選択ビット | 0: A/Dトリガモード以外 1: A/Dトリガモード (注5) | RW |
| TB2SEL | トリガ選択ビット | 0: TB2割り込み 1: TB2割り込み発生頻度設定カウンタ (ICTB2)アンダフロー (注6) | RW |
| (b6-b5) | 予約ビット | "0" にしてください。 | RW |
| (b7) | 何も配置されていない。書く場合、 "0" を書いてください。 読んだ場合、その値は "0"。 | | — |

注1. このレジスタは、PRCRレジスタのPRC1ビットを "1" (書き込み許可)にした後で書き換えてください。

注2. INV11ビットが "0" (三相モード0)、またはINV06ビットが "1" (鋸波変調モード)の場合は、"0" (タイマB2アンダフロー)にしてください。

注3. IVPCR1ビットを "1" (\overline{SD} 端子入力による三相出力強制遮断許可)にする場合、PD8sビットを "0" (入力)にしてください。

注4. 対象端子は、U(P8₀)、 \overline{U} (P8₁)、V(P7₂)、 \overline{V} (P7₃)、W(P7₄)、 \overline{W} (P7₅)です。強制遮断後は、P8s/ $\overline{NMI}/\overline{SD}$ 端子に "H" を入力し、IVPCR1ビットを "0" にすることで強制遮断(ハイインピーダンス)が解除されます。P8s/ $\overline{NMI}/\overline{SD}$ に "L" が入力されると、対象端子の三相モータ制御用タイマ出力は禁止(INV03= "0")になります。この時、対象端子は使用している機能に関係なくIVPCR1ビットが "0" の場合は通常ポートに、IVPCR1ビットが "1" の場合はハイインピーダンスになります。

注5. 遅延トリガモード0で使用する場合は、TB0ENビットとTB1ENビットを共に "1" (A/Dトリガモード)にしてください。

注6. このビットを "1" (TB2割り込み発生頻度設定カウンタ(ICTB2)アンダフロー)にするときは、INVC0レジスタのINV02ビットを "1" (三相モータ制御用タイマ機能)にしてください。

注7. \overline{SD} 入力は、"19.6 デジタルデバウンス機能" を参照してください。

図15.5 TB2SCレジスタ

15.1 動作モード

15.1.1 単発モード

選択した1本の端子の入力電圧を1回A/D変換するモードです。表15.3に単発モードの仕様、図15.6に単発モードの動作例、図15.7に単発モード時のADCON0～ADCON2レジスタを示します。

表15.3 単発モードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|---|
| 機能 | ADCON0レジスタのCH2～CH0ビットとADCON2レジスタのADGSEL1～ADGSEL0ビットで選択した1本端子の入力電圧を1回A/D変換する |
| A/D変換開始条件 | ADCON0レジスタのTRGビットが“0”(ソフトウェアトリガ)の場合 ADCON0レジスタのADSTビットを“1”(A/D変換開始)にする ADCON0レジスタのTRGビットが“1”(ハードウェアトリガ)の場合 ADSTビットを“1”(A/D変換開始)にした後、ADTRG端子の入力が“H”から“L”へ変化(再トリガ可能) |
| A/D変換停止条件 | A/D変換終了(ソフトウェアトリガを選択している場合、ADSTビットは“0”(A/D変換停止)になる) ADSTビットを“0”にする |
| 割り込み要求発生タイミング | A/D変換終了時 |
| アナログ入力端子 | AN0～AN7、AN00～AN07、AN20～AN27、AN30～AN32から1端子を選択 |
| A/D変換値の読み出し | 選択した端子に対応したAD0～AD7レジスタの読み出し |

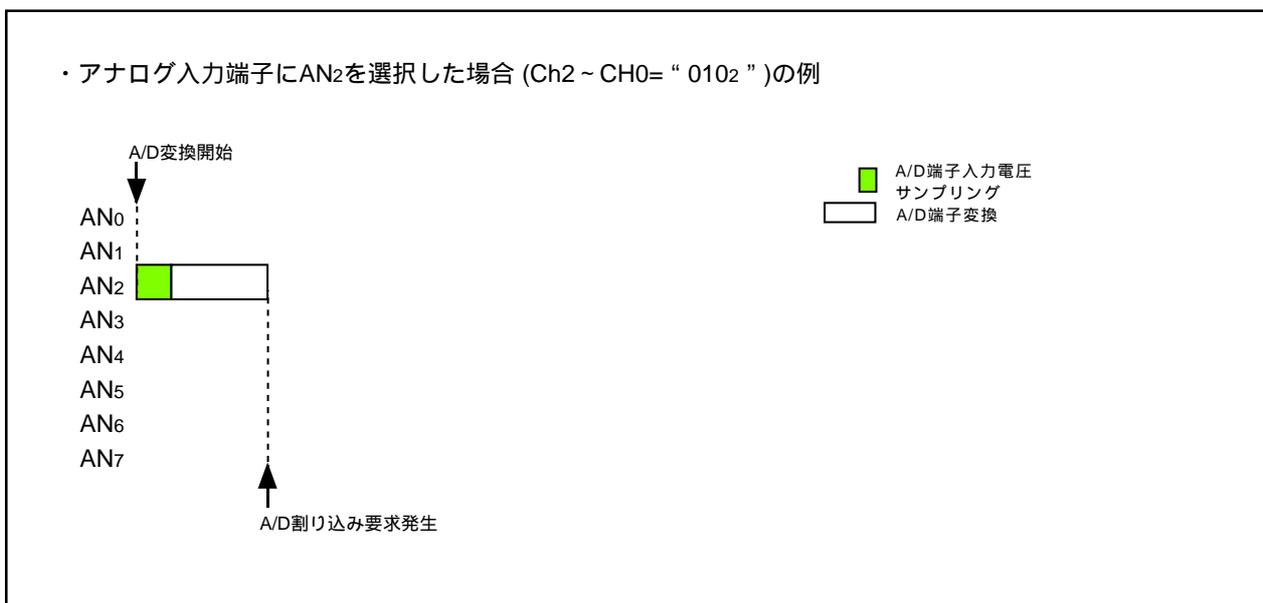
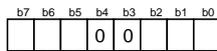


図15.6 単発モードの動作例

A/D制御レジスタ0(注1)

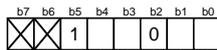


シンボル アドレス リセット後の値
 値ADCON0 03D616番地 00000XX2

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|--------------------------|---|----|
| CH0 | アナログ入力端子 選択ビット (注2、3) | ^{b2 b1 b0} 0 0 0 : AN ₀ を選択 0 0 1 : AN ₁ を選択 0 1 0 : AN ₂ を選択 0 1 1 : AN ₃ を選択 1 0 0 : AN ₄ を選択 1 0 1 : AN ₅ を選択 1 1 0 : AN ₆ を選択 1 1 1 : AN ₇ を選択 | RW |
| CH1 | | | RW |
| CH2 | | | RW |
| MD0 | A/D動作モード選択ビット0 (注3) | ^{b4 b3} 0 0 : 単発モード、 または遅延トリガモード0、1 | RW |
| MD1 | | | RW |
| TRG | トリガ選択ビット | 0 : ソフトウェアトリガ 1 : ハードウェアトリガ (ADTRGによるトリガ) | RW |
| ADST | A/D変換開始フラグ | 0 : A/D変換停止 1 : A/D変換開始 | RW |
| CKS0 | 周波数選択ビット0 | 表15.2を参照してください | RW |

- 注1. A/D変換中にADCON0レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。
 注2. AN₀ ~ AN₇と同様にAN₀ ~ AN₇、AN₂₀ ~ AN₂₇、AN₃₀ ~ AN₃₂を使用できます。
 ADCON2レジスタのADGSEL1 ~ ADGSEL0ビットで選択してください。
 注3. MD1 ~ MD0ビットを書き換えた後、別の命令でCH2 ~ CH0ビットを再設定してください。

A/D制御レジスタ1(注1)

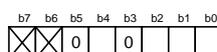


シンボル アドレス リセット後の値
 値ADCON1 03D716番地 0016

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|--------------|--|-----------------------------|----|
| SCAN0 | A/D掃引端子選択ビット | 単発モードでは無効 | RW |
| SCAN1 | | | RW |
| MD2 | A/D動作モード選択ビット1 | 0 : 繰り返し掃引モード1以外 | RW |
| BITS | 8/10ビットモード選択 ビット | 0 : 8ビットモード 1 : 10ビットモード | RW |
| CKS1 | 周波数選択ビット1 | 表15.2を参照してください | RW |
| VCUT | Vref接続ビット(注2) | 1 : Vref接続 | RW |
| — (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。 読んだ場合、その値は“0”。 | | — |

- 注1. A/D変換中にADCON1レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。
 注2. VCUTビットを“0”(未接続)から“1”(接続)にしたときは、1μs以上経過した後にA/D変換を開始してください。

A/D制御レジスタ2(注1)



シンボル アドレス リセット後の値
 値ADCON2 03D416番地 0016

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|--------------|--|--|----|
| SMP | A/D変換方式選択ビット | 0 : サンプル&ホールドなし 1 : サンプル&ホールドあり | RW |
| ADGSEL0 | A/D入力グループ選択ビット | ^{b2 b1} 0 0 : ポートP10グループを選択 0 1 : ポートP9グループを選択 1 0 : ポートP0グループを選択 1 1 : ポートP1/P9グループを選択 | RW |
| ADGSEL1 | | | |
| — (b3) | 予約ビット | “0”にしてください | RW |
| CKS2 | 周波数選択ビット2 | 表15.2を参照してください | RW |
| TRG1 | トリガ選択ビット1 | 単発モードでは“0”にしてください | RW |
| — (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”。 | | — |

- 注1. A/D変換中にADCON2レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。

図15.7 単発モード時のADCON0 ~ ADCON2レジスタ

15.1.2 繰り返しモード

選択した1本の端子の入力電圧を繰り返しA/D変換するモードです。表15.4に繰り返しモードの仕様、図15.8に繰り返しモードの動作例、図15.9に繰り返しモード時のADCON0～ADCON2レジスタを示します。

表15.4 繰り返しモードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|---|
| 機能 | ADCON0レジスタのCH2～CH0ビットとADCON2レジスタのADGSEL1～ADGSEL0ビットで選択した1本の端子の入力電圧を繰り返しA/D変換する |
| A/D変換開始条件 | ADCON0レジスタのTRGビットが“0”(ソフトウェアトリガ)の場合 ADCON0レジスタのADSTビットを“1”(A/D変換開始)にする ADCON0レジスタのTRGビットが“1”(ハードウェアトリガ)の場合 ADSTビットを“1”(A/D変換開始)にした後、ADTRG端子の入力が“H”から“L”へ変化(再トリガ可能) |
| A/D変換停止条件 | ADSTビットを“0”(A/D変換停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | 割り込み要求は発生しない |
| アナログ入力端子 | AN0～AN7、AN00～AN07、AN20～AN27、AN30～AN32から1端子を選択 |
| A/D変換値の読み出し | 選択した端子に対応したAD0～AD7レジスタの読み出し |

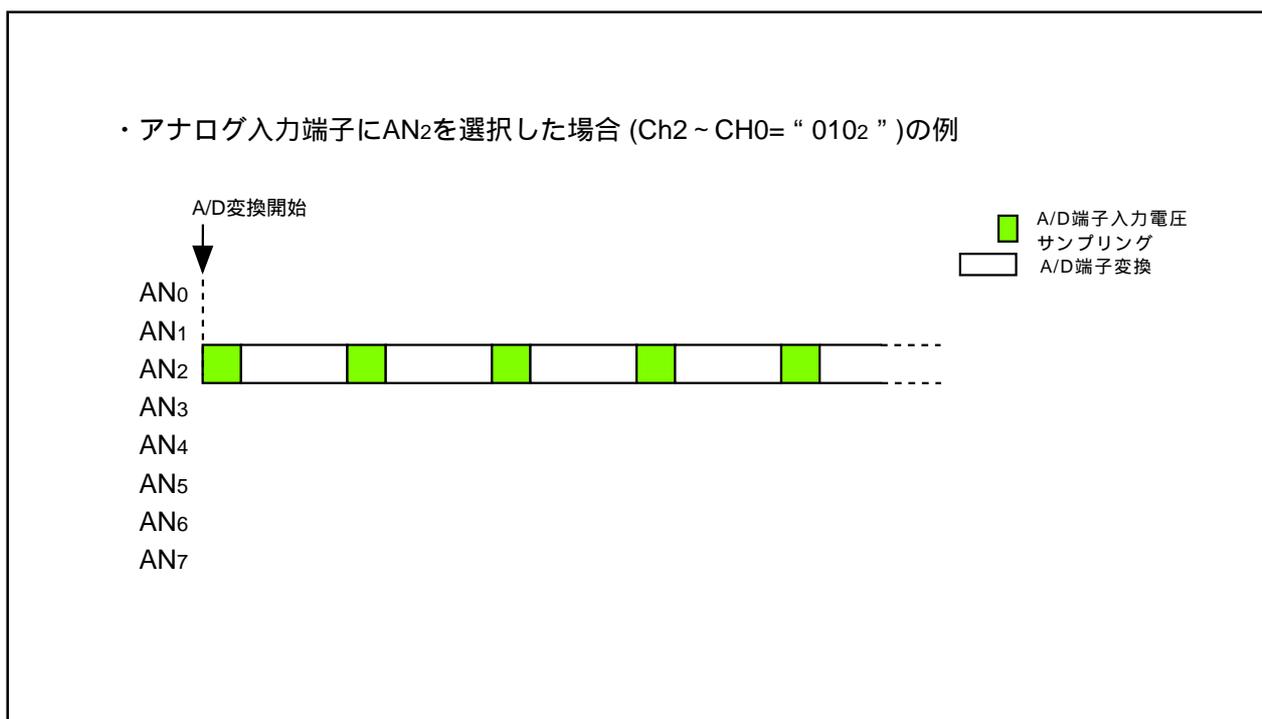


図15.8 繰り返しモードの動作例

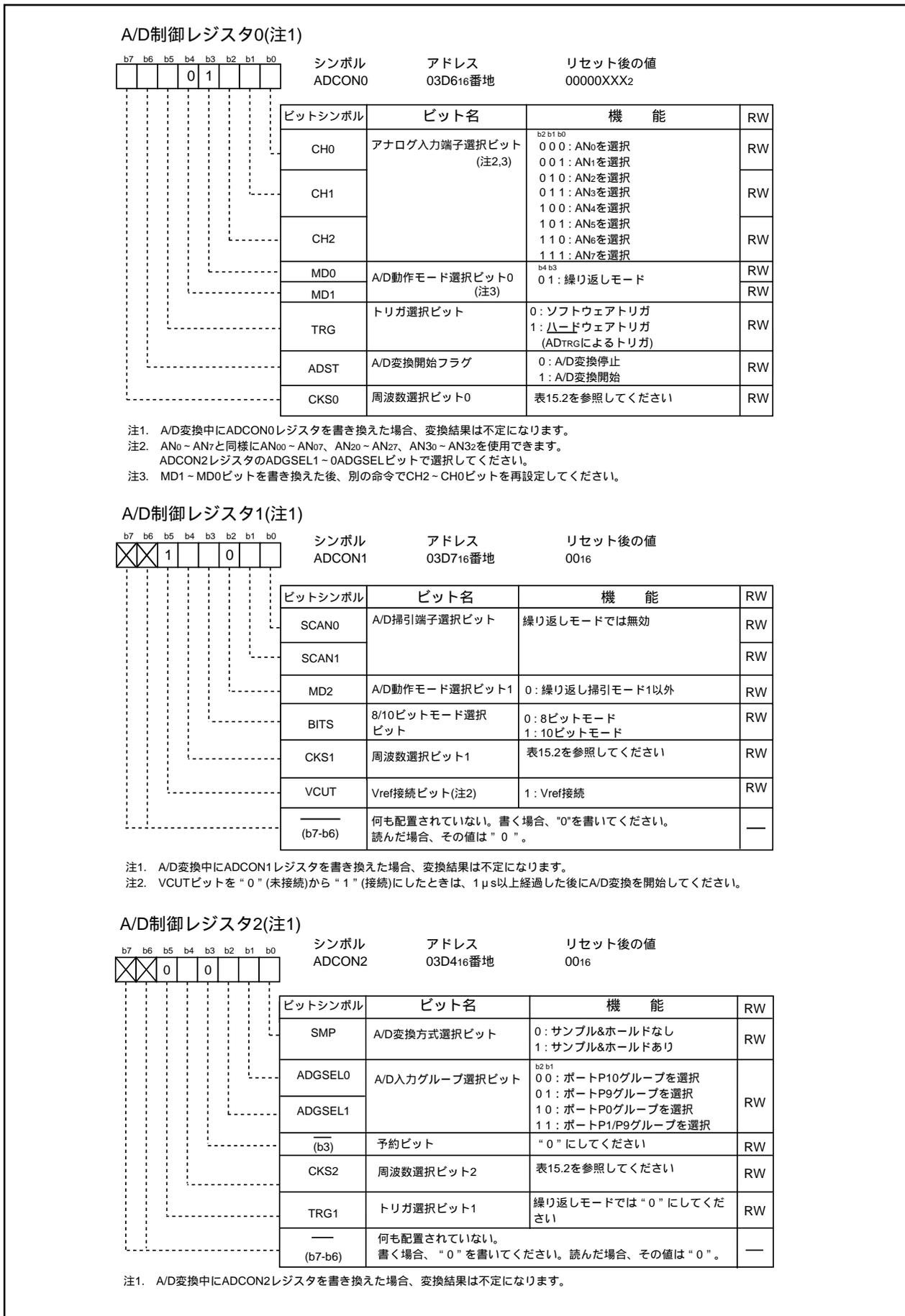


図15.9 繰り返しモード時のADCON0 ~ ADCON2レジスタ

15.1.3 単掃引モード

選択した端子の入力電圧を1回ずつA/D変換するモードです。表15.5に単掃引モードの仕様、図15.10に単掃引モードの動作例、図15.11に単掃引モード時のADCON0～ADCON2レジスタを示します。

表15.5 単掃引モードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|---|
| 機能 | ADCON1レジスタのSCAN1～SCAN0ビットとADCON2レジスタのADGSEL1～ADGSEL0ビットで選択した端子の入力電圧を1回ずつA/D変換する |
| A/D変換開始条件 | ADCON0レジスタのTRGビットが“0”(ソフトウェアトリガ)の場合 ADCON0レジスタのADSTビットを“1”(A/D変換開始)にする ADCON0レジスタのTRGビットが“1”(ハードウェアトリガ)の場合 ADSTビットを“1”(A/D変換開始)にした後、ADTRG端子の入力が“H”から“L”へ変化(再トリガ可能) |
| A/D変換停止条件 | A/D変換終了(ソフトウェアトリガを選択している場合、ADSTビットは“0”(A/D変換停止)になる) ADSTビットを“0”にする |
| 割り込み要求発生タイミング | AN0端子からの単掃引変換終了時 |
| アナログ入力端子 | AN0～AN1(2端子)、AN0～AN3(4端子)、AN0～AN5(6端子)、AN0～AN7(8端子)から選択(注1) |
| A/D変換値の読み出し | 選択した端子に対応したAD0～AD7レジスタの読み出し |

注1. AN0～AN7と同様にAN00～AN07、AN20～AN27、AN30～AN32を使用できます。
ただし、入力端子は全て同じグループに属する必要があります。

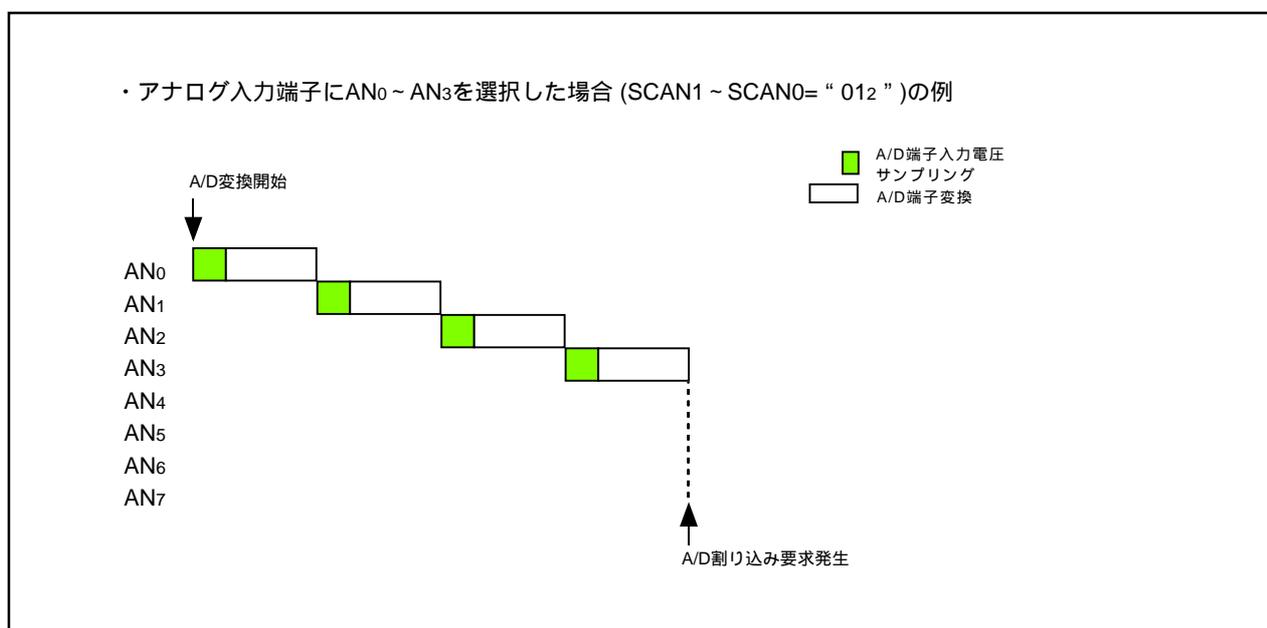
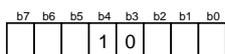


図15.10 単掃引モードの動作例

A/D制御レジスタ0(注1)

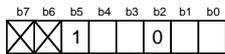


シンボル アドレス リセット後の値
 ADCON0 03D6₁₆番地 00000XXX₂

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|----------------|--|----|
| CH0 | アナログ入力端子選択ビット | 単掃引モードでは無効 | RW |
| CH1 | | | RW |
| CH2 | | | RW |
| MD0 | A/D動作モード選択ビット0 | b ₄ b ₃ 1 0 : 単掃引モード、または同時 サンプル掃引モード | RW |
| MD1 | | | RW |
| TRG | トリガ選択ビット | 0 : ソフトウェアトリガ 1 : ハードウェアトリガ (ADTRGによるトリガ) | RW |
| ADST | A/D変換開始フラグ | 0 : A/D変換停止 1 : A/D変換開始 | RW |
| CKS0 | 周波数選択ビット0 | 表15.2を参照してください | RW |

注1. A/D変換中にADCON0レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。

A/D制御レジスタ1(注1)

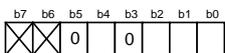


シンボル アドレス リセット後の値
 ADCON1 03D7₁₆番地 00₁₆

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|--|--|----|
| SCAN0 | A/D掃引端子選択ビット(注2) | 単掃引モードを選択している場合 b ₁ b ₀ 0 0 : AN ₀ ~ AN ₁ (2端子) 0 1 : AN ₀ ~ AN ₃ (4端子) 1 0 : AN ₀ ~ AN ₅ (6端子) 1 1 : AN ₀ ~ AN ₇ (8端子) | RW |
| SCAN1 | | | RW |
| MD2 | A/D動作モード選択ビット1 | 0 : 繰り返し掃引モード1以外 | RW |
| BITS | 8/10ビットモード選択ビット | 0 : 8ビットモード 1 : 10ビットモード | RW |
| CKS1 | 周波数選択ビット1 | 表15.2を参照してください | RW |
| VCUT | Vref接続ビット(注3) | 1 : Vref接続 | RW |
| (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、"0"を書いてください。読んだ場合、その値は"0"。 | | — |

- 注1. A/D変換中にADCON1レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。
- 注2. AN₀ ~ AN₇と同様にAN₀₀ ~ AN₀₇、AN₂₀ ~ AN₂₇、AN₃₀ ~ AN₃₂を使用できます。ADCON2レジスタのADGSEL1 ~ ADGSEL0ビットで選択してください。
- 注3. VCUTビットを"0"(未接続)から"1"(接続)にしたときは、1μs以上経過した後にA/D変換を開始してください。

A/D制御レジスタ2(注1)



シンボル アドレス リセット後の値
 ADCON2 03D4₁₆番地 00₁₆

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|--|---|----|
| SMP | A/D変換方式選択ビット | 0 : サンプル&ホールドなし 1 : サンプル&ホールドあり | RW |
| ADGSEL0 | A/D入力グループ選択ビット | b ₂ b ₁ 0 0 : ポートP10グループを選択 0 1 : ポートP9グループを選択 1 0 : ポートP0グループを選択 1 1 : ポートP1/P9グループを選択 | RW |
| ADGSEL1 | | | RW |
| (b3) | 予約ビット | "0"にしてください | RW |
| CKS2 | 周波数選択ビット2 | 表15.2を参照してください | RW |
| TRG1 | トリガ選択ビット1 | 単掃引モードでは"0"にしてください | RW |
| (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、"0"を書いてください。読んだ場合、その値は"0"。 | | — |

注1. A/D変換中にADCON2レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。

図15.11 単掃引モード時のADCON0 ~ ADCON2レジスタ

15.1.4 繰り返し掃引モード0

選択した端子の入力電圧を繰り返しA/D変換するモードです。表15.6に繰り返し掃引モード0の仕様、図15.12に繰り返し掃引モード0の動作例、図15.13に繰り返し掃引モード0時のADCON0～ADCON2レジスタを示します。

表15.6 繰り返し掃引モード0の仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|---|
| 機能 | ADCON1レジスタのSCAN1～SCAN0ビットとADCON2レジスタのADGSEL1～ADGSEL0ビットで選択した端子の入力電圧を繰り返しA/D変換する |
| A/D変換開始条件 | ADCON0レジスタのTRGビットが“0”(ソフトウェアトリガ)の場合 ADCON0レジスタのADSTビットを“1”(A/D変換開始)にする ADCON0レジスタのTRGビットが“1”(ハードウェアトリガ)の場合 ADSTビットを“1”(A/D変換開始)にした後、 $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の入力が“H”から“L”へ変化(再トリガ可能) |
| A/D変換停止条件 | ADSTビットを“0”(A/D変換停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | 割り込み要求は発生しない |
| アナログ入力端子 | AN0～AN1(2端子)、AN0～AN3(4端子)、AN0～AN5(6端子)、AN0～AN7(8端子)から選択(注1) |
| A/D変換値の読み出し | 選択した端子に対応したAD0～AD7レジスタの読み出し |

注1. AN0～AN7と同様にAN00～AN07、AN20～AN27、AN30～AN32を使用できます。ただし、入力端子は全て同じグループに属する必要があります。

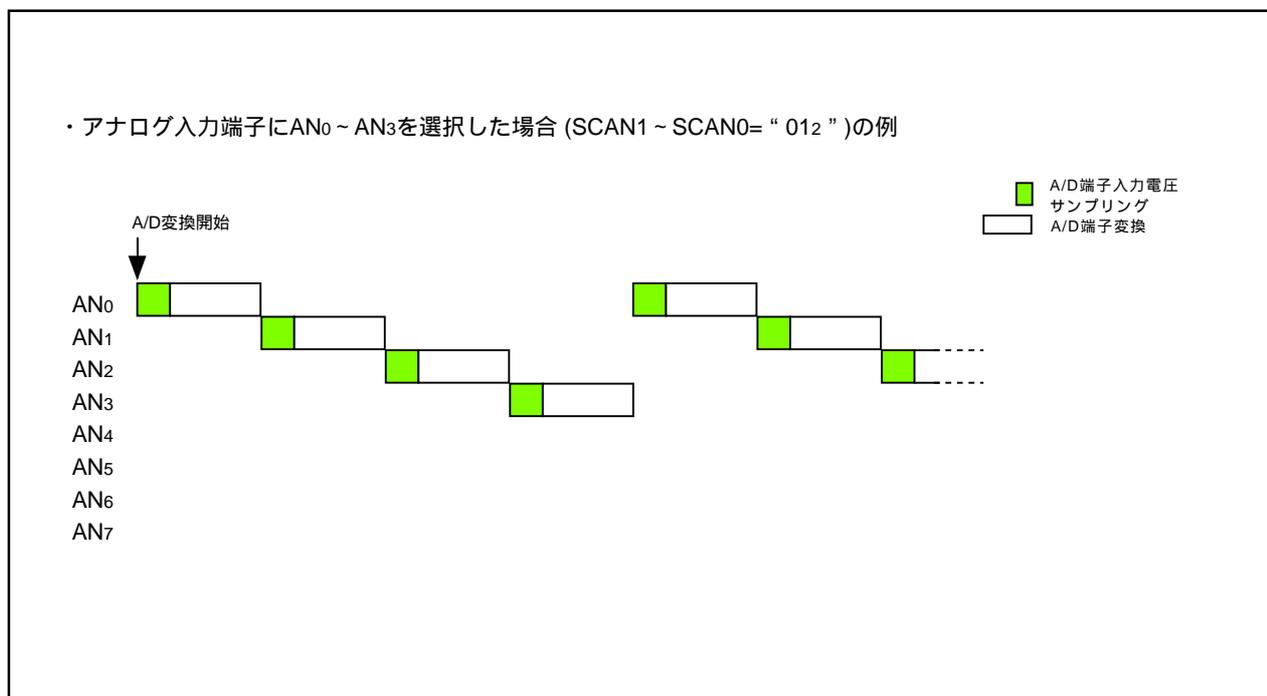


図15.12 繰り返し掃引モード0の動作例

A/D制御レジスタ0(注1)

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル ADCON0 | アドレス 03D6 ₁₆ 番地 | リセット後の値 00000XXX ₂ |
|---------|----------------|----|---|----|----|----|----|----------------|-------------------------------|----------------------------------|
| | | | 1 | 1 | | | | | | |
| ビットシンボル | ビット名 | | 機能 | | RW | | | | | |
| CH0 | アナログ入力端子選択ビット | | 繰り返し掃引モード0では無効 | | RW | | | | | |
| CH1 | | | | | RW | | | | | |
| CH2 | | | | | RW | | | | | |
| MD0 | A/D動作モード選択ビット0 | | b4 b3 1 1 : 繰り返し掃引モード0または 繰り返し掃引モード1 | | RW | | | | | |
| MD1 | | | | | RW | | | | | |
| TRG | トリガ選択ビット | | 0 : ソフトウェアトリガ 1 : ハードウェアトリガ(ADTRGによるトリガ) | | RW | | | | | |
| ADST | A/D変換開始フラグ | | 0 : A/D変換停止 1 : A/D変換開始 | | RW | | | | | |
| CKS0 | 周波数選択ビット0 | | 表15.2を参照してください | | RW | | | | | |

注1. A/D変換中にADCON0レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。

A/D制御レジスタ1(注1)

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル ADCON1 | アドレス 03D7 ₁₆ 番地 | リセット後の値 00 ₁₆ |
|---------|--|----|--|----|----|----|----|----------------|-------------------------------|-----------------------------|
| × | × | 1 | | | 0 | | | | | |
| ビットシンボル | ビット名 | | 機能 | | RW | | | | | |
| SCAN0 | A/D掃引端子選択ビット (注2) | | 繰り返し掃引モード0を選択している場合 b1 b0 0 0 : AN ₀ ~ AN ₁ (2端子) 0 1 : AN ₀ ~ AN ₃ (4端子) 1 0 : AN ₀ ~ AN ₅ (6端子) 1 1 : AN ₀ ~ AN ₇ (8端子) | | RW | | | | | |
| SCAN1 | | | | | RW | | | | | |
| MD2 | A/D動作モード選択ビット1 | | 0 : 繰り返し掃引モード1以外 | | RW | | | | | |
| BITS | 8/10ビットモード選択ビット | | 0 : 8ビットモード 1 : 10ビットモード | | RW | | | | | |
| CKS1 | 周波数選択ビット1 | | 表15.2を参照してください | | RW | | | | | |
| VCUT | Vref接続ビット(注3) | | 1 : Vref接続 | | RW | | | | | |
| (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、"0"を書いてください。読んだ場合、その値は"0"。 | | | | — | | | | | |

注1. A/D変換中にADCON1レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。

注2. AN₀ ~ AN₇と同様にAN₀ ~ AN₀₇、AN₂₀ ~ AN₂₇、AN₃₀ ~ AN₃₂を使用できます。ADCON2レジスタのADGSEL1 ~ ADGSEL0ビットで選択してください。

注3. VCUTビットを"0"(未接続)から"1"(接続)にしたときは、1μs以上経過した後にA/D変換を開始してください。

A/D制御レジスタ2(注1)

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル ADCON2 | アドレス 03D4 ₁₆ 番地 | リセット後の値 00 ₁₆ |
|---------|--|----|---|----|----|----|----|----------------|-------------------------------|-----------------------------|
| × | × | 0 | 0 | | | | | | | |
| ビットシンボル | ビット名 | | 機能 | | RW | | | | | |
| SMP | A/D変換方式選択ビット | | 0 : サンプル&ホールドなし 1 : サンプル&ホールドあり | | RW | | | | | |
| ADGSEL0 | A/D入力グループ選択ビット | | b2 b1 0 0 : ポートP10グループを選択 0 1 : ポートP9グループを選択 1 0 : ポートP0グループを選択 1 1 : ポートP1/P9グループを選択 | | RW | | | | | |
| ADGSEL1 | | | | | | | | | | |
| (b3) | 予約ビット | | "0"にしてください | | RW | | | | | |
| CKS2 | 周波数選択ビット2 | | 表15.2を参照してください | | RW | | | | | |
| TRG1 | トリガ選択ビット1 | | 繰り返し掃引モード0では"0"にしてください | | RW | | | | | |
| (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、"0"を書いてください。読んだ場合、その値は"0"。 | | | | — | | | | | |

注1. A/D変換中にADCON2レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。

図15.13 繰り返し掃引モード0時のADCON0~ADCON2レジスタ

15.1.5 繰り返し掃引モード1

選択した端子に重点をおいて全端子の入力電圧を繰り返しA/D変換するモードです。表15.7に繰り返し掃引モード1の仕様、図15.14に繰り返し掃引モード1の動作例、図15.15に繰り返し掃引モード1時のADCON0～ADCON2レジスタを示します。

表15.7 繰り返し掃引モード1の仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------------|---|
| 機能 | ADCON1レジスタのSCAN1～SCAN0ビットとADCON2レジスタのADGSEL1～ADGSEL0ビットで選択した端子に重点をおいて、ADGSEL1～ADGSEL0ビットで選択した全端子の入力電圧を繰り返しA/D変換する 例：AN ₀ を選択した場合 AN ₀ AN ₁ AN ₀ AN ₂ AN ₀ AN ₃ …の順にA/D変換する |
| A/D変換開始条件 | ADCON0レジスタのTRGビットが“0” (ソフトウェアトリガ)の場合 ADCON0レジスタのADSTビットを“1” (A/D変換開始)にする ADCON0レジスタのTRGビットが“1” (ハードウェアトリガ)の場合 ADSTビットを“1” (A/D変換開始)にした後、ADTRG端子の入力が“H”から“L”へ変化(再トリガ可能) |
| A/D変換停止条件 | ADSTビットを“0” (A/D変換停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | 割り込み要求は発生しない |
| 重点的にA/D変換するアナログ入力端子 | AN ₀ (1端子)、AN ₀ ～AN ₁ (2端子)、AN ₀ ～AN ₂ (3端子)、AN ₀ ～AN ₃ (4端子)から選択(注1) |
| A/D変換値の読み出し | 選択した端子に対応したAD ₀ ～AD ₇ レジスタの読み出し |

注1. AN₀～AN₇と同様にAN₀₀～AN₀₇、AN₂₀～AN₂₇、AN₃₀～AN₃₂を使用できます。

ただし、入力端子は全て同じグループに属する必要があります。

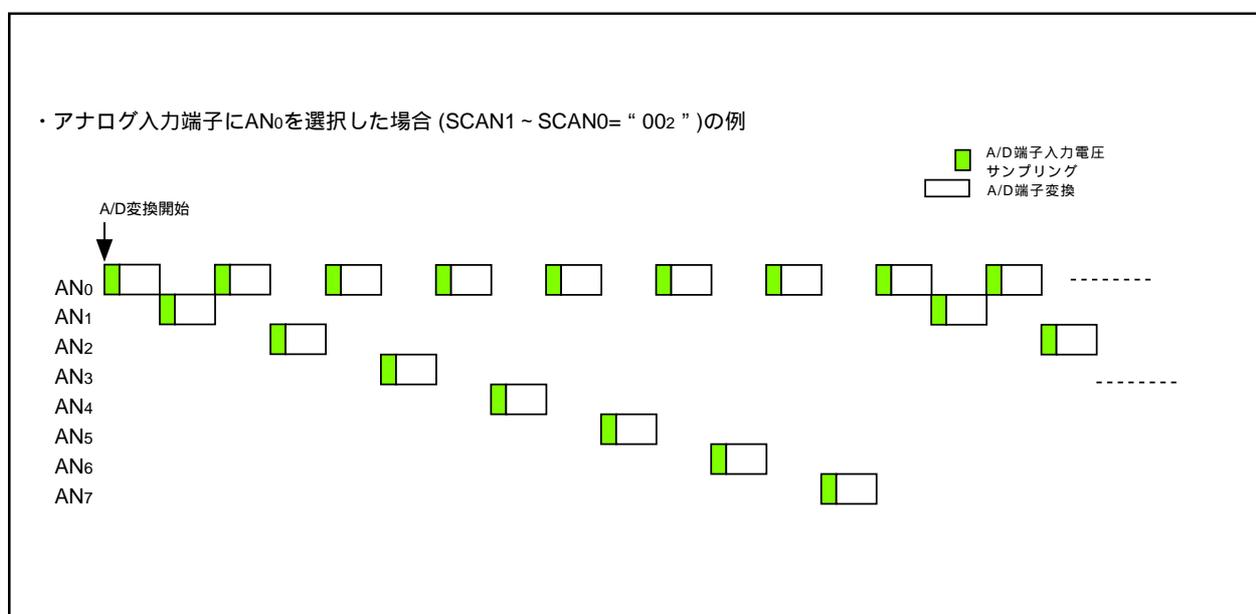


図15.14 繰り返し掃引モード1の動作例

A/D制御レジスタ0(注1)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|-----|----------------|-------------------------------|---|----|
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル ADCON0 | アドレス 03D6 ₁₆ 番地 | リセット後の値 00000XXX ₂ | |
| | | | 1 | 1 | | | | | | | |
| | | | | | | | | ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
| | | | | | | | | CH0 | アナログ入力端子選択ビット | 繰り返し掃引モード1では無効 | RW |
| | | | | | | | CH1 | RW | | | |
| | | | | | | | CH2 | RW | | | |
| | | | | | | | | MD0 | A/D動作モード選択ビット0 | b4 b3 1 1: 繰り返し掃引モード0または 繰り返し掃引モード1 | RW |
| | | | | | | | MD1 | RW | | | |
| | | | | | | | | TRG | トリガ選択ビット | 0: ソフトウェアトリガ 1: ハードウェアトリガ(ADTRGによるトリガ) | RW |
| | | | | | | | | ADST | A/D変換開始フラグ | 0: A/D変換停止 1: A/D変換開始 | RW |
| | | | | | | | | CKS0 | 周波数選択ビット0 | 表15.2を参照してください | RW |

注1. A/D変換中にADCON0レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。

A/D制御レジスタ1(注1)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|-------|----------------|--|--|----|
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル ADCON1 | アドレス 03D7 ₁₆ 番地 | リセット後の値 00 ₁₆ | |
| × | × | 1 | | | 1 | | | | | | |
| | | | | | | | | ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
| | | | | | | | | SCAN0 | A/D掃引端子選択ビット (注2) | 繰り返し掃引モード1を選択している場合 b1 b0 0 0: AN ₀ (1端子) 0 1: AN ₀ - AN ₁ (2端子) 1 0: AN ₀ - AN ₂ (3端子) 1 1: AN ₀ - AN ₃ (4端子) | RW |
| | | | | | | | SCAN1 | RW | | | |
| | | | | | | | | MD2 | A/D動作モード選択ビット1 | 1: 繰り返し掃引モード1 | RW |
| | | | | | | | | BITS | 8/10ビットモード選択ビット | 0: 8ビットモード 1: 10ビットモード | RW |
| | | | | | | | | CKS1 | 周波数選択ビット1 | 表15.2を参照してください | RW |
| | | | | | | | | VCUT | Vref接続ビット(注3) | 1: Vref接続 | RW |
| | | | | | | | | (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、"0"を書いてください。読んだ場合、その値は"0"。 | | — |

注1. A/D変換中にADCON1レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。

注2. AN₀ - AN₇と同様にAN₀₀ - AN₀₇、AN₂₀ - AN₂₇、AN₃₀ - AN₃₂を使用できます。

ADCON2レジスタのADGSEL1 - ADGSEL0ビットで選択してください。

注3. VCUTビットを"0"(未接続)から"1"(接続)にしたときは、1μs以上経過した後にA/D変換を開始してください。

A/D制御レジスタ2(注1)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|---------|----------------|--|---|----|
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル ADCON2 | アドレス 03D4 ₁₆ 番地 | リセット後の値 00 ₁₆ | |
| × | × | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
| | | | | | | | | SMP | A/D変換方式選択ビット | 0: サンプル&ホールドなし 1: サンプル&ホールドあり | RW |
| | | | | | | | | ADGSEL0 | A/D入力グループ選択ビット | b2 b1 0 0: ポートP10グループを選択 0 1: ポートP9グループを選択 1 0: ポートP0グループを選択 1 1: ポートP1/P9グループを選択 | RW |
| | | | | | | | ADGSEL1 | RW | | | |
| | | | | | | | | (b3) | 予約ビット | "0"にしてください | RW |
| | | | | | | | | CKS2 | 周波数選択ビット2 | 表15.2を参照してください | RW |
| | | | | | | | | TRG1 | トリガ選択ビット1 | 繰り返し掃引モード1では"0"にしてください | RW |
| | | | | | | | | (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、"0"を書いてください。読んだ場合、その値は"0"。 | | — |

注1. A/D変換中にADCON2レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。

図15.15 繰り返し掃引モード1時のADCON0~ADCON2レジスタ

15.1.6 同時サンプル掃引モード

選択した端子の入力電圧を1回ずつA/D変換するモードです。その際、サンプル&ホールド回路を2回路用いて、AN₀とAN₁の入力電圧のサンプリングを同時に行います。

表15.8に同時サンプル掃引モードの仕様を示します。図15.16に同時サンプル掃引モードの動作例、図15.17に同時サンプル掃引モード時のADCON0～ADCON2レジスタ、図15.18に同時サンプル掃引モード時のADTRGCONレジスタ、表15.9に同時サンプル掃引モードでのトリガ選択ビットの設定を示します。同時サンプル掃引モードでは、ソフトウェアトリガ、ADTRGによるトリガの他に、タイマB2のアンダフロー、タイマB2割り込み発生頻度設定カウンタのアンダフロー、またはタイマBのA/Dトリガモードと組み合わせることによってタイマB0のアンダフローをトリガとして選択できます。

表15.8 同時サンプル掃引モードの仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|--|
| 機能 | ADCON1レジスタのSCAN1～SCAN0ビットとADCON2レジスタのADGSEL1～ADGSEL0ビットで選択した端子の入力電圧を1回ずつA/D変換する。その際、AN ₀ とAN ₁ の入力電圧のサンプリングを同時に行う。 |
| A/D変換開始条件 | ADCON0レジスタのTRGビットが“0”(ソフトウェアトリガ)の場合 ADCON0レジスタのADSTビットを“1”(A/D変換開始)にする ADCON0レジスタのTRGビットが“1”(ハードウェアトリガ)の場合 TRG1, HPTRG0ビットにより選択(表15.9参照) -ADSTビットを“1”(A/D変換開始)にした後、ADTRG端子の入力が“H”から“L”へ変化(再トリガ可能) -ADSTビットを“1”(A/D変換開始)にした後、タイマB0、タイマB2、またはタイマB2割り込み発生頻度設定カウンタのアンダフロー |
| A/D変換停止条件 | ・A/D変換終了(ソフトウェアトリガを選択している場合、ADSTビットは“0”(A/D変換停止)になる) ・ADSTビットを“0”(A/D変換停止)にする |
| 割り込み要求発生タイミング | A/D変換終了時 |
| アナログ入力端子 | AN ₀ ～AN ₁ (2端子)、AN ₀ ～AN ₃ (4端子)、AN ₀ ～AN ₅ (6端子)、AN ₀ ～AN ₇ (8端子)から選択(注1) |
| A/D変換値の読み出し | 選択した端子に対応したAN ₀ ～AN ₇ の読み出し |

注1. AN₀～AN₇と同様にAN₀₀～AN₀₇、AN₂₀～AN₂₇、AN₃₀～AN₃₂を使用できます。

ただし、入力端子は全て同じグループに属する必要があります。

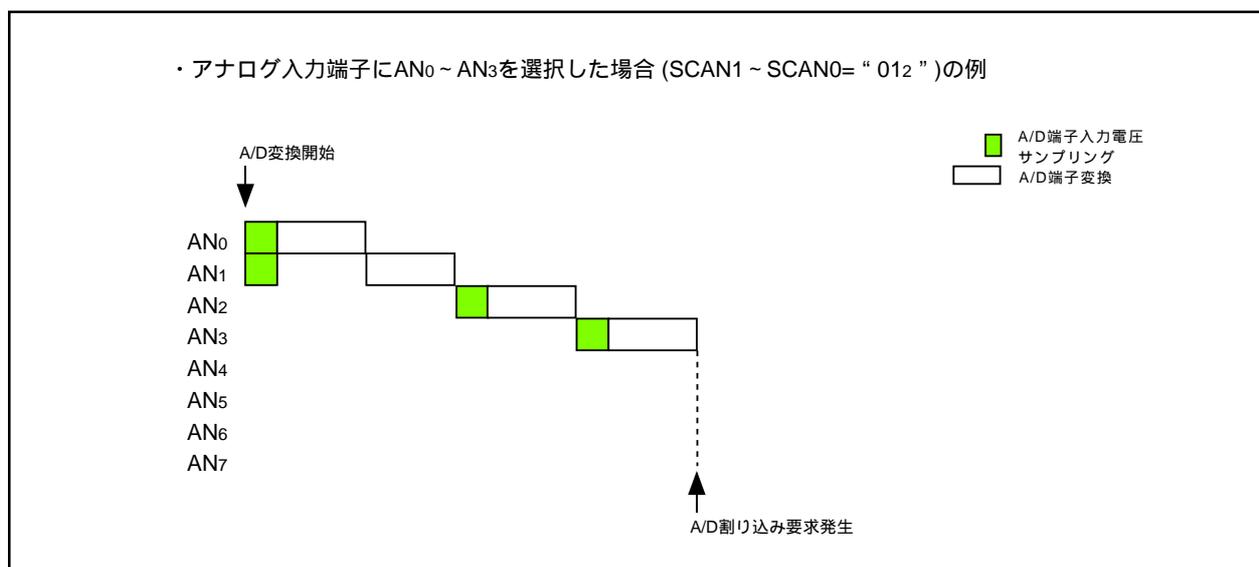


図15.16 同時サンプル掃引モードの動作例

A/D制御レジスタ0(注1)

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル ADCON0 | アドレス 03D6 ₁₆ 番地 | リセット後の値 00000XXX ₂ |
|---------|----------------|--|----|----|----|----|----|----------------|-------------------------------|----------------------------------|
| | | | 1 | 0 | | | | | | |
| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW | | | | | | | |
| CH0 | アナログ入力端子選択ビット | 同時サンプル掃引モード時は無効 | RW | | | | | | | |
| CH1 | | | RW | | | | | | | |
| CH2 | | | RW | | | | | | | |
| MD0 | A/D動作モード選択ビット0 | b4 b3 1 0 : 単掃引モード、 または同時サンプル掃引モード | RW | | | | | | | |
| MD1 | | | RW | | | | | | | |
| TRG | トリガ選択ビット | 表15.9を参照してください | RW | | | | | | | |
| ADST | A/D変換開始フラグ | 0 : A/D変換停止 1 : A/D変換開始 | RW | | | | | | | |
| CKS0 | 周波数選択ビット0 | 表15.2を参照してください | RW | | | | | | | |

注1. A/D変換中にADCON0レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。

A/D制御レジスタ1(注1)

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル ADCON1 | アドレス 03D7 ₁₆ 番地 | リセット後の値 00 ₁₆ |
|---------|--|--|----|----|----|----|----|----------------|-------------------------------|-----------------------------|
| × | × | × | 1 | | | 0 | | | | |
| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW | | | | | | | |
| SCAN0 | A/D掃引端子選択ビット (注2) | 同時サンプル掃引モードを選択している 場合 b1 b0 0 0 : AN ₀ - AN ₁ (2端子) 0 1 : AN ₀ - AN ₃ (4端子) 1 0 : AN ₀ - AN ₅ (6端子) 1 1 : AN ₀ - AN ₇ (8端子) | RW | | | | | | | |
| SCAN1 | | | RW | | | | | | | |
| MD2 | A/D動作モード選択ビット1 | 0 : 繰り返し掃引モード1以外 | RW | | | | | | | |
| BITS | 8/10ビットモード選択ビット | 0 : 8ビットモード 1 : 10ビットモード | RW | | | | | | | |
| CKS1 | 周波数選択ビット1 | 表15.2を参照してください | RW | | | | | | | |
| VCUT | Vref接続ビット(注3) | 1 : Vref接続 | RW | | | | | | | |
| (b7-b6) | 何も配置されていない。 書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”。 | | — | | | | | | | |

注1. A/D変換中にADCON1レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。
 注2. AN₀ - AN₇と同様にAN₀₀ - AN₀₇、AN₂₀ - AN₂₇、AN₃₀ - AN₃₂を使用できます。
 ADCON2レジスタのADGSEL1 - ADGSEL0ビットで選択してください。
 注3. VCUTビットを“0”(未接続)から“1”(接続)にしたときは、1μs以上経過した後にA/D変換を開始してください。

A/D制御レジスタ2(注1)

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル ADCON2 | アドレス 03D4 ₁₆ 番地 | リセット後の値 00 ₁₆ |
|---------|--|---|----|----|----|----|----|----------------|-------------------------------|-----------------------------|
| × | × | × | | 0 | | | 1 | | | |
| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW | | | | | | | |
| SMP | A/D変換方式選択ビット | 同時サンプル掃引モードでは“1”に してください | RW | | | | | | | |
| ADGSEL0 | A/D入力グループ選択ビット | b2 b1 0 0 : ポートP10グループを選択 0 1 : ポートP9グループを選択 1 0 : ポートP0グループを選択 1 1 : ポートP1/P9グループを選択 | RW | | | | | | | |
| ADGSEL1 | | | RW | | | | | | | |
| (b3) | 予約ビット | “0”にしてください | RW | | | | | | | |
| CKS2 | 周波数選択ビット2 | 表15.2を参照してください | RW | | | | | | | |
| TRG1 | トリガ選択ビット1 | 表15.9を参照してください | RW | | | | | | | |
| (b7-b6) | 何も配置されていない。 書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”。 | | — | | | | | | | |

注1. A/D変換中にADCON2レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。

図15.17 同時サンプル掃引モード時のADCON0~ADCON2レジスタ

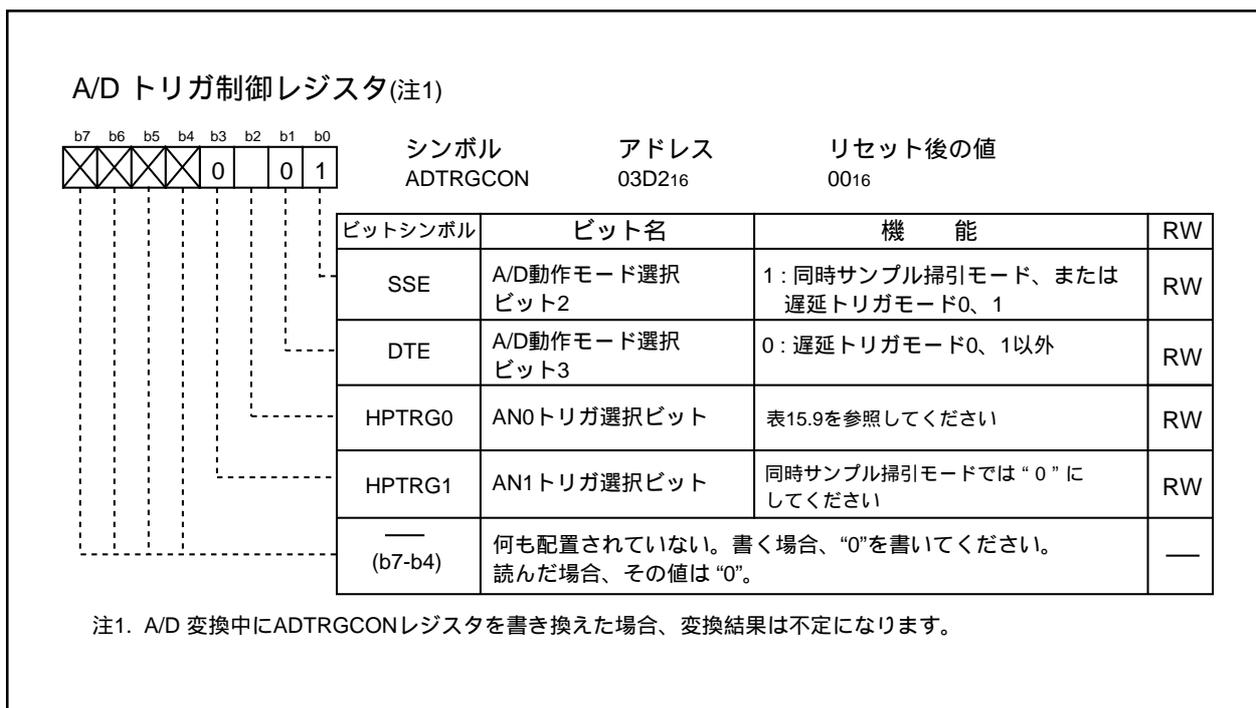


図15.18 同時サンプル掃引モード時のADTRGCONレジスタ

表15.9 同時サンプル掃引モード時のトリガ選択ビットの設定

| TRG | TRG1 | HPTRG0 | トリガ |
|-----|------|--------|---|
| 0 | - | - | ソフトウェアトリガ |
| 1 | - | 1 | タイマB0アンダフロー(注1) |
| 1 | 0 | 0 | ADTRGによるトリガ |
| 1 | 1 | 0 | タイマB2割り込みまたはタイマB2割り込み発生頻度設定カウンタアンダフロー(注2) |

注1. タイマBのA/Dトリガモードと組み合わせることで、タイマB2割り込みまたはタイマB2割り込み発生頻度設定カウンタのアンダフロー、またはINT5端子の端子の立ち下がりやをタイマB0のカウンタ開始条件としてカウントを開始することができます。

注2. TB2SCレジスタのTB2SELビットでタイマB2割り込みまたはタイマB2割り込み発生頻度設定カウンタを選択します。

15.1.7 遅延トリガモード0

選択した端子の単掃引変換を行います。本モードは、タイマBのA/Dトリガモードと組み合わせて使用します。本モードでは、タイマB0のアンダフローにより単掃引変換を開始します。AN₀端子の変換終了後は、タイマB1のアンダフローが発生するまでAN₁端子のサンプリングおよび変換を行いません。タイマB1アンダフローが発生すると、AN₁端子以降の単掃引変換を再開します。

表15.10に遅延トリガモード0の仕様、図15.19に遅延トリガモード0の動作例、図15.20～図15.21に動作例に対応したADSTAT0レジスタの各フラグの動作、図15.22に遅延トリガモード0時のADCON0～ADCON2レジスタ、図15.23に遅延トリガモード0時のADTRGCONレジスタ、表15.11に遅延トリガモード0時のトリガ選択ビットの設定を示します。

表15.10 遅延トリガモード0の仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------------|--|
| 機能 | ADCON1レジスタのSCAN1～SCAN0ビットとADCON2レジスタのADGSEL1～ADGSEL0ビットで選択した端子の入力電圧を単掃引変換する。その際、タイマB0のアンダフローの発生によりAN ₀ 端子の変換を開始し、タイマB1のアンダフローの発生によりAN ₁ 端子以降の変換を開始する。(注1) |
| A/D変換開始条件 | AN ₀ 端子変換開始条件 <ul style="list-style-type: none"> - タイマB0アンダフロー発生後、タイマB1アンダフローが発生するまでの間に再度タイマB0アンダフローが発生した場合、変換に影響を与えない - AN₁端子以降の端子をA/D変換中に再度タイマB0アンダフローが発生した場合、変換を中止して再度AN₀端子からA/D変換を行う AN ₁ 端子変換開始条件 <ul style="list-style-type: none"> - AN₀端子をA/D変換中にタイマB1アンダフローが発生した場合、アンダフローの発生タイミングでAN₁端子の入力電圧のサンプリングを行い、AN₀端子のA/D変換終了後続けてAN₁端子以降の単掃引変換を行う |
| A/D変換停止条件 | <ul style="list-style-type: none"> ・ AN₀端子からの単掃引変換が終了した時。 ・ ADSTビットを“0”(A/D変換停止)にする。(注2) |
| 割り込み要求発生タイミング | AN ₀ 端子からの単掃引変換終了時 |
| アナログ入力端子 | AN ₀ ～AN ₁ (2端子)、AN ₀ ～AN ₃ (4端子)、AN ₀ ～AN ₅ (6端子)、AN ₀ ～AN ₇ (8端子)から選択(注3) |
| A/D変換値の読み出し | 選択した端子に対応したAN ₀ ～AN ₇ の読み出し |

注1. タイマB1レジスタにはタイマB0レジスタの値より大きい値を設定してください。また、タイマB0とタイマB1のカウントソースは同一としてください。

注2. 遅延トリガモード0では、ADSTビットに“1”(A/D変換開始)を書かないでください。“1”を書いた場合、意図しない割り込みが発生する可能性があります。

注3. AN₀～AN₇と同様にAN₀₀～AN₀₇、AN₂₀～AN₂₇、AN₃₀～AN₃₂を使用できます。ただし、入力端子は全て同じグループに属する必要があります。

・アナログ入力端子にAN0～AN3を選択した場合 (SCAN1～SCAN0=“012”)の例

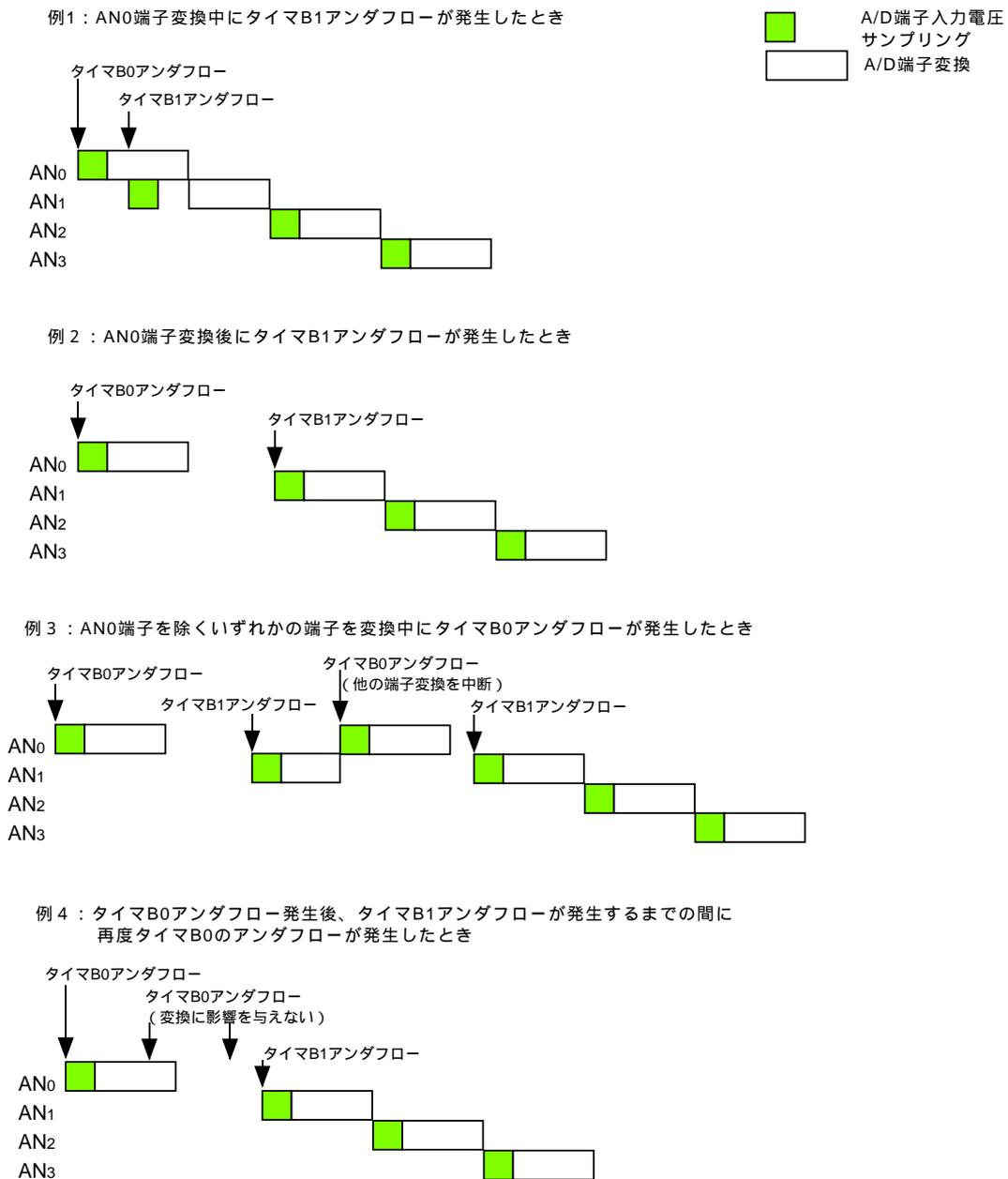


図15.19 遅延トリガモード0の動作例

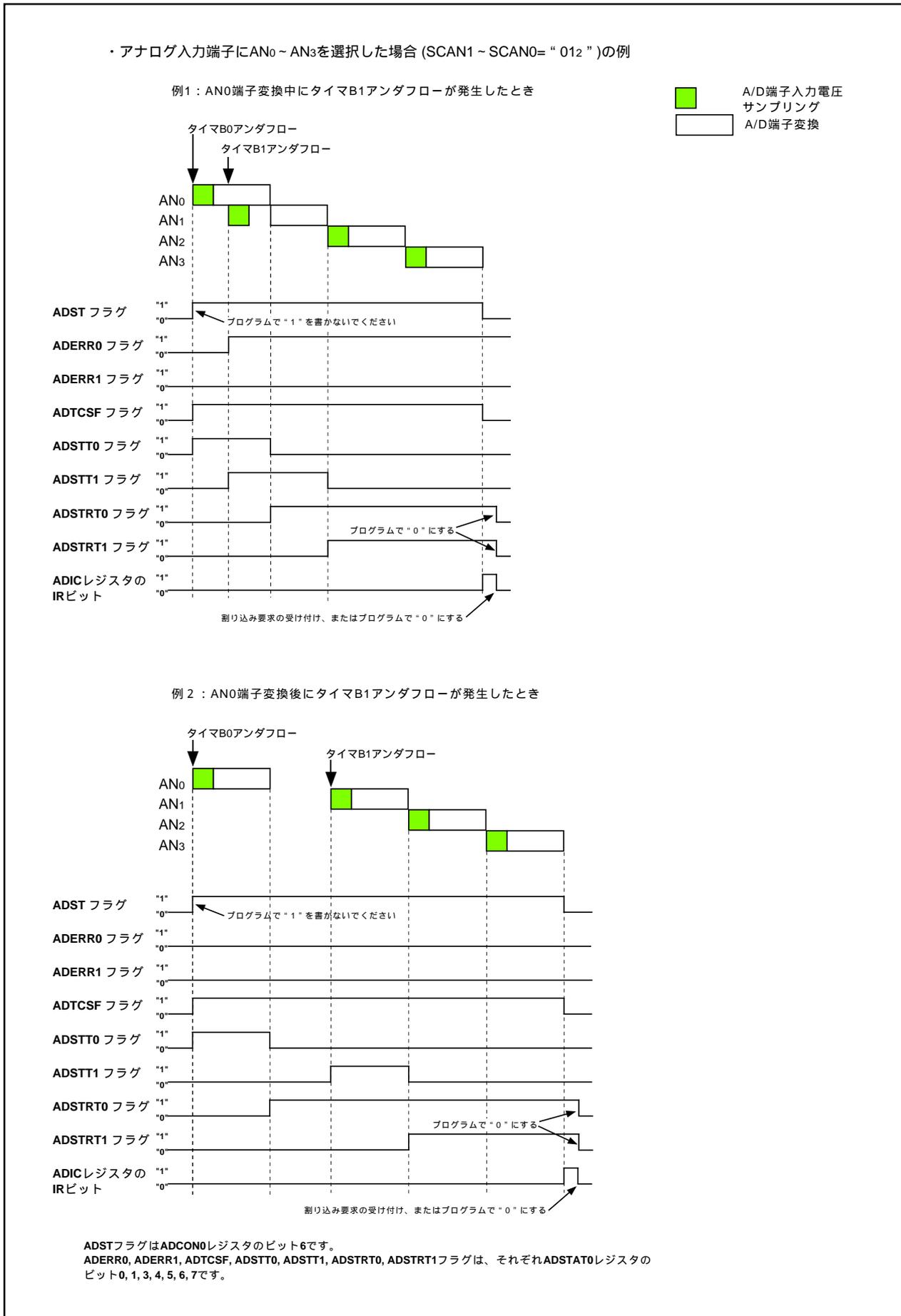


図15.20 遅延トリガモード0の動作例に対応したADSTAT0レジスタの各フラグの動作(1)

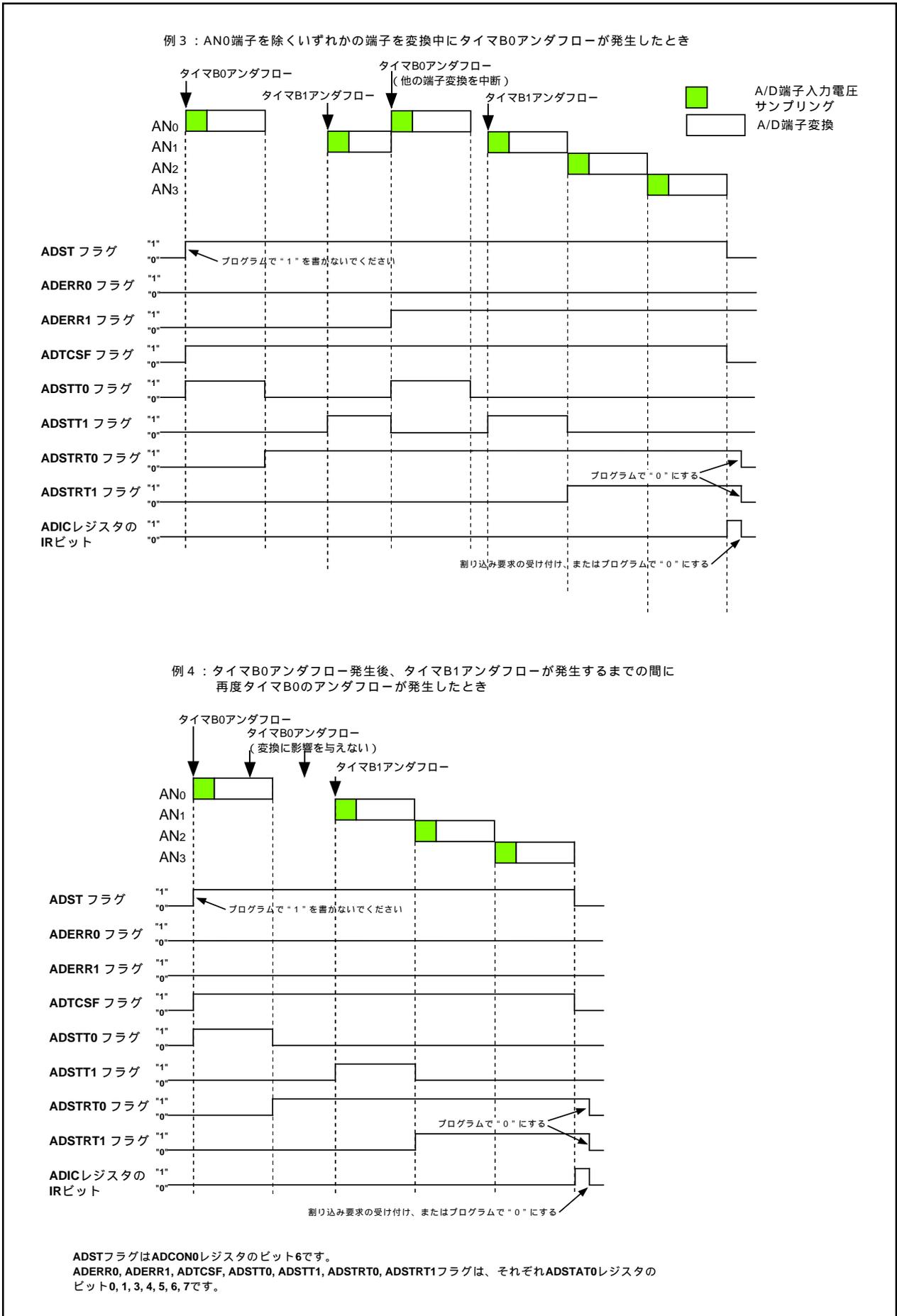
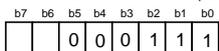


図15.21 遅延トリガモード0の動作例に対応したADSTAT0レジスタの各フラグの動作(2)

A/D制御レジスタ0(注1)

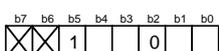


シンボル アドレス リセット後の値
 ADCON0 03D616 00000XX2

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|-----------------|---|----|
| CH0 | アナログ入力端子選択ビット | b2 b1 b0 111: 遅延トリガモード0では、“1112”を設定してください。 | RW |
| CH1 | | | RW |
| CH2 | | | RW |
| MD0 | A/D動作モード選択ビット0 | b4 b3 00: 単発モード、または遅延トリガモード0、1 | RW |
| MD1 | | | RW |
| TRG | トリガ選択ビット | 表15.11を参照してください。 | RW |
| ADST | A/D変換開始フラグ (注2) | 0: A/D変換停止 1: A/D変換開始 | RW |
| CKS0 | 周波数選択ビット0 | 表15.2を参照してください | RW |

注1. A/D変換中にADCON0レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。
 注2. 遅延トリガモード0では、“1”を書かないでください。書く場合、“0”を書いてください。

A/D制御レジスタ1(注1)

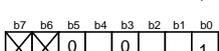


シンボル アドレス リセット後の値
 ADCON1 03D716 0016

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|-----------|--|---|----|
| SCAN0 | A/D掃引端子選択ビット (注2) | b7 b6 遅延トリガ掃引モード0を選択している場合 00: AN0 ~ AN1(2端子) 01: AN0 ~ AN3(4端子) 10: AN0 ~ AN5(6端子) 11: AN0 ~ AN7(8端子) | RW |
| SCAN1 | | | RW |
| MD2 | A/D動作モード選択ビット1 | 0: 繰り返し掃引モード1以外 | RW |
| BITS | 8/10ビットモード選択ビット | 0: 8ビットモード 1: 10ビットモード | RW |
| CKS1 | 周波数選択ビット1 | 表15.2を参照してください | RW |
| VCUT | Vref接続ビット(注3) | 1: Vref接続 | RW |
| (b7 - b6) | 何も配置されていない。 書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”。 | | — |

注1. A/D変換中にADCON1レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。
 注2. AN0 ~ AN7と同様にAN00 ~ AN07、AN20 ~ AN27、AN30 ~ AN32を使用できます。
 ADCON2レジスタのADGSEL1 ~ ADGSEL0ビットで選択してください。
 注3. VCUTビットを“0”(未接続)から“1”(接続)にしたときは、1μs以上経過した後A/D変換を開始してください。

A/D制御レジスタ2(注1)



シンボル アドレス リセット後の値
 ADCON2 03D416番地 0016

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|--|---|----|
| SMP | A/D変換方式選択ビット (注2) | 1: サンプル&ホールドあり | RW |
| ADGSEL0 | A/D入力グループ選択ビット | b2 b1 00: ポートP10グループを選択 01: ポートP9グループを選択 10: ポートP0グループを選択 11: ポートP1/P9グループを選択 | RW |
| ADGSEL1 | | | RW |
| (b3) | 予約ビット | “0”にしてください | RW |
| CKS2 | 周波数選択ビット2 | 表15.2を参照してください | RW |
| TRG1 | トリガ選択ビット1 | 表15.11を参照してください | RW |
| (b7-b6) | 何も配置されていない。 書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”。 | | — |

注1. A/D変換中にADCON2レジスタを書き換えた場合、変換結果は不定になります。
 注2. 遅延トリガモード0では“1”に設定してください。

図15.22 遅延トリガモード0時のADCON0 ~ ADCON2レジスタ

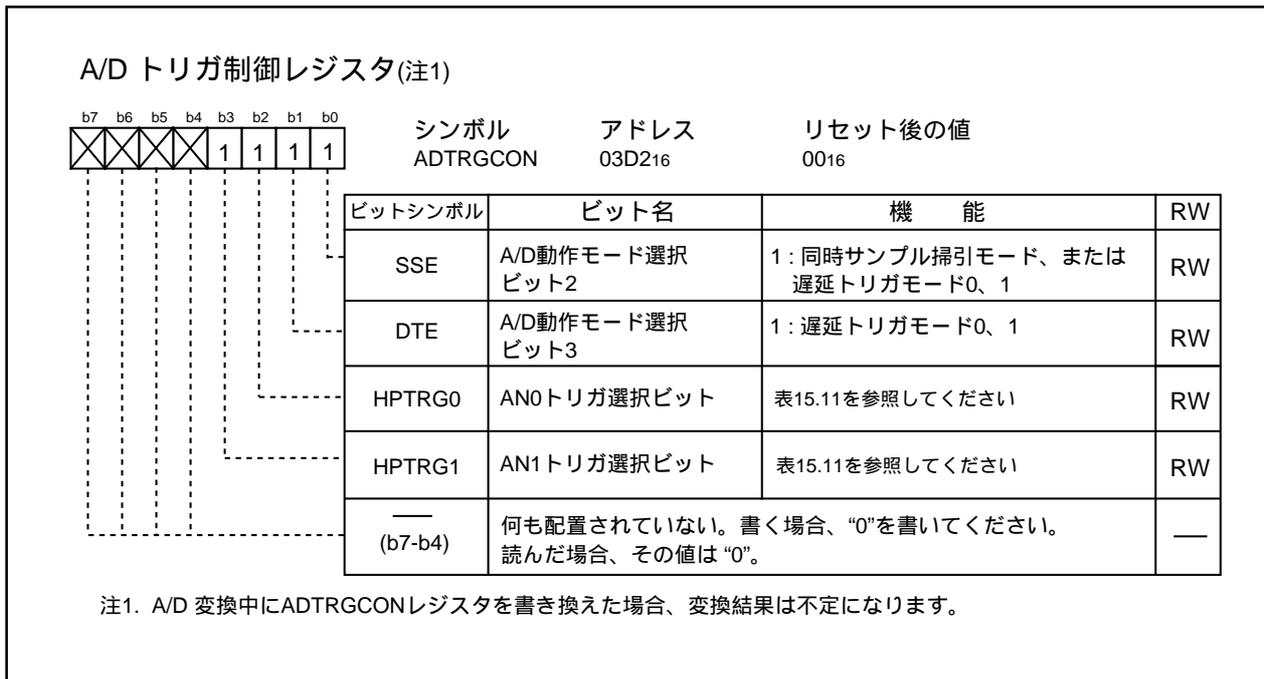


図15.23 遅延トリガモード0時のADTRGCONレジスタ

表15.11 遅延トリガモード0時のトリガ選択ビットの設定

| TRG | TRG1 | HPTRG0 | HPTRG1 | トリガ |
|-----|------|--------|--------|-------------------|
| 0 | 0 | 1 | 1 | タイマB0、タイマB1アンダフロー |

15.1.8 遅延トリガモード1

選択した端子の単掃引変換を行います。遅延トリガモード1では、 $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の入力が“H”から“L”に変化(立ち下がり)したとき単掃引変換を開始します。AN₀端子の変換終了後は、2回目の $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりが発生するまでAN₁端子のサンプリングおよび変換を行いません。2回目の $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりが発生すると、AN₁端子以降の単掃引変換を再開します。

表15.12に遅延トリガモード1の仕様、図15.24に遅延トリガモード1の動作例、図15.25～図15.26に動作例に対応したADSTAT0レジスタの各フラグの動作、図15.27に遅延トリガモード1時のADCON0～ADCON2レジスタ、図15.28に遅延トリガモード1時のADTRGCONレジスタ、表15.13に遅延トリガモード1時のトリガ選択ビットの設定を示します。

表15.12 遅延トリガモード1の仕様

| 項 目 | 仕 様 |
|---------------|--|
| 機能 | ADCON1レジスタのSCAN1～SCAN0ビットとADCON2レジスタのADGSEL1～ADGSEL0ビットで選択した端子の入力電圧を単掃引変換する。その際、 $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりによりAN ₀ 端子の変換を開始し、2回目の $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりによりAN ₁ 端子以降の変換を開始する。 |
| A/D 変換開始条件 | AN ₀ 端子変換開始条件 $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の入力が“H”から“L”へ変化(立ち下がり) (注1) AN ₁ 端子変換開始条件 (注2) $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の入力が“H”から“L”へ変化(立ち下がり) - AN ₀ 端子をA/D変換中に2回目の $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりが発生した場合、 $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりのタイミングでAN ₁ 端子の入力電圧のサンプリングを行い、AN ₀ 端子のA/D変換終了後続けてAN ₁ 端子以降の単掃引変換を行う - AN ₁ 端子以降の端子の単掃引変換中に $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりが再度発生した場合、変換に影響を与えない |
| A/D変換停止条件 | ・ A/D変換終了 ・ ADSTビットを“0”(A/D変換停止)にする。(注3) |
| 割り込み要求発生タイミング | AN ₀ 端子からの単掃引変換終了時 |
| アナログ入力端子 | AN ₀ ～AN ₁ (2端子)、AN ₀ ～AN ₃ (4端子)、AN ₀ ～AN ₅ (6端子)、AN ₀ ～AN ₇ (8端子)から選択(注4) |
| A/D変換値の読み出し | 選択した端子に対応したAN ₀ ～AN ₇ の読み出し |

注1. AN₁端子変換開始以降、選択された全ての端子のA/D変換が終了するまでは、次の $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりが発生しないようにしてください。A/D変換中に再度 $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりが発生した場合、そのトリガは無視され、選択された全ての端子のA/D変換終了後に入力された $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりを、次のAN₀端子変換開始条件とします。

注2. $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がり、動作クロック ADに同期して検出します。そのため、ADより短い周期で $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりが発生した場合、2回目の $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりを検出しない可能性があります。ADより短い周期で $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の立ち下がりが発生しないようにしてください。

注3. 遅延トリガモード1では、ADSTビットに“1”(A/D変換開始)を書かないでください。“1”を書いた場合、意図しない割り込みが発生する可能性があります。

注4. AN₀～AN₇と同様にAN₀₀～AN₀₇、AN₂₀～AN₂₇、AN₃₀～AN₃₂を使用できます。ただし、入力端子は全て同じグループに属する必要があります

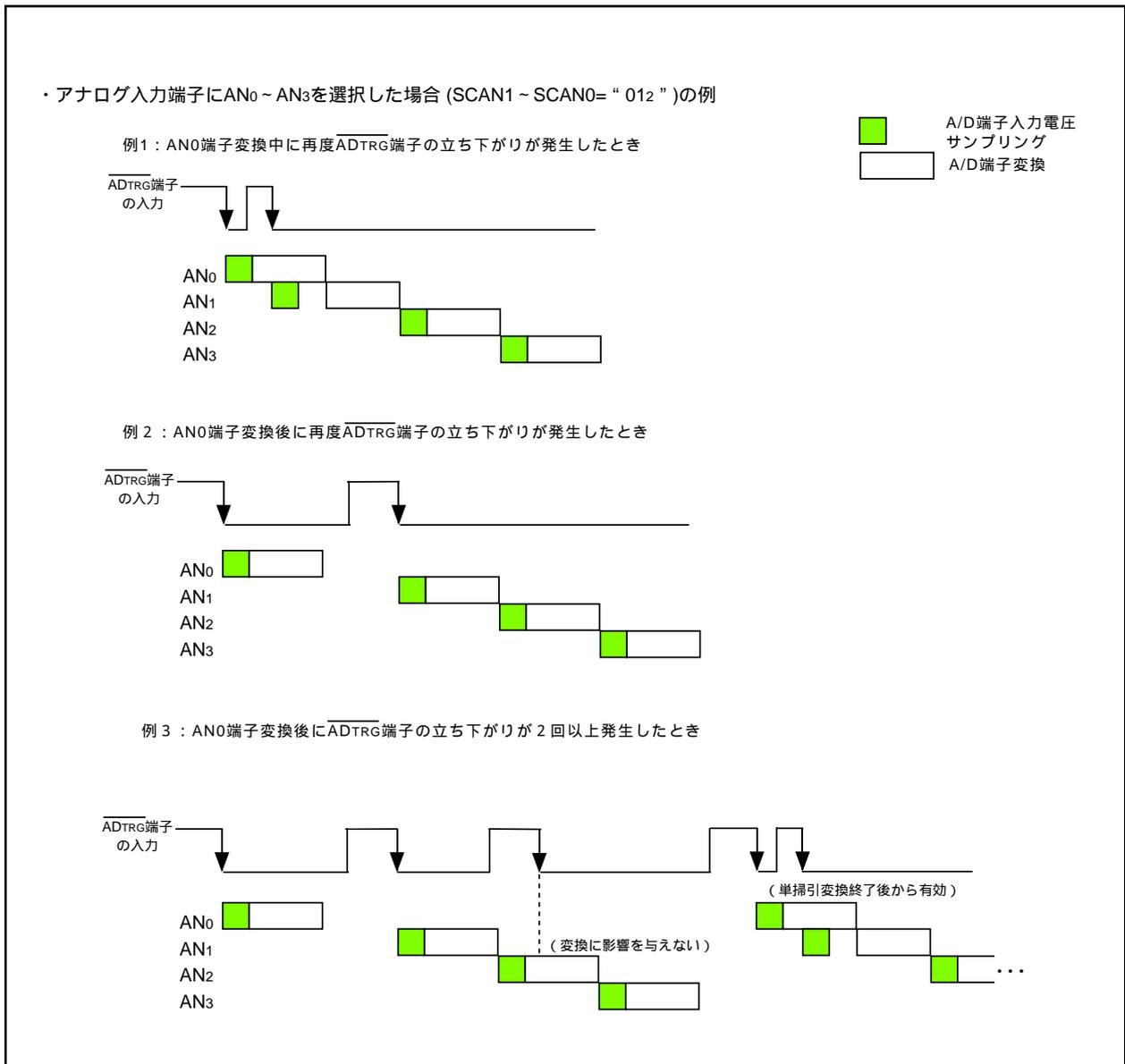


図15.24 遅延トリガモード1の動作例

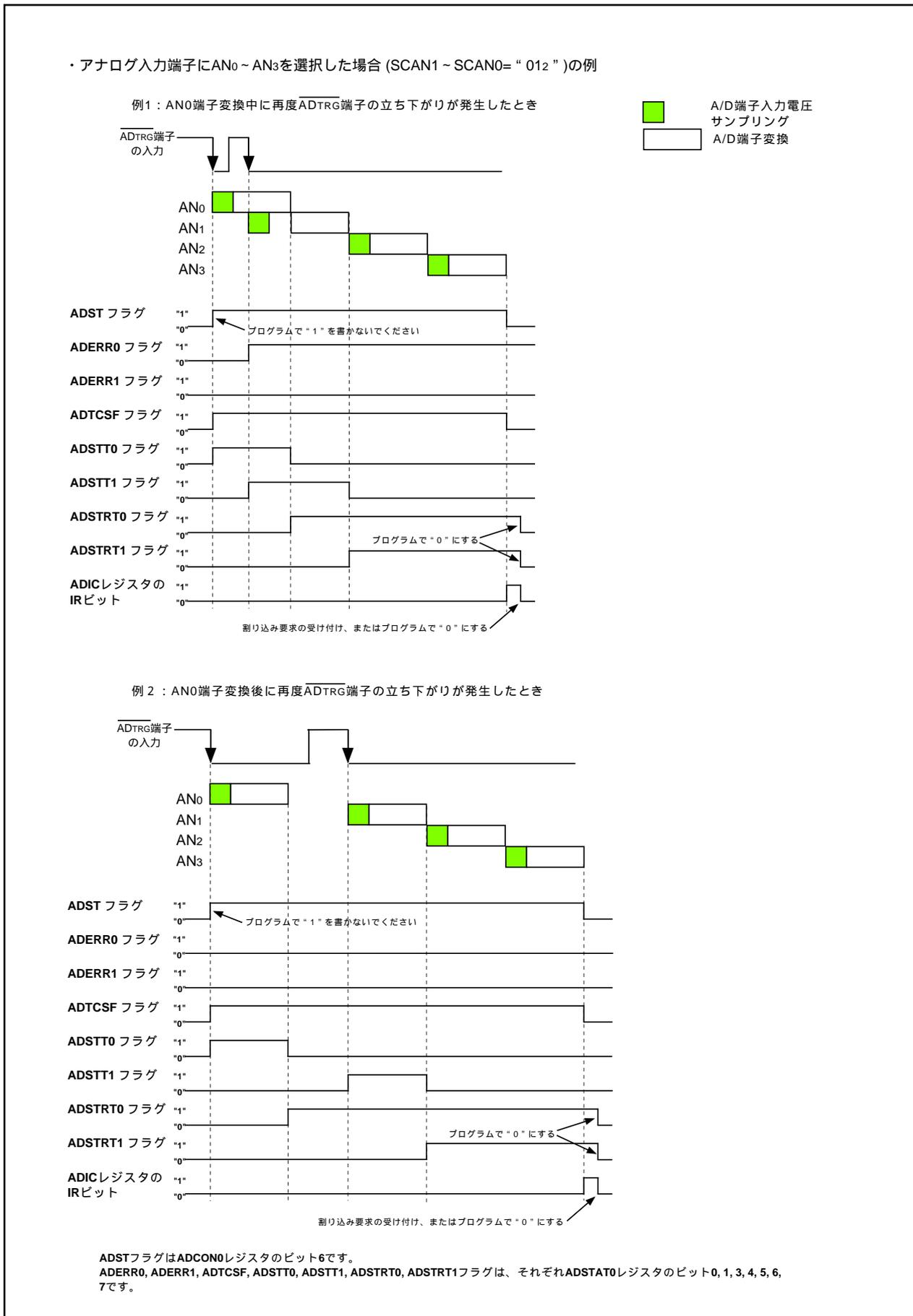


図15.25 遅延トリガモード1の動作例に対応したADSTAT0レジスタの各フラグの動作(1)

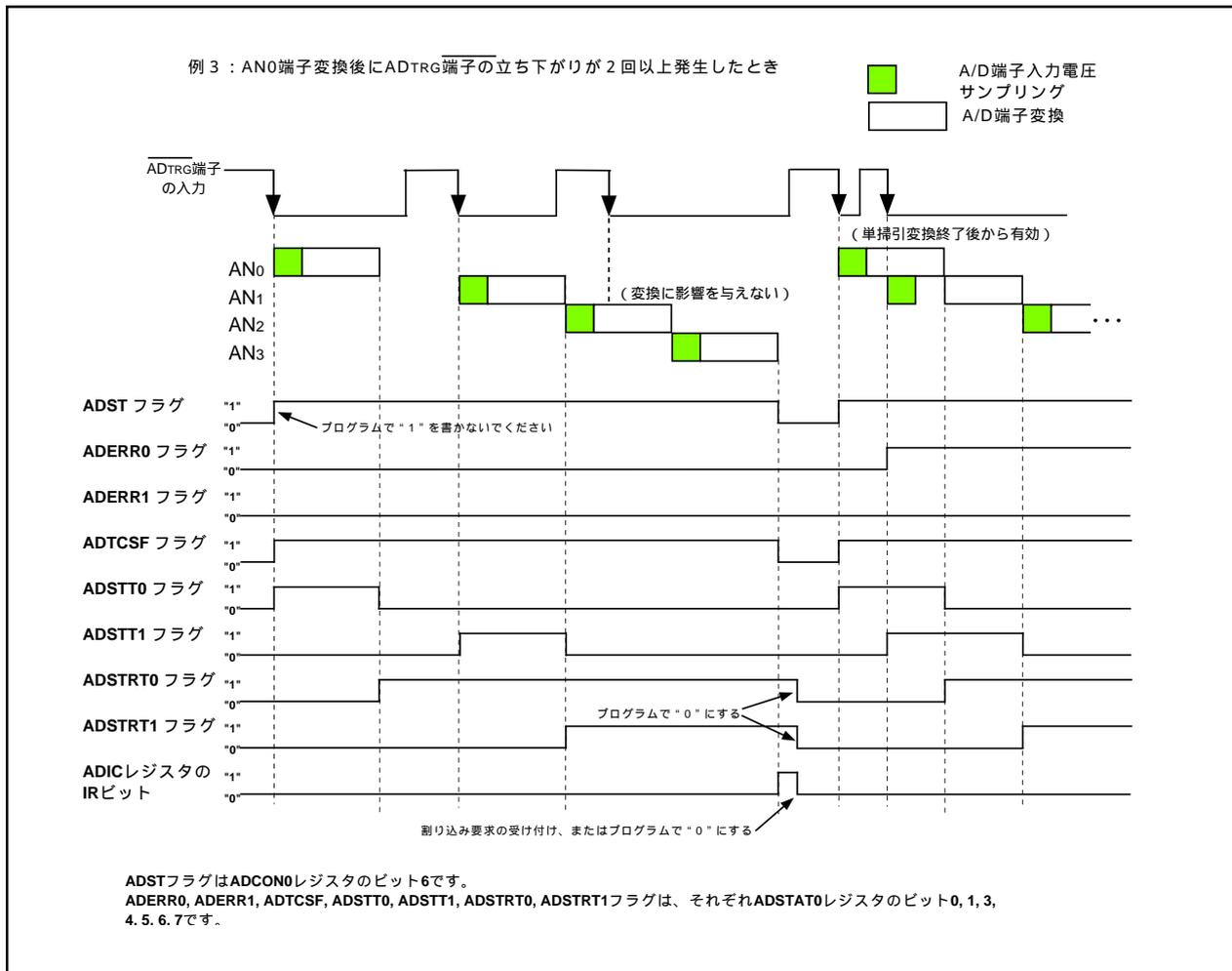
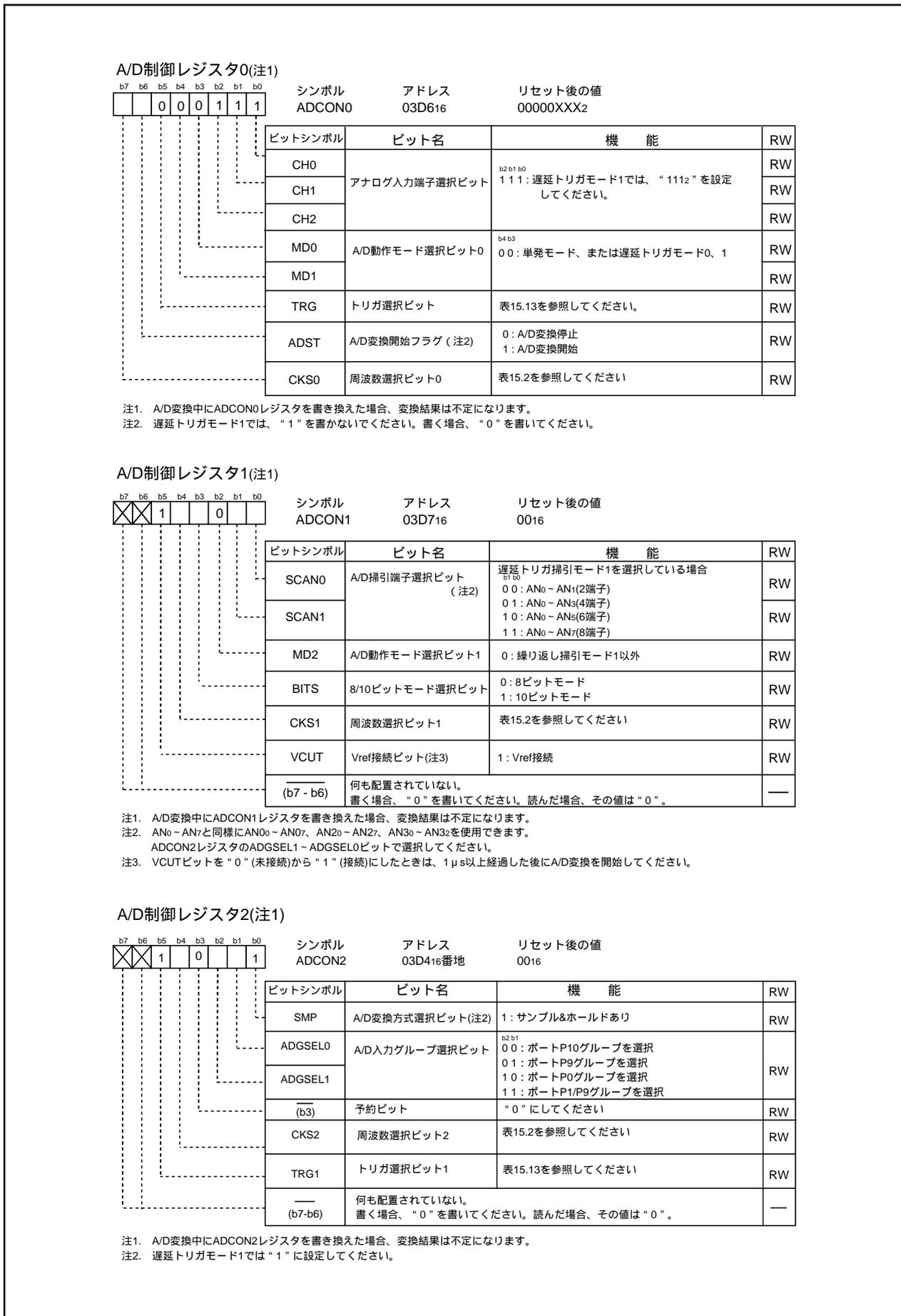


図15.26 遅延トリガモード1の動作例に対応したADSTAT0レジスタの各フラグの動作(2)



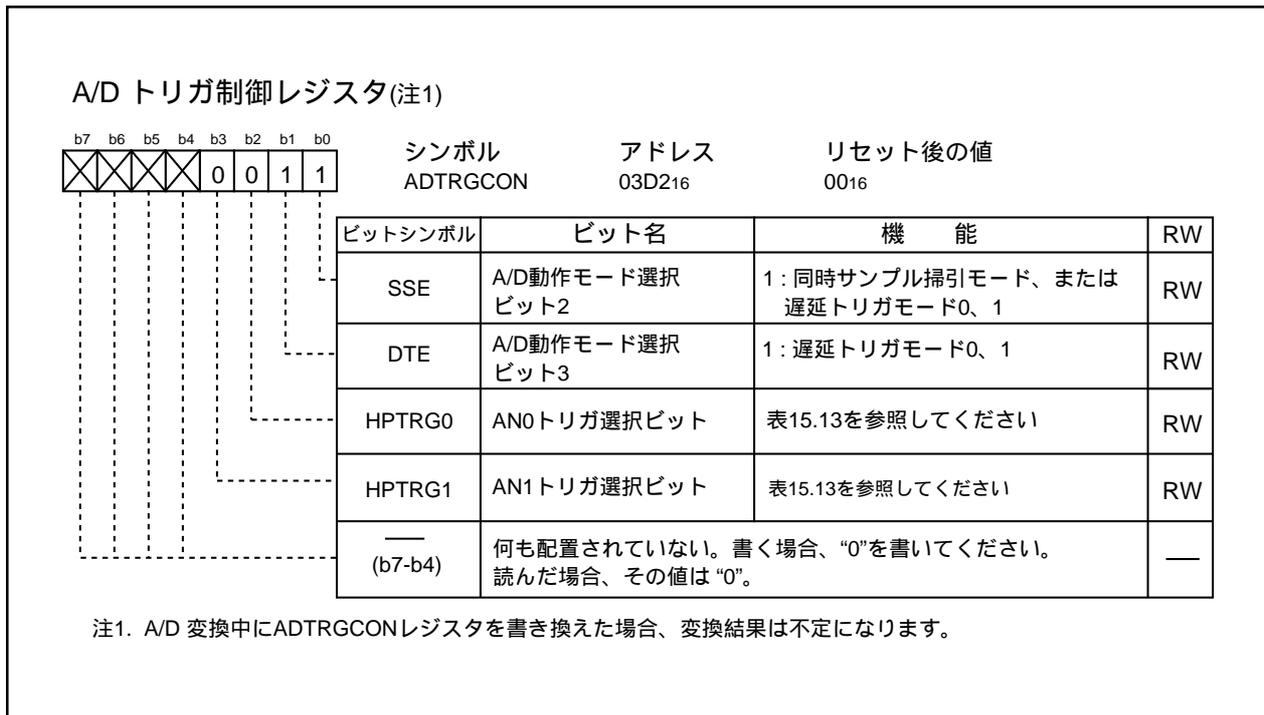


図15.28 遅延トリガモード1時のADTRGCONレジスタ

表15.13 遅延トリガモード1時のトリガ選択ビットの設定

| TRG | TRG1 | HPTRG0 | HPTRG1 | トリガ |
|-----|------|--------|--------|-------|
| 0 | 1 | 0 | 0 | ADTRG |

15.2 分解能選択機能

ADCON1レジスタのBITSビットで分解能を選択できます。BITSビットを“1” (変換精度を10ビット)にすると、A/D変換結果がA/Dレジスタ*i*(*i*=0~7)のビット0~9に格納されます。BITSビットを“0” (変換精度を8ビット)にすると、A/D変換結果がA/Dレジスタ*i*のビット0~7に格納されます。

15.3 サンプル&ホールド

ADCON2レジスタのSMPビットを“1” (サンプル&ホールドあり)にすると、1端子あたりの変換速度が向上し、分解能8ビットの場合28 ADサイクル、分解能10ビットの場合33 ADサイクルになります。サンプル&ホールドは、単発モード、繰り返しモード、単掃引モード、繰り返し掃引モード0、または繰り返し掃引モード1で選択可能です。これらのモードでは1サンプル&ホールドの有無を選択してからA/D変換を開始してください。同時サンプル掃引モード、遅延トリガモード0、または遅延トリガモード1では、常時SMPビットを“1” (サンプル&ホールドあり)で使用してください。

15.4 消費電流低減機能

A/Dコンバータを使用しないとき、ADCON1レジスタのVCUTビットによりA/Dコンバータのラダー抵抗と基準電圧入力端子(VREF)を切り離すことができます。切り離すと、VREF端子からラダー抵抗へ電流が流れないので、消費電力が少なくなります。

A/Dコンバータを使用する場合は、VCUTビットを“1” (Vref接続)にした後で、ADCON0レジスタのADSTビットを“1” (A/D変換開始)にしてください。ADSTビットとVCUTビットは、同時に“1”を書かないでください。

また、A/D変換中にVCUTビットを“0” (Vref未接続)にしないでください。

15.5 A/D変換時のセンサーの出力インピーダンス

A/D変換を正しく行うためには、図15.29の内部コンデンサCへの充電が所定の時間内に終了することが必要です。この所定の時間(サンプリング時間)をTとします。また、センサー等価回路の出力インピーダンスをR0、マイコン内部の抵抗をR、A/Dコンバータの精度(誤差)をX、分解されるレベル間隔をY(Yは10ビットモード時1024、8ビットモード時256)とします。

$$V_C \text{は一般に } V_C = V_{IN} \{ 1 - e^{-\frac{1}{C(R_0+R)}t} \}$$

$$t=T \text{のとき、 } V_C = V_{IN} - \frac{X}{Y} \quad V_{IN} = V_{IN} \left(1 - \frac{X}{Y} \right) \text{より、}$$

$$e^{-\frac{1}{C(R_0+R)}T} = \frac{X}{Y}$$

$$-\frac{1}{C(R_0+R)}T = \ln \frac{X}{Y}$$

$$\text{よって、 } R_0 = -\frac{T}{C \cdot \ln \frac{X}{Y}} - R$$

図15.29にアナログ入力端子と外部センサーの等価回路例を示します。VINとVCの差が0.1LSBとなると、時間TでコンデンサCの端子間電圧VCが0からVIN-(0.1/1024)VINになるインピーダンスR0を求めます。(0.1/1024)は10ビットモードでのA/D変換時に、コンデンサ充電不十分によるA/D精度低下を0.1LSBにおさえることを意味します。ただし、実際の誤差は0.1LSBに絶対精度が加わった値です。

f(XIN)=10MHzの時、サンプル&ホールド付きA/D変換モードではT=0.3μsとなります。この時間T内にコンデンサCの充電を十分に行える出力インピーダンスR0は以下のように求められます。

T=0.3 μs、R=7.8k、C=1.5pF、X=0.1、Y=1024だから、

$$R_0 = -\frac{0.3 \times 10^{-6}}{1.5 \times 10^{-12} \cdot \ln \frac{0.1}{1024}} - 7.8 \times 10^3 = 13.9 \times 10^3$$

したがって、A/Dコンバータの精度(誤差)を0.1LSB以下にするセンサー回路の出力インピーダンスR0は最大13.9k になります。

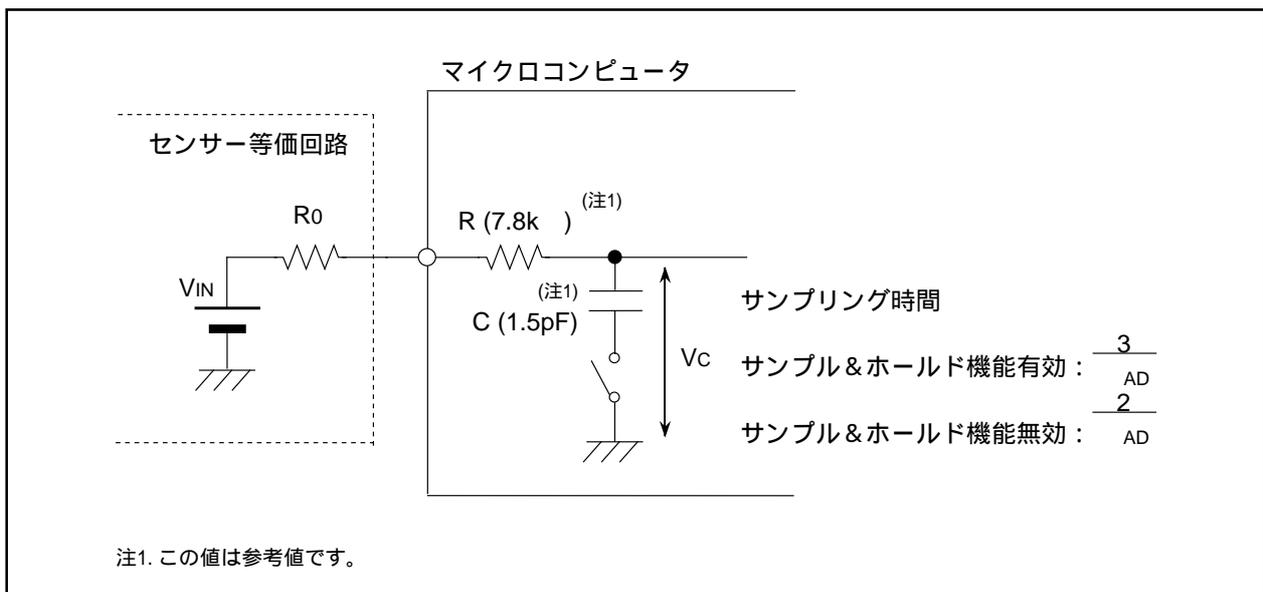


図15.29 アナログ入力端子と外部センサー等価回路

16. マルチマスタ²C busインタフェース

マルチマスタ²C busインタフェースは、フィリップス社²C busのデータ転送フォーマットに基づいてシリアル通信を行う回路です。ア・ビトレーション・ロスト検出機能とシンクロナス機能を持ちます。図16.1にマルチマスタ²C busインタフェースのブロック図、表16.1にマルチマスタ²C busインタフェース機能一覧を示します。

マルチマスタ²C busインタフェースは、²C0アドレスレジスタ、²C0データシフトレジスタ、²C0クロックコントロールレジスタ、²C0コントロールレジスタ0、²C0コントロールレジスタ1、²C0コントロールレジスタ2、²C0ステータスレジスタ、²C0スタート/ストップコンディション制御レジスタとその他の制御回路により構成されています。図16.2～図16.8にマルチマスタ²C bus関連レジスタを示します。

表16.1 マルチマスタ²C busインタフェース機能

| 項目 | 機能 |
|------------|---|
| フォーマット | フィリップス社 ² C bus規格準拠 7ビットアドレッシングフォーマット 高速クロックモード 標準クロックモード |
| 通信モード | フィリップス社 ² C bus規格準拠 マスタ送信 マスタ受信 スレーブ送信 スレーブ受信 |
| SCLクロック周波数 | 16.1kHz～400kHz (V _{IIC} * = 4MHz) |
| 入出力端子 | シリアルデータライン SDAMM(SDA) シリアルクロックライン SCLMM(SCL) |

*V_{IIC}=²C busシステムクロック

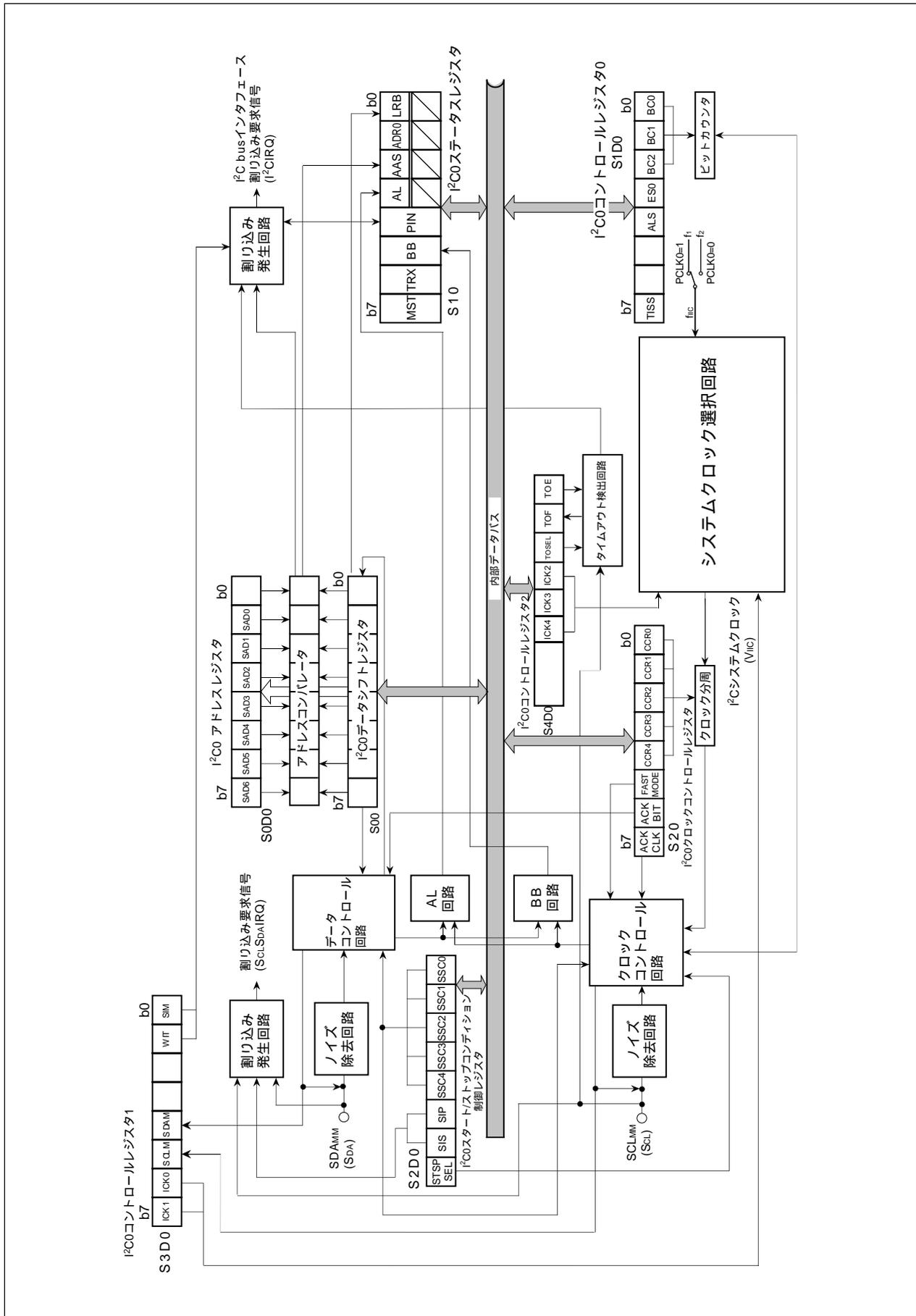


図16.1 マルチマスタ²C busインタフェースのブロック図

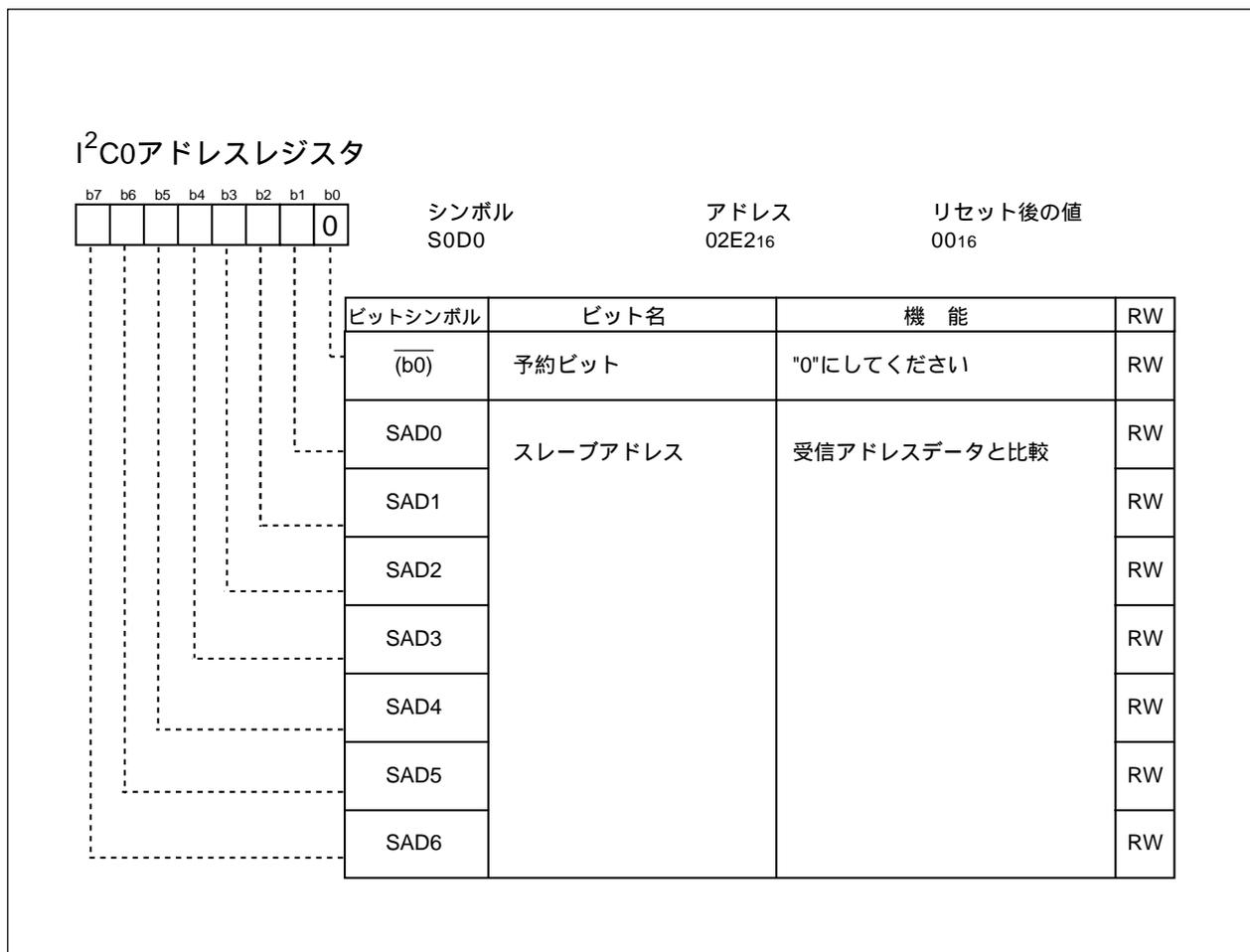


図16.2 S0D0レジスタ

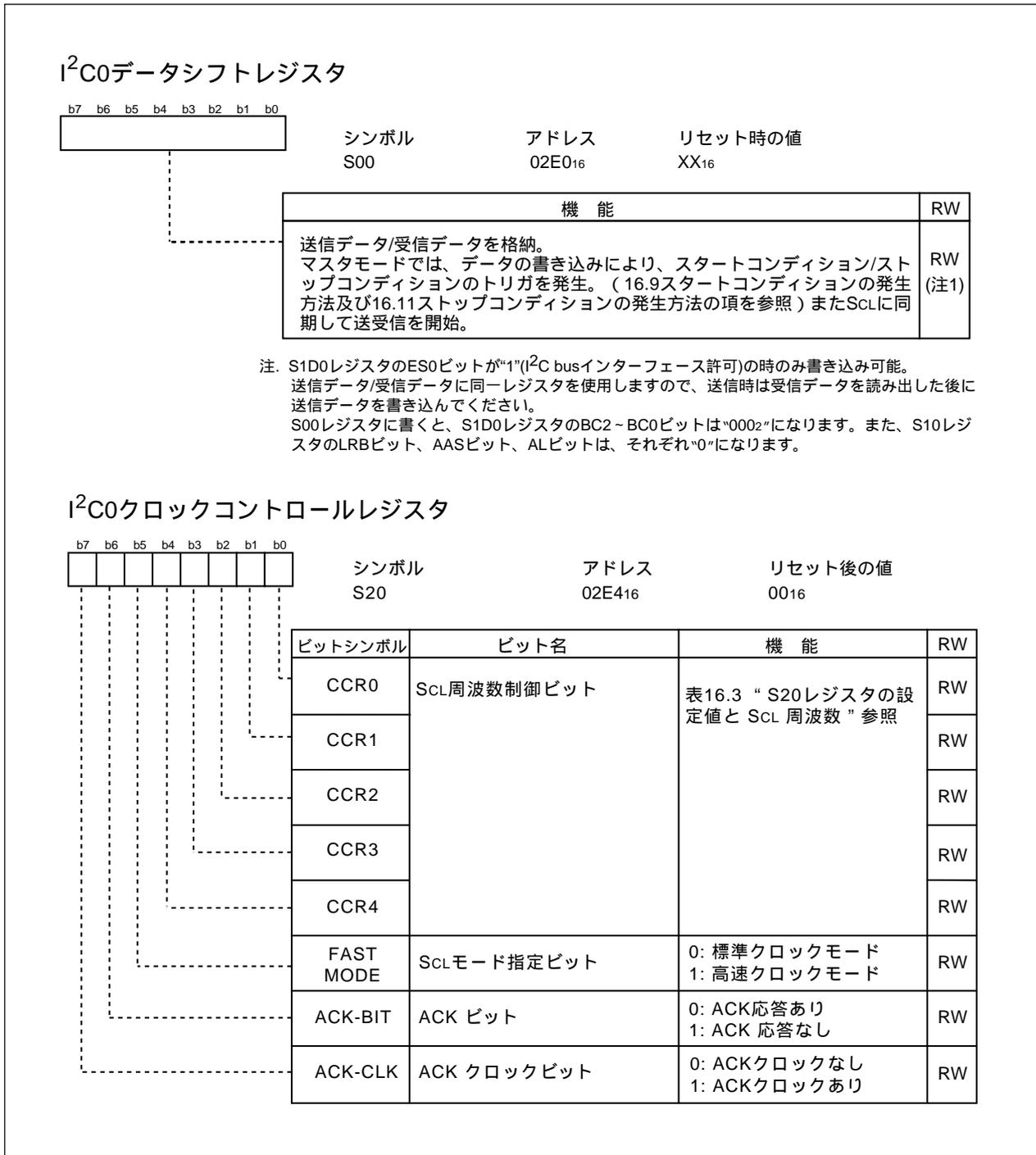


図16.3 S00レジスタ、S20レジスタ

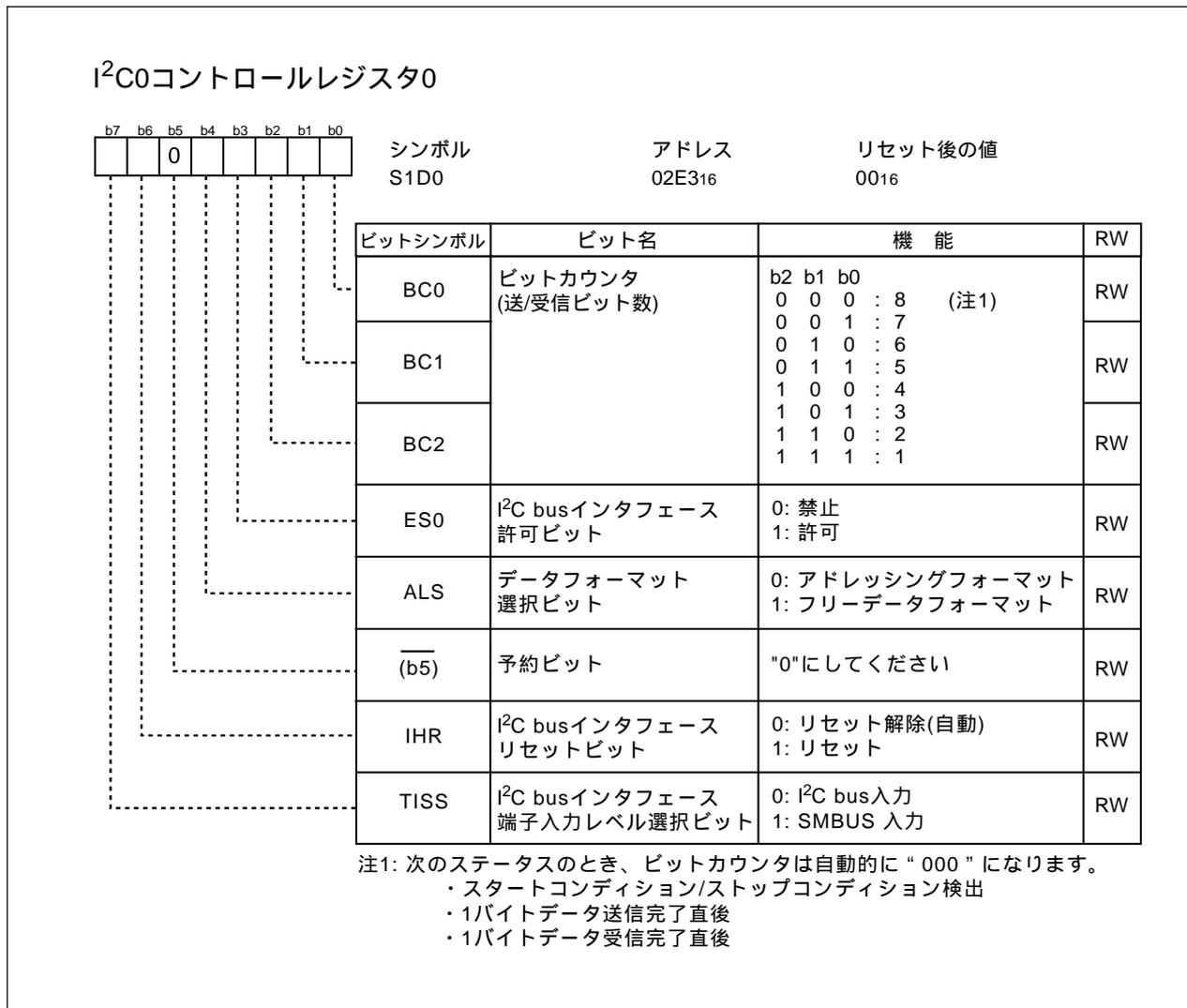


図16.4 S1D0レジスタ

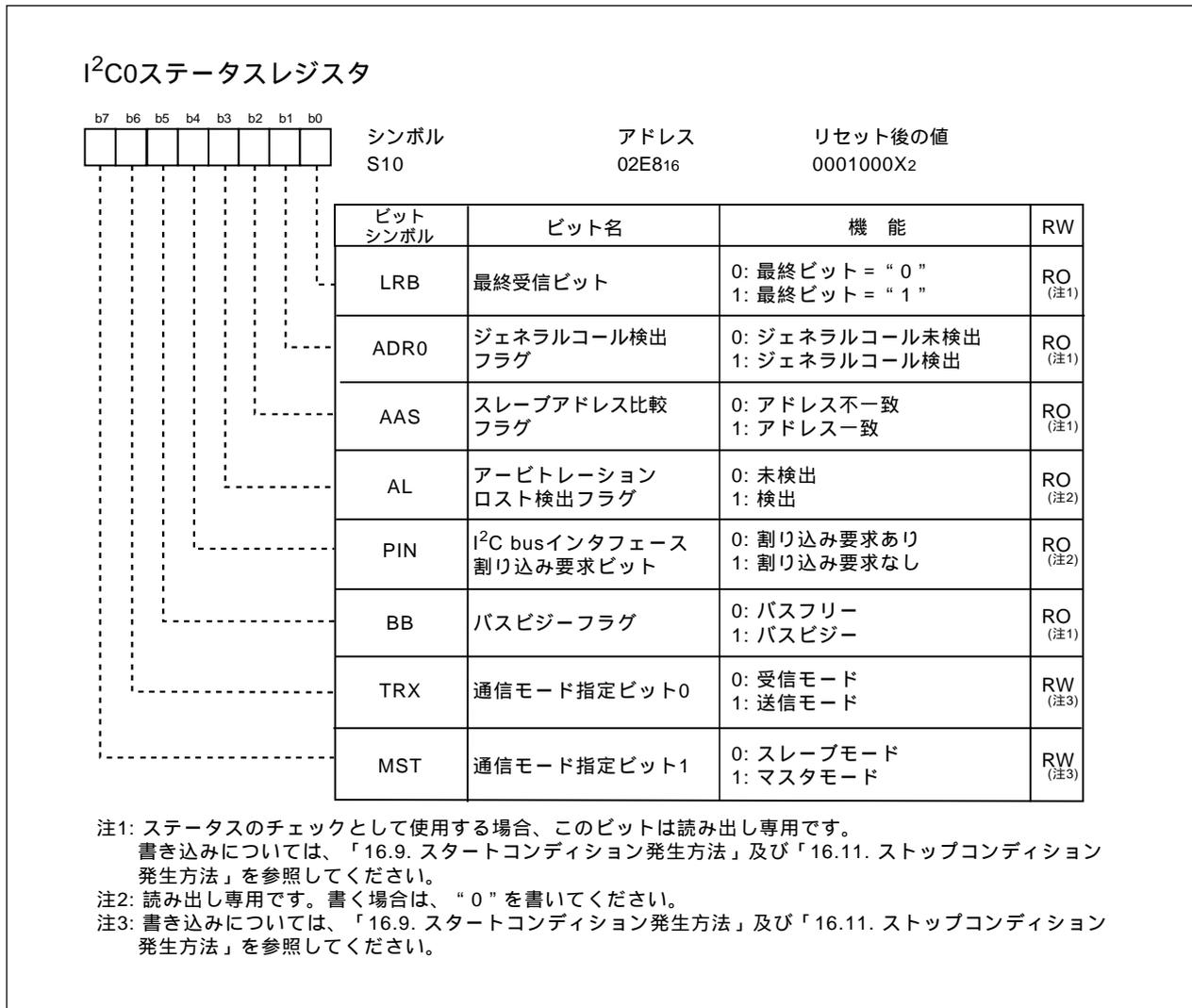


図16.5 S10レジスタ

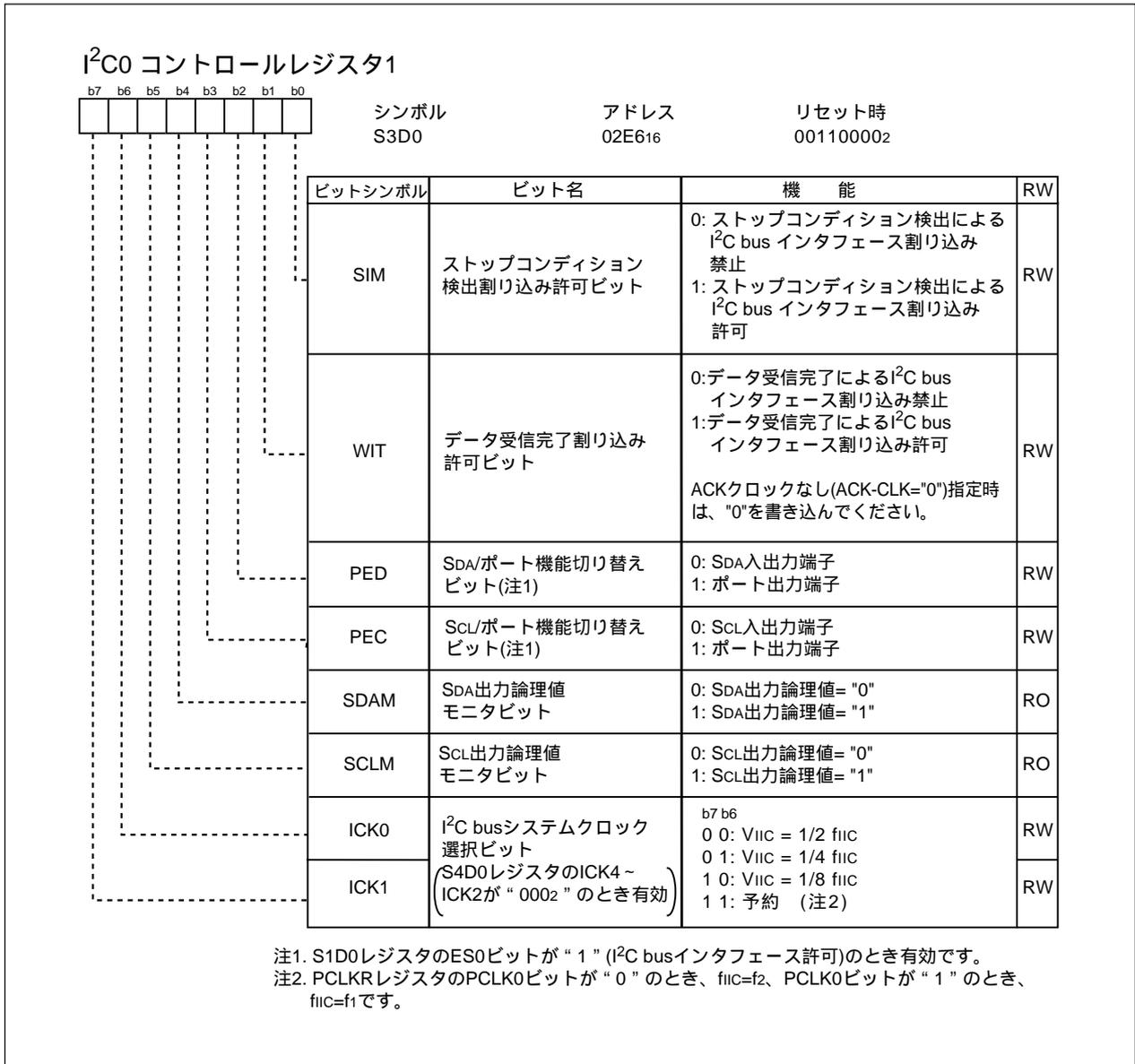


図 16.6 S3D0レジスタ

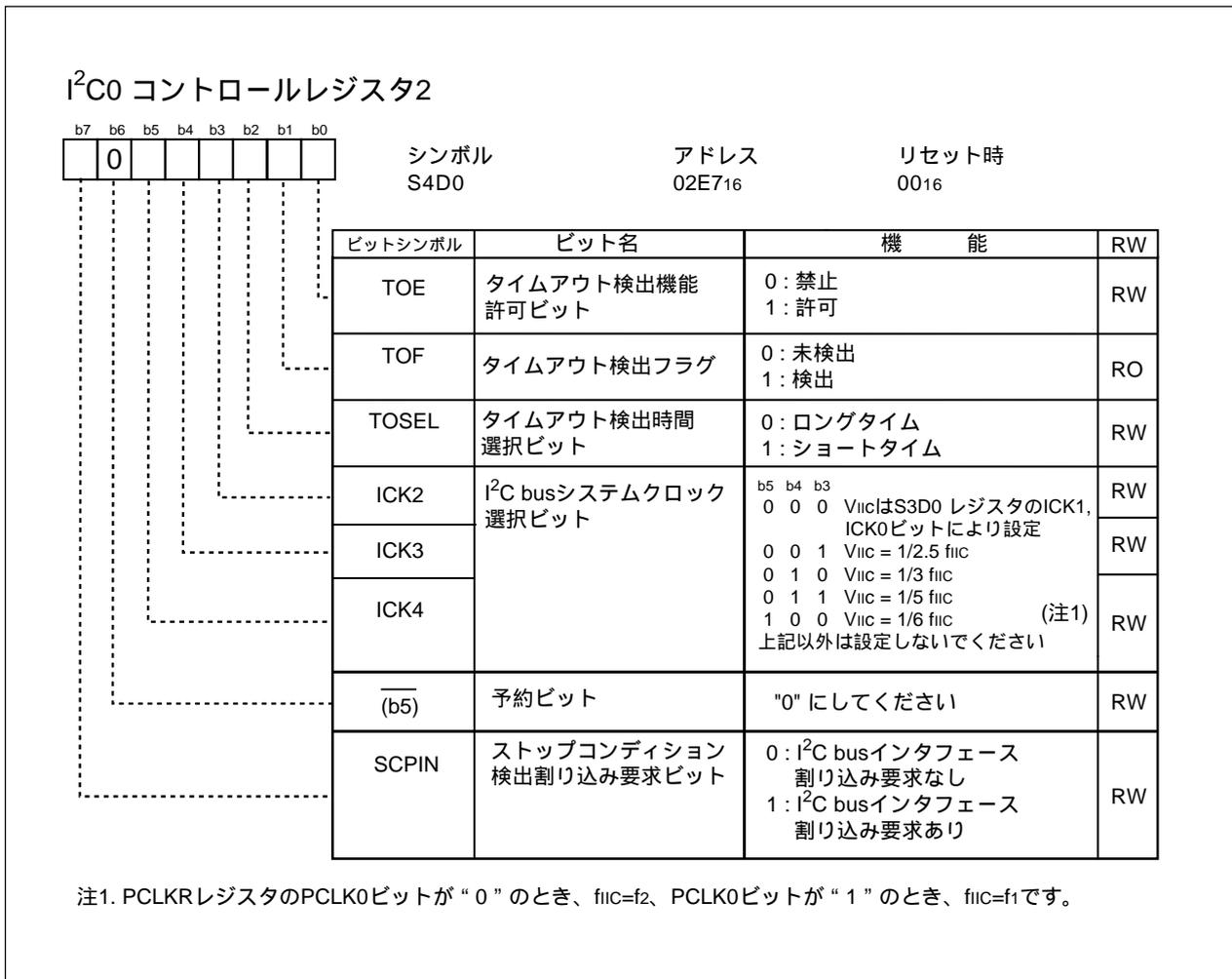


図 16.7 S4D0レジスタ

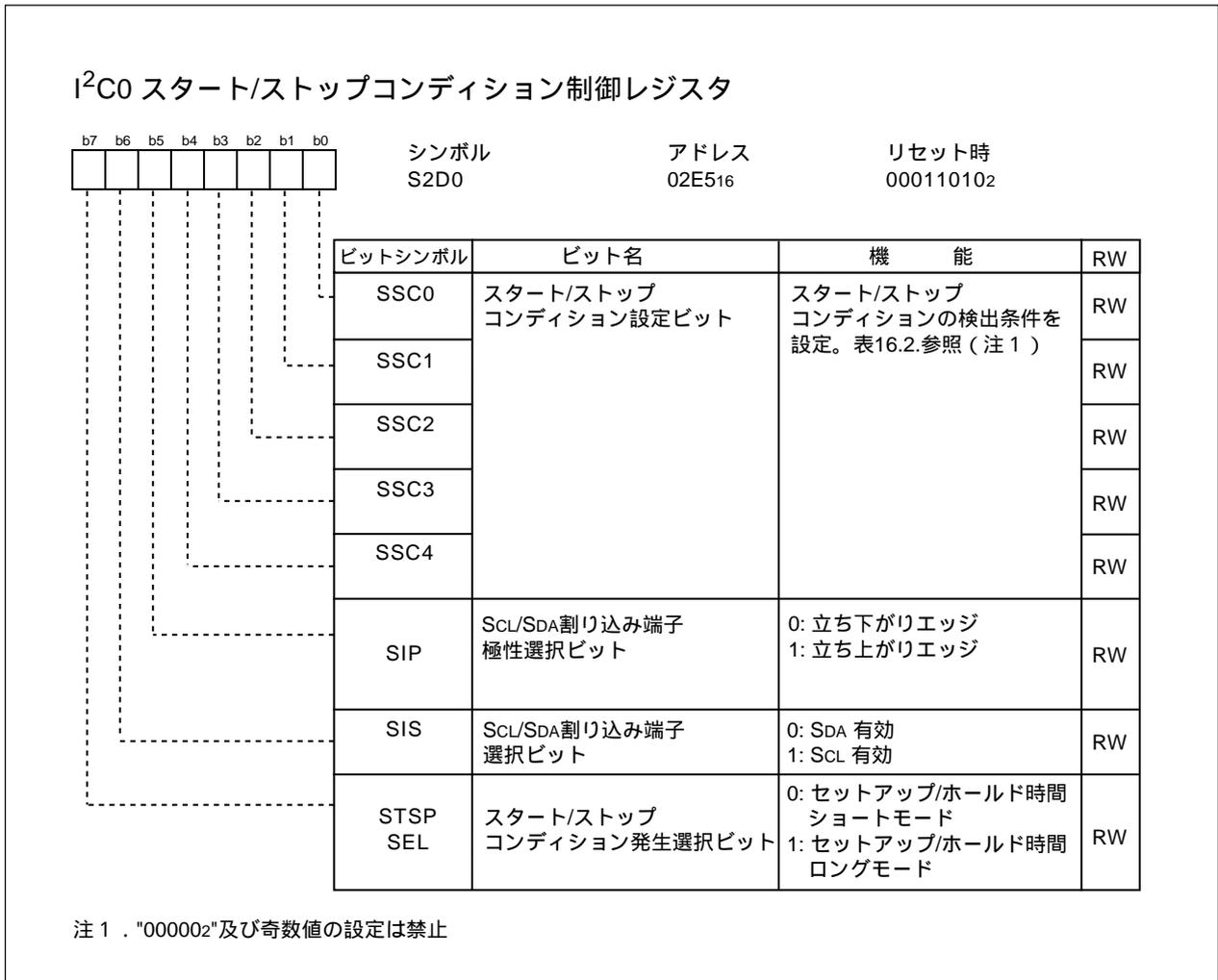


図 16.8 S2D0レジスタ

表.16.2 各発振周波数でのスタート/ストップコンディション設定ビット(SSC4 - SSC0)への推奨設定値

| 発振周波数 f ₁ (MHz) | I ² C busシステム クロック選択 | I ² C busシステム クロック(MHz) | SSC4-SSC0 (注1) | SCL 開放時間 (μs) | セットアップ時間 (μs) | ホールド時 (μs) |
|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 10 | 1 / 2f ₁ (注2) | 5 | XXX11110 | 6.2 μs(31サイクル) | 3.2 μs(16サイクル) | 3.0 μs(15サイクル) |
| 8 | 1 / 2f ₁ (注2) | 4 | XXX11010 | 6.75 μs(27サイクル) | 3.5 μs(14サイクル) | 3.25 μs(13サイクル) |
| | | | XXX11000 | 6.25 μs(25サイクル) | 3.25 μs(13サイクル) | 3.0 μs(12サイクル) |
| 8 | 1 / 8f ₁ (注2) | 1 | XXX00100 | 5.0 μs(5サイクル) | 3.0 μs(3サイクル) | 2.0 μs(2サイクル) |
| 4 | 1 / 2f ₁ (注2) | 2 | XXX01100 | 6.5 μs(13サイクル) | 3.5 μs(7サイクル) | 3.0 μs(6サイクル) |
| | | | XXX01010 | 5.5 μs(11サイクル) | 3.0 μs(6サイクル) | 2.5 μs(5サイクル) |
| 2 | 1 / 2f ₁ (注2) | 1 | XXX00100 | 5.0 μs(5サイクル) | 3.0 μs(3サイクル) | 2.0 μs(2サイクル) |

注1. スタート/ストップコンディション設定ビット(SSC4 ~ SSC0)に奇数値及び“000002”は設定しないでください。

注2. PCLKRレジスタのPCLK0ビットが“1”のとき。

16.1 I²C0 データシフトレジスタ(S00レジスタ)

S00レジスタは、受信データの格納、および送信データ書き込みのための8ビットシフトレジスタです。送信データをこのレジスタに書き込むと、SCLクロックに同期してビット7から外部へ転送されます。そして、1ビットのデータが出力されるたびに、このレジスタの内容は、左へ1ビットシフトされます。データ受信時は、SCLクロックに同期してビット0からこのレジスタにデータが入力されます。そして、1ビットのデータが入力されるたびに、このレジスタの内容は左へ1ビットシフトされます。受信データをこのレジスタに格納するタイミングを図16.9に示します。

S00レジスタは、S1D0レジスタのES0ビットが“1” (I²C busインタフェース許可)のとき書き込みが可能です。ES0ビットが“1”、S10レジスタのMSTビットが“1” (マスタモード)のとき、S00レジスタへ書くと、ビットカウンタがリセットされ、SCLが出力されます。

S00レジスタへの書き込みは、スタートコンディション作成時、またはSCL端子に対し“L”を出力しているときに行ってください。

S00レジスタの読み出しは、ES0ビットの値にかかわらずいつでも可能です。

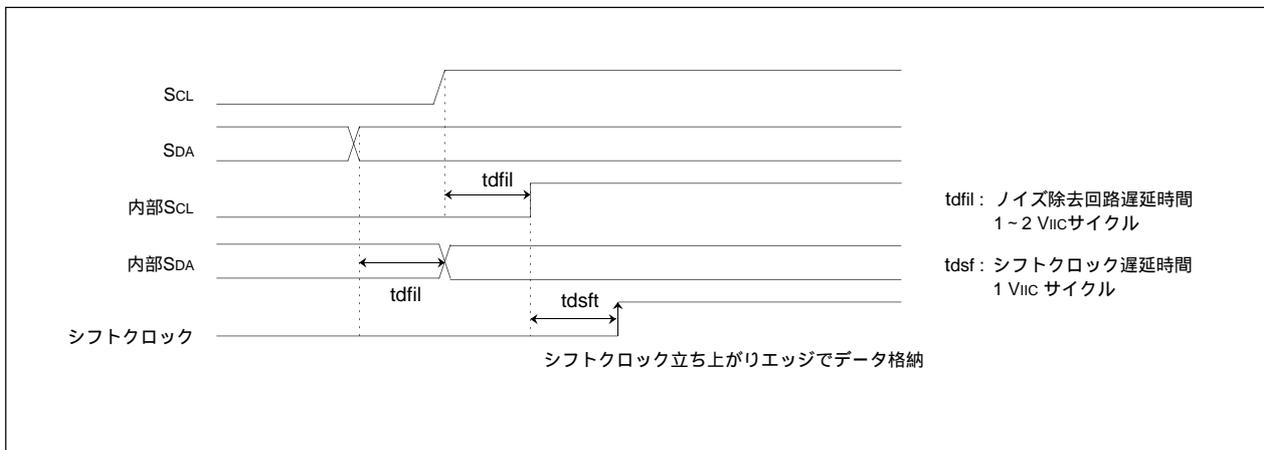


図16.9 S00レジスタへの受信データ格納タイミング

16.2 I²C0アドレスレジスタ(S0D0レジスタ)

SAD6~SAD0ビットの7ビットで構成されます。

スレーブアドレスの自動認識を行うアドレッシングフォーマット時は、受信したアドレスデータの7ビットとSAD6~SAD0の内容が比較されます。

16.3 I²C0クロックコントロールレジスタ(S20レジスタ)

S20レジスタはACKの制御、SCLモードの指定、およびSCLの周波数を設定するレジスタです。

16.3.1 ビット0～4：SCL 周波数制御ビット(CCR0～CCR4)

SCL 周波数を制御するビットです。表16.3を参照してください。

16.3.2 ビット5：SCL モード指定ビット (FAST MODE)

SCLモードを選択するビットです。“0”の場合、標準クロックモードになります。“1”の場合、高速クロックモードになります。

高速モード I²C bus規格（最高400kビット/秒）で使用する場合、SCLモードを高速クロックモード（“1”）とし、I²C busシステムクロック(VIIC)を4MHz以上でご使用ください。

16.3.3 ビット6: ACKビット (ACKBIT)

ACKクロック(注)発生時のSDAの状態を設定します。“0”の場合はACK応答を返すモードとなり、ACKクロック発生時にSDAを“L”にします。“1”の場合は、ACK応答を返さないモードとなり、ACKクロック発生時にSDAMMを“H”の状態に保持します。

ACKBITビットが“0”でアドレスデータ受信し、スレーブアドレスとアドレスデータが一致すると自動的にSDAMMを“L”にします(ACK応答を返します)。

スレーブアドレスとアドレスデータが一致しなかった場合は、自動的にSDAを“H”にします(ACK応答を返しません)。

(注)ACKクロック: 確認応答用のクロック

16.3.4 ビット7: ACKクロックビット(ACK-CLK)

データ転送の確認応答でアクノリジメントのモードを指定するビットです。“0”の場合、ACKクロック発生なしモードになり、データ転送後にACKクロックは発生しません。“1”の場合はACKクロック発生ありのモードになり、1バイトのデータ転送が完了するたびに、マスタはACKクロックを発生します。アドレスデータ、制御データを送信するデバイスは、ACKクロック発生時にSDAを開放し(“H”の状態にする)、データを受信するデバイスが発生させるACKビットを受信します。

(注) 転送途中でACKBITビット以外のS20レジスタの書き換えを行わないでください。

転送途中に書き込みを行うと、I²C busのクロック回路がリセットされ、データが正常に転送できません。

表16.3 S20レジスタの設定値とSCL周波数

| CCR4 ~ CCR0の設定値 | | | | | SCL周波数(V _{IIC} =4MHz, 単位 : kHz) (注1) | |
|-----------------|------|------|------|------|--|------------------|
| CCR4 | CCR3 | CCR2 | CCR1 | CCR0 | 標準クロックモード | 高速クロックモード |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 選択禁止 | 選択禁止 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 選択禁止 | 選択禁止 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 選択禁止 | 選択禁止 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | - (注2) | 333 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | - (注2) | 250 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 100 | 400 (注3) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 83.3 | 166 |
| | | | | | 500 / CCR 値(注3) | 1000 / CCR 値(注3) |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 17.2 | 34.5 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 16.6 | 33.3 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 16.1 | 32.3 |

注1: SCL 出力のデューティは50 %です。高速クロックモードCCR値=5のみ35 ~ 45 %になります。

(400 kHz, V_{IIC} = 4 MHz)また、クロックの“H”の期間は標準クロックモードで+2 ~ -4V_{IIC}、高速クロックモードで+2 ~ -2 V_{IIC}変動があります。負値変動の場合、“H”の期間が短くなった分、“L”の期間が延びますので周波数が上がることはありません。これらは、シンクロニアス機能によるSCL同期が行われていない場合の値です。CCR値はSCL周波数制御ビット CCR4 ~ CCR0を10進数表記した値です。

注2: V_{IIC} = 4 MHz 以上では、各々のSCL周波数の値が規格の範囲外になります。V_{IIC}の設定値を使用する場合はV_{IIC}をより低い周波数で使用ください。

注3: SCL周波数の計算式は次のとおりです。

V_{IIC}/(8 × CCR 値) 標準クロックモード

V_{IIC}/(4 × CCR 値) 高速クロックモード (CCR値 = 5)

V_{IIC}/(2 × CCR 値) 高速クロックモード (CCR値 = 5)

CCR値=0 ~ 2は、V_{IIC}の周波数に関わらず選択禁止です。SCL周波数が標準クロックモード時最大100kHz、高速クロックモード時最大400kHzとなるように、SCL周波数制御ビットCCR4 ~ CCR0を設定してください。

16.4 I²C0コントロールレジスタ0(S1D0レジスタ)

S1D0レジスタはデータ通信フォーマットの制御を行うレジスタです。

16.4.1 ビット0～ビット2: ビットカウンタ(BC0～BC2)

次に転送されるデータ1バイト分のビット数を決定するビットです。これらのビットで指定されたカウント数あるいは、S20レジスタのACK-CLKビットが“1”(ACKクロックあり)であれば、ACKクロックも合わせたビットカウント数の転送完了後、I²C busインタフェース割り込み要求が発生し、BC0～BC2は“0002”に戻ります。また、スタートコンディションを検出してもBC0～BC2は“0002”になり、アドレスデータは8ビットで送受信されます。

16.4.2 ビット3: I²C bus インタフェース許可ビット(ES0)

I²C busインタフェースの使用を許可するビットです。“0”の場合使用禁止で、SDAおよびSCLはハイインピーダンスになります。“1”の場合使用許可となります。

ES0ビットを“0”にすると、次のように処理されます。

- (1) S10レジスタのMST=“0”、TRX=“0”、PIN=“1”、BB=“0”、AL=“0”、AAS=“0”、ADR0=“0”に設定される。
- (2) S00レジスタへの書き込みは禁止される。
- (3) S4D0レジスタのTOFビットが“0”(タイムアウト未検出)になる。
- (4) I²C busシステムクロック(V_{IIC})が停止し、内部カウンタ、フラグが初期化される。

16.4.3 ビット4: データフォーマット選択ビット(ALS)

スレーブアドレスの認識を行うか否かを決定するビットです。“0”の場合は、アドレッシングフォーマットが選択され、アドレスデータが認識されます。S0D0レジスタに格納されたスレーブアドレスと受信したアドレスデータとを比較して一致した場合、またはジェネラルコールを受信したときのみ転送処理が行えます。“1”の場合は、フリーデータフォーマットとなり、スレーブアドレスを認識しません。

16.4.4 ビット6: I²C busインタフェースリセットビット(IHR)

異常通信発生時にI²C busインタフェース回路をリセットするビットです。S1D0レジスタのES0ビットが“1”(I²C busインタフェース許可)のとき、IHRビットに“1”を書き込むと、ハードウェアリセットします。フラグは次のように処理されます。

- (1) S10レジスタのMST=“0”、TRX=“0”、PIN=“1”、BB=“0”、AL=“0”、AAS=“0”、ADR0=“0”。
- (2) S4D0レジスタのTOFビットが“0”(タイムアウト未検出)になる。
- (3) 内部カウンタ、フラグ等は初期状態。

IHRビットに“1”を書き込むと、最大2.5 V_{IIC} サイクル後にI²C busインタフェース回路のリセット処理が完了し、IHRビットは自動的に“0”になります。図16.10にリセットタイミングを示します。

16.4.5 ビット7: ²C busインタフェース端子入力レベル選択ビット(TISS)

²C busインタフェースのSCL、SDA端子の入力レベルを選択するビットです。“1”の場合は、P20,P21がSMBus入力レベルになります。

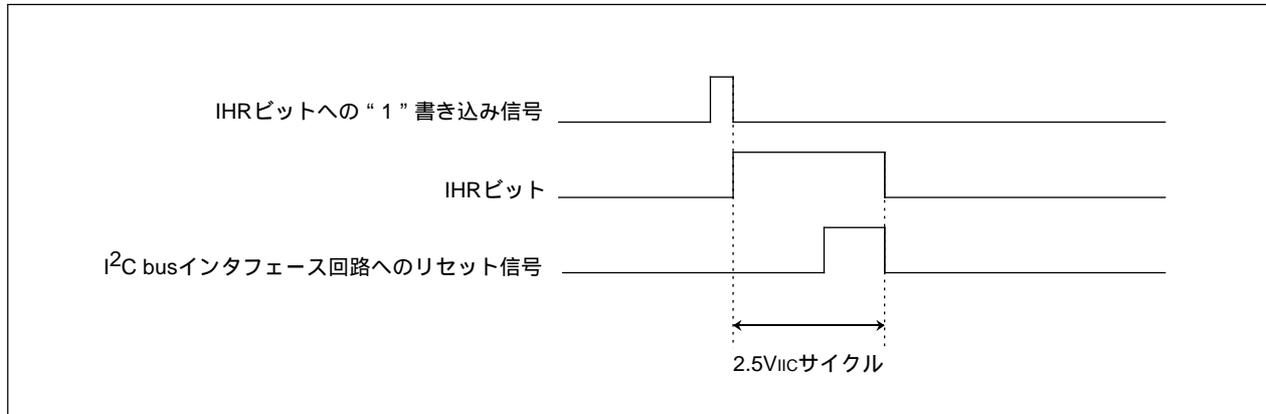


図16.10 ²C busインタフェース回路のリセットタイミング

16.5 I²C0ステータスレジスタ(S10レジスタ)

S10レジスタはI²C busインタフェースの状態をモニタするレジスタです。ステータスチェックとして使用する時は、下位6ビットは読み出し専用でご使用ください。

16.5.1 ビット0: 最終受信ビット(LRB)

受信したデータの最終ビットの値を格納するビットで、ACK応答結果の受信確認に使用できます。S20レジスタのACK-CLKビットが“1”(ACKクロックあり)でACKクロック発生時にACK応答が返ってきた場合、LRBビットは“0”になります。ACK応答が返らなかった場合は“1”になります。ACK-CLKビットが“0”(ACKクロックなし)の場合は受信データの最終ビットの値が入力されます。

S00レジスタへ書き込むとLRBビットは“0”になります。

16.5.2 ビット1: ジェネラルコール検出フラグ(ADR0)

S1D0レジスタのALSビットが“0”(アドレッシングフォーマット)の場合、アドレスデータがすべて“0”であるジェネラルコール(注1)をスレーブモード時に受信したときにADR0ビットは“1”になります。

ADR0ビットは、ストップコンディションの検出、スタートコンディションの検出、S1D0レジスタのES0ビットを“0”(I²C busインタフェース禁止)にしたとき、またはS1D0レジスタのIHRビットを“1”(リセット)にしたとき、“0”になります。

(注1)ジェネラルコール：マスタが全スレーブにジェネラルコールアドレス“0016”を送信すること。
マスタデバイスがジェネラルコールを発信することにより、ジェネラルコール後の制御データはすべてのスレーブデバイスに受信されます。

16.5.3 ビット2: スレーブアドレス比較フラグ(AAS)

S1D0レジスタのALSビットが“0”(アドレッシングフォーマット)の場合、スレーブアドレスの比較結果を示します。

スレーブ受信モード時、アドレスデータの7ビットがS0D0レジスタに格納されているスレーブアドレスと一致した場合、またはジェネラルコールを受信した場合にAASフラグは“1”になります。

S00レジスタに書き込むとAASフラグは“0”になります。

S1D0レジスタのES0ビットを“0”(I²C busインタフェース禁止)にしたとき、またはS1D0レジスタのIHRビットを“1”(リセット)にしたときも、AASフラグは“0”になります。

16.5.4 ビット3: ア - ビトレーションロスト検出フラグ(AL) (注1)

マスタ送信モード時、SDAがマイコン以外の装置によって“L”レベルにされた場合、ア - ビトレーションを失ったと判定し、ALフラグは“1”になり、同時にS10レジスタのTRXビットは“0”(受信モード)になります。S10レジスタのMSTビットは、ア - ビトレーションを失ったバイトの転送が完了した後に“0”(スレーブモード)になります。

ア - ビトレーションロストはマスタの送信モードのみ検出可能です。S00レジスタに書くとALフラグは“0”になります。S1D0レジスタのES0ビットを“0”(I²C busインタフェース禁止)にしたとき、またはS1D0レジスタのIHRビットを“1”(リセット)にしたときも、ALフラグは“0”になります。

(注1)ア - ビトレーションロスト：マスタとしての通信が不許可となった状態。

16.5.5 ビット4: I²C busインタフェース割り込み要求ビット(PIN)

I²C busインタフェース割り込み要求信号を発生させるビットです。1バイトのデータ送受信完了ごとに、PINビットは“1”から“0”になります。同時にI²C busインタフェース割り込み要求が発生します。PINビットは、内部転送クロックの最終クロック（ACK-CLKビットが“1”の場合、ACKクロック、ACK-CLKビットが“0”の場合、8クロック目）の立ち下がりに同期して“0”になり、割り込み要求はPINビットの立ち下がりに同期して発生します。PINビットが“0”のとき、SCLは“L”に保たれクロックの発生は禁止されます。ACKクロックありで、かつS3D0レジスタのWITビットが“1”（データ受信完了によるI²C busインタフェース割り込み許可）に設定されている場合、最終クロックおよびACKクロックの立ち下がりに同期して、それぞれPINビットが“0”になり、それぞれにI²C busインタフェース割り込み要求が発生します。図16.11にI²C busインターフェース割り込み要求の発生タイミングを示します。

PINビットは以下のいずれかで“1”になります。

- ・ S00レジスタへの書き込み
- ・ S20レジスタへの書き込み(WITビットが“1”で、内部WAITフラグが“1”の場合)
- ・ S1D0レジスタのES0ビットを“0”（I²C busインタフェース禁止）にしたとき
- ・ S1D0レジスタのIHRビットを“1”（リセット）にしたとき

PINビットは以下のいずれかで“0”になります。

- ・ 1バイトのデータ送信完了（ア - ビトレーションロストを検出した場合を含む）
- ・ 1バイトのデータ受信完了
- ・ スレーブ受信モードのとき、S1D0レジスタのALSビットが“0”（アドレッシングフォーマット）で、S0D0レジスタに格納されたスレーブアドレスと受信したアドレスデータを比較して一致した場合、またはジェネラルコールアドレス受信完了
- ・ スレーブ受信の際、ALSビットが“1”（フリーフォーマット）で、アドレスデータ受信完了

16.5.6 ビット5: バスビジーフラグ（BB）

バスシステムの使用状態を示すビットです。“0”の場合、バスシステムは使用されておらず、スタートコンディションを発生させることが可能です。マスタモード、スレーブモードにかかわらずBBフラグはSCL、SDA端子入力の信号をもとにセット、リセットされます。スタートコンディション検出により“1”になり、ストップコンディション検出により“0”になります。これらの検出はS2D0レジスタのSSC4～SSC0ビット（スタート/ストップコンディション設定ビット）の条件に従います。S1D0レジスタのES0ビットを“0”（I²C busインタフェース禁止）にしたとき、またはS1D0レジスタのIHRビットを“1”（リセット）にしたとき、BBフラグは“0”になります。BBフラグに対する書き込みについては、後述の「16.9 スタートコンディション発生方法」及び「16.11 ストップコンディション発生方法」をご参照ください。

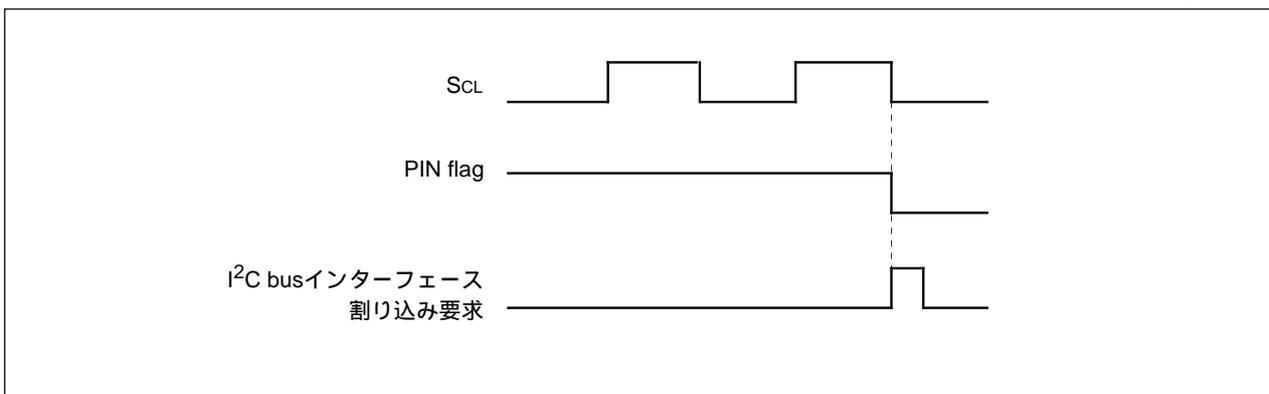


図16.11 割り込み要求発生タイミング

16.5.7 ビット6: 通信モード指定ビット0 (転送方向指定ビット: TRX)

データ通信の転送方向を決定するビットです。“0”にすると、受信モードとなり送信デバイスのデータを受信します。“1”にすると、送信モードとなりSCL上に発生するクロックに同期してSDA上にアドレスデータ、制御データを出力します。

以下の場合、自動的に“1”になります。

- ・スレーブモード時、S1D0レジスタのALSビットが“0”(アドレッシングフォーマット)でアドレスデータ受信後にAASフラグが“1”(アドレス一致)になり、かつ受信したR/Wビットが“1”の場合
- 以下のいずれかの場合に、“0”になります。
- ・ア - ビトレーションロストを検出した場合
 - ・ストップコンディションを検出した場合
 - ・スタートコンディションを検出した場合
 - ・スタートコンディション重複防止機能(注1)によりスタートコンディションが無効となった場合
 - ・S10レジスタのMSTビットが“0”(スレーブモード)でスタートコンディションを検出した場合
 - ・S10レジスタのMSTビットが“0”(スレーブモード)でACK応答なしを検出した場合
 - ・S1D0レジスタのES0ビットを“0”(I²C busインタフェース禁止)にした場合
 - ・S1D0レジスタのIHRビットを“1”(リセット)にした場合

16.5.8 ビット7: 通信モード指定ビット1 (マスタ/スレーブ指定ビット: MST)

データ通信を行う際のマスタ/スレーブを指定するビットです。“0”にすると、スレーブとなり、マスタが生成するスタートコンディション、ストップコンディションを受信し、マスタが発生させるクロックに同期してデータ通信を行います。“1”すると、マスタとなり、スタートコンディション、ストップコンディションを生成します。また、データ通信に必要なクロックをSCL上に発生させます。

以下のいずれかの場合、自動的に“0”になります。

- ・ア - ビトレーションロストを検出した場合、ア - ビトレーションを失った1バイトデータの転送完了
- ・ストップコンディションを検出した場合
- ・スタートコンディションを検出した場合
- ・スタートコンディション重複防止機能(注1)によりスタートコンディションが無効となった場合
- ・S1D0レジスタのIHRビットを“1”(リセット)にした場合
- ・S1D0レジスタのES0ビットを“0”(I²C busインタフェース禁止)にした場合

(注1) スタートコンディション重複防止機能

スタートコンディション発生の手順では、S1D0レジスタのBBフラグの“0”(バスフリー)を確認後、MST、TRX、BBの各ビットに同時に“1”書き込みを行います。BBフラグの確認直後、別のマスタデバイスのスタートコンディション発生によりBBフラグが“1”となった場合、MST、TRXビットへの書き込みは無効になります。重複防止機能はBBフラグの立ち上がりからスレーブアドレスの受信完了までの期間有効となります。

詳細は、「16.9 スタートコンディション発生方法」を参照してください。

16.6 I²C0 コントロールレジスタ1(S3D0レジスタ)

S3D0レジスタは I²C busインタフェース回路の各種制御を行うレジスタです。

16.6.1 ビット0: ストップコンディション検出割り込み許可ビット(SIM)

ストップコンディション検出による I²C busインタフェース割り込み要求を許可するビットです。“1”の時、ストップコンディション検出(PINビットの変更なし)による I²C busインタフェース割り込み要求が発生します。

16.6.2 ビット1: データ受信完了割り込み許可ビット(WIT)

S20レジスタのACK-CLKビットが“1”(ACKクロックあり)の時、WITビットを“1”にすると、最終データビットクロックの立ち下がりに同期して、I²C busインタフェース割り込み要求が発生しPINビットが“0”になります。同時にSCLは“L”になり、ACKクロック発生を抑制します。表16.4と図16.12に I²C busインターフェース割り込み要求タイミングと通信再開の方法を示します。通信再開後、ACKクロックの立ち下がりに同期して再度PINビットが“0”になり、再度 I²C busインタフェース割り込み要求が発生します。

表16.4 データ受信時の割り込み発生タイミング

| I ² C busインターフェース割り込み発生タイミング | 通信再開の方法 |
|---|--|
| 1. 最終データビットクロックの立ち下がりに同期 | S20レジスタのACKBITビットへの書き込み 次にPINビットを“1”に設定 (S00レジスタへの書き込み禁止 ACKクロック動作が不正確になる恐れがあります) |
| 2. ACKクロックの立ち下がりに同期 | S00レジスタへの書き込み |

WITビットを読み出すと内部WAITフラグの状態を読み出せます。内部WAITフラグはS00レジスタへの書き込みで“1”になり、S20レジスタ書き込みで“0”になります。

よって1, 2のどちらのタイミングで I²C busインタフェース割り込み要求が発生したのか判別ができません。(図.16.12参照)

なお、送信時およびスタートコンディション直後のアドレスデータ受信時は、WITビットの値にかかわらず、WAITフラグは“0”のまま、I²C busインタフェース割り込み要求はACKクロックの立ち下がり時にのみ発生します。また、S20レジスタのACK-CLKビットが“0”(ACKクロックなし)の時はWITビットは“0”にしてください。

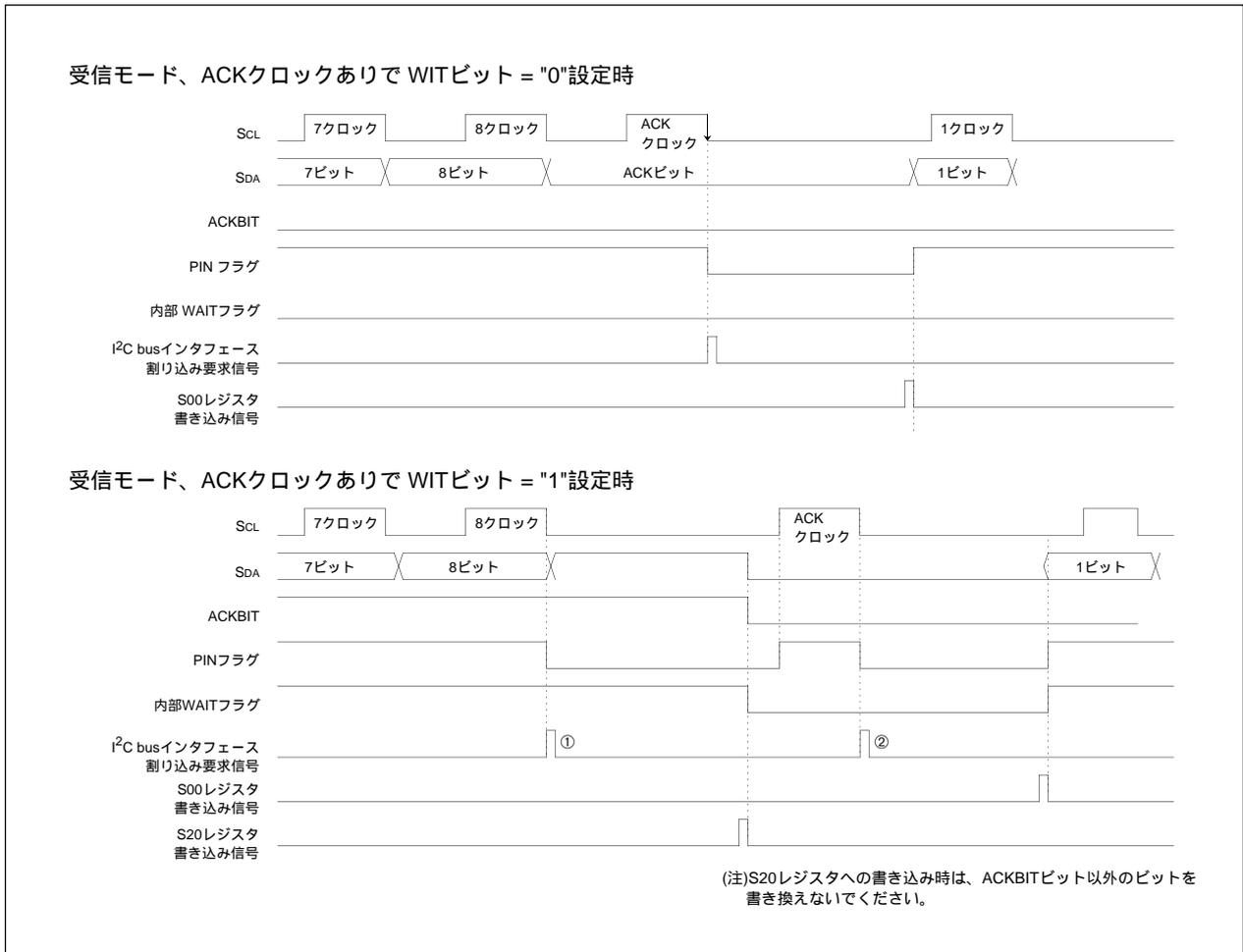


図 16.12 データ受信完了時の割り込み発生タイミング図

16.6.3 ビット 2,3 : ポート機能切り替えビット PED, PEC

S1D0レジスタのES0ビットが“1”(I²C busインタフェース許可)のとき、PEDビットに“1”を設定するとSDAMM端子が、PECビットに“1”を設定するとSCLMM端子がそれぞれ出力ポートとして機能します。このとき内部SCL/SDA出力信号に関係なくSDA端子、SCL端子にはP2_0ビット、P2_1ビットの設定値が出力されます。(SCL/SDAはI²C busインターフェース回路に接続しています)。

なお、PEDビット、PECビットの設定に関係なく、ポート方向レジスタを入力に設定してポートレジスタを読みだした場合は、バス上の信号値が読めます。表16.5にポート仕様を示します。

表.16.5 ポート仕様

| 端子名 | ES0ビット | PEDビット | P20方向レジスタ | 機能 |
|-----|--------|--------|-----------|-----------------|
| P20 | 0 | - | 0/1 | ポート入力 / ポート出力機能 |
| | 1 | 0 | - | SDA入出力機能 |
| | 1 | 1 | - | SDA入力機能、ポート出力機能 |
| | ES0ビット | PECビット | P21方向レジスタ | 機能 |
| P21 | 0 | - | 0/1 | ポート入力 / ポート出力機能 |
| | 1 | 0 | - | SCL入出力機能 |
| | 1 | 1 | - | SCL入力機能、ポート出力機能 |

16.6.4 ビット 4,5 : SDA/SCL出力論理値モニタビット SDAM /SCLM

I²C busインタフェース回路からのSDA出力信号、SCL出力信号の論理値をモニタすることが可能です。SDAM ビットはSDA出力論理値が、SCLMはSCL出力論理値がそれぞれモニタできます。本ビットは読み出し専用ビットです。書く時は“0”を書き込んでください。

16.6.5 ビット 6,7 : I²C bus システムクロック選択ビット ICK0, ICK1

ICK1、ICK0ビット、S4D0レジスタのICK4~ICK2ビット、およびPCLKRレジスタのPCLK0ビットの設定によって、I²C busインタフェース回路のシステムクロック(VIIC)を選択します。

I²C busシステムクロックVIICは、fIICの2分周、2.5分周、3分周、4分周、5分周、6分周、8分周から選択可能です。fIICは、PCLK0ビットの設定によって、f1またはf2から選択可能です。

表.16.6 I²C busシステムクロック選択ビット

| ICK4[S4D0] | ICK3[S4D0] | ICK2[S4D0] | ICK1[S3D0] | ICK0[S3D0] | I ² Cシステムクロック |
|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | VIIC=1/2 fIIC |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | VIIC=1/4 fIIC |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | VIIC=1/8 fIIC |
| 0 | 0 | 1 | X | X | VIIC=1/2.5 fIIC |
| 0 | 1 | 0 | X | X | VIIC=1/3 fIIC |
| 0 | 1 | 1 | X | X | VIIC=1/5 fIIC |
| 1 | 0 | 0 | X | X | VIIC=1/6 fIIC |

(ここに記載されていない組み合わせは設定禁止)

16.6.6 ウェイトモード/ストップモードでのアドレスデータ受信

CM0レジスタのCM02ビットを“0”(ウェイトモード時、周辺機能クロックを停止しない)を選択してウェイトモードに移行した場合、ウェイトモード中も、I²C busインタフェース回路はアドレスデータ受信が可能です。

ストップモード時、および低消費電力モード時はI²C busシステムクロックVIICが供給されないため、I²C busインタフェース回路は動作しません。

16.7 I²C0コントロールレジスタ2 (S4D0レジスタ)

S4D0レジスタは通信異常検出を制御するレジスタです。

転送中にSCLクロックが停止すると、各デバイスは通信状態のままで停止してしまいます。それを回避するため、I²C busインタフェース回路は、通信中にSCLクロックが"H"状態で一定時間以上停止したときにタイムアウトを検出してI²C busインタフェース割り込み要求を発生させる機能を備えています。図16.13を参照下さい。

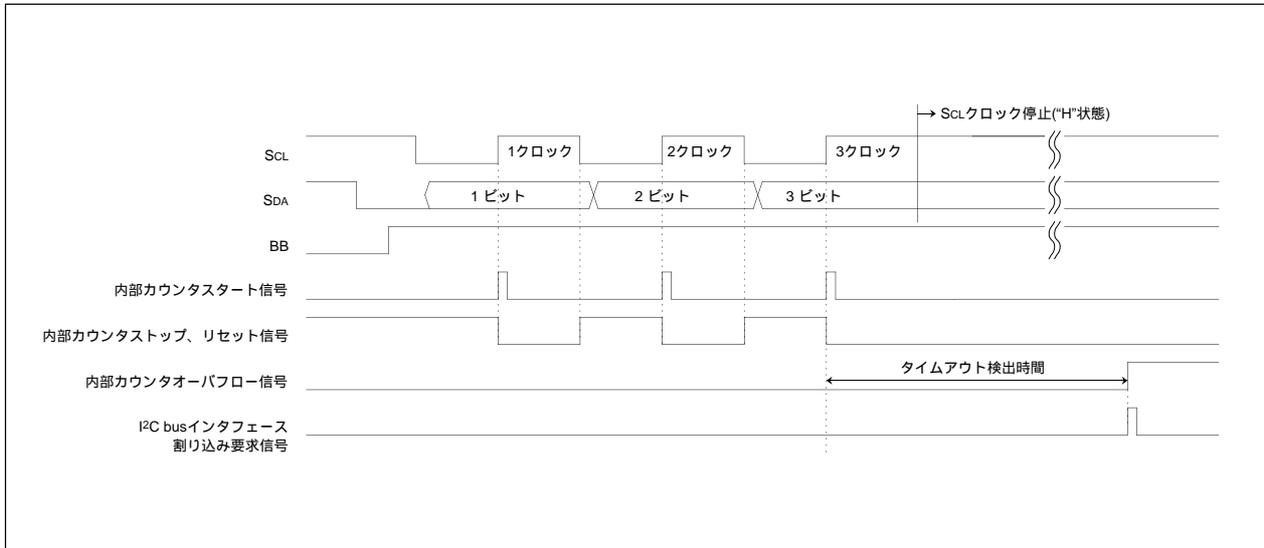


図 16.13 タイムアウト検出タイミング図

16.7.1 ビット0: タイムアウト検出機能許可ビット (TOE)

タイムアウト検出機能を許可するビットです。次の条件でTOEビットを“1”に設定すると、タイムアウトを検出し、I²C busインタフェース割り込み要求が発生します。

- 1) S10レジスタのBBフラグが“1” (バスビジー)
- 2) ScLクロックが一定時間以上“H”の状態に停止(表16.7参照)

タイムアウト検出時間は、内部カウンタにより計測し、タイムアウト検出時間選択ビット(TOSEL)によりロングタイムとショートタイムから選択できます。タイムアウトを検出した場合には、S1D0レジスタのES0ビットを“0” (I²C busインタフェース禁止)に設定して初期化してください。

16.7.2 ビット1: タイムアウト検出フラグ (TOF)

タイムアウト検出状態を示すフラグです。タイムアウト時間を計測する内部カウンタがオーバーフローするとTOFビットが“1”になり、同時にI²C busインタフェース割り込み要求が発生します。

16.7.3 ビット2: タイムアウト検出時間選択ビット (TOSEL)

タイムアウト検出時間をロングタイムとショートタイムから選択するビットで、TOSELを“0”に設定するとロングタイム、TOSELを“1”に設定するとショートタイムが選択されます。ロングタイムでは内部カウンタを16ビットカウンタとして、またショートタイムでは14ビットカウンタとして、I²C busシステムクロック(VIIC)をカウントソースとしてアップカウントします。タイムアウト検出時間の例を表16.7に示します。

表.16.7 タイムアウト検出時間例 (単位: ms)

| VIIC(MHz) | ロングタイムモード | ショートタイムモード |
|-----------|-----------|------------|
| 4 | 16.4 | 4.1 |
| 2 | 32.8 | 8.2 |
| 1 | 65.6 | 16.4 |

16.7.4 ビット 3,4,5: I²C busシステムクロック選択ビット (ICK2 ~ ICK4)

ICK4 ~ ICK2ビット、S3D0レジスタのICK1、ICK0ビット、およびPCLKRレジスタのPCLK0ビットの設定によって、I²C busインタフェース回路のシステムクロック(VIIC)を選択します。設定値は表16.6を参照してください。

16.7.5 ビット7: ストップコンディション検出割り込み要求ビット (SCPIN)

ストップコンディション検出割り込みをモニタするビットです。ストップコンディション検出によるI²C busインタフェース割り込みが発生すると“1”になります。

このビットはプログラムで“0”を書くと“0”になります。“1”を書いても変化しません。

16.8 I²C0スタート/ストップコンディション制御レジスタ(S2D0レジスタ)

S2D0レジスタは、スタートコンディション、ストップコンディションの検出を制御するレジスタです。

16.8.1 ビット0～ビット4: スタート/ストップコンディション設定ビット(SSC0-SSC4)

SCL開放時間、セットアップ時間、ホールド時間はI²C busシステムクロック(VIIC)により時間を計測しているため、発振周波数(XIN)や、I²C busシステムクロック選択ビットによって検出条件が変わってきます。したがって、システムクロックの周波数により、スタート/ストップコンディション設定ビット(SSC4～SSC0)に適切な値を設定して、SCL開放時間、セットアップ時間、ホールド時間を設定する必要があります。表16.10を参照してください。SSC4～SSC0ビットに奇数値及び“000002”は設定しないでください。各発振周波数での標準クロックモード時のSSC4～SSC0ビットへの推奨設定値を表16.2に示します。なお、スタート/ストップコンディションの検出はS1D0レジスタのES0ビットに“1”(I²C busインタフェース許可)を設定した直後より開始します。

16.8.2 ビット5: SCL/SDA割り込み端子極性選択ビット(SIP)

SCLあるいはSDA端子の立ち上がりあるいは立ち下がりエッジを検出してSCL/SDA割り込みを発生させることができます。

SIPビットで、SCLあるいはSDA端子の割り込みの極性を選択します。

16.8.3 ビット6: SCL/SDA 割り込み端子選択ビット(SIS)

SISビットで、SCL/SDA割り込みを有効にする端子を選択します。

注1. SIPビット、SISビットやS1D0レジスタのES0ビットの設定を変更する際、SCL/SDA割り込みの要求ビットがセットされることがあります。SCL/SDA割り込みを要因として選択している場合、SCL/SDA割り込みを禁止にした状態で上記のビット設定し、その後SCL/SDA割り込み要求ビットに“0”を書き込んでから、SCL/SDA割り込みを許可してください。

16.8.4 ビット7: スタート/ストップコンディション発生選択ビット(STSPSEL)

スタート/ストップコンディション発生時のセットアップ/ホールド時間を選択できます。セットアップ/ホールド時間の長さは、I²C busシステムクロックのサイクル数が基準になりますので表16.8を参照してください。I²C busシステムクロックの周波数が4MHzを超える場合は、このビットを“1”に設定してください。

16.9 スタートコンディション発生方法

S1D0レジスタのES0ビットが“1”(I²C busインタフェース許可)、S10レジスタのBBフラグが“0”(バスフリー)の状態、S10レジスタのMST,TRX,BBフラグに“1”、PIN,下位4ビットに“0”を同時に書き込みを行い、スタートコンディションスタンバイ状態に設定します。次に、S00レジスタにスレーブアドレスを書き込むとスタートコンディションが発生します。その後、ビットカウンタが“0002”になり1バイト分のSCLが出力されます。スタートコンディションの発生タイミングは、標準クロックモードと高速クロックモードで異なります。図16.16 スタートコンディション発生タイミング図と表16.8スタートコンディション発生タイミング表を参照してください。

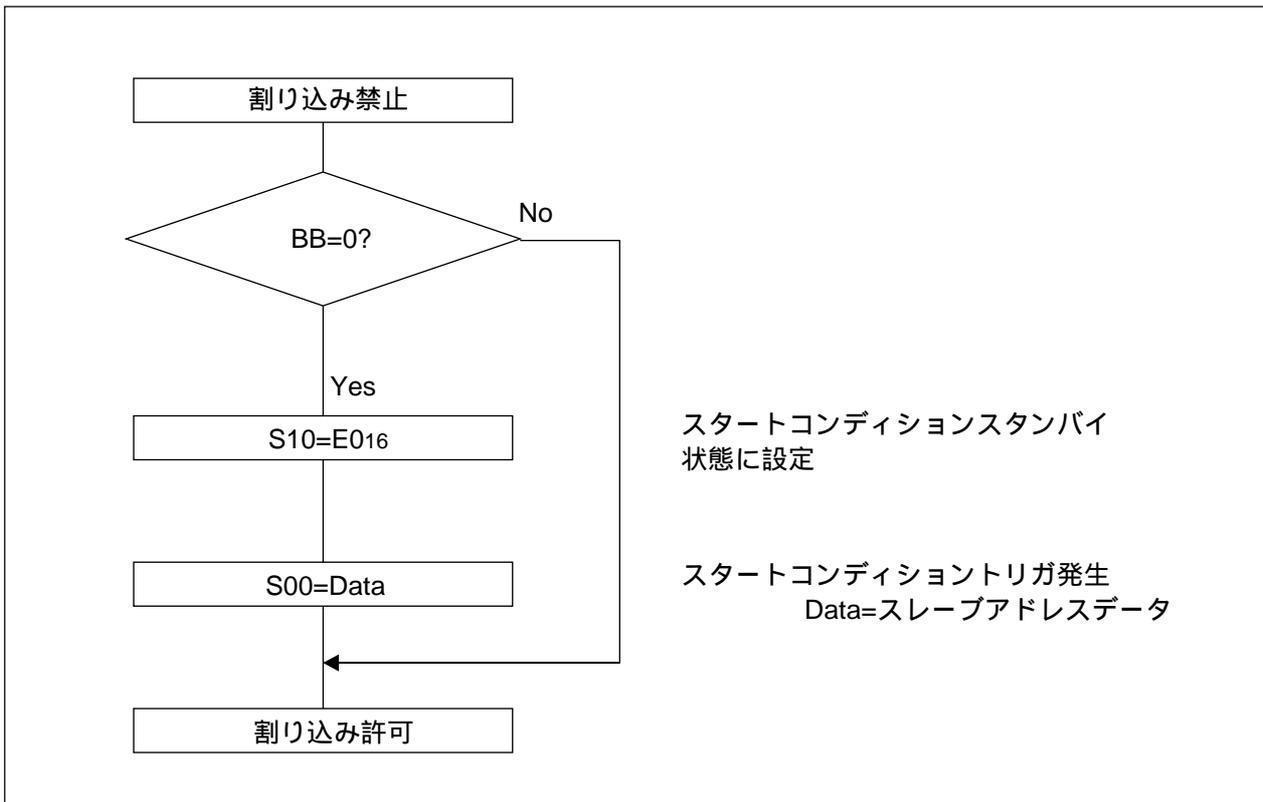


図 16.14 スタートコンディション発生フロー

16.10 スタートコンディション重複防止機能

スタートコンディション生成時は、S10レジスタのBBフラグでバスが使用されていないことを確認した後、スタートコンディションを発生しますが、BBフラグの確認直後に別のマスタデバイスが生成したスタートコンディションによりBBフラグが“1”(バスビジー)になった場合には、スタートコンディション重複防止機能によりスタートコンディション発生は中止されます。

スタートコンディション重複防止機能が働くと、次のように処理されます。

- ・スタートコンディションスタンバイ設定を禁止
すでに設定されていた場合はスタートコンディションスタンバイ状態を解除し、S10レジスタのMST,TRXビットが“0”になる
- ・S00レジスタへの書き込み禁止(スタートコンディショントリガ発生を禁止)
- ・スタートコンディション発生が中止された場合は、S10レジスタのALフラグが“1”(アービトラーションロスト検出)になる

スタートコンディション重複防止機能は、スタートコンディションのSdA立ち下がりからスレーブアドレスの受信完了までの期間有効となります。図.16.15にスタートコンディション重複防止機能の有効期間を示します。

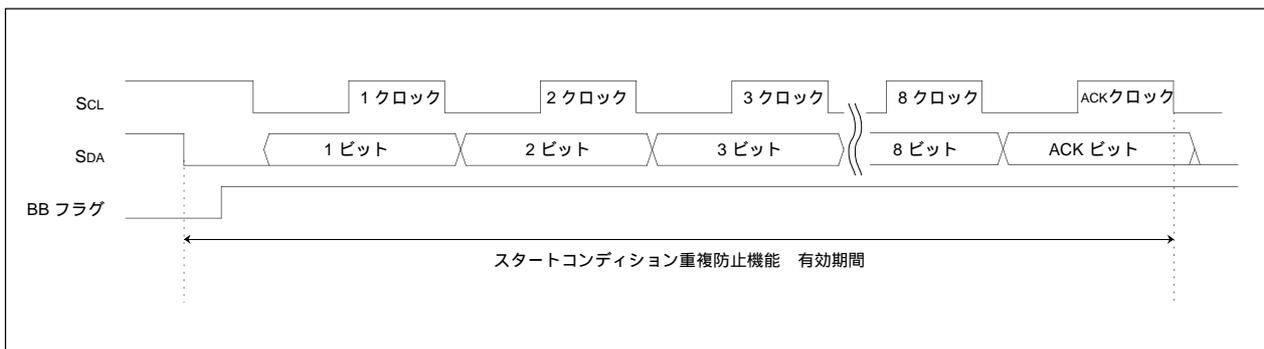


図16.15 スタートコンディション重複防止機能有効期間

16.11 ストップコンディション発生方法

S1D0レジスタのES0ビットが“1”(I²C busインタフェース許可)の状態、S10レジスタのMST,TRXビットに“1”、BB,PIN,下位4ビットに“0”を同時に書き込みを行い、ストップコンディションスタンバイ状態に設定します。次にS00レジスタにダミーデータを書き込むとストップコンディションが発生します。ストップコンディションの発生タイミングは、標準クロックモードと高速クロックモードで異なります。図16.17のストップコンディション発生タイミング図と表16.8ストップコンディション発生タイミング表を参照してください。

なお、ストップコンディションを発生させる命令を実行した後、S10レジスタのBBフラグが“0”(バスフリー)になるまでの間、S10レジスタ、S00レジスタに書き込みを行わないでください。ストップコンディション波形が正常に発生されないことがあります。

また、ストップコンディションを発生させる命令を実行し、SCL端子の入力信号が“H”になった後、S10レジスタのBBビットが“0”(バスフリー)になるまでの間に、SCL端子の入力信号が“L”になると、SCL端子へ“L”を出力します。

その場合、ストップコンディションの発生、S1D0レジスタのES0ビットへの“0”書き込み、IHRビットへの“1”書き込みのいずれかを行うとSCL端子への“L”出力を停止します。

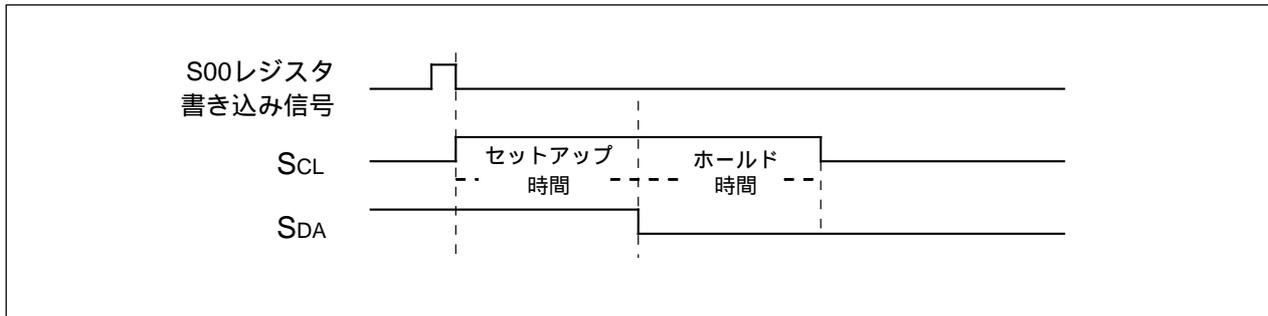


図16.16 スタートコンディション発生タイミング図

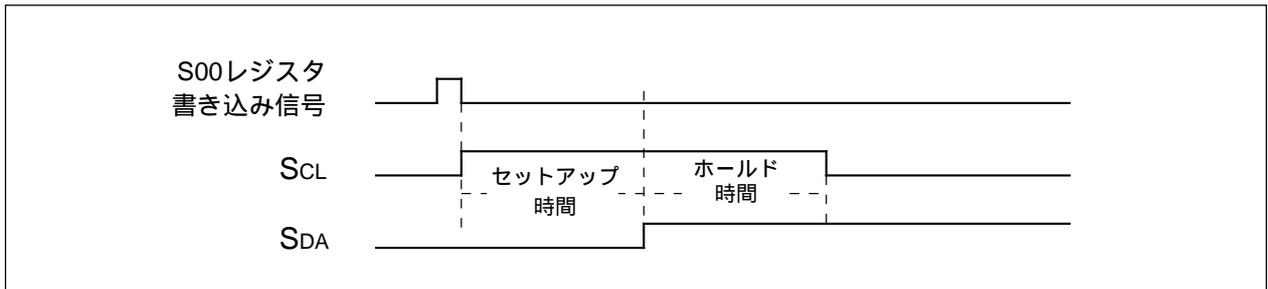


図16.17 ストップコンディション発生タイミング図

表16.8 スタート/ストップコンディション発生タイミング表

| 項目 | スタート/ストップコンディション発生選択ビット | 標準クロックモード | 高速クロックモード |
|----------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| セットアップ時間 | “0” | 5.0 μ s (20 サイクル) | 2.5 μ s (10 サイクル) |
| | “1” | 13.0 μ s (52 サイクル) | 6.5 μ s (26 サイクル) |
| ホールド時間 | “0” | 5.0 μ s (20 サイクル) | 2.5 μ s (10 サイクル) |
| | “1” | 13.0 μ s (52 サイクル) | 6.5 μ s (26 サイクル) |

注: V_{IIC} = 4MHz時の絶対時間、()内は V_{IIC} のサイクル数

以上のようにS10レジスタのMST,TRXビットに“1”、BBフラグに“1”または“0”、PINビットと下位4ビットに“0”を同時に書き込むとスタートコンディションまたはストップコンディションスタンバイ状態になり、スタートコンディションスタンバイ状態ではSDAを開放し、ストップコンディションスタンバイ状態ではSDAを“L”にします。その後、S00レジスタへ書くと、スタート/ストップコンディションを発生します。なお、スタート/ストップコンディションを発生させないで、MST,TRXビットを“1”に設定する場合には、下位4ビットには“1”を同時に書き込んでください。表16.9にS10レジスタ書き込みによる機能を示します。

表16.9 S10レジスタ書き込みによる機能一覧

| S10レジスタ書き込み値 | | | | | | | | 機 能 |
|--------------|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|---|
| MST | TRX | BB | PIN | AL | AAS | AS0 | LRB | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | マスタ送信モードでスタートコンディションスタンバイ状態に設定 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | マスタ送信モードでストップコンディションスタンバイ状態に設定 |
| 0/1 | 0/1 | - | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 各通信モードに設定(16.5 I ² C0ステータスレジスタを参照) |

16.12 スタート/ストップコンディション検出動作

スタート/ストップコンディション検出動作を図 16.18、図16.19と表16.10に示します。スタート/ストップコンディションは S2D0レジスタのSSC4～SSC0ビットにより条件が設定され、SCL,SDA端子の入力信号が、表16.10のSCL開放時間、セットアップ時間及びホールド時間の3つの条件を満たす場合のみ、スタート/ストップコンディションを検出できます。また、S10レジスタのBBフラグは、スタートコンディションの検出により“1”になり、ストップコンディションの検出により“0”になります。BBフラグのセット/リセットのタイミングは標準クロックモードと高速クロックモードで異なります。「表16.10スタートコンディション/ストップコンディションの検出条件」のBBフラグセット/リセット時間を参照してください。

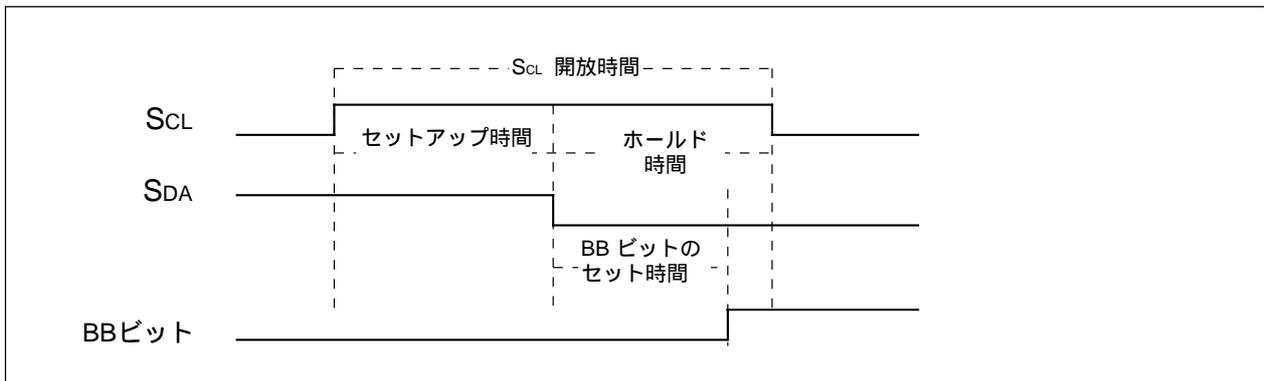


図16.18 スタートコンディション検出のタイミング図

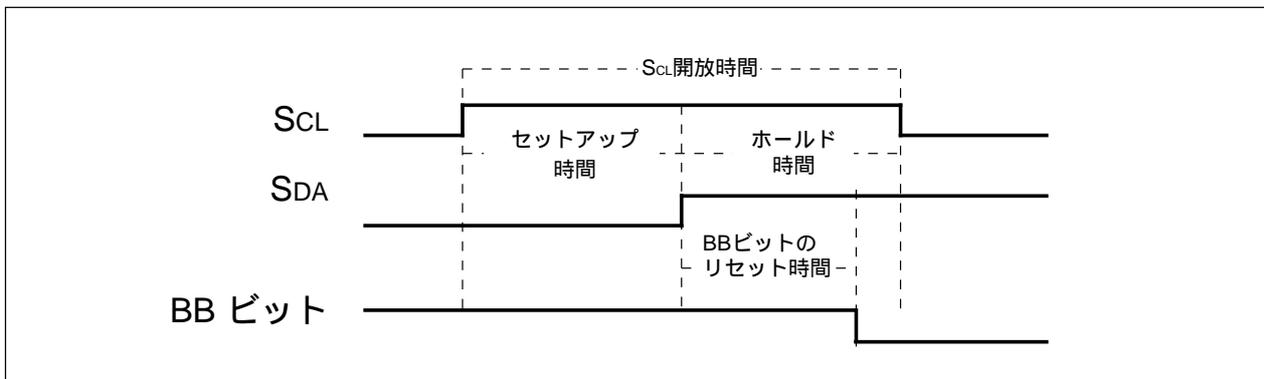


図16.19 ストップコンディション検出のタイミング図

表 16.10 スタートコンディション/ストップコンディションの検出条件

| | 標準クロックモード | 高速クロックモード |
|---------------------|---|--------------------|
| SCL開放時間 | SSC 値+1 サイクル (6.25μs) | 4 サイクル (1.0μs) |
| セットアップ時間 | $\frac{\text{SSC 値} + 1 \text{ サイクル} < 4.0\mu\text{s}}{2}$ (3.25μs) | 2 サイクル (0.5μs) |
| ホールド時間 | $\frac{\text{SSC 値} \text{ サイクル} < 4.0\mu\text{s}}{2}$ (3.0μs) | 2 サイクル (0.5μs) |
| BBフラグセット/ リセット時間 | $\frac{\text{SSC 値} - 1 + 2 \text{ サイクル}}{2}$ (3.375μs) | 3.5 サイクル (0.875μs) |

注1: 単位はI²C busシステムクロックV_{IIC}のサイクル数

SSC値はスタート/ストップコンディション設定ビットSSC4～SSC0を10進数表記した値です。SSC値=0及び奇数となる設定は禁止です。()内はV_{IIC}=4MHz時、S2D0レジスタに“18₁₆”を設定した場合の時間の一例です。

16.13 データ転送例

7ビットアドレスのフォーマットでマスタ送信またはスレーブ受信を行う場合の制御例を次に示します。
図16.20にデータ伝送フォーマットを示します。

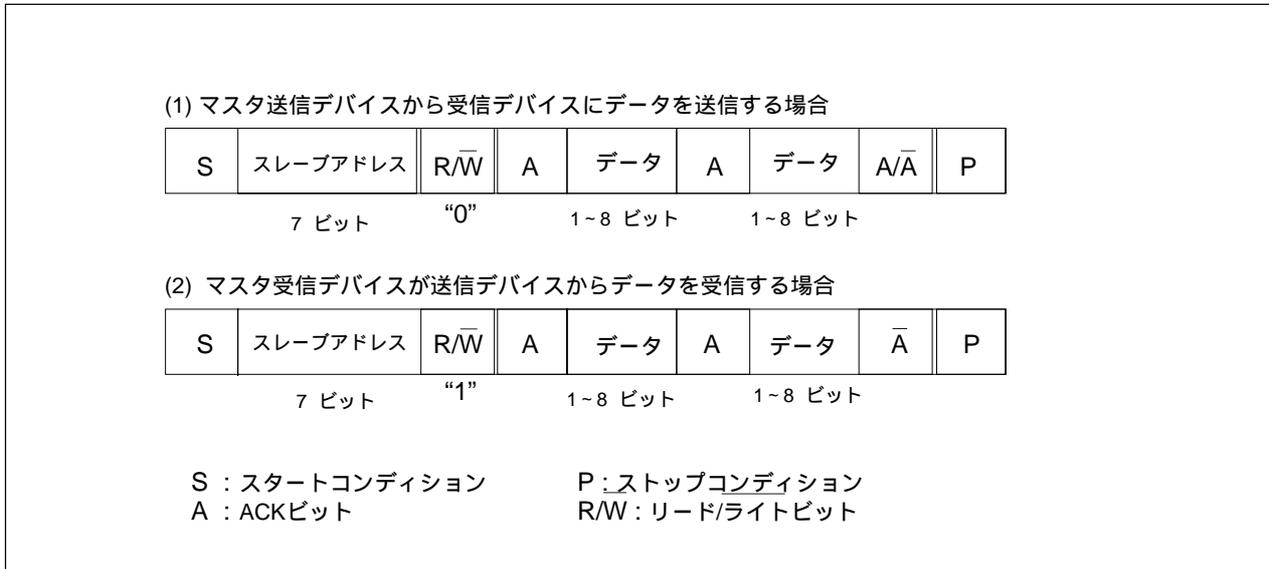


図 16.20 データ伝送フォーマット

16.13.1 マスタ送信例

標準クロックモード、SCL周波数100 kHz、ACKクロックありの場合のマスタ送信例を以下に示します。

- (1) S0D0レジスタの上位7ビットにスレーブアドレスを設定します。
- (2) S20レジスタに "85₁₆"、S4D0レジスタのICK4~ICK2ビットを "000₂"、S3D0レジスタに "00₁₆" を設定することによって、ACKクロックあり、SCL = 100 kHzにします。(f₁=8MHz、f_{IIC}=f₁時)
- (3) S10レジスタに "00₁₆" を設定し、送受信のモードを初期状態にします。
- (4) S1D0レジスタに "08₁₆" を設定することによって、通信許可状態にします。
- (5) S10レジスタのBBフラグによりバスフリー状態を確認します。
- (6) S10レジスタに "E0₁₆" を設定して、スタートコンディションスタンバイ状態に設定します。
- (7) S00レジスタの上位7ビットに送信先のアドレスデータと最下位ビットに "0" を設定します。これによりスタートコンディションが発生します。このとき、1バイト分のSCLとACKクロックは自動的に発生します。
- (8) S00レジスタに送信データを設定します。このとき、SCLとACKクロックは自動的に発生します。
- (9) 複数バイトの制御データを送信する場合(8)を繰り返します。
- (10) スレーブ受信側からのACK応答が返らない場合、あるいは送信が終了した場合は、S10レジスタに "C0₁₆" を設定して、ストップコンディションスタンバイ状態に設定します。
- (11) S00レジスタにダミーデータを書き込むことにより、ストップコンディションが発生させます。

16.13.2 スレーブ受信例

高速クロックモード、SCL周波数400 kHz、ACKクロックあり、アドレッシングフォーマットの場合のスレーブ受信例を以下に示します。

- (1)S0D0レジスタの上位7ビットにスレーブアドレスを設定します。
- (2)S20レジスタに“ A5₁₆ ”、S4D0レジスタのICK4～ICK2ビットを“ 000₂ ”、S3D0レジスタに“ 00₁₆ ”を設定することによって、ACKクロックあり、SCL = 400 kHzにします。(f₁=8MHz、f_{IIC}=f₁時)
- (3)S10レジスタに“ 00₁₆ ”を設定し送受信のモードを初期状態にします。
- (4)S1D0レジスタに“ 08₁₆ ”を設定することによって、通信許可状態にします。
- (5)スタートコンディションを受信すると、アドレス比較されます。
- (6)・送信されたアドレスが全て“ 0 ”の場合(ジェネラルコール)、S10レジスタのADR0ビットが“ 1 ”になり、I²C busインタフェース割り込み要求が発生します。
・送信されたアドレスが(1)で設定したアドレスと一致した場合、S10レジスタのAASフラグが“ 1 ”になり、I²C busインタフェース割り込み要求が発生します。
・上記以外の場合、S10レジスタのADR0ビットが“ 0 ”、AASフラグが“ 0 ”になり、I²C busインタフェース割り込み要求は発生しません。
- (7)S00レジスタにダミーデータを設定します。
- (8)1バイトのデータを受信すると自動的にACK応答を返し、I²C busインタフェース割り込み要求信号が発生します。
- (9)受信したデータの内容によりACK応答を返すか返さないか判断する場合は、S3D0レジスタのWITビットを“ 1 ”(データ受信完了によるI²C busインタフェース割り込み許可)に設定した後、S00レジスタにダミーデータを設定してデータを受信します。1バイトのデータを受信するとI²C busインタフェース割り込みが発生しますのでACKBITビットに“ 1 ”または“ 0 ”を設定し、ACKビットを出力します。
- (10)複数バイト制御データを受信する場合、(7)(8)または(7)(9)を繰り返します。
- (11)ストップコンディションを検出すると通信を終了します。

16.14 使用上の注意事項

(1) I²C busインタフェース回路の各レジスタアクセス

I²C busインタフェース回路の各制御レジスタに対して、読み出し/書き込みする場合の注意事項を示します。

・S00レジスタ

データ転送中に書き込みを行わないでください。転送用ビットカウンタがリセットされ正常にデータ転送ができなくなります。

・S1D0レジスタ

スタートコンディション検出時と1バイト転送完了時にBC2～BC0ビットが“0002”になりますので、このタイミングで読み出し/書き込みを行った場合、意図しない値になることがあります。ビットカウンタリセットタイミングを図16.22、図16.23に示します。

・S20レジスタ

転送途中で、ACKBITビット以外のビットを書き換えしないでください。転送中に書き換えを行うとI²C busクロック回路がリセットされ、正常に転送できません。

・S3D0レジスタ

ICK4～ICK0ビットはS1D0レジスタのES0ビットを“0”(I²C busインタフェース禁止)に設定している状態で書き換えを行ってください。WITビットは、読み出しを行うと、内部WAITフラグが読み出されます。よって本レジスタにはビット処理命令(リードモディファイライト命令)を使用しないでください。

・S10レジスタ

全てのビットが通信状態により変化しますので、ビット処理命令(リードモディファイライト命令)を使用しないでください。また、通信モードを設定するMST,TRXビットが変化するタイミングでは読み出し/書き込みを行わないでください。意図しない値になることがあります。MST,TRビットが変化するタイミングを図16.21～図16.23に示します。

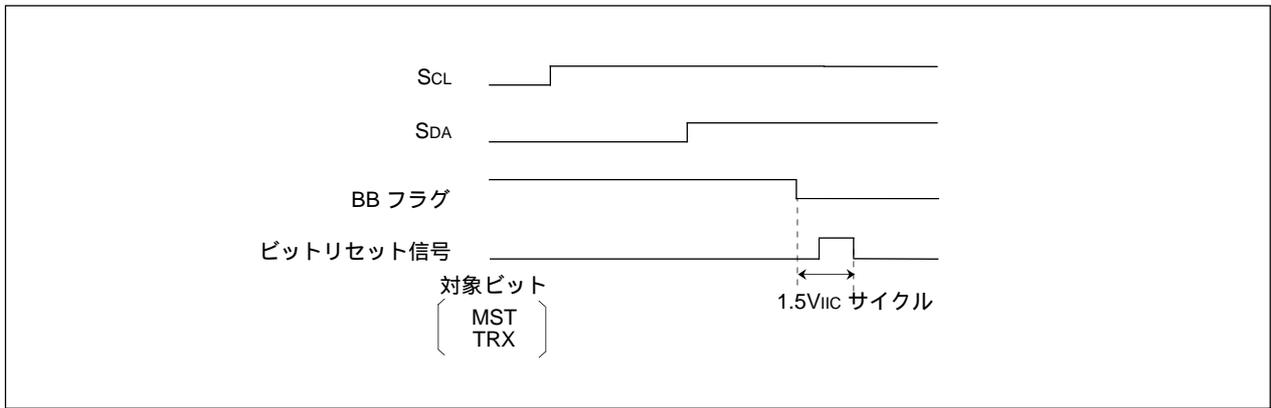


図16.21 ビットリセットタイミング(ストップコンディション検出)

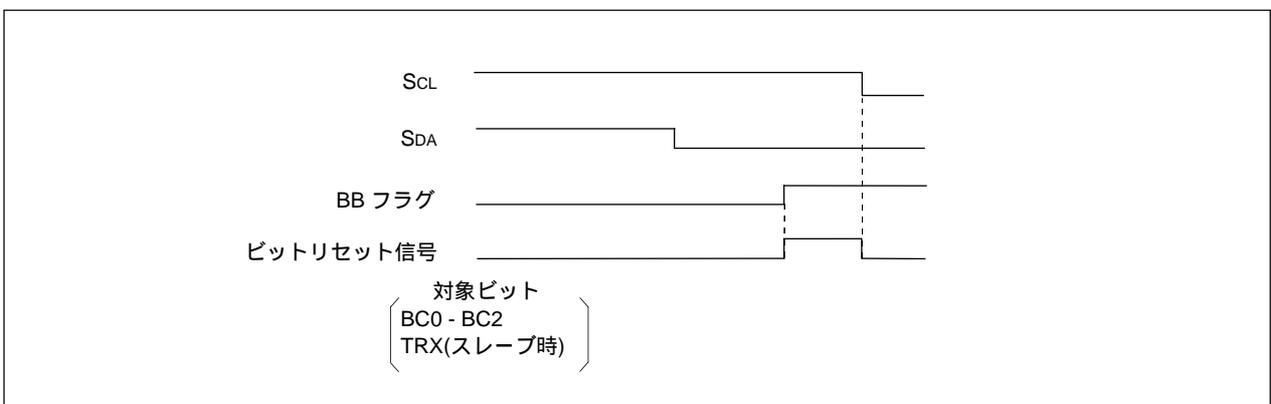


図 16.22 ビットリセットタイミング(スタートコンディション検出)

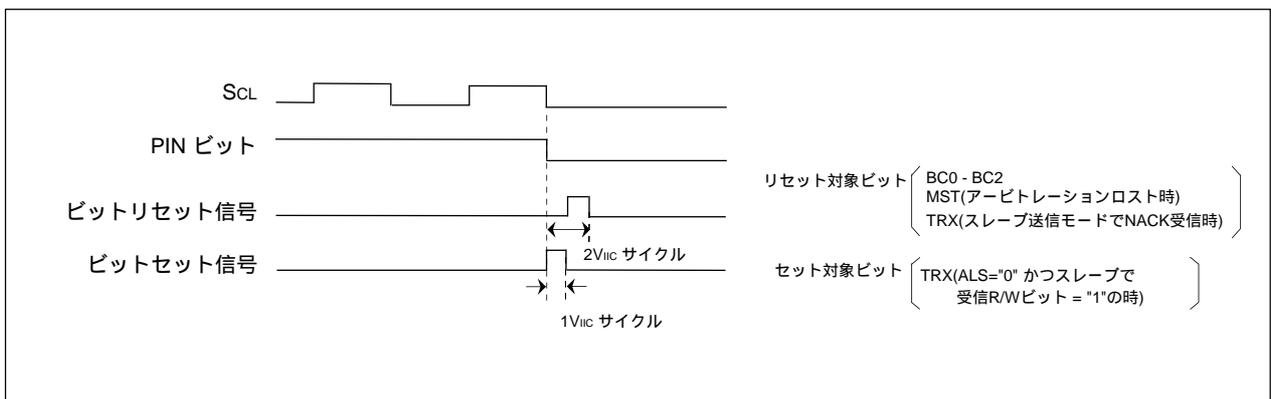


図16.23 ビットセット/リセットタイミング(データ転送完了時)

(2) リスタートコンディションの発生

1バイトのデータ転送完了後にリスタートコンディションを発生させる場合、S10レジスタに“E016”を書き込んでスタートコンディションスタンバイに設定して、一旦SDAMM端子を開放します。SDAが十分に“H”になるまでソフトウェアにてウェイトした後にS00レジスタに書き込むことで、スタートコンディショントリガを発生させてください。図16.24にリスタートコンディション発生タイミング図を示します。

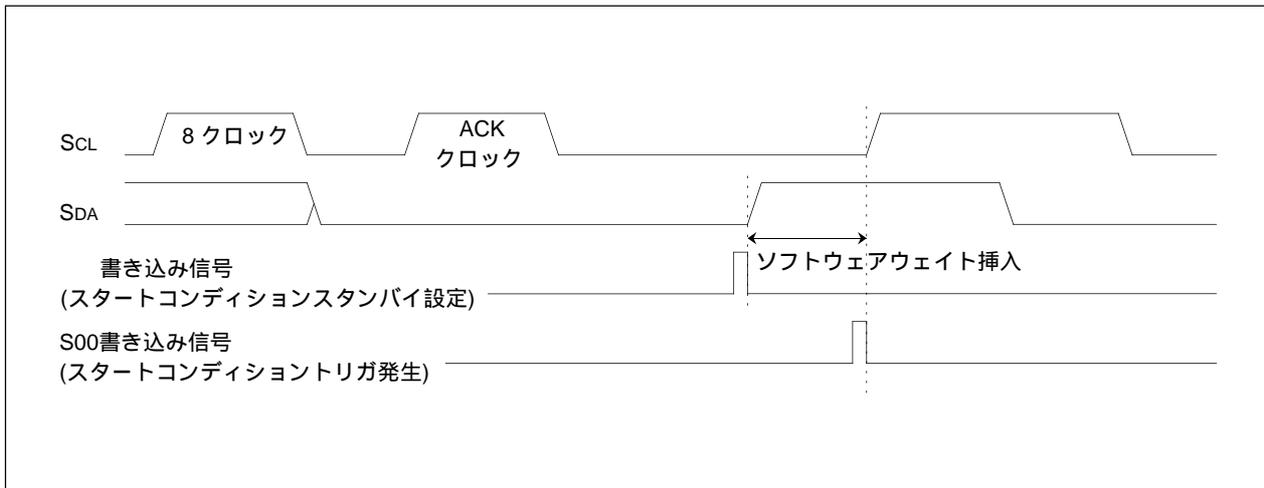


図16.24 リスタートコンディション発生タイミング図

(3) CPUクロックの制限

CM0レジスタのCM07ビットに“1” (サブクロック)を選択している状態でI²C busインタフェース回路の各レジスタを読み書きすることはできません。“0” (メインクロック、PLLクロック、またはオンチップオシレータクロック)を選択している状態で読み書きしてください。

17. CANモジュール

M16C/29グループは、CAN2.0B仕様に対応したCAN (Controller Area Network) モジュールを1チャンネル搭載しています。CANモジュールは標準 (11ビット) Identifier (以下、IDと略す) と拡張 (29ビット) IDの両フォーマットのメッセージを送受信できます。

図17.1にCANモジュールブロック図を示します。

なお、CANバスドライバ/レシーバは外付けしてください。

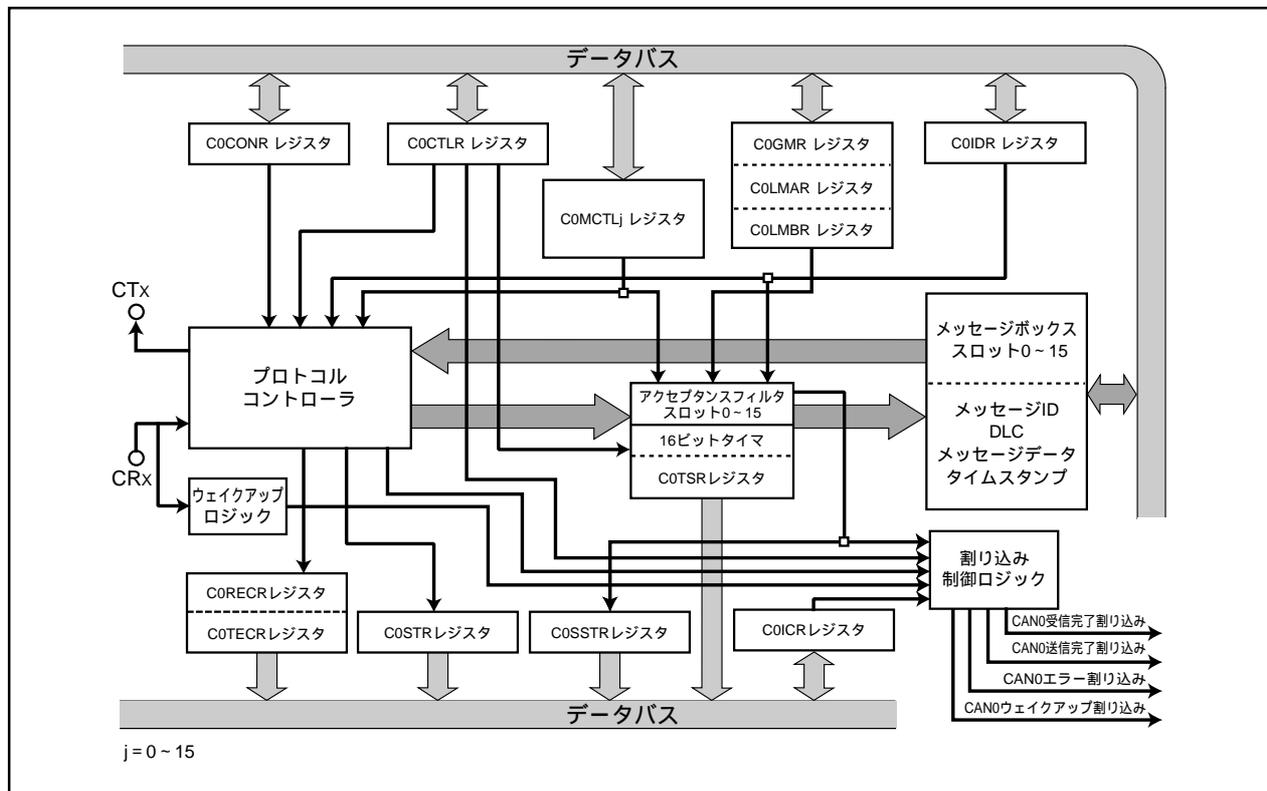


図17.1 CANモジュールブロック図

| | |
|-------------|---|
| CTx / CRx | : CANの入出力端子です。 |
| プロトコルコントローラ | : バスアービトラージョンや送受信時のビットタイミング、スタッフ処理、エラー処理など、CANプロトコル処理を行います。 |
| メッセージボックス | : 送信または受信スロットとして使用可能な16個のスロットで構成されています。固有のID、データ長コード、8バイトのデータ、およびタイムスタンプを含みます。 |
| アクセプタンスフィルタ | : 受信メッセージのフィルタ処理を行います。このフィルタ処理には、COGMRレジスタ、COLMARレジスタ、またはCOLMBRレジスタを使用します。 |
| タイマ | : タイムスタンプ機能に使用します。メッセージメモリに受信メッセージを格納するとき、このタイマ値はタイムスタンプとして格納されます。 |
| ウェイクアップ機能 | : CANバスからの受信メッセージでCAN0ウェイクアップ割り込み要求を発生します。 |
| 割り込み発生機能 | : CANモジュールによって割り込み要求が発生します。CAN0受信完了割り込み、CAN0送信完了割り込み、CAN0エラー割り込み、およびCAN0ウェイクアップ割り込みの4種類があります。 |

17.1 CANモジュール関連レジスタ

CANモジュールの関連レジスタは次の通りです。

(1) CAN0メッセージボックス

16バイト（または8ワード）の16個のロットで構成されています。ロット14、15はBasic CAN仕様として使用できます。

- ・ロットの優先順位は、送信および受信時ともロット番号の小さいものが優先順位が高くなっています（昇順）。
- ・ロットはプログラムで受信または送信ロットを選択できます。

(2) アクセプタンスマスクレジスタ

3つのアクセプタンスフィルタで構成されています。

- ・CAN0グローバルマスクレジスタ（C0GMRレジスタ：6バイト）
ロット0～13に対するアクセプタンスフィルタ処理時のマスク条件を設定します。
- ・CAN0ローカルマスクAレジスタ（C0LMARレジスタ：6バイト）
ロット14に対するアクセプタンスフィルタ処理時のマスク条件を設定します。
- ・CAN0ローカルマスクBレジスタ（C0LMBRレジスタ：6バイト）
ロット15に対するアクセプタンスフィルタ処理時のマスク条件を設定します。

(3) CAN専用レジスタ（SFR）

- ・CAN0メッセージ制御レジスタ j （ $j=0\sim 15$ ）（C0MCTL j レジスタ：8ビット×16本）
各ロットの送受信制御を行います。
- ・CAN i 制御レジスタ（ $i=0, 1$ ）（CiCTLRレジスタ：16ビット）
CANプロトコルの制御レジスタです。
- ・CAN0ステータスレジスタ（C0STRレジスタ：16ビット）
CANプロトコルの動作状態を表します。
- ・CAN0ロットステータスレジスタ（C0SSTRレジスタ：16ビット）
各ロットの通信状態を表します。
- ・CAN0割り込み制御レジスタ（C0ICRレジスタ：16ビット）
各ロットの割り込み許可および禁止を設定します。
- ・CAN0拡張IDレジスタ（C0IDRレジスタ：16ビット）
各ロットのIDフォーマット（標準・拡張）を指定します。
- ・CAN0バスタイミング制御レジスタ（C0CONRレジスタ：16ビット）
バスタイミングを設定します。
- ・CAN0受信エラーカウントレジスタ（C0RECRレジスタ：8ビット）
CANモジュールの受信時のエラー状態を表します。
エラーの発生状態に従って、カウンタ値を増減させます。
- ・CAN0送信エラーカウントレジスタ（C0TECRレジスタ：8ビット）
CANモジュールの送信時のエラー状態を表します。
エラーの発生状態によって、カウンタ値を増減させます。
- ・CAN0タイムスタンプレジスタ（C0TSRレジスタ：16ビット）
タイムスタンプカウンタ値を表します。
- ・CAN0アクセプタンスフィルタサポートレジスタ（C0AFSレジスタ：16ビット）
アクセプタンスフィルタサポートユニットで使用するために受信IDをデコードします。

次に各レジスタについて説明します。

17.1.1 CAN0メッセージボックス

表17.1にCAN0メッセージボックスのメモリ配置を示します。

メッセージボックスへは、バイトまたはワードアクセスができます。

バイトアクセスとワードアクセスではメッセージ内容の配置が異なります。バイトアクセスまたはワードアクセスは、COCTRLレジスタのMsgOrderビットで設定します。

表17.1 CAN0メッセージボックスのメモリ配置

| アドレス | メッセージ内容 | |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | バイトアクセス時の メモリ配置(8ビット) | ワードアクセス時の メモリ配置(16ビット) |
| $0060_{16} + n \cdot 16 + 0$ | SID ₁₀ ~ SID ₆ | SID ₅ ~ SID ₀ |
| $0060_{16} + n \cdot 16 + 1$ | SID ₅ ~ SID ₀ | SID ₁₀ ~ SID ₆ |
| $0060_{16} + n \cdot 16 + 2$ | EID ₁₇ ~ EID ₁₄ | EID ₁₃ ~ EID ₆ |
| $0060_{16} + n \cdot 16 + 3$ | EID ₁₃ ~ EID ₆ | EID ₁₇ ~ EID ₁₄ |
| $0060_{16} + n \cdot 16 + 4$ | EID ₅ ~ EID ₀ | データ長コード(DLC) |
| $0060_{16} + n \cdot 16 + 5$ | データ長コード(DLC) | EID ₅ ~ EID ₀ |
| $0060_{16} + n \cdot 16 + 6$ | データバイト0 | データバイト1 |
| $0060_{16} + n \cdot 16 + 7$ | データバイト1 | データバイト0 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| $0060_{16} + n \cdot 16 + 13$ | データバイト7 | データバイト6 |
| $0060_{16} + n \cdot 16 + 14$ | タイムスタンプ上位バイト | タイムスタンプ下位バイト |
| $0060_{16} + n \cdot 16 + 15$ | タイムスタンプ下位バイト | タイムスタンプ上位バイト |

n: スロット番号。n=0~15

図17.2、図17.3にバイトアクセスおよびワードアクセス時の各スロット内のビット配置を示します。各スロットの内容は、新たなメッセージの送受信が行われな限り、以前の値を保持します。

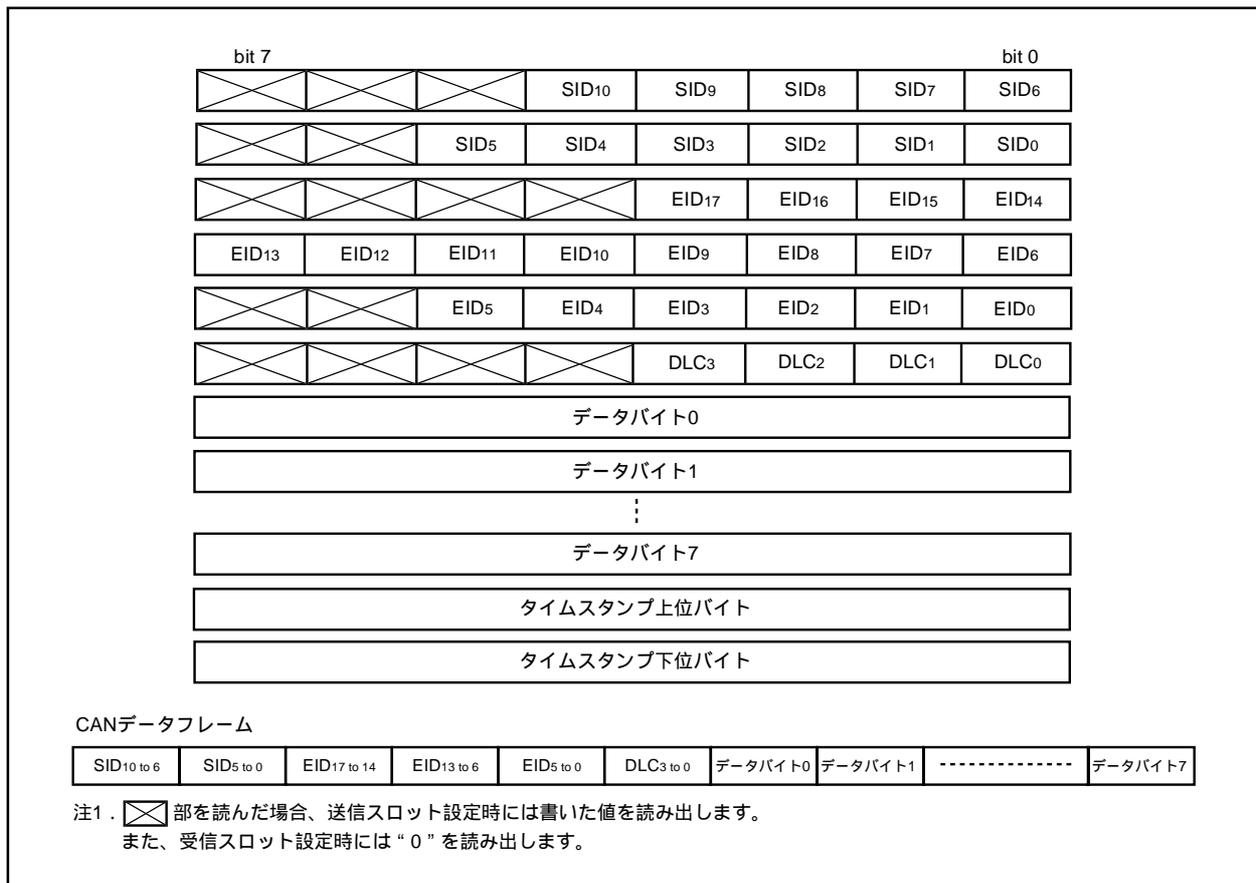


図17.2 バイトアクセス時の各スロット内のビット配置

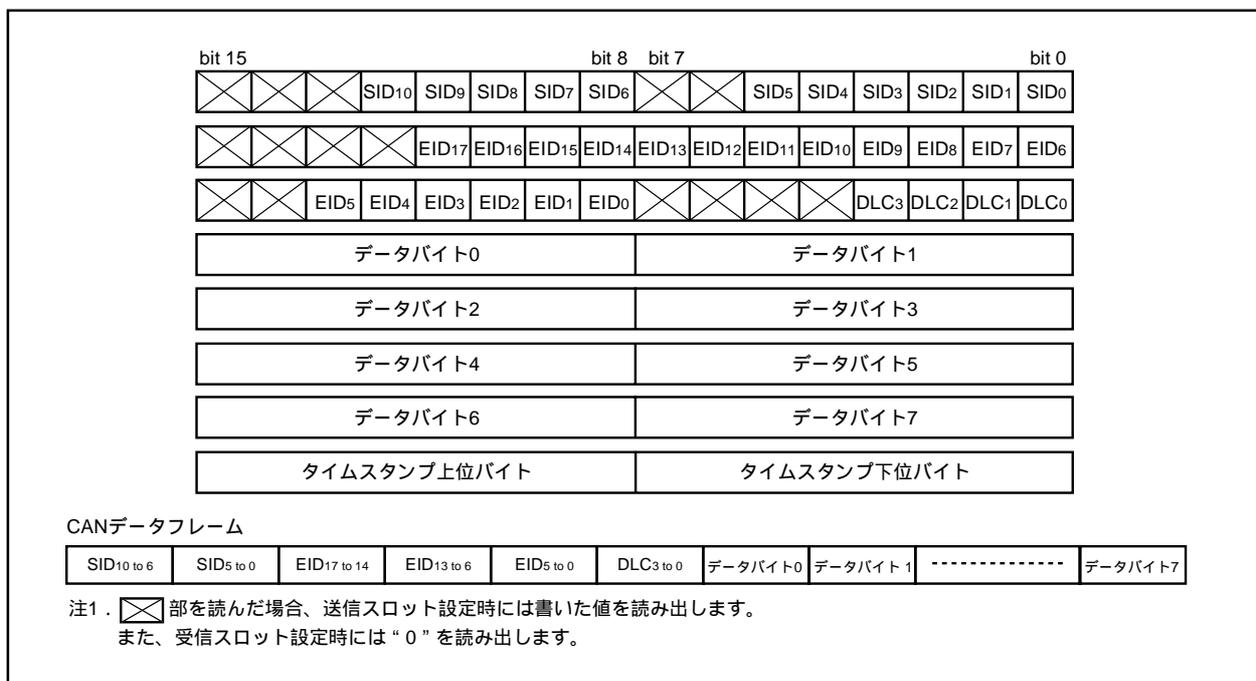


図17.3 ワードアクセス時の各スロット内のビット配置

17.1.2 アクセプタンスマスクレジスタ

図17.4、図17.5にバイトおよびワードアクセス時のCOGMRレジスタ、COLMARレジスタおよびCOLMBRレジスタのビット配置を示します。

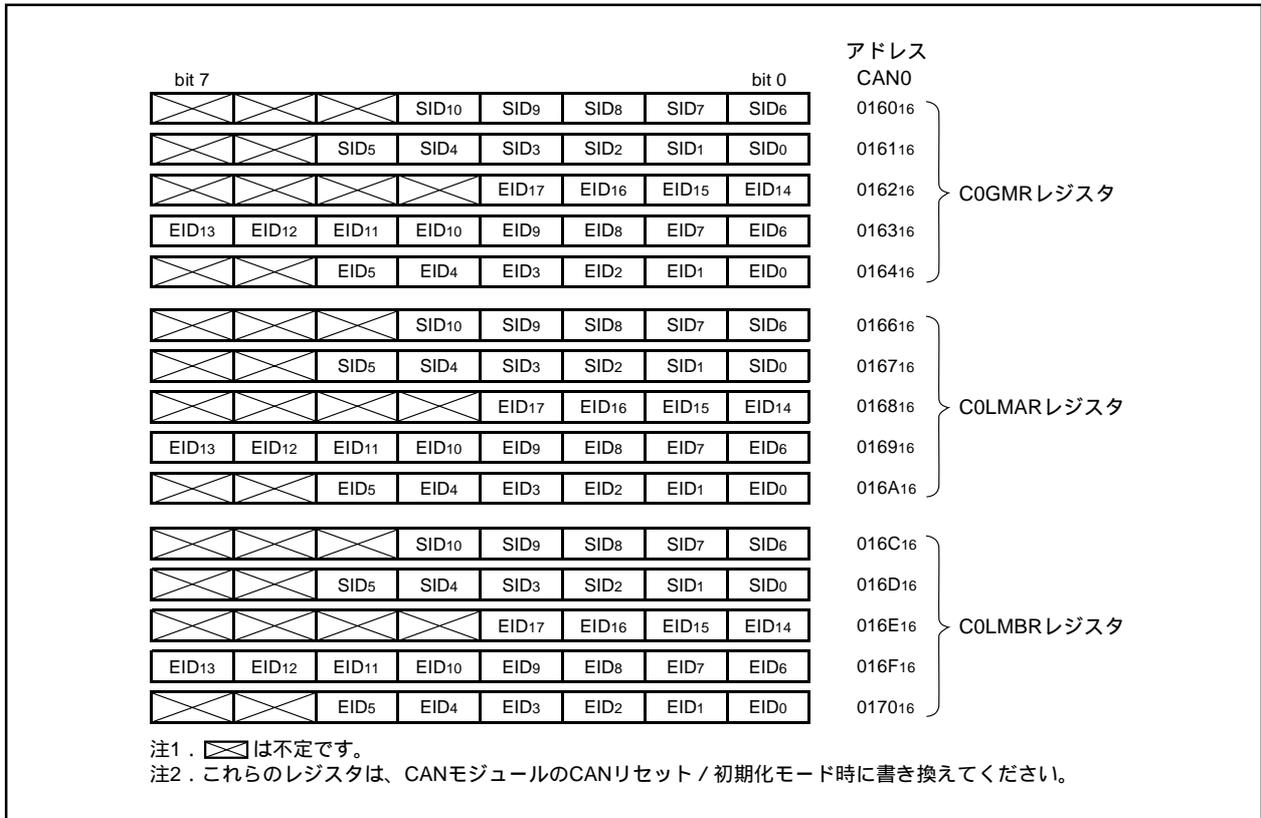


図17.4 バイトアクセス時の各マスクレジスタのビット配置

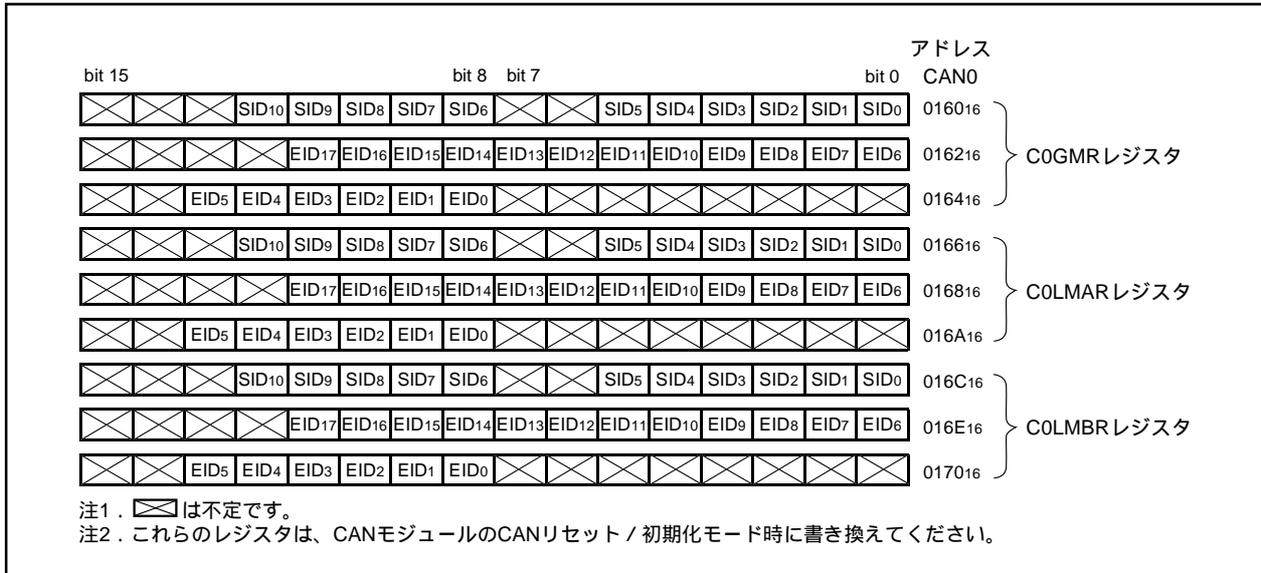


図17.5 ワードアクセス時の各マスクレジスタのビット配置

17.1.3 CAN SFRレジスタ

17.1.3.1 COMCTLjレジスタ (j=0~15)

図17.6にCOMCTLjレジスタを示します。

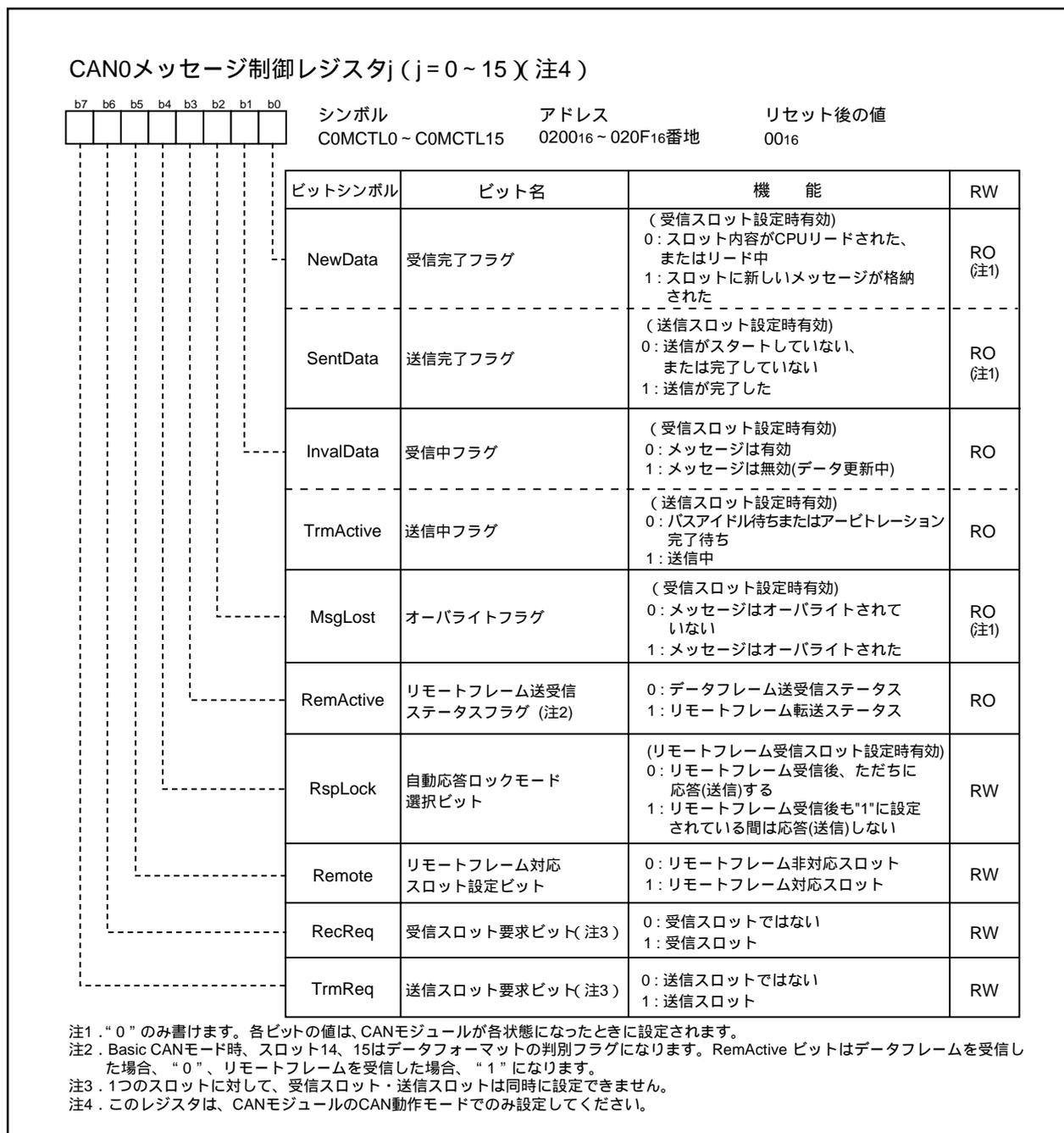


図17.6 COMCTLjレジスタ

17.1.3.2 COCTLRレジスタ

図17.7にCOCTLRレジスタを示します。

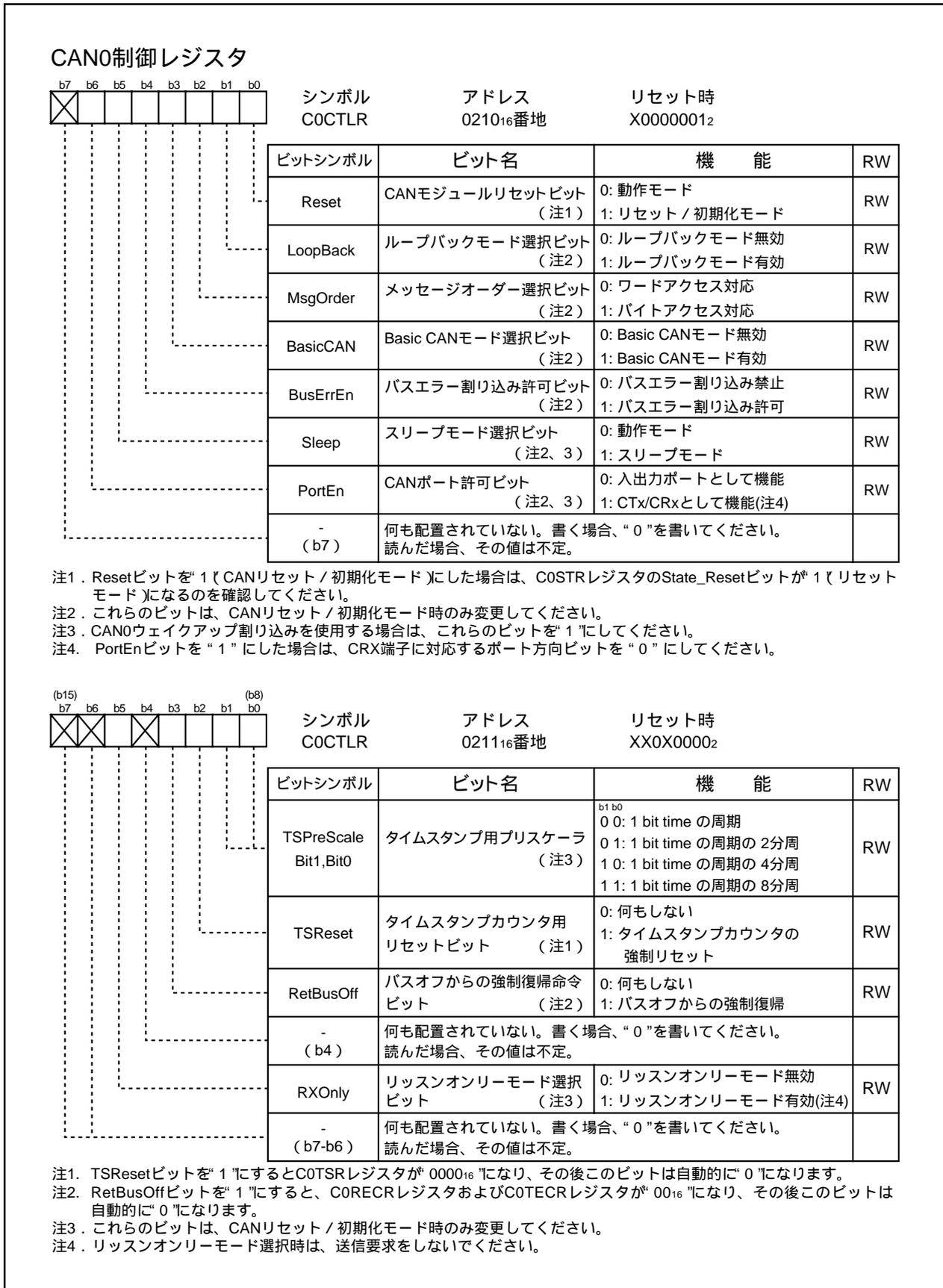


図17.7 COCTLRレジスタ

17.1.3.3 C0STRレジスタ

図17.8にC0STRレジスタを示します。

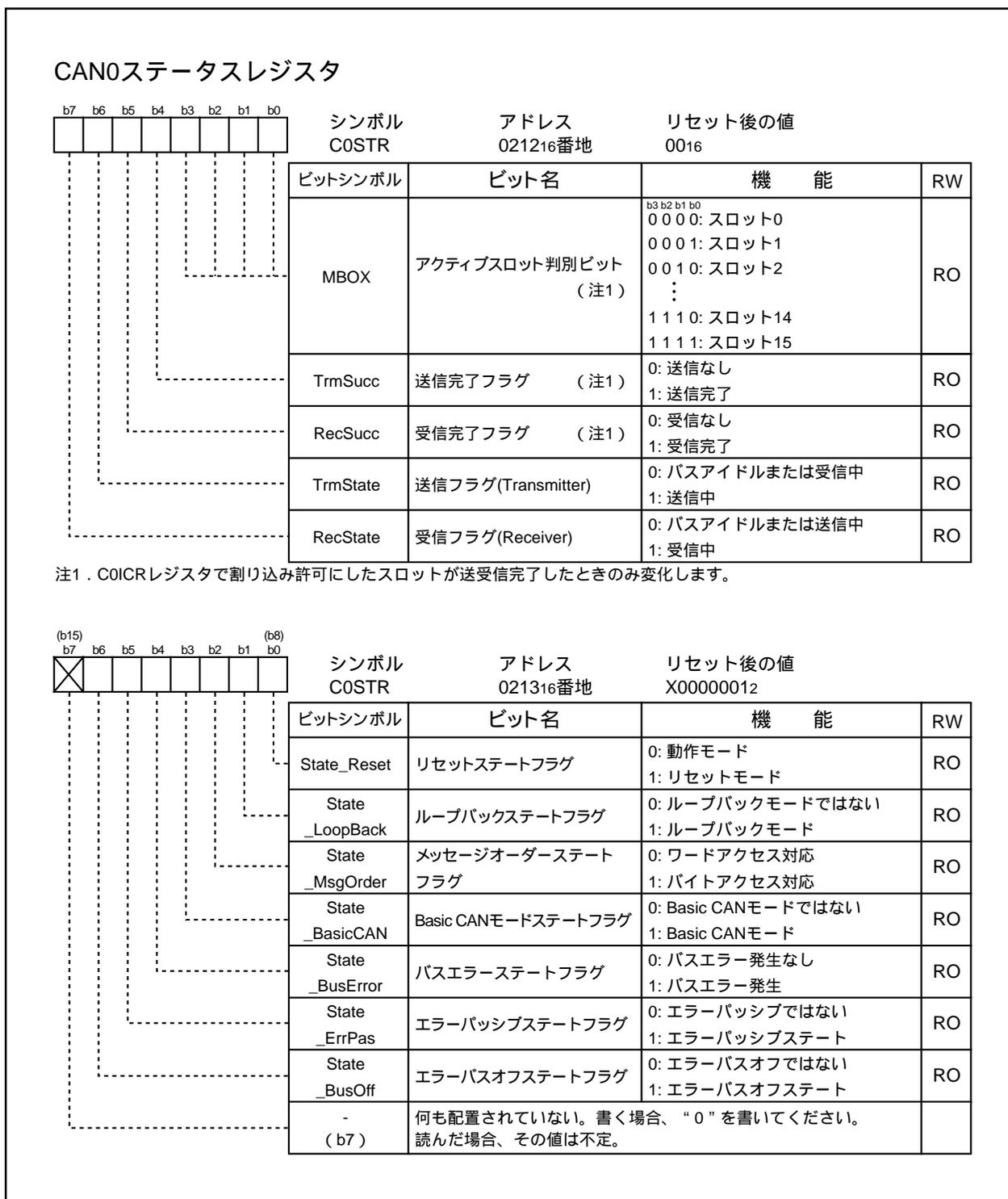


図17.8 C0STRレジスタ

17.1.3.4 COSSTRレジスタ

図17.9にCOSSTRレジスタを示します。

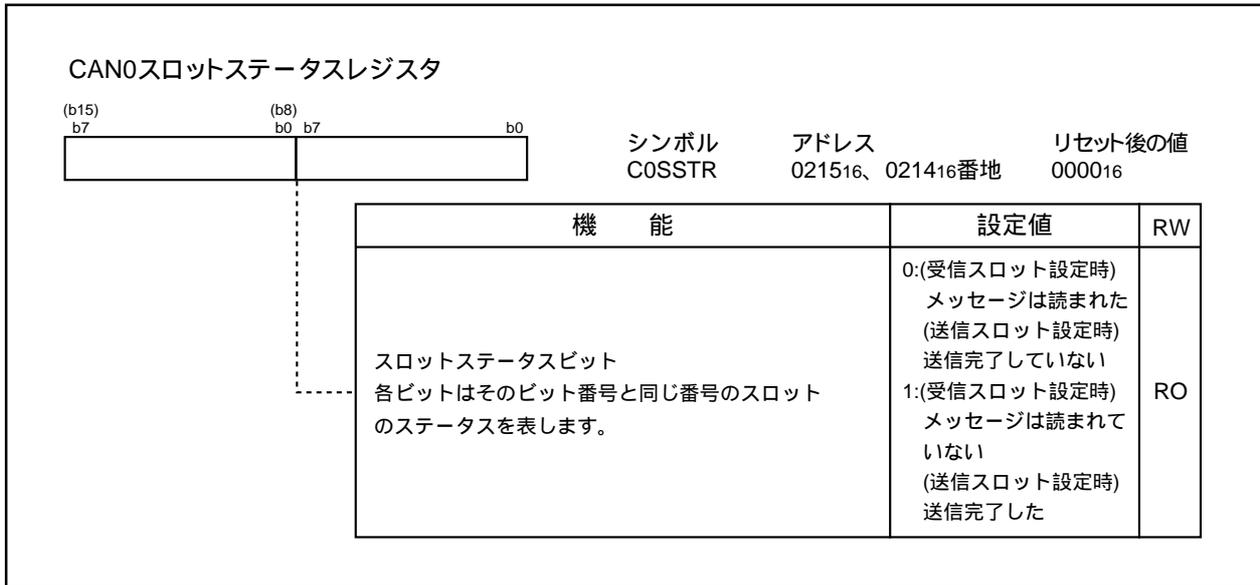


図17.9 COSSTRレジスタ

17.1.3.5 C0ICRレジスタ

図17.10にC0ICRレジスタを示します。

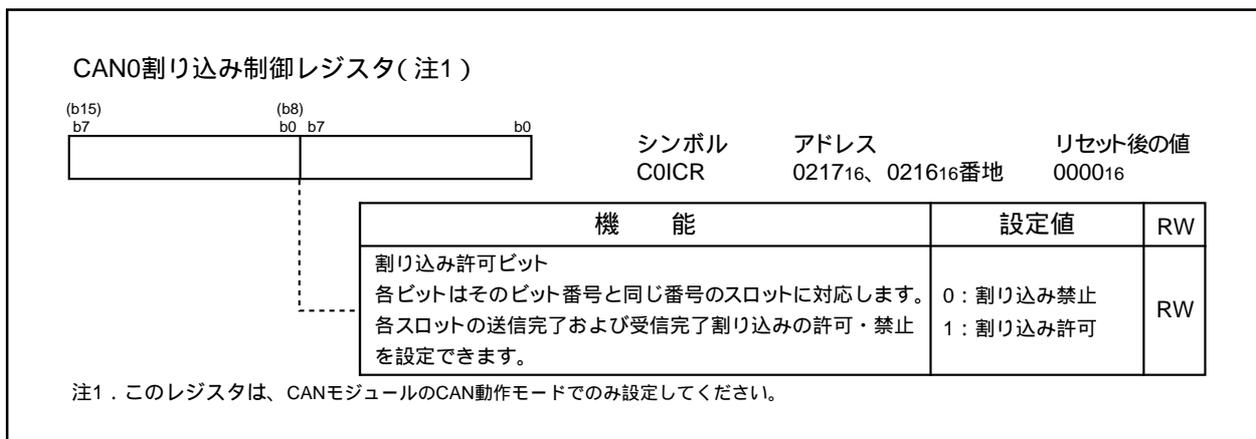


図17.10 C0ICRレジスタ

17.1.3.6 C0IDRレジスタ

図17.11にC0IDRレジスタを示します。

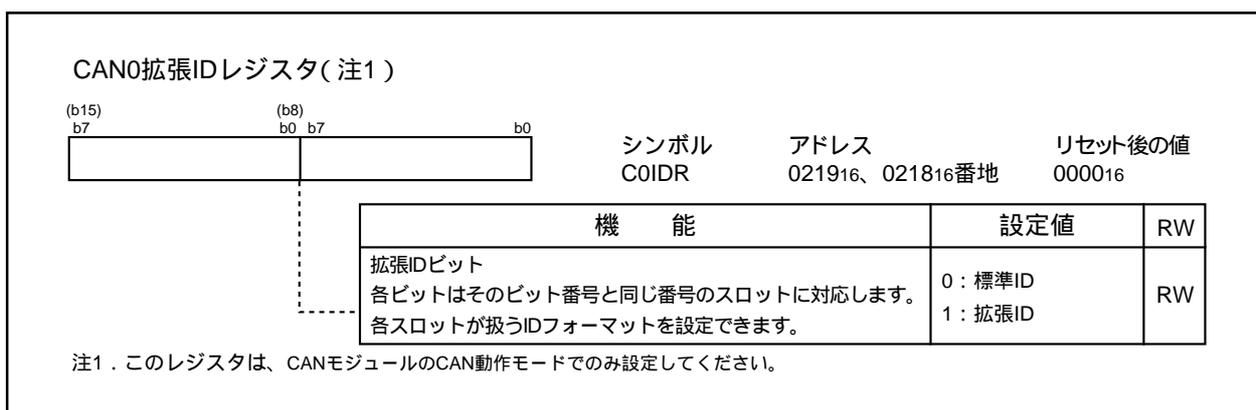


図17.11 C0IDRレジスタ

17.1.3.7 C0CONRレジスタ

図17.12にC0CONRレジスタを示します。

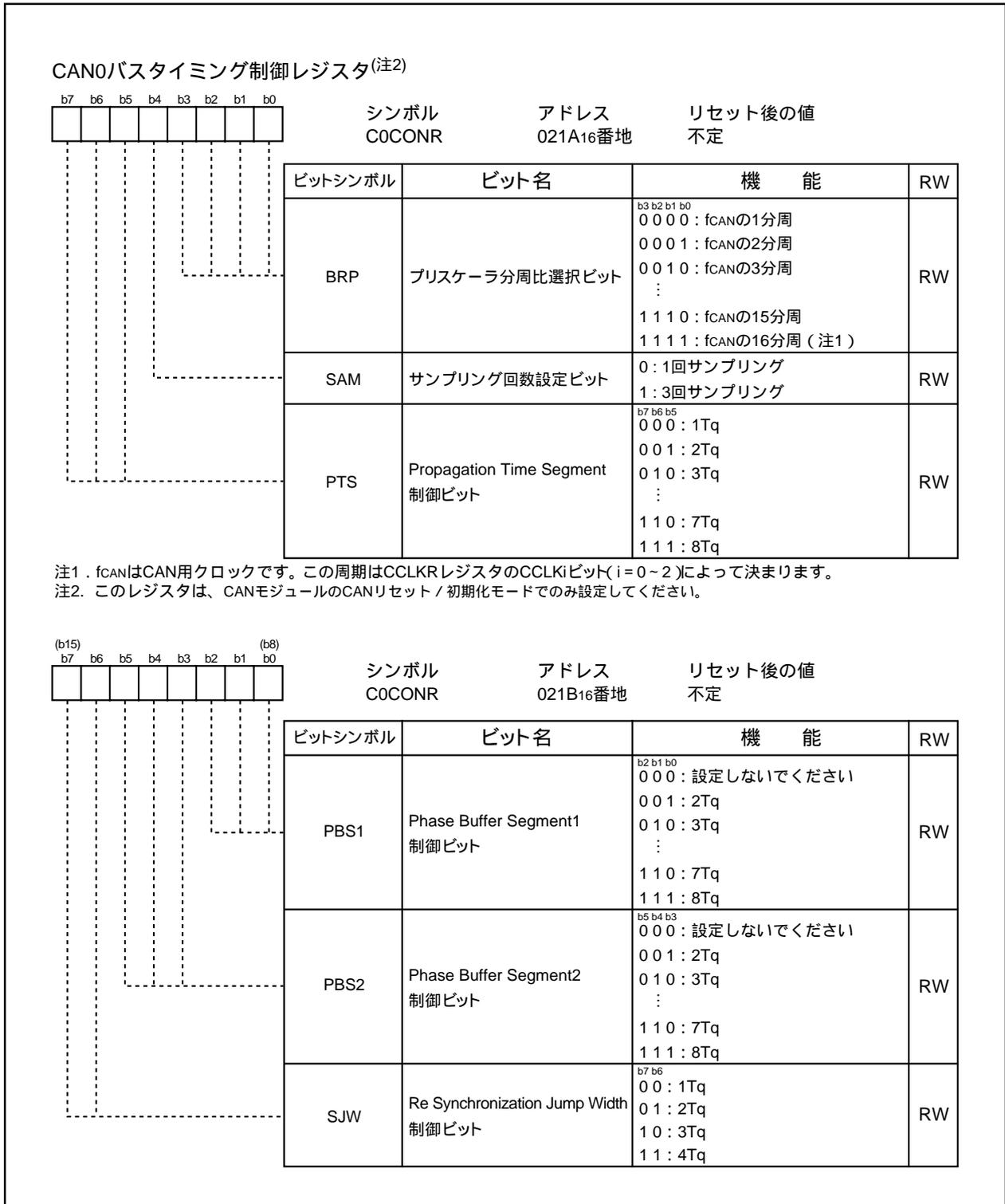


図17.12 C0CONRレジスタ

17.1.3.8 C0RECRレジスタ

図17.13にC0RECRレジスタを示します。

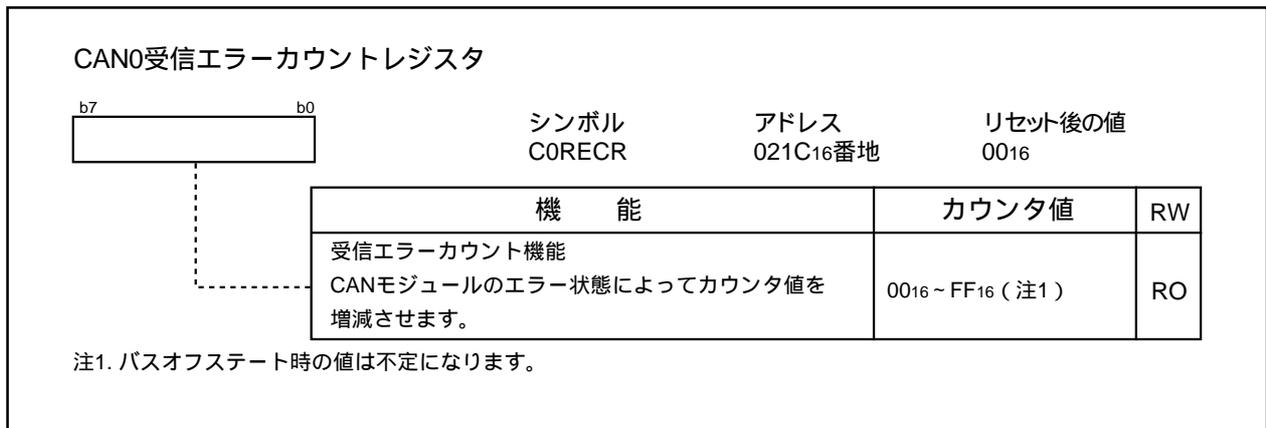


図17.13 C0RECRレジスタ

17.1.3.9 C0TECRレジスタ

図17.14にC0TECRレジスタを示します。

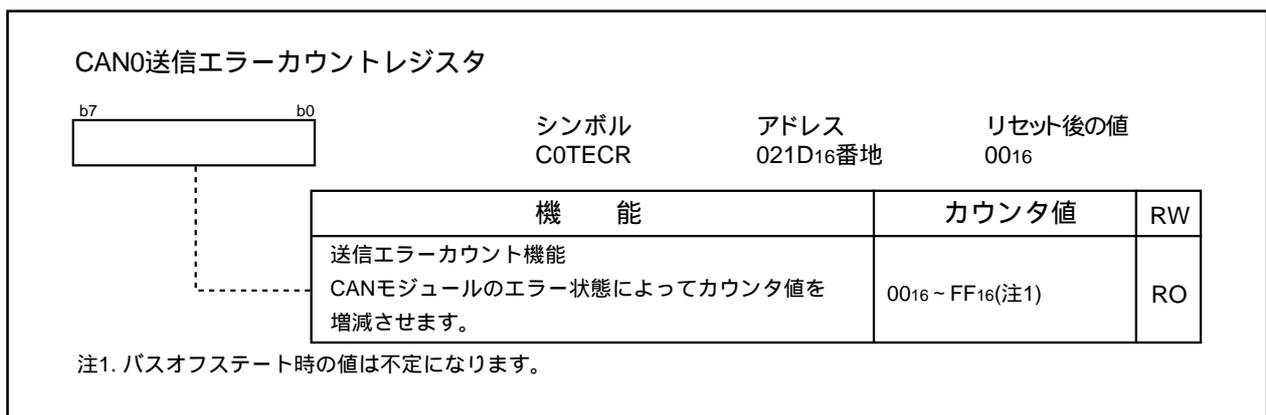


図17.14 C0TECRレジスタ

17.1.3.10 C0TSRレジスタ

図17.15にC0TSRレジスタを示します。

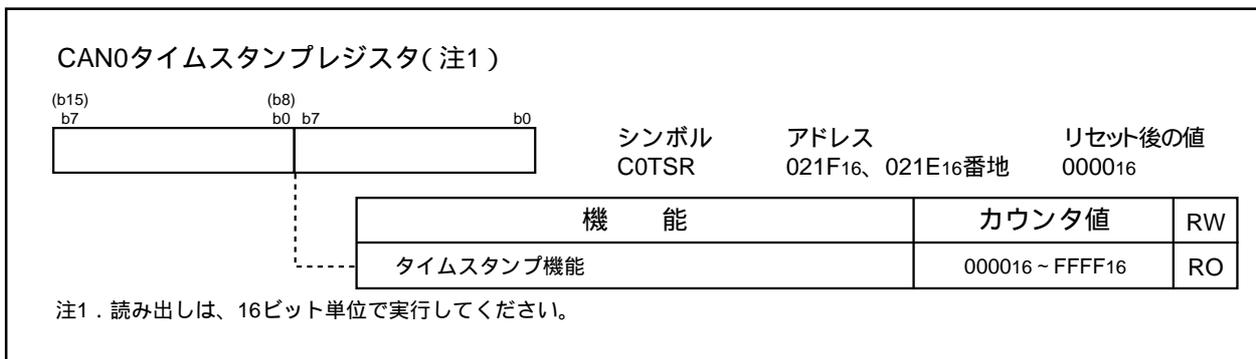


図17.15 C0TSRレジスタ

17.1.3.11 C0AFSレジスタ

図17.16にC0AFSレジスタを示します。

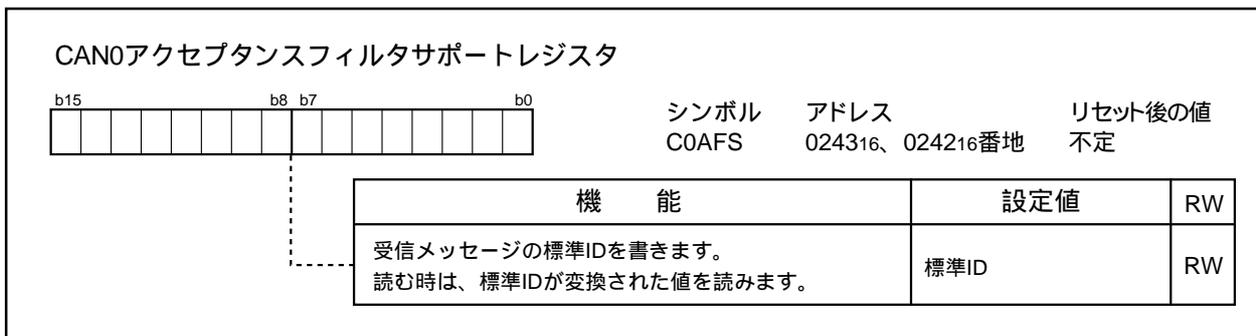


図17.16 C0AFSレジスタ

17.2 動作モード

CANモジュールには、次の4つの動作モードがあります。

- ・CANリセット/初期化モード
- ・CAN動作モード
- ・CANスリープモード
- ・CANインターフェーススリープモード

図17.17に動作モードの遷移を示します。

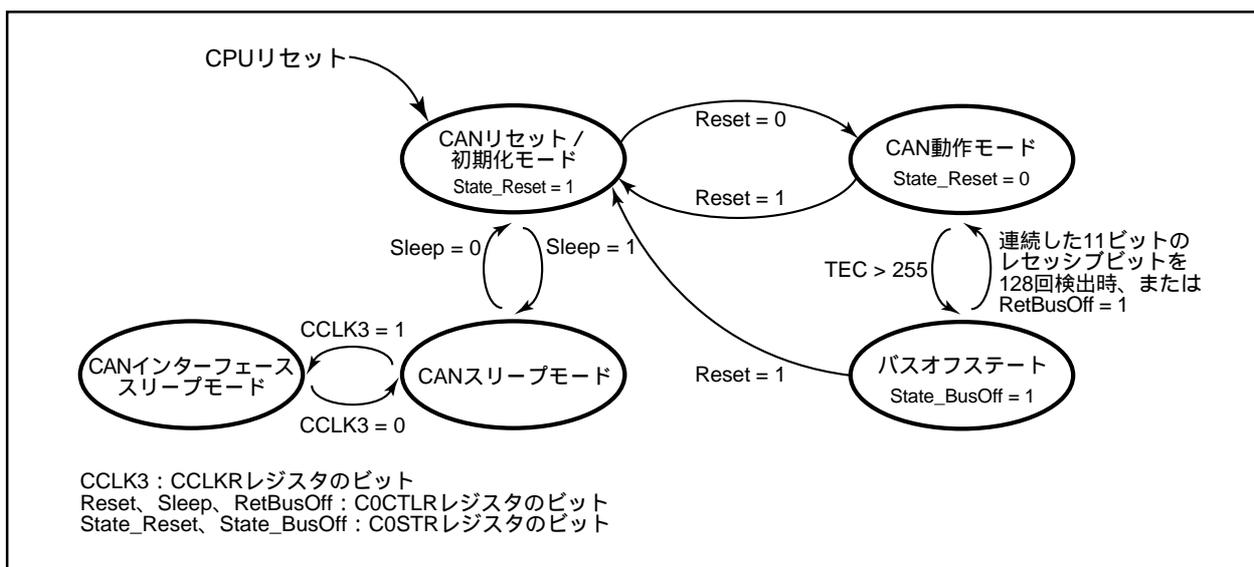


図17.17 動作モードの遷移

17.2.1 CANリセット/初期化モード

CPUをリセットまたはC0CTLRレジスタのResetビットを“1”にすると、CANモジュールはCANリセット/初期化モードになります。Resetビットを“1”にした場合は、C0STRレジスタのState_Resetビットが“1”になるのを確認してください。

CANリセット/初期化モード中は、CANモジュールは次の状態になります。

- ・CAN通信ができません。
- ・メッセージ送信中にCANリセット/初期化モードにした場合、送信完了、アービトレーション負け、またはエラーを検知するまでCAN動作モードを維持します。その後C0STRレジスタのState_Resetビットが“1”になり、CANリセット/初期化モードに遷移します。
- ・C0MCTLjレジスタ (j=0~15)、C0STRレジスタ、C0ICRレジスタ、C0IDRレジスタ、C0RECRレジスタ、C0TECRレジスタおよびC0TSRレジスタ、は初期化され、CPUはアクセスできません。
- ・C0CTLRレジスタ、C0CONRレジスタ、C0GMRレジスタ、C0LMARレジスタ、C0LMBRレジスタおよびCAN0メッセージボックスは以前の値を保持し、CPUはアクセスできます。

17.2.2 CAN動作モード

COCTLRレジスタのResetビットを“0”にすると、CANモジュールはCAN動作モードになります。Resetビットを“0”にした場合は、COSTRレジスタのState_Resetビットが“0”になるのを確認してください。

CAN動作モード遷移後、連続した11ビットのレセツピットを検出すると、CANモジュールは次の状態になります。

- ・メッセージの送受信ができます。
- ・送信エラー、受信エラーのカウントを始め、CANモジュールのエラーステータスを管理します。エラーステータスによって、CANモジュールはCAN通信ができない状態になります。

CANモジュールは、CAN動作モード中に次の3つのサブモードになっています。

- ・アイドルモード： 送受信を行っていない状態です。
- ・受信モード： 他ノードが送信するメッセージを受信している状態です。
- ・送信モード： 自ノードがメッセージを送信している状態です。COCTLRレジスタのLoopBackビットが“1”（ループバックモード有効）の時、自身が送信しているメッセージを同時に受信します。

図17.18にCAN動作モードのサブモードを示します。

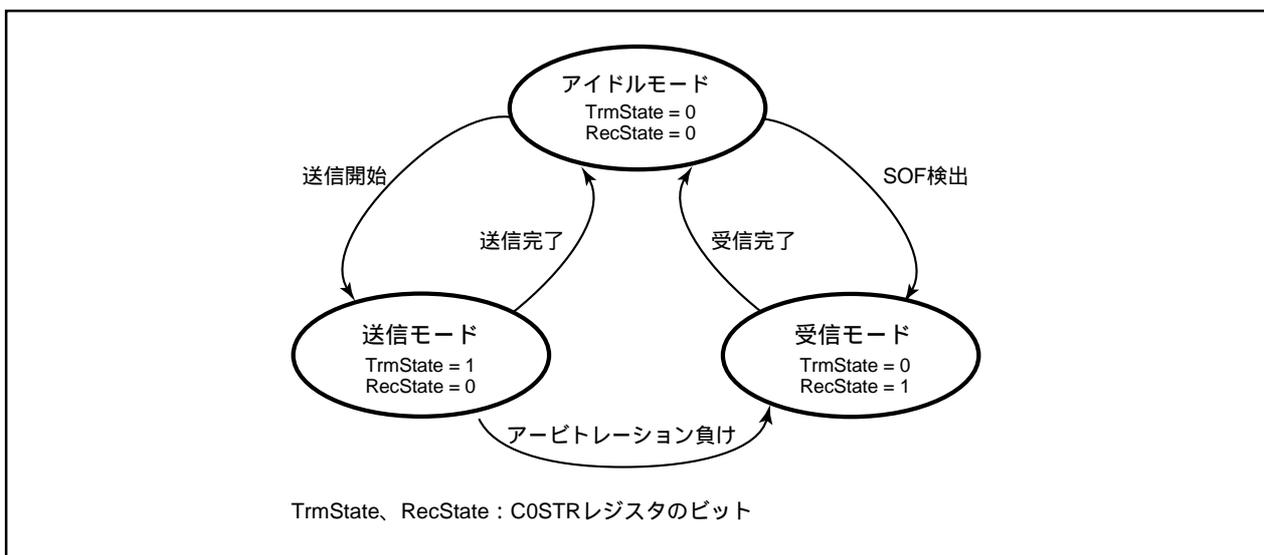


図17.18 CAN動作モードのサブモード

17.2.3 CANスリープモード

COCTLRレジスタのSleepビットを“1”にすると、CANモジュールはスリープモードになります。CAN動作モードからCANスリープモードへ遷移する場合は、CANリセット/初期化モードを経由して、CANスリープモードにしてください。

CANスリープモードになると、ただちにCANモジュールへのクロック供給が停止されるため、消費電流を低減できます。

17.2.4 CANインターフェーススリープモード

CCLKRレジスタのCCLK3ビットを“1”にすると、CANモジュールはインターフェーススリープモードになります。

CANインターフェーススリープモードへ遷移する場合は、CANスリープモードを経由して、CANインターフェーススリープモードにしてください。

CANインターフェーススリープモードになると、CANモジュールのCPUインターフェース部へのクロック供給が停止されるため、消費電流を低減できます。

17.2.5 バスオフステート

CAN通信エラーを繰り返すと、CANプロトコルのエラー制御の規制に従って、CANモジュールはバスオフステートへ遷移し、CAN通信ができなくなります。バスオフステートへ遷移後にCAN動作モードに復帰するには、次の2つの場合があります。なお、このとき、C0STRレジスタ、C0RECRレジスタおよびC0TECRレジスタを除くCANモジュール関連レジスタの値は変化しません。

(1)連続した11ビットのレセッシブビットを128回検出時

CANモジュールはただちにエラーアクティブ状態に遷移し、すぐにCAN通信ができるようになります。

(2)C0CTLRレジスタのRetBusOffビット=1（バスオフからの強制復帰）時

CANモジュールはただちにエラーアクティブ状態に遷移し、連続した11ビットのレセッシブビットを検出した後、再びCAN通信ができるようになります。

17.3 CANモジュールシステムクロックの設定

CANモジュールは、専用のCANモジュールシステムクロック発生回路を備えています。

CANモジュールシステムクロックの設定は、CCLKRレジスタおよびC0CONRレジスタのBRPビットで行います。CCLKRレジスタについては「クロック発生回路」を参照してください。

図17.19にCANモジュールシステムクロック発生回路ブロック図を示します。

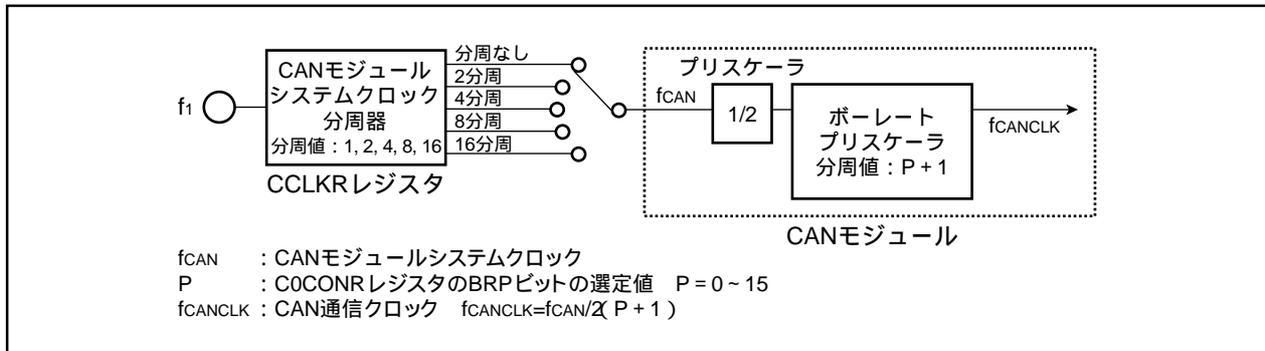


図17.19 CANモジュールシステムクロック発生回路ブロック図

17.3.1 ビットタイミングの設定

ビットタイムは、次の4つのセグメントで構成されています。

- ・シンクロナイゼーションセグメント (SS)
ビットの立ち上がりエッジをモニタして同期をあわせるセグメントです。
- ・プロパゲーションタイムセグメント (PTS)
CANネットワーク上の物理的な遅延を吸収するセグメントです。ネットワーク上の物理的な遅延はCANバス上の遅延、入力コンパレータ遅延および出力ドライバ遅延の総和の2倍になります。
- ・フェーズバッファセグメント1 (PBS1)
周波数の誤差によるフェーズエラーを補償するセグメントです。ビットの立ち上がりエッジが期待値より遅い場合、PBS1は最大SJW設定値分だけ長くなります。
- ・フェーズバッファセグメント2 (PBS2)
PBS1と同様の機能を持つセグメントです。ビットの立ち上がりエッジが期待値より早い場合、PBS2は最大SJW設定値分だけ短くなります。

図17.20にビットタイミング図を示します。

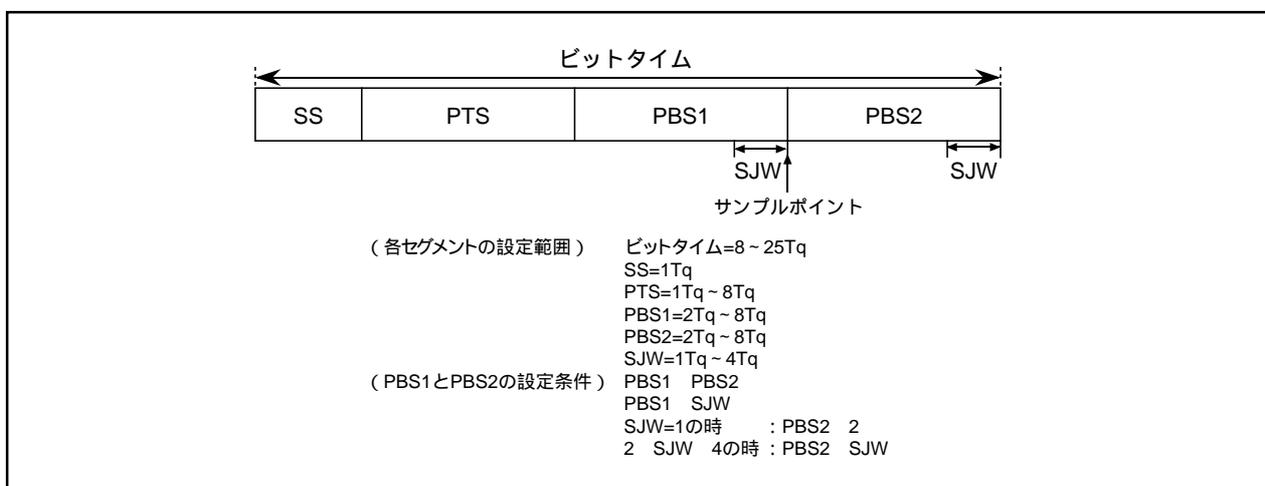


図17.20 ビットタイミング図

17.3.2 転送速度

転送速度は、 f_1 、CANモジュールシステムクロック分周値、ボーレートプリスケアラ分周値、および1ビットのTq数で決まります。

表17.2に転送速度の実現例を示します。

表17.2 転送速度の実現例

| 転送速度 | 20MHz | 16MHz | 10MHz | 8MHz |
|----------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 1Mbps | 10Tq (1) | 8Tq (1) | - | - |
| 500kbps | 10Tq (2) | 8Tq (2) | 10Tq (1) | 8Tq (1) |
| | 20Tq (1) | 16Tq (1) | - | - |
| 125kbps | 10Tq (8) | 8Tq (8) | 10Tq (4) | 8Tq (4) |
| | 20Tq (4) | 16Tq (4) | 20Tq (2) | 16Tq (2) |
| 83.3kbps | 10Tq (12) | 8Tq (12) | 10Tq (6) | 8Tq (6) |
| | 20Tq (6) | 16Tq (6) | 20Tq (3) | 16Tq (3) |
| 33.3kbps | 10Tq (30) | 8Tq (30) | 10Tq (15) | 8Tq (15) |
| | 20Tq (15) | 16Tq (15) | - | - |

注1 ()内の数字は f_{CAN} 分周値 × ボーレートプリスケアラ分周値を示します。

転送速度の算出式

$$\frac{f_1}{2 \times f_{CAN} \text{分周値(注1)} \times \text{ボーレートプリスケアラ分周値(注2)} \times 1 \text{ビットのTq数}}$$

注1 . f_{CAN} 分周値 = 1、2、4、8、16

f_{CAN} 分周値 : CCLKRレジスタの選定値

注2 . ボーレートプリスケアラ分周値 = $P + 1$ ($P = 0 \sim 15$)

P : C0CONRレジスタのBRPビットの選定値

17.4 アクセプタンスフィルタ機能とマスク機能

ユーザが任意のメッセージを選択受信する機能です。C0GMRレジスタ、COLMARレジスタ、およびCOLMBRレジスタは、標準IDと拡張IDの29ビットに対してマスクができます。C0GMRレジスタはスロット0～13、COLMARレジスタはスロット14、COLMBRレジスタはスロット15に対応しています。マスク機能は、アクセプタンスフィルタ処理のときC0IDRレジスタの対応するスロットの設定値によって、受信IDの11ビットまたは29ビットに対して有効になります。マスク機能を使用するとある範囲のIDを受信できるようになります。

図17.21に各マスクレジスタとスロットの対応、図17.22にアクセプタンス機能を示します。

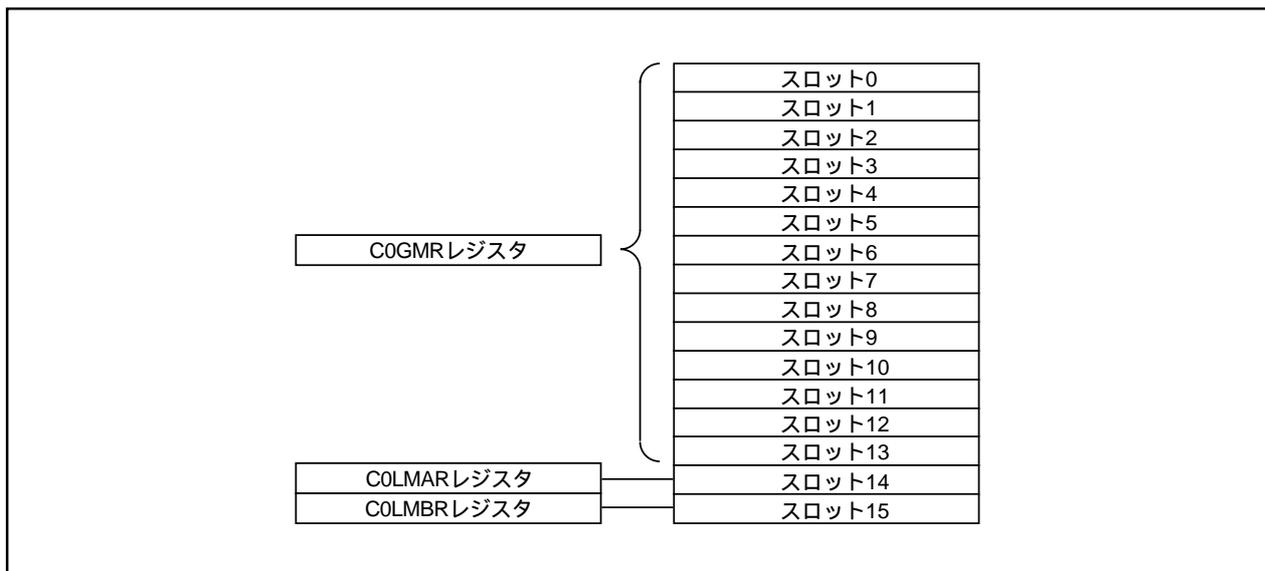


図17.21 各マスクレジスタとスロットの対応

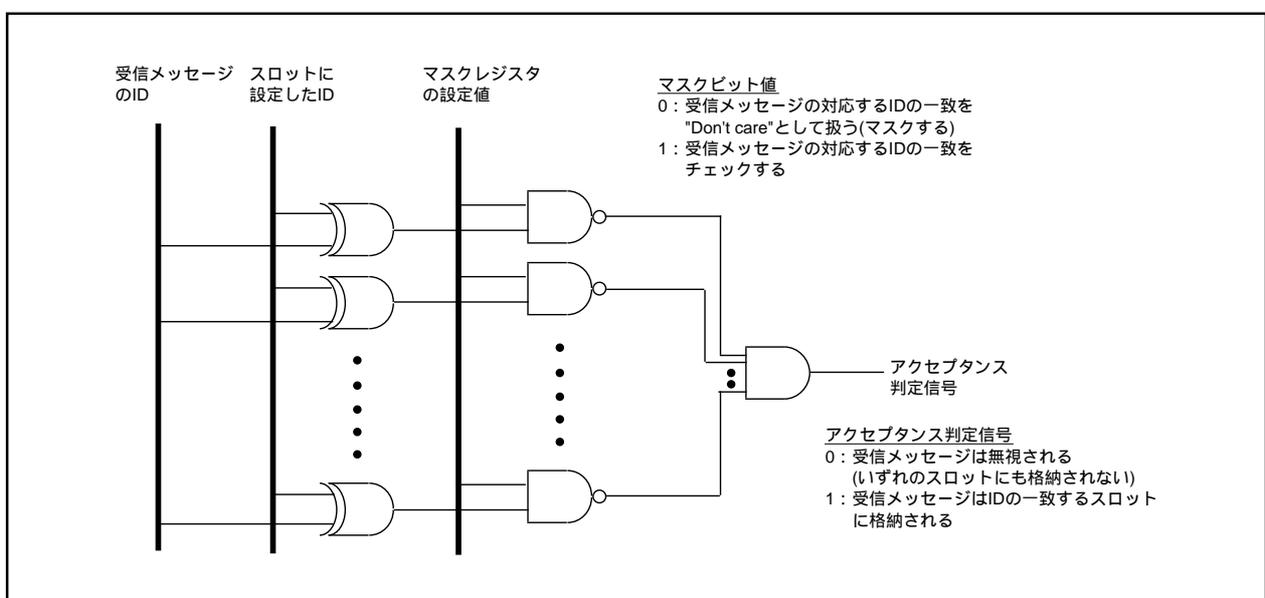


図17.22 アクセプタンス機能

アクセプタンス機能を使用する場合は、次の点に注意してください。

- (1) 異なるスロットに同じIDを設定して受信した場合、スロット番号の小さい方が有効になります。
- (2) Basic CANモードでスロット14、15にすべてのID (メッセージ) を受信するように設定した場合、スロット14、15はスロット0～13が受信しなかったすべてのIDを受信します。

17.5 アクセプタンスフィルタサポートユニット (ASU)

ASUは、受信IDの有効、無効をテーブル検索で判断する機能です。受信するIDをデータテーブルに登録し、受信したIDをC0AFSレジスタに格納した後、デコードされた受信IDを使用してテーブル検索を行います。このASUは標準IDに対してのみ使用できます。

ASUは、次の場合に有効です。

- ・アクセプタンスフィルタで受信するIDにマスクができない場合
例) 受信するID : 078₁₆、087₁₆、111₁₆
- ・受信するIDが非常に多く、ソフトウェアでフィルタリングすると時間がかかりすぎる場合

図17.23にワードアクセス時のC0AFSレジスタの書き込み時と読み出し時の状態を示します。

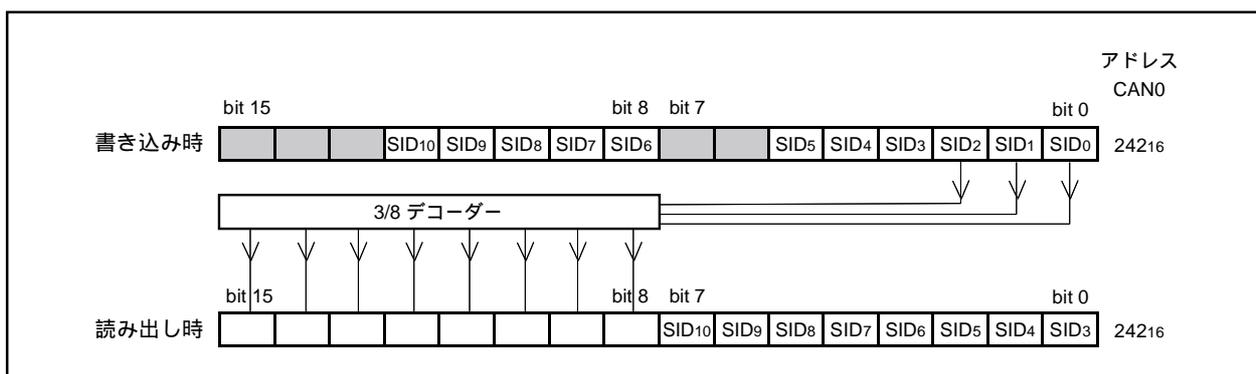


図17.23 ワードアクセス時のC0AFSレジスタの書き込み時と読み出し時の状態

17.6 Basic CANモード

COCTRLレジスタのBasicCANビットを“1”（Basic CANモード有効）にすると、スロット14、15はBasic CANモードに対応します。通常、各スロットはCPUからの設定で、データフレームかリモートフレームのどちらか一方しか扱うことができませんが、Basic CANモードでは両方のフレームを同時に扱うことができます。

Basic CANモードでスロット14、15を受信許可にすると、受信したデータフレームまたはリモートフレームはスロット14からスロット15と交互に格納されます。

受信したメッセージのデータフォーマットは、COMCTLjレジスタ（j=0~15）のRemActiveビットで判別できます。

図17.24にBasic CANモード時のスロット14とスロット15の動作を示します。

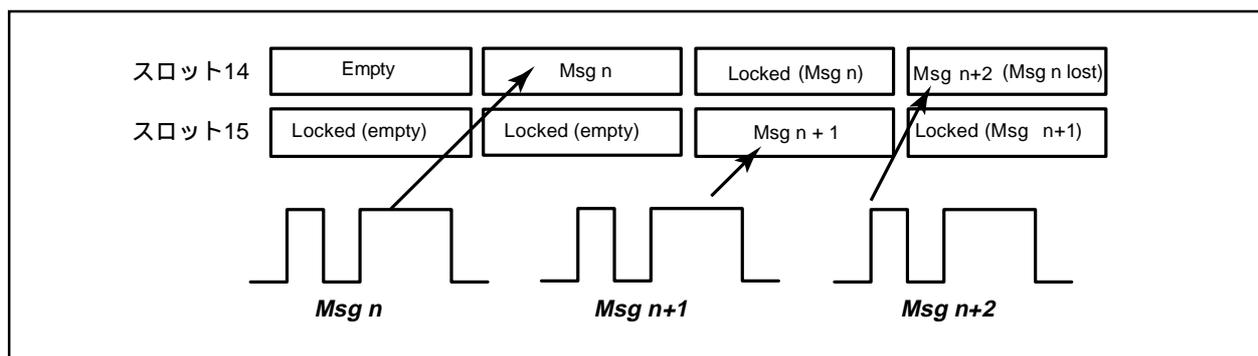


図17.24 Basic CANモード時のスロット14とスロット15の動作

Basic CANモードを使用する場合は、次の点に注意してください。

- (1) Basic CANモードの設定は、CANリセット/初期化モード時に行ってください。
- (2) スロット14とスロット15に同じIDを設定してください。また、COLMARレジスタおよびCOLMBRレジスタの設定も同一にしてください。
- (3) スロット14とスロット15は受信スロットとしてのみ設定してください。
- (4) メッセージのオーバーライトに対する保護機能はありません。各スロットは、新メッセージによってオーバーライトされます。
- (5) スロット0~13の動作に変わりはありません。

17.7 リターンフロムバスオフ機能

プロトコルコントローラがバスオフ状態になったとき、C0CTLRレジスタのリターンフロムバスオフ機能を使用する（RetBusOffビットを“1”（バスオフからの強制復帰）にする）と、バスオフ状態から強制復帰できます。このとき、エラー状態は、バスオフ状態からエラーアクティブ状態になります。この機能を実行するとC0RECRレジスタおよびC0TECRレジスタは初期化され、C0STRレジスタのState_BusOffビットは“0”（エラーバスオフではない）になりますが、C0CONRレジスタなどのCANモジュールの各レジスタおよび各スロットの内容は初期化されません。

17.8 タイムスタンプカウンタとタイムスタンプ機能

C0TSRレジスタを読み出すと、その時点のタイムスタンプカウンタの値を読み出せます。タイムスタンプカウンタの基準クロックの周期は、C0CONRレジスタで設定した1 bit timeの周期と同じです。タイムスタンプカウンタはフリーランカウンタとして機能します。

タイムスタンプカウンタの基準クロックは、C0CTLRレジスタのTSPreScaleビットの設定によって、1 bit timeの周期の1、2、4、または8分周が選択できます。

また、タイムスタンプカウンタは、プロトコルコントローラが受信完了とみなしたときにカウンタ値をキャプチャするレジスタを備えています。受信スロットにタイムスタンプ値が格納されるときは、このキャプチャされた値が格納されます。

17.9 リッスンオンリーモード

C0CTLRレジスタのRXOnlyビットを“1”にすると、リッスンオンリーモードになります。

リッスンオンリーモードでは、データフレームやエラーフレームの送信およびACKの応答など、バスに対していかなる送信も行いません。

リッスンオンリーモード選択時は、送信要求をしないでください。

17.10 CAN受信とCAN送信

表17.3にCAN受信モードとCAN送信モードの設定方法を示します。

表17.3 CAN受信モードとCAN送信モードの設定方法

| TrmReq | RecReq | Remote | RspLock | スロットの通信モード設定内容 |
|--------|--------|--------|---------|---|
| 0 | 0 | | | 通信環境設定モード。 CPUでこのスロットの通信環境を設定してください。 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | データフレームの受信スロットに設定されます。 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | リモートフレームの送信スロットに設定されます (このときRemActive = 1)。 送信後は、データフレームの受信スロットとして機能 しません(このときRemActive = 0)。 ただし、リモートフレーム送信前にCANバス上で一致 するIDを検出した場合は、ただちにデータフレーム の受信スロットとして機能します。 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | データフレームの送信スロットに設定されます。 |
| 0 | 1 | 1 | 1 / 0 | リモートフレームの受信スロットとして設定されます (このときRemActive = 1)。 受信後は、データフレームの送信スロットとして機能 しません(このときRemActive = 0)。 ただし、RspLock = 1である限り送信はスタートせず、 自動的に応答しません。 RspLock = 0にすると応答(送信)をスタートします。 |

TrmReq、RecReq、Remote、RspLock、RemActive、RspLock : C0MCTLjレジスタ (j = 0 ~ 15) のビット

受信モードでは次の点に注意してください。

- (1) C0MCTLjレジスタを“0016”にしてから、スロットの受信設定をしてください。
- (2) 受信メッセージは、受信のモード設定とアクセプタンスフィルタ処理の結果、最初に条件のあつたスロットに格納されます。格納スロット決定時にスロット番号が小さい方が優先順位が高くなります。
- (3) 通常のCAN動作モード時は、自ノードが送信したメッセージはIDが一致しても自ノードは受信しません。しかし、ループバックモード時は、IDが一致した場合にそのメッセージを受信します。ただし、この場合、ACKは返しません。

送信モードでは次の点に注意してください。

- (1) C0MCTLjレジスタを“0016”にしてから、スロットの送信設定をしてください。
- (2) C0MCTLjレジスタのTrmReqビットを“0” (送信スロットではない)にしてから、送信スロットを書き換えてください。
- (3) C0MCTLjレジスタのTrmActiveビットが“1” (送信中) のときは、送信スロットを書き換えしないでください。書き換えると不定データが出力されます。

17.10.1 受信

図17.25にデータフレーム受信時の動作例を示します。この例では、2つの連続したメッセージを受信しているときのCANモジュールの動作を示します。

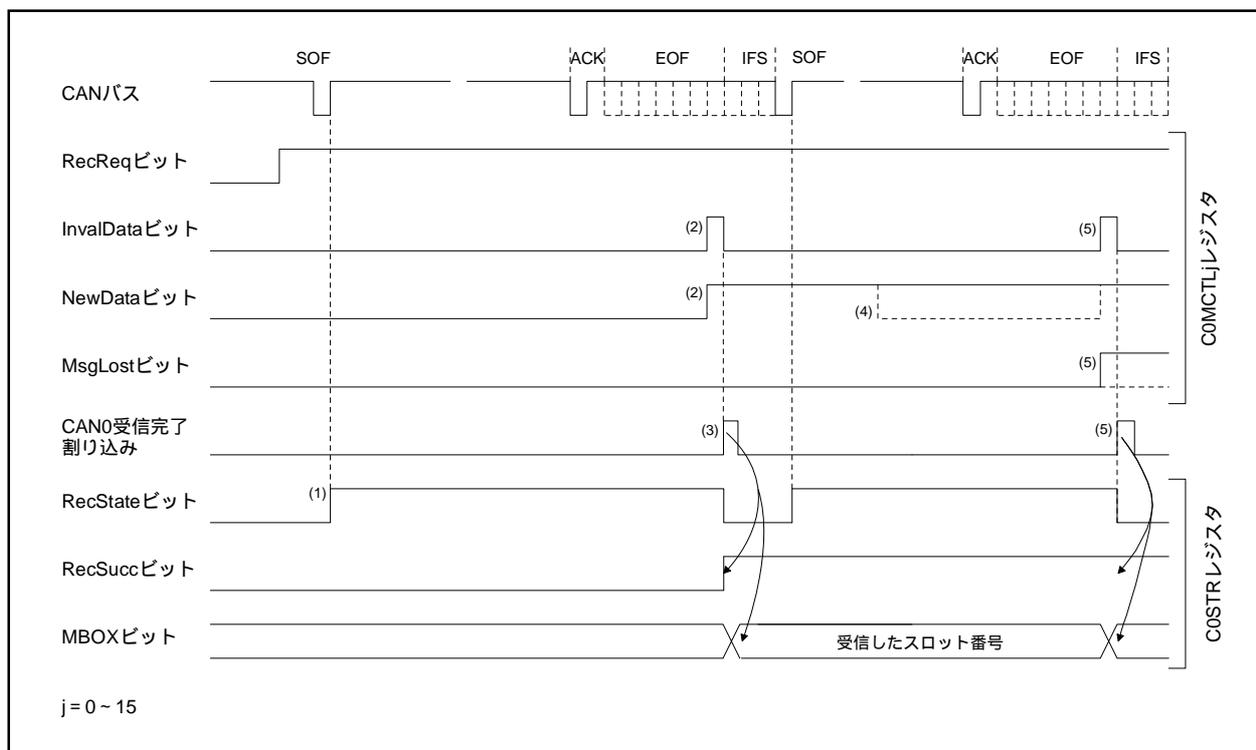


図17.25 データフレーム受信時の動作例

- (1) CANバス上にSOFを検知すると、C0STRレジスタのRecStateビットがただちに“1”（受信中）になり、メッセージの受信を開始します。
- (2) メッセージの受信を完了すると、受信スロットのC0MCTLjレジスタ ($j=0\sim 15$) のNewDataビットが“1”（スロットに新しいデータが格納された）になります。同時にC0MCTLjレジスタのInvalDataビットが“1”（データ更新中）になり、そのスロットにメッセージが完全に格納された後、InvalDataビットは“0”（メッセージは有効）に戻ります。
- (3) 受信したスロットのC0ICRレジスタの割り込み許可ビットが“1”（割り込み許可）の場合、CAN0受信完了割り込み要求が発生し、C0STRレジスタのMBOXビット（メッセージを受信したスロット番号）とRecSuccビットが変化します。
- (4) プログラムでNewDataビットを“0”（スロット内容がCPUリードされた、またはリード中）にした後、スロットからメッセージを読み出してください。
- (5) プログラムでNewDataビットを“0”にするか、スロットへの受信要求をキャンセルする前に次のCANメッセージを受信した場合、C0MCTLjレジスタのMsgLostビットが“1”（メッセージはオーバーライトされた）になります。そして、新しく受信されたメッセージがそのスロットに格納されます。割り込み要求とC0STRレジスタは（3）と同様に変化します。

17.10.2 送信

図17.26にデータフレーム送信時の動作例を示します。

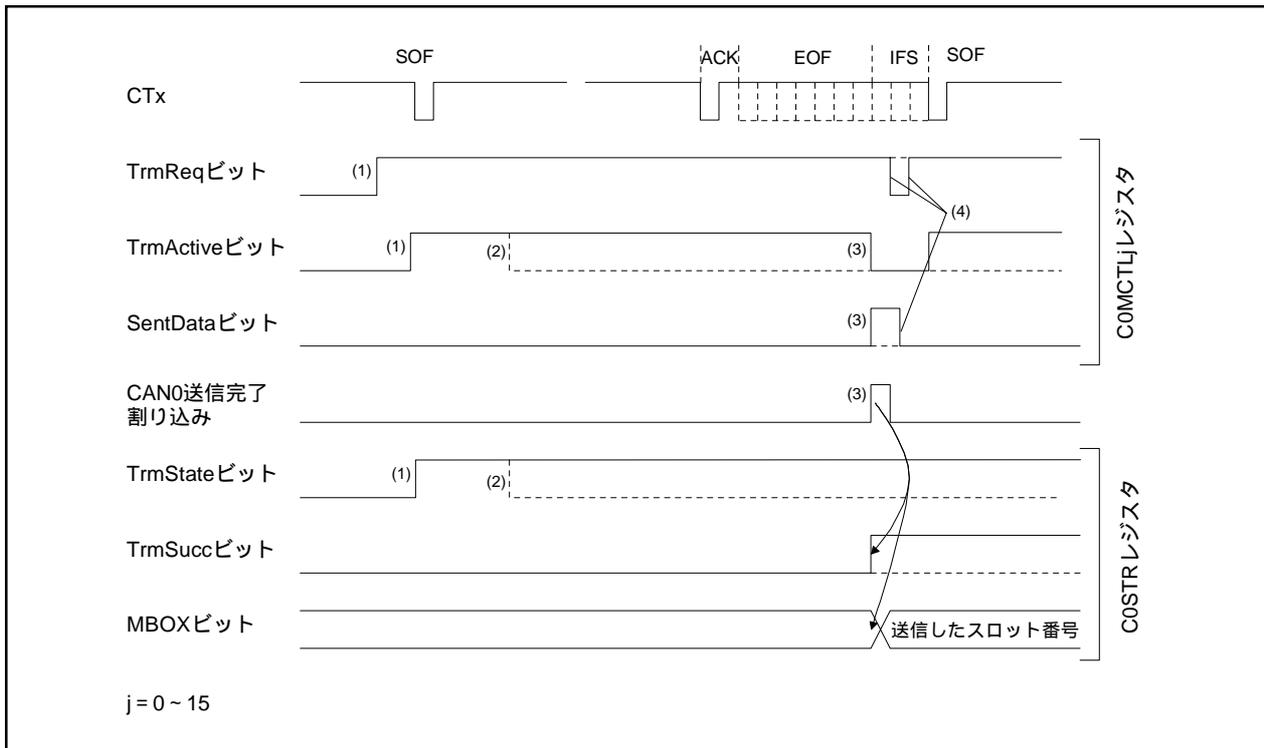


図17.26 データフレーム送信時の動作例

- (1) バスアイドル時にC0MCTLjレジスタのTrmReqビットを“1”（送信スロット）にすると、C0MCTLjレジスタのTrmActiveビットおよびC0STRレジスタのTrmStateビットが“1”（送信中）になり、送信を開始します。
- (2) 送信開始後にアービトレーション負けが発生すると、TrmActiveビットおよびTrmStateビットは“0”になります。
- (3) アービトレーション負けが発生せずに送信を完了すると、C0MCTLjレジスタのSentDataビットが“1”（送信が完了した）に、TrmActiveビットが“0”（バスアイドル待ちまたはアービトレーション完了待ち）になります。そして、C0ICRレジスタの割り込み許可ビットが“1”（割り込み許可）の場合、CAN0送信完了割り込み要求が発生し、C0STRレジスタのMBOXビット（メッセージを送信したスロット番号）とTrmSuccビットが変化します。
- (4) 次の送信を行う場合は、TrmReqビットおよびSentDataビットを“0”にして、TrmReqビットおよびSentDataビットが“0”になるのを確認した後、TrmReqビットを“1”にしてください。

17.11 CAN割り込み

CANモジュールは、次のCAN割り込みがあります。

- ・ CAN0受信完了割り込み
- ・ CAN0送信完了割り込み
- ・ CAN0エラー割り込み： エラーパッシブステート
バスオフステート
バスエラー
- ・ CAN0ウェイクアップ割り込み

CAN0受信完了割り込み、CAN0送信完了割り込み要求が発生した場合、C0STRレジスタのMBOXビットを読むと、割り込み要求が発生したスロットを判別できます。

18. CRC演算回路

CRC(Cyclic Redundancy Check)演算回路は、データブロックの誤り検出を行います。CRCコードの生成にはCRC_CCITT ($X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$)、またはCRC-16($X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$)の生成多項式を使用します。

CRCコードは、8ビット単位の任意のデータ長のブロックに対し生成される16ビットのコードです。CRCコードは、CRCデータレジスタ(CRCD)に初期値を設定した後、1バイトのデータをCRCインプットレジスタ(CRCIN)に転送するごとに、CRCデータレジスタに設定されます。1バイトのデータに対するCRCコードの生成は2マシンサイクルで終了します。

図18.1にCRCのブロック図、図18.2にCRCの関連レジスタを示します。また、図18.3にCRC-CCITT使用の場合のCRC演算回路の演算例を示します。

18.1 SFRアクセス監視機能

CRC演算回路は、SFRへの書き込み / SFRからの読み出しを監視し、CRC自動演算を実行する機能(SFRアクセス監視機能)を内蔵しています。SFRに書き込まれた、または、SFRから読み出されたデータに対してCRC演算を実行するために、改めてCRCインプットレジスタにデータを設定する必要がありません。対象となるSFRは0020₁₆番地以降のSFR全領域です。例えば、UART送信バッファレジスタへの書き込みやUART受信バッファからの読み出しを監視する場合に便利です。

SFRへの書き込み / SFRからの読み出しを監視するためには、対象になるSFRアドレスをSFR監視アドレスレジスタ(CRCSARのビット0~9)に設定します。書き込み監視許可ビット(CRCSARのビット15)で対象SFRへの書き込みの監視を、読み出し監視許可ビット(CRCSARのビット14)で対象SFRの読み出しの監視を許可します。

書き込み監視許可ビットに“1”を設定している場合、CPU、またはDMAによって監視対象SFRへの書き込みが実行されると、CRC演算回路は対象SFRに書き込まれたデータをCRCインプットレジスタに格納し、CRC演算を実行します。同様に、読み出し監視許可ビットに“1”を設定している場合、CPU、またはDMAによって監視対象SFRからデータが読み出されると、CRC演算回路は対象SFRから読み出したデータをCRCインプットレジスタに格納し、CRC演算を実行します。

CRC演算回路は1回につき1バイトのCRC演算を実行します。したがって、監視対象SFRがワード単位でアクセスされた場合、CRCインプットレジスタには下位1バイトのデータのみが格納されます。

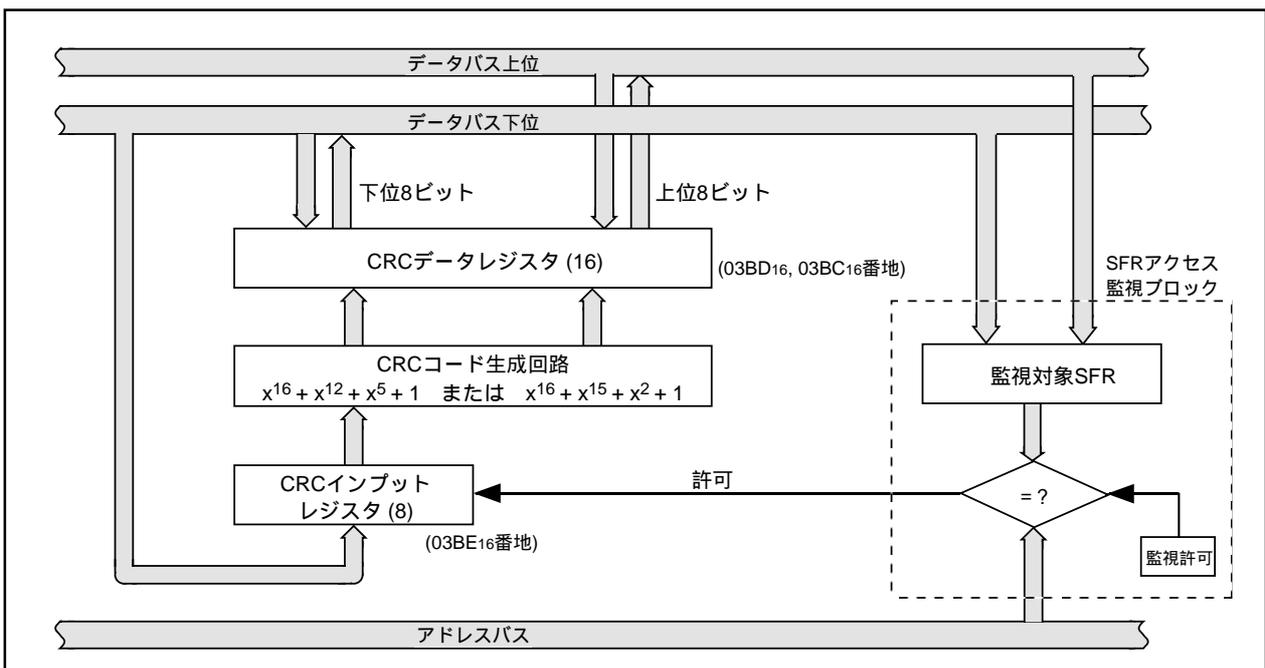


図18.1 CRCブロック図

CRC データレジスタ

| | | |
|------|--|---------|
| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
| CRCD | 03BD ₁₆ ~ 03BC ₁₆ 番地 | 不定 |

| 機能 | 設定可能範囲 | RW |
|----------------|---|----|
| CRC演算結果出力用レジスタ | 0000 ₁₆ ~ FFFF ₁₆ | RW |

CRC インプットレジスタ

| | | |
|-------|-----------------------|---------|
| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
| CRCIN | 03BE ₁₆ 番地 | 不定 |

| 機能 | 設定可能範囲 | RW |
|------------|-------------------------------------|----|
| データ入力用レジスタ | 00 ₁₆ ~ FF ₁₆ | RW |

CRCモードレジスタ

| | | |
|-------|--------------------|-----------------------|
| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
| CRCMR | 03B6 ₁₆ | 0XXXXXX0 ₂ |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|---|---|----|
| CRCPS | CRC多項式選択ビット | 0: $X^{16}+X^{12}+X^5+1$ (CRC-CCITT) 1: $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ (CRC-16) | RW |
| (b6-b1) | 何も配置されていない。書く場合、"0"を書いてください。読んだ場合、その値は不定です。 | — | — |
| CRCMS | CRCモード選択ビット | 0: LSBファースト 1: MSBファースト | RW |

SFR監視アドレスレジスタ

| | | |
|--------|--|--------------------------------|
| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
| CRCSAR | 03B5 ₁₆ ~ 03B4 ₁₆ 番地 | 00XXXXXX XXXXXXXX ₂ |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|-----------|---|---------------------|----|
| CRCSAR9-0 | SFR監視アドレスビット | 監視対象SFRアドレスを設定 | RW |
| (b13-b10) | 何も配置されていない。書く場合、"0"を書いてください。読んだ場合、その値は不定です。 | — | — |
| CRCSR | 読み出し監視許可ビット | 0: 禁止 1: 許可 (注1) | RW |
| CRCSW | 書き込み監視許可ビット | 0: 禁止 1: 許可 (注1) | RW |

注1. PLC 0 レジスタのPLC07ビットが"1" (PLL動作)、PM2レジスタのPM20ビットが"0" (SFRアクセス2ウェイト) のとき、CRCSRビットとCRCSWビットを"0" (禁止) にしてください。

図18.2 CRCD, CRCIN, CRCMR, CRCSARレジスタ

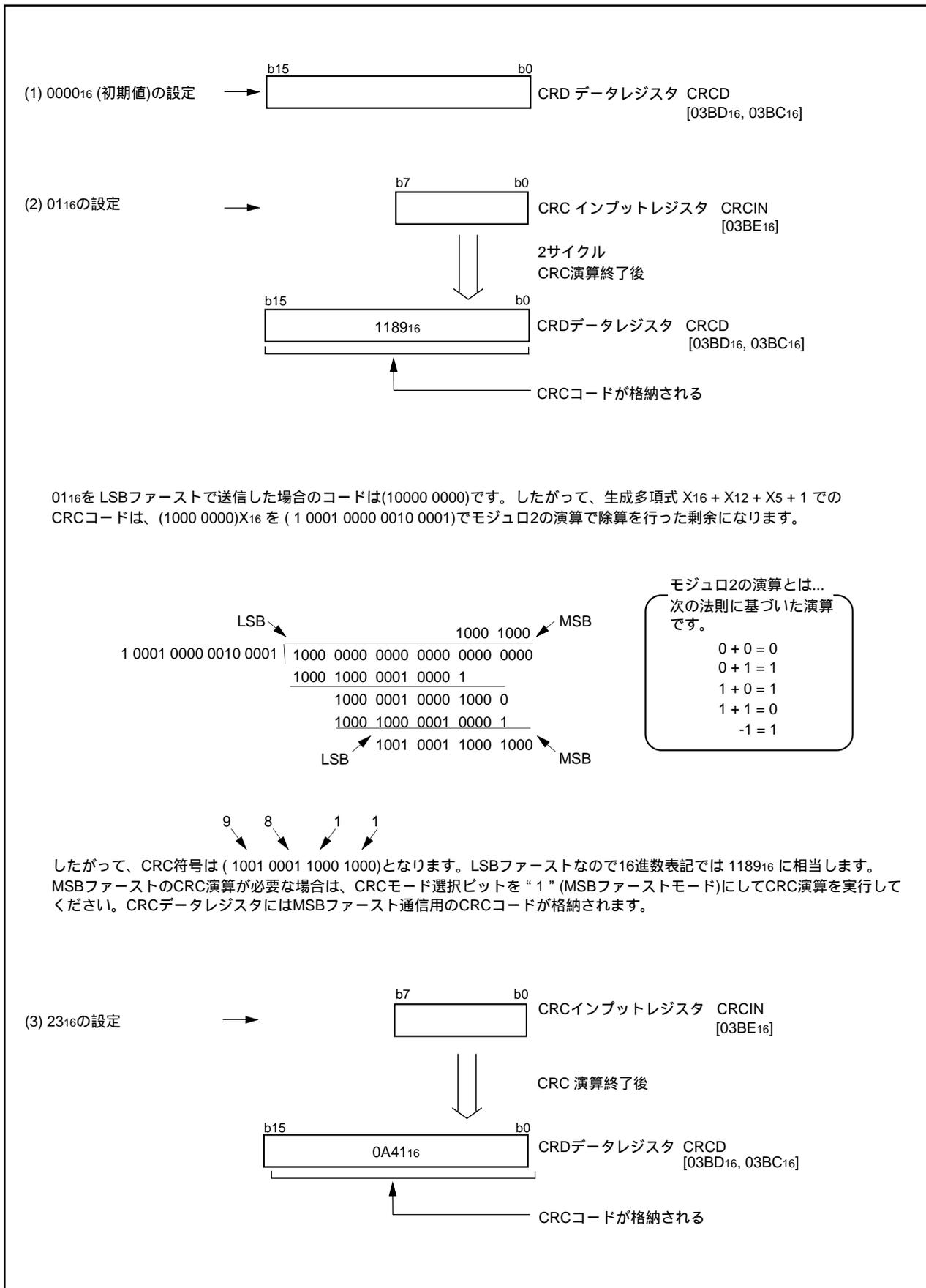


図18.3 CRC演算回路の演算例(CRC-CCITT使用時)

19. プログラマブル入出力ポート

注意

64ピン版には、P04～P07、P10～P14、P34～P37、P95～P97はありません。

プログラマブル入出力ポート(以下、入出力ポートと称す)は、80ピン版ではP0、P1、P2、P3、P6、P7、P8、P9、P10(P94は除く)の71本、64ピン版ではP00～P03、P15～P17、P2、P30～P33、P6、P7、P8、P90～P93、P10の55本あります。各ポートの入出力は、方向レジスタによって1本ごとに設定できます。また、4本ごとに、プルアップするかないかを選択できます。

図19.1～図19.4に入出力ポートの構成、図19.5に端子の構成を示します。

各端子は、入出力ポート、周辺機能の入出力として機能します。

周辺機能の設定方法は、各機能説明を参照してください。周辺機能の入力端子として使用する場合は、対応する端子の方向ビットを“0”(入力モード)にしてください。周辺機能の出力端子として使用する場合は、方向ビットに関係なく周辺機能の出力となります。

19.1 ポートPi方向レジスタ (PDiレジスタ $i = 0 \sim 3, 6 \sim 10$)

図19.6にPDiレジスタを示します。

入出力ポートを入力に使用するか、出力に使用するか選択するためのレジスタです。このレジスタの各ビットは、ポート1本ずつに対応しています。

19.2 ポートPiレジスタ (Piレジスタ $i = 0 \sim 3, 6 \sim 10$)

図19.7にPiレジスタを示します。

外部とのデータ入出力は、Piレジスタへの読み出しと書き込みによって行います。Piレジスタは、出力データを保持するポートラッチと端子の状態を読む回路で構成されています。入力モードに設定しているポートのPiレジスタを読むと端子の入力レベルが読め、書くとポートラッチに書きます。

出力モードに設定しているポートのPiレジスタを読むとポートラッチを読み、書くとポートラッチに書きます。ポートラッチに書いた値は端子から出力されます。Piレジスタの各ビットは、ポート1本ずつに対応しています。

19.3 プルアップ制御レジスタ 0～2 (PUR0～PUR2レジスタ)

図19.8にPUR0～PUR2レジスタを示します。

PUR0～PUR2レジスタの各ビットによって、4端子ごとにプルアップするかないかを選択できます。プルアップするを選択したポートは、方向ビットを入力モードに設定したときにプルアップ抵抗が接続されます。本設定は、使用している周辺機能にかかわらず有効です。

19.4 ポート制御レジスタ(PCR レジスタ)

図19.9にポート制御レジスタを示します。

PCRレジスタのPCR0ビットを“1”にしてP1レジスタを読むと、PD1レジスタの設定にかかわらず、対応するポートラッチを読みます。

19.5 端子割り当て制御レジスタ(PACRレジスタ)

図19.10にPACRレジスタを示します。リセット後、各端子に対して入出力を行うよりも前にPACR2~PACR0ビットを設定してください。PACR2~PACR0ビットが設定されない場合、一部の端子の入出力機能が動作しません。

PACR2~PACR0ビット：有効となる端子の制御

リセット時、これらのビットは"0002"です。

- ・80ピン版を使用する場合、"0112"にしてください。
- ・64ピン版を使用する場合、"0102"にしてください。

U1MAPビット：UART1端子配置の制御

- ・U1MAPビットが"0"(P67~P64)の場合、UART1機能はP64/ $\overline{\text{CTS1}}/\overline{\text{RTS1}}$ 、P65/CLK1、P66/RxD1、P67/TxD1の端子に配置されます。
- ・U1MAPビットが"1"(P73~P70)の場合、UART1機能はP70/ $\overline{\text{CTS1}}/\overline{\text{RTS1}}$ 、P71/CLK1、P72/RxD1、P73/TxD1の端子に配置されます。

PACRレジスタは、PRCRレジスタのPRC2ビットにより書き込み保護されています。PRC2ビットをセットしてから、PACRレジスタに書き込みを行ってください。

19.6 デジタルデバウンス機能

デジタルデバウンス機能を2回路内蔵しています。デジタルデバウンス機能は、立ち上がり、または立ち下がりエッジ入力後、プログラムで設定したフィルタ幅の時間を超えてそのレベルが保持された時点でレベルの確定が行われるため、ノイズの除去に有効です。

この機能は、 $\overline{\text{NMI}}/\overline{\text{SD}}$ 、および $\overline{\text{INT5}}/\overline{\text{INPC17}}$ に割り当てられており、デジタルフィルタ幅はそれぞれNDDRレジスタ、またはP17DDRレジスタで設定します。なお、ポートP17の入力、およびポートP85の入力に対してデジタルデバウンス機能は無効になります。図19.11にNDDRレジスタおよびP17DDRレジスタを示します。

フィルタ幅： $(n+1) \times 1/f_8$ n ：NDDRレジスタまたはP17DDRレジスタの設定値

NDDRレジスタまたはP17DDRレジスタは、 f_8 をカウントソースとし設定値をダウンカウントします。NDDRレジスタ、またはP17DDRレジスタを読みだした場合、カウント値が読み出されます。端子に立ち上がり、または立ち下がりエッジが入力されると、設定値がリロードされます。

デジタルデバウンス機能を使用する場合、NDDRレジスタまたはP17DDRレジスタの設定可能値は"0016~FF16"です。"FF16"を設定すると、デジタルフィルタなしとなります。詳細を図19.12に示します。

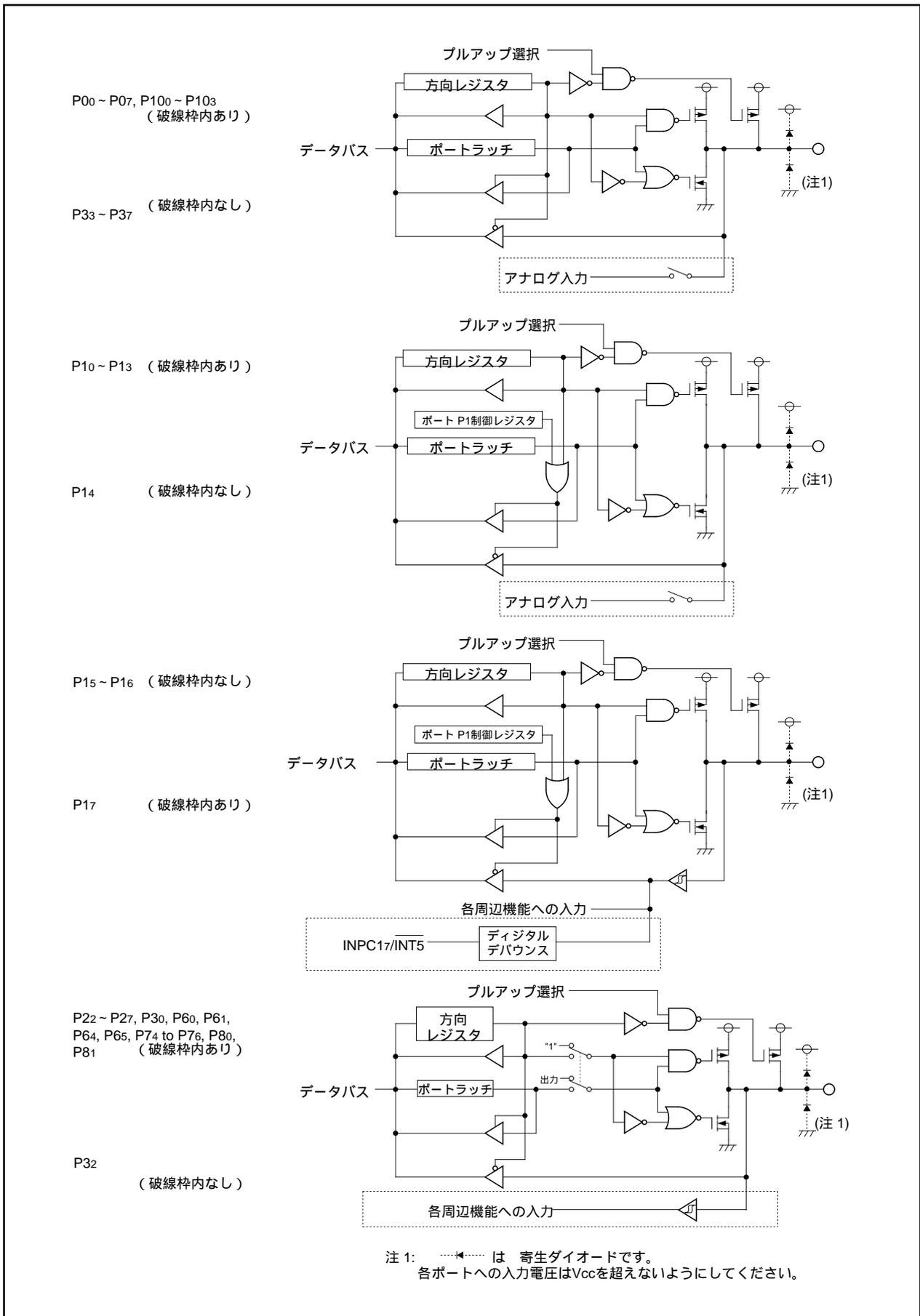


図19.1 入出力ポート (1)

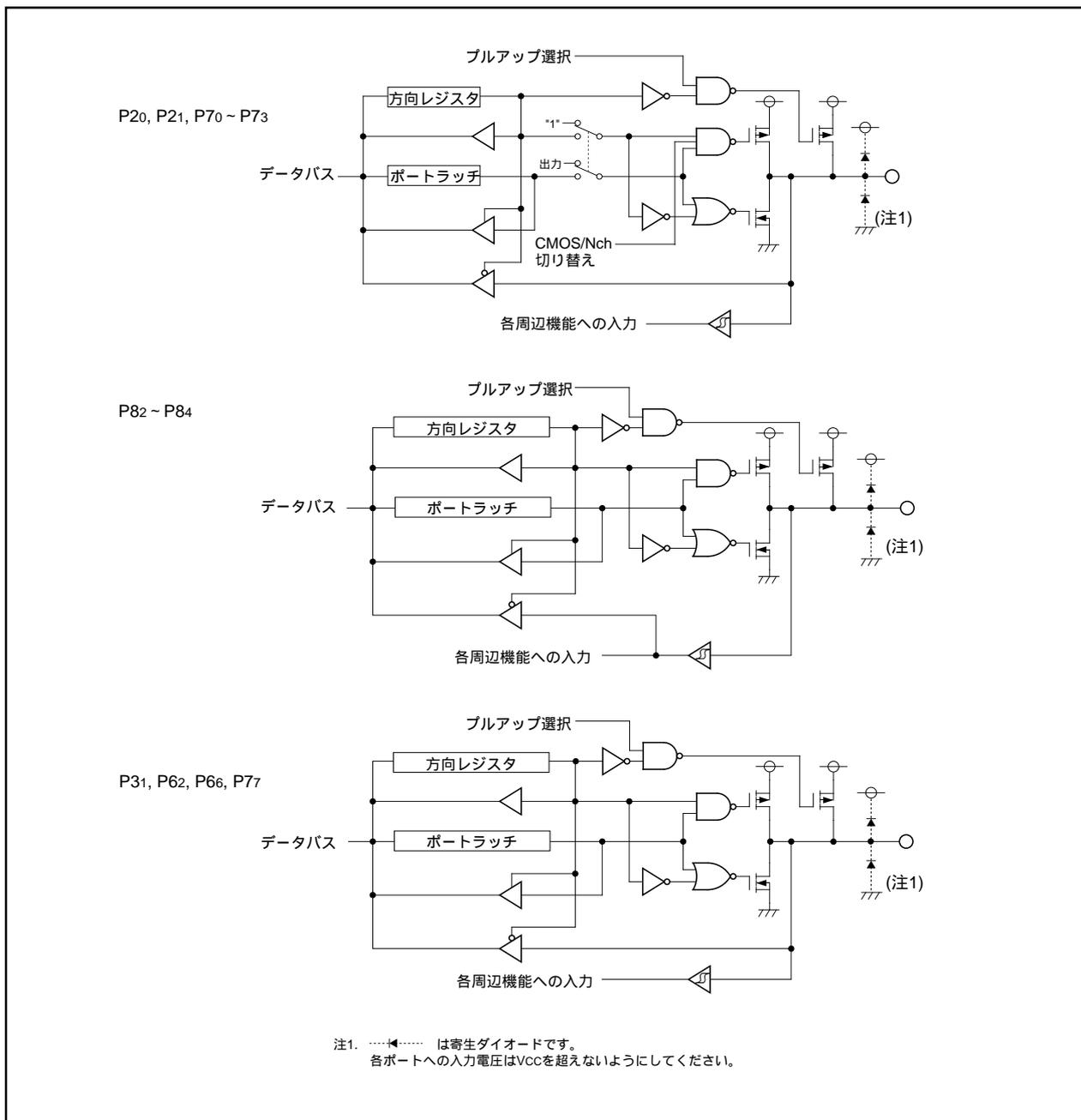


図19.2 入出力ポート(2)

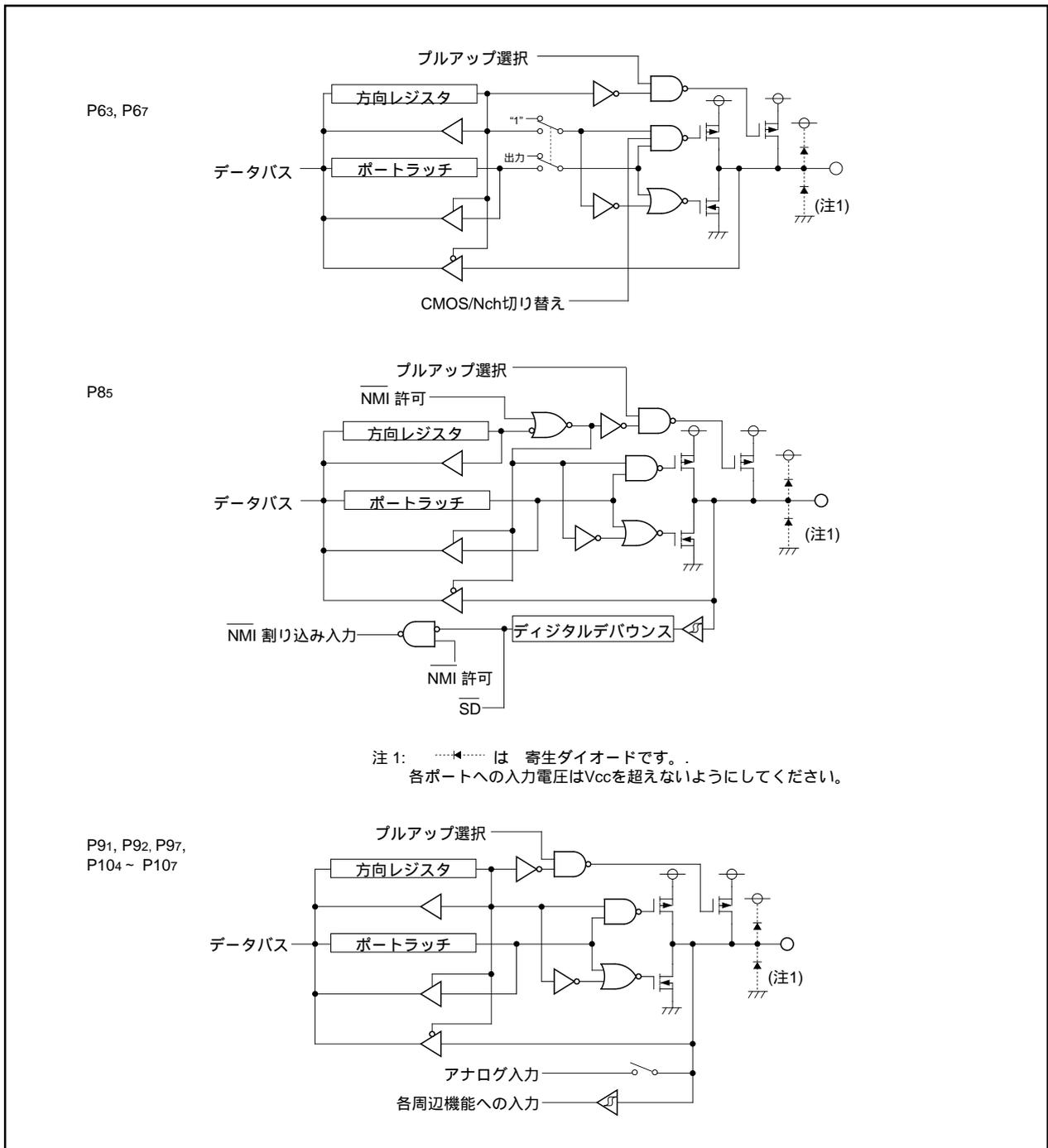


図19.3 入出力ポート(3)

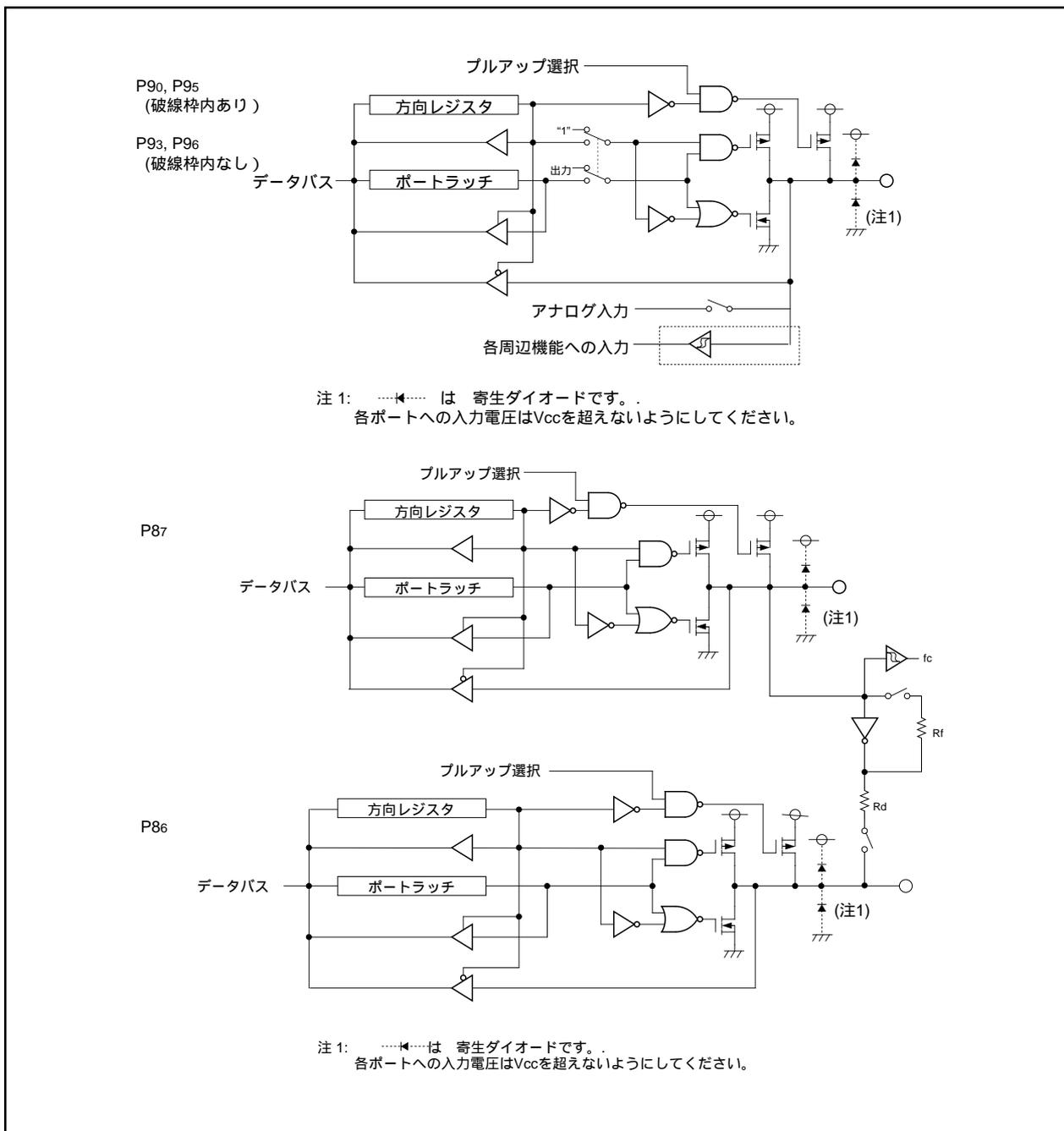


図19.4 入出力ポート(4)

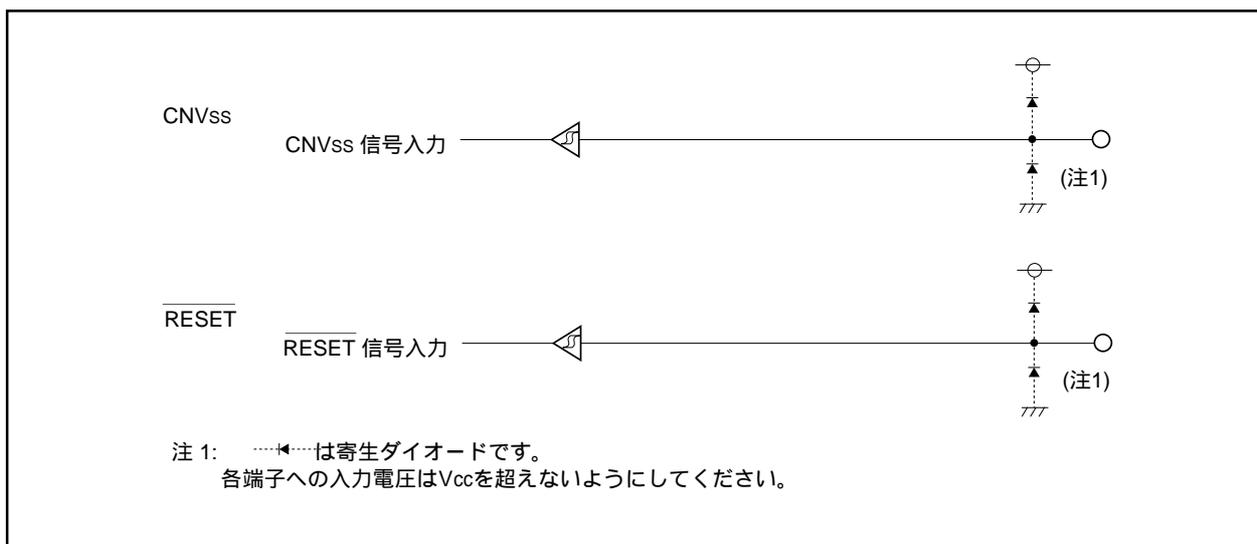


図19.5 入力端子

ポートPi方向レジスタ(i=0~3, 6~8, 10)(注1)

| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|---------|--|------------------|
| PD0~PD3 | 03E2 ₁₆ , 03E3 ₁₆ , 03E6 ₁₆ , 03E7 ₁₆ 番地 | 00 ₁₆ |
| PD6~PD8 | 03EE ₁₆ , 03EF ₁₆ , 03F2 ₁₆ 番地 | 00 ₁₆ |
| PD10 | 03F6 ₁₆ 番地 | 00 ₁₆ |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|--------------------------|--|----|
| PDi_0 | ポートPi ₀ 方向ビット | 0: 入力モード (入力ポートとして機能) 1: 出力モード (出力ポートとして機能) (i=0~3, 6~8, 10) | RW |
| PDi_1 | ポートPi ₁ 方向ビット | | RW |
| PDi_2 | ポートPi ₂ 方向ビット | | RW |
| PDi_3 | ポートPi ₃ 方向ビット | | RW |
| PDi_4 | ポートPi ₄ 方向ビット | | RW |
| PDi_5 | ポートPi ₅ 方向ビット | | RW |
| PDi_6 | ポートPi ₆ 方向ビット | | RW |
| PDi_7 | ポートPi ₇ 方向ビット | | RW |

注1. PACRレジスタの設定をしてください。

80ピン版の場合、PACR2、PACR1、PACR0を“0112”にしてください。

64ピン版の場合、PACR2、PACR1、PACR0を“0102”にしてください。

ポートP9方向レジスタ(注1、注2)

| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|------|-----------------------|-----------------------|
| PD9 | 03F3 ₁₆ 番地 | 000X0000 ₂ |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|-----------|---|--|----|
| PD9_0 | ポートP9 ₀ 方向ビット | 0: 入力モード (入力ポートとして機能) 1: 出力モード (出力ポートとして機能) | RW |
| PD9_1 | ポートP9 ₁ 方向ビット | | RW |
| PD9_2 | ポートP9 ₂ 方向ビット | | RW |
| PD9_3 | ポートP9 ₃ 方向ビット | | RW |
| — (b4) | 何も配置されていない。 書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は不定。 | | — |
| PD9_5 | ポートP9 ₅ 方向ビット | 0: 入力モード (入力ポートとして機能) 1: 出力モード (出力ポートとして機能) | RW |
| PD9_6 | ポートP9 ₆ 方向ビット | | RW |
| PD9_7 | ポートP9 ₇ 方向ビット | | RW |
| | | | RW |

注1. PD9レジスタは、PRCRレジスタのPRC2ビットを“1”(書き込み許可)にした次の命令で書いてください。

注2. PACRレジスタの設定をしてください。

80ピン版の場合、PACR2、PACR1、PACR0を“0112”にしてください。

64ピン版の場合、PACR2、PACR1、PACR0を“0102”にしてください。

図19.6 PD0~PD3、PD6~PD10レジスタ

ポートPiレジスタ(i=0~3、6~8、10)(注1)

| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|-------|-------------------------------|---------|
| P0~P3 | 03E016、03E116、03E416、03E516番地 | 不定 |
| P6~P8 | 03EC16、03ED16、03F016番地 | 不定 |
| P10 | 03F416番地 | 不定 |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|-----------|---|----|
| Pi_0 | ポートPi0ビット | | RW |
| Pi_1 | ポートPi1ビット | 入力モードに設定した入出力ポートに対応するビットを読むと、端子のレベルが読める。 | RW |
| Pi_2 | ポートPi2ビット | | RW |
| Pi_3 | ポートPi3ビット | 出力モードに設定した入出力ポートに対応するビットに書くと、端子のレベルを制御できる | RW |
| Pi_4 | ポートPi4ビット | | RW |
| Pi_5 | ポートPi5ビット | 0: "L" レベル | RW |
| Pi_6 | ポートPi6ビット | 1: "H" レベル(注1) | RW |
| Pi_7 | ポートPi7ビット | (i=0~3、6~8、10) | RW |

注1. PACRレジスタの設定をしてください。

80ピン版の場合、PACR2、PACR1、PACR0を "0112" にしてください。

64ピン版の場合、PACR2、PACR1、PACR0を "0102" にしてください。

ポートP9レジスタ(注1)

| シンボル | アドレス | リセット後の値 |
|------|----------|---------|
| P9 | 03F116番地 | 不定 |

| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|----------------|--|----|
| P9_0 | ポートP90ビット | 入力モードに設定した入出力ポートに対応するビットを読むと、端子のレベルが読める。 | RW |
| P9_1 | ポートP91ビット | | RW |
| P9_2 | ポートP92ビット | 出力モードに設定した入出力ポートに対応するビットに書くと、端子のレベルを制御できる。 | RW |
| P9_3 | ポートP93ビット | | RW |
| (b4) | 何も配置されていない(注2) | 0: "L" レベル | RW |
| P9_5 | ポートP95ビット | 1: "H" レベル | RW |
| P9_6 | ポートP96ビット | | RW |
| P9_7 | ポートP97ビット | | RW |

注1. PACRレジスタの設定をしてください。

80ピン版の場合、PACR2、PACR1、PACR0を "0112" にしてください。

64ピン版の場合、PACR2、PACR1、PACR0を "0102" にしてください。

注2. 何も配置されていません。書く場合、"0"を書いてください。読んだ場合、その値は不定です。

図19.7 P0~P3、P6~P10レジスタ

ブルアップ制御レジスタ 0

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル PUR0 | アドレス 03FC16 | リセット後の値 0016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|----------------------------|----|----|----|----|----|--------------|----------------|-----------------|----|------|----------------|----------------------------|----|------|----------------|----|------|----------------|----|------|----------------|----|------|----------------|----|------|----------------|----|------|----------------|----|------|----------------|----|
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>ビットシンボル</th> <th>ビット名</th> <th>機能</th> <th>RW</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PU00</td> <td>P00 ~ P03ブルアップ</td> <td rowspan="8">0:ブルアップなし 1:ブルアップあり(注1)</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU01</td> <td>P04 ~ P07ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU02</td> <td>P10 ~ P13ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU03</td> <td>P14 ~ P17ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU04</td> <td>P20 ~ P23ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU05</td> <td>P24 ~ P27ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU06</td> <td>P30 ~ P33ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU07</td> <td>P34 ~ P37ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW | PU00 | P00 ~ P03ブルアップ | 0:ブルアップなし 1:ブルアップあり(注1) | RW | PU01 | P04 ~ P07ブルアップ | RW | PU02 | P10 ~ P13ブルアップ | RW | PU03 | P14 ~ P17ブルアップ | RW | PU04 | P20 ~ P23ブルアップ | RW | PU05 | P24 ~ P27ブルアップ | RW | PU06 | P30 ~ P33ブルアップ | RW | PU07 | P34 ~ P37ブルアップ | RW |
| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU00 | P00 ~ P03ブルアップ | 0:ブルアップなし 1:ブルアップあり(注1) | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU01 | P04 ~ P07ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU02 | P10 ~ P13ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU03 | P14 ~ P17ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU04 | P20 ~ P23ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU05 | P24 ~ P27ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU06 | P30 ~ P33ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU07 | P34 ~ P37ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注1. このビットが“1”(ブルアップあり)でかつ方向ビットが“0”(入力モード)の端子がブルアップされます。

ブルアップ制御レジスタ 1

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル PUR1 | アドレス 03FD16 | リセット後の値 0016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------|----|----|----|----|----|--------------|----------------|-----------------|----|--------------|--|--|---|------|----------------|----------------------------|----|------|----------------|----|------|----------------|----|------|----------------|----|
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>ビットシンボル</th> <th>ビット名</th> <th>機能</th> <th>RW</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>— (b3-b0)</td> <td>何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。 読んだ場合、その値は“0”。</td> <td></td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>PU14</td> <td>P60 ~ P63ブルアップ</td> <td rowspan="4">0:ブルアップなし 1:ブルアップあり(注1)</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU15</td> <td>P64 ~ P67ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU16</td> <td>P70 ~ P73ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU17</td> <td>P74 ~ P77ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW | — (b3-b0) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。 読んだ場合、その値は“0”。 | | — | PU14 | P60 ~ P63ブルアップ | 0:ブルアップなし 1:ブルアップあり(注1) | RW | PU15 | P64 ~ P67ブルアップ | RW | PU16 | P70 ~ P73ブルアップ | RW | PU17 | P74 ~ P77ブルアップ | RW |
| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| — (b3-b0) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。 読んだ場合、その値は“0”。 | | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU14 | P60 ~ P63ブルアップ | 0:ブルアップなし 1:ブルアップあり(注1) | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU15 | P64 ~ P67ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU16 | P70 ~ P73ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU17 | P74 ~ P77ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注1. このビットが“1”(ブルアップあり)でかつ方向ビットが“0”(入力モード)の端子がブルアップされます。

ブルアップ制御レジスタ 2

| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 | シンボル PUR2 | アドレス 03FE16 | リセット後の値 0016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------|----|----|----|----|----|--------------|----------------|-----------------|----|------|----------------|----------------------------|----|------|----------------|----|------|----------------|----|------|----------------|----|------|------------------|----|------|------------------|----|--------------|--|--|---|
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>ビットシンボル</th> <th>ビット名</th> <th>機能</th> <th>RW</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PU20</td> <td>P80 ~ P83ブルアップ</td> <td rowspan="6">0:ブルアップなし 1:ブルアップあり(注1)</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU21</td> <td>P84 ~ P87ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU22</td> <td>P90 ~ P93ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU23</td> <td>P95 ~ P97ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU24</td> <td>P100 ~ P103ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>PU25</td> <td>P104 ~ P107ブルアップ</td> <td>RW</td> </tr> <tr> <td>— (b7-b6)</td> <td>何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。 読んだ場合、その値は“0”。</td> <td></td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW | PU20 | P80 ~ P83ブルアップ | 0:ブルアップなし 1:ブルアップあり(注1) | RW | PU21 | P84 ~ P87ブルアップ | RW | PU22 | P90 ~ P93ブルアップ | RW | PU23 | P95 ~ P97ブルアップ | RW | PU24 | P100 ~ P103ブルアップ | RW | PU25 | P104 ~ P107ブルアップ | RW | — (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。 読んだ場合、その値は“0”。 | | — |
| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU20 | P80 ~ P83ブルアップ | 0:ブルアップなし 1:ブルアップあり(注1) | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU21 | P84 ~ P87ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU22 | P90 ~ P93ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU23 | P95 ~ P97ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU24 | P100 ~ P103ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PU25 | P104 ~ P107ブルアップ | | RW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| — (b7-b6) | 何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。 読んだ場合、その値は“0”。 | | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注1. このビットが“1”(ブルアップあり)でかつ方向ビットが“0”(入力モード)の端子がブルアップされます。

図19.8 PUR0 ~ PUR2レジスタ

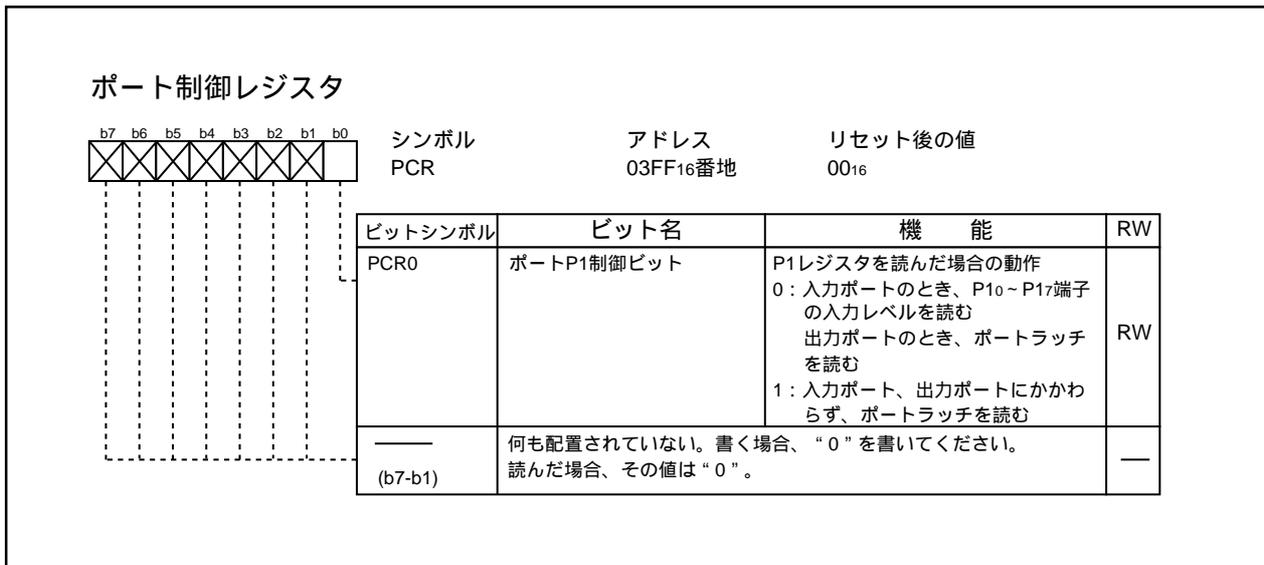


図19.9 PCRレジスタ

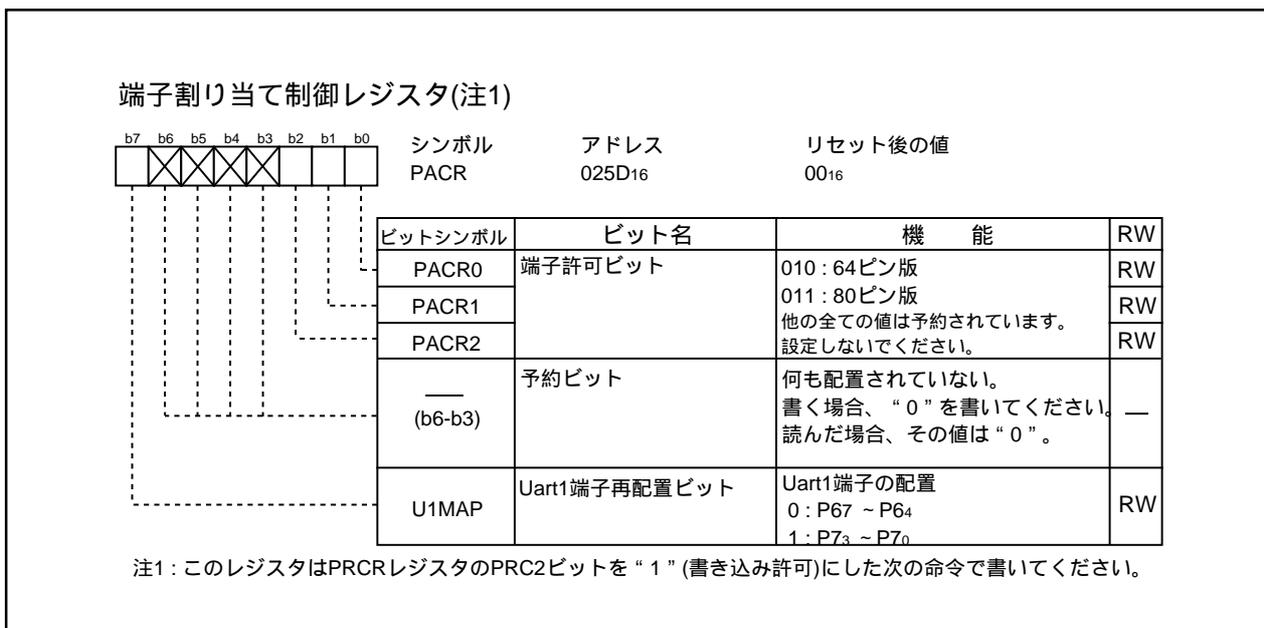


図19.10 PACRレジスタ

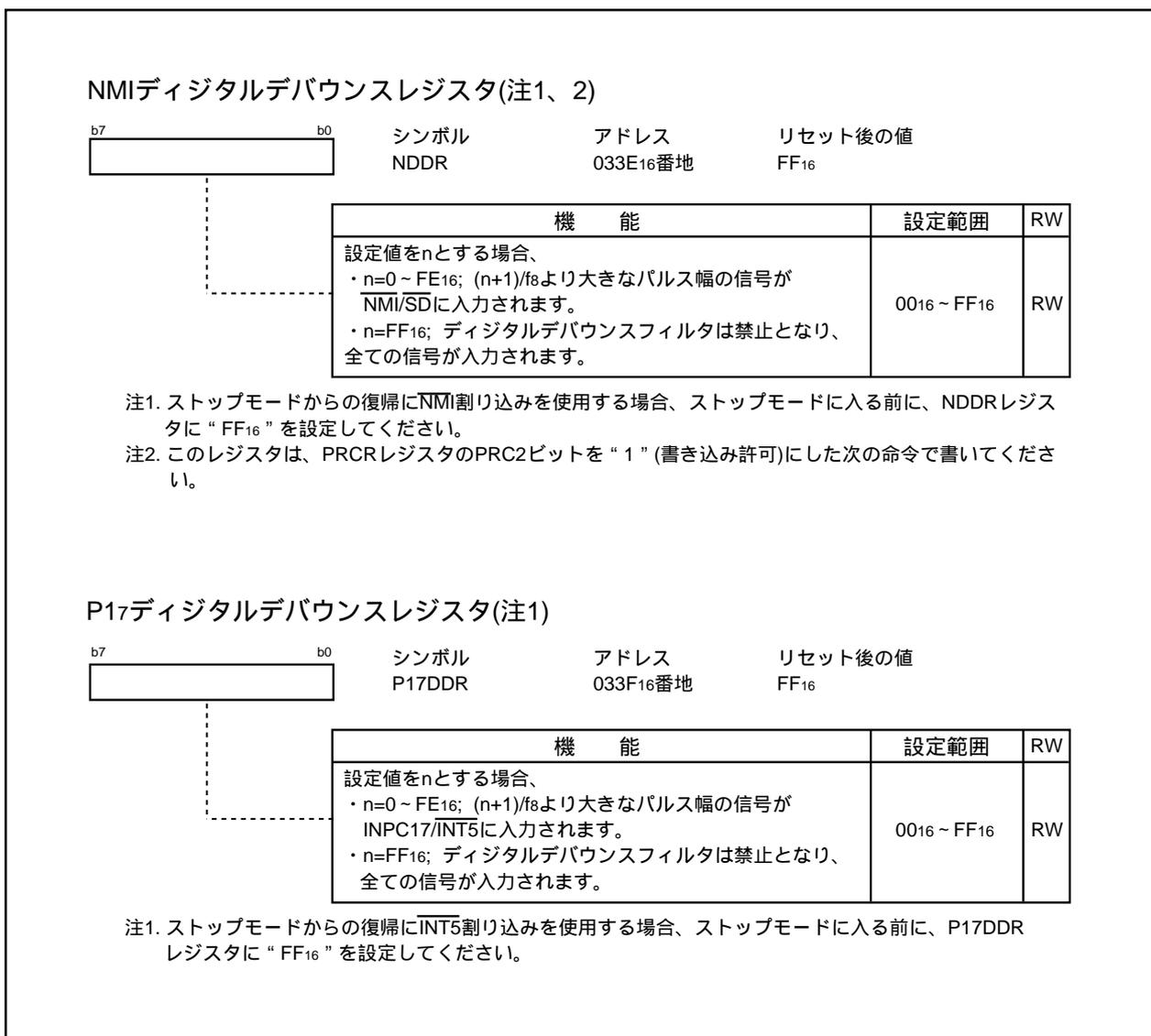
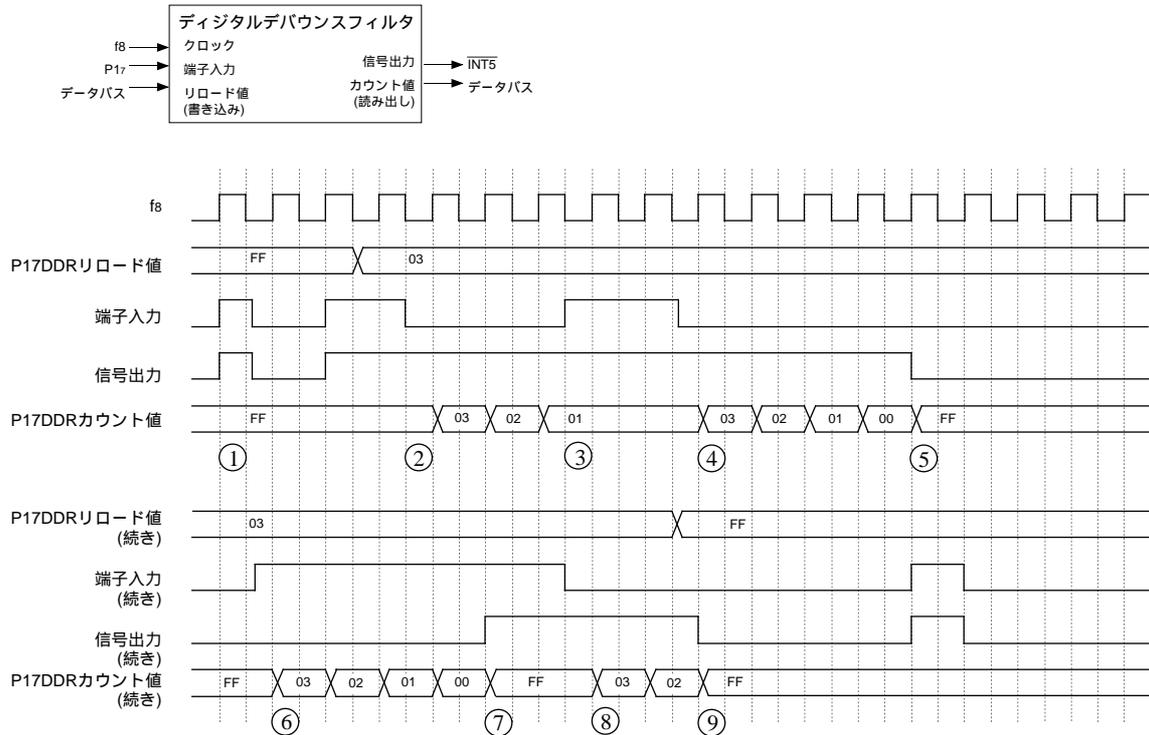


図19.11 NDDRレジスタ、P17DDRレジスタ

・ $\overline{\text{INT5}}$ のデジタルデバウンス機能、P17DDR=“03₁₆”の時の例



- (リセット後) P17DDR=FF₁₆、端子入力はそのまま信号出力されます。
- P17DDRレジスタに“03₁₆”を設定。端子入力のレベル(“L”)と信号出力のレベル(“H”)が異なると、P17DDRはf8をカウントソースとしてダウンカウントを開始します。
- カウント途中で端子入力と信号出力のレベルが一致(“H”)すると、P17DDRはカウントを停止します。
- 端子入力レベル(“L”)と信号出力のレベル(“H”)が再度異なると、P17DDRは設定値がリロードされた後、ダウンカウントを開始します。
- P17DDRがアンダフローするとカウントを停止し、信号出力は端子入力レベル(“L”)を出力します。
- 端子入力レベル(“H”)と信号出力のレベル(“L”)が再度異なると、P17DDRは設定値がリロードされた後、ダウンカウントを開始します。
- P17DDRがアンダフローするとカウントを停止し、信号出力は端子入力レベル(“H”)を出力します。
- 端子入力レベル(“H”)と信号出力のレベル(“L”)が再度異なると、P17DDRは設定値がリロードされた後、ダウンカウントを開始します。
- P17DDRレジスタに“FF₁₆”を設定すると、P17DDRは設定値がリロードされた後、カウントを停止します。端子入力はそのまま信号出力されます。

図19.12 デジタルデバウンスフィルタの機能

表19.1 シングルチップモード時の未使用端子の処理

| 端子名 | 処理内容 |
|--------------------------|--|
| ポート P0 ~ P3、 P6 ~ P10 | 入力モードに設定し、端子ごとに抵抗を介してVssに接続(プルダウン)するか出力モードに設定し、端子を開放(注1、注2、注4) |
| XOUT | 開放 (注3) |
| Xin | 抵抗を介してVccに接続(プルアップ) (注5) |
| AVcc | Vccに接続 |
| AVSS, VREF | Vssに接続 |

注1: 出力モードに設定し、開放する場合、リセットからプログラムによってポートを出力モードに切り替えるまでは、ポートは入力モードになっています。そのため、端子の電圧レベルが不定となり、ポートが入力モードになっている期間、電源電流が増加する場合があります。また、ノイズやノイズによって引き起こされる暴走などによって、方向レジスタの内容が変化する場合を考慮し、ソフトウェアで定期的な方向レジスタの内容を再設定した方がプログラムの信頼性が高くなります。

注2: 未使用端子の処理は、マイクロコンピュータの端子からできるだけ短い配線(2cm以内)で処理してください。

注3: XIN端子に外部クロックまたはVccを入力している場合。

注4: 64ピン版を使用している場合、PACR2, PACR1, PACRビットを"010₂"にしてください。

80ピン版を使用している場合、PACR2, PACR1, PACRビットを"011₂"にしてください。

注5: メインクロック発振回路を使用しない場合、消費電流を低減するために、CM0レジスタのCM05ビットを"1" (メインクロック停止)に設定してください。

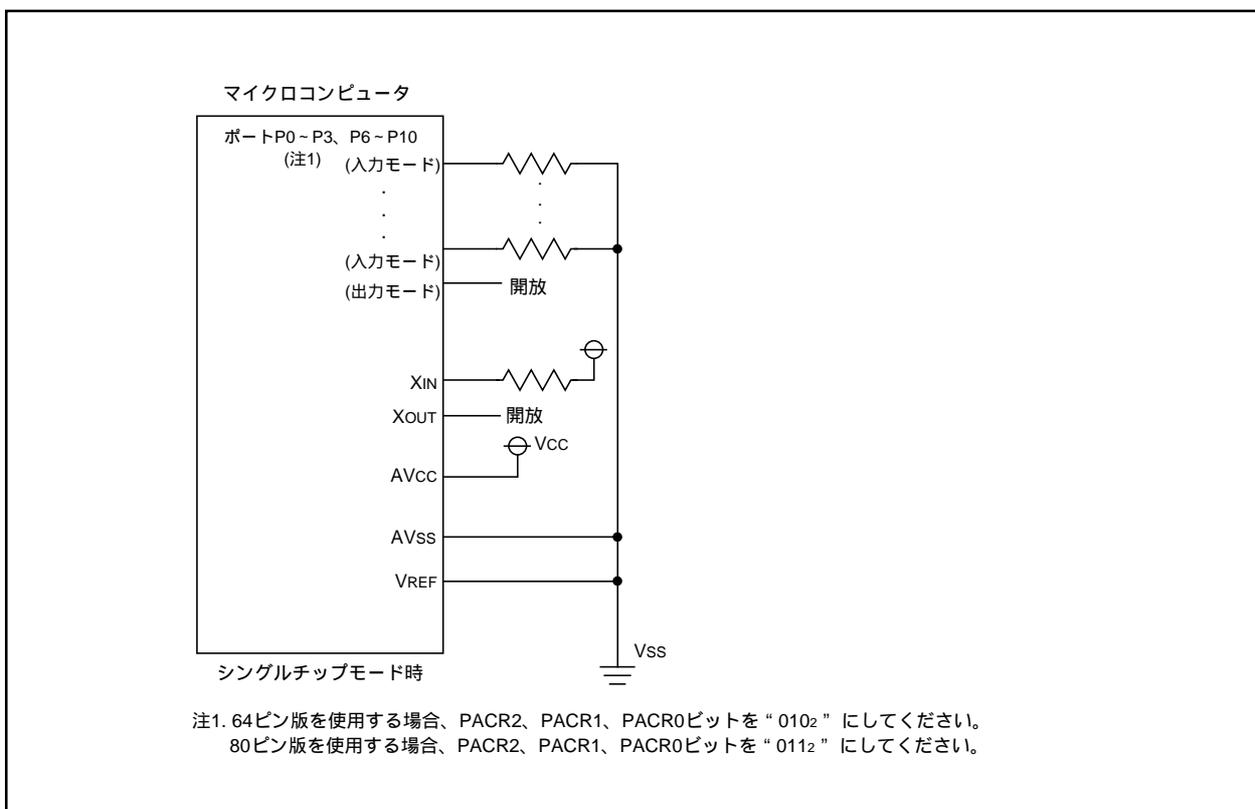


図19.13 未使用端子の処理

20. フラッシュメモリ版

20.1 フラッシュメモリの性能

フラッシュメモリ版では、CPU書き換えモード、標準シリアル入出力モード、パラレル入出力モード、CAN入出力モードの4つの書き換えモードでフラッシュメモリを操作できます。

表20.1にフラッシュメモリ版の仕様概要を示します。表20.1に示す以外の項目は「表1.1仕様概要(80ピン版)」もしくは「表1.2仕様概要(64ピン版)」を参照してください。

表20.1. フラッシュメモリ版の仕様概要

| 項 目 | | 性 能 |
|------------------|------------------------|--|
| フラッシュメモリの動作モード | | 4モード(CPU書き換え、標準シリアル入出力、パラレル入出力、CAN入出力)(注3) |
| 消去ブロック分割 | | 図20.1～図20.3 フラッシュメモリのブロック図を参照してください。 |
| プログラム方法 | | ワード単位 |
| イレーズ方法 | | ブロック消去 |
| プログラム、イレーズ制御方式 | | ソフトウェアコマンドによるプログラム、イレーズ制御 |
| プロテクト方式 | | FMR16ビットにより、ブロック0～ブロック5をプロテクト 加えて、FMR02ビットにより、ブロック0～ブロック1をプロテクト |
| コマンド数 | | 5 コマンド |
| プログラム、イレーズ回数(注1) | ブロック0～ブロック5(プログラム領域) | 100回または 1,000回(表1.6～表1.8 製品コード表を参照してください) |
| | ブロックA、ブロックB(データ領域)(注2) | 100回または10,000回(表1.6～表1.8 製品コード表を参照してください) |
| データ保持 | | 20年間 (Topr = 55) |
| ROMコードプロテクト | | パラレル入出力モード、標準シリアル入出力モード、CAN入出力モード 対応 |

注1. プログラム、イレーズ回数の定義

プログラム、イレーズ回数はブロックごとのイレーズ回数です。プログラム、イレーズ回数がn回(n=100、1,000、10,000)の場合、ブロックごとに、それぞれn回ずつイレーズすることができます。

例えば、2KブロックのブロックAについて、それぞれ異なる番地に1ワード書き込みを1,024回に分けて行った後に、そのブロックをイレーズした場合もプログラム/イレーズ回数は1回と数えます。ただし、イレーズ1回に対して、同一番地に複数回の書き込みを行うことはできません。(上書き禁止)

注2. 多数回の書き換えを実施するシステムの場合は、実効的な書き換え回数を減少させる工夫として、書き込む番地を順にずらしていくなどして、ブランク領域ができるだけ残らないようにプログラム(書き込み)を実施した上で1回のイレーズを行ってください。

例えば、一組8ワードをプログラムする場合、最大128組の書き込みを実施した上で1回のイレーズをすることで実効的な書き換え回数を少なくすることができます。加えてブロックA、ブロックBのイレーズ回数が均等になるようにすると更に実効的な書き換え回数を少なくすることができます。また、ブロック毎に何回イレーズを実施したかを情報として残し、制限回数を設けることをお勧めいたします。

注3. M16C/29グループ T-ver.、V-ver.ではCAN入出力モードには対応していません。

表20.2. フラッシュ書き換えモードの概要

| フラッシュメモリ書き換えモード | CPU書き換えモード | 標準シリアル入出力モード | パラレル入出力モード | CAN入出力モード |
|-----------------|---|--|-------------------------------|---------------------------|
| 機能概要 | CPUがソフトウェアコマンドを実行することにより、ユーザROM領域を書き換える EW0モード： フラッシュメモリ以外の領域で書き換え可能 EW1モード： フラッシュメモリ上で書き換え可能 | 専用シリアルライタを使用して、ユーザROM領域を書き換える 標準シリアル入出力モード1： クロック同期形シリアルI/O 標準シリアル入出力モード2： クロック非同期形シリアルI/O | 専用パラレルライタを使用して、ユーザROM領域を書き換える | 専用CANライタを使用して、ユーザ領域を書き換える |
| 書き換えできる領域 | ユーザROM領域 | ユーザROM領域 | ユーザROM領域 | ユーザROM領域 |
| 動作モード | シングルチップモード | ブートモード | パラレル入出力モード | ブートモード |
| ROMライタ | - | シリアルライタ | パラレルライタ | CANライタ |

20.1.1 ブートモード

CNVss端子とP86端子に“H”を入力、または、CNVss端子とP16端子に“H”入力かつP85端子に“L”を入力して、ハードウェアリセットするとブートモードになり、ブートROM領域のプログラムを実行します。ブートROM領域は予約領域です。出荷時には標準シリアル入出力モードの書き換え制御プログラムが格納されております。書き換えしないでください。

20.2 メモリ配置

フラッシュメモリ版のROMは、ユーザROM領域とブートROM領域(予約領域)に分けられます。図20.1～図20.3にフラッシュメモリのブロック図を示します。ユーザROM領域には、シングルチップモード時のマイコン動作プログラムを格納する領域とは別に、2Kバイトのデータ領域(ブロックAとブロックB)があります。

ユーザROM領域は、いくつかのブロックに分割されています。ユーザROM領域は、CPU書き換えモード、標準シリアル入出力モード、パラレル入出力モード、またはCAN入出力モードで書き換えられます。ブロック0、ブロック1をCPU書き換えモードで書き換える場合は、FMR0レジスタのFMR02ビットを“1”(ブロック0,1書き換え許可)、かつFMR1レジスタのFMR16ビットを“1”(ブロック0～ブロック5書き換え許可)にしてください。またブロック2～5を、CPU書き換えモードで書き換える場合は、FMR1レジスタのFMR16ビットを“1”(ブロック0～ブロック5書き換え許可)にすることで書き換えが許可されます。

ブロックAとブロックBは、PM1レジスタのPM10ビットに“1”(データ領域アクセス許可)にすることで、使用可能となります。

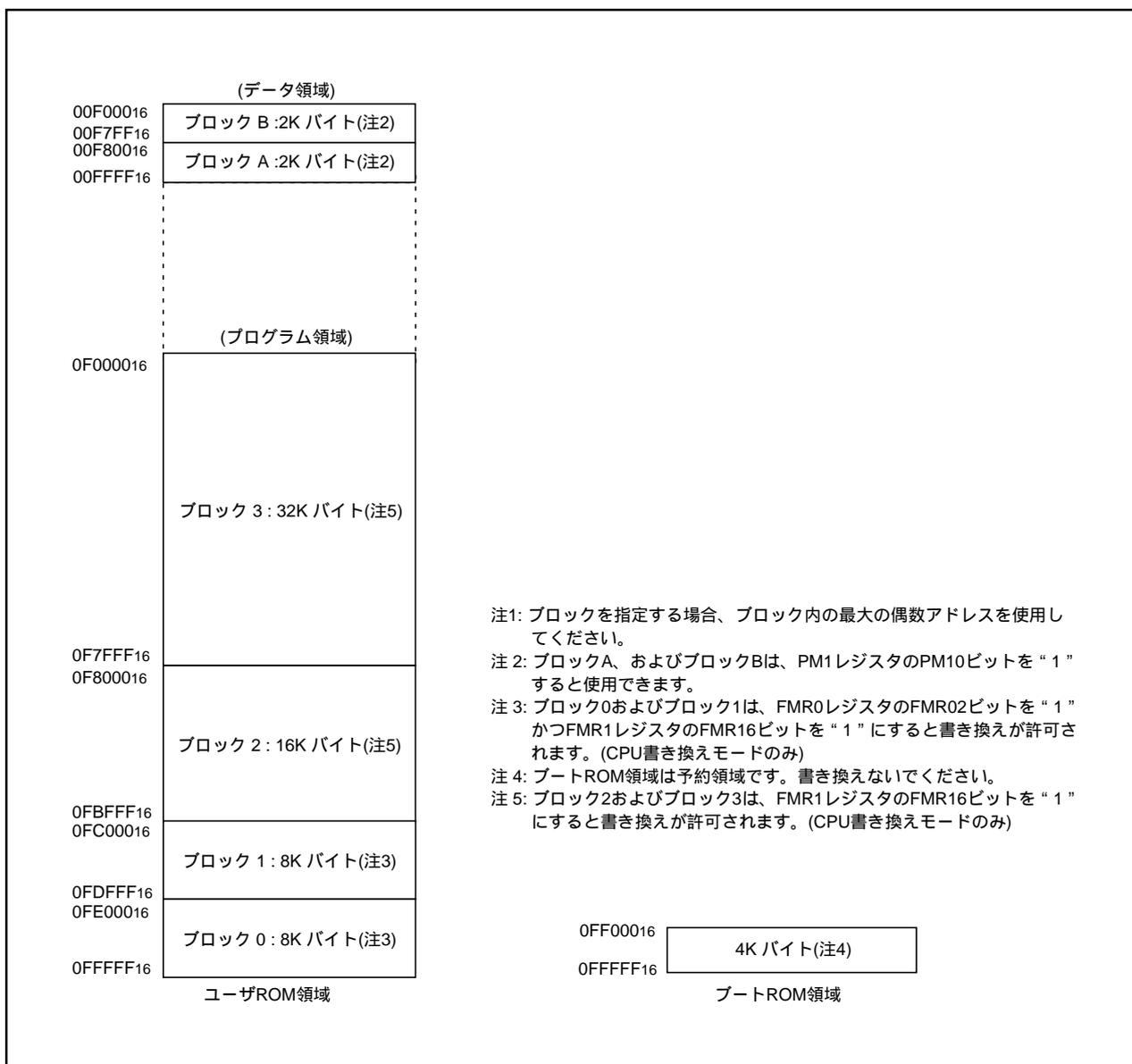


図20.1 フラッシュメモリのブロック図 (ROM容量 64K byte)

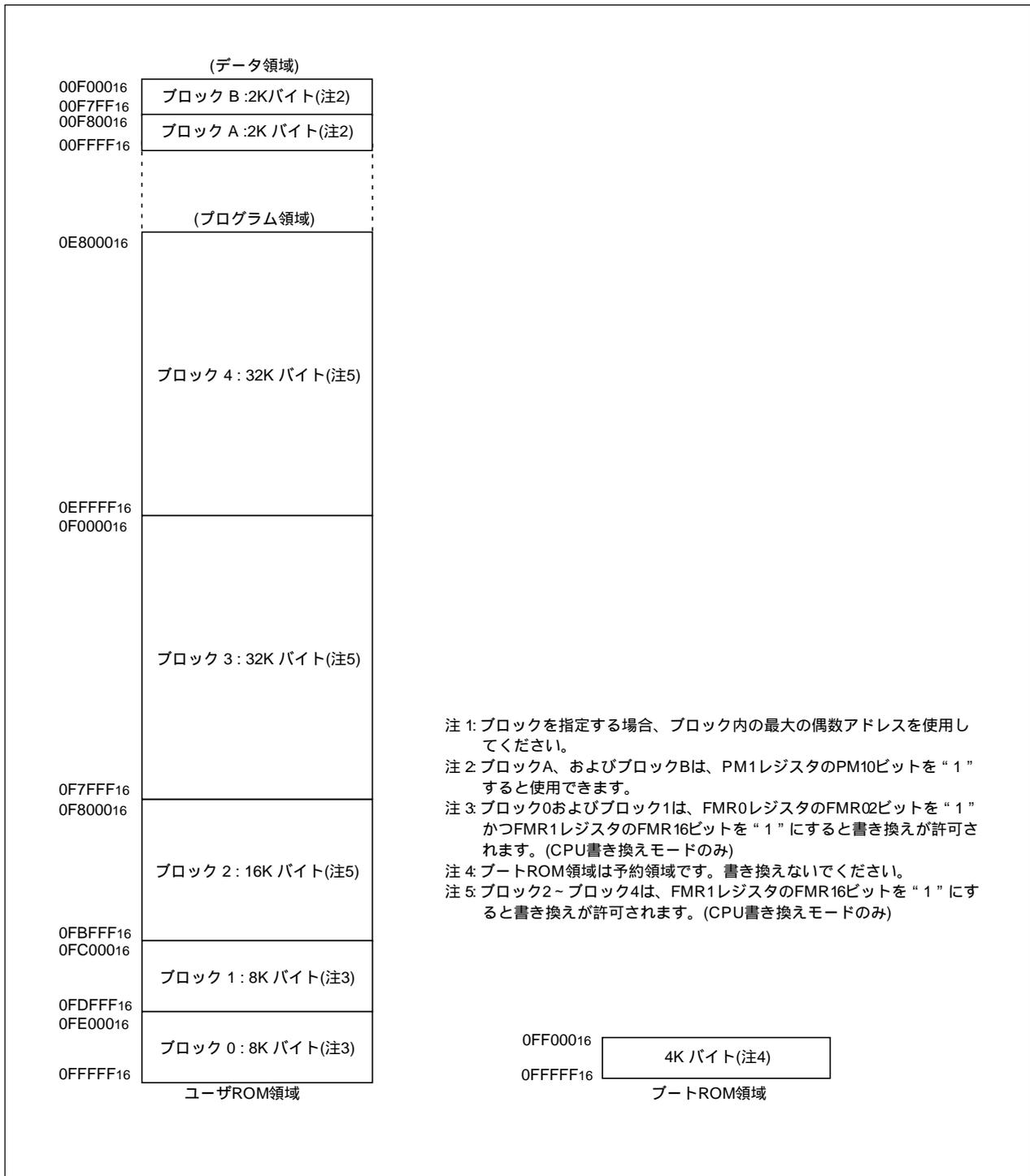


図20.2 フラッシュメモリのブロック図 (ROM容量 96K byte)

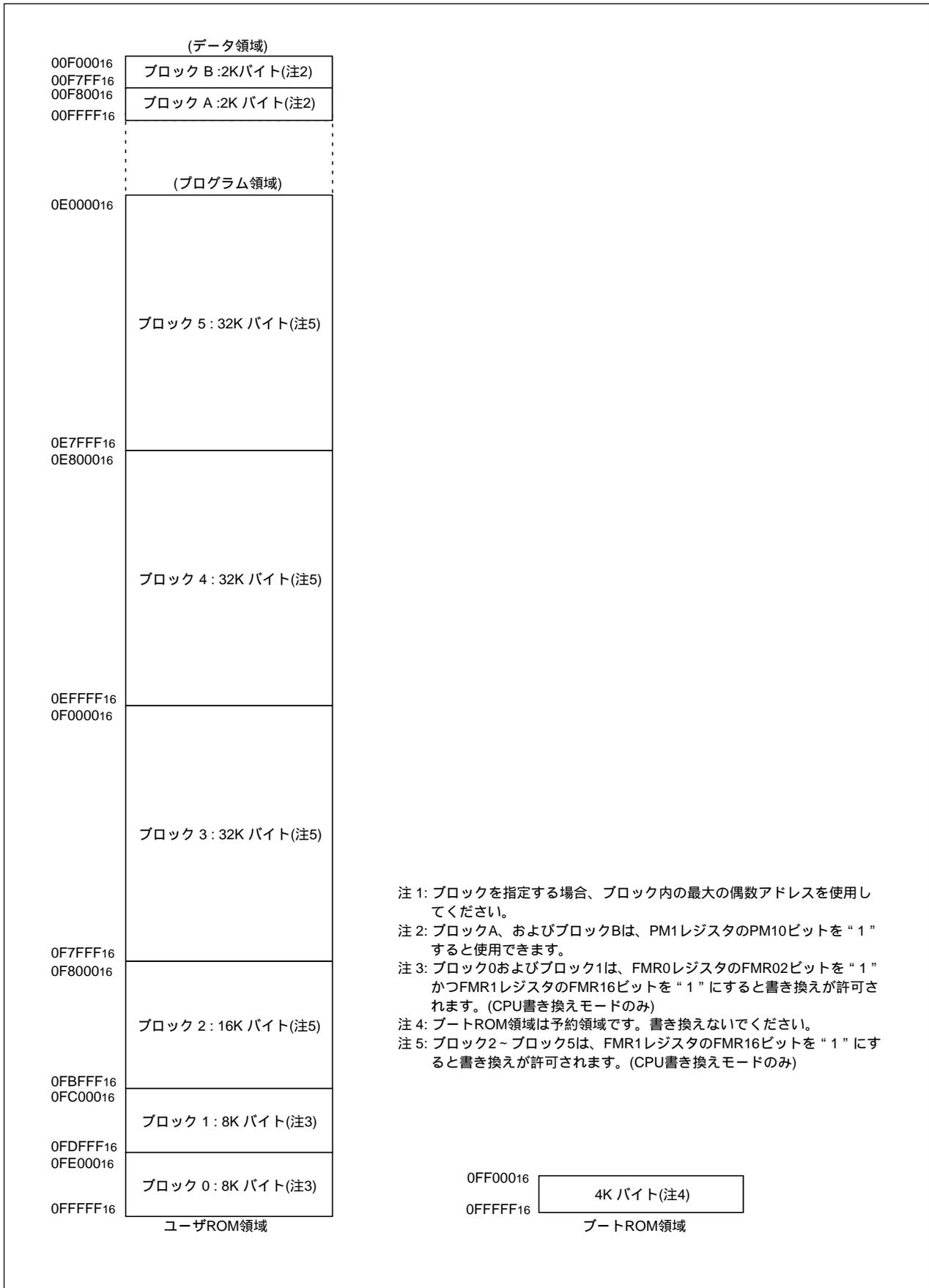


図20.3 フラッシュメモリのブロック図 (ROM容量 128K byte)

20.3 フラッシュメモリ書き換え禁止機能

フラッシュメモリを簡単に読んだり、書き換えたりできないように、パラレル入出力モードにはROMコードプロテクト、標準シリアル入出力モードにはIDコードチェック機能があります。

20.3.1 ROMコードプロテクト機能

ROMコードプロテクトは、パラレル入出力モードを使用する場合に、フラッシュメモリの読み出しや書き換えを禁止する機能です。図20.4にROMCPレジスタを示します。ROMCPレジスタは、ユーザROM領域に存在します。

ROMCP1ビットが“112”以外の場合、ROMコードプロテクトが有効になります。その場合、ビット5～ビット0は“1111112”にしてください。

ROMコードプロテクトを解除する場合、標準シリアル入出力モードまたはCPU書き換えモードでROMCPレジスタを含むブロックを消去してください。

20.3.2 IDコードチェック機能

標準シリアル入出力モードで使用します。フラッシュメモリがブランクではない場合、ライターから送られてくるIDコードとフラッシュメモリに書かれている7バイトのIDコードが一致するか判定します。コードが一致しなければ、ライターから送られてくるコマンドは受け付けません。IDコードは各8ビットのデータで、その領域は、1バイト目から0FFFDF₁₆、0FFFE3₁₆、0FFFEB₁₆、0FFFEF₁₆、0FFFF3₁₆、0FFFF7₁₆、0FFFFB₁₆番地です。これらの番地にあらかじめIDコードを設定したプログラムをフラッシュメモリに書いてください。

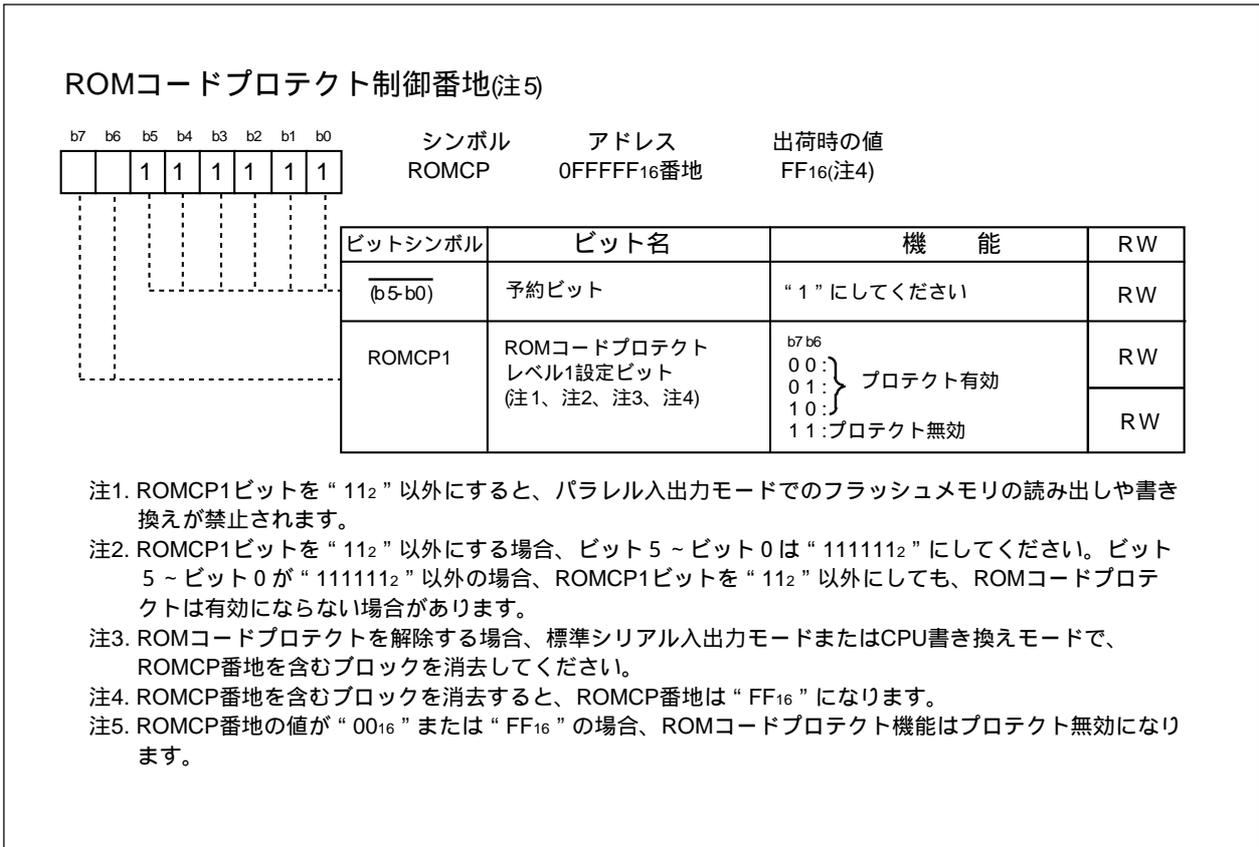


図20.4 ROMCP レジスタ

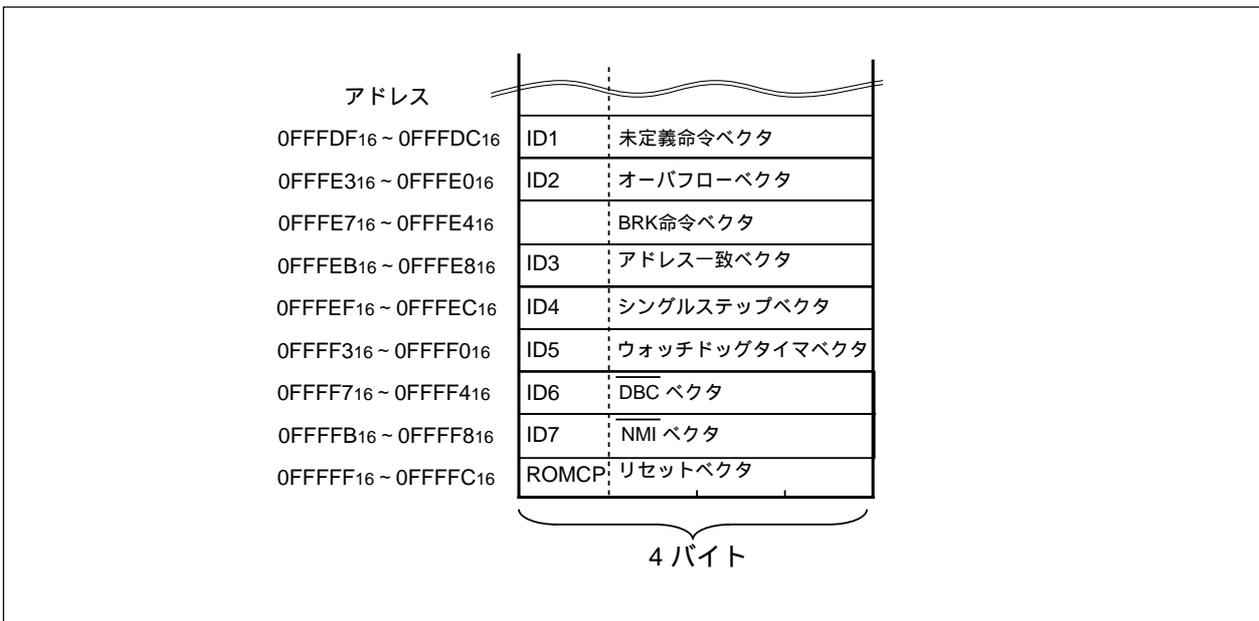


図20.5 IDコードの格納番地

20.4 CPU書き換えモード

CPU書き換えモードでは、CPUがソフトウェアコマンドを実行することにより、ユーザROM領域を書き換えることができます。

したがって、ROMライターなどを使用せずにマイクロコンピュータを基板に実装した状態で、ユーザROM領域を書き換えることができます。プログラム、ブロックイレーズのコマンドは、ユーザROM領域の各ブロック領域のみに対して実行してください。

また、CPU書き換えモードで消去動作中に割り込み要求が発生した場合に、消去動作を一時中断して割り込み処理を行うイレーズサスペンド機能を持ちます。イレーズサスペンド中は、プログラムでユーザROM領域を読み出すことが可能です。

CPU書き換えモードには、イレーズライト0モード(EW0モード)とイレーズライト1モード(EW1モード)があります。表20.3にEW0モードとEW1モードの違いを示します。CPUイレーズライト操作には1ウェイトが必要です。

表20.3 EW0モードとEW1モードの違い

| 項目 | EW0モード | EW1モード |
|---------------------|---|--|
| 動作モード | シングルチップモード | シングルチップモード |
| 書き換え制御プログラムを配置できる領域 | ユーザROM領域 | ユーザROM領域 |
| 書き換え制御プログラムを実行できる領域 | フラッシュメモリ以外(RAMなど)へ転送してから実行する必要あり | ユーザROM領域上で実行可能 |
| 書き換えられる領域(注2) | ユーザROM領域 | ユーザROM領域 ただし、書き換え制御プログラムがあるブロックを除く |
| ソフトウェアコマンドの制限 | なし | ・プログラム、ブロックイレーズコマンド 書き換え制御プログラムがあるブロックに対して実行禁止 ・リードステータスレジスタコマンド 実行禁止 |
| プログラム、イレーズ後のモード | リードステータスレジスタモード | リードアレイモード |
| 自動書き込み、自動消去時のCPUの状態 | 動作 | ホールド状態(入出力ポートはコマンド実行前の状態を保持(注1)) |
| フラッシュメモリのステータス検知 | ・プログラムでFMR0レジスタのFMR00、FMR06、FMR07ビットを読む ・リードステータスレジスタコマンドを実行し、ステータスレジスタのSR7、SR5、SR4を読む | プログラムでFMR0レジスタのFMR00、FMR06、FMR07ビットを読む |
| イレーズサスペンドへの移行条件(注3) | プログラムでFMR4レジスタのFMR40、およびFMR41ビットを“1”にする | FMR4レジスタのFMR40ビットが“1”、かつ許可された割り込みの割り込み要求が発生 |

注1. DMA転送が起こらないようにしてください。

注2. ブロック0、ブロック1は、FMR0レジスタのFMR02ビットを“1”かつFMR1レジスタのFMR16ビットを“1”にすると書き換えが許可されます。ブロック2～ブロック5は、FMR1レジスタのFMR16ビットを“1”にすると書き換えが許可されます。

注3. 条件成立後、イレーズサスペンドに移行しフラッシュメモリの読み出しが可能となるまでの時間は、最大td(SRES)です。

20.4.1 EW0モード

FMR0レジスタのFMR01ビットを“1”(CPU書き換えモード有効)にするとCPU書き換えモードになり、ソフトウェアコマンドの受け付けが可能となります。このとき、FMR1レジスタのFMR11ビットが“0”になり、EW0モードになります。FMR01ビットを“1”にするときには“0”を書いた後、続けて“1”を書いてください。

プログラム、イレーズ動作の制御はソフトウェアコマンドで行います。プログラム、イレーズの終了時の状態などはFMR0レジスタまたはステータスレジスタで確認できます。

自動消去中に、イレーズサスペンドに移行する場合は、FMR40ビットを“1”(イレーズサスペンド許可)、およびFMR41ビットを“1”(サスペンドリクエスト)にしてください。そして、td(SR-ES)待ち、FMR46ビットが“1”(自動消去停止)になったことを確認後、ユーザROM領域にアクセスしてください。FMR41ビットを“0”(イレーズリスタート)にすると、自動消去を再開します。

20.4.2 EW1モード

FMR01ビットを“1”にした後(“0”を書いた後、続けて“1”を書く)、FMR11ビットを“1”にする(“0”を書いた後、続けて“1”を書く)とEW1モードになります。

プログラム、イレーズの終了時の状態などは、FMR0レジスタで確認できます。EW1モードでは、ステータスレジスタを読めません。

プログラム、イレーズのコマンドを実行すると、コマンドの実行が終了するか、またはイレーズサスペンドの要求が発生するまで、CPUは停止します。

イレーズサスペンド機能を有効にする場合には、FMR40ビットを“1”(イレーズサスペンド許可)にしてからブロックイレーズのコマンドを実行してください。またイレーズサスペンドに移行するための割り込みはあらかじめ割り込み許可にしてください。割り込み要求からtd(SR-ES)後、イレーズサスペンドに移行すると、割り込みが受け付けられません。

割り込み要求が発生すると、FMR41ビットは自動的に“1”(サスペンドリクエスト)になり自動消去が中断されます。割り込み処理終了後、自動消去が完了していないとき(FMR00ビットが“0”)は、FMR41ビットを“0”(イレーズリスタート)にして再度ブロックイレーズのコマンドを実行してください。

20.5 レジスタの説明

図20.6にフラッシュメモリ制御レジスタ0、フラッシュメモリ制御レジスタ1を、図20.7にフラッシュメモリ制御レジスタ4を示します。

20.5.1 フラッシュメモリ制御レジスタ0 (FMR0)

FMR00ビット

フラッシュメモリの動作状況を示すビットです。プログラム、イレーズ、イレーズサスペンド動作中には“0”、それ以外のときには“1”になります。

FMR01ビット

FMR01ビットを“1”(CPU書き換えモード)にすると、コマンドの受け付けが可能になります。このビットを“1”にする場合、いったん“0”を書き込んだ後に“1”を書く必要があります。“0”を書き込むことにより、“0”がセットされます。

FMR02ビット

FMR16と組み合わせ、ユーザROM領域に対するプログラムとイレーズを許可するビットです。設定方法は表20.4を参照してください。このビットを“1”にする場合、いったん“0”を書き込んだ後に“1”を書く必要があります。このビットはFMR01ビットが“1”(CPU書き換えモード有効)の時のみ、有効です。

FMSTPビット

フラッシュメモリの制御回路を初期化し、かつフラッシュメモリの消費電流を低減するためのビットです。FMSTPビットを“1”にすると、内蔵フラッシュメモリをアクセスできなくなります。したがって、FMSTPビットはフラッシュメモリ以外の領域のプログラムで書いてください。

次の場合、FMSTPビットを“1”にしてください。

- ・EW0モードで消去、書き込み中にフラッシュメモリのアクセスが異常になった(FMR00ビットが“1”(レディ)に戻らなくなった)場合
- ・低消費電力モードまたはオンチップオシレータ低消費電力モードにする場合

図20.10に低消費電力モード前後の処理を示します。このフローチャートに従って操作してください。

なお、CPU書き換えモードが無効時にストップモードまたはウェイトモードに移行する場合は、自動的に内蔵フラッシュメモリの電源が切れ、復帰時に接続しますので、FMR0レジスタを設定しないでください。

FMR06ビット

自動書き込みの状況を示す読み出し専用ビットです。プログラムエラーが発生すると“1”、それ以外のときは“0”となります。詳細は「フルステータスチェック」を参照してください。

FMR07ビット

自動消去の状況を示す読み出し専用ビットです。イレーズエラーが発生すると“1”、それ以外のときは“0”となります。詳細は「フルステータスチェック」を参照してください。

図20.8にEW0モードの設定と解除方法、図20.9にEW1モードの設定と解除方法を示します。

20.5.2 フラッシュメモリ制御レジスタ 1 (FMR1)

FMR11ビット

FMR11ビットを“1” (EW1モード)にすると、EW1モードになります。このビットは、FMR01ビットが“1”の時のみ有効です。

FMR16ビット

ユーザROM領域に対するプログラムとイレーズを許可するビットです。このビットは、FMR02ビットと組み合わせて使用します。

このビットを“1”にする場合、いったん“0”を書き込んだ後に“1”を書く必要があります。このビットは、FMR01ビットが“1”の時のみ有効です。

FMR17ビット

FMR17ビットを“1” (ウェイトあり)にすると、PM17ビットに関わらず、ブロックAおよびブロックBアクセス時に1ウェイトが挿入されます。その他のブロックおよび内部RAMへのアクセスはFMR17ビットに関わらずPM17の設定になります。100回を超える書き換えを実施する場合(U7, U9)は、このビットを“1” (ウェイトあり)に設定してください。

表20.4 FMR16とFMR02によるプロテクト

| FMR16 | FMR02 | ブロックA、ブロックB | ブロック0、ブロック1 | その他のブロック |
|-------|-------|-------------|-------------|----------|
| 0 | 0 | 書き込み許可 | 書き込み禁止 | 書き込み禁止 |
| 0 | 1 | 書き込み許可 | 書き込み禁止 | 書き込み禁止 |
| 1 | 0 | 書き込み許可 | 書き込み禁止 | 書き込み許可 |
| 1 | 1 | 書き込み許可 | 書き込み許可 | 書き込み許可 |

20.5.3 フラッシュメモリ制御レジスタ 4 (FMR4)

FMR40ビット

FMR40ビットを“1” (許可)にすると、イレーズサスペンド機能が許可されます。

FMR41ビット

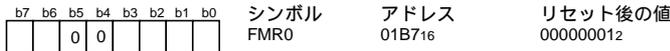
EW0モードでは、自動消去中にプログラムでFMR41ビットを“1”にすると、イレーズサスペンドモードに移行します。EW1モードでは、許可された割り込みの割り込み要求が発生すると、FMR41ビットは自動的に“1” (サスペンドリクエスト) になり、イレーズサスペンドモードに移行します。

自動消去動作を再開するときは、FMR41ビットを“0” (イレーズリスタート) にしてください。

FMR46ビット

自動消去実行中は、FMR46ビットが“0”になります。イレーズサスペンドモード中は“1”になります。“0”の間は、フラッシュメモリへのアクセスは禁止です。

フラッシュメモリ制御レジスタ 0



| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|-----------------------|--|----|
| FMR00 | RY/BY ステータスフラグ | 0: ビジー (書き込み、消去実行中) 1: レディ | RO |
| FMR01 | CPU書き換えモード選択ビット(注1) | 0: CPU書き換えモード無効 (ソフトウェアコマンド無効) 1: CPU書き換えモード有効 (ソフトウェアコマンド有効) | RW |
| FMR02 | ブロック0、1書き換え許可ビット (注2) | ユーザROM領域に対するライトプロテクトを設定 (表 20.4参照) | RW |
| FMSTP | フラッシュメモリ停止ビット (注3、注5) | 0: フラッシュメモリ動作 1: フラッシュメモリ停止 (低消費電力状態、フラッシュメモリ初期化) | RW |
| (b5-b4) | 予約ビット | "0" にしてください。 | RW |
| FMR06 | プログラムステータスフラグ (注4) | 0: 正常終了 1: エラー終了 | RO |
| FMR07 | イレースステータスフラグ (注4) | 0: 正常終了 1: エラー終了 | RO |

- 注1. "1" にするときは、"0" を書いた後、続けて"1" を書いてください。"0" を書いた後、"1" を書くまでに割り込み、DMA転送が入らないようにしてください。このビットは、NMI機能選択時はP85/NMI/SD端子が"H"の状態を書いてください。また、EW0モード時はフラッシュメモリ以外の領域のプログラムで書いてください。このビットはリードアレイモードにしてから"0" にしてください。
- 注2. "1" にするときは、FMR01ビットが"1"の状態、このビットに"0"を書いた後、続けて"1"を書いてください。"0"を書いた後、"1"を書くまでに割り込み、DMA転送が入らないようにしてください。
- 注3. このビットは、フラッシュメモリ以外の領域のプログラムで書いてください。"1"を書くとフラッシュメモリにアクセスできなくなります。また、"1"を書いた後に"0"を書く場合は、"1"を書いた後、10usec以上待った後に、"0"を書いてください。さらに"0"を書いた後、フラッシュメモリ回路安定のため、tpsの待ち時間を設け、この待ち時間内もフラッシュメモリにアクセスしないで下さい。
- 注4. クリアステータスコマンドを実行すると"0"になります。
- 注5. FMR01ビットが"1" (CPU書き換えモード)のとき有効です。FMR01ビットが"0"のとき、FMSTPビットに"1"を書くとFMSTPビットは"1"になりますが、フラッシュメモリは低消費電力状態にはならず、初期化もされません。

フラッシュメモリ制御レジスタ 1



| ビットシンボル | ビット名 | 機能 | RW |
|---------|---|---|----|
| (b0) | 予約ビット | 読んだ場合、不定 | RO |
| FMR11 | EW1モード選択ビット(注1) | 0: EW0モード 1: EW1モード | RW |
| (b3-b2) | 予約ビット | 読んだ場合、不定 | RO |
| (b4) | 何も配置されていない。書く場合、"0"を書いてください。読んだ場合、その値は不定。 | | — |
| (b5) | 予約ビット | "0" にしてください。 | RW |
| FMR16 | ブロック0~5書き換え許可ビット (注2) | ユーザROM領域に対するライトプロテクトを設定(表 20.4参照) 0: 禁止 1: 許可 | RW |
| FMR17 | ブロックA、Bアクセスウェイトビット(注3) | 0: PM17の設定値が有効 1: ウェイトあり(1ウェイト) | RW |

- 注1. "1" にするときは、FMR01ビットが"1"の状態、このビットに"0"を書いた後、続けて"1"を書いてください。"0"を書いた後、"1"を書くまでに割り込み、DMA転送が入らないようにしてください。EW0モード時はフラッシュメモリ以外の領域で変更してください。このビットは、NMI機能選択時はP85/NMI/SD端子が"H"の状態を書いてください。FMR01ビットを"0"にすると、FMR01ビットとFMR11ビットは、いずれも"0"になります。
- 注2. "1" にするときは、FMR01ビットが"1"の状態、このビットに"0"を書いた後、続けて"1"を書いてください。"0"を書いた後、"1"を書くまでに割り込み、DMA転送が入らないようにしてください。
- 注3. 100回以上の書き換えを実施する場合は、このビットを"1" (ウェイトあり)に設定してください。FMR17ビットが"1" (ウェイトあり)の場合、PM17ビットに関わらず、ブロックAおよびブロックBアクセス時に1ウェイトが挿入されます。その他のブロックおよび内部RAMへのアクセスはFMR17ビットに関わらずPM17ビットの設定になります。

図20.6 FMR0、FMR1レジスタ

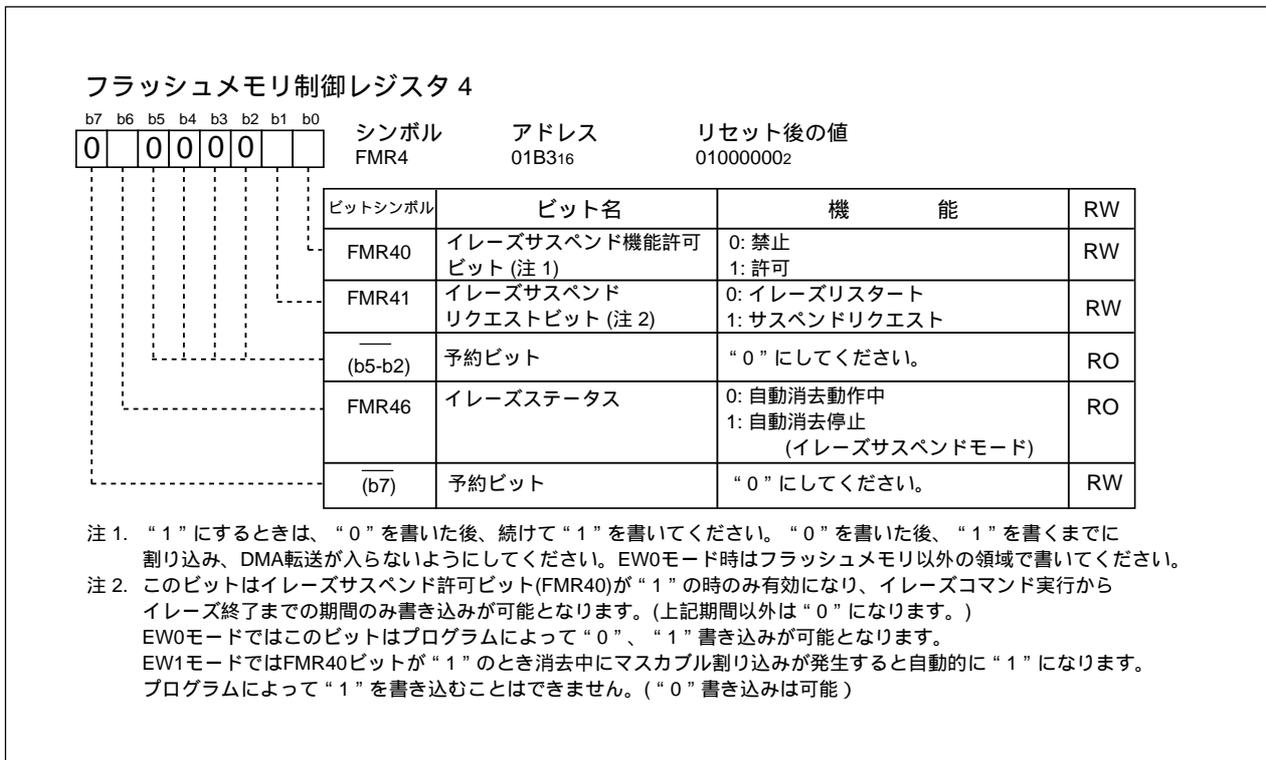


図20.7 FMR4レジスタ

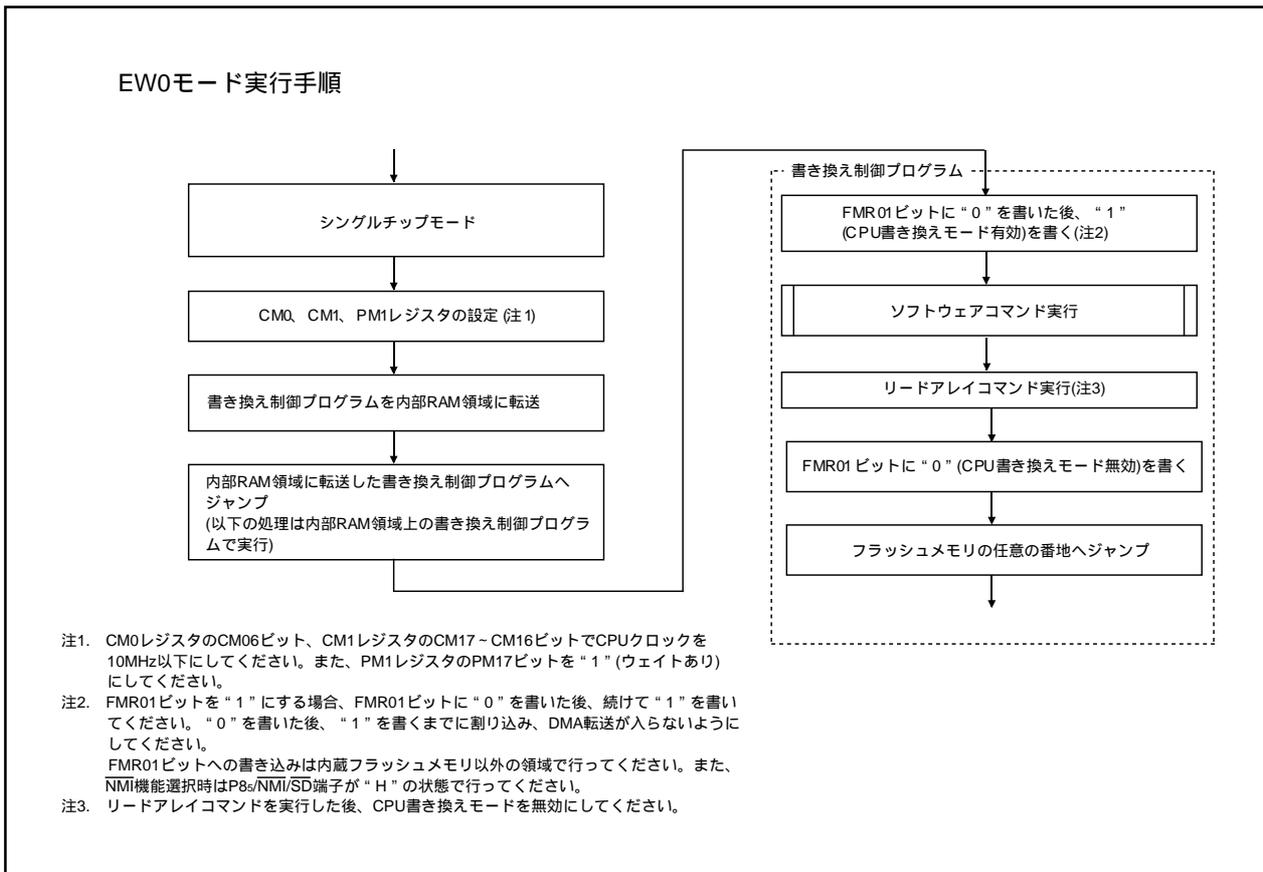


図20.8 EW0モードの設定と解除方法

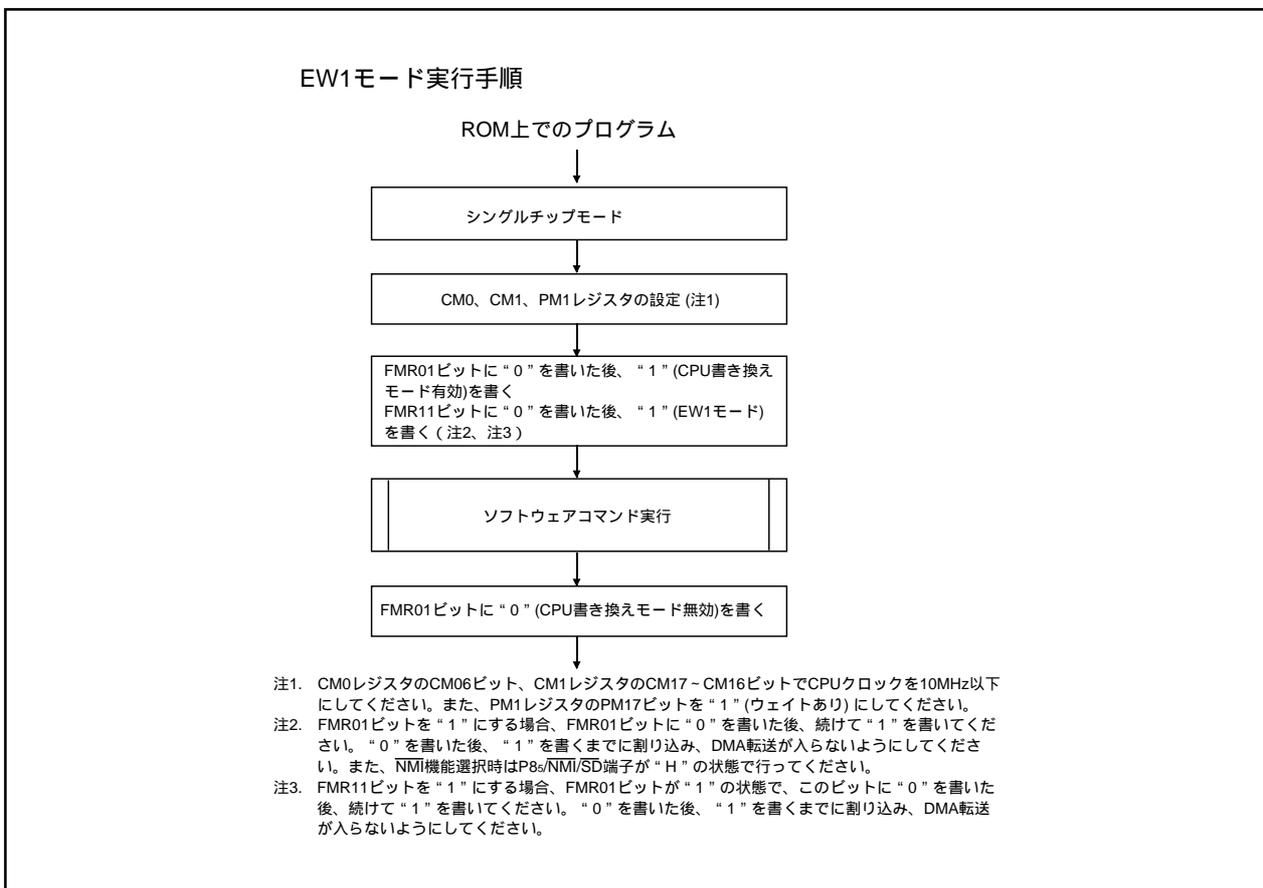


図20.9 EW1モードの設定と解除方法

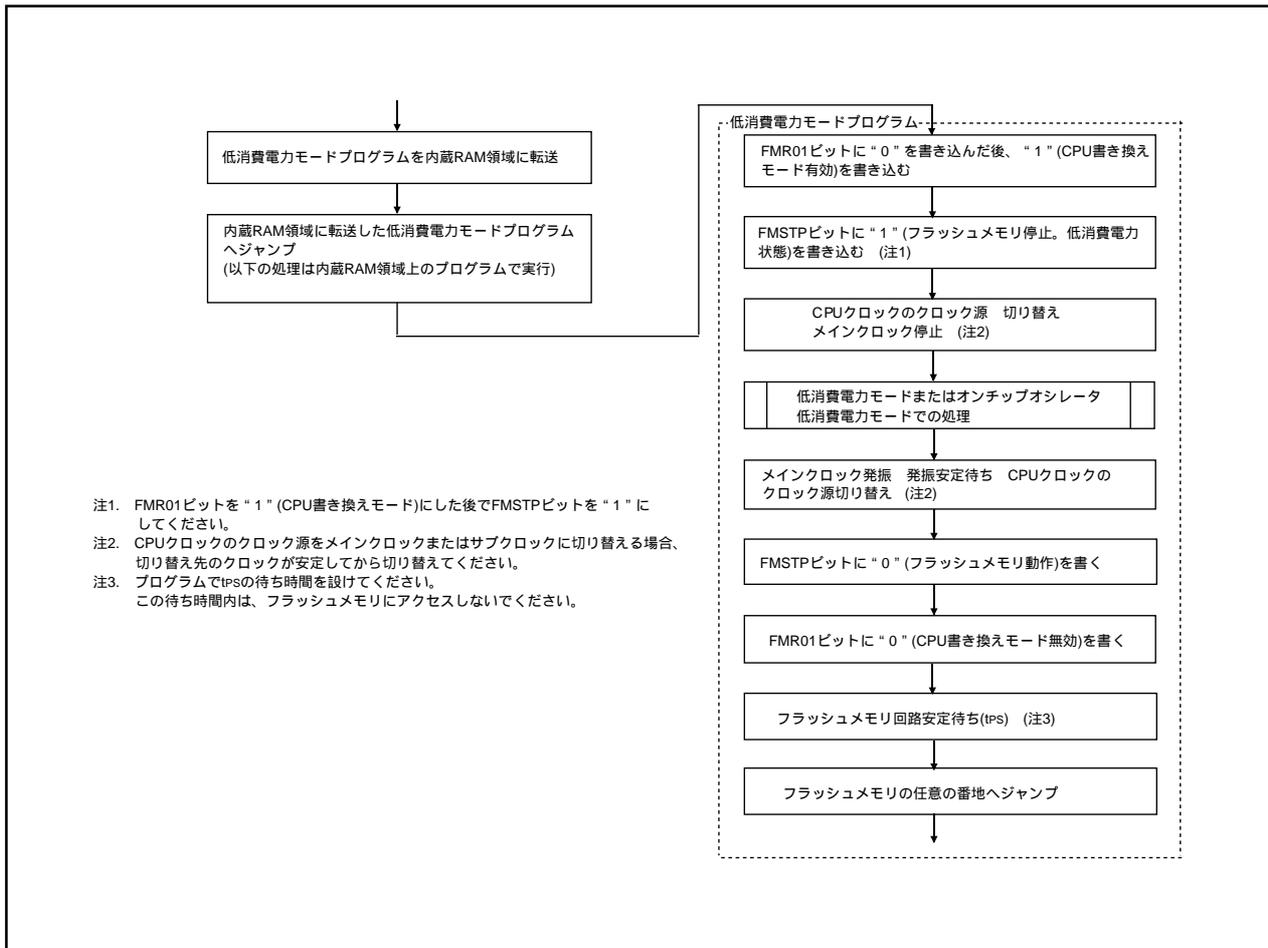


図20.10 低消費電力モード前後の処理

20.6 CPU書き換えモードの注意事項

CPU書き換えモードでフラッシュメモリを書き換えるときの注意事項を以下に示します。

20.6.1 動作速度

CPUクロック源がメインクロックのとき、CPU書き換えモード(EW0、EW1モード)に入る前に、CM0レジスタのCM06ビット、CM1レジスタのCM17～CM16ビットで、CPUクロックを10MHz以下にしてください。また、CPUクロック源がオンチップオシレータでf3(ROC)を選択しているときは、CPU書き換えモード(EW0、EW1モード)に入る前に、ROCRレジスタのROCR3～ROCR2ビットを、4分周または8分周に設定してください。

いずれの場合も、PM1レジスタのPM17ビットは“1”(ウェイトあり)にしてください。

20.6.2 使用禁止命令

EW0モードでは、次の命令はフラッシュメモリ内部のデータを参照するため使用できません。
UND命令、INTO命令、JMPS命令、JSRS命令、BRK命令

20.6.3 割り込み

EW0モード

- ・可変ベクタテーブルにベクタを持つ割り込みは、ベクタをRAM領域に移すことで使用できます。
- ・NMI割り込み、ウォッチドッグタイマ割り込みは、割り込み発生時に強制的にFMR0レジスタ、FMR1レジスタが初期化されるので使用できます。ただし、固定ベクタテーブルに各割り込みルーチンの飛び先番地が設定されており、割り込みプログラムが存在することが必要です。NMI割り込み、ウォッチドッグタイマ割り込み発生時は、書き換え動作が中止されるので、割り込みルーチン終了後、再度、FMR01ビットを“1”にし、消去またはプログラムの動作が必要です。
- ・アドレス一致割り込みはフラッシュメモリ内部のデータを参照するため使用できません。

EW1モード

- ・自動書き込み、またはイレーズサスペンド機能を禁止した自動消去の期間に、可変ベクタテーブルにベクタを持つ割り込みや、アドレス一致割り込みが受け付けられないようにしてください。

20.6.4 アクセス方法

FMR01ビット、FMR02ビット、FMR11ビット、FMR16ビットを“1”にする場合、対象となるビットに“0”を書いた後、続けて“1”を書いてください。なお、“0”を書いた後、“1”を書くまでに割り込み、DMA転送が入らないようにしてください。また、NMI機能選択時はP85/NMI/SD端子に“H”を入力した状態で行ってください。

20.6.5 ユーザROM領域の書き換え

20.6.5.1 EW0モード

- ・書き換え制御プログラムが格納されているブロックを書き換えている最中に電源電圧が低下すると、書き換え制御プログラムが正常に書き換えられないため、その後フラッシュメモリの書き換えができなくなる可能性があります。この場合、標準シリアル入出力モードまたはパラレル入出力モードを使用してください。

20.6.5.2 EW1モード

- ・書き換え制御プログラムが格納されているブロックを書き換えしないでください。

20.6.6 DMA転送

EW1モードで、FMR0レジスタのFMR00ビットが0の間(自動書き込み、自動消去の期間)、DMA転送を行わないでください。

20.6.7 コマンド、データの書き込み

コマンドコード、データは偶数番地に書いてください。

20.6.8 ウェイトモード

ウェイトモードに移行する場合は、FMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にした後、WAIT命令を実行してください。

20.6.9 ストップモード

ストップモードに移行する場合は、FMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にし、DMA転送を禁止した後、CM10ビットを“1”(ストップモード)の命令を実行してください。

20.6.10 低消費電力モード、オンチップオシレータ低消費電力モード

CM05ビットが“1”(メインクロック停止)のときは、次のコマンドを実行しないでください。

- ・プログラム
- ・ブロックイレーズ

20.7 ソフトウェアコマンド

ソフトウェアコマンドについて次に説明します。コマンド、データの読み出し、書き込みは16ビット単位で、ユーザROM領域内の偶数番地に行ってください。コマンドコード書き込み時、上位8ビット(D15～D8)は無視されます。

表20.5 ソフトウェアコマンド一覧表

| ソフトウェアコマンド | 第1バスサイクル | | | 第2バスサイクル | | |
|--------------|----------|------|---|----------|------|---|
| | モード | アドレス | データ (D ₁₅ ～D ₀) | モード | アドレス | データ (D ₁₅ ～D ₀) |
| リードアレイ | ライト | X | xxFF ₁₆ | | | |
| リードステータスレジスタ | ライト | X | xx70 ₁₆ | リード | X | SRD |
| クリアステータスレジスタ | ライト | X | xx50 ₁₆ | | | |
| プログラム | ライト | WA | xx40 ₁₆ | ライト | WA | WD |
| ブロックイレース | ライト | X | xx20 ₁₆ | ライト | BA | xxD0 ₁₆ |

SRD : ステータスレジスタデータ(D₇～D₀)

WA : 書き込み番地(ただし、偶数番地)

WD : 書き込みデータ(16ビット)

BA : ブロックの最上位番地(ただし、偶数番地)

x : ユーザROM領域内の任意の偶数番地

xx : コマンドコード上位8ビット(無視されます)

20.7.1 リードアレイ コマンド(FF₁₆)

フラッシュメモリを読むコマンドです。

第1バスサイクルで“xxFF₁₆”を書くと、リードアレイモードになります。次のバスサイクル以降で読む番地を入力すると、指定した番地の内容が16ビット単位で読めます。

リードアレイモードは、他のコマンドが書かれるまで保持されるので、複数の番地の内容を続けて読めます。

20.7.2 リードステータスレジスタ コマンド(70₁₆)

ステータスレジスタを読むコマンドです。

第1バスサイクルで“xx70₁₆”を書くと、第2バスサイクルでステータスレジスタが読めます(「ステータスレジスタ」参照)。なお、読むときもユーザROM領域内の偶数番地を読んでください。

EW1モードでは、このコマンドを実行しないでください。

20.7.3 クリアステータスレジスタ コマンド (50₁₆)

ステータスレジスタを“0”にするコマンドです。

第1バスサイクルで“xx50₁₆”を書くと、FMR0レジスタのFMR06～FMR07ビットとステータスレジスタのSR4～SR5が“0”になります。

20.7.4 プログラム コマンド (4016)

1ワード(2バイト)単位でフラッシュメモリにデータを書くコマンドです。

第1バスサイクルで“xx4016”を書き、第2バスサイクルで書き込み番地にデータを書くと自動書き込み(データのプログラムとベリファイ)を開始します。第1バスサイクルにおけるアドレス値は、第2バスサイクルで指定する書き込み番地と同一かつ偶数番地にしてください。

自動書き込み終了はFMR0レジスタのFMR00ビットで確認できます。FMR00ビットは、自動書き込み期間中は“0”、終了後は“1”になります。

自動書き込み終了後、FMR0レジスタのFMR06ビットで自動書き込みの結果を知ることができます(「フルステータスチェック」参照)。

なお、各ブロックは書き込みを禁止することができます。(表20.4参照)

既にプログラムされた番地には追加書き込みをしないでください。

プログラムコマンドの直後に、プログラムコマンド以外のコマンドを実行する場合、プログラムコマンドの第2バスサイクルで指定した書き込み番地と同じ番地を次のコマンドの第1バスサイクルで指定するアドレス値にしてください。

EW1モードでは、書き換え制御プログラムが配置されている番地に対して、このコマンドを実行しないでください。

EW0モードでは、自動書き込み開始とともにリードステータスレジスタモードとなり、ステータスレジスタが読めます。ステータスレジスタのビット7(SR7)は自動書き込み開始とともに“0”となり、終了とともに“1”に戻ります。この場合のリードステータスレジスタモードは、次にリードアレイコマンドを書くまで継続されます。また、自動書き込み終了後、ステータスレジスタを読み出すことにより、自動書き込みの結果を知ることができます。

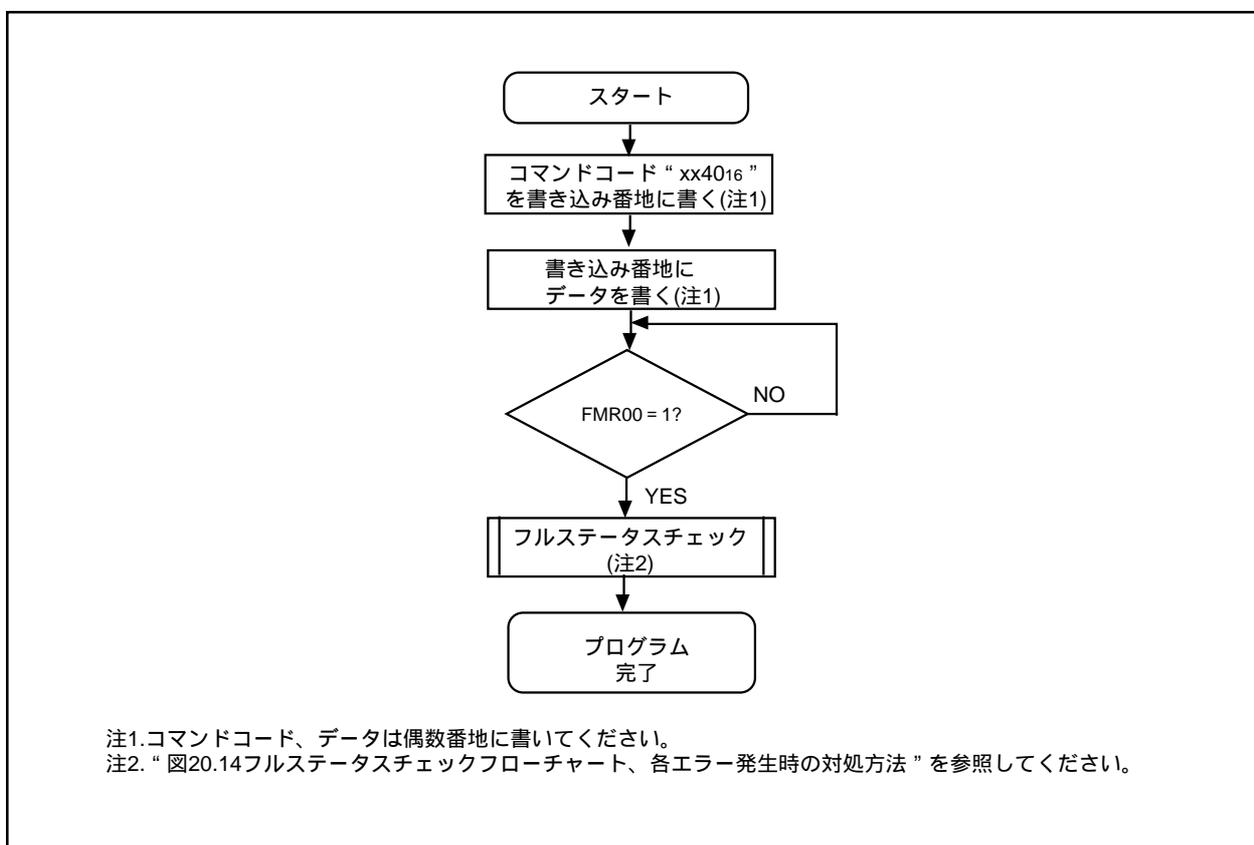


図20.11 プログラムフローチャート

20.7.5 ブロックイレーズ

第1バスサイクルで“xx2016”、第2バスサイクルで“xxD016”をブロックの最上位番地(ただし、偶数番地)に書くと指定されたブロックに対し、自動消去(イレーズとイレーズベリファイ)を開始します。

自動消去の終了は、FMR0レジスタのFMR00ビットで確認できます。

FMR00ビットは、自動消去期間中は“0”(ビジー)、終了後は“1”(レディ)になります。

EW0モードでイレーズサスペンド機能を使用する時は、イレーズサスペンドへの移行をFMR4レジスタのFMR46ビットで確認してください。FMR46ビットは、自動消去動作中は“0”、自動消去停止(イレーズサスペンドに移行)後“1”になります。

自動消去終了後、FMR0レジスタのFMR07ビットで、自動消去の結果を知ることができます(「フルステータスチェック」参照)。

なお、各ブロックは消去を禁止することができます。(表20.4参照)

図20.12にイレーズサスペンド機能を使用しない時のブロックイレーズのフローチャート例を、図20.13にイレーズサスペンド機能を使用する時のブロックイレーズのフローチャート例を示します。

EW1モードでは、書き換え制御プログラムが配置されているブロックに対して、このコマンドを実行しないでください。

EW0モードでは、自動消去開始とともにリードステータスレジスタモードとなり、ステータスレジスタが読めます。ステータスレジスタのビット7(SR7)は自動消去の開始とともに“0”となり、終了とともに“1”に戻ります。この場合のリードステータスレジスタモードは、次にリードアレイコマンドを書くまで継続されます。

なお、イレーズエラーが発生した場合は、イレーズエラーが発生しなくなるまで、クリアステータスレジスタコマンド ブロックイレーズコマンドを少なくとも3回実行してください。

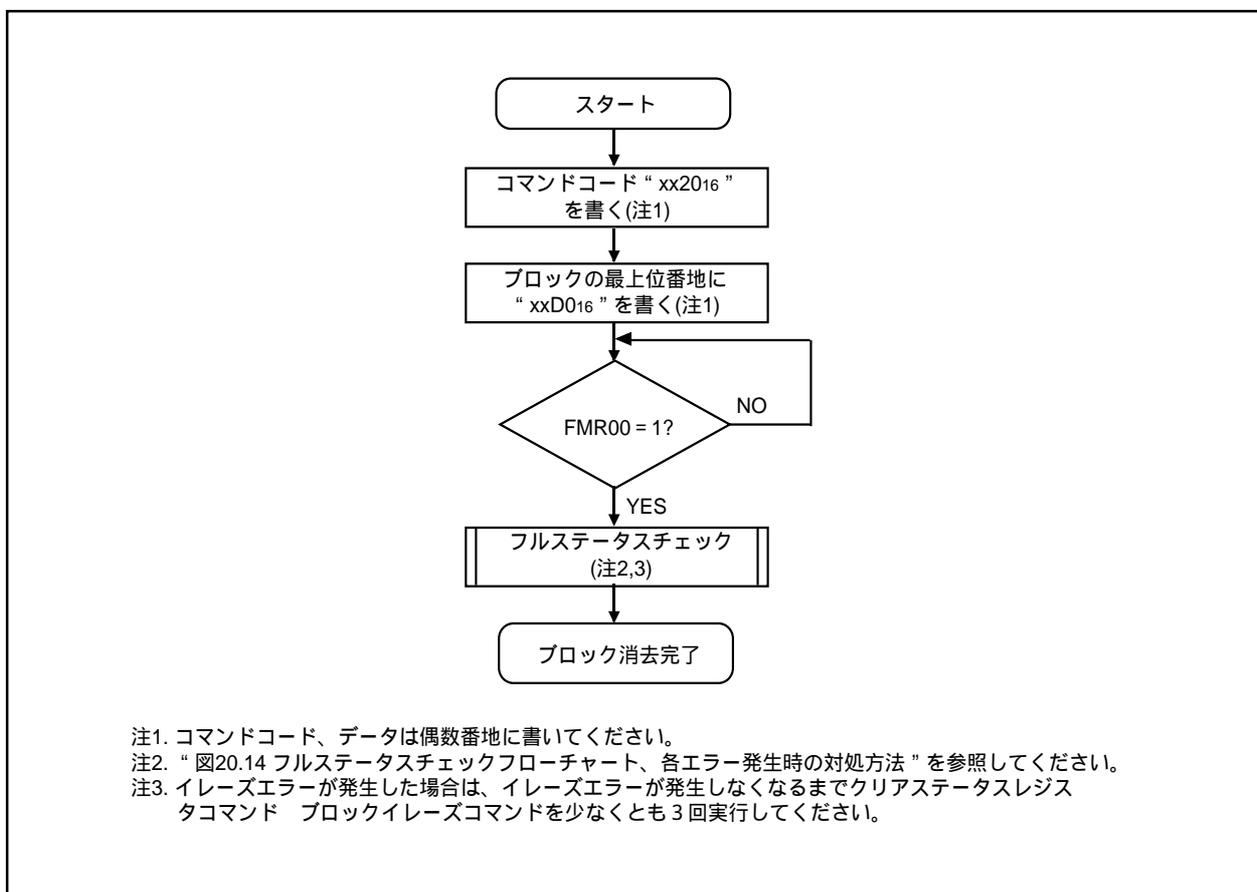


図20.12 ブロックイレーズフローチャート(イレーズサスペンド機能未使用時)

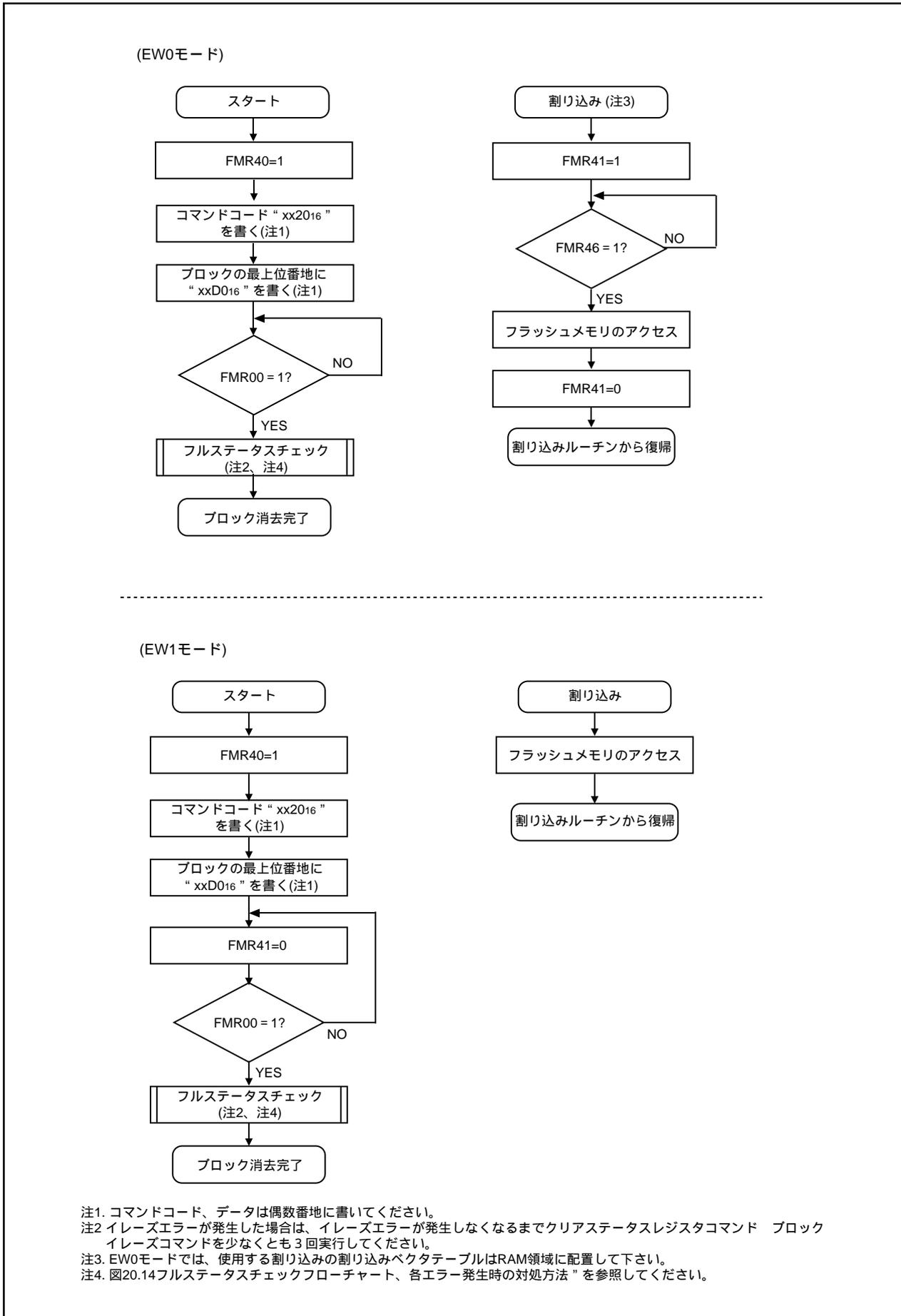


図20.13 ブロックイレーズフローチャート(イレーズサスペンド機能使用時)

20.8 ステータスレジスタ

ステータスレジスタは、フラッシュメモリの動作状態やイレーズ、プログラムの正常、エラー終了などの状態を示すレジスタです。ステータスレジスタの状態はFMR0レジスタのFMR00、FMR06、FMR07ビットで読めます。

表20.6にステータスレジスタを示します。

なお、EW0モードでは次のときステータスレジスタを読めます。

- (1) リードステータスレジスタコマンドを書いた後、ユーザROM領域内の任意の偶数番地を読んだとき
- (2) プログラムコマンド、ブロックイレーズコマンド実行後、リードアレイコマンドを実行するまでの期間に、ユーザROM領域内の任意の偶数番地を読んだとき

20.8.1 シーケンサステータス(SR7、FMR00ビット)

シーケンサステータスはフラッシュメモリの動作状況を示します。自動書き込み、自動消去中は“0”(ビジー)になり、これらの動作終了とともに“1”(レディ)になります。イレーズサスペンドモード中は“0”(ビジー)を示します。

20.8.2 イレーズステータス(SR5、FMR07ビット)

「20.8.4フルステータスチェック」を参照してください。

20.8.3 プログラムステータス(SR4、FMR06ビット)

「20.8.4フルステータスチェック」を参照してください。

表20.6 ステータスレジスタ

| ステータスレジスタのビット | FMR0レジスタのビット | ステータス名 | 内容 | | リセット後の値 |
|-----------------------|--------------|------------|------|-------|---------|
| | | | “0” | “1” | |
| SR7 (D ₇) | FMR00 | シーケンサステータス | ビジー | レディ | 1 |
| SR6 (D ₆) | - | リザーブ | - | - | - |
| SR5 (D ₅) | FMR07 | イレーズステータス | 正常終了 | エラー終了 | 0 |
| SR4 (D ₄) | FMR06 | プログラムステータス | 正常終了 | エラー終了 | 0 |
| SR3 (D ₃) | - | リザーブ | - | - | - |
| SR2 (D ₂) | - | リザーブ | - | - | - |
| SR1 (D ₁) | - | リザーブ | - | - | - |
| SR0 (D ₀) | - | リザーブ | - | - | - |

D₇～D₀：リードステータスレジスタコマンドを実行したときに読み出されるデータバスを示す。

FMR07ビット(SR5)、FMR06ビット(SR4)は、クリアステータスレジスタコマンドを実行すると“0”になります。

FMR07ビット(SR5)またはFMR06ビット(SR4)が“1”の場合、プログラム、ブロックイレーズコマンドは受け付けられません。

20.8.4 フルスステータスチェック

エラーが発生すると、FMR0レジスタのFMR06～FMR07ビットが“1”になり、各エラーの発生を示します。したがって、これらのステータスをチェック(フルステータスチェック)することにより、実行結果を確認できます。

表20.7にエラーとFMR0レジスタの状態を、図20.14にフルステータスチェックフローチャートと各エラー発生時の対処方法を示します。

表20.7 エラーとFMR0レジスタの状態

| FMR0レジスタ(ステータスレジスタ)の状態 | | エラー | エラー発生条件 |
|------------------------|-------------|--------------|---|
| FMR07 (SR5) | FMR06 (SR4) | | |
| 1 | 1 | コマンドシーケンスエラー | <ul style="list-style-type: none"> ・コマンドを正しく書かなかったとき ・ブロックイレーズコマンドの第2バスサイクルのデータに書いてもよい値(“xxD016”または“xxFF16”)以外のデータを書いたとき(注1) ・プロテクトされたブロックにブロックイレーズコマンドを実行したとき ・プロテクトされたブロックにプログラムコマンドを実行したとき |
| 1 | 0 | イレーズエラー | <ul style="list-style-type: none"> ・プロテクトされていないブロックにブロックイレーズコマンドを実行し、正しく自動消去されなかつたとき |
| 0 | 1 | プログラムエラー | <ul style="list-style-type: none"> ・プロテクトされていないブロックにプログラムコマンドを実行し、正しく自動書き込みされなかつたとき |

注1. これらのコマンドの第2バスサイクルで“xxFF16”を書くと、リードアレイモードになり、同時に、第1バスサイクルで書いたコマンドコードは無効になります。

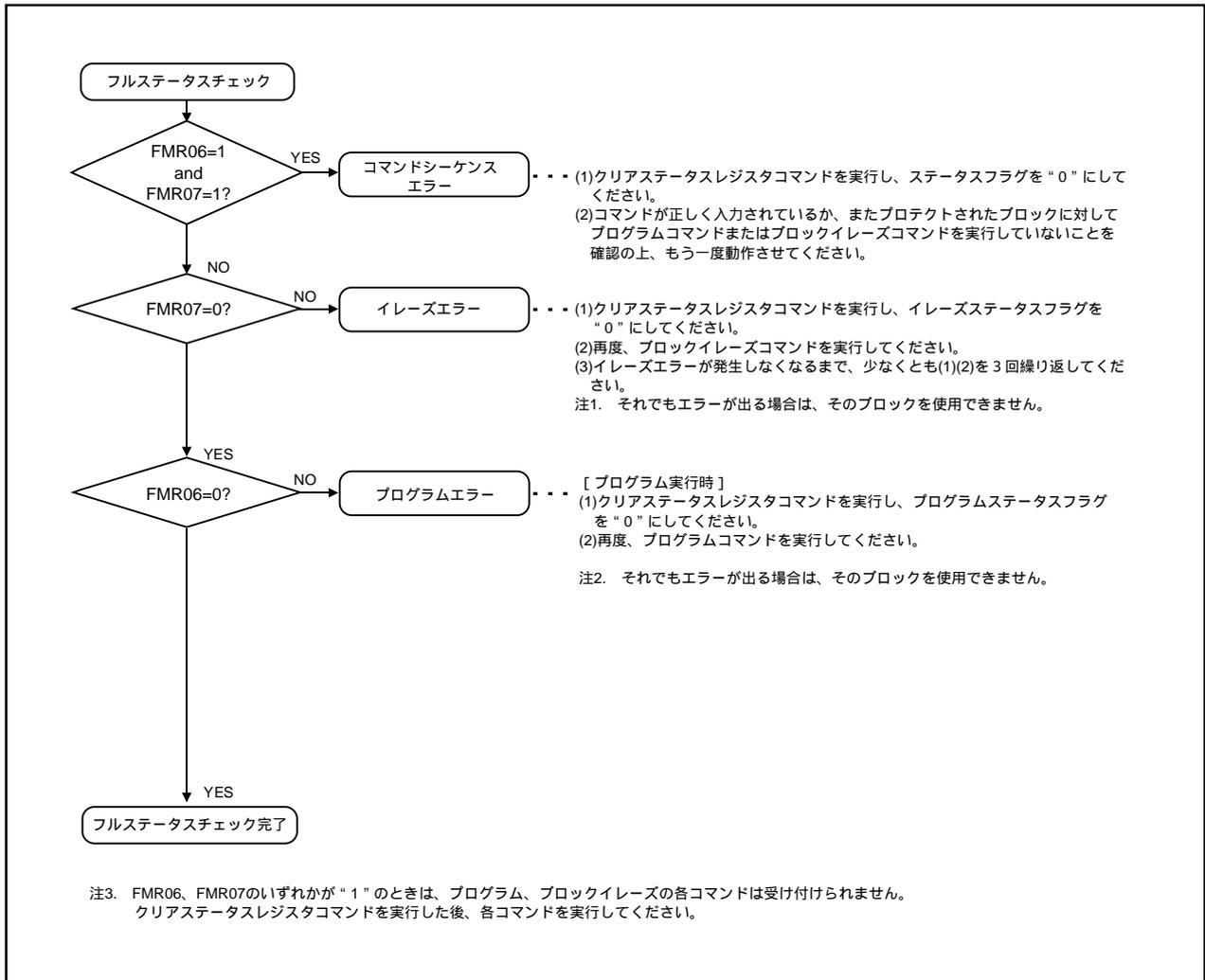


図20.14 フルステータスチェックフローチャート、各エラー発生時の対処方法

20.9 標準シリアル入出力モード

標準シリアル入出力モードでは、M16C/29グループに対応したシリアルライターを使用して、マイクロコンピュータを基板に実装した状態で、ユーザROM領域を書き換えることができます。シリアルライターについては、各メーカーにお問い合わせください。また、シリアルライターの操作方法については、シリアルライターのユーザズマニュアルを参照してください。

表20.8に端子機能の説明(フラッシュメモリ標準シリアル入出力モード)を、図20.15、図20.16に標準シリアル入出力モード時の端子結線図を示します。

20.9.1 IDコードチェック機能

シリアルライターから送られてくるIDコードと、フラッシュメモリに書かれているIDコードが一致するかどうかを判定します(「20.3 フラッシュメモリ書き換え禁止機能」参照)。

表20.8 端子機能の説明(フラッシュメモリ標準シリアル入出力モード)

| 端子名 | 名称 | 入出力 | 機能 | |
|--------------------------|--------------------|------------------|---|---------------------------------------|
| Vcc, Vss | 電源入力 | | Vcc 端子には、プログラム、イレーズの保証電圧を入力してください。Vss 端子には、0Vを入力してください。 | |
| CNVss | CNVss | 入力 | Vcc に接続してください。 | |
| RESET | リセット入力 | 入力 | リセット入力端子です。td(ROC)間、RESET端子を“L”にしてください。 | |
| XIN | クロック入力 | 入力 | XIN端子とXOUT 端子の間にはセラミック共振子、または水晶共振子を接続してください。外部で生成したクロックを入力するときは、XIN から入力し XOUTは開放してください | |
| XOUT | クロック出力 | 出力 | | |
| AVcc, AVss | アナログ電源入力 | | AVcc にはVcc、AVssにはVssを接続してください | |
| VREF | 基準電圧入力 | 入力 | A/Dコンバータの基準電圧入力端子です。 | |
| P00 to P07 | 入力ポートP0 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 | |
| P10 to P15, P17 | 入力ポートP1 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 | |
| P16 | P16入力 | 入力 | RESET端子が“L”の間、Vccに接続してください。(注2) | |
| P20 to P27 | 入力ポートP2 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 | |
| P30 to P37 | 入力ポートP3 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 | |
| P60 to P63 | 入力ポートP6 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 | |
| P64 | BUSY出力 | 出力 | 標準シリアル入出力モード 1: BUSY信号の出力端子です。 標準シリアル入出力モード 2: ブートプログラム動作チェック用モニタ信号出力端子です。 | |
| P65 | SCLK入力 | 入力 | 標準シリアル入出力モード 1: シリアルクロックの入力端子です。 標準シリアル入出力モード 2: “L”を入力してください。 | |
| P66 | RxD入力 | 入力 | シリアルデータの入力端子です。 | |
| P67 | TxD出力 | 出力 | シリアルデータの出力端子です。(注1) | |
| P70 to P77 | 入力ポート P7 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 | |
| P80 to P84, P87 | 入力ポート P8 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 | |
| P85 | \overline{RP} 入力 | 入力 | RESET端子が“L”の間、Vssに接続してください。(注2) | |
| P86 | \overline{CE} 入力 | 入力 | RESET端子が“L”の間、Vccに接続してください。(注2) | |
| P90 to P92 P95 to P97 | 入力ポート P9 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 | |
| P93 | 入力ポート P93 | Normal-ver. | 入出力 | 一定期間“H”を出力します。 “H”を入力、または開放してください。 |
| | | T-ver. V-ver. | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 |
| P100 to P107 | 入力ポート P10 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 | |

注 1: 標準シリアル入出力モード1を使用する場合、RESET端子が“L”の間中TxD端子に“H”を入力する必要があります。そのため、この端子を抵抗を介してVccに接続してください。リセット後この端子はデータ出力端子になりますので、データ転送に影響を与えないようプルアップ抵抗値をシステム上で調整してください。

注 2: RESET端子が“L”の間、下記のいずれか、または両方を設定してください。

- ・ CE端子をVccに接続
- ・ RP端子をVssに接続、およびP16端子をVccに接続

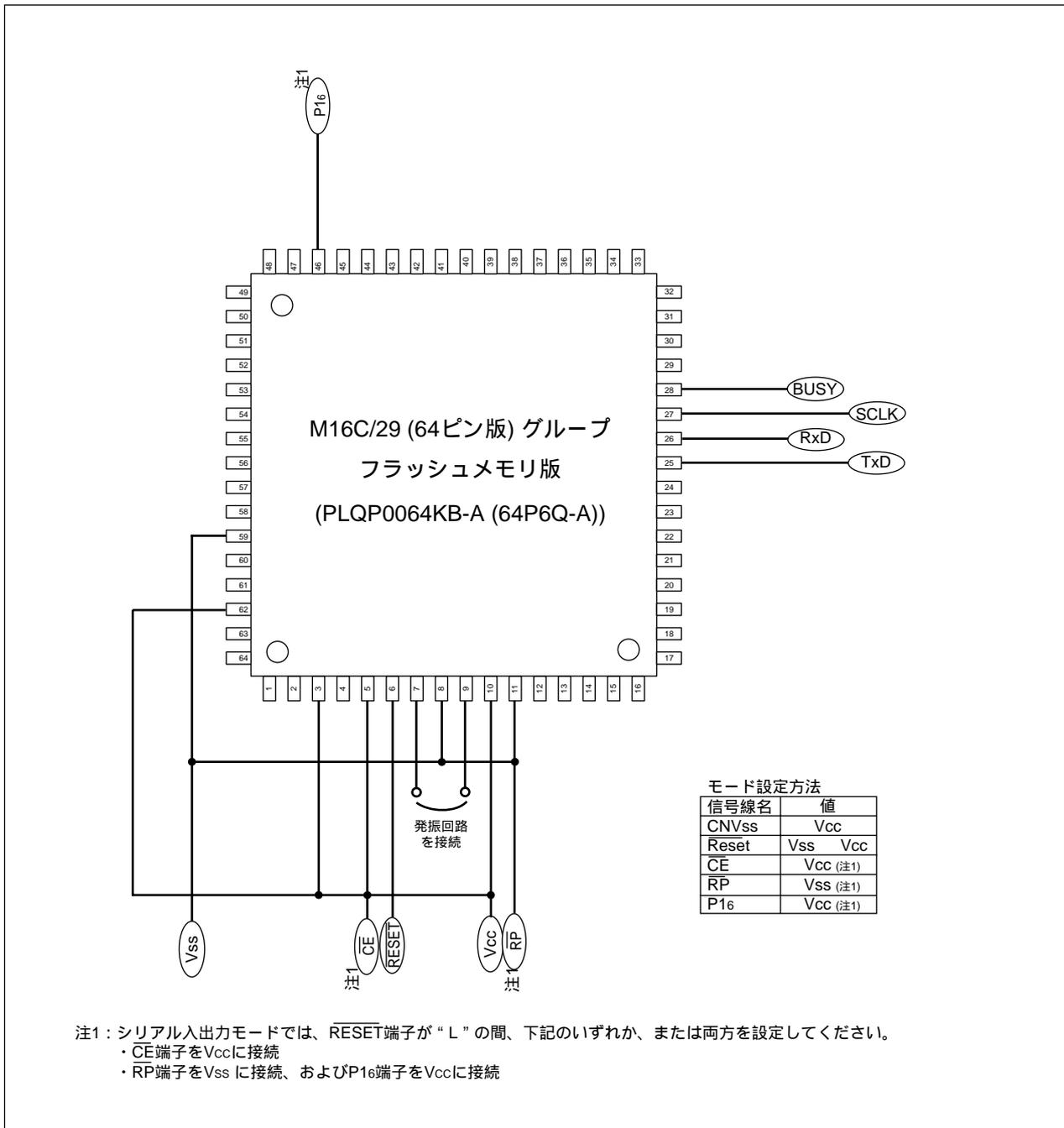


図20.15 標準シリアル入出力モード時の端子結線図(1)

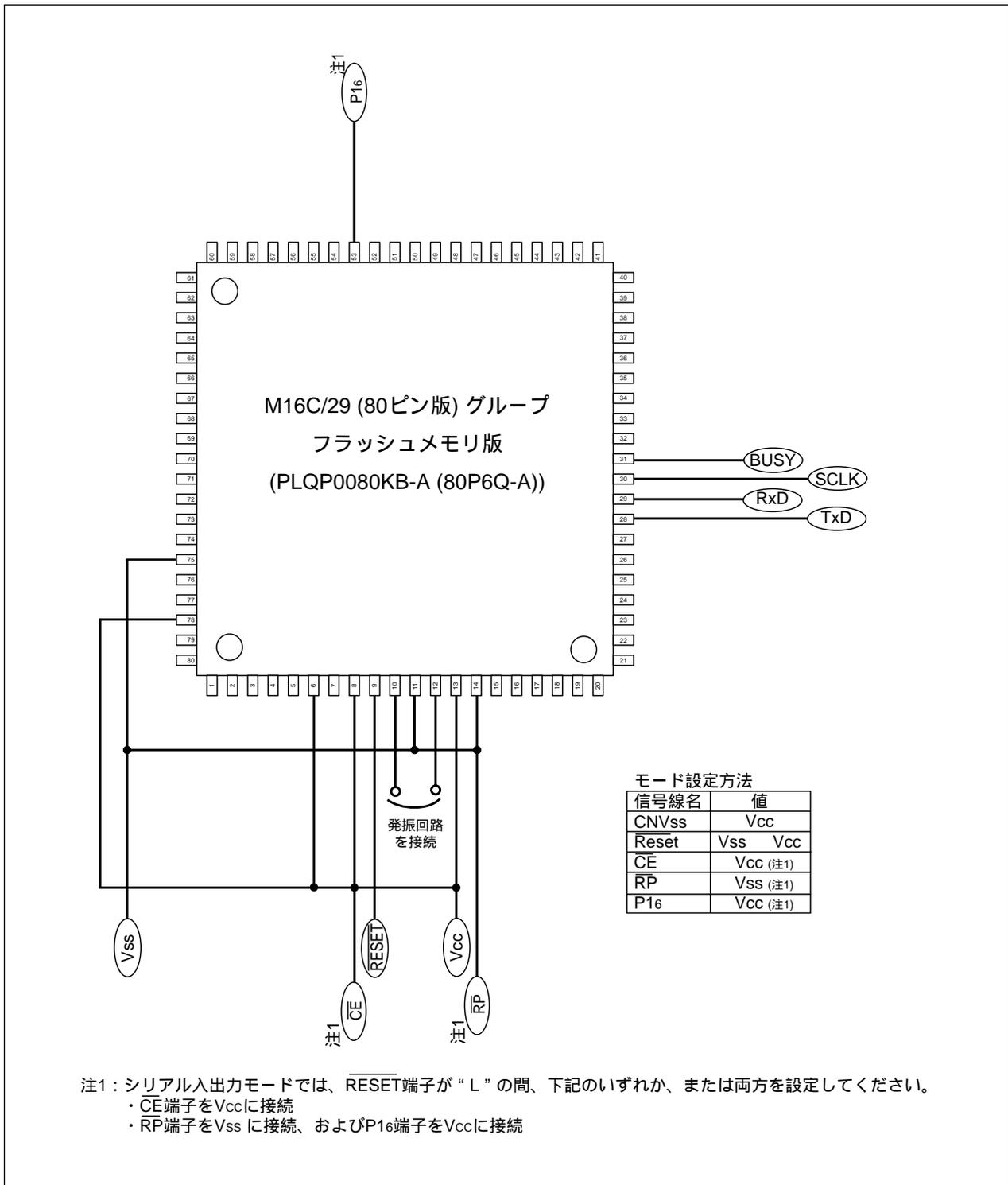


図 20.16 標準シリアル入出力モード時の端子結線図(2)

20.9.2 標準シリアル入出力モード時の端子処理例

図20.17に標準シリアル入出力モード1を使用する場合の端子処理例、図20.18に標準シリアル入出力モード2を使用する場合の端子処理例を示します。ライターによって制御するピンなどが違いますので、詳細はライターのマニュアルを参照してください。

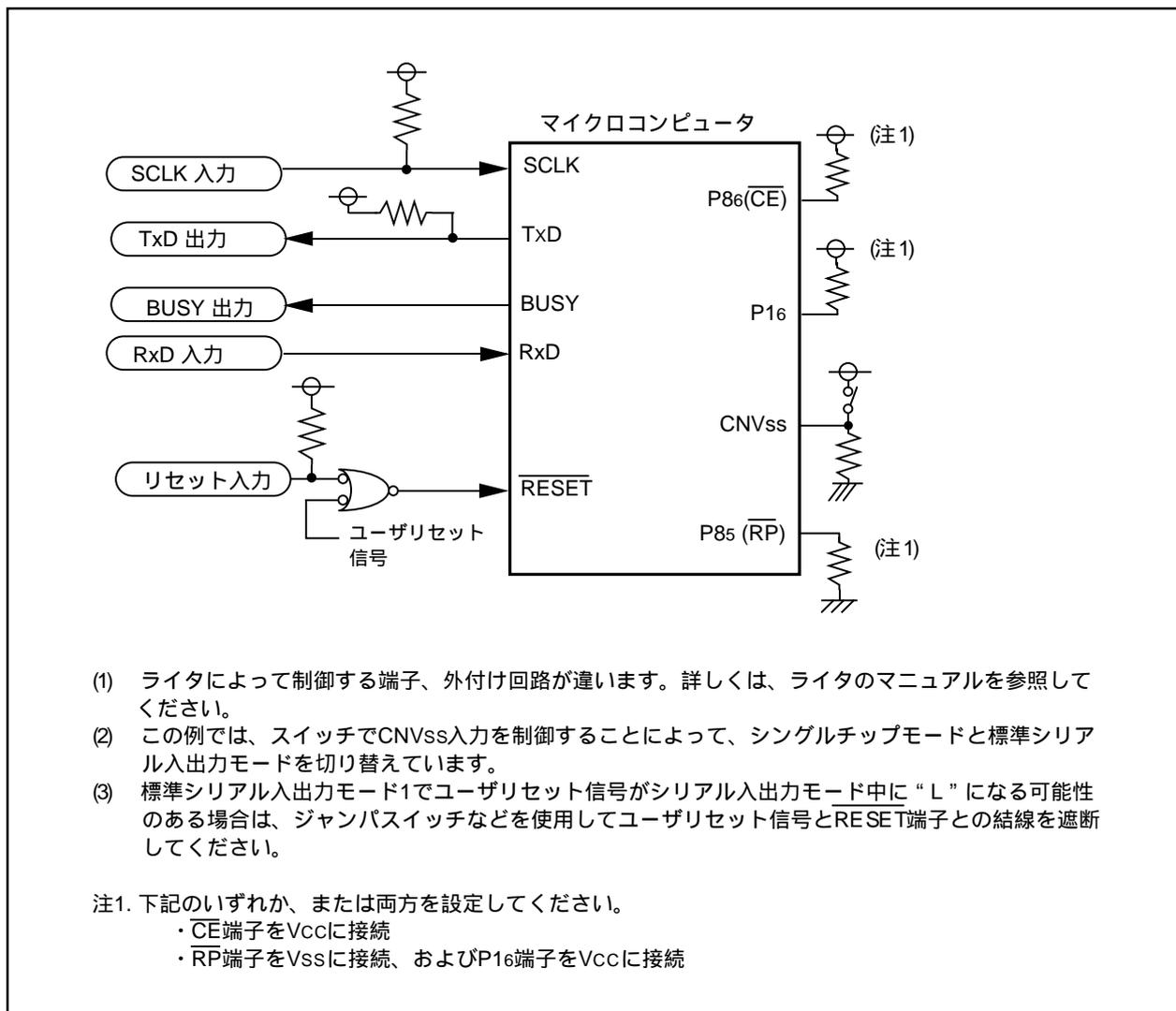


図20.17 標準シリアル入出力モード1を使用する場合の端子処理例

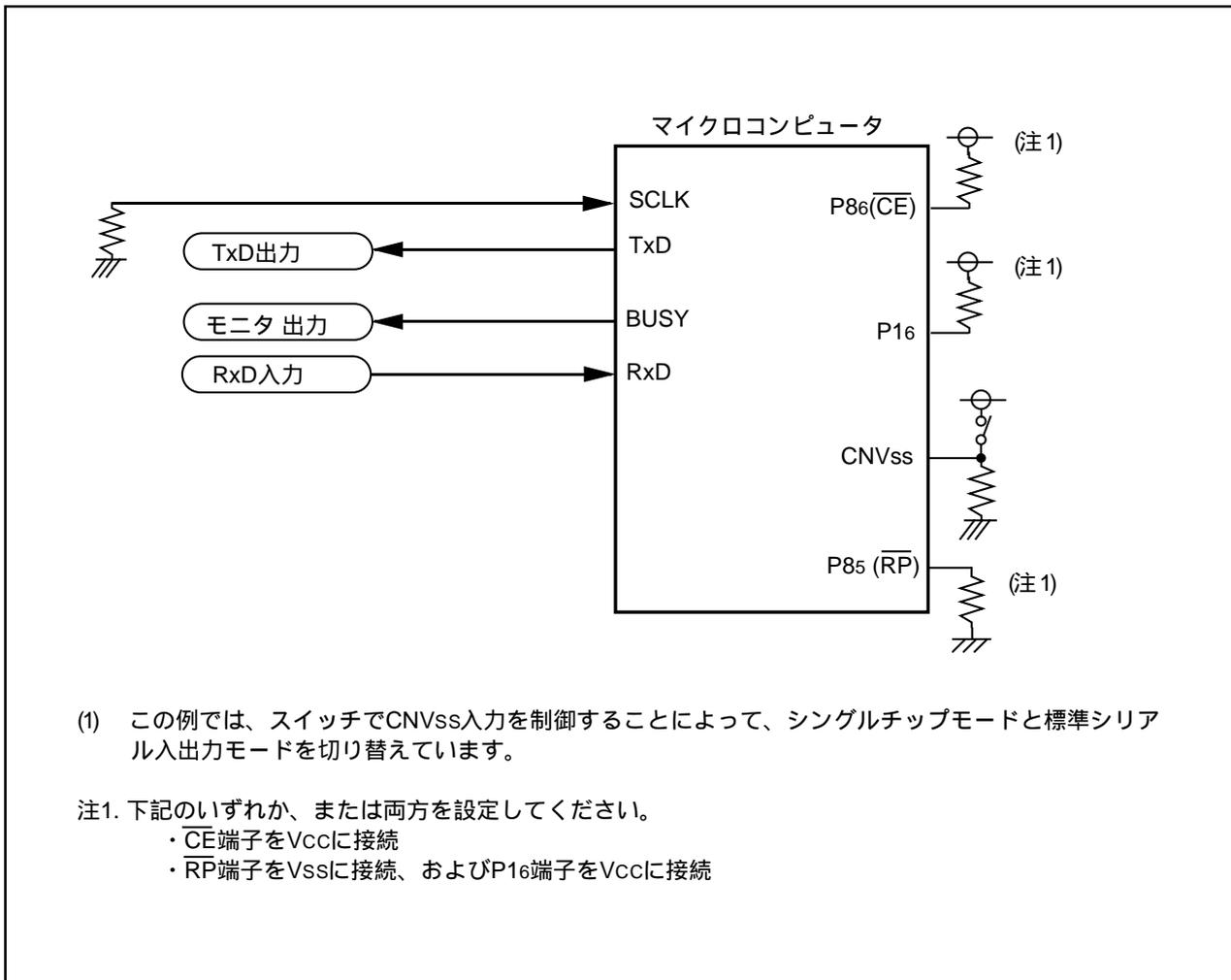


図20.18 標準シリアル入出力モード2時の端子処理例

20.10 パラレル入出力モード

パラレル入出力モードでは、M16C/29グループに対応したパラレルライターを使用して、ユーザROM領域を書き換えられます。パラレルライターについては、各メーカーにお問い合わせください。また、パラレルライターの操作方法については、パラレルライターのユーザーズマニュアルを参照してください。

20.10.1 ROMコードプロテクト機能

フラッシュメモリの読み出しや書き換えを禁止する機能です(「20.3 フラッシュメモリ書き換え禁止機能」参照)。

20.11 CAN入出力モード

注意

M16C/29 T-ver.、V-ver.は、この機能を使用できません。

CAN入出力モードでは、M16C/29グループに対応したCANライタを使用して、マイクロコンピュータを基板に実装した状態で、ユーザROM領域を書き換えることができます。CANライタについては、各メーカーにお問い合わせください。また、CANライタの操作方法については、CANライタのユーザズマニュアルを参照してください。

表20.9に端子機能の説明(CAN入出力モード)、図20.19、図20.20にCAN入出力モード時の端子結線図を示します。

20.11.1 IDコードチェック機能

CANライタから送られてくるIDコードと、フラッシュメモリに書かれているIDコードが一致するかどうかを判定します(「20.3 フラッシュメモリ書き換え禁止機能」参照)。

表20.9 端子機能の説明(CAN入出力モード)

| 端子名 | 名 称 | 入出力 | 機 能 |
|------------------------|---------------------------|-----|--|
| Vcc,Vss | 電源入力 | | Vcc 端子には、プログラム、イレーズの保証電圧を入力してください。Vss 端子には、0Vを入力してください。 |
| CNVss | CNVss | 入力 | Vcc に接続してください。 |
| RESET | リセット入力 | 入力 | リセット入力端子です。td(ROC)間、 $\overline{\text{RESET}}$ 端子を“L”にしてください。 |
| XIN | クロック入力 | 入力 | XIN 端子とXOUT 端子の間にはセラミック共振子、または水晶発振子を接続してください。外部で生成したクロックを入力するときは、XIN から入力し XOUT は開放してください。 |
| XOUT | クロック出力 | 出力 | |
| AVcc, AVss | アナログ電源入力 | | AVcc にはVcc、AVssにはVssを接続してください。 |
| VREF | 基準電圧入力 | 入力 | A/Dコンバータの基準電圧入力端子です。 |
| P00 to P07 | 入力ポート P0 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 |
| P10 to P15,P17 | 入力ポート P1 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 |
| P16 | P16 入力 | 入力 | RESET端子が“L”の間、Vcc に接続してください。(注1) |
| P20 to P27 | 入力ポート P2 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 |
| P30 to P37 | 入力ポート P3 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 |
| P60 to P64, P66 | 入力ポート P6 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 |
| P65 | SCLK 入力 | 入力 | “L”を入力してください。 |
| P67 | TxD 出力 | 出力 | “H”を入力してください。 |
| P70 to P77 | 入力ポート P7 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 |
| P80 to P84, P87 | 入力ポート P8 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 |
| P85 | $\overline{\text{RP}}$ 入力 | 入力 | $\overline{\text{RESET}}$ 端子が“L”の間、Vss に接続してください。(注1) |
| P86 | $\overline{\text{CE}}$ 入力 | 入力 | $\overline{\text{RESET}}$ 端子が“L”の間、Vcc に接続してください。(注1) |
| P90 to P91, P95 to P97 | 入力ポート P9 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 |
| P92 | CRX入力 | 入力 | CANトランシーバに接続してください。 |
| P93 | CTX出力 | 出力 | CANトランシーバに接続してください。 |
| P100 to P107 | 入力ポート P10 | 入力 | “H”を入力、“L”を入力、または開放してください。 |

注 1: RESET端子が“L”の間、下記のいずれか、または両方を設定してください。

- ・ $\overline{\text{CE}}$ 端子をVccに接続
- ・RP端子をV^{SS}に接続、およびP16端子をVccに接続

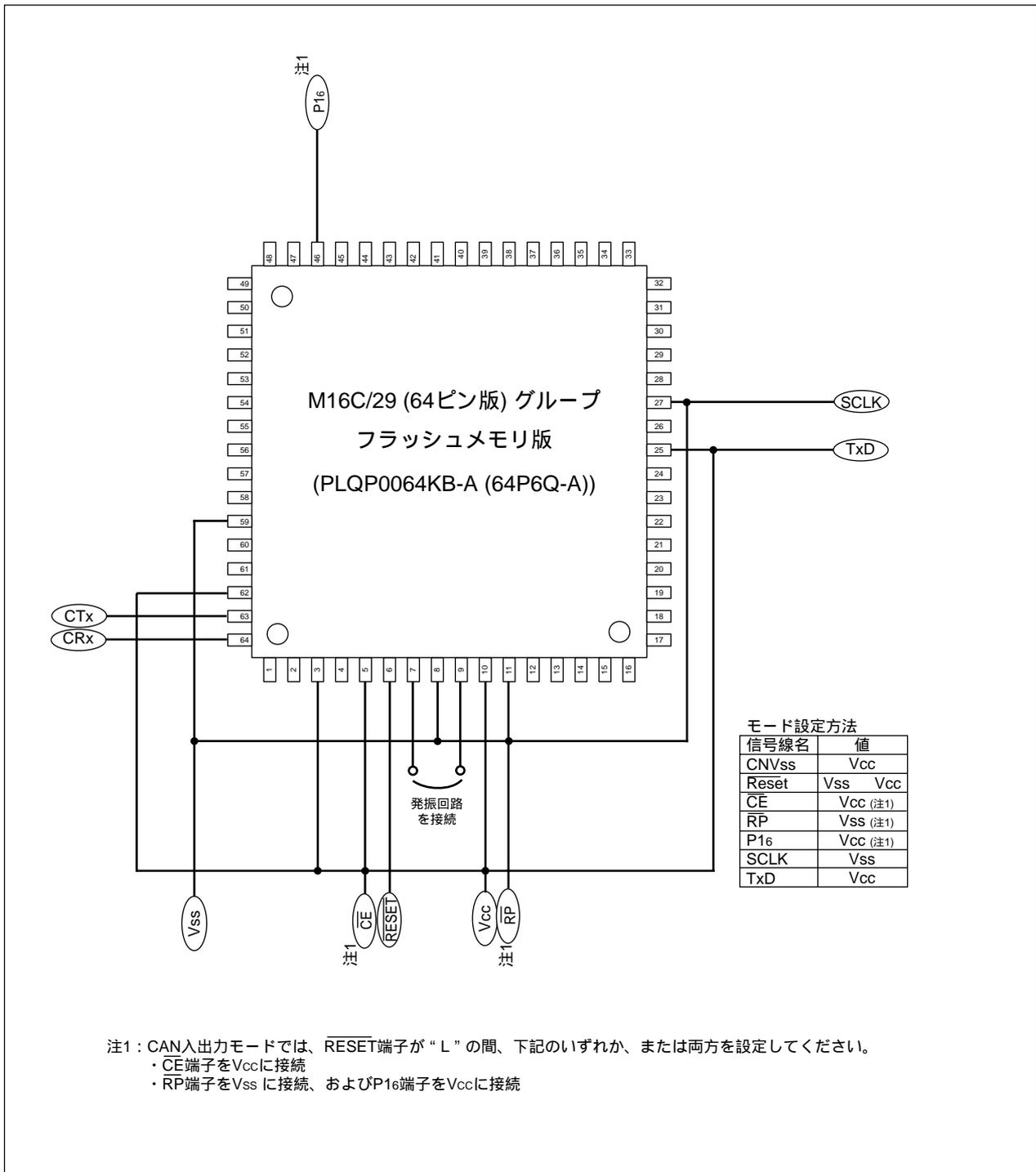


図20.19 CAN入出力モード時の端子結線図(1)

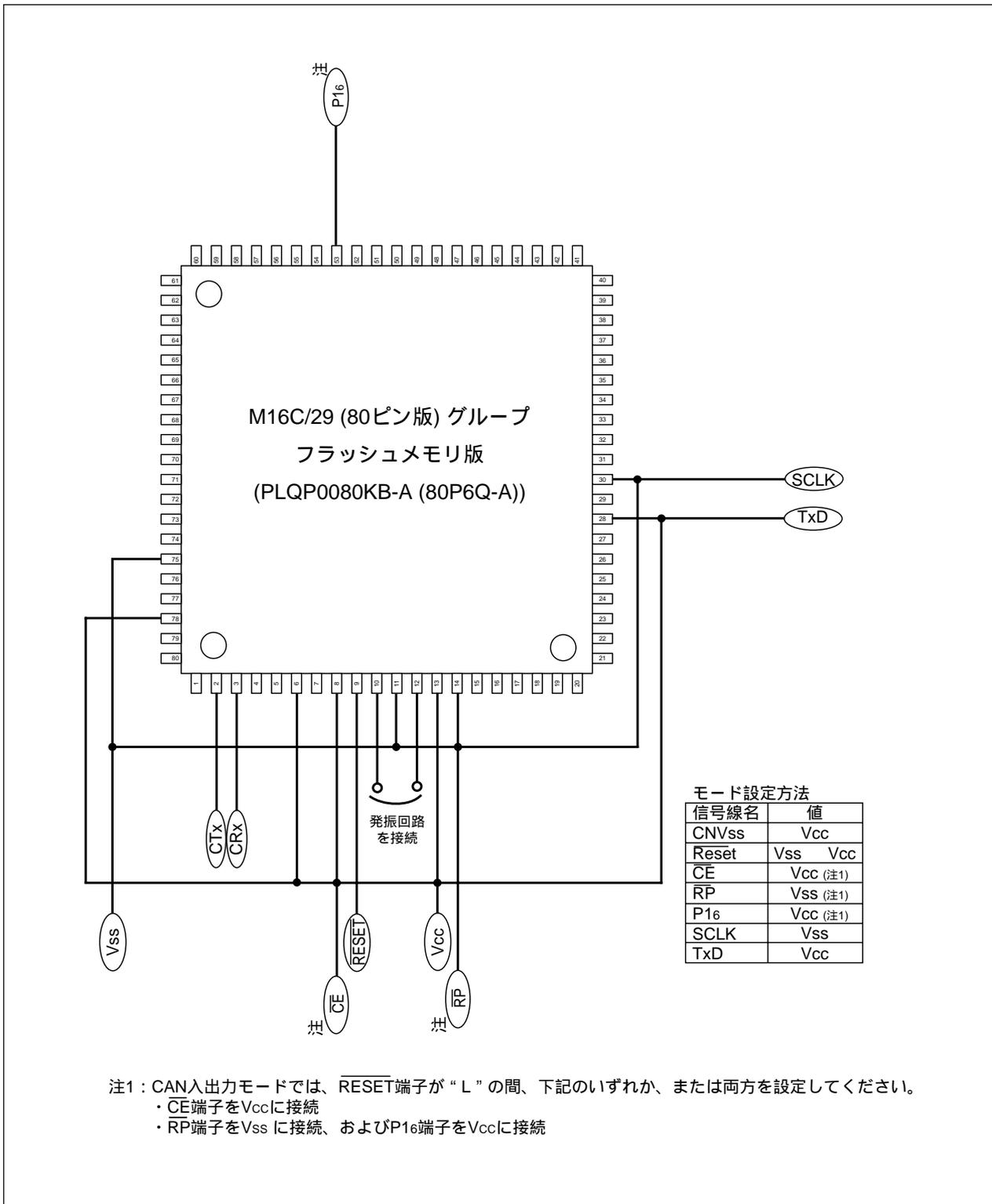


図20.20 CAN入出力モード時の端子結線図(2)

20.11.2 CAN入出力モード時の端子処理例

図20.21にCAN入出力モードを使用する場合の端子処理例を示します。ライターによって制御するピンなどが異なりますので、詳細はライターのマニュアルを参照してください。

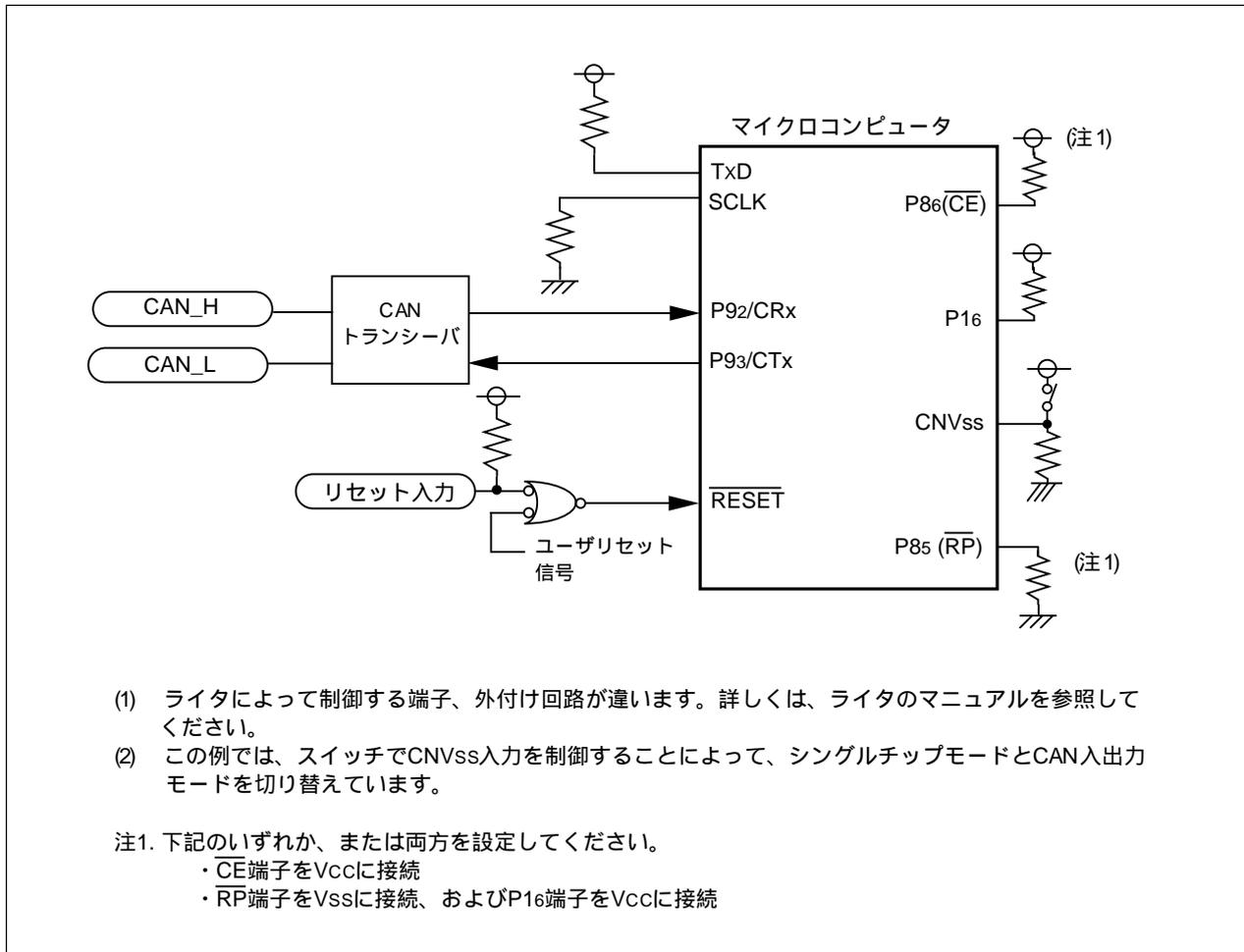


図20.21 CAN入出力モードを使用する場合の端子処理例

21. 電気的特性

21.1 Normalバージョン

表21.1 絶対最大定格

| 記号 | 項 目 | | 条件 | 定格値 | 単位 |
|------------------|----------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|-----|
| V _{CC} | 電源電圧 | | V _{CC} =AV _{CC} | -0.3 ~ 6.5 | V |
| AV _{CC} | アナログ電源電圧 | | V _{CC} =AV _{CC} | -0.3 ~ 6.5 | V |
| V _I | 入力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ , X _{IN} , V _{ref} , $\overline{\text{RESET}}$, CNV _{SS} | | -0.3 ~ V _{CC} +0.3 | V |
| V _O | 出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ , X _{OUT} | | -0.3 ~ V _{CC} +0.3 | V |
| P _d | 消費電力 | | -40 Topr 85° C | 300 | mW |
| Topr | 動作周囲温度 | マイコン動作時 | | -20 ~ 85 / -40 ~ 85 ⁽¹⁾ | ° C |
| | | フラッシュ書き 込み消去時 | プログラム領域 (ブロック0~5) | 0 ~ 60 | ° C |
| | | | データ領域 (ブロックA、B) | -20 ~ 85 / -40 ~ 85 ⁽¹⁾ | ° C |
| Tstg | 保存温度 | | | -65 ~ 150 | ° C |

注1 . 表1.6 製品コード表を参照してください。

表21.3 A/D変換特性 (注1)

| 記号 | 項目 | | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 |
|--------------|-------------------------------|--------|--------------------------------------|-----|----|-----------|---------|
| | | | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| - | 分解能 | | $V_{REF}=V_{CC}$ | | | 10 | Bits |
| INL | 積分非直線性誤差 | 10 bit | $V_{REF}=V_{CC}=5V$ | | | ± 3 | LSB |
| | | | $V_{REF}=V_{CC}=3.3V$ | | | ± 5 | LSB |
| | | 8 bit | $V_{REF}=V_{CC}=3.3V$ | | | ± 2 | LSB |
| - | 絶対精度 | 10 bit | $V_{REF}=V_{CC}=5V$ | | | ± 3 | LSB |
| | | | $V_{REF}=V_{CC}=3.3V$ | | | ± 5 | LSB |
| | | 8 bit | $V_{REF}=V_{CC}=3.3V$ | | | ± 2 | LSB |
| DNL | 微分非直線性誤差 | | | | | ± 1 | LSB |
| - | オフセット誤差 | | | | | ± 3 | LSB |
| - | ゲイン誤差 | | | | | ± 3 | LSB |
| R_{LADDER} | ラダー抵抗 | | $V_{REF}=V_{CC}$ | 10 | | 40 | k |
| t_{CONV} | 変換時間(10 bit) サンプル&ホールド機能あり | | $V_{REF}=V_{CC}=5V, \phi_{AD}=10MHz$ | 3.3 | | | μs |
| t_{CONV} | 変換時間(8 bit) サンプル&ホールド機能あり | | $V_{REF}=V_{CC}=5V, \phi_{AD}=10MHz$ | 2.8 | | | μs |
| V_{REF} | 基準電圧 | | | 2.0 | | V_{CC} | V |
| V_{IA} | アナログ入力電圧 | | | 0 | | V_{REF} | V |

注1. 指定のない場合は、 $V_{CC}=AV_{CC}=V_{REF}=3.3 \sim 5.5V$ 、 $V_{SS}=AV_{SS}=0V$ 、 $Topr = -20 \sim 85 \text{ } ^\circ C / -40 \sim 85 \text{ } ^\circ C$ です。

注2. AD動作クロック周波数(ϕ_{AD} の周波数)は10MHz以下にしてください。また、 V_{CC} が4.2V未満の場合は ϕ_{AD} を分周し、 ϕ_{AD} の周波数 $f_{AD}/2$ 以下にしてください。

注3. サンプル&ホールド機能なしのときは、注2の制限に加え ϕ_{AD} の周波数は250kHz以上にしてください。サンプル&ホールド機能ありのときは、注2の制限に加え ϕ_{AD} の周波数は1MHz以上にしてください。

注4. サンプル&ホールド機能ありのときは、サンプリング時間は周波数 $3/\phi_{AD}$ です。サンプル&ホールド機能なしのときは、サンプリング時間は周波数 $2/\phi_{AD}$ です。

表21.4 フラッシュメモリの電気的特性(注1)

製品コード: U3,U5のプログラム領域およびデータ領域、U7,U9のプログラム領域

| 記号 | 項目 | 規格値 | | | 単位 |
|-----------|-----------------------------------|------------------|--------|-----|----|
| | | 最小 | 標準(注2) | 最大 | |
| - | プログラム、イレーズ回数(注3) | 100/1000(注4、注11) | | | 回 |
| - | ワードプログラム時間 (Vcc=5.0V、Topr=25) | | 75 | 600 | μs |
| - | ブロックイレーズ時間 (Vcc=5.0V、Topr=25) | 2Kバイト ブロック | 0.2 | 9 | s |
| | | 8Kバイト ブロック | 0.4 | 9 | s |
| | | 16Kバイト ブロック | 0.7 | 9 | s |
| | | 32Kバイト ブロック | 1.2 | 9 | s |
| td(SR-ES) | 消去動作 イレーズサスペンド遷移時間 | | | 8 | ms |
| tPS | フラッシュメモリ回路安定待ち時間 | | | 15 | μs |
| - | データ保持時間(注5) | 20 | | | 年 |

表21.5 フラッシュメモリの電気的特性(注6) 製品コード: U7,U9のデータ領域(注7)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | | 単位 |
|-----------|---|---------------|--------|----|----|
| | | 最小 | 標準(注2) | 最大 | |
| - | プログラム、イレーズ回数(注3、注8、注9) | 10000(注4、注10) | | | 回 |
| - | ワードプログラム時間(Vcc=5.0V、Topr=25) | | 100 | | μs |
| - | ブロックイレーズ時間(Vcc=5.0V、Topr=25) (2Kバイト ブロック) | | 0.3 | | s |
| td(SR-ES) | 消去動作 イレーズサスペンド遷移時間 | | | 8 | ms |
| tPS | フラッシュメモリ回路安定待ち時間 | | | 15 | μs |
| - | データ保持時間(注5) | 20 | | | 年 |

注1. 指定のない場合は、Vcc=2.7~5.5V、Topr=0~60 です。

注2. Vcc=5.0V、Topr=25 時

注3. プログラム、イレーズ回数の定義

プログラム、イレーズ回数はブロックごとのイレーズ回数です。

プログラム、イレーズ回数がn回(n=100、1,000、10,000)の場合、ブロックごとに、それぞれn回ずつイレーズすることができます。

例えば、2KバイトブロックのブロックAについて、それぞれ異なる番地に1ワード書き込みを1024回に分けて行った後に、そのブロックをイレーズした場合も、プログラム/イレーズ回数は1回と数えます。ただし、イレーズ1回に対して、同一番地に複数回の書き込みを行うことはできません(上書き禁止)。

注4. プログラム/イレーズ後の全ての電気的特性を保証する最小回数です。(保証は1~"最小"値の範囲です。)

注5. Topr=55 の条件です。

注6. 指定のない場合は、Vcc=2.7~5.5V、Topr=-20~85 (U9)/-40~85 (U7)です。

注7. プログラム、イレーズ回数が1000回を超えたときの規格です。

1000回までのワードプログラム時間、ブロックイレーズ時間はプログラム領域と同じです。

注8. 多数回の書き換えを実施するシステムの場合は、実効的な書き換え回数を減少させる工夫として、書き込む番地を順にずらしていくなどして、ブランク領域ができるだけ残らないようにプログラム(書き込み)を実施した上で1回のイレーズを行ってください。例えば一組8ワードをプログラムする場合、最大128組の書き込みを実施した上で1回のイレーズをすることで実効的な書き換え回数を少なくすることができます。加えてブロックA、ブロックBのイレーズが均等になるようにすると更に実効的な書き換え回数を少なくすることができます。また、ブロック毎に何回イレーズを実施したかを情報として残し、制限回数を設けていただくことをお勧めいたします。

注9. ブロックイレーズでイレーズエラーが発生した場合は、イレーズエラーが発生しなくなるまでクリアステータスレジスタコマンド ブロックイレーズコマンドを少なくとも3回実行してください。

注10. 100回を超える書き換えを実施する場合はブロックA、ブロックBの読み出しを1ウェイトにしてください。フラッシュメモリ制御レジスタ1のビット7(アドレス01B516番地のFMR17)を"1"(ウェイトあり)に設定するとPM17ビットに関わらずブロックA、およびブロックBアクセス時に1ウェイトが挿入されます。その他のブロックおよび内部RAMへのアクセスはFMR17ビットに関わらずPM17ビットの設定になります。

注11. U3,U5のプログラム領域およびデータ領域は100回、U7,U9のプログラム領域は1,000回です。

注12. 不良率につきましては、ルネサステクノロジ、ルネサス販売または特約店へお問い合わせください。

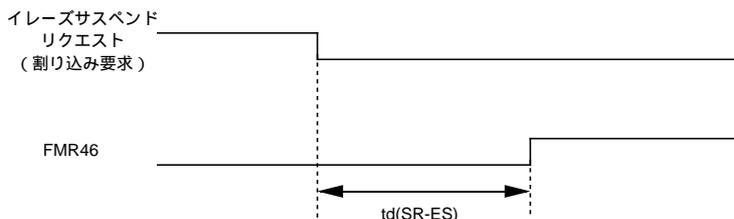


表 21.6 電圧検出回路の電気的特性 (注1)(注3)

| 記号 | 項目 | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 |
|--------|-----------------------------|------------------------------|------|-----|------|----|
| | | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| Vdet4 | 電圧低下検出電圧 ^(注1) | V _{CC} =0.8 to 5.5V | 3.2 | 3.8 | 4.45 | V |
| Vdet3 | リセット領域検出電圧 ^(注1) | | 2.3 | 2.8 | 3.4 | V |
| Vdet3s | 低電圧リセット保持電圧 ^(注2) | | | | 1.7 | V |
| Vdet3r | 低電圧リセット解除電圧 | | 2.35 | 2.9 | 3.5 | V |

注1. Vdet4 >Vdet3

注2. Vdet3sは“ハードウェアリセット2”が保持される最低電圧です。

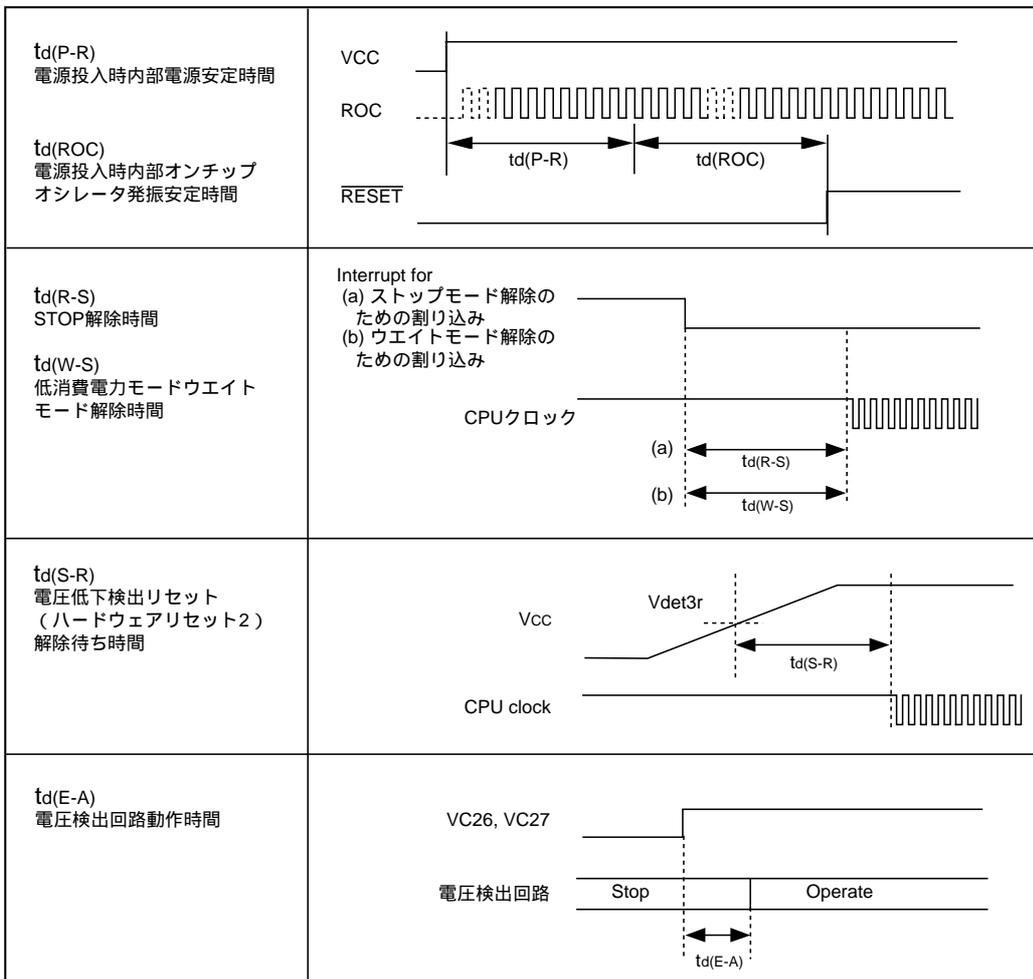
注3. 電圧検出回路は、V_{CC}=5Vでの使用を前提にしています。

注4. リセット領域検出電圧が2.7V未満の場合、電源電圧がリセット領域検出電圧以上であれば、f(BCLK) 10MHzで動作することを保証します。ただし、A/D変換精度、シリアルI/O、フラッシュメモリのプログラム、イレーズを除きます。

表21.7 電源回路のタイミング特性

| 記号 | 項目 | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 |
|---------|-------------------------|---------------------------------|-------------------|----|-----|----|
| | | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| td(P-R) | 電源投入時内部電源安定時間 | V _{CC} =2.7 to 5.5V | | | 2 | ms |
| td(ROC) | 電源投入時内部オンチップオシレータ発振安定時間 | | | | 40 | μs |
| td(R-S) | STOP解除時間 | | | | 150 | μs |
| td(W-S) | 低消費電力モードウェイトモード解除時間 | | | | 150 | μs |
| td(S-R) | ハードウェアリセット2解除待ち時間 | V _{CC} =Vdet3r to 5.5V | 6 ^(注1) | 20 | | ms |
| td(E-A) | 電圧検出回路動作開始時間 | V _{CC} =2.7 to 5.5V | | | 20 | μs |

注1. V_{CC}=5V時の標準値



VCC = 5V

表 21.8 電気的特性(注1)

| 記号 | 項目 | | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 |
|----------------------------------|---------|---|-------------------------|------------------------|----------------------|-----------------|----|
| | | | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| V _{OH} | "H"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _α =-5mA | V _{CC} -2.0 | | V _{CC} | V |
| V _{OH} | "H"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _α =-200 μA | V _{CC} -0.3 | | V _{CC} | V |
| V _{OH} | "H"出力電圧 | X _{OUT} | High Power | I _α =-1mA | V _{CC} -2.0 | V _{CC} | V |
| | | | Low Power | I _α =-0.5mA | V _{CC} -2.0 | V _{CC} | |
| | "H"出力電圧 | X _{COUT} | High Power | 無負荷時 | | 2.5 | V |
| | | | Low Power | 無負荷時 | | 1.6 | |
| V _{OL} | "L"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _α =5mA | | | 2.0 | V |
| V _{OL} | "L"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _α =200μA | | | 0.45 | V |
| V _{OL} | "L"出力電圧 | X _{OUT} | High Power | I _α =1mA | | 2.0 | V |
| | | | Low Power | I _α =0.5mA | | 2.0 | |
| | "L"出力電圧 | X _{COUT} | High Power | 無負荷時 | | 0 | V |
| | | | Low Power | 無負荷時 | | 0 | |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | TA0 _{IN} -TA4 _{IN} , TB0 _{IN} -TB2 _{IN} , INT ₀ -INT ₅ , NMI, AD _{TRG} , CTS ₀ -CTS ₂ , SCL, SDA, CLK ₀ -CLK ₂ , TA2 _{OUT} -TA4 _{OUT} , K1 ₀ -K1 ₃ , RXD ₀ -RXD ₂ , S _{IN3} , S _{IN4} | | 0.2 | | 1.0 | V |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | RESET | | 0.2 | | 2.5 | V |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | X _{IN} | | 0.2 | | 0.8 | V |
| I _{IH} | "H"入力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ X _{IN} , RESET, CNV _{SS} | V _I =5V | | | 5.0 | μA |
| I _{IL} | "L"入力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ X _{IN} , RESET, CNV _{SS} | V _I =0V | | | -5.0 | μA |
| R _{FULLUP} | プルアップ抵抗 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | V _I =0V | 30 | 50 | 170 | kΩ |
| R _{fXIN} | 帰還抵抗 | X _{IN} | | | | 1.5 | MΩ |
| R _{fXCIN} | 帰還抵抗 | X _{CIN} | | | | 15 | MΩ |
| V _{RAM} | RAM保持電圧 | | ストップモード時 | 2.0 | | | V |

注1. 指定のない場合は、V_{CC}=4.2 ~ 5.5V、V_{SS}=0V、Topr=-20 ~ 85 °C / -40 ~ 85 °C、f(BCLK)=20MHzです。

VCC = 5V

表 21.9 電気的特性 (2) (注1)

| 記号 | 項目 | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 | |
|--|---|-----------------|---|-----|-----|----|----|
| | | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| I _{CC} | 電源電流 (V _{CC} =4.2~5.5V) 出力端子は開放、その他の端子はV _{SS} | マスクROM | f(BCLK) = 20 MHz、メインクロック、分周なし | | 18 | 25 | mA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz | | 2 | | mA |
| | | フラッシュメモリ | f(BCLK) = 20 MHz、メインクロック、分周なし | | 18 | 25 | mA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz | | 2 | | mA |
| | | フラッシュメモリプログラム | f(BCLK) = 10 MHz、V _{CC} = 5.0 V | | 11 | | mA |
| | | フラッシュメモリイレーズ | f(BCLK) = 10 MHz、V _{CC} = 5.0 V | | 11 | | mA |
| | | マスクROM | f(BCLK) = 32 kHz、低消費電力モード時、ROM上 ^(注3) | | 25 | | μA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz、ウェイトモード時 | | 50 | | μA |
| | | フラッシュメモリ | f(BCLK) = 32 kHz、低消費電力モード時、RAM上 ^(注3) | | 25 | | μA |
| | | | f(BCLK) = 32 kHz、低消費電力モード時、フラッシュメモリ上 ^(注3) | | 450 | | μA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz、ウェイトモード時 ^(注4) | | 50 | | μA |
| | | マスクROM、フラッシュメモリ | f(BCLK) = 32 kHz、ウェイトモード時 ^(注2) 、発振能力high | | 8.5 | | μA |
| f(BCLK) = 32 kHz、ウェイトモード時 ^(注2) 、発振能力low | | | 3 | | μA | | |
| ストップモード時、Topr = 25 °C | | | 0.8 | 3 | μA | | |
| I _{det4} | 電圧低下検出消費電流 (注4) | | | 0.7 | 4 | μA | |
| I _{det3} | リセット領域検出消費電流 (注4) | | | 1.2 | 8 | μA | |

注1. 指定のない場合は、V_{CC} = 4.2 ~ 5.5 V、V_{SS} = 0 V、Topr = -20 ~ 85 °C / -40 ~ 85 °C、f(BCLK) = 20 MHzです。

注2. fc32にてタイマ1本を動作させている状態です。

注3. 実行するプログラムが存在するメモリを示す。

注4. I_{det}は次のビットを“1”(検出回路有効)にしている場合の消費電流です。

I_{det4}: VCR2レジスタのVC27ビット

I_{det3}: VCR2レジスタのVC26ビット

VCC = 5V

タイミング必要条件

(指定のない場合は、VCC = 5V、VSS = 0V、Topr = -20 ~ 85 / -40 ~ 85)

表 21.10 外部クロック入力 (XIN入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|-------------------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c | 外部クロック入力サイクル時間 | 50 | | ns |
| t _{w(H)} | 外部クロック入力“H”パルス幅 | 20 | | ns |
| t _{w(L)} | 外部クロック入力“L”パルス幅 | 20 | | ns |
| t _r | 外部クロック立ち上がり時間 | | 9 | ns |
| t _f | 外部クロック立ち下がり時間 | | 9 | ns |

VCC = 5V

タイミング必要条件

(指定のない場合は、VCC = 5V、VSS = 0V、Topr = -20 ~ 85 / -40 ~ 85)

表 21.11 タイマA入力 (イベントカウンタモードのカウンタ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|---------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tc(TA) | TAiIN 入力サイクル時間 | 100 | | ns |
| tw(TAH) | TAiIN 入力 "H" パルス幅 | 40 | | ns |
| tw(TAL) | TAiIN 入力 "L" パルス幅 | 40 | | ns |

表 21.12 タイマA入力 (タイマモードのゲーティング入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|---------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tc(TA) | TAiIN 入力サイクル時間 | 400 | | ns |
| tw(TAH) | TAiIN 入力 "H" パルス幅 | 200 | | ns |
| tw(TAL) | TAiIN 入力 "L" パルス幅 | 200 | | ns |

表 21.13 タイマA入力 (ワンショットタイマモードの外部トリガ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|---------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tc(TA) | TAiIN 入力サイクル時間 | 200 | | ns |
| tw(TAH) | TAiIN 入力 "H" パルス幅 | 100 | | ns |
| tw(TAL) | TAiIN 入力 "L" パルス幅 | 100 | | ns |

表 21.14 タイマA入力 (パルス幅変調モードの外部トリガ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|---------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tw(TAH) | TAiIN 入力 "H" パルス幅 | 100 | | ns |
| tw(TAL) | TAiIN 入力 "L" パルス幅 | 100 | | ns |

表 21.15 タイマA入力 (イベントカウンタモードのアップダウン入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|-------------|--------------------|------|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tc(UP) | TAiOUT 入力サイクル時間 | 2000 | | ns |
| tw(UPH) | TAiOUT 入力 "H" パルス幅 | 1000 | | ns |
| tw(UPL) | TAiOUT 入力 "L" パルス幅 | 1000 | | ns |
| tsu(UP-TiN) | TAiOUT 入力セットアップ時間 | 400 | | ns |
| th(TiN-UP) | TAiOUT 入力ホールド時間 | 400 | | ns |

表 21.16 タイマA入力 (イベントカウンタモードの二相パルス入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|-----------------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tc(TA) | TAiIN 入力サイクル時間 | 800 | | ns |
| tsu(TAiN-TAOUT) | TAiOUT 入力セットアップ時間 | 200 | | ns |
| tsu(TAOUT-TAiN) | TAiIN 入力セットアップ時間 | 200 | | ns |

VCC = 5V

タイミング必要条件

(指定のない場合は、VCC = 5V、VSS = 0V、Topr = -20 ~ 85 / -40 ~ 85)

表 21.17 タイマ B 入力 (イベントカウンタモードのカウンタ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|--|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 (片エッジカウント) | 100 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 (片エッジカウント) | 40 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 (片エッジカウント) | 40 | | ns |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 (両エッジカウント) | 200 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 (両エッジカウント) | 80 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 (両エッジカウント) | 80 | | ns |

表 21.18 タイマ B 入力 (パルス周期測定モード)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 | 400 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 | 200 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 | 200 | | ns |

表 21.19 タイマ B 入力 (パルス幅測定モード)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 | 400 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 | 200 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 | 200 | | ns |

表 21.20 A/D トリガ入力

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|--------------------------------------|------|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (AD) | AD _{TRG} 入力サイクル時間 (トリガ可能最小) | 1000 | | ns |
| t _w (ADL) | AD _{TRG} 入力 “L” パルス幅 | 125 | | ns |

表 21.21 シリアル I/O

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|-----------------------|------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (CK) | CLK _i 入力サイクル時間 | 200 | | ns |
| t _w (CKH) | CLK _i 入力 “H” パルス幅 | 100 | | ns |
| t _w (CKL) | CLK _i 入力 “L” パルス幅 | 100 | | ns |
| t _d (C-Q) | TxD _i 出力遅延時間 | | 80 | ns |
| t _h (C-Q) | TxD _i ホールド時間 | 0 | | ns |
| t _{su} (D-C) | RxD _i 入力セットアップ時間 | 70 | | ns |
| t _h (C-D) | RxD _i 入力ホールド時間 | 90 | | ns |

表 21.22 外部割り込み INT_i 入力

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _w (INH) | INT _i 入力 “H” パルス幅 | 250 | | ns |
| t _w (INL) | INT _i 入力 “L” パルス幅 | 250 | | ns |

VCC = 5V

タイミング必要条件

(指定のない場合は、Vcc = 5V、Vss = 0V、Topr = -20 ~ 85 / -40 ~ 85)

表 21.23 マルチマスタ I²C bus

| 記号 | 項目 | 標準クロックモード | | 高速クロックモード | | 単位 |
|---------|--------------------------|-----------|------|-----------|-----|----|
| | | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | |
| tBUF | バスフリー時間 | 4.7 | | 1.3 | | μs |
| tHD;STA | スタートコンディションホールド時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |
| tLOW | SCL クロック "0"ステータスのホールド時間 | 4.7 | | 1.3 | | μs |
| tR | SCL, SDA 信号立ち上がり時間 | | 1000 | 20+0.1Cb | 300 | ns |
| tHD;DAT | データホールド時間 | 0 | | 0 | 0.9 | μs |
| tHIGH | SCL クロック "1"ステータスのホールド時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |
| tF | SCL, SDA 信号立ち下がり時間 | | 300 | 20+0.1Cb | 300 | ns |
| tsu;DAT | データセットアップ時間 | 250 | | 100 | | ns |
| tsu;STA | リスタートコンディションセットアップ時間 | 4.7 | | 0.6 | | μs |
| tsu;STO | ストップコンディションセットアップ時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |

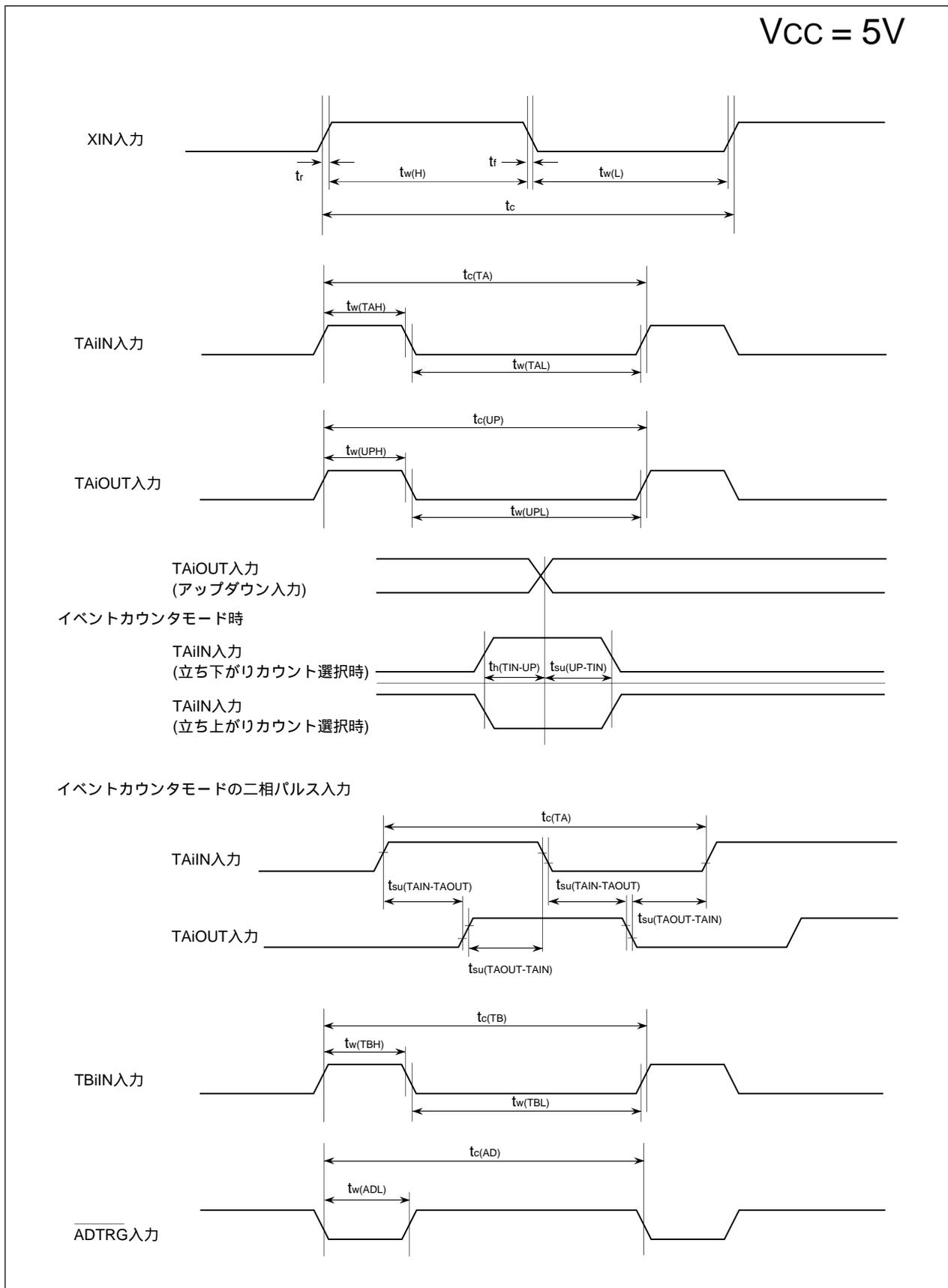


図 21.1 タイミング図 (1)

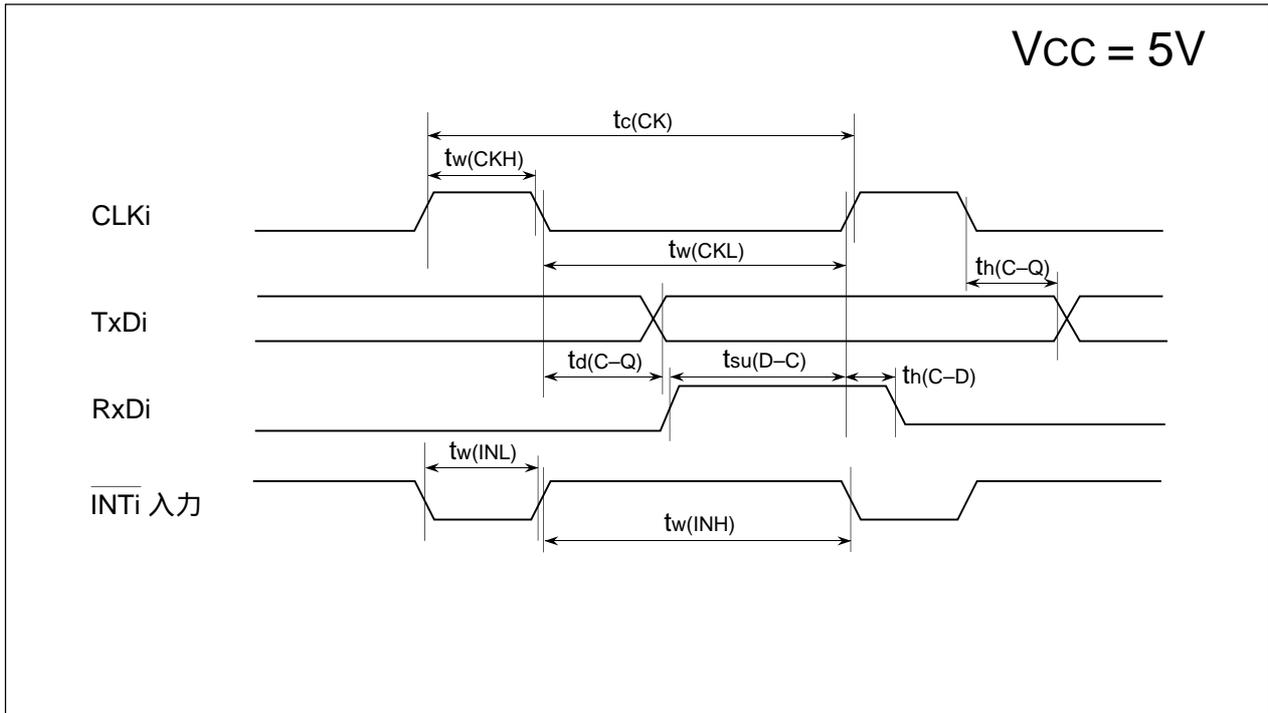


図 21.2 タイミング図 (2)

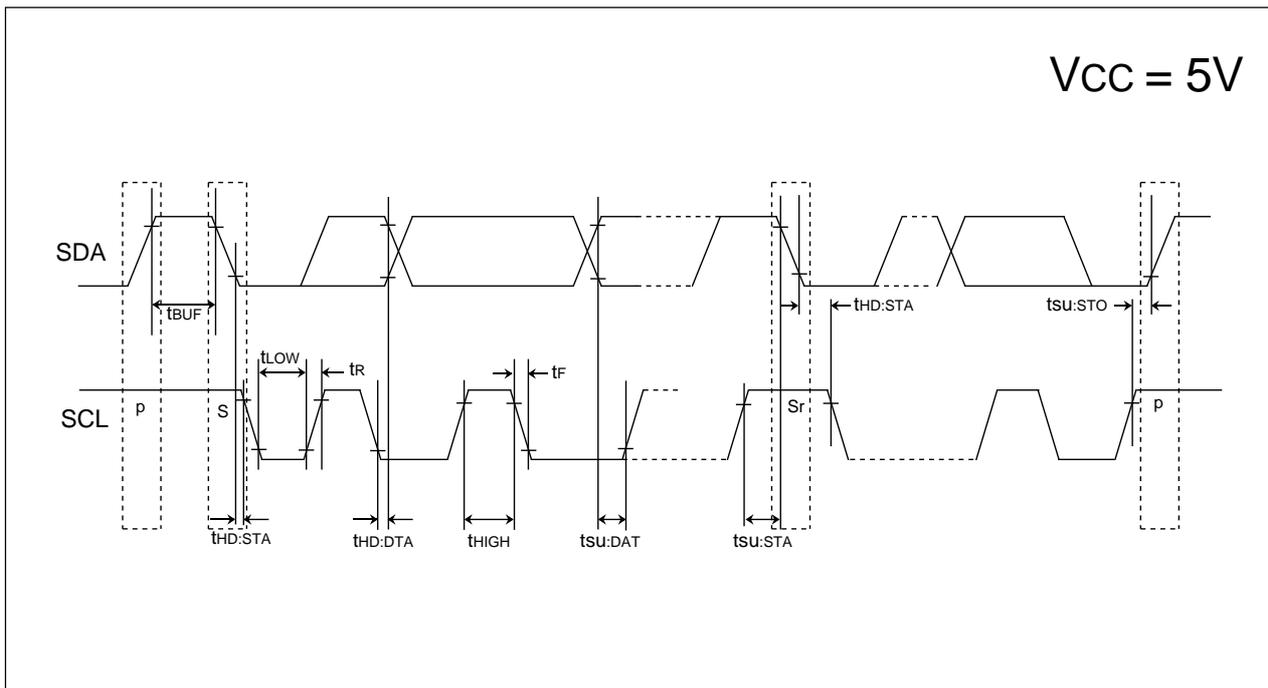


図 21.3 タイミング図 (3)

VCC = 3V

表 21.24 電気的特性 (注1)

| 記号 | 項目 | | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 | |
|----------------------------------|---|---|-----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|-----|----|
| | | | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| V _{OH} | “H”出力電圧 P00 ~ P07, P10 ~ P17, P20 ~ P27, P30 ~ P37, P60 ~ P67, P70 ~ P77, P80 ~ P87, P90 ~ P93, P95 ~ P97, P100 ~ P107 | | I _{OH} =-1mA | V _{CC} -0.5 | | V _{CC} | V | |
| V _{OH} | “H”出力電圧 | X _{OUT} | HIGHPOWER | I _{OH} =-0.1mA | V _{CC} -0.5 | V _{CC} | V | |
| | | | LOWPOWER | I _{OH} =-50μA | V _{CC} -0.5 | V _{CC} | V | |
| | “H”出力電圧 | X _{COUT} | HIGHPOWER | 無負荷時 | | 2.5 | V | |
| | | | LOWPOWER | 無負荷時 | | 1.6 | V | |
| V _{OL} | “L”出力電圧 P00 ~ P07, P10 ~ P17, P20 ~ P27, P30 ~ P37, P60 ~ P67, P70 ~ P77, P80 ~ P87, P90 ~ P93, P95 ~ P97, P100 ~ P107 | | I _{OL} =1mA | | | 0.5 | V | |
| V _{OL} | “L”出力電圧 | X _{OUT} | HIGHPOWER | I _{OL} =0.1mA | | 0.5 | V | |
| | | | LOWPOWER | I _{OL} =50μA | | 0.5 | V | |
| | “L”出力電圧 | X _{COUT} | HIGHPOWER | 無負荷時 | | 0 | V | |
| | | | LOWPOWER | 無負荷時 | | 0 | V | |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス TA0IN ~ TA4IN, TB0IN ~ TB2IN, INT0 ~ INT5, NMI, ADTRG, CTS0 ~ CTS2, SCL, SDA, CLK0 ~ CLK2, TA2OUT ~ TA4OUT, KI0 ~ KI3, RxD0 ~ RxD2, SIn3, SIn4 | | | | | 0.8 | V | |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | RESET | | | | 1.8 | V | |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | XIN | | | | 0.8 | V | |
| I _{IH} | “H”入力電流 | P00 ~ P07, P10 ~ P17, P20 ~ P27, P30 ~ P37, P60 ~ P67, P70 ~ P77, P80 ~ P87, P90 ~ P93, P95 ~ P97, P100 ~ P107 XIN, RESET, CNVss | | V _I =3V | | 4.0 | μA | |
| I _{IL} | “L”入力電流 | P00 ~ P07, P10 ~ P17, P20 ~ P27, P30 ~ P37, P60 ~ P67, P70 ~ P77, P80 ~ P87, P90 ~ P93, P95 ~ P97, P100 ~ P107 XIN, RESET, CNVss | | V _I =0V | | -4.0 | μA | |
| R _{PULLUP} | プルアップ抵抗 | P00 ~ P07, P10 ~ P17, P20 ~ P27, P30 ~ P37, P60 ~ P67, P70 ~ P77, P80 ~ P87, P90 ~ P93, P95 ~ P97, P100 ~ P107 | | V _I =0V | 50 | 100 | 500 | kΩ |
| R _{FXIN} | 帰還抵抗 | XIN | | | | 3.0 | MΩ | |
| R _{XCIN} | 帰還抵抗 | X _{CIN} | | | | 25 | MΩ | |
| V _{RAM} | RAM保持電圧 | | ストップモード時 | 2.0 | | | V | |

注1: 指定のない場合は、V_{CC}=2.7~3.6V、V_{SS}=0V、Topr = -20~85 / -40~85、f(BCLK)=10MHzです。

VCC = 3V

表 21.25 電気的特性 (2) (注1)

| 記号 | 項目 | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 | |
|-------------------|---|---------------------|---|-----|-----|----|----|
| | | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| I _{CC} | 電源電流 (V _{CC} =2.7~3.6V) 出力端子は開放、その他の端子はV _{SS} | マスクROM | f(BCLK) = 10 MHz, メインクロック、分周なし | | 8 | 13 | mA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、 f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz | | 1 | | mA |
| | | フラッシュメモリ | f(BCLK) = 10 MHz, メインクロック、分周なし | | 8 | 13 | mA |
| | | フラッシュメモリ プログラム | f(BCLK) = 10 MHz、V _{CC} = 3.0 V | | 11 | | mA |
| | | フラッシュメモリ イレーズ | f(BCLK) = 10 MHz、V _{CC} = 3.0 V | | 11 | | mA |
| | | マスクROM | f(BCLK) = 32 kHz、 低消費電力モード時、ROM上 ^(注3) | | 20 | | μA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、 f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz、 ウェイトモード時 | | 25 | | μA |
| | | フラッシュメモリ | f(BCLK) = 32 kHz、 低消費電力モード時、RAM上 ^(注3) | | 20 | | μA |
| | | | f(BCLK) = 32 kHz、 低消費電力モード時、 フラッシュメモリ上 ^(注3) | | 450 | | μA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、 f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz、 ウェイトモード時 ^(注4) | | 45 | | μA |
| | | マスクROM、 フラッシュメモリ | f(BCLK) = 32 kHz、 ウェイトモード時 ^(注2) 、発振能力High | | 6.6 | | μA |
| | | | f(BCLK) = 32 kHz、 ウェイトモード時 ^(注2) 、発振能力Low | | 2.2 | | μA |
| | | | ストップモード時、Topr = 25 °C | | 0.7 | 3 | μA |
| I _{det4} | 電圧低下検出消費電流 ^(注4) | | | 0.6 | 4 | μA | |
| I _{det3} | リセット領域検出消費電流 ^(注4) | | | 1.0 | 5 | μA | |

注1. 指定のない場合は、V_{CC} = 2.7 ~ 3.6 V、V_{SS} = 0 V、Topr = -20 ~ 85 °C / -40 ~ 85 °C、f(BCLK) = 10 MHzです。

注2. fc₃₂にてタイマ1本を動作させている状態です。

注3. 実行するプログラムが存在するメモリを示す。

注4. I_{det4}は次のビットを“1” (検出回路有効)にしている場合の消費電流です。

I_{det4}: VCR2レジスタのVC27ビット

I_{det3}: VCR2レジスタのVC26ビット

$V_{CC} = 3V$ **タイミング必要条件**(指定のない場合は、 $V_{CC} = 3V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ / $-40 \sim 85$)**表 21.26 外部クロック入力 (XIN 入力)**

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t_c | 外部クロック入力サイクル時間 | 100 | | ns |
| $t_{w(H)}$ | 外部クロック入力“H”パルス幅 | 40 | | ns |
| $t_{w(L)}$ | 外部クロック入力“L”パルス幅 | 40 | | ns |
| t_r | 外部クロック立ち上がり時間 | | 18 | ns |
| t_f | 外部クロック立ち下がり時間 | | 18 | ns |

$$V_{CC} = 3V$$

タイミング必要条件

(指定のない場合は、 $V_{CC} = 3V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ / $-40 \sim 85$)

表 21.27 タイマA入力 (イベントカウンタモードのカウンタ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_c(TA)$ | TAiIn 入力サイクル時間 | 150 | | ns |
| $t_w(TAH)$ | TAiIn 入力“H”パルス幅 | 60 | | ns |
| $t_w(TAL)$ | TAiIn 入力“L”パルス幅 | 60 | | ns |

表 21.28 タイマA入力 (タイマモードのゲーティング入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_c(TA)$ | TAiIn 入力サイクル時間 | 600 | | ns |
| $t_w(TAH)$ | TAiIn 入力“H”パルス幅 | 300 | | ns |
| $t_w(TAL)$ | TAiIn 入力“L”パルス幅 | 300 | | ns |

表 21.29 タイマA入力 (ワンショットタイマモードの外部トリガ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_c(TA)$ | TAiIn 入力サイクル時間 | 300 | | ns |
| $t_w(TAH)$ | TAiIn 入力“H”パルス幅 | 150 | | ns |
| $t_w(TAL)$ | TAiIn 入力“L”パルス幅 | 150 | | ns |

表 21.30 タイマA入力 (パルス幅変調モードの外部トリガ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_w(TAH)$ | TAiIn 入力“H”パルス幅 | 150 | | ns |
| $t_w(TAL)$ | TAiIn 入力“L”パルス幅 | 150 | | ns |

表 21.31 タイマA入力 (イベントカウンタモードのアップダウン入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------------|-------------------|------|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_c(UP)$ | TAiOUT 入力サイクル時間 | 3000 | | ns |
| $t_w(UPH)$ | TAiOUT 入力“H”パルス幅 | 1500 | | ns |
| $t_w(UPL)$ | TAiOUT 入力“L”パルス幅 | 1500 | | ns |
| $t_{su}(UP-TiN)$ | TAiOUT 入力セットアップ時間 | 600 | | ns |
| $t_h(TiN-UP)$ | TAiOUT 入力ホールド時間 | 600 | | ns |

表 21.32 タイマA入力 (イベントカウンタモードの二相パルス入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------|-----|----|---------|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_c(TA)$ | TAiIn 入力サイクル時間 | 2 | | μs |
| $t_{su}(TAiN-TAOUT)$ | TAiOUT 入力セットアップ時間 | 500 | | ns |
| $t_{su}(TAOUT-TAiN)$ | TAiIn 入力セットアップ時間 | 500 | | ns |

$$V_{CC} = 3V$$

タイミング必要条件

(指定のない場合は、 $V_{CC} = 3V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ / $-40 \sim 85$)

表 21.33 タイマB入力 (イベントカウンタモードのカウンタ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|--|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 (片エッジカウント) | 150 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 (片エッジカウント) | 60 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 (片エッジカウント) | 60 | | ns |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 (両エッジカウント) | 300 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 (両エッジカウント) | 120 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 (両エッジカウント) | 120 | | ns |

表 21.34 タイマB入力 (パルス周期測定モード)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 | 600 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 | 300 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 | 300 | | ns |

表 21.35 タイマB入力 (パルス幅測定モード)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 | 600 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 | 300 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 | 300 | | ns |

表 21.36 A/D トリガ入力

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------------------------|------|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (AD) | AD _{TRG} 入力サイクル時間(トリガ可能最小) | 1500 | | ns |
| t _w (ADL) | AD _{TRG} 入力 “L” パルス幅 | 200 | | ns |

表 21.37 シリアル I/O

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|-----------------------|------------------------------|-----|-----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (CK) | CLK _i 入力サイクル時間 | 300 | | ns |
| t _w (CKH) | CLK _i 入力 “H” パルス幅 | 150 | | ns |
| t _w (CKL) | CLK _i 入力 “L” パルス幅 | 150 | | ns |
| t _d (C-Q) | TxD _i 出力遅延時間 | | 160 | ns |
| t _h (C-Q) | TxD _i ホールド時間 | 0 | | ns |
| t _{su} (D-C) | RxD _i 入力セットアップ時間 | 100 | | ns |
| t _h (C-D) | RxD _i 入力ホールド時間 | 90 | | ns |

表 21.38 外部割り込み \overline{INT}_i 入力

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|--------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _w (INH) | \overline{INT}_i 入力 “H” パルス幅 | 380 | | ns |
| t _w (INL) | \overline{INT}_i 入力 “L” パルス幅 | 380 | | ns |

VCC = 3V

タイミング特性

(指定のない場合は、VCC = 3V、VSS = 0V、Topr = -20~85 / -40~85)

表 21.39 マルチマスタI²C bus

| 記号 | 項目 | 標準クロックモード | | 高速クロックモード | | 単位 |
|---------|--------------------------|-----------|------|-----------|-----|----|
| | | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | |
| tBUF | バスフリー時間 | 4.7 | | 1.3 | | μs |
| tHD;STA | スタートコンディションホールド時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |
| tLOW | SCL クロック "0"ステータスのホールド時間 | 4.7 | | 1.3 | | μs |
| tR | SCL, SDA 信号立ち上がり時間 | | 1000 | 20+0.1Cb | 300 | ns |
| tHD;DAT | データホールド時間 | 0 | | 0 | 0.9 | μs |
| tHIGH | SCL クロック "1"ステータスのホールド時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |
| tF | SCL, SDA 信号立ち下がり時間 | | 300 | 20+0.1Cb | 300 | ns |
| tsu;DAT | データセットアップ時間 | 250 | | 100 | | ns |
| tsu;STA | リスタートコンディションセットアップ時間 | 4.7 | | 0.6 | | μs |
| tsu;STO | ストップコンディションセットアップ時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |

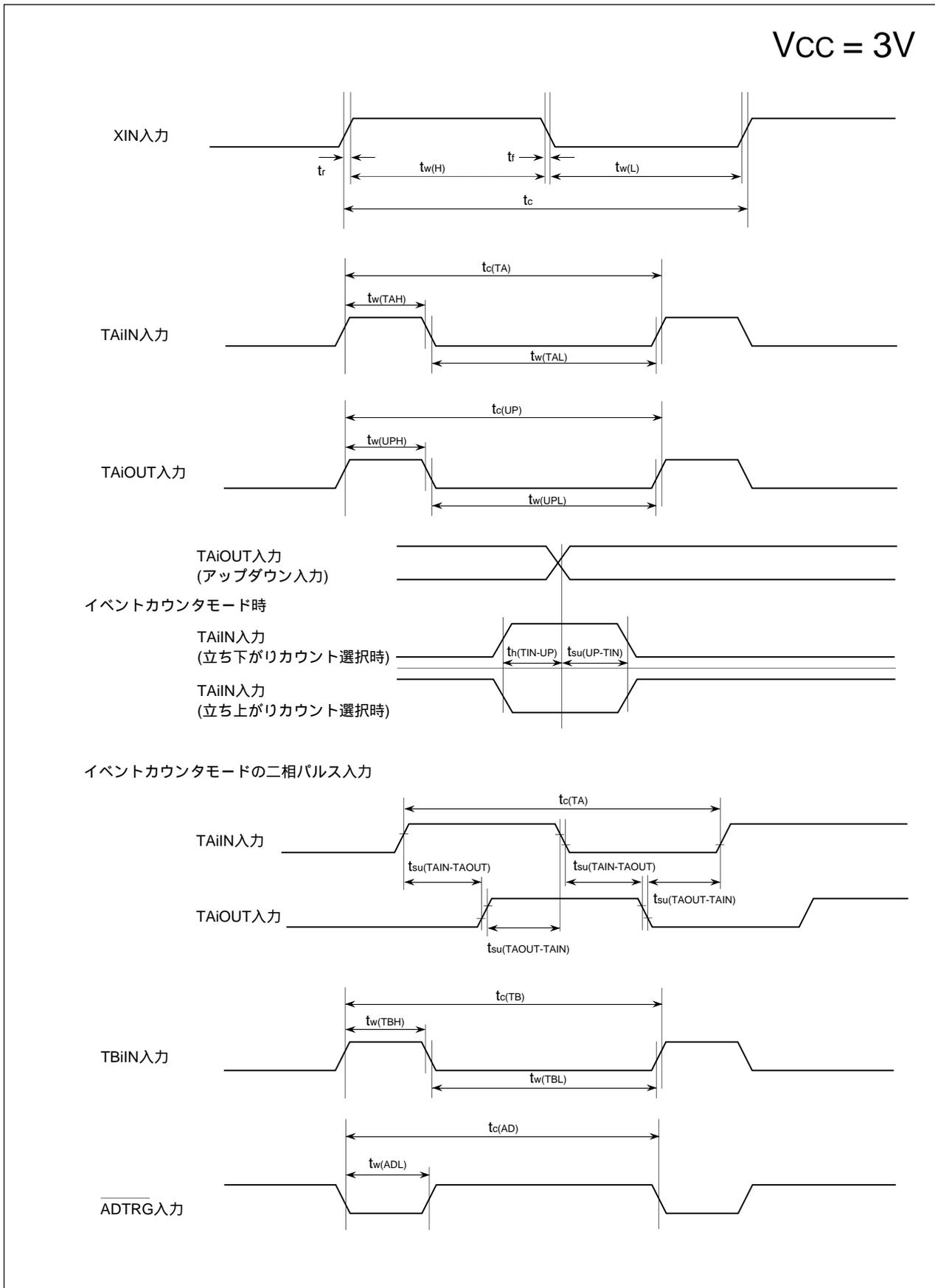


図 21.4 タイミング図(1)

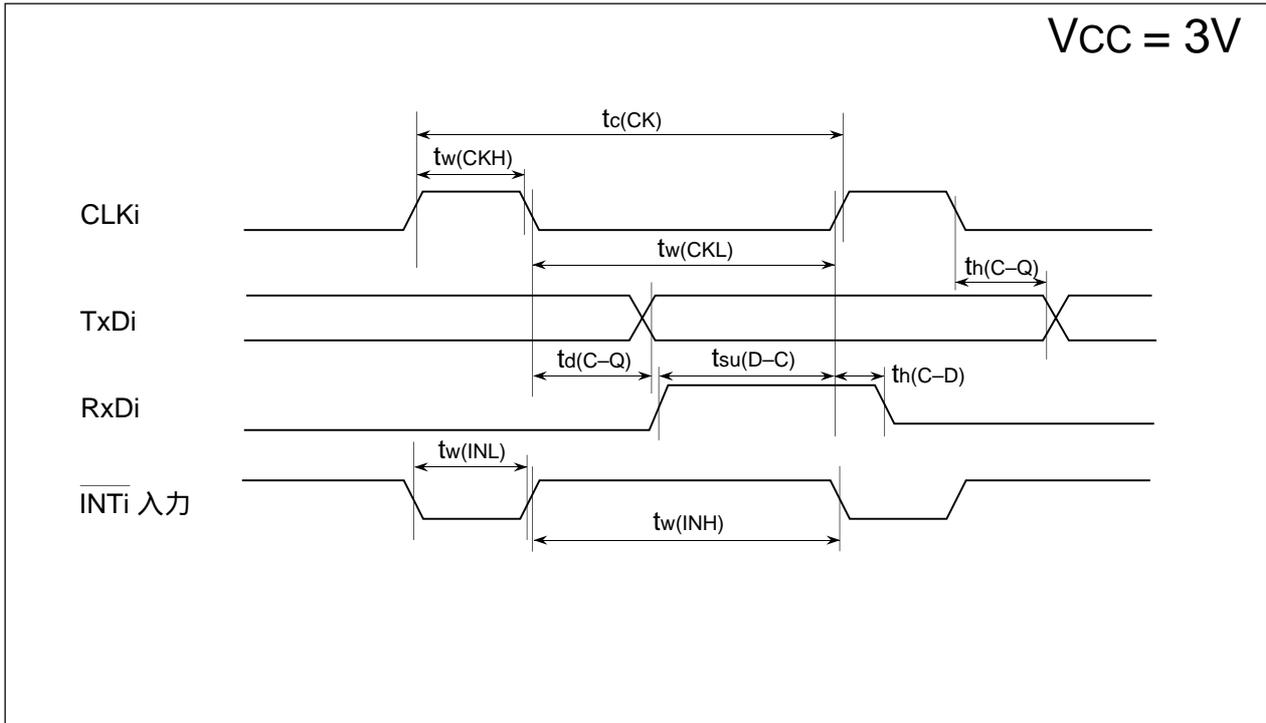


図 21.5 タイミング図(2)

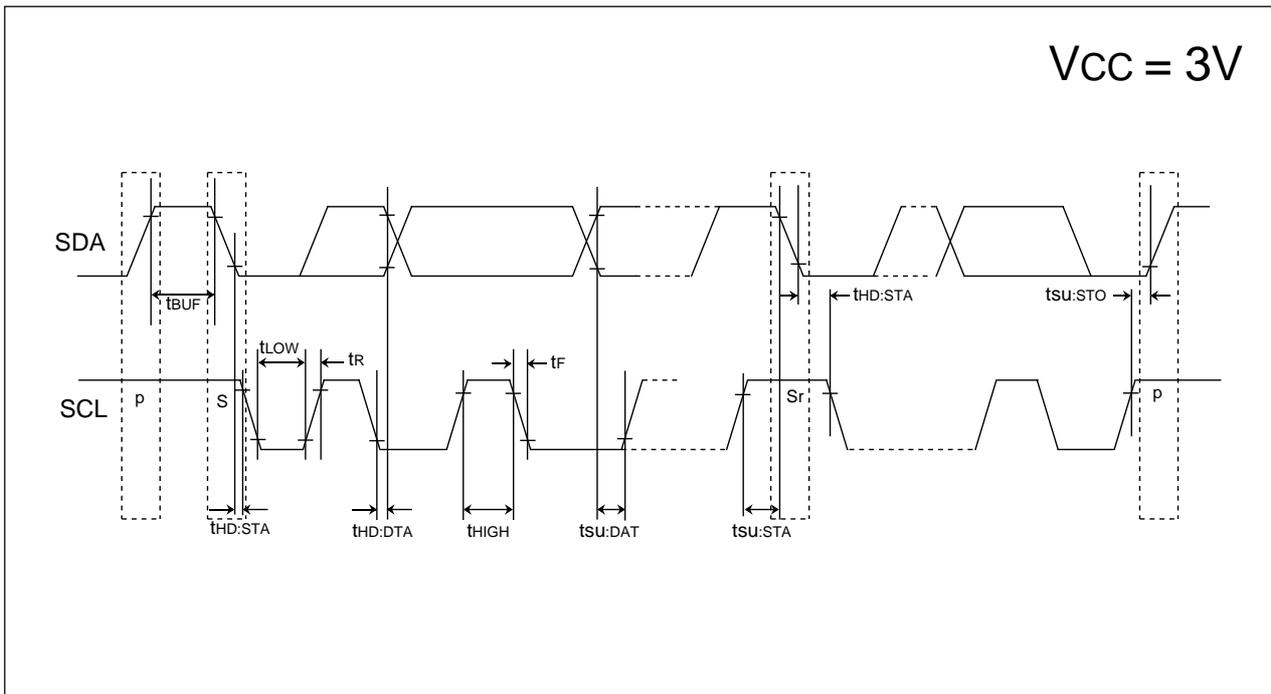


図 21.6 タイミング図(3)

21.2 Tバージョン

表21.40 絶対最大定格

| 記号 | 項 目 | | 条件 | 定格値 | 単位 |
|------------------|----------|--|-----------------------------------|-----------------------------|-----|
| V _{CC} | 電源電圧 | | V _{CC} =AV _{CC} | -0.3 ~ 6.5 | V |
| AV _{CC} | アナログ電源電圧 | | V _{CC} =AV _{CC} | -0.3 ~ 6.5 | V |
| V _I | 入力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ , X _{IN} , V _{ref} , $\overline{\text{RESET}}$, CNV _{SS} | | -0.3 ~ V _{CC} +0.3 | V |
| V _O | 出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ , X _{OUT} | | -0.3 ~ V _{CC} +0.3 | V |
| P _d | 消費電力 | | -40 Topr 85° C | 300 | mW |
| Topr | 動作周囲温度 | マイコン動作時 | | -40 ~ 85 | ° C |
| | | フラッシュ書き込み消去時 | プログラム領域 (ブロック0~5) | 0 ~ 60 | ° C |
| | | | データ領域 (ブロックA、B) | -40 ~ 85 | ° C |
| T _{stg} | 保存温度 | | | -65 ~ 150 | ° C |

表 21.41 推奨動作条件 (注1)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | | 単位 | | |
|-----------------------|--------------------------------|---|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | | |
| V _{CC} | 電源電圧 | 3.0 | | 5.5 | V | | |
| AV _{CC} | アナログ電源電圧 | | V _{CC} | | V | | |
| V _{SS} | 電源電圧 | | 0 | | V | | |
| AV _{SS} | アナログ電源電圧 | | 0 | | V | | |
| V _{IH} | "H"入力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | 0.7V _{CC} | | V _{CC} | V | |
| | | XIN, RESET, CNVSS | 0.8V _{CC} | | V _{CC} | V | |
| | | SDA _{MM} , SCL _{MM} | I ² C bus入力レベル選択時 | 0.7V _{CC} | | V _{CC} | V |
| | | | SMBUS入力レベル選択時 | 1.4 | | V _{CC} | V |
| V _{IL} | "L"入力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | 0 | | 0.3V _{CC} | V | |
| | | XIN, RESET, CNVSS | 0 | | 0.2V _{CC} | V | |
| | | SDA _{MM} , SCL _{MM} | I ² C bus入力レベル選択時 | 0 | | 0.3V _{CC} | V |
| | | | SMBUS入力レベル選択時 | 0 | | 0.6 | V |
| I _{OH(peak)} | "H"尖頭出力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | | | -10.0 | mA | |
| I _{OH(avg)} | "H"平均出力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | | | -5.0 | mA | |
| I _{OL(peak)} | "L"尖頭出力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | | | 10.0 | mA | |
| I _{OL(avg)} | "L"平均出力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | | | 5.0 | mA | |
| f(XIN) | メインクロック入力発振周波数 ^(注4) | 0 | | 20 | MHz | | |
| f(XCIN) | サブクロック発振周波数 | | 32.768 | 50 | kHz | | |
| f ₁ (ROC) | オンチップオシレータ発振周波数1 | 0.5 | 1 | 2 | MHz | | |
| f ₂ (ROC) | オンチップオシレータ発振周波数2 | 1 | 2 | 4 | MHz | | |
| f ₃ (ROC) | オンチップオシレータ発振周波数3 | 8 | 16 | 26 | MHz | | |
| f(PLL) | PLLクロック発振周波数 ^(注4) | 10 | | 20 | MHz | | |
| f(BCLK) | CPU動作周波数 | 0 | | 20 | MHz | | |
| t _{SU} (PLL) | PLL周波数シンセサイザ安定待ち時間 | V _{CC} =5.0V | | 20 | ms | | |
| | | V _{CC} =3.0V | | 50 | ms | | |

注1. 指定のない場合は、V_{CC} = 3.0 ~ 5.5V、T_{opr} = -40 ~ 85 °C です。

注2. 平均出力電流は100msの期間内での平均値です。

注3. 全ポートの I_{OL(peak)} の合計は80mA以下、全ポートの I_{OH(peak)} の合計は-80mA以下にしてください。

注4. メインクロック入力周波数、PLLクロック周波数と電源電圧の関係は次のとおりです。

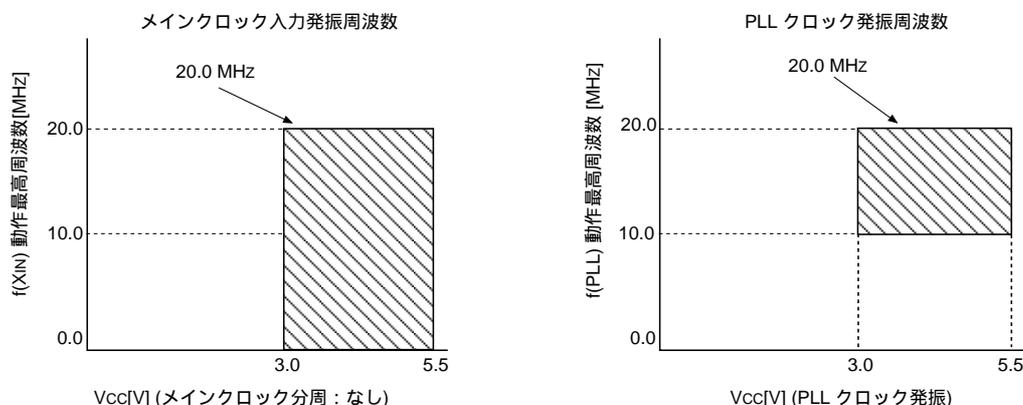


表21.42 A/D変換特性 (注1)

| 記号 | 項目 | | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 |
|---------------------|-------------------------------|--------|--------------------------------------|-----|----|------------------|---------|
| | | | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| - | 分解能 | | $V_{REF}=V_{CC}$ | | | 10 | Bits |
| INL | 積分非直線性誤差 | 10 bit | $V_{REF}=V_{CC}=5V$ | | | ± 3 | LSB |
| | | | $V_{REF}=V_{CC}=3.3V$ | | | ± 5 | LSB |
| | | 8 bit | $V_{REF}=V_{CC}=3.3V$ | | | ± 2 | LSB |
| - | 絶対精度 | 10 bit | $V_{REF}=V_{CC}=5V$ | | | ± 3 | LSB |
| | | | $V_{REF}=V_{CC}=3.3V$ | | | ± 5 | LSB |
| | | 8 bit | $V_{REF}=V_{CC}=3.3V$ | | | ± 2 | LSB |
| DNL | 微分非直線性誤差 | | | | | ± 1 | LSB |
| - | オフセット誤差 | | | | | ± 3 | LSB |
| - | ゲイン誤差 | | | | | ± 3 | LSB |
| R _{LADDER} | ラダー抵抗 | | $V_{REF}=V_{CC}$ | 10 | | 40 | k |
| t _{CONV} | 変換時間(10 bit) サンプル&ホールド機能あり | | $V_{REF}=V_{CC}=5V, \phi_{AD}=10MHz$ | 3.3 | | | μs |
| t _{CONV} | 変換時間(8 bit) サンプル&ホールド機能あり | | $V_{REF}=V_{CC}=5V, \phi_{AD}=10MHz$ | 2.8 | | | μs |
| V _{REF} | 基準電圧 | | | 2.0 | | V _{CC} | V |
| V _{IA} | アナログ入力電圧 | | | 0 | | V _{REF} | V |

注1. 指定のない場合は、 $V_{CC}=AV_{CC}=V_{REF}=3.3 \sim 5.5V$ 、 $V_{SS}=AV_{SS}=0V$ 、 $Topr = -40 \sim 85 \text{ } ^\circ C$ です。

注2. AD動作クロック周波数(ϕ_{AD} の周波数)は10MHz以下にしてください。また、 V_{CC} が4.2V未満の場合は ϕ_{AD} を分周し、 ϕ_{AD} の周波数 $f_{AD}/2$ 以下にしてください。

注3. サンプル&ホールド機能なしのときは、注2の制限に加え ϕ_{AD} の周波数は250kHz以上にしてください。
サンプル&ホールド機能ありのときは、注2の制限に加え ϕ_{AD} の周波数は1MHz以上にしてください。

注4. サンプル&ホールド機能ありのときは、サンプリング時間は周波数 $3/\phi_{AD}$ です。
サンプル&ホールド機能なしのときは、サンプリング時間は周波数 $2/\phi_{AD}$ です。

表21.43 フラッシュメモリの電気的特性(注1)

(製品コード: U3のプログラム領域およびデータ領域、U7のプログラム領域)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | | 単位 |
|-----------|--------------------------------|------------------|--------|-----|----|
| | | 最小 | 標準(注2) | 最大 | |
| - | プログラム、イレーズ回数(注3) | 100/1000(注4、注11) | | | 回 |
| - | ワードプログラム時間 (Vcc=5.0V、Topr=25) | | 75 | 600 | μs |
| - | ブロックイレーズ時間 (Vcc=5.0V、Topr=25) | 2Kバイト ブロック | 0.2 | 9 | s |
| | | 8Kバイト ブロック | 0.4 | 9 | s |
| | | 16Kバイト ブロック | 0.7 | 9 | s |
| | | 32Kバイト ブロック | 1.2 | 9 | s |
| td(SR-ES) | 消去動作 イレーズサスペンド遷移時間 | | | 8 | ms |
| tPS | フラッシュメモリ回路安定待ち時間 | | | 15 | μs |
| - | データ保持時間(注5) | 20 | | | 年 |

表21.44 フラッシュメモリの電気的特性(注6) (製品コード: U7のデータ領域(注7))

| 記号 | 項目 | 規格値 | | | 単位 |
|-----------|--|---------------|--------|----|----|
| | | 最小 | 標準(注2) | 最大 | |
| - | プログラム、イレーズ回数(注3、注8、注9) | 10000(注4、注10) | | | 回 |
| - | ワードプログラム時間 (Vcc=5.0V、Topr=25) | | 100 | | μs |
| - | ブロックイレーズ時間 (Vcc=5.0V、Topr=25) (2Kバイト ブロック) | | 0.3 | | s |
| td(SR-ES) | 消去動作 イレーズサスペンド遷移時間 | | | 8 | ms |
| tPS | フラッシュメモリ回路安定待ち時間 | | | 15 | μs |
| - | データ保持時間(注5) | 20 | | | 年 |

注1. 指定のない場合は、Vcc=3.0~5.5V、Topr=0~60 (プログラム領域)、-40~85 (データ領域)です。

注2. Vcc=5.0V、Topr=25 時

注3. プログラム、イレーズ回数の定義

プログラム、イレーズ回数はブロックごとのイレーズ回数です。

プログラム、イレーズ回数がn回(n=100、1,000、10,000)の場合、ブロックごとに、それぞれn回ずつイレーズすることができます。

例えば、2KバイトブロックのブロックAについて、それぞれ異なる番地に1ワード書き込みを1024回に分けて行った後に、そのブロックをイレーズした場合も、プログラム/イレーズ回数は1回と数えます。ただし、イレーズ1回に対して、同一番地に複数回の書き込みを行うことはできません(上書き禁止)。

注4. プログラム/イレーズ後の全ての電気的特性を保証する最小回数です。(保証は1~"最小"値の範囲です。)

注5. Topr=55 の条件です。

注6. 指定のない場合は、Vcc=3.0~5.5V、Topr=-40~85 です。

注7. プログラム、イレーズ回数が1,000回を超えたときの規格です。

1,000回までのワードプログラム時間、ブロックイレーズ時間はプログラム領域と同じです。

注8. 多数回の書き換えを実施するシステムの場合は、実効的な書き換え回数を減少させる工夫として、書き込む番地を順にずらしていくなどして、ブランク領域ができるだけ残らないようにプログラム(書き込み)を実施した上で1回のイレーズを行ってください。例えば一組8ワードをプログラムする場合、最大128組の書き込みを実施した上で1回のイレーズをすることで実効的な書き換え回数を少なくすることができます。加えてブロックA、ブロックBのイレーズが均等になるようにすると更に実効的な書き換え回数を少なくすることができます。また、ブロック毎に何回イレーズを実施したかを情報として残し、制限回数を設けていただくことをお勧めいたします。

注9. ブロックイレーズでイレーズエラーが発生した場合は、イレーズエラーが発生しなくなるまでクリアステータスレジスタコマンド ブロックイレーズコマンドを少なくとも3回実行してください。

注10. 100回を超える書き換えを実施する場合はブロックA、ブロックBの読み出しを1ウェイトにしてください。フラッシュメモリ制御レジスタ1のビット7(アドレス01B5₁₆番地のFMR17)を"1"(ウェイトあり)に設定するとPM17ビットに関わらずブロックA、およびブロックBアクセス時に1ウェイトが挿入されます。その他のブロックおよび内部RAMへのアクセスはFMR17ビットに関わらずPM17ビットの設定になります。

注11. U3のプログラム領域およびデータ領域は100回、U7のプログラム領域は1,000回です。

注12. 不良率につきましては、ルネサステクノロジ、ルネサス販売または特約店へお問い合わせください。

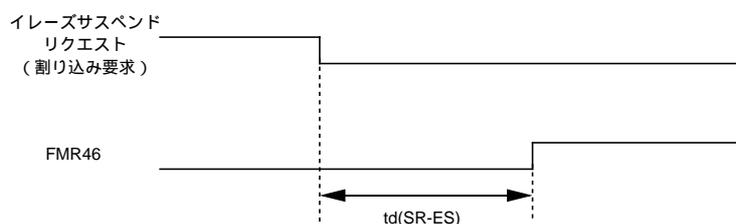
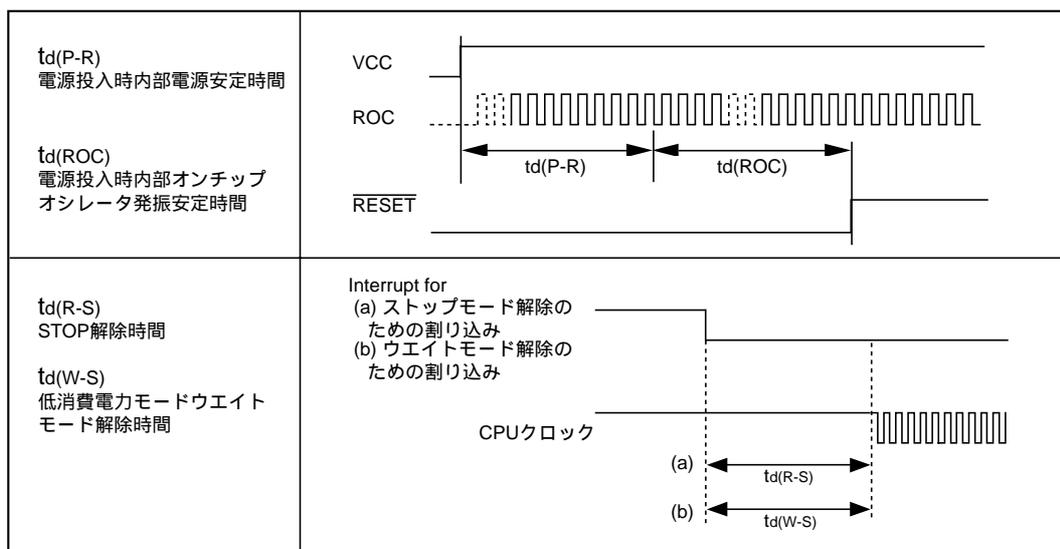


表21.45 電源回路のタイミング特性

| 記号 | 項目 | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 |
|---------|-------------------------|-----------------|-----|----|-----|----|
| | | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| td(P-R) | 電源投入時内部電源安定時間 | Vcc=3.0 to 5.5V | | | 2 | ms |
| td(ROC) | 電源投入時内部オンチップオシレータ発振安定時間 | | | | 40 | μs |
| td(R-S) | STOP解除時間 | | | | 150 | μs |
| td(W-S) | 低消費電力モードウェイトモード解除時間 | | | | 150 | μs |



VCC = 5V

表 21.46 電気的特性(注1)

| 記号 | 項目 | | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 |
|----------------------------------|---------|---|--------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|----|
| | | | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| V _{OH} | "H"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _{OH} =-5mA | V _{CC} -2.0 | | V _{CC} | V |
| V _{OH} | "H"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _{OH} =-200 μA | V _{CC} -0.3 | | V _{CC} | V |
| V _{OH} | "H"出力電圧 | X _{OUT} | High Power | I _{OH} =-1mA | V _{CC} -2.0 | V _{CC} | V |
| | | | Low Power | I _{OH} =-0.5mA | V _{CC} -2.0 | V _{CC} | |
| | "H"出力電圧 | X _{COU} T | High Power | 無負荷時 | | 2.5 | V |
| | | | Low Power | 無負荷時 | | 1.6 | |
| V _{OL} | "L"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _{OL} =5mA | | | 2.0 | V |
| V _{OL} | "L"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _{OL} =200μA | | | 0.45 | V |
| V _{OL} | "L"出力電圧 | X _{OUT} | High Power | I _{OL} =1mA | | 2.0 | V |
| | | | Low Power | I _{OL} =0.5mA | | 2.0 | |
| | "L"出力電圧 | X _{COU} T | High Power | 無負荷時 | | 0 | V |
| | | | Low Power | 無負荷時 | | 0 | |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | TA0 _{IN} -TA4 _{IN} , TB0 _{IN} -TB2 _{IN} , INT ₀ -INT ₅ , NMI, AD _{TRG} , CTS ₀ -CTS ₂ , SCL, SDA, CLK ₀ -CLK ₂ , TA2 _{OUT} -TA4 _{OUT} , KI ₀ -KI ₃ , RXD ₀ -RXD ₂ , SIN ₃ , SIN ₄ | | 0.2 | | 1.0 | V |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | RESET | | 0.2 | | 2.5 | V |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | X _{IN} | | 0.2 | | 0.8 | V |
| I _{IH} | "H"入力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ X _{IN} , RESET, CNV _{SS} | V _I =5V | | | 5.0 | μA |
| I _{IL} | "L"入力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ X _{IN} , RESET, CNV _{SS} | V _I =0V | | | -5.0 | μA |
| R _{PULLUP} | プルアップ抵抗 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | V _I =0V | 30 | 50 | 170 | kΩ |
| R _{fXIN} | 帰還抵抗 | X _{IN} | | | 1.5 | | MΩ |
| R _{fXCIN} | 帰還抵抗 | X _{CIN} | | | 15 | | MΩ |
| V _{RAM} | RAM保持電圧 | | ストップモード時 | 2.0 | | | V |

注1. 指定のない場合は、V_{CC}=4.2~5.5V、V_{SS}=0V、T_{opr}=-40~85℃、f(BCLK)=20MHzです。

V_{CC} = 5V

表 21.47 電気的特性 (2) (注1)

| 記号 | 項目 | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 | |
|-----------------|---|---------------------|--|----|-----|----|----|
| | | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| I _{CC} | 電源電流 (V _{CC} =4.2 ~ 5.5V) 出力端子は開放、その他の端子はV _{SS} | マスクROM | f(BCLK) = 20 MHz、 メインクロック、分周なし | | 18 | 25 | mA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、 f ₂ (ROC) 選択時、f(BCLK) = 1 MHz | | 2 | | mA |
| | | フラッシュメモリ | f(BCLK) = 20 MHz、 メインクロック、分周なし | | 18 | 25 | mA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、 f ₂ (ROC) 選択時、f(BCLK) = 1 MHz | | 2 | | |
| | | フラッシュメモリ プログラム | f(BCLK) = 10 MHz、V _{CC} = 5.0 V | | 11 | | mA |
| | | フラッシュメモリ イレーズ | f(BCLK) = 10 MHz、V _{CC} = 5.0 V | | 11 | | mA |
| | | マスクROM | f(BCLK) = 32 kHz、 低消費電力モード時、ROM上 ^(注3) | | 25 | | μA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、 f ₂ (ROC) 選択時、f(BCLK) = 1 MHz、 ウェイトモード時 | | 50 | | μA |
| | | フラッシュメモリ | f(BCLK) = 32 kHz、 低消費電力モード時、RAM上 ^(注3) | | 25 | | μA |
| | | | f(BCLK) = 32 kHz、 低消費電力モード時、 フラッシュメモリ上 ^(注3) | | 450 | | μA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、 f ₂ (ROC) 選択時、f(BCLK) = 1 MHz、 ウェイトモード時 | | 50 | | μA |
| | | マスクROM、 フラッシュメモリ | f(BCLK) = 32 kHz、 ウェイトモード時 ^(注2) 、発振能力high | | 8.5 | | μA |
| | | | f(BCLK) = 32 kHz、 ウェイトモード時 ^(注2) 、発振能力low | | 3 | | μA |
| | | | ストップモード時、Topr = 25 °C | | 0.8 | 3 | μA |

注1. 指定のない場合は、V_{CC} = 4.2 ~ 5.5 V、V_{SS} = 0 V、Topr = -40 ~ 85 °C、f(BCLK) = 20 MHzです。

注2. f_{CS2}にてタイマ1本を動作させている状態です。

注3. 実行するプログラムが存在するメモリを示す。

$V_{CC} = 5V$ **タイミング必要条件**(指定のない場合は、 $V_{CC} = 5V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $T_{opr} = -40 \sim 85$)**表 21.48 外部クロック入力 (XIN入力)**

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t_c | 外部クロック入力サイクル時間 | 50 | | ns |
| $t_{w(H)}$ | 外部クロック入力“H”パルス幅 | 20 | | ns |
| $t_{w(L)}$ | 外部クロック入力“L”パルス幅 | 20 | | ns |
| t_r | 外部クロック立ち上がり時間 | | 9 | ns |
| t_f | 外部クロック立ち下がり時間 | | 9 | ns |

VCC = 5V

タイミング必要条件

(指定のない場合は、VCC = 5V、VSS = 0V、Topr = -40 ~ 85)

表 21.49 タイマA入力 (イベントカウンタモードのカウンタ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TA) | TAiIn 入力サイクル時間 | 100 | | ns |
| t _w (TAH) | TAiIn 入力 “H” パルス幅 | 40 | | ns |
| t _w (TAL) | TAiIn 入力 “L” パルス幅 | 40 | | ns |

表 21.50 タイマA入力 (タイマモードのゲーティング入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TA) | TAiIn 入力サイクル時間 | 400 | | ns |
| t _w (TAH) | TAiIn 入力 “H” パルス幅 | 200 | | ns |
| t _w (TAL) | TAiIn 入力 “L” パルス幅 | 200 | | ns |

表 21.51 タイマA入力 (ワンショットタイマモードの外部トリガ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TA) | TAiIn 入力サイクル時間 | 200 | | ns |
| t _w (TAH) | TAiIn 入力 “H” パルス幅 | 100 | | ns |
| t _w (TAL) | TAiIn 入力 “L” パルス幅 | 100 | | ns |

表 21.52 タイマA入力 (パルス幅変調モードの外部トリガ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _w (TAH) | TAiIn 入力 “H” パルス幅 | 100 | | ns |
| t _w (TAL) | TAiIn 入力 “L” パルス幅 | 100 | | ns |

表 21.53 タイマA入力 (イベントカウンタモードのアップダウン入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|--------------------------|--------------------|------|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (UP) | TAiOUT 入力サイクル時間 | 2000 | | ns |
| t _w (UPH) | TAiOUT 入力 “H” パルス幅 | 1000 | | ns |
| t _w (UPL) | TAiOUT 入力 “L” パルス幅 | 1000 | | ns |
| t _{su} (UP-TiN) | TAiOUT 入力セットアップ時間 | 400 | | ns |
| t _h (TiN-UP) | TAiOUT 入力ホールド時間 | 400 | | ns |

表 21.54 タイマA入力 (イベントカウンタモードの二相パルス入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------------------------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TA) | TAiIn 入力サイクル時間 | 800 | | ns |
| t _{su} (TAiN-TAOUT) | TAiOUT 入力セットアップ時間 | 200 | | ns |
| t _{su} (TAOUT-TAiN) | TAiIn 入力セットアップ時間 | 200 | | ns |

$$V_{CC} = 5V$$

タイミング必要条件

(指定のない場合は、 $V_{CC} = 5V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $Topr = -40 \sim 85$)

表 21.55 タイマ B 入力 (イベントカウンタモードのカウンタ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_c(TB)$ | TBiIN 入力サイクル時間 (片エッジカウント) | 100 | | ns |
| $t_w(TBH)$ | TBiIN 入力 "H" パルス幅 (片エッジカウント) | 40 | | ns |
| $t_w(TBL)$ | TBiIN 入力 "L" パルス幅 (片エッジカウント) | 40 | | ns |
| $t_c(TB)$ | TBiIN 入力サイクル時間 (両エッジカウント) | 200 | | ns |
| $t_w(TBH)$ | TBiIN 入力 "H" パルス幅 (両エッジカウント) | 80 | | ns |
| $t_w(TBL)$ | TBiIN 入力 "L" パルス幅 (両エッジカウント) | 80 | | ns |

表 21.56 タイマ B 入力 (パルス周期測定モード)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_c(TB)$ | TBiIN 入力サイクル時間 | 400 | | ns |
| $t_w(TBH)$ | TBiIN 入力 "H" パルス幅 | 200 | | ns |
| $t_w(TBL)$ | TBiIN 入力 "L" パルス幅 | 200 | | ns |

表 21.57 タイマ B 入力 (パルス幅測定モード)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_c(TB)$ | TBiIN 入力サイクル時間 | 400 | | ns |
| $t_w(TBH)$ | TBiIN 入力 "H" パルス幅 | 200 | | ns |
| $t_w(TBL)$ | TBiIN 入力 "L" パルス幅 | 200 | | ns |

表 21.58 A/D トリガ入力

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|---------------------------------------|------|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_c(AD)$ | \overline{ADTRG} 入力サイクル時間 (トリガ可能最小) | 1000 | | ns |
| $t_w(ADL)$ | \overline{ADTRG} 入力 "L" パルス幅 | 125 | | ns |

表 21.59 シリアル I/O

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|---------------|------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_c(CK)$ | CLKi 入力サイクル時間 | 200 | | ns |
| $t_w(CKH)$ | CLKi 入力 "H" パルス幅 | 100 | | ns |
| $t_w(CKL)$ | CLKi 入力 "L" パルス幅 | 100 | | ns |
| $t_d(C-Q)$ | TxDi 出力遅延時間 | | 80 | ns |
| $t_h(C-Q)$ | TxDi ホールド時間 | 0 | | ns |
| $t_{su}(D-C)$ | RxDi 入力セットアップ時間 | 70 | | ns |
| $t_h(C-D)$ | RxDi 入力ホールド時間 | 90 | | ns |

表 21.60 外部割り込み \overline{INTi} 入力

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_w(INH)$ | \overline{INTi} 入力 "H" パルス幅 | 250 | | ns |
| $t_w(INL)$ | \overline{INTi} 入力 "L" パルス幅 | 250 | | ns |

VCC = 5V

タイミング必要条件

(指定のない場合は、VCC = 5V、VSS = 0V、Topr = -40 ~ 85)

表 21.61 マルチマスタ I²C bus

| 記号 | 項目 | 標準クロックモード | | 高速クロックモード | | 単位 |
|---------|--------------------------|-----------|------|-----------|-----|----|
| | | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | |
| tBUF | バスフリー時間 | 4.7 | | 1.3 | | μs |
| tHD;STA | スタートコンディションホールド時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |
| tLOW | SCL クロック "0"ステータスのホールド時間 | 4.7 | | 1.3 | | μs |
| tR | SCL, SDA 信号立ち上がり時間 | | 1000 | 20+0.1Cb | 300 | ns |
| tHD;DAT | データホールド時間 | 0 | | 0 | 0.9 | μs |
| tHIGH | SCL クロック "1"ステータスのホールド時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |
| tF | SCL, SDA 信号立ち下がり時間 | | 300 | 20+0.1Cb | 300 | ns |
| tsu;DAT | データセットアップ時間 | 250 | | 100 | | ns |
| tsu;STA | リスタートコンディションセットアップ時間 | 4.7 | | 0.6 | | μs |
| tsu;STO | ストップコンディションセットアップ時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |

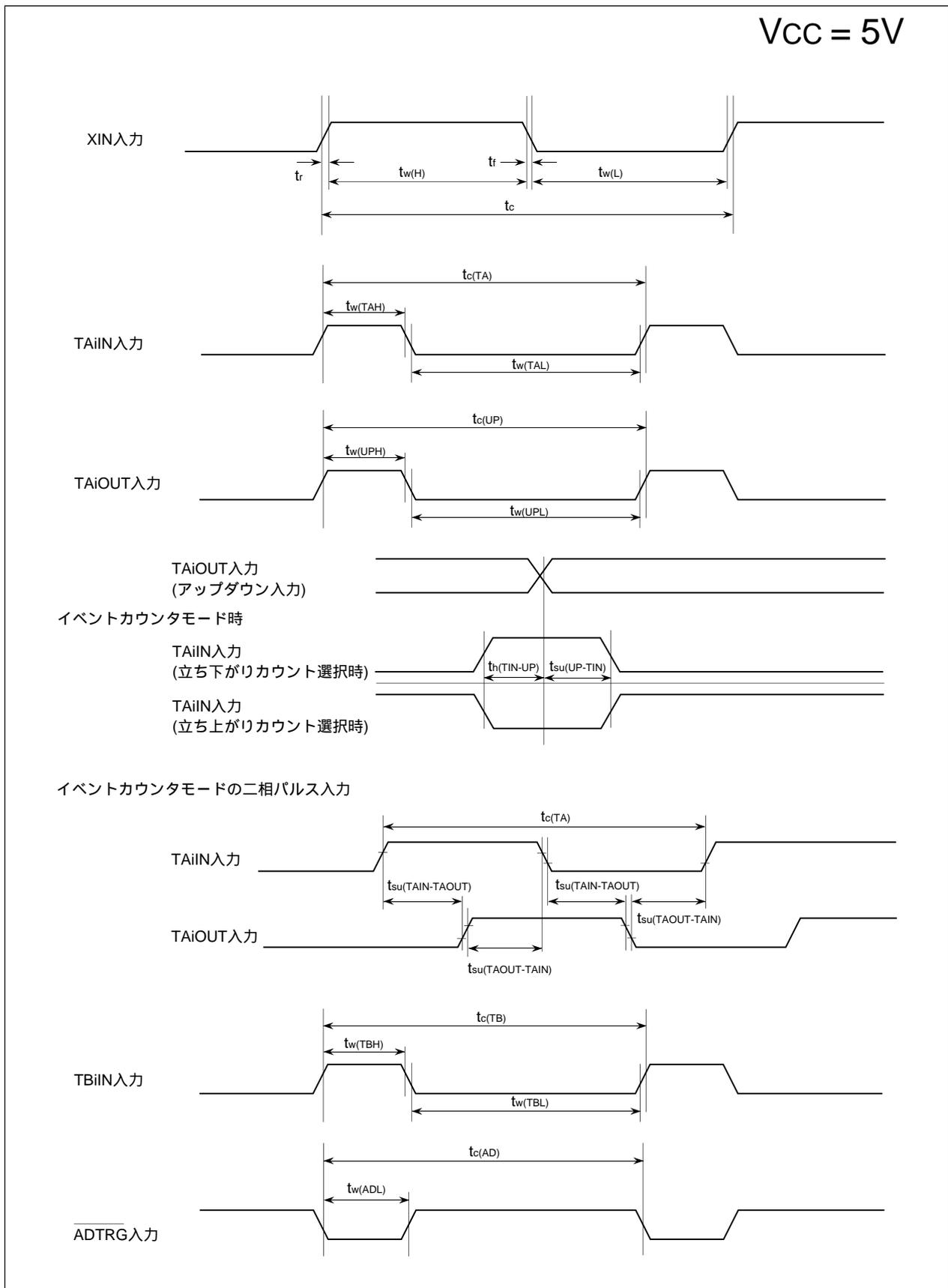


図 21.7 タイミング図 (1)

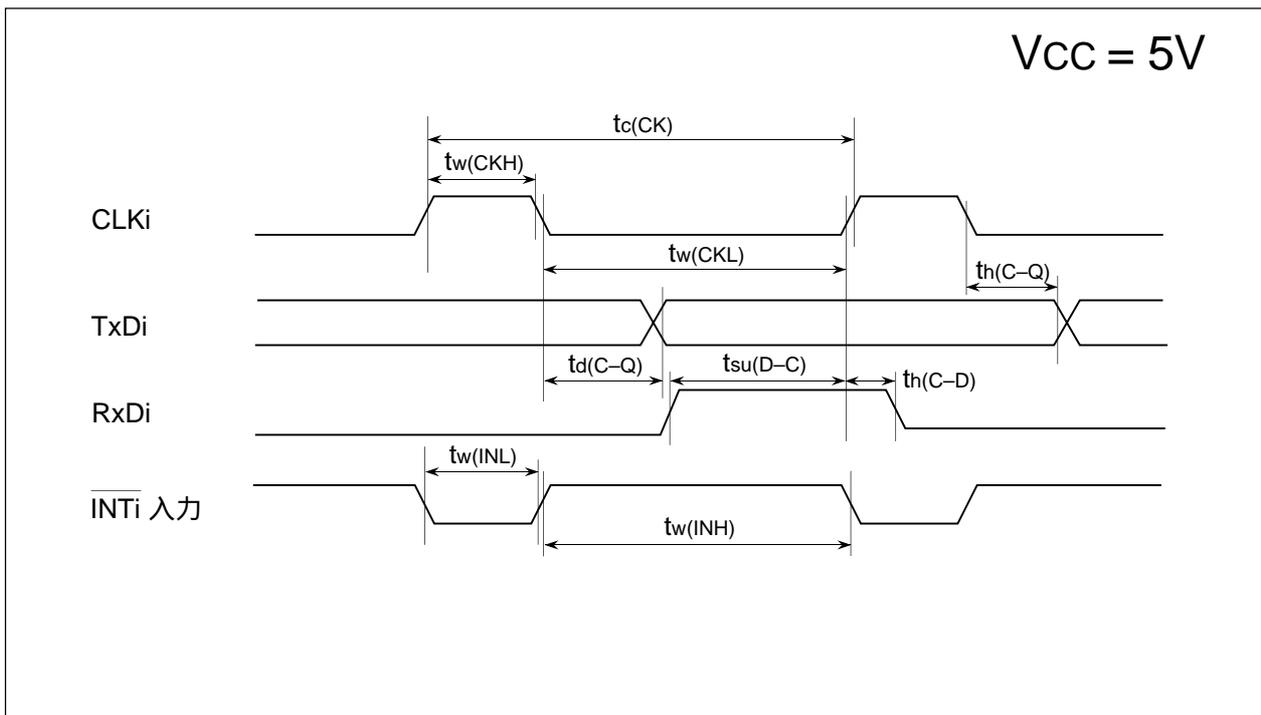


図 21.8 タイミング図 (2)

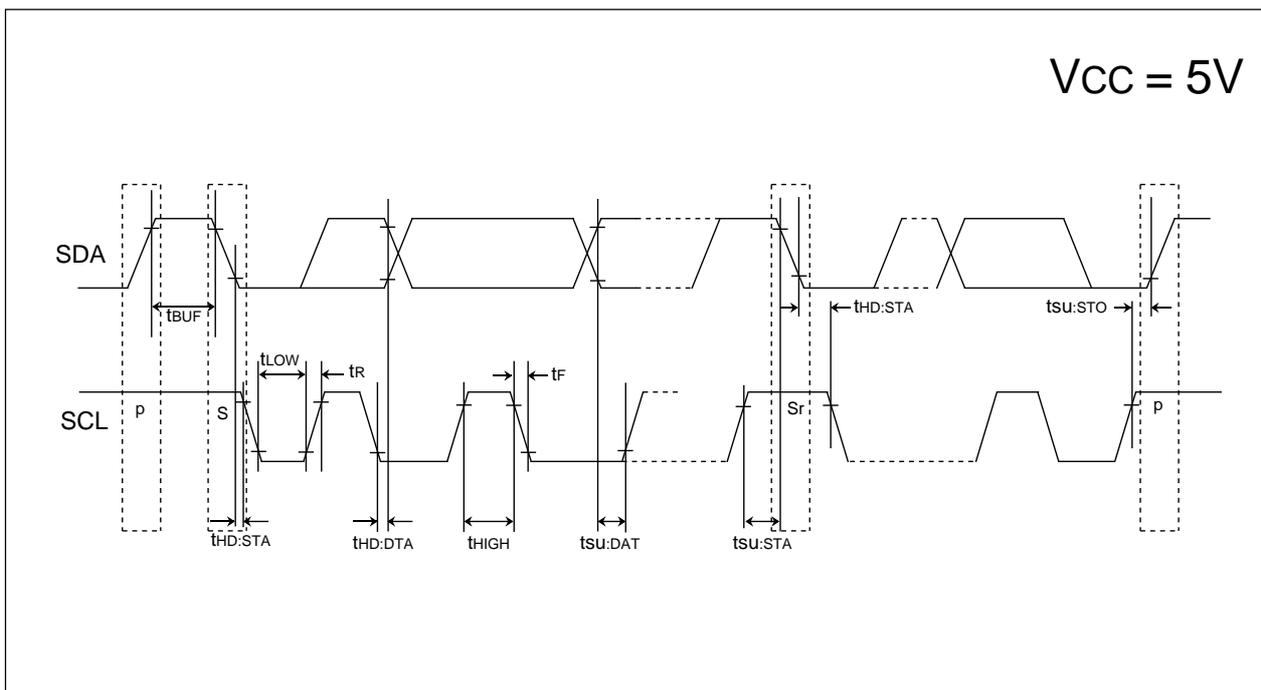


図 21.9 タイミング図 (3)

VCC = 3V

表 21.62 電気的特性 (注)

| 記号 | 項目 | | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 |
|----------------------------------|---------|---|-----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|----|
| | | | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| V _{OH} | "H"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _{OH} =-1mA | V _{CC} -0.5 | | V _{CC} | V |
| V _{OH} | "H"出力電圧 | X _{OUT} | High Power | I _{OH} =-0.1mA | V _{CC} -0.5 | V _{CC} | V |
| | | | Low Power | I _{OH} =-50μA | V _{CC} -0.5 | V _{CC} | |
| | "H"出力電圧 | X _{COUT} | High Power | 無負荷時 | | 2.5 | V |
| | | | Low Power | 無負荷時 | | 1.6 | |
| V _{OL} | "L"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _{OL} =1mA | | | 0.5 | V |
| V _{OL} | "L"出力電圧 | X _{OUT} | High Power | I _{OL} =0.1mA | | 0.5 | V |
| | | | Low Power | I _{OL} =50μA | | 0.5 | |
| | "L"出力電圧 | X _{COUT} | High Power | 無負荷時 | | 0 | V |
| | | | Low Power | 無負荷時 | | 0 | |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | TA0 _{IN} -TA4 _{IN} , TB0 _{IN} -TB2 _{IN} , INT ₀ -INT ₅ , NMI, AD _{TRG} , CTS ₀ -CTS ₂ , SCL, SDA, CLK ₀ -CLK ₂ , TA2 _{OUT} -TA4 _{OUT} , K _{I0} -K _{I3} , R _{XD0} -R _{XD2} , S _{IN3} , S _{IN4} | | | | 0.8 | V |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | RESET | | | | 1.8 | V |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | X _{IN} | | | | 0.8 | V |
| I _{IH} | "H"入力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ X _{IN} , RESET, CNV _{SS} | V _I =3V | | | 4.0 | μA |
| I _{IL} | "L"入力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ X _{IN} , RESET, CNV _{SS} | V _I =0V | | | -4.0 | μA |
| R _{PULLUP} | プルアップ抵抗 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | V _I =0V | 50 | 100 | 500 | kΩ |
| R _{fXIN} | 帰還抵抗 | X _{IN} | | | | 3.0 | MΩ |
| R _{fXCIN} | 帰還抵抗 | X _{CIN} | | | | 25 | MΩ |
| V _{RAM} | RAM保持電圧 | | ストップモード時 | 2.0 | | | V |

注1. 指定のない場合は、V_{CC}=3.0~3.6V、V_{SS}=0V、T_{opr}=-40~85℃、f(BCLK)=20MHzです。

V_{CC} = 3V

表 21.63 電気的特性 (2) (注1)

| 記号 | 項目 | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 | |
|-----------------|---|---------------|---|---|-----|-----|----|
| | | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| I _{CC} | 電源電流 (V _{CC} =3.0~3.6V) 出力端子は開放、その他の端子はV _{SS} | マスクROM | f(BCLK) = 10 MHz、メインクロック、分周なし | | 8 | 13 | mA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz | | 1 | | mA |
| | | フラッシュメモリ | f(BCLK) = 10 MHz、メインクロック、分周なし | | 8 | 13 | mA |
| | | フラッシュメモリプログラム | f(BCLK) = 10 MHz、V _{CC} = 3.0 V | | 11 | | mA |
| | | フラッシュメモリイレーズ | f(BCLK) = 10 MHz、V _{CC} = 3.0 V | | 11 | | mA |
| | | マスクROM | f(BCLK) = 32 kHz、低消費電力モード時、ROM上 ^(注3) | | 20 | | μA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz、ウェイトモード時 | | 25 | | μA |
| | | フラッシュメモリ | f(BCLK) = 32 kHz、低消費電力モード時、RAM上 ^(注3) | | 20 | | μA |
| | | | f(BCLK) = 32 kHz、低消費電力モード時、フラッシュメモリ上 ^(注3) | | 450 | | μA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz、ウェイトモード時 | | 45 | | μA |
| | | | マスクROM、フラッシュメモリ | f(BCLK) = 32 kHz、ウェイトモード時 ^(注2) 、発振能力high | | 6.6 | |
| | | | f(BCLK) = 32 kHz、ウェイトモード時 ^(注2) 、発振能力low | | 2.2 | | μA |
| | | | ストップモード時、Topr = 25 °C | | 0.7 | 3 | μA |

注1. 指定のない場合は、V_{CC} = 3.0 ~ 3.6 V、V_{SS} = 0 V、Topr = -40 ~ 85 °C、f(BCLK) = 20 MHzです。

注2. f_{CS2}にてタイマ1本を動作させている状態です。

注3. 実行するプログラムが存在するメモリを示す。

$$V_{CC} = 3V$$

タイミング必要条件

(指定のない場合は、 $V_{CC} = 3V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $T_{opr} = -40 \sim 85$)

表 21.64 外部クロック入力 (XIN 入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|------------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t_c | 外部クロック入力サイクル時間 | 100 | | ns |
| $t_{w(H)}$ | 外部クロック入力“H”パルス幅 | 40 | | ns |
| $t_{w(L)}$ | 外部クロック入力“L”パルス幅 | 40 | | ns |
| t_r | 外部クロック立ち上がり時間 | | 18 | ns |
| t_f | 外部クロック立ち下がり時間 | | 18 | ns |

VCC = 3V

タイミング必要条件

(指定のない場合は、VCC = 3V、VSS = 0V、Topr = -40 ~ 85)

表 21.65 タイマA入力 (イベントカウンタモードのカウンタ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TA) | TA _{iIN} 入力サイクル時間 | 150 | | ns |
| t _w (TAH) | TA _{iIN} 入力 “H” パルス幅 | 60 | | ns |
| t _w (TAL) | TA _{iIN} 入力 “L” パルス幅 | 60 | | ns |

表 21.66 タイマA入力 (タイマモードのゲーティング入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TA) | TA _{iIN} 入力サイクル時間 | 600 | | ns |
| t _w (TAH) | TA _{iIN} 入力 “H” パルス幅 | 300 | | ns |
| t _w (TAL) | TA _{iIN} 入力 “L” パルス幅 | 300 | | ns |

表 21.67 タイマA入力 (ワンショットタイマモードの外部トリガ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TA) | TA _{iIN} 入力サイクル時間 | 300 | | ns |
| t _w (TAH) | TA _{iIN} 入力 “H” パルス幅 | 150 | | ns |
| t _w (TAL) | TA _{iIN} 入力 “L” パルス幅 | 150 | | ns |

表 21.68 タイマA入力 (パルス幅変調モードの外部トリガ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _w (TAH) | TA _{iIN} 入力 “H” パルス幅 | 150 | | ns |
| t _w (TAL) | TA _{iIN} 入力 “L” パルス幅 | 150 | | ns |

表 21.69 タイマA入力 (イベントカウンタモードのアップダウン入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|--------------------------|--------------------------------|------|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (UP) | TA _{iOUT} 入力サイクル時間 | 3000 | | ns |
| t _w (UPH) | TA _{iOUT} 入力 “H” パルス幅 | 1500 | | ns |
| t _w (UPL) | TA _{iOUT} 入力 “L” パルス幅 | 1500 | | ns |
| t _{su} (UP-TIN) | TA _{iOUT} 入力セットアップ時間 | 600 | | ns |
| t _h (TIN-UP) | TA _{iOUT} 入力ホールド時間 | 600 | | ns |

表 21.70 タイマA入力 (イベントカウンタモードの二相パルス入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|--|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TA) | TA _{iIN} 入力サイクル時間 | 2 | | μs |
| t _{su} (TA _{IN} -TA _{OUT}) | TA _{iOUT} 入力セットアップ時間 | 500 | | ns |
| t _{su} (TA _{OUT} -TA _{IN}) | TA _{iIN} 入力セットアップ時間 | 500 | | ns |

VCC = 3V

タイミング必要条件

(指定のない場合は、VCC = 3V、VSS = 0V、Topr = -40 ~ 85)

表 21.71 タイマB入力 (イベントカウンタモードのカウンタ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|--|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 (片エッジカウント) | 150 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 (片エッジカウント) | 60 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 (片エッジカウント) | 60 | | ns |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 (両エッジカウント) | 300 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 (両エッジカウント) | 120 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 (両エッジカウント) | 120 | | ns |

表 21.72 タイマB入力 (パルス周期測定モード)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 | 600 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 | 300 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 | 300 | | ns |

表 21.73 タイマB入力 (パルス幅測定モード)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (TB) | TB _{iin} 入力サイクル時間 | 600 | | ns |
| t _w (TBH) | TB _{iin} 入力 “H” パルス幅 | 300 | | ns |
| t _w (TBL) | TB _{iin} 入力 “L” パルス幅 | 300 | | ns |

表 21.74 A/D トリガ入力

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|--------------------------------------|------|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (AD) | AD _{TRG} 入力サイクル時間 (トリガ可能最小) | 1500 | | ns |
| t _w (ADL) | AD _{TRG} 入力 “L” パルス幅 | 200 | | ns |

表 21.75 シリアル I/O

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|-----------------------|------------------------------|-----|-----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _c (CK) | CLK _i 入力サイクル時間 | 300 | | ns |
| t _w (CKH) | CLK _i 入力 “H” パルス幅 | 150 | | ns |
| t _w (CKL) | CLK _i 入力 “L” パルス幅 | 150 | | ns |
| t _d (C-Q) | TxD _i 出力遅延時間 | | 160 | ns |
| t _h (C-Q) | TxD _i ホールド時間 | 0 | | ns |
| t _{su} (D-C) | RxD _i 入力セットアップ時間 | 100 | | ns |
| t _h (C-D) | RxD _i 入力ホールド時間 | 90 | | ns |

表 21.76 外部割り込み INT_i 入力

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|----------------------|------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| t _w (INH) | INT _i 入力 “H” パルス幅 | 380 | | ns |
| t _w (INL) | INT _i 入力 “L” パルス幅 | 380 | | ns |

VCC = 3V

タイミング特性

(指定のない場合は、VCC = 3V、VSS = 0V、Topr = -40 ~ 85)

表 21.77 マルチマスタ²C bus

| 記号 | 項目 | 標準クロックモード | | 高速クロックモード | | 単位 |
|---------|--------------------------|-----------|------|-----------|-----|----|
| | | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | |
| tBUF | バスフリー時間 | 4.7 | | 1.3 | | μs |
| tHD;STA | スタートコンディションホールド時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |
| tLOW | SCL クロック "0"ステータスのホールド時間 | 4.7 | | 1.3 | | μs |
| tR | SCL, SDA 信号立ち上がり時間 | | 1000 | 20+0.1Cb | 300 | ns |
| tHD;DAT | データホールド時間 | 0 | | 0 | 0.9 | μs |
| tHIGH | SCL クロック "1"ステータスのホールド時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |
| tF | SCL, SDA 信号立ち下がり時間 | | 300 | 20+0.1Cb | 300 | ns |
| tsu;DAT | データセットアップ時間 | 250 | | 100 | | ns |
| tsu;STA | リスタートコンディションセットアップ時間 | 4.7 | | 0.6 | | μs |
| tsu;STO | ストップコンディションセットアップ時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |

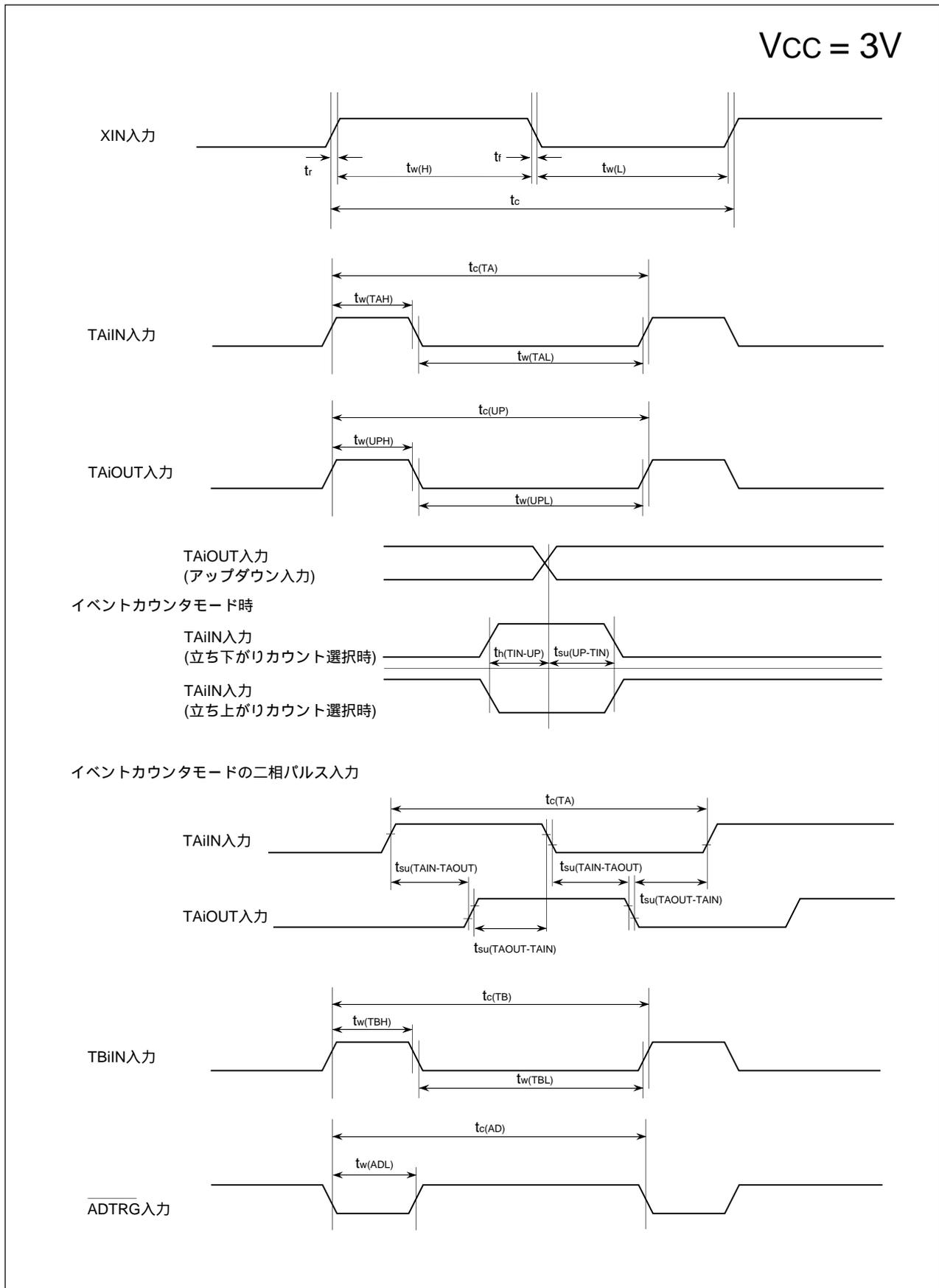


図 21.10 タイミング図(1)

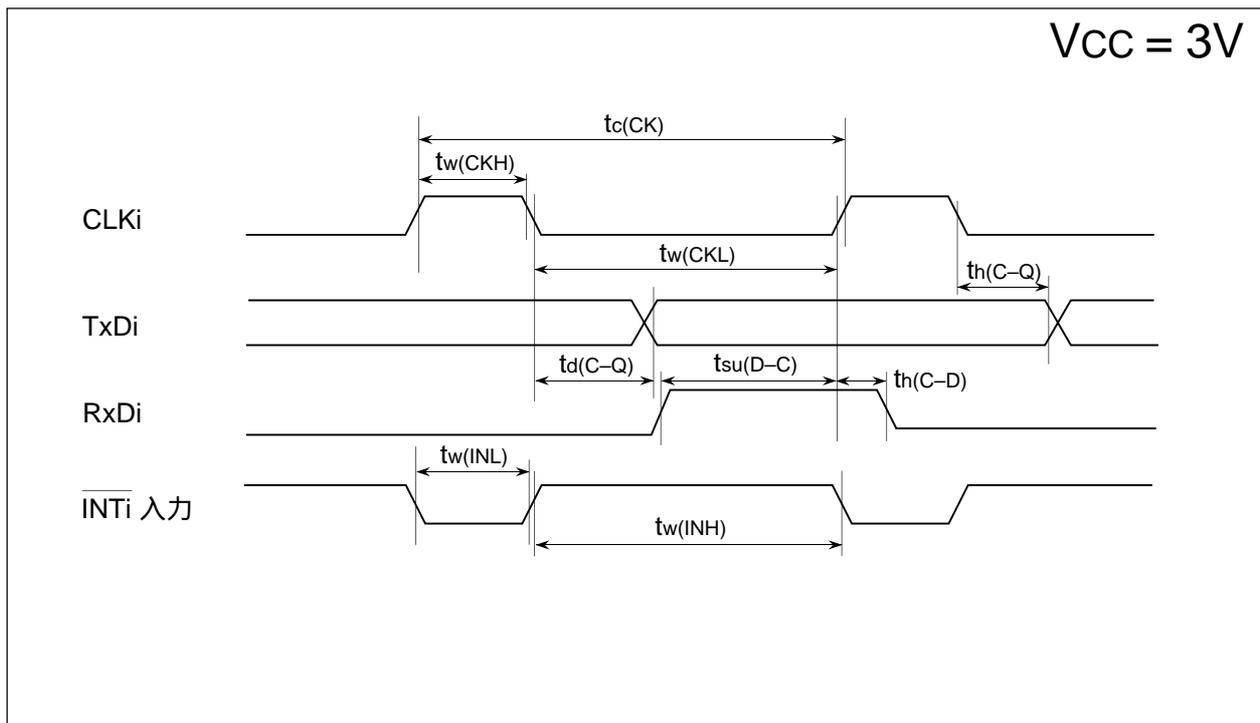


図 21.11 タイミング図(2)

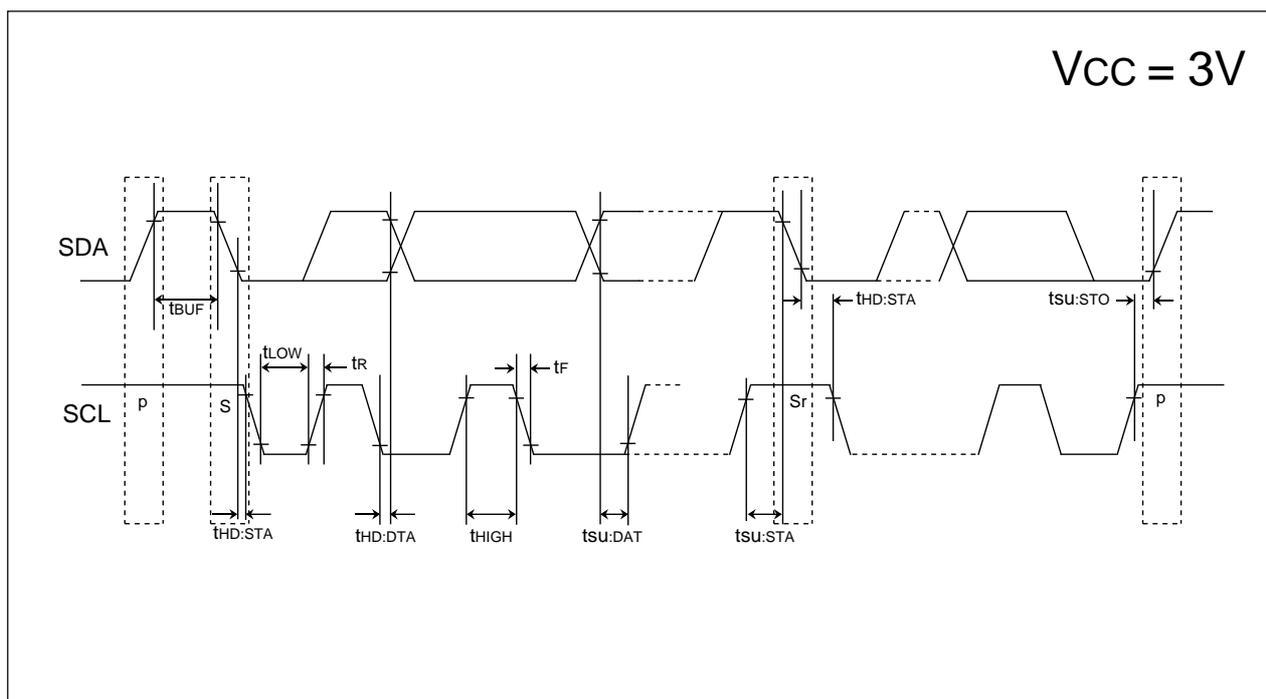


図 21.12 タイミング図(3)

21.3 Vバージョン

表21.78 絶対最大定格

| 記号 | 項目 | | 条件 | 定格値 | 単位 |
|------------------|----------|---|-----------------------------------|-----------------------------|-----|
| V _{cc} | 電源電圧 | | V _{cc} =AV _{cc} | -0.3 ~ 6.5 | V |
| AV _{cc} | アナログ電源電圧 | | V _{cc} =AV _{cc} | -0.3 ~ 6.5 | V |
| V _i | 入力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ , X _{IN} , V _{ref} , RESET, CNV _{SS} | | -0.3 ~ V _{cc} +0.3 | V |
| V _o | 出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ , X _{OUT} | | -0.3 ~ V _{cc} +0.3 | V |
| P _d | 消費電力 | | -40 Topr 85° C | 300 | mW |
| | | | 85 Topr 125° C | 200 | mW |
| Topr | 動作周囲温度 | マイコン動作時 | | -40 ~ 125 | ° C |
| | | フラッシュ書き込み消去時 | プログラム領域 (ブロック0~5) | 0 ~ 60 | ° C |
| | | | データ領域 (ブロックA、B) | -40 ~ 125 | ° C |
| T _{stg} | 保存温度 | | | -65 ~ 150 | ° C |

表 21.79 推奨動作条件 (注1)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | | 単位 | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|---|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---|-----------------|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | | | | |
| V _{CC} | 電源電圧 | 4.2 | | 5.5 | V | | | | |
| AV _{CC} | アナログ電源電圧 | | V _{CC} | | V | | | | |
| V _{SS} | 電源電圧 | | 0 | | V | | | | |
| AV _{SS} | アナログ電源電圧 | | 0 | | V | | | | |
| V _{IH} | "H"入力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | 0.7V _{CC} | | V _{CC} | V | | | |
| | | XIN, RESET, CNVSS | 0.8V _{CC} | | V _{CC} | V | | | |
| | | SDA _{MM} , SCL _{MM} | I ² C bus入力レベル選択時 | 0.7V _{CC} | | V _{CC} | V | | |
| | | | | | SMBUS入力レベル選択時 | 1.4 | | V _{CC} | V |
| V _{IL} | "L"入力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | 0 | | 0.3V _{CC} | V | | | |
| | | XIN, RESET, CNVSS | 0 | | 0.2V _{CC} | V | | | |
| | | SDA _{MM} , SCL _{MM} | I ² C bus入力レベル選択時 | 0 | | 0.3V _{CC} | V | | |
| | | | | | SMBUS入力レベル選択時 | 0 | | 0.6 | V |
| I _{OH(peak)} | "H"尖頭出力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | | | -10.0 | mA | | | |
| I _{OH(avg)} | "H"平均出力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | | | -5.0 | mA | | | |
| I _{OL(peak)} | "L"尖頭出力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | | | 10.0 | mA | | | |
| I _{OL(avg)} | "L"平均出力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | | | 5.0 | mA | | | |
| f(XIN) | メインクロック入力発振周波数 ^(注4) | Topr = -40 ~ 105 °C | 0 | | 20 | MHz | | | |
| | | Topr = -40 ~ 125 °C | 0 | | 16 | MHz | | | |
| f(XCIN) | サブクロック発振周波数 | | 32.768 | | 50 | kHz | | | |
| f ₁ (ROC) | オンチップオシレータ発振周波数1 | | 0.5 | 1 | 2 | MHz | | | |
| f ₂ (ROC) | オンチップオシレータ発振周波数2 | | 1 | 2 | 4 | MHz | | | |
| f ₃ (ROC) | オンチップオシレータ発振周波数3 | | 8 | 16 | 26 | MHz | | | |
| f(PLL) | PLLクロック発振周波数 ^(注4) | Topr = -40 ~ 105 °C | 10 | | 20 | MHz | | | |
| | | Topr = -40 ~ 125 °C | 10 | | 16 | MHz | | | |
| f(BCLK) | CPU動作周波数 | Topr = -40 ~ 105 °C | 0 | | 20 | MHz | | | |
| | | Topr = -40 ~ 125 °C | 0 | | 16 | MHz | | | |
| tsu(PLL) | PLL周波数シンセサイザ安定待ち時間 | V _{CC} =5.0V | | | 20 | ms | | | |

注1. 指定のない場合は、V_{CC} = 4.2 ~ 5.5V、Topr = -40 ~ 125 °C です。

注2. 平均出力電流は100msの期間内での平均値です。

注3. 全ポートの I_{OL(peak)} の合計は80mA以下、全ポートの I_{OH(peak)} の合計は-80mA以下にしてください。

注4. メインクロック入力周波数、PLLクロック周波数と電源電圧の関係は次のとおりです。

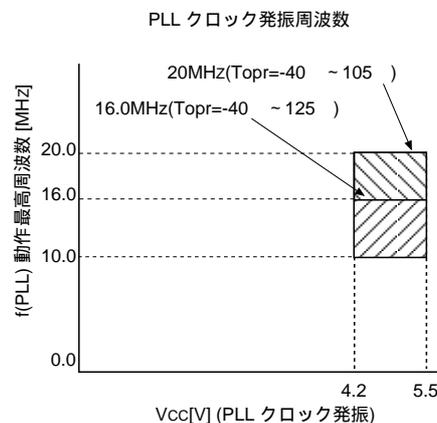
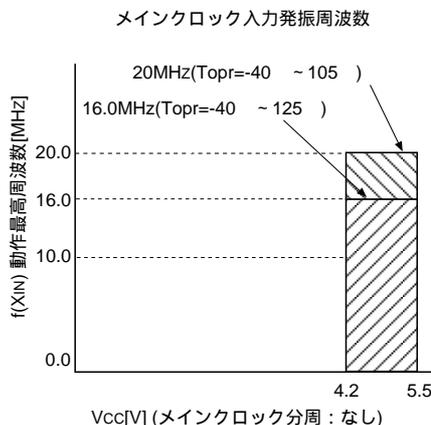


表21.80 A/D変換特性 (注1)

| 記号 | 項目 | | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 |
|---------------------|-------------------------------|--------|---|-----|----|------------------|---------------|
| | | | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| - | 分解能 | | $V_{REF} = V_{CC}$ | | | 10 | Bits |
| INL | 積分非直線性誤差 | 10 bit | $V_{REF} = V_{CC} = 5\text{ V}$ | | | ± 3 | LSB |
| | | 8 bit | $V_{REF} = V_{CC} = 5\text{ V}$ | | | ± 2 | LSB |
| - | 絶対精度 | 10 bit | $V_{REF} = V_{CC} = 5\text{ V}$ | | | ± 3 | LSB |
| | | 8 bit | $V_{REF} = V_{CC} = 5\text{ V}$ | | | ± 2 | LSB |
| DNL | 微分非直線性誤差 | | | | | ± 1 | LSB |
| - | オフセット誤差 | | | | | ± 3 | LSB |
| - | ゲイン誤差 | | | | | ± 3 | LSB |
| R _{LADDER} | ラダー抵抗 | | $V_{REF} = V_{CC}$ | 10 | | 40 | k |
| t _{CONV} | 変換時間(10 bit) サンプル&ホールド機能あり | | $V_{REF} = V_{CC} = 5\text{ V}$, $\phi_{AD} = 10\text{ MHz}$ | 3.3 | | | μs |
| t _{CONV} | 変換時間(8 bit) サンプル&ホールド機能あり | | $V_{REF} = V_{CC} = 5\text{ V}$, $\phi_{AD} = 10\text{ MHz}$ | 2.8 | | | μs |
| V _{REF} | 基準電圧 | | | 2.0 | | V _{CC} | V |
| V _{IA} | アナログ入力電圧 | | | 0 | | V _{REF} | V |

注1. 指定のない場合は、 $V_{CC} = AV_{CC} = V_{REF} = 4.2 \sim 5.5\text{ V}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -40 \sim 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ です。

注2. AD動作クロック周波数(ϕ_{AD} の周波数)は10MHz以下にしてください。

注3. サンプル&ホールド機能なしのときは、注2の制限に加え ϕ_{AD} の周波数は250 kHz以上にしてください。

サンプル&ホールド機能ありのときは、注2の制限に加え ϕ_{AD} の周波数は1 MHz以上にしてください。

注4. サンプル&ホールド機能ありのときは、サンプリング時間は周波数 $3/\phi_{AD}$ です。

サンプル&ホールド機能なしのときは、サンプリング時間は周波数 $2/\phi_{AD}$ です。

表21.81 フラッシュメモリの電気的特性(注1)

(製品コード: U3のプログラム領域およびデータ領域、U7のプログラム領域)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | | 単位 |
|-----------|-----------------------------------|------------------|--------|-----|----|
| | | 最小 | 標準(注2) | 最大 | |
| - | プログラム、イレーズ回数(注3) | 100/1000(注4、注11) | | | 回 |
| - | ワードプログラム時間 (Vcc=5.0V、Topr=25) | | 75 | 600 | μs |
| - | ブロックイレーズ時間 (Vcc=5.0V、Topr=25) | 2Kバイト ブロック | 0.2 | 9 | s |
| | | 8Kバイト ブロック | 0.4 | 9 | s |
| | | 16Kバイト ブロック | 0.7 | 9 | s |
| | | 32Kバイト ブロック | 1.2 | 9 | s |
| td(SR-ES) | 消去動作 イレーズサスペンド遷移時間 | | | 8 | ms |
| tPS | フラッシュメモリ回路安定待ち時間 | | | 15 | μs |
| - | データ保持時間(注5) | 20 | | | 年 |

表21.82 フラッシュメモリの電気的特性(注6) (製品コード: U7のデータ領域(注7))

| 記号 | 項目 | 規格値 | | | 単位 |
|-----------|---|---------------|--------|----|----|
| | | 最小 | 標準(注2) | 最大 | |
| - | プログラム、イレーズ回数(注3、注8、注9) | 10000(注4、注10) | | | 回 |
| - | ワードプログラム時間(Vcc=5.0V、Topr=25) | | 100 | | μs |
| - | ブロックイレーズ時間(Vcc=5.0V、Topr=25) (2Kバイト ブロック) | | 0.3 | | s |
| td(SR-ES) | 消去動作 イレーズサスペンド遷移時間 | | | 8 | ms |
| tPS | フラッシュメモリ回路安定待ち時間 | | | 15 | μs |
| - | データ保持時間(注5) | 20 | | | 年 |

注1. 指定のない場合は、Vcc=4.2~5.5V、Topr=0~60 (プログラム領域)、-40~125 (データ領域)です。

注2. Vcc=5.0V、Topr=25 時

注3. プログラム、イレーズ回数の定義

プログラム、イレーズ回数はブロックごとのイレーズ回数です。

プログラム、イレーズ回数がn回(n=100、1,000、10,000)の場合、ブロックごとに、それぞれn回ずつイレーズすることができます。

例えば、2KバイトブロックのブロックAについて、それぞれ異なる番地に1ワード書き込みを1024回に分けて行った後に、そのブロックをイレーズした場合も、プログラム/イレーズ回数は1回と数えます。ただし、イレーズ1回に対して、同一番地に複数回の書き込みを行うことはできません(上書き禁止)。

注4. プログラム/イレーズ後の全ての電気的特性を保証する最小回数です。(保証は1~"最小"値の範囲です。)

注5. Topr=55 の条件です。

注6. 指定のない場合は、Vcc=4.2~5.5V、Topr=-40~125 です。

注7. プログラム、イレーズ回数が1,000回を超えたときの規格です。

1,000回までのワードプログラム時間、ブロックイレーズ時間はプログラム領域と同じです。

注8. 多数回の書き換えを実施するシステムの場合は、実効的な書き換え回数を減少させる工夫として、書き込む番地を順にずらしていくなどして、ブランク領域ができるだけ残らないようにプログラム(書き込み)を実施した上で1回のイレーズを行ってください。例えば一組8ワードをプログラムする場合、最大128組の書き込みを実施した上で1回のイレーズをすることで実効的な書き換え回数を少なくすることができます。加えてブロックA、ブロックBのイレーズが均等になるようにすると更に実効的な書き換え回数を少なくすることができます。また、ブロック毎に何回イレーズを実施したかを情報として残し、制限回数を設けていただくことをお勧めいたします。

注9. ブロックイレーズでイレーズエラーが発生した場合は、イレーズエラーが発生しなくなるまでクリアステータスレジスタコマンド ブロックイレーズコマンドを少なくとも3回実行してください。

注10. 100回を超える書き換えを実施する場合はブロックA、ブロックBの読み出しを1ウェイトにしてください。フラッシュメモリ制御レジスタ1のビット7(アドレス01B5₁₆番地のFMR17)を"1"(ウェイトあり)に設定するとPM17ビットに関わらずブロックA、およびブロックBアクセス時に1ウェイトが挿入されます。その他のブロックおよび内部RAMへのアクセスはFMR17ビットに関わらずPM17ビットの設定になります。

注11. U3のプログラム領域およびデータ領域は100回、U7のプログラム領域は1,000回です。

注12. 不良率につきましては、ルネサステクノロジ、ルネサス販売または特约店へお問い合わせください。

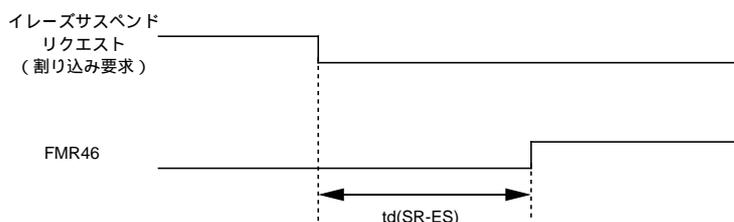
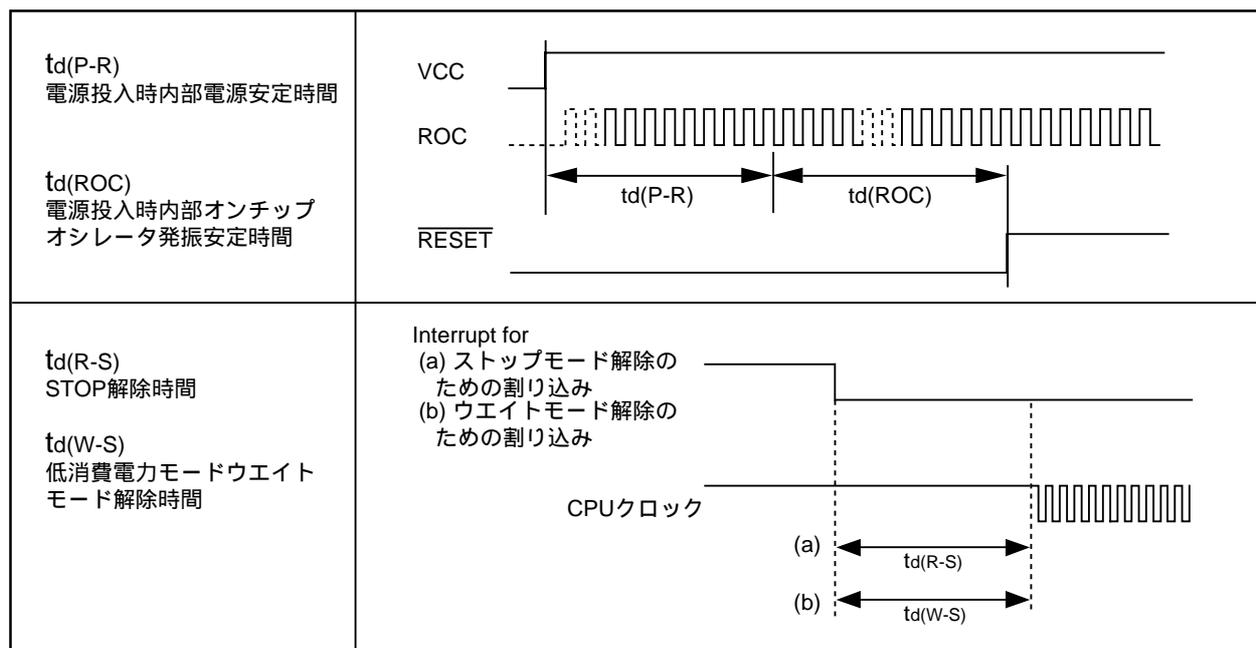


表21.83 電源回路のタイミング特性

| 記号 | 項目 | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 |
|---------|-------------------------|------------------------------|-----|----|-----|----|
| | | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| td(P-R) | 電源投入時内部電源安定時間 | V _{CC} =4.2 to 5.5V | | | 2 | ms |
| td(ROC) | 電源投入時内部オンチップオシレータ発振安定時間 | | | | 40 | μs |
| td(R-S) | STOP解除時間 | | | | 150 | μs |
| td(W-S) | 低消費電力モードウェイトモード解除時間 | | | | 150 | μs |



VCC = 5V

表 21.84 電気的特性(注1)

| 記号 | 項目 | | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 | |
|----------------------------------|---------|---|--------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|---|
| | | | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| V _{OH} | "H"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _{OH} =-5mA | V _{CC} -2.0 | | V _{CC} | V | |
| V _{OH} | "H"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _{OH} =-200 μA | V _{CC} -0.3 | | V _{CC} | V | |
| V _{OH} | "H"出力電圧 | X _{OUT} | High Power | I _{OH} =-1mA | V _{CC} -2.0 | | V _{CC} | V |
| | | | Low Power | I _{OH} =-0.5mA | V _{CC} -2.0 | | V _{CC} | |
| | "H"出力電圧 | X _{COUT} | High Power | 無負荷時 | | 2.5 | | V |
| | | | Low Power | 無負荷時 | | 1.6 | | |
| V _{OL} | "L"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _{OL} =5mA | | | 2.0 | V | |
| V _{OL} | "L"出力電圧 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | I _{OL} =200μA | | | 0.45 | V | |
| V _{OL} | "L"出力電圧 | X _{OUT} | High Power | I _{OL} =1mA | | | 2.0 | V |
| | | | Low Power | I _{OL} =0.5mA | | | 2.0 | |
| | "L"出力電圧 | X _{COUT} | High Power | 無負荷時 | | 0 | | V |
| | | | Low Power | 無負荷時 | | 0 | | |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | TA0 _{IN} -TA4 _{IN} , TB0 _{IN} -TB2 _{IN} , INT ₀ -INT ₅ , NMI, AD _{TRG} , CTS ₀ -CTS ₂ , SCL, SDA, CLK ₀ -CLK ₂ , TA2 _{OUT} -TA4 _{OUT} , KI ₀ -KI ₃ , RXD ₀ -RXD ₂ , SIN ₃ , SIN ₄ | | 0.2 | | 1.0 | V | |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | RESET | | 0.2 | | 2.5 | V | |
| V _{T+} -V _{T-} | ヒステリシス | X _{IN} | | 0.2 | | 0.8 | V | |
| I _{IH} | "H"入力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ X _{IN} , RESET, CNV _{SS} | V _I =5V | | | 5.0 | μA | |
| I _{IL} | "L"入力電流 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ X _{IN} , RESET, CNV _{SS} | V _I =0V | | | -5.0 | μA | |
| R _{PULLUP} | プルアップ抵抗 | P0 ₀ to P0 ₇ , P1 ₀ to P1 ₇ , P2 ₀ to P2 ₇ , P3 ₀ to P3 ₇ , P6 ₀ to P6 ₇ , P7 ₀ to P7 ₇ , P8 ₀ to P8 ₇ , P9 ₀ to P9 ₃ , P9 ₅ to P9 ₇ , P10 ₀ to P10 ₇ | V _I =0V | 30 | 50 | 170 | kΩ | |
| R _{fXIN} | 帰還抵抗 | X _{IN} | | | 1.5 | | MΩ | |
| R _{fXCIN} | 帰還抵抗 | X _{CIN} | | | 15 | | MΩ | |
| V _{RAM} | RAM保持電圧 | | ストップモード時 | 2.0 | | | V | |

注1. 指定のない場合は、V_{CC}=4.2~5.5V、V_{SS}=0V、T_{opr}=-40~85℃、f(BCLK)=20MHz / V_{CC}=4.2~5.5V、V_{SS}=0V、T_{opr}=-40~125℃、f(BCLK)=16MHzです。

VCC = 5V

表 21.85 電気的特性 (2) (注1)

| 記号 | 項目 | 測定条件 | 規格値 | | | 単位 | |
|-----------------------|---|---------------------|---|----|-----|----|----|
| | | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| I _{CC} | 電源電流 (V _{CC} =4.2 ~ 5.5V) 出力端子は開放、その他の端子はV _{SS} | マスクROM | f(BCLK) = 20 MHz, メインクロック、分周なし | | 18 | 25 | mA |
| | | | f(BCLK) = 16 MHz, メインクロック、分周なし | | 14 | 20 | mA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、 f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz | | 2 | | mA |
| | | フラッシュメモリ | f(BCLK) = 20 MHz, メインクロック、分周なし | | 18 | 25 | mA |
| | | | f(BCLK) = 16 MHz, メインクロック、分周なし | | 14 | 20 | mA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、 f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz | | 2 | | mA |
| | | フラッシュメモリ プログラム | f(BCLK) = 10 MHz、V _{CC} = 5.0 V | | 11 | | mA |
| | | フラッシュメモリ イレーズ | f(BCLK) = 10 MHz、V _{CC} = 5.0 V | | 11 | | mA |
| | | マスクROM | f(BCLK) = 32 kHz、 低消費電力モード時、ROM上 ^(注3) | | 25 | | μA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、 f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz、 ウェイトモード時 | | 50 | | μA |
| | | フラッシュメモリ | f(BCLK) = 32 kHz、 低消費電力モード時、RAM上 ^(注3) | | 25 | | μA |
| | | | f(BCLK) = 32 kHz、 低消費電力モード時、 フラッシュメモリ上 ^(注3) | | 450 | | μA |
| | | | オンチップオシレータ発振動作、 f _{2(ROC)} 選択時、f(BCLK) = 1 MHz、 ウェイトモード時 | | 50 | | μA |
| | | マスクROM、 フラッシュメモリ | f(BCLK) = 32 kHz、 ウェイトモード時 ^(注2) 、発振能力high | | 8.5 | | μA |
| | | | f(BCLK) = 32 kHz、 ウェイトモード時 ^(注2) 、発振能力low | | 3 | | μA |
| ストップモード時、Topr = 25 °C | | | 0.8 | 3 | μA | | |

注1. 指定のない場合は、V_{CC} = 4.2 ~ 5.5 V、V_{SS} = 0 V、Topr = -40 ~ 105 °C、f(BCLK) = 20 MHz/V_{CC} = 4.2 ~ 5.5 V、V_{SS} = 0V、
Topr = -40 ~ 125 °C、f(BCLK) = 16 MHzです。

注2. f_{CAZ}にてタイマ1本を動作させている状態です。

注3. 実行するプログラムが存在するメモリを示す。

VCC = 5V

タイミング必要条件

(指定のない場合は、VCC = 5V、VSS = 0V、Topr = -40 ~ 125)

表 21.86 外部クロック入力 (XIN入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|-------|-----------------|----------------|------|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tc | 外部クロック入力サイクル時間 | Topr=-40 ~ 105 | 50 | ns |
| | | Topr=-40 ~ 125 | 62.5 | ns |
| tw(H) | 外部クロック入力“H”パルス幅 | Topr=-40 ~ 105 | 20 | ns |
| | | Topr=-40 ~ 125 | 25 | ns |
| tw(L) | 外部クロック入力“L”パルス幅 | Topr=-40 ~ 105 | 20 | ns |
| | | Topr=-40 ~ 125 | 25 | ns |
| tr | 外部クロック立ち上がり時間 | Topr=-40 ~ 105 | | 9 |
| | | Topr=-40 ~ 125 | | 15 |
| tf | 外部クロック立ち下がり時間 | Topr=-40 ~ 105 | | 9 |
| | | Topr=-40 ~ 125 | | 15 |

VCC = 5V

タイミング必要条件

(指定のない場合は、VCC = 5V、VSS = 0V、Topr = -40 ~ 125)

表 21.87 タイマA入力 (イベントカウンタモードのカウンタ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|---------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tc(TA) | TAiIN 入力サイクル時間 | 100 | | ns |
| tw(TAH) | TAiIN 入力“H”パルス幅 | 40 | | ns |
| tw(TAL) | TAiIN 入力“L”パルス幅 | 40 | | ns |

表 21.88 タイマA入力 (タイマモードのゲーティング入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|---------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tc(TA) | TAiIN 入力サイクル時間 | 400 | | ns |
| tw(TAH) | TAiIN 入力“H”パルス幅 | 200 | | ns |
| tw(TAL) | TAiIN 入力“L”パルス幅 | 200 | | ns |

表 21.89 タイマA入力 (ワンショットタイマモードの外部トリガ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|---------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tc(TA) | TAiIN 入力サイクル時間 | 200 | | ns |
| tw(TAH) | TAiIN 入力“H”パルス幅 | 100 | | ns |
| tw(TAL) | TAiIN 入力“L”パルス幅 | 100 | | ns |

表 21.90 タイマA入力 (パルス幅変調モードの外部トリガ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|---------|-----------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tw(TAH) | TAiIN 入力“H”パルス幅 | 100 | | ns |
| tw(TAL) | TAiIN 入力“L”パルス幅 | 100 | | ns |

表 21.91 タイマA入力 (イベントカウンタモードのアップダウン入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|-------------|-------------------|------|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tc(UP) | TAiOUT 入力サイクル時間 | 2000 | | ns |
| tw(UPH) | TAiOUT 入力“H”パルス幅 | 1000 | | ns |
| tw(UPL) | TAiOUT 入力“L”パルス幅 | 1000 | | ns |
| tsu(UP-TIN) | TAiOUT 入力セットアップ時間 | 400 | | ns |
| th(TIN-UP) | TAiOUT 入力ホールド時間 | 400 | | ns |

表 21.92 タイマA入力 (イベントカウンタモードの二相パルス入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|-----------------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| tc(TA) | TAiIN 入力サイクル時間 | 800 | | ns |
| tsu(TAIN-TAOUT) | TAiOUT 入力セットアップ時間 | 200 | | ns |
| tsu(TAOUT-TAIN) | TAiIN 入力セットアップ時間 | 200 | | ns |

$$V_{CC} = 5V$$

タイミング必要条件

(指定のない場合は、 $V_{CC} = 5V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $Topr = -40 \sim 125$)

表 21.93 タイマ B 入力 (イベントカウンタモードのカウンタ入力)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|--------------|------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_{c(TB)}$ | TBiIN 入力サイクル時間 (片エッジカウント) | 100 | | ns |
| $t_{w(TBH)}$ | TBiIN 入力 "H" パルス幅 (片エッジカウント) | 40 | | ns |
| $t_{w(TBL)}$ | TBiIN 入力 "L" パルス幅 (片エッジカウント) | 40 | | ns |
| $t_{c(TB)}$ | TBiIN 入力サイクル時間 (両エッジカウント) | 200 | | ns |
| $t_{w(TBH)}$ | TBiIN 入力 "H" パルス幅 (両エッジカウント) | 80 | | ns |
| $t_{w(TBL)}$ | TBiIN 入力 "L" パルス幅 (両エッジカウント) | 80 | | ns |

表 21.94 タイマ B 入力 (パルス周期測定モード)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|--------------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_{c(TB)}$ | TBiIN 入力サイクル時間 | 400 | | ns |
| $t_{w(TBH)}$ | TBiIN 入力 "H" パルス幅 | 200 | | ns |
| $t_{w(TBL)}$ | TBiIN 入力 "L" パルス幅 | 200 | | ns |

表 21.95 タイマ B 入力 (パルス幅測定モード)

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|--------------|-------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_{c(TB)}$ | TBiIN 入力サイクル時間 | 400 | | ns |
| $t_{w(TBH)}$ | TBiIN 入力 "H" パルス幅 | 200 | | ns |
| $t_{w(TBL)}$ | TBiIN 入力 "L" パルス幅 | 200 | | ns |

表 21.96 A/D トリガ入力

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|--------------|---------------------------------------|------|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_{c(AD)}$ | \overline{ADTRG} 入力サイクル時間 (トリガ可能最小) | 1000 | | ns |
| $t_{w(ADL)}$ | \overline{ADTRG} 入力 "L" パルス幅 | 125 | | ns |

表 21.97 シリアル I/O

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|---------------|------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_{c(CK)}$ | CLKi 入力サイクル時間 | 200 | | ns |
| $t_{w(CKH)}$ | CLKi 入力 "H" パルス幅 | 100 | | ns |
| $t_{w(CKL)}$ | CLKi 入力 "L" パルス幅 | 100 | | ns |
| $t_{d(C-Q)}$ | TxDi 出力遅延時間 | | 80 | ns |
| $t_{h(C-Q)}$ | TxDi ホールド時間 | 0 | | ns |
| $t_{su(D-C)}$ | RxDi 入力セットアップ時間 | 70 | | ns |
| $t_{h(C-D)}$ | RxDi 入力ホールド時間 | 90 | | ns |

表 21.98 外部割り込み \overline{INTi} 入力

| 記号 | 項目 | 規格値 | | 単位 |
|--------------|-------------------------------|-----|----|----|
| | | 最小 | 最大 | |
| $t_{w(INH)}$ | \overline{INTi} 入力 "H" パルス幅 | 250 | | ns |
| $t_{w(INL)}$ | \overline{INTi} 入力 "L" パルス幅 | 250 | | ns |

VCC = 5V

タイミング必要条件

(指定のない場合は、Vcc = 5V、Vss = 0V、Topr = -40 ~ 125)

表 21.99 マルチマスタ I²C bus

| 記号 | 項目 | 標準クロックモード | | 高速クロックモード | | 単位 |
|---------|--------------------------|-----------|------|-----------|-----|----|
| | | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | |
| tBUF | バスフリー時間 | 4.7 | | 1.3 | | μs |
| tHD;STA | スタートコンディションホールド時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |
| tLOW | SCL クロック "0"ステータスのホールド時間 | 4.7 | | 1.3 | | μs |
| tR | SCL, SDA 信号立ち上がり時間 | | 1000 | 20+0.1Cb | 300 | ns |
| tHD;DAT | データホールド時間 | 0 | | 0 | 0.9 | μs |
| tHIGH | SCL クロック "1"ステータスのホールド時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |
| tF | SCL, SDA 信号立ち下がり時間 | | 300 | 20+0.1Cb | 300 | ns |
| tsu;DAT | データセットアップ時間 | 250 | | 100 | | ns |
| tsu;STA | リスタートコンディションセットアップ時間 | 4.7 | | 0.6 | | μs |
| tsu;STO | ストップコンディションセットアップ時間 | 4.0 | | 0.6 | | μs |

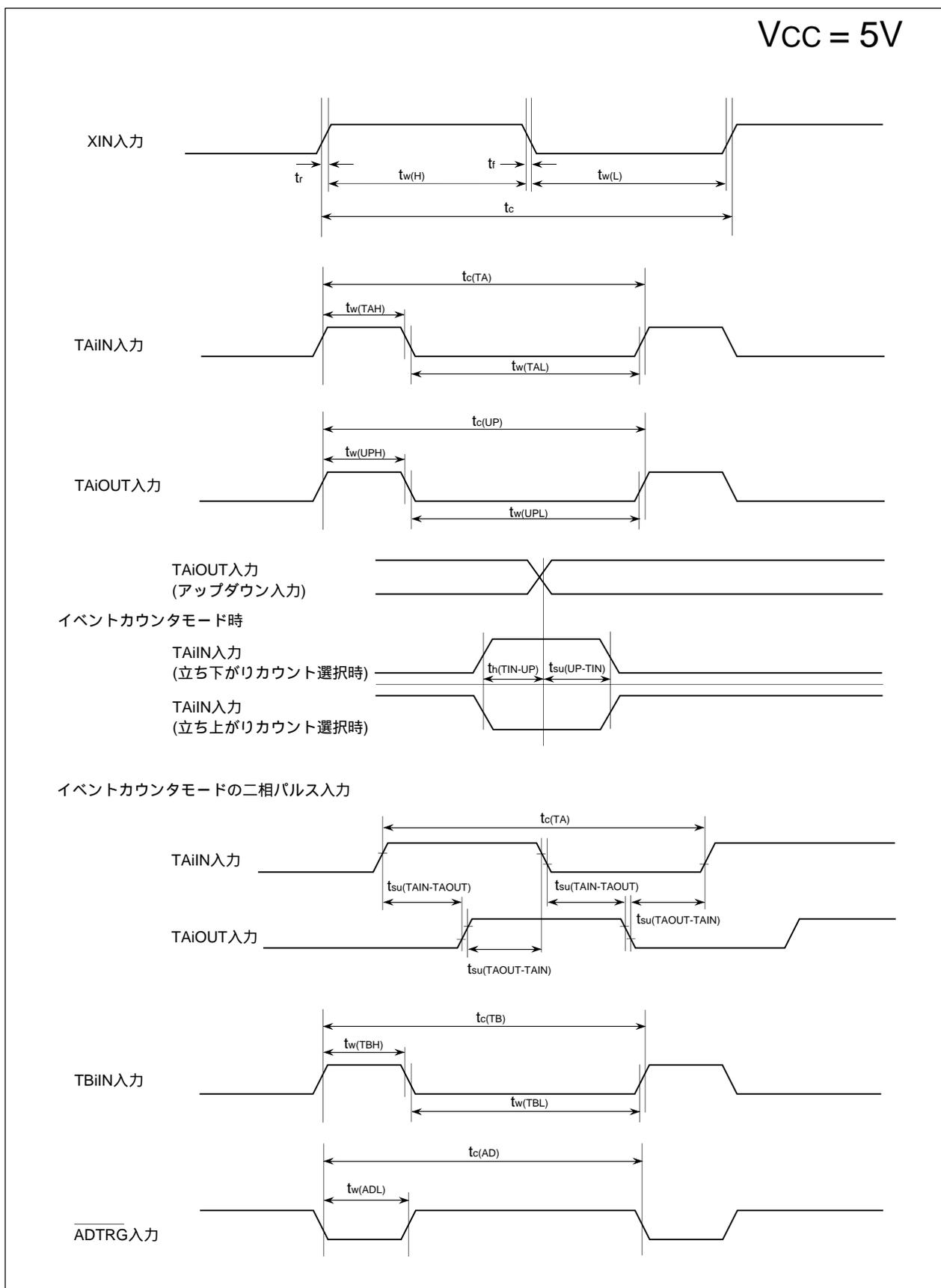


図 21.13 タイミング図 (1)

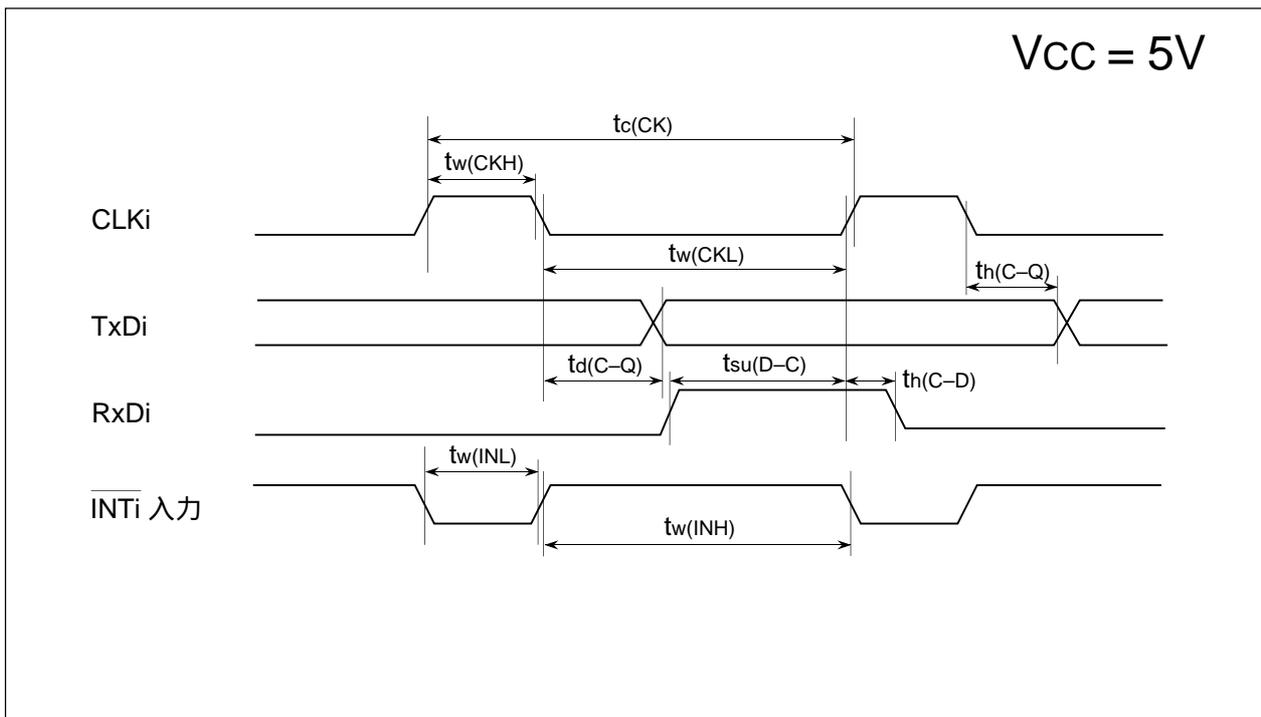


図 21.14 タイミング図 (2)

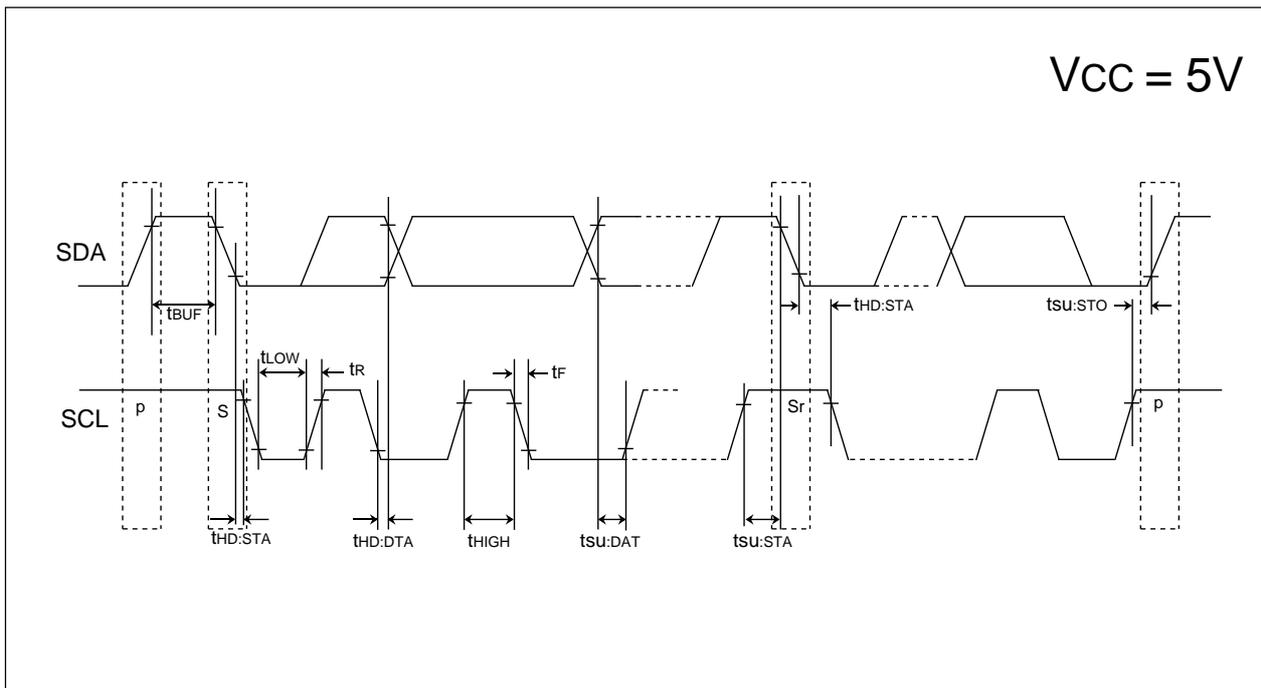


図 21.15 タイミング図 (3)

22. 使用上の注意事項

22.1 SFR

22.1.1 80ピン版の注意事項

リセット後、IFSR2AレジスタのIFSR20ビットを“0”に、またPACRレジスタのPACR2～PACR0ビットを“0112”に設定してください。

22.1.2 64ピン版の注意事項

リセット後、IFSR2AレジスタのIFSR20ビットを“0”に、またPACRレジスタのPACR2～PACR0ビットを“0102”に設定してください。

22.1.3 レジスタ設定時の注意事項

書き込みのみ可能なビットを含むレジスタには、即値を設定してください。前回の値を加工して次の値を決める場合は、レジスタに書く値をRAMにも書いておき、次の値はRAMの内容を変更した後、レジスタに転送してください。

注1. 書き込みのみ可能なビットは、各レジスタ図のRW欄でWOと示しています。

22.2 クロック発生回路

22.2.1 PLL周波数シンセサイザ使用時

PLL周波数シンセサイザをご使用になる場合は、電源リップルの規格を満たすように電源電圧を安定させてください。

| 記号 | 項目 | 規格値 | | | 単位 |
|-----------------------------------|---------------------|-----------|----|-----|------|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| f(ripple) | 電源リップル許容周波数(Vcc) | | | 10 | kHz |
| V _{p-p} (ripple) | 電源リップル許容振幅電圧 | (Vcc=5V時) | | 0.5 | V |
| | | (Vcc=3V時) | | 0.3 | V |
| V _{CC} ($\frac{V}{T}$) | 電源リップル立ち上がり/立ち下がり勾配 | (Vcc=5V時) | | 0.3 | V/ms |
| | | (Vcc=3V時) | | 0.3 | V/ms |

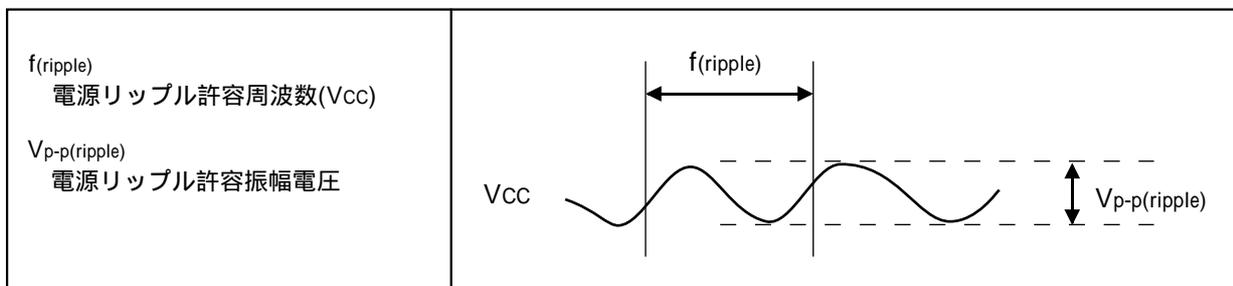


図22.1 電源変動のタイミング図

22.2.2 パワーコントロール

1. ストップモードからリセットによって復帰する場合、オンチップオシレータを使用して復帰します。
2. ストップモードからの復帰にタイマAを使用する場合、TAiMRレジスタ(i=0~4)のMR0ビットを“0”(パルス出力なし)にしてください。
3. ウェイトモードに移行するとき、WAIT命令の前にJMP.B命令を挿入してください。JMP.B命令とWAIT命令実行の間に、RAMへの書き込みが発生する命令を実行しないでください。JMP.B命令とWAIT命令実行の間にDMA転送が発生する可能性がある場合は、DMA転送を禁止してください。
また、WAIT命令の後にはNOP命令を4つ以上入れてください。ウェイトモードに移行する場合、命令キューはWAIT命令より後の命令まで先読みしてプログラムが停止しますので、命令の組み合わせや実行のタイミングによっては、ウェイトモードに入る前に次の命令を実行する場合があります。

ウェイトモードに移行するときのプログラム例を示します。

```
例：          JMP.B      L1    ; WAIT命令の前にJMP.B命令を挿入
              L1:
              FSET      I      ;
              WAIT      ; ウェイトモードに移行
              NOP      ; NOP命令を4つ以上
              NOP
              NOP
              NOP
```

4. ストップモードに移行するとき、CM1レジスタのCM10ビットを“1”にする命令の直後にJMP.B命令を挿入し、その後にNOP命令を4つ以上入れてください。ストップモードに移行する場合、命令キューはCM10ビットを“1”(全クロック停止)にする命令より後の命令まで先読みするため、先読みされた命令がストップモードに入る前に実行されたり、ストップモードからの復帰用割り込みルーチンより先に実行される場合があります。

ストップモードに移行するときのプログラム例を示します。

```
例：          FSET      I
              BSET      CM10   ; ストップモードに移行
              JMP.B     L2     ; JMP.B命令を挿入
              L2:
              NOP      ; NOP命令を4つ以上
              NOP
              NOP
              NOP
```

5. CPU クロックのクロック源をメインクロックに切り替えるときは、メインクロック発振安定時間を待ってから切り替えてください。
CPU クロックのクロック源をサブクロックに切り替えるときは、サブクロックの発振が安定してから切り替えてください。
6. 消費電力を小さくするためのポイント
消費電力を小さくするためのポイントを示します。システム設計やプログラムを作成するときに参考にしてください。
 - (a)ポート
ウェイトモードまたはストップモードに移行しても入出力ポートの状態は保持します。アクティブ状態の出力ポートは電流が流れます。ハイインピーダンス状態になる入力ポートは貫通電流が流れます。不要なポートは入力に設定し、安定した電位に固定してからウェイトモードまたはストップモードに移行してください。
 - (b)A/Dコンバータ
A/D 変換を行わない場合、ADCON1 レジスタのVCUT ビットを“0” (Vref 未接続)にしてください。
なお、A/D 変換を行う場合、VCUT ビットを“1” (Vref 接続)にしてから1 μ s 以上経過した後、A/D 変換を開始させてください。
 - (c)周辺機能の停止
ウェイトモード時にCM0 レジスタのCM02 ビットで、不要な周辺機能を停止させてください。
ただし、サブクロックから生成している周辺機能クロック(f_{c32})は停止しませんので、消費電力の削減にはなりません。低速モードまたは低消費電力モードから、ウェイトモードに移行する場合はCM02 ビットを“0” (ウェイトモード時、周辺機能クロック停止しない)にしてウェイトモードに移行してください。
 - (d)発振駆動能力の切り替え
発振が安定している場合、駆動能力を“LOW” にしてください。

22.3 プロテクト

PRC2 ビットを“1” (書き込み許可状態)にした後、任意の番地に書き込みを実行すると“0” (書き込み禁止状態)になります。PRC2 ビットで保護されるレジスタはPRC2 ビットを“1”にした次の命令で変更してください。PRC2 ビットを“1”にする命令と次の命令の間に割り込みやDMA 転送が入らないようにしてください。

22.4 割り込み

22.4.1 00000₁₆ 番地の読み出し

プログラムで00000₁₆番地を読まないでください。マスカブル割り込みの割り込み要求を受け付けた場合、CPUは割り込みシーケンスの中で割り込み情報(割り込み番号と割り込み要求レベル)を00000₁₆番地から読みます。このとき、受け付けられた割り込みのIRビットが“0”になります。

プログラムで00000₁₆番地を読むと、許可されている割り込みのうち、最も優先順位の高い割り込みのIRビットが“0”になります。そのため、割り込みがキャンセルされたり、予期しない割り込み要求が発生することがあります。

22.4.2 SP の設定

割り込みを受け付ける前に、SP(USP、ISP)に値を設定してください。リセット後、SP(USP、ISP)は“0000₁₆”です。そのため、SP(USP、ISP)に値を設定する前に割り込みを受け付けると、暴走の要因となります。

22.4.3 $\overline{\text{NMI}}$ 割り込み

- 1.リセット後、 $\overline{\text{NMI}}$ 割り込みは無効です。PM2レジスタのPM24ビットを“1”にすることで有効になります。 $\overline{\text{NMI}}$ 端子に“H”が入力されている状態で、PM24ビットを“1”設定して下さい。 $\overline{\text{NMI}}$ 端子に“L”が入力されている状態で、PM24ビットを“1”に設定すると、その時点で $\overline{\text{NMI}}$ 割り込みが発生します。なお、 $\overline{\text{NMI}}$ 割り込みを一度有効にすると、リセットされるまで無効にできません。
2. $\overline{\text{NMI}}$ 端子は、P8 レジスタのP8_5 ビットを読むことで端子の値を読めます。
3. $\overline{\text{NMI}}$ 割り込みが有効の時、 $\overline{\text{NMI}}$ 端子に“L”を入力している場合、ストップモードに移行できません。 $\overline{\text{NMI}}$ 端子に“L”が入力されている場合、CM1 レジスタのCM10 ビットが“0”に固定されています。
4. $\overline{\text{NMI}}$ 端子に“L”を入力している場合、ウェイトモードに移行しないでください。 $\overline{\text{NMI}}$ 端子に“L”が入力されている場合、CPUは停止しますがCPUクロックが停止しないため、消費電流が減りません。この場合、その後の割り込みによって正常に復帰します。
5. $\overline{\text{NMI}}$ 端子に入力する信号の“L”幅、“H”幅は、いずれもCPUクロックの2サイクル+300ns以上にしてください。
- 6.ストップモードからの復帰に $\overline{\text{NMI}}$ 割り込みを使用する場合、ストップモードに移行する前にNDDRレジスタに“FF₁₆”(デジタルデバウンスフィルタ禁止)を設定してください。

22.4.4 割り込み要因の変更

割り込み要因を変更すると、割り込み制御レジスタのIRビットが“1”(割り込み要求あり)になることがあります。割り込みを使用する場合は、割り込み要因を変更した後、IRビットを“0”(割り込み要求なし)にしてください。

なお、ここで言う割り込み要因の変更とは、各ソフトウェア割り込み番号に割り当てられる割り込み要因・極性・タイミングを替えるすべての要素を含みます。したがって、周辺機能のモード変更などが割り込み要因・極性・タイミングに關与する場合は、これらを変更した後、IRビットを“0”(割り込み要求なし)にしてください。周辺機能の割り込みは各周辺機能を参照してください。

図22.2に割り込み要因の変更手順例を示します。

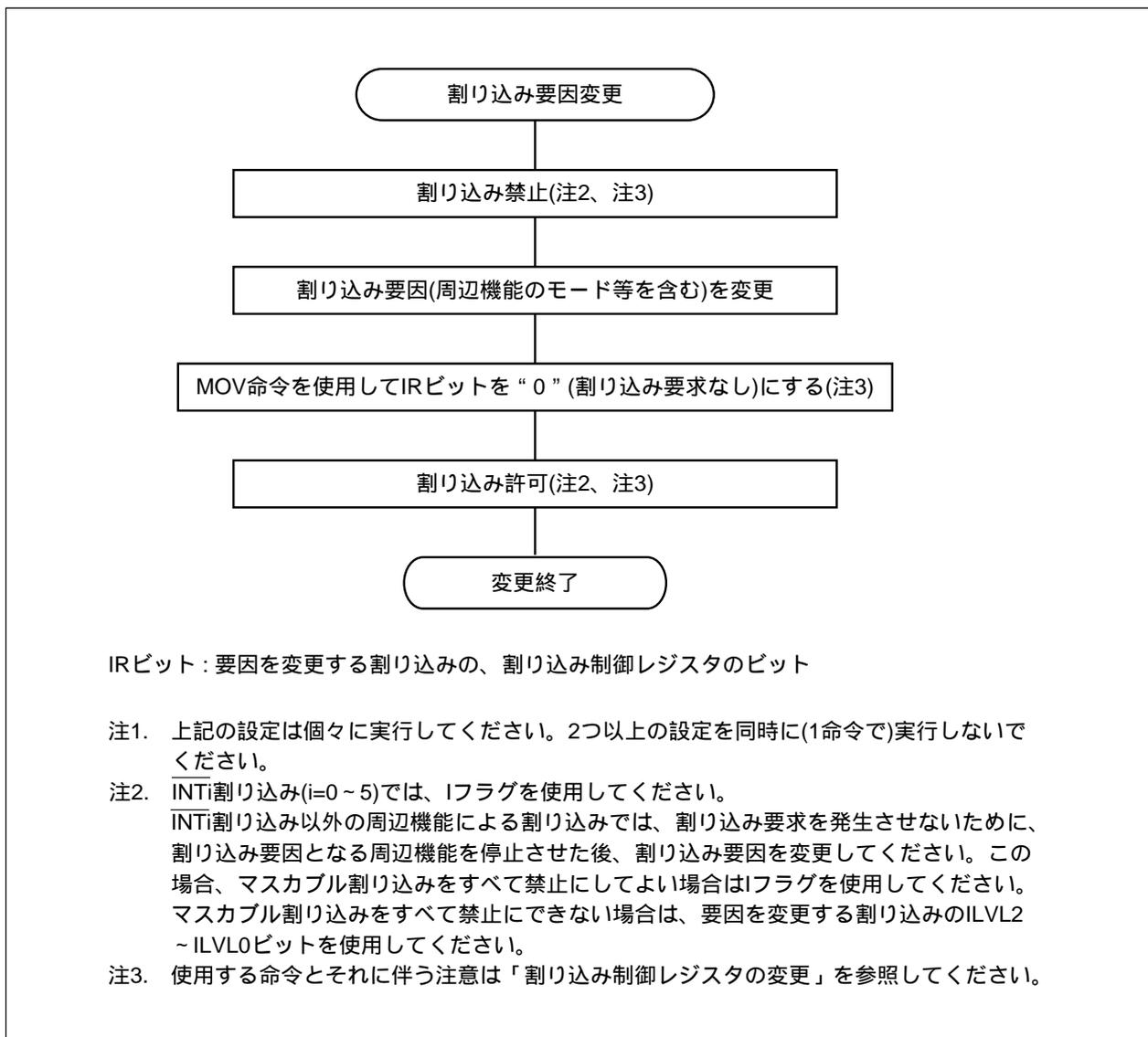


図22.2 割り込み要因の変更手順例

22.4.5 INT 割り込み

1. INT₀ ~ INT₅ 端子に入力する信号には、CPU クロックに関係なく $t_w(INL)$ 以上の“L”幅または $t_w(INH)$ 以上の“H”幅が必要です。
2. INT₀IC ~ INT₅IC レジスタのPOL ビット、IFSR レジスタのIFSR₇ ~ IFSR₀ ビットを変更すると、IR ビットが“1”(割り込み要求あり)になることがあります。これらのビットを変更した後、IR ビットを“0”(割り込み要求なし)にしてください。
3. ストップモードからの復帰にINT₅ 割り込みを使用する場合、ストップモードに移行する前にP17DDR レジスタに“FF₁₆”(デジタルデバウンスフィルタ禁止)を設定してください。

22.4.6 割り込み制御レジスタの変更

(1)割り込み制御レジスタは、そのレジスタに対応する割り込み要求が発生しない箇所で変更してください。割り込み要求が発生する可能性がある場合は、割り込みを禁止した後、割り込み制御レジスタを変更してください。

(2)割り込みを禁止して割り込み制御レジスタを変更する場合、使用する命令に注意してください。

IR ビット以外のビットの変更

命令の実行中に、そのレジスタに対応する割り込み要求が発生した場合、IR ビットが“1”(割り込み要求あり)にならず、割り込みが無視されることがあります。このことが問題になる場合は、次の命令を使用してレジスタを変更してください。対象となる命令...AND、OR、BCLR、BSET

IR ビットの変更

IR ビットを“0”(割り込み要求なし)にする場合、使用する命令によってはIR ビットが“0”にならないことがあります。IR ビットはMOV 命令を使用して“0”にしてください。

(3)I フラグを使用して割り込みを禁止にする場合、次の参考プログラム例にしたがってI フラグの設定をしてください。(参考プログラム例の割り込み制御レジスタの変更は(2)を参照してください。)

例1～例3は内部バスと命令キューバッファの影響により割り込み制御レジスタが変更される前にI フラグが“1”(割り込み許可)になることを防ぐ方法です

例1：NOP命令で割り込み制御レジスタが変更されるまで待たせる例

```
INT_SWITCH1 :
  FCLR   I           ; 割り込み禁止
  AND.B  #00H, 0055H ; TA0ICレジスタを“0016”にする
  NOP
  NOP
  FSET   I           ; 割り込み許可
```

NOP命令は次のとおり

PM20 = 1(1ウェイト)時、2個。PM20 = 0(2ウェイト)時、3個。

例2：ダミーリードでFSET命令を待たせる例

```
INT_SWITCH2 :
  FCLR   I           ; 割り込み禁止
  AND.B  #00H, 0055H ; TA0ICレジスタを“0016”にする
  MOV.W  MEM, R0     ; ダミーリード
  FSET   I           ; 割り込み許可
```

例3：POPC命令でIフラグを変更する例

```
INT_SWITCH3 :
  PUSHC  FLG
  FCLR   I           ; 割り込み禁止
  AND.B  #00H, 0055H ; TA0ICレジスタを“0016”にする
  POPC   FLG        ; 割り込み許可
```

22.4.7 ウォッチドッグタイマ割り込み

ウォッチドッグタイマ割り込み発生後は、ウォッチドッグタイマを初期化してください。

22.5 DMACの注意事項

22.5.1 DMAiCON レジスタのDMAE ビットへの書き込み(i=0 ~ 1)

(a)に示す条件のときは、(b)に示す手順で書いてください。

(a)条件

- ・ DMAE ビットが“1” (DMAi がアクティブ状態)のとき、再度、DMAE ビットへ“1”を書く。
- ・ DMAE ビットへの書き込みと同時にDMA 要求が発生する可能性がある。

(b)手順

(1)DMAiCON レジスタのDMAE ビットとDMAS ビットに同時に“1”を書く(注1)。

(2)DMAi が初期状態(注2)になっていることを、プログラムで確認する。

DMAi が初期状態になっていない場合は、(1)(2)を繰り返す。

注1. DMAS ビットは“1”を書いても変化しません。“0”を書くと“0”(DMA 要求なし)になります。したがって、DMAE ビットへ“1”を書くために、DMAiCON レジスタへ書く場合、DMAS へ書く値を“1”にしておくと、DMAS は書く直前の状態を保持できます。DMAE ビットへの書き込みに、リードモディファイライト命令を使用する場合も、DMAS へ書く値を“1”にしておくと、命令実行中に発生したDMA 要求を保持できます。

注2. TCRi レジスタの値で確認してください。TCRi レジスタを読んで、DMA 転送開始前にTCRi レジスタへ書いた値(DMAE ビット書き込み後にDMA 要求が発生した場合は「TCRi レジスタへ書いた値 1」)が読めれば初期状態になっている、転送途中の値になっていれば初期状態になっていない、と判断できます。

22.6 タイマの注意事項

22.6.1 タイマA

22.6.1.1 タイマA (タイマモード)

- リセット後、タイマは停止しています。TAiMR(i=0 ~ 4)レジスタ、TAi レジスタによって、モードやカウントソース、カウンタの値等を設定した後、TABSR レジスタのTAiS ビットを“1” (カウント開始)にしてください。
なお、TAiMR レジスタは、リセット後に限らずTAiS ビットが“0” (カウント停止)の状態、変更してください。
- カウント中のカウンタの値は、TAi レジスタを読むことにより任意のタイミングで読めます。ただし、リロードタイミングで読んだ場合、“FFFF₁₆”が読めます。また、カウント停止中にTAi レジスタに値を設定した後、カウンタがカウントを開始するまでの期間に読んだ場合、設定値が読めます。
- TB2SC レジスタのIVPCR1 ビットが“1” ($\overline{\text{SD}}$ 端子入力による三相出力強制遮断許可)のとき、 $\overline{\text{SD}}$ 端子に“L”を入力すると、TA1OUT、TA2OUT、TA4OUT 端子はハイインピーダンスになります。

22.6.1.2 タイマA (イベントカウンタモード)

- リセット後、タイマは停止しています。TAiMR(i=0 ~ 4)レジスタ、TAi レジスタ、UDF レジスタ、ONSF レジスタのTAZIE、TA0TGL、TA0TGH ビット、TRGSR レジスタによって、モードやカウントソース、カウンタの値等を設定した後、TABSR レジスタのTAiS ビットを“1” (カウント開始)にしてください。
なお、TAiMR レジスタ、UDF レジスタ、ONSF レジスタのTAZIE、TA0TGL、TA0TGH ビット、TRGSR レジスタは、リセット後に限らずTAiS ビットが“0” (カウント停止)の状態、変更してください。
- カウント中のカウンタの値は、TAi レジスタを読むことにより任意のタイミングで読めます。ただし、リロードタイミングで読んだ場合、アンダフロー時は“FFFF₁₆”が、オーバフロー時は“0000₁₆”が読めます。カウント停止中にTAi レジスタに値を設定した後、カウンタがカウントを開始するまでの期間に読んだ場合、設定値が読めます。
- TB2SC レジスタのIVPCR1 ビットが“1” ($\overline{\text{SD}}$ 端子入力による三相出力強制遮断許可)のとき、 $\overline{\text{SD}}$ 端子に“L”を入力すると、TA1OUT、TA2OUT、TA4OUT 端子はハイインピーダンスになります。

22.6.1.3 タイマA (ワンショットタイマモード)

1. リセット後、タイマは停止しています。TAiMR(i=0 ~ 4)レジスタ、TAi レジスタ、ONSF レジスタのTA0TGL、TA0TGH ビット、TRGSR レジスタによって、モードやカウントソース、カウンタの値等を設定した後、TABSR レジスタのTAiS ビットを“1” (カウント開始)にしてください。なお、TAiMR レジスタ、ONSF レジスタのTA0TGL、TA0TGH ビット、TRGSR レジスタは、リセット後に限らずTAiS ビットが“0” (カウント停止)の状態、変更してください。
2. カウント中にTAiS ビットを“0” (カウント停止)にすると次のようになります。
 - ・ カウンタはカウントを停止し、リロードレジスタの内容をリロードします。
 - ・ TAiOUT 端子は“L”を出力します。
 - ・ CPU クロックの1 サイクル後、TAiIC レジスタのIR ビットが“1” (割り込み要求あり)になります。
3. ワンショットタイマの出力は内部で生成されたカウントソースに同期しているため、外部トリガを選択している場合、TAiIN 端子へのトリガ入力からワンショットタイマの出力までに、最大カウントソースの1 サイクル分の遅延が生じます。
4. 次のいずれかでタイマの動作モードを設定した場合、IR ビットが“1”になります。
 - ・ リセット後、ワンショットタイマモードを選択したとき
 - ・ 動作モードをタイマモードからワンショットタイマモードに変更したとき
 - ・ 動作モードをイベントカウンタモードからワンショットタイマモードに変更したときしたがって、タイマAi 割り込み(IR ビット)を使用する場合は、上記の設定を行った後、IR ビットを“0”にしてください。
5. カウント中にトリガが発生した場合は、カウンタは再トリガ発生後1回ダウンカウントした後、リロードレジスタをリロードしてカウントを続けます。カウント中にトリガを発生させる場合は、前回のトリガの発生からタイマのカウントソースの1 サイクル以上経過した後に、再トリガを発生させてください。
6. タイマAワンショットタイマモードでカウント開始条件に外部トリガを選択している場合、タイマAのカウント値が“0000₁₆”になる前300nsの間に外部トリガを再入力しないでください。ワンショットタイマがカウントを継続しないで停止する場合があります。
7. TB2SC レジスタのIVPCR1 ビットが“1” (\overline{SD} 端子入力による三相出力強制遮断許可)のとき、 \overline{SD} 端子に“L”を入力すると、TA1OUT、TA2OUT、TA4OUT 端子はハイインピーダンスになります。

22.6.1.4 タイマA (パルス幅変調モード)

1. リセット後、タイマは停止しています。TAiMR(i=0 ~ 4)レジスタ、TAi レジスタ、ONSF レジスタのTA0TGL、TA0TGH ビット、TRGSR レジスタによって、モードやカウントソース、カウンタの値等を設定した後、TABSR レジスタのTAiS ビットを“1” (カウント開始)にしてください。
なお、TAiMR レジスタ、ONSF レジスタのTA0TGL、TA0TGH ビット、TRGSR レジスタは、リセット後に限らずTAiS ビットが“0” (カウント停止)の状態、変更してください。
2. 次のいずれかでタイマの動作モードを設定した場合、IR ビットが“1” になります。
 - ・リセット後、PWM モードを選択したとき
 - ・動作モードをタイマモードからPWM モードに変更したとき
 - ・動作モードをイベントカウンタモードからPWM モードに変更したときしたがって、タイマAi 割り込み(IR ビット)を使用する場合は、上記の設定を行った後、プログラムでIR ビットを“0” にしてください。
3. PWM パルスを出力中にTAiS ビットを“0” (カウント停止)にすると次のようになります。
 - ・カウンタはカウントを停止します。
 - ・TAiOUT 端子から“H” を出力している場合は、出力レベルは“L” になり、IR ビットが“1” になります。
 - ・TAiOUT 端子から“L” を出力している場合は、出力レベルは変化せず、IR ビットも変化しません。
4. TB2SC レジスタのIVPCR1 ビットが“1” (\overline{SD} 端子入力による三相出力強制遮断許可)のとき、 \overline{SD} 端子に“L” を入力すると、TA1OUT、TA2OUT、TA4OUT 端子はハイインピーダンスになります。

22.6.2 タイマB

22.6.2.1 タイマB (タイマモード)

1. リセット後、タイマは停止しています。T*Bi*MR(*i*=0 ~ 2)レジスタ、T*Bi* レジスタによって、モードやカウントソース、カウンタの値等を設定した後、TABSR レジスタのT*Bi*Sビットを“1” (カウント開始)にしてください。

なお、T*Bi*MR レジスタは、リセット後に限らずT*Bi*S ビットが“0” (カウント停止)の状態、変更してください。

2. カウント中のカウンタの値は、T*Bi* レジスタを読むことにより任意のタイミングで読めます。ただし、リロードタイミングで読んだ場合、“FFFF₁₆”が読まれます。カウント停止中にT*Bi* レジスタに値を設定した後、カウンタがカウントを開始するまでの期間に読んだ場合、設定値が読まれません。

22.6.2.2 タイマB (イベントカウンタモード)

1. リセット後、タイマは停止しています。T*Bi*MR(*i*=0 ~ 2)レジスタ、T*Bi* レジスタによって、モードやカウントソース、カウンタの値等を設定した後、TABSR レジスタのT*Bi*Sビットを“1” (カウント開始)にしてください。

なお、T*Bi*MR レジスタは、リセット後に限らずT*Bi*S ビットが“0” (カウント停止)の状態、変更してください。

2. カウント中のカウンタの値は、T*Bi* レジスタを読むことにより任意のタイミングで読めます。ただし、リロードタイミングで読んだ場合、“FFFF₁₆”が読まれます。カウント停止中にT*Bi* レジスタに値を設定した後、カウンタがカウントを開始するまでの期間に読んだ場合、設定値が読まれません。

22.6.2.3 タイマB (パルス周期測定 / パルス幅測定モード)

1. リセット後、タイマは停止しています。T*Bi*MR(*i*=0 ~ 2)レジスタによって、モードやカウントソース等を設定した後、TABSR レジスタのT*Bi*S ビットを“1” (カウント開始)にしてください。なお、T*Bi*MR レジスタは、リセット後に限らずT*Bi*S ビットが“0” (カウント停止)の状態、変更してください。MR3 ビットを“0”にするために、T*Bi*S ビットが“1” (カウント開始)の状態、T*Bi*MR レジスタへ書く場合、TM0D0、TM0D1、MR0、MR1、TCK0、TCK1 ビットへは前回書いたものと同じ値を、MR2 へは“0”を書いてください。

2. T*Bi*C レジスタ(*i*=0 ~ 2)のIR ビットは、測定パルスの有効エッジが入力されたときとタイマ*Bi* がオーバーフローしたとき“1” (割り込み要求あり)になります。割り込み要求要因は、割り込みルーチン内でT*Bi*MR レジスタのMR3 ビットで判断できます。

3. 測定パルス入力があるタイマのオーバーフローのタイミングに重なるなど割り込み要因をMR3 ビットで判断できない場合は、オーバーフローの回数を別のタイマでカウントしてください。

4. MR3 ビットを“0” (オーバーフローなし)にするには、T*Bi*S ビットが“1” (カウント開始)の状態、MR3 ビットが“1” (オーバーフローあり)になった後の次のカウントソースのカウントタイミング以降に、T*Bi*MR レジスタに書いてください。

5. オーバーフローだけの検出にはT*Bi*C レジスタのIR ビットを使用してください。MR3 ビットは、割り込みルーチン内で割り込み要因を判断するときだけ使用してください。

6. カウント開始後、1回目の有効エッジの入力時は、不定値がリロードレジスタに転送されます。また、このとき、タイマBi 割り込み要求は発生しません。
7. カウント開始時のカウンタの値は不定です。したがって、カウント開始後、有効エッジが入力されるまでに、MR3 ビットが“1”になり、タイマBi 割り込み要求が発生する可能性があります。
8. パルス幅測定は、連続してパルス幅を測定します。測定結果が“H”であるか“L”であるかプログラムで判断してください。

22.6.3 三相モータ制御用タイマ機能

TB2SCレジスタのIVPCR1ビットを“1”（SD端子入力による三相強制遮断許可）、かつINVC0レジスタのINV03ビットを“1”（三相モータ制御用タイマ出力許可）に設定し、三相PWMを出力時、SD端子に“L”が入力されると、強制遮断が発生し対象端子はハイインピーダンスになります。同時に、INV03ビットは“0”（三相モータ制御用タイマ出力禁止）になります。

対象端子から三相PWM出力を再開するには、SD端子が“H”になってからINV03ビットを“1”に設定し、かつIVPCR1ビットを“0”（三相強制遮断禁止）してください。この後IVPCR1ビットに“1”（三相強制遮断許可）を設定することにより、SD端子入力による三相強制遮断機能が再度有効になります。

なお、SD端子が“L”の間は、INV03ビットを“1”に設定できません。強制遮断後の復帰処理で、INV03ビットに“1”を書いた後に読み出し、INV03ビットが“1”に変化していることをプログラムで確認してください。その後、IVPCR1ビットに“0”を設定してから“1”を設定してください。

22.7 タイマS

22.7.1 G1IRレジスタの変更

G1IRレジスタの各ビットは、その要求に対する割り込みが受け付けられても自動的に“0”（割り込み要求なし）になりません。割り込み要求を確認後、プログラムで“0”にしてください。IC/OC割り込みは、G1IRレジスタの値が“0016”の状態から、G1IRレジスタのいずれかのビットが“1”（割り込み要求あり）にセットされるタイミングで発生します。IC/OC割り込み要求を再度受け付けるには、G1IRレジスタを“0016”にクリアして下さい。G1IRレジスタのいずれかのビットが“1”に保持されている状態（G1IRレジスタが“0016”以外の状態）では、その後のIC/OC割り込み要求は発生しません。G1IRレジスタの各ビットを“0”（割り込み要求なし）にする場合は、次の命令を使用して下さい。
対象となる命令 AND, BCLR

IC/OC割り込みiの割り込み処理例を図22.3に示します。

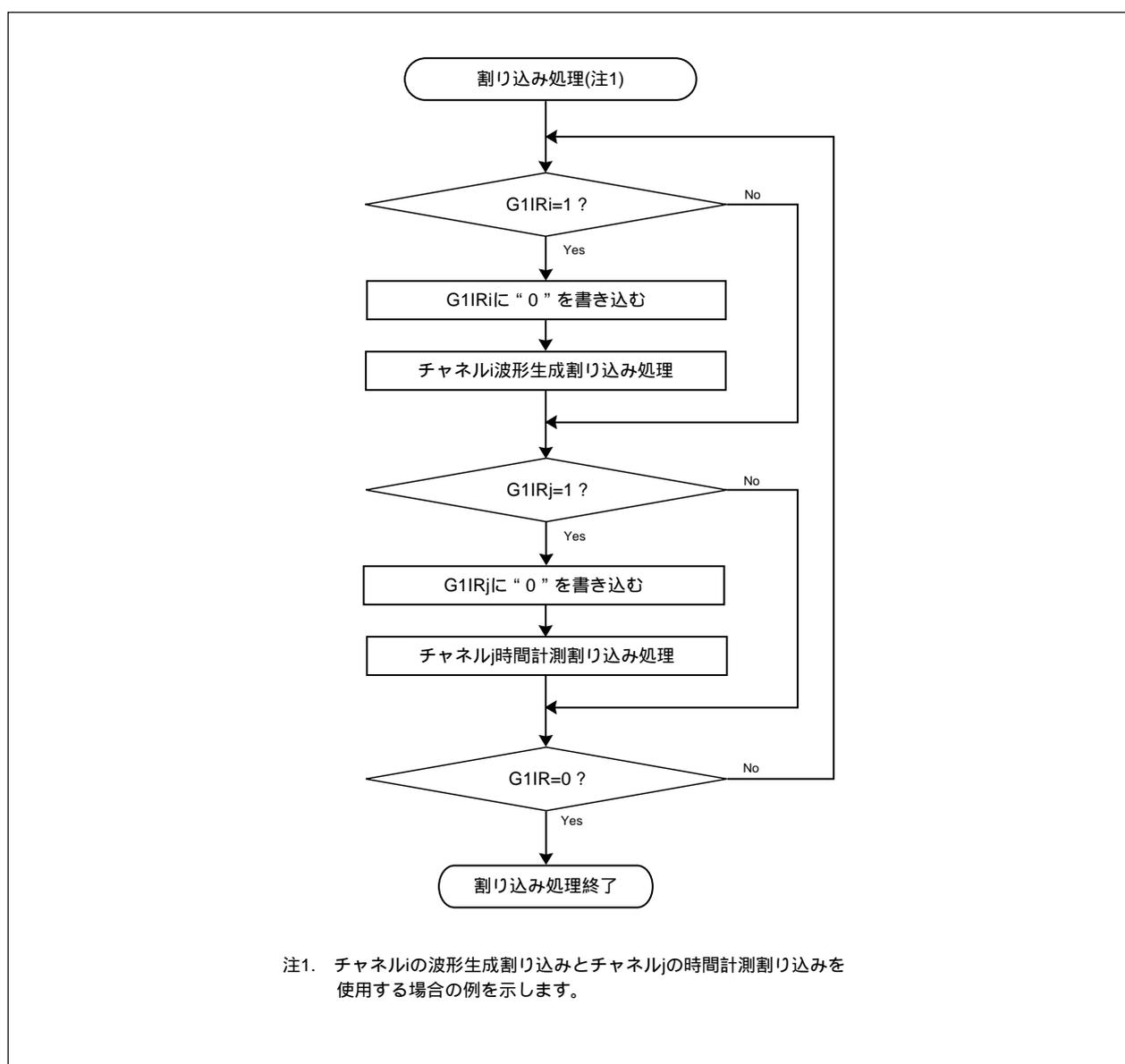


図22.3 IC/OC割り込みiの割り込み処理例

22.7.2 ICOCiICレジスタの変更

ICOCiICレジスタの変更は、命令実行中にそのレジスタに対する割り込み要求が発生した場合、IRビットが“1”（割り込み要求あり）にならず、割り込みが無視されることがあります。そのとき、G1IRレジスタのビットが“1”（割り込み要求あり）のまま保持されると、その後のIC/OC割り込みの要求も発生しなくなります。ICOCiICレジスタの値を変更する場合は、次の命令を使用してください。

対象となる命令 AND, OR, BCLR, BSET

なお、タイマSの初期設定を行うときは、ICOCiICレジスタおよびG1IRレジスタにそれぞれ“0016”を設定後、再度対象となる命令を使用してICOCiICレジスタを変更してください。

22.7.3 波形生成機能

1. 波形出力中にG1BCR1レジスタのBTSビットを“0”（ベースタイマリセット）としてベースタイマのカウンタを停止すると、波形出力端子の出力レベルはカウンタを停止した状態で保持されます。ベースタイマのカウンタを再開すると、次にベースタイマがG1POjレジスタと一致したとき出力が変化します。
2. 波形出力中にG1POCRjレジスタへの書き込みを行うと、同時に波形出力端子はIVLビットに設定された値を出力します。波形出力中にG1POCRjレジスタへの書き込みは行わないでください。
3. G1BCR1レジスタのRST1ビットを“1”（G1PO0レジスタとベースタイマとの一致でベースタイマをリセットする）とした場合、ベースタイマとG1PO0レジスタの値が一致するとfBT1の2クロック後にベースタイマがリセットされます。ベースタイマの一致からベースタイマがリセットされるまでのfBT1の2クロック間はOUTC10端子から“H”レベルが出力されます。

22.7.4 IC/OCベースタイマ割り込み

G1BCR0レジスタのRST4ビットが“1”（G1BTRRレジスタとベースタイマが一致したとき、ベースタイマリセットする）の場合、表22.1の組み合わせで使用すると、ベースタイマリセットのタイミングでIC/OCベースタイマ割り込み要求が2回発生します。

表22.1 ベースタイマリセット時IC/OCベースタイマ割り込み要求が2回発生する組み合わせ

| G1BCR0レジスタのITビットの設定 | G1BTRRレジスタの設定値 |
|---|---|
| “0”（ベースタイマのビット15のオーバーフロー時、ベースタイマ割り込み要求発生） | 07FFF ₁₆ ~ 0FFFE ₁₆ |
| “1”（ベースタイマのビット14のオーバーフロー時、ベースタイマ割り込み要求発生） | 03FFF ₁₆ ~ 0FFFE ₁₆ 、または 0BFFF ₁₆ ~ 0FFFE ₁₆ |

2回目のIC/OCベースタイマ割り込み要求が発生する原因は、ベースタイマリセット直後に、ベースタイマオーバーフロー要求が発生するためです。ベースタイマオーバーフロー要求は、ベースタイマリセットからカウンタソース（fBT1）の1サイクル後に発生します。

ベースタイマリセットのタイミングで、IC/OCベースタイマ割り込み処理を1回のみ実行するには下記のいずれかの対応を行ってください。

- (1) RST4ビットを“1”にするならばG1BTRRレジスタの設定値を、表22.1の組み合わせの設定にならないようにしてください。
- (2) ベースタイマリセットの要因を、RST4ビットを“1”（G1BTRRレジスタとベースタイマが一致したとき、ベースタイマリセットする）でなく、RST1ビットを“1”（G1PO0レジスタとベースタイマが一致したとき、ベースタイマリセットする）にしてください。

22.8 シリアルI/O

22.8.1 クロック同期形シリアルI/Oモード

22.8.1.1 送受信

1. 外部クロック選択時、 $\overline{\text{RTS}}$ 機能を選択した場合は、受信可能状態になるとRTSi 端子の出力レベルが“L”になり、受信が可能になったことを送信側に知らせます。受信が開始されるとRTSi 端子の出力レベルは“H”になります。このため、 $\overline{\text{RTSi}}$ 端子を送信側の $\overline{\text{CTSi}}$ 端子に結線すると、送受信のタイミングを合わせることができます。内部クロック選択時は $\overline{\text{RTS}}$ 機能は無効です。
2. TB2SC レジスタのIVPCR1 ビットが“1” ($\overline{\text{SD}}$ 端子入力による三相出力強制遮断許可)のとき、 $\overline{\text{SD}}$ 端子に“L”を入力すると、P73/ $\overline{\text{RTS2}}$ / $\overline{\text{TxD1}}$ 端子($\overline{\text{TxD1}}$ 端子はPACRレジスタのU1MAPビットが“1”のとき有効)とCLK2 端子はハイインピーダンスになります。

22.8.1.2 送信

外部クロックを選択している場合、UiC0 レジスタのCKPOL ビットが“0” (転送クロックの立ち下がり)で送信データ出力、立ち上がりで受信データ入力)のときは外部クロックが“H”の状態、CKPOL ビットが“1” (転送クロックの立ち上がりで送信データ出力、立ち下がりで受信データ入力)のときは外部クロックが“L”の状態、次の条件を満たしてください。

- ・ UiC1 レジスタのTE ビットが“1” (送信許可)
- ・ UiC1 レジスタのTI ビットが“0” (UiTB レジスタにデータあり)
- ・ $\overline{\text{CTS}}$ 機能を選択している場合、 $\overline{\text{CTSi}}$ 端子の入力が“L”

22.8.1.3 受信

1. クロック同期形シリアルI/O では送信器を動作させることにより、シフトクロックを発生します。したがって、受信だけで使用する場合も送信のための設定をしてください。受信時TxDi 端子からはダミーデータが外部に出力されます。
2. 内部クロック選択時はUiC1 レジスタ(i=0 ~2)のTE ビットを“1” (送信許可)にし、ダミーデータをUiTBレジスタに設定するとシフトクロックが発生します。外部クロック選択時はTE ビットを“1”にし、ダミーデータをUiTB レジスタに設定し、外部クロックがCLKi 端子に入力されたときシフトクロックを発生します。
3. 連続してデータを受信する場合、UiC1 レジスタ(i=0 ~2)のRE ビットが“1” (UiRB レジスタにデータあり)でUARTi 受信レジスタに次の受信データが揃ったときオーバランエラーが発生し、UiRB レジスタのOER ビットが“1” (オーバランエラー発生)になります。この場合、UiRB レジスタは不定ですので、オーバランエラーが発生したときは以前のデータを再送信するように送信と受信側のプログラムで対処してください。また、オーバランエラーが発生したときはSiRIC レジスタのIR ビットは変化しません。
4. 連続してデータを受信する場合は、1回の受信ごとにUiTB レジスタの下位バイトへダミーデータを設定してください。
5. 外部クロックを選択している場合、CKPOL ビットが“0”のときは外部クロックが“H”の状態、CKPOL ビットが“1”のときは外部クロックが“L”の状態、次の条件を満たしてください。
 - ・ UiC1 レジスタのRE ビットが“1” (受信許可)
 - ・ UiC1 レジスタのTE ビットが“1” (送信許可)
 - ・ UiC1 レジスタのTI ビットが“0” (UiTB レジスタにデータあり)

22.8.2 シリアルI/O(UART モード)

22.8.2.1 特殊モード1(I²C busモード)

スタートコンディション、ストップコンディション、リスタートコンディションを生成する場合、U2SMR4レジスタのSTSPSELビットを“0”にした後、転送クロックの半サイクル以上待ってから、各コンディション生成ビット(STAREQ、RTAREQ、STPREQ)を“0”から“1”にしてください。

22.8.2.2 特殊モード2

TB2SC レジスタのIVPCR1 ビットが“1” (\overline{SD} 端子入力による三相出力強制遮断許可)のとき、 \overline{SD} 端子に“L”を入力すると、 $\overline{RTS2}$ 端子とCLK2 端子はハイインピーダンスになります。

22.8.2.3 特殊モード4(SIM モード)

リセット解除後、U2C1 レジスタのU2IRS ビットを“1” (送信完了)、U2ERE ビットを“1” (エラー信号出力)にすると、送信割り込み要求が発生します。そのため、SIM モードを使用する場合は設定後、IR ビットを“0” (割り込み要求なし)にしてください。

22.8.3 SI/O3、SI/O4

SiC(i=3,4)レジスタのSMi2ビットが“0” (SOUTi出力)でかつ、SMi6ビットが“1” (内部クロック)の状態、SMi3ビットを“0” (入出力ポート)から“1” (SOUTi出力、CLK機能)に変更した場合、10ns程度、SOUTi端子にSMi7ビットで設定したSOUTi初期値が出力されることがあります。その後、SOUTi端子はハイインピーダンスとなります。

SMi3ビットを“0”から“1”に変更したときに、SOUTi端子から出力されるレベルが問題となる場合、SMi7ビットでSOUTiの初期値を設定してください。

22.9 A/Dコンバータ

1. ADCON0 レジスタ(ビット6を除く)、ADCON1 レジスタ、ADCON2 レジスタは、A/D 変換停止時(トリガ発生前)に書いてください。
2. ADCON1 レジスタのVCUT ビットを“0”(Vref 未接続)から“1”(Vref 接続)にしたときは、1 μ s 以上経過した後にA/D 変換を開始させてください。
3. ノイズによる誤動作やラッチアップの防止、また変換誤差を低減するため、AVCC 端子、VREF 端子、アナログ入力端子(AN_i、AN0_i、AN2_i($i=0 \sim 7$)、AN3_i($i=0 \sim 2$))とAVSS 端子の間には、それぞれコンデンサを挿入してください。同様にVCC 端子とVSS 端子の間にもコンデンサを挿入してください。図22.4 に各端子の処理例を示します。
4. アナログ入力端子として使用する端子に対応するポート方向ビットは“0”(入力モード)にしてください。また、ADCON0 レジスタのTRG ビットが“1”(外部トリガ)の場合は、ADTRG 端子に対応するポート方向ビットは“0”(入力モード)にしてください。
5. キー入力割り込みを使用する場合、AN₄ ~ AN₇ は4 本ともアナログ入力端子として使用しないでください(A/D 入力電圧が“L”になると、キー入力割り込み要求が発生します)。
6. AD の周波数を10MHz 以下にしてください。サンプル&ホールド機能なしの場合、AD の周波数は250kHz以上にしてください。サンプル&ホールド機能ありの場合、AD の周波数は1MHz 以上にしてください。
7. A/D 動作モードを変更した場合は、ADCON0 レジスタのCH2 ~ CH0 ビットまたはADCON1 レジスタのSCAN1 ~ SCAN0 ビットでアナログ入力端子を再選択してください。

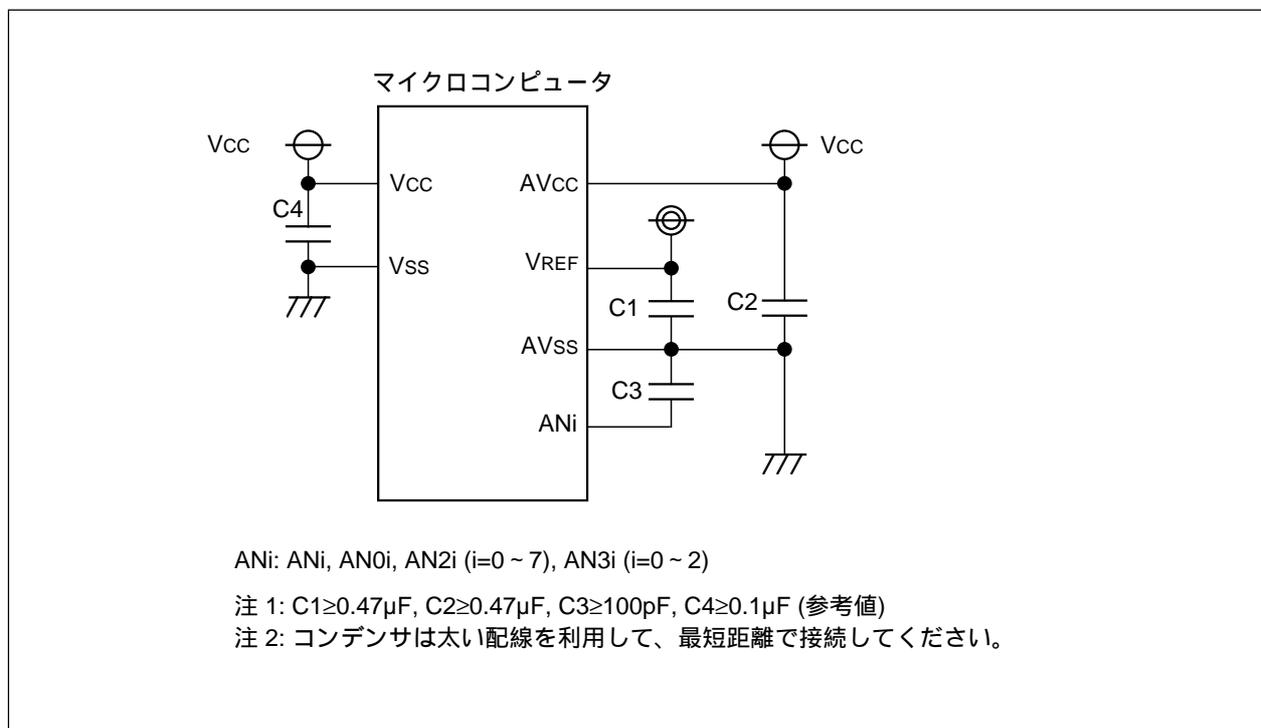


図22.4 各端子の処理例

8. A/D 変換が完了し、その結果をA/Dレジスタ i ($i=0 \sim 7$)に格納するタイミングでCPUがA/Dレジスタ i を読んだ場合、誤った値がA/Dレジスタ i に格納されます。この現象は、CPUクロックにメインクロックを分周したクロック、またはサブクロックを選択した場合に発生します。

単発モード、単掃引モード、同時サンプル掃引モード、遅延トリガモード0、または遅延トリガモード1で使用する場合

A/D 変換が完了したことを確認してから、対象となるA/Dレジスタ i を読んでください(A/D 変換の完了はADIC レジスタのIR ビットで判定できます)。

繰り返しモード、繰り返し掃引モード0または繰り返し掃引モード1で使用する場合

CPU クロックは、メインクロックを分周せずに使用してください。

9. A/D 変換動作中に、プログラムでADCON0 レジスタのADST ビットを“0” (A/D 変換停止)にして強制終了した場合、A/D コンバータの変換結果は不定となります。また、A/D 変換を行っていないA/D レジスタ i も不定になる場合があります。A/D 変換動作中に、プログラムでADST ビットを“0”にした場合は、すべてのA/Dレジスタ i の値を使用しないでください。
10. 単掃引変換モード、遅延トリガモード0、または遅延トリガモード1で、A/D変換中にADCONレジスタのADSTビットを“0”にしてA/D変換を中止する場合、ADSTビットを“0”にする前に割り込みを禁止にしてください。

22.10 マルチマスタI²C bus

22.10.1 S00レジスタへの書き込み

スタートコンディション発生時以外で、S00レジスタに書き込みを行うとSCL端子から短い“L”パルスが出力される場合があります。そのため、スタートコンディション送付時以外は、SCL端子が“L”を出力しているタイミングで書き込みを行ってください。

22.10.2 ALフラグ

アービトレーションロストが発生し、S10レジスタのALフラグが“1” (検出)になった場合、S00レジスタへの書き込みによってALフラグは“0” (未検出)にできます。ALフラグは、次のマスタ通信開始時に生成するスタートコンディション送付の動作(S00レジスタへの書き込み)によってクリアしてください。

22.11 CANモジュールに関する注意事項

22.11.1 C0STRレジスタ読み出し時の注意事項

M16C/29グループのCANモジュールは、C0STRレジスタに対して一定の周期でステータス更新を行っています。CPUとCANモジュールが同一タイミングでC0STRレジスタにアクセスした場合、CPUからのアクセスが優先され、CANモジュールからのアクセスを禁止する仕様になっています。このため、CANモジュールのステータス更新周期とCPUからのアクセス周期が常に一致した場合、CANモジュールのステータスが更新されなくなります（図22.5参照）。

したがって、CPUからのアクセス周期がCANモジュールの更新周期と一致しないように、次の点に注意してください。

1. CPUがC0STRレジスタを読み出す前に、 $3f_{CAN}$ 以上（表22.2参照）の待機時間を持たせる（図22.6参照）。
2. CPUがC0STRレジスタをポーリングする場合、 $3f_{CAN}$ より長い周期にする（図22.7参照）。

表22.2 CANモジュールステータス更新周期

| $3f_{CAN}$ 時間 = $3 \times X_{IN}$ (源発振時間) \times CANクロック用分周値(CCLK) | |
|--|--|
| (例1) 条件 X_{IN} 16MHz CCLK : 1分周 | $3f_{CAN}$ 時間 = $3 \times 62.5ns \times 1 = 187.5ns$ |
| (例2) 条件 X_{IN} 16MHz CCLK : 2分周 | $3f_{CAN}$ 時間 = $3 \times 62.5ns \times 2 = 375ns$ |
| (例3) 条件 X_{IN} 16MHz CCLK : 4分周 | $3f_{CAN}$ 時間 = $3 \times 62.5ns \times 4 = 750ns$ |
| (例4) 条件 X_{IN} 16MHz CCLK : 8分周 | $3f_{CAN}$ 時間 = $3 \times 62.5ns \times 8 = 1.5 \mu s$ |
| (例5) 条件 X_{IN} 16MHz CCLK : 16分周 | $3f_{CAN}$ 時間 = $3 \times 62.5ns \times 16 = 3 \mu s$ |

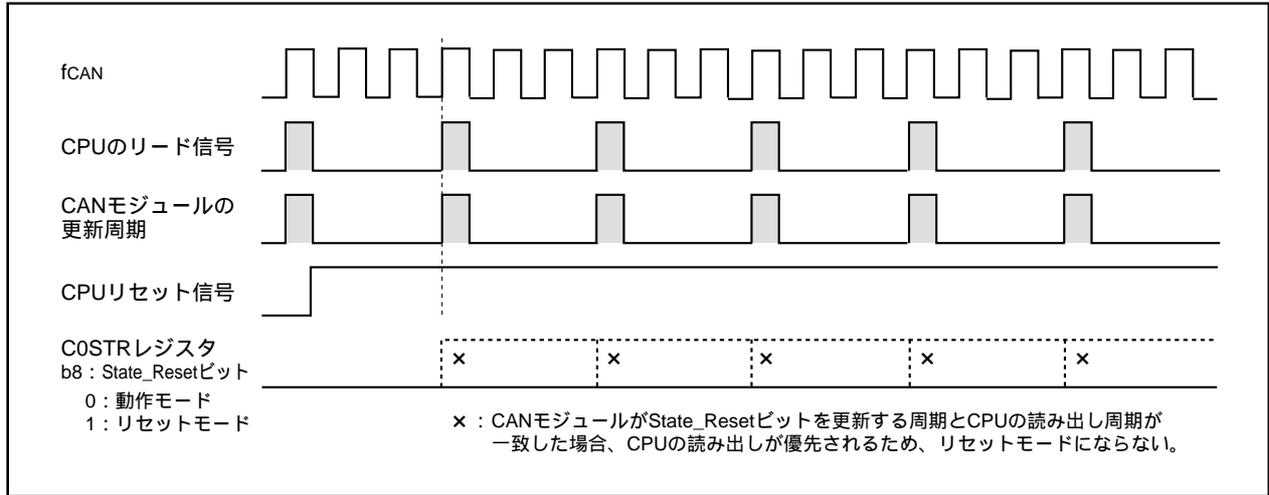


図22.5 CANモジュールの更新周期とCPUからのアクセス周期が一致した場合

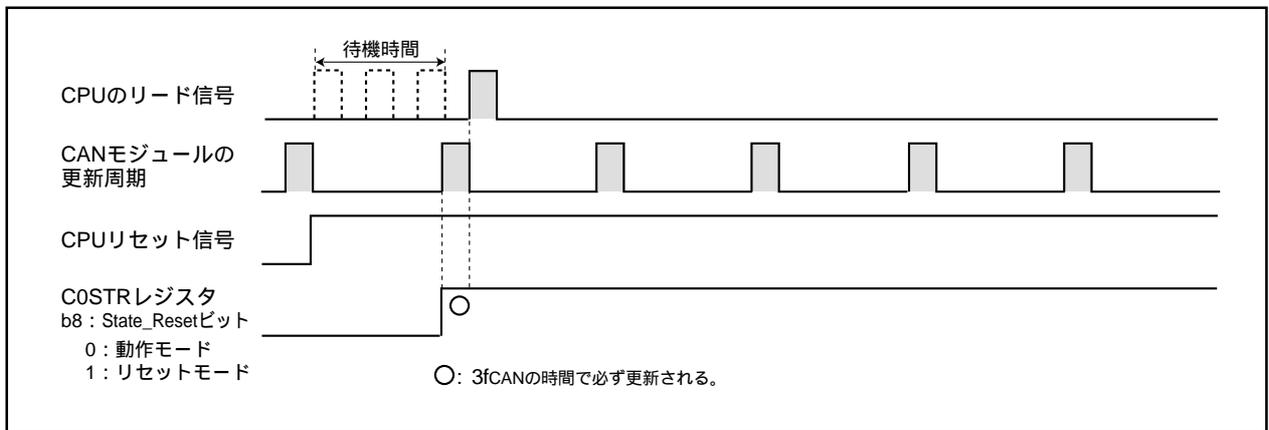


図22.6 CPUの読み出し前に3fCAN分待機した場合

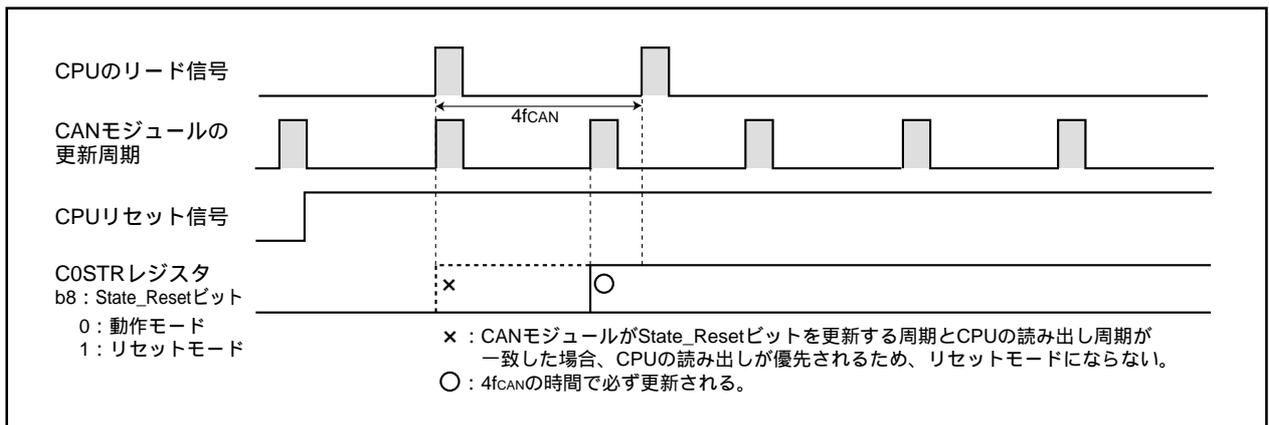


図22.7 CPUのポーリング周期を3fCANより長くした場合

22.11.2 標準ブートプログラム使用時のCANトランシーバ制御の注意事項

標準ブートプログラムを用いてCAN経由でフラッシュメモリに書き込みを行う場合は、CANトランシーバの動作モードをhigh-speed mode、またはnormal operation modeに設定してください。

CANトランシーバの動作モードをマイクロコンピュータのフラッシュメモリから制御している場合は、表22.3、表22.4に示すように、スイッチなどによってCANトランシーバの動作モードを設定した後、書き込みを行ってください。

表22.3 CANトランシーバの接続 (Philips社製PCA82C250の場合)

| | Standby mode | High-speed mode |
|----------|--------------|-----------------|
| Rs端子(注1) | “ H ” | “ L ” |
| CAN通信 | 不可能 | 可能 |
| 接続図 | | |

注1 . CANトランシーバの動作状態を制御する端子です。

注2 . CANトランシーバ制御に使用可能なポートに接続してください。

表22.4 CANトランシーバの接続 (Philips社製PCA82C252の場合)

| | Sleep mode | Normal operation mode |
|-----------|------------|-----------------------|
| STB端子(注1) | “ L ” | “ H ” |
| EN端子(注1) | “ L ” | “ H ” |
| CAN通信 | 不可能 | 可能 |
| 接続図 | | |

注1 . CANトランシーバの動作状態を制御する端子です。

注2 . CANトランシーバ制御に使用可能なポートに接続してください。

22.12 プログラマブル入出力ポート

1. TB2SCレジスタのIVPCR1ビットが“1”(SD端子入力による三相出力強制遮断許可)のとき、SD端子に“L”を入力すると、P72～P75、P80～P81端子はハイインピーダンスになります。
2. プログラマブル入出力ポートと、周辺機能では、入力閾値電圧が異なります。したがって、プログラマブル入出力ポートと周辺機能が、端子を共用している場合、この端子の入力レベルが推奨動作条件のVIH、VILの範囲外(“H”でも“L”でもないレベル)のとき、プログラマブル入出力ポートと、周辺機能でレベルの判定結果が異なることがあります。
3. S3CレジスタのSM32ビットを“1”にすると、P92端子はハイインピーダンスになります。S4CレジスタのSM42ビットを“1”にするとP96端子はハイインピーダンスになります。
4. INVC0レジスタのINV03ビットが“1”(三相モータ制御用タイマ出力許可)のとき、P85/ $\overline{\text{NMI}}$ / $\overline{\text{SD}}$ 端子に“L”を入力すると以下ようになります。
 - ・TB2SCレジスタのIVPCR1ビットが“1”(SD入力による三相出力強制遮断許可)の時、U/ $\overline{\text{U}}$ /V/ $\overline{\text{V}}$ /W/ $\overline{\text{W}}$ 相端子はハイインピーダンスになります。
 - ・TB2SCレジスタのIVPCR1ビットが“0”(SD入力による三相出力強制遮断禁止)の時、U/ $\overline{\text{U}}$ /V/ $\overline{\text{V}}$ /W/ $\overline{\text{W}}$ 相端子は通常ポートになります。

このため、INV03ビットが“1”の時は、P85をプログラマブル入出力ポートとして使用できません。

$\overline{\text{SD}}$ 機能を使わない場合は、PD85ビットを“0”(入力)にしたうえで、P85/ $\overline{\text{NMI}}$ / $\overline{\text{SD}}$ 端子を外部より“H”にプルアップしてください。

22.13 フラッシュメモリ版とマスクROM 版の相違点

フラッシュメモリ版とマスクROM 版は、内部ROM、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。マスクROM 版への切り替え時は、フラッシュメモリ版で実施したシステム評価試験と同等の試験を実施してください。

22.14 マスクROM版

22.14.1 内部ROM領域

マスクROM版の内部領域に対して、書き込みを行わないでください。書き込み時に消費電流が増える可能性があります。

22.14.2 予約ビット

0FFFFFF₁₆番地のb3～b0は予約ビットです。“11112”を設定してください。

22.15 フラッシュメモリ版

22.15.1 フラッシュメモリ書き換え禁止機能

0FFFD_{F16}、0FFFE₃₁₆、0FFFEB₁₆、0FFFEF₁₆、0FFFF₃₁₆、0FFFF₇₁₆、0FFFFB₁₆ 番地は、ID コードを格納する番地です。これらの番地に誤ったデータを書くと、標準シリアル入出力モードによるフラッシュメモリの読み出し書き込みができなくなります。

また、0FFFF_{F16} 番地はROMC_P レジスタです。この番地に誤ったデータを書くと、パラレル入出力モードによるフラッシュメモリの読み出し書き込みができなくなります。これらの番地は固定ベクタのベクタ番地(H)に当たります。0FFFF_{F16}番地のb₃～b₀は予約ビットです。“1111₂”を設定してください。

22.15.2 ストップモード

ストップモードに移行する場合は、FMR₀₁ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にし、DMA転送を禁止した後で、CM₁₀ビットを“1”(ストップモード)の命令を実行してください。

22.15.3 ウェイトモード

ウェイトモードに移行する場合は、FMR₀₁ ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にした後、WAIT命令を実行してください。

22.15.4 低消費電力モード、オンチップオシレータ低消費電力モード

CM₀₅ ビットが“1”(メインクロック停止)のときは、次のコマンドを実行しないでください。
・プログラム、ブロックイレーズ

22.15.5 コマンド、データの書き込み

コマンドコード、データは偶数番地に書いてください。

22.15.6 プログラムコマンド

第1 バスサイクルで“xx40₁₆”を書き、第2 バスサイクルで書き込み番地にデータを書くと自動書き込み(データのプログラムとベリファイ)を開始します。第1 バスサイクルにおけるアドレス値は、第2 バスサイクルで指定する書き込み番地と同一かつ偶数番地にしてください。

22.15.7 動作速度

CPUクロック源がメインクロックのとき、CPU書き換えモード(EW₀、EW₁モード)に入る前に、CM₀レジスタのCM₀₆ビット、CM₁レジスタのCM₁₇～CM₁₆ビットで、CPUクロックを10MHz以下にしてください。また、CPUクロック源がオンチップオシレータでf₃(ROC)を選択しているときは、CPU書き換えモード(EW₀、EW₁モード)に入る前に、ROCRレジスタのROCR₃～ROCR₂ビットを、4分周または8分周に設定してください。

いずれの場合も、PM₁レジスタのPM₁₇ビットは“1”(ウェイトあり)にしてください。

22.15.8 使用禁止命令

EW₀ モードでは、次の命令はフラッシュメモリ内部のデータを参照するため使用できません。
UND 命令、INTO 命令、JMPS 命令、JSRS 命令、BRK 命令

22.15.9 割り込み

EW0 モード

- ・可変ベクタテーブルにベクタを持つ割り込みは、ベクタをRAM領域に移すことで使用できます。
- ・ $\overline{\text{NMI}}$ 割り込み、ウォッチドッグタイマ割り込みは、割り込み発生時に強制的にFMR0レジスタ、FMR1レジスタが初期化されるので使用できます。固定ベクタテーブルに各割り込みルーチンの飛び先番地を設定してください。 $\overline{\text{NMI}}$ 割り込み、ウォッチドッグタイマ割り込み発生時は、書き換え動作が中止されるので、割り込みルーチン終了後、再度、書き換えプログラムを実行してください。
- ・アドレス一致割り込みはフラッシュメモリ内部のデータを参照するため使用できません。

EW1 モード

- ・自動書き込み、イレーズサスペンド機能を禁止した自動消去の期間に、可変ベクタテーブルにベクタを持つ割り込みや、アドレス一致割り込みが受け付けられないようにしてください。
- ・ $\overline{\text{NMI}}$ 割り込みは、割り込み発生時に強制的にFMR0レジスタ、FMR1レジスタが初期化されるので使用できます。固定ベクタテーブルに各割り込みルーチンの飛び先番地を設定してください。 $\overline{\text{NMI}}$ 割り込み発生時は、書き換え動作が中止されるので、割り込みルーチン終了後、再度、書き換えプログラムを実行してください。

22.15.10 アクセス方法

FMR01ビット、FMR02ビット、FMR11ビット、FMR16ビットを“1”にする場合、対象となるビットに“0”を書いた後、続けて“1”を書いてください。なお、“0”を書いた後、“1”を書くまでに割り込み、DMA転送が入らないようにしてください。PM24=“1”(NMI選択)のときは、 $\overline{\text{NMI}}$ 端子に“H”を入力した状態で行ってください。

22.15.11 ユーザROM領域の書き換え

EW0 モード

- ・書き換え制御プログラムが格納されているブロックを書き換えている最中に電源電圧が低下すると、書き換え制御プログラムが正常に書き換えられないため、その後フラッシュメモリの書き換えができなくなる可能性があります。この場合、標準シリアル入出力モードまたはパラレル入出力モードを使用してください。

EW1 モード

- ・書き換え制御プログラムが格納されているブロックを書き換えしないでください。

22.15.12 DMA 転送

EW1モードでは、FMR0レジスタのFMR00ビットが“0”(自動書き込み、自動消去の期間)にDMA転送が入らないようにしてください。

22.15.13 プログラム、イレーズ回数と実行時間について

ソフトウェアコマンド(プログラムコマンド、ブロックイレーズコマンド)の実行時間はプログラム、イレーズ回数とともに長くなります。

ソフトウェアコマンドはハードウェアリセット1、ハードウェアリセット2、 $\overline{\text{NMI}}$ 割り込み、ウォッチドッグタイマ割り込みで中断されます。ソフトウェアコマンドを中断した場合、そのブロックをイレーズした後に再度実行してください。

22.15.14 プログラム、イレーズ回数の定義

プログラム、イレーズ回数はブロック毎のイレーズ回数です。

プログラム、イレーズ回数がn回目(n=100、1,000、10,000)の場合、ブロック毎にそれぞれn回ずつイレーズすることができます。

例えば、2KバイトブロックのブロックAについて、それぞれ異なる番地に1ワード書き込みを1024回に分けて行った後に、そのブロックをイレーズした場合も、プログラム/イレーズ回数は1回と数えます。ただし、イレーズ1回に対して、同一番地に複数回の書き込みを行うことはできません(上書き禁止)

22.15.15 多数回の書き換えを実施するシステムについて

(製品コード: U7, U9(Normal-ver.)、U7(T-ver./V-ver.))

ブロックAおよびブロックBに対して、100回を超える書き換えを実施する可能性がある場合(U7, U9)は、リセット後、FMR1レジスタのFMR17ビットを常時“1”(ウェイトあり)に設定して使用してください。FMR17ビットを“1”(ウェイトあり)に設定すると、PM17ビットに関わらずブロックA、およびブロックBアクセス時に1ウェイトが挿入されます。その他のブロックおよび内部RAMへのアクセスはFMR17ビットに関わらずPM17ビットの設定になります。

実効的な書き換え回数を減少させる工夫として、書き込む番地を順にずらしていくなどして、ブランク領域ができるだけ残らないようにプログラム(書き込み)を実施した上で1回のイレーズを行ってください。例えば一組8ワードをプログラムする場合、最大128組の書き込みを実施した上で1回のイレーズをすることで実効的な書き換え回数を少なくすることができます。

加えてブロックA、ブロックBのイレーズ回数が均等になるようにすると更に実効的な書き換え回数を少なくすることができます。

また、ブロック毎に何回イレーズを実施したかを情報として残し、制限回数を設けることをお勧めいたします。

22.15.16 ブートモードの注意事項

電源投入時等、内部電源が安定していない状態でCNVss端子に“H”、 $\overline{\text{RESET}}$ 端子に“L”を入力すると内部電源が安定するまで入出力ポートに不定値が出力されることがあります。

CNVss端子に“H”を入力する場合は以下の手順で行ってください。

- (1) $\overline{\text{RESET}}$ 端子に“L”、CNVss端子に“L”を入力
- (2) Vcc端子が2.7V以上になって2ms以上待つ(内部電源安定待ち時間)
- (3) CNVss端子に“H”を入力
- (4) $\overline{\text{RESET}}$ 端子に“H”を入力(リセット解除)

CNVss端子が“H”、 $\overline{\text{RESET}}$ 端子が“L”の期間、P67にはプルアップ抵抗が接続されます。

22.16 ノイズ

ノイズ対策として、Vcc端子とVss端子間にバイパスコンデンサ(0.1 μ F程度)を最短でかつ、比較的太い配線を使って接続してください。図22.8にバイパスコンデンサの接続例を示します。

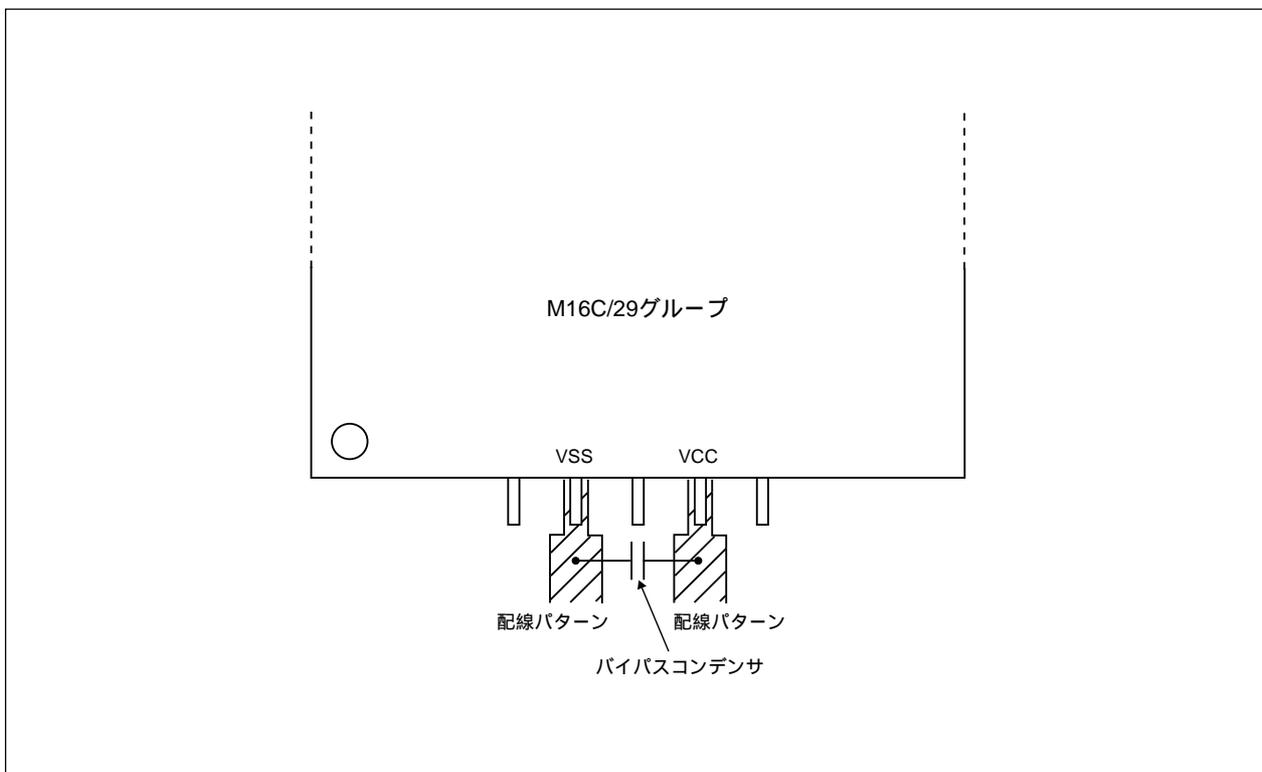


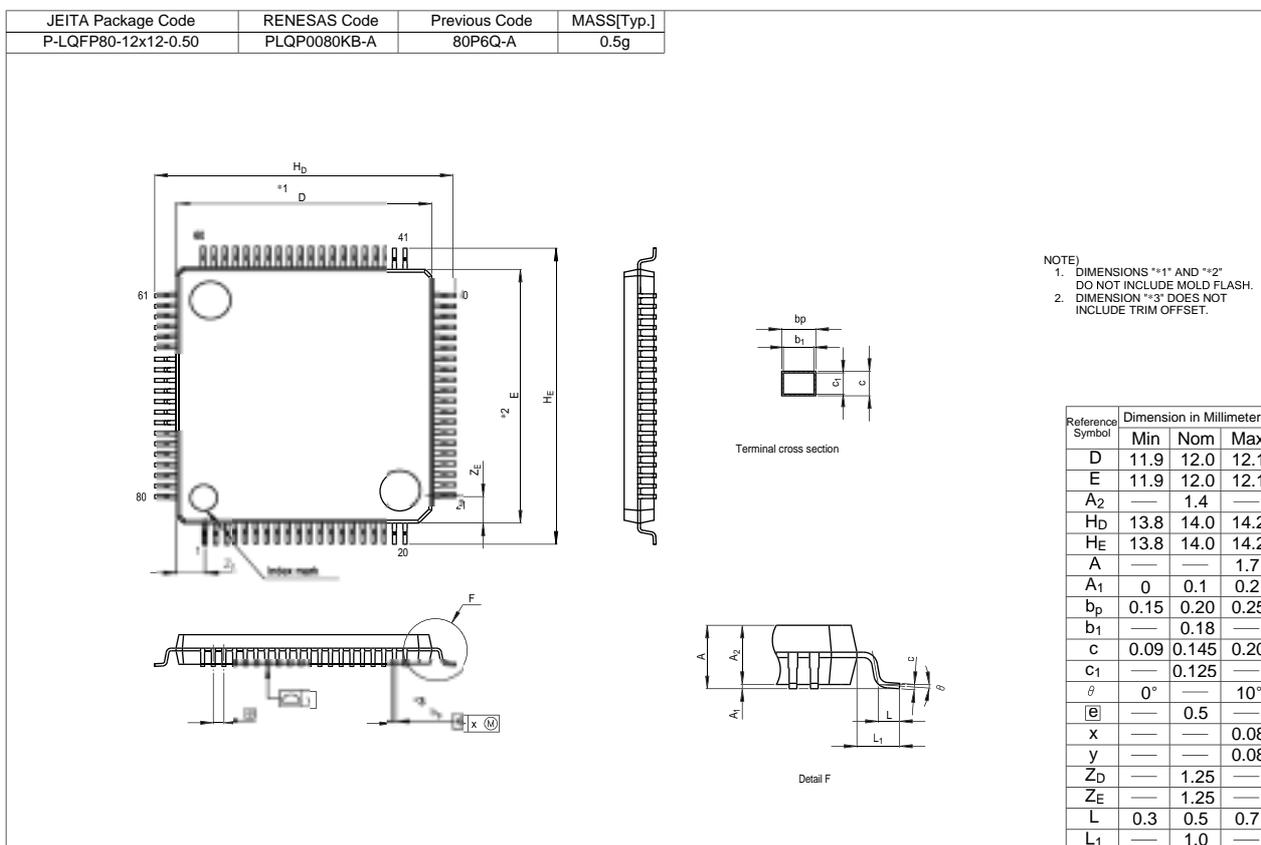
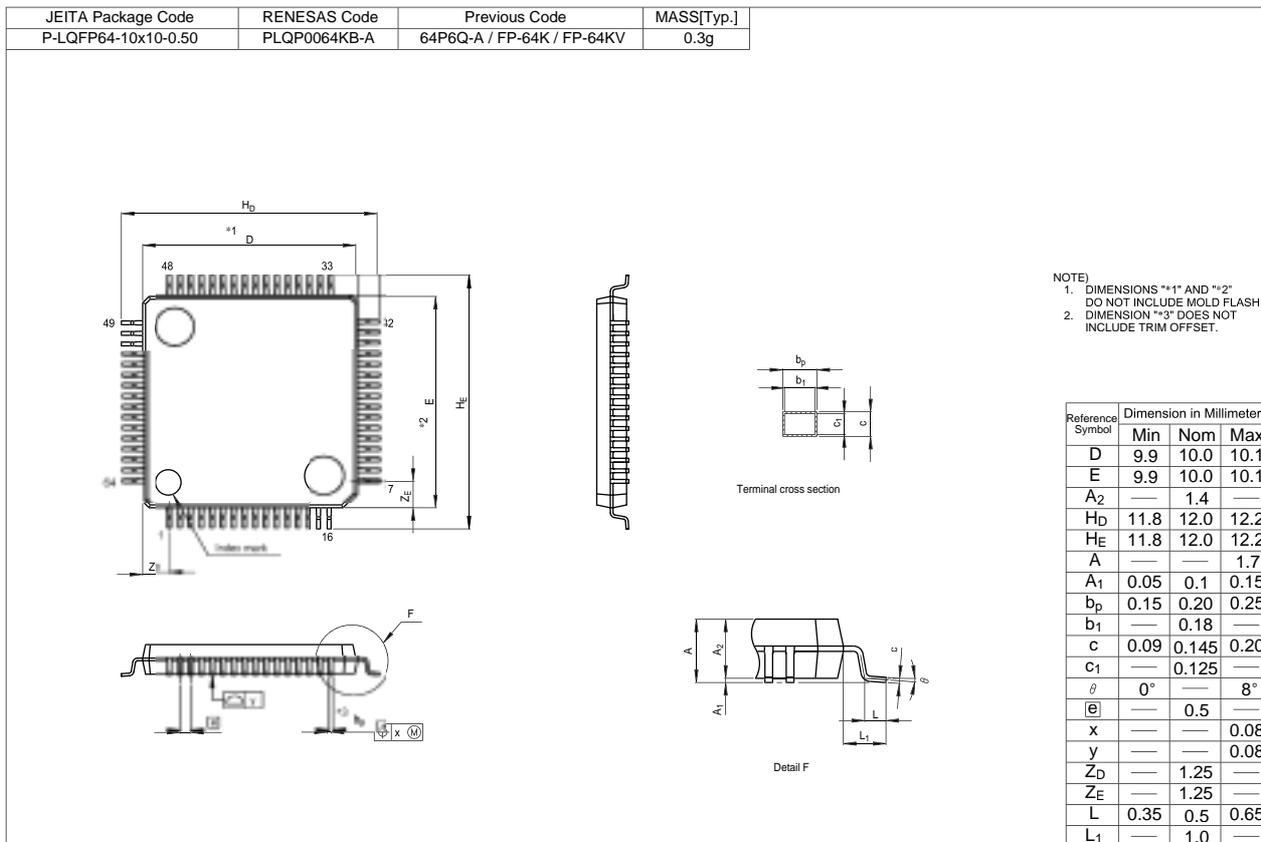
図22.8 バイパスコンデンサの接続例

22.17 デバイスの取り扱いに関する注意

静電気放電時のデバイスの破壊を防ぐため、デバイスの取り扱いには注意が必要です。

信頼性ハンドブックでは、デバイスを静電気破壊などから守るために配慮していただきたい事項について、事例を交えて説明しています。

付録1. 外形寸法図



付録2. 機能相違点

付録2.1 M16C/28グループとM16C/29グループの機能相違点(Normal-ver.)(注1)

| 項目 | 詳細項目 | M16C/28(Normal-ver.) | M16C/29(Normal-ver.) |
|-------------|--|--|---|
| クロック | クロック出力機能 | 無(予約ビット) | 有(クロック出力機能選択ビット) |
| プロテクト | PRC0ビットの機能 | CM0, CM1, CM2, POCR, PLC0, PCLKRレジスタへの書き込み許可 | CM0, CM1, CM2, POCR, PLC0, PCLKR, CCLKRレジスタへの書き込み許可 |
| 割り込み | IFSR2AレジスタのIFSR20ビットの設定 | “1”に設定してください | “0”に設定してください |
| | IFSR2Aレジスタのb1ビット | 無(予約ビット) | 割り込み要因切り替えビット(0:A/D変換 1:キー入力) |
| | IFSR2Aレジスタのb2ビット | 無(予約ビット) | 割り込み要因切り替えビット(0:CAN0ウェイクアップ/エラー) |
| | 割り込み番号13の割り込み要因 | キー入力割り込み | CAN0エラー |
| | 割り込み番号14の割り込み要因 | A/D割り込み | A/D、キー入力割り込み |
| 三相モータ制御用タイマ | 三相/ポート切り替え機能(0358 ₁₆ 番地の機能) | 無(予約レジスタ) | 有(ポート機能選択レジスタ) |
| A/D | A/D入力端子数 | 24チャンネル(AN30～AN32なし) | 27チャンネル(AN30～AN32あり) |
| | 遅延トリガモード0 | チップバージョン初版とチップバージョンAでは未対応 | 対応 |
| | 遅延トリガモード1 | チップバージョン初版とチップバージョンAでは未対応 | 対応 |
| CANモジュール | 2.0B対応 | 無(関連レジスタは全て予約レジスタ) | 有(1チャンネル) |
| CRC演算回路 | CRC-CCITT方式とCRC-16方式に対応 | 無(関連レジスタは全て予約レジスタ) | 有(1回路) |
| 端子の機能 | 2pin(80 / 85ピン版)、62pin(64ピン版)の機能 | P93/AN24 | P93/AN24/CTX |
| | 3pin(80 / 85ピン版)、64pin(64ピン版)の機能 | P92/TB2IN | P92/AN32/TB2IN/CRX |
| | 4pin(80 / 85ピン版)、1pin(64ピン版)の機能 | P91/TB1IN | P91/AN31/TB1IN |
| | 5pin(80 / 85ピン版)、2pin(64ピン版)の機能 | P90/TB0IN | P90/AN30/TB0IN/CLKOUT |
| フラッシュメモリ | 標準シリアル入出力モードでのP93端子 | 入力(128K版以外) 入出力(128K版) | CTX出力 |

注1: M16C/28グループとM16C/29グループのエミュレータは共通のため、エミュレータはM16C/29の機能を全て内蔵しています。M16C/28グループの評価時、M16C/28グループに内蔵していないISFRへのアクセスはしないでください。詳細と電気的特性については、各ハードウェアマニュアルを参照してください。

付録2.2 M16C/28グループとM16C/29グループの機能相違点(T-ver./V-ver.)(注1)

| 項目 | 詳細項目 | M16C/28(T-ver./V-ver.) | M16C/29(T-ver./V-ver.) |
|----------|----------------------------------|--|---|
| プロテクト | PRC0ビットの機能 | CM0, CM1, CM2, POCR, PLC0, PCLKRレジスタへの書き込み許可 | CM0, CM1, CM2, POCR, PLC0, PCLKR, CCLKRレジスタへの書き込み許可 |
| 割り込み | IFSR2AレジスタのIFSR20ビットの設定 | “1”に設定してください | “0”に設定してください |
| | IFSR2Aレジスタのb1ビット | 無(予約ビット) | 割り込み要因切り替えビット(0:A/D変換 1:キー入力) |
| | IFSR2Aレジスタのb2ビット | 無(予約ビット) | 割り込み要因切り替えビット(0:CAN0ウェイクアップ/エラー) |
| | 割り込み番号13の割り込み要因 | キー入力割り込み | CAN0エラー |
| | 割り込み番号14の割り込み要因 | A/D割り込み | A/D、キー入力割り込み |
| CANモジュール | 2.0B対応 | 無(関連レジスタは全て予約レジスタ) | 有(1チャンネル) |
| 端子の機能 | 2pin(80 / 85ピン版)、62pin(64ピン版)の機能 | P93/AN24 | P93/AN24/CTX |
| | 3pin(80 / 85ピン版)、64pin(64ピン版)の機能 | P92/AN32/TB2IN | P92/AN32/TB2IN/CRX |

注1：M16C/28グループとM16C/29グループのエミュレータは共通のため、エミュレータはM16C/29の機能を全て内蔵しています。M16C/28グループの評価時、M16C/28グループに内蔵していないISFRへのアクセスはしないでください。詳細と電気的特性については、各ハードウェアマニュアルを参照してください。

索引

A

AD0 ~ AD7 **226**
ADCON0 ~ ADCON2 **224**
ADIC **76**
ADSTAT0 **226**
ADTRGCON **225**
AIER **88**

B

BCNIC **76**
BTIC **76**

C

C01ERRIC **76**
C01WKIC **76**
C0AFS **299**
C0CONR **297**
C0CTLR **293**
C0ICR **296**
C0IDR **296**
C0MCTLj **292**
C0RECIC **76**
C0RECR **298**
C0SSTR **295**
C0STR **294**
C0TECR **298**
C0TRMIC **76**
C0TSR **299**
CCLKR **53**
CM0 **49**
CM1 **50**
CM2 **51**
CPSRF **105, 118**
CRCDC **314**
CRCIN **314**
CRCMR **314**
CRCSAR **314**

D

D4INT **40**
DAR0 **95**
DAR1 **95**
DM0CON **94**

DM0IC **76**
DM0SL **93**
DM1CON **94**
DM1IC **76**
DM1SL **94**
DTT **129**

F

FMR0 **341**
FMR1 **341**
FMR4 **342**

G

G1BCR0 **142**
G1BCR1 **143**
G1BT **142**
G1BTRR **144**
G1DV **143**
G1FE **148**
G1FS **148**
G1IE0 **150**
G1IE1 **150**
G1IR **149**
G1PO0 ~ G1PO7 **147**
G1POCR0 ~ G1POCR7 **146**
G1TM0 ~ G1TM7 **146**
G1TMCR0 ~ G1TMCR7 **145**
G1TPR6 ~ G1TPR7 **145**

I

ICOC0IC **76**
ICOC1IC **76**
ICTB2 **129**
IDB0 **129**
IDB1 **129**
IFSR **77, 85**
IFSR2A **77**
IICIC **76**
INT0IC ~ INT2IC **76**
INT3IC **76**
INT4IC **76**
INT5IC **76**
INVC0 **127**
INVC1 **128**

K

KUPIC 76

N

NDDR 327

O

ONSF 105

P

P0 ~ P3 324

P17DDR 327

P6 ~ P10 324

PACR 177, 326

PCLKR 52

PCR 326

PD0 ~ PD3 323

PD6 ~ PD10 323

PDRF 137

PFCR 139

PLC0 53

PM0 44

PM1 44

PM2 45, 52

PRCR 69

PUR0 ~ PUR2 325

R

RMAD0 88

RMAD1 88

ROCR 50

ROMCP 336

S

S00 258

S0D0 257

S0RIC ~ S2RIC 76

S0TIC ~ S2TIC 76

S10 260

S1D0 259

S20 258

S2D0 263

S3BRG 218

S3C 218

S3D0 261

S3IC 76

S3TRR 218

S4BRG 218

S4C 218

S4D0 262

S4IC 76

S4TRR 218

SAR0 95

SAR1 95

SCLDAIC 76

T

TA0 ~ TA4 104

TA0IC ~ TA4IC 76

TA0MR ~ TA4MR 103

TA1 130

TA11 130

TA1MR 133

TA2 130

TA21 130

TA2MR 133

TA4 130

TA41 130

TA4MR 133

TABSR 104, 118, 132

TB0 ~ TB2 118

TB0IC ~ TB2IC 76

TB0MR ~ TB2MR 117

TB2 132

TB2MR 133

TB2SC 131, 227

TCR0 95

TCR1 95

TPRC 139

TRGSR 105, 132

U

U0BRG ~ U2BRG 174

U0C0 ~ U2C0 176

U0C1 ~ U2C1 177

U0MR ~ U2MR 175

U0RB ~ U2RB 174

U0TB ~ U2TB 174

U2SMR 178

U2SMR2 178

U2SMR3 179

U2SMR4 179

UCON 176

UDF 104

VVCR1 **39**VCR2 **39****W**WDC **90**WDTS **90**

改訂履歴

M16C/29 グループ ハードウェアマニュアル

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|----------|--|--|
| | | ページ | ポイント |
| 0.61 | 04/03/10 | B-1 33 36 40 41 49 64 65 72 77 121 125 128 132 238 289 315 318 339 357 ~ 369 370 380 395 396、397 401 ~ 404 | 0009 ¹⁶ 番地のレジスタ名称を修正。 「6. プロセッサモード」の本文を修正。 図 7.2 CM0 レジスタの CM05 ビットの注 4 と注 4 の文章を修正。 図 7.7 の CCLKR レジスタの b7 ~ b4 の記述を修正。 「7.1 メインクロック」の本文を一部修正。 「7.6.3 ストップモード」の本文の 7 行目の不要な “I” を削除。 図 9.3.2 の IFSR2A レジスタに注 1 を追加。 9.3.2 IR ビットの本文を 1 文削除。 9.6 INT 割り込みの本文の 3 行目に 1 文追加。 1 行目の文章を前ページへ移動。 図 12.3.9 PFCR レジスタ、TPRC レジスタを削除。 「12.3.2 三相/ポート出力機能切り替え機能」と図 12.3.2.1 PFCR レジスタ、TPRC レジスタを追加。 図 13.2 の G1BCR0 レジスタに注 2 を追加。 図 13.6 の時間計測制御レジスタの注 1.2.3 をそれぞれ注 2.3.4 に変更し、新たに注 1 を追加。 図 15.5.1 のコンデンサの容量を修正。 表 17.2 を修正。 「20. 電気的特性」に V-version についての記述を追加。 表 20.4 と表 20.5 の表題を修正。注 6 と注 10 を修正。 表 20.43 と表 20.44 の表題を修正。注 10 を修正。 「20.3 V バージョン」を削除。 本文を一部修正。表 21.1 のプログラム、イレーズ回数を修正。 「FMR17 ビット」の本文を一部修正。 表 21.9.1 を修正。 図 21.9.1、図 32.9.2 のモード設定方法を修正。 “21.11 CAN 入出力モード” を追加。 |
| 0.70 | 04/04/05 | 2, 3 28 29 35 39 40 64 93 105 111 112 114 118 124 158 164 165 211 225 226 227, 228 229 231 300 | 表 1.2.1 と表 1.2.2 を一部修正。 図 5.5.2 を一部修正。 図 5.5.3 の電圧検出レジスタ 2 の注 2 を一部修正。 図 7.1 に fCAN のロジックを追加 図 7.6 の PM2 レジスタを一部修正 図 7.7 の CCLKR レジスタを一部修正 図 9.3.2 の IFSR2A レジスタを一部修正 表 12.1.1.1 の分周比を一部修正 図 12.2.3 のタイマ Bi レジスタに注 3 を追加 “12.2.4 A-D トリガモード” の本文、表 12.2.4.1、図 12.2.4.1 を一部修正 図 12.2.4.2 を一部修正 図 12.3.2 の INC0 レジスタに注 10 を追加。 図 12.3.6 を一部修正 「12.3.1.2.4 保持トリガ極性選択ビット(PDRT)」と図 12.3.1.2.1 を修正。 図 14.1 を一部修正 図 14.7 の「UART2 特殊モードレジスタ 2」を一部修正 図 14.8 の「UART2 特殊モードレジスタ 3」を一部修正 図 15.5 を一部修正 表 15.1.7.1 を一部修正 図 15.1.7.1 を一部修正 図 15.1.7.2 と 15.1.7.3 を一部修正 図 15.1.7.4 を削除 図 15.1.7.6 を一部修正 図 18.3 を修正 |

改訂履歴

M16C/29 グループ ハードウェアマニュアル

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|----------|---|---|
| | | ページ | ポイント |
| | | 319 340 378 382 384 385 386 388 389 390 | 表 20.6 に注 3 を追加。 表 20.45 に注 3 を追加。 「21.4.2 EW1 モード」の本文を一部修正。 図 21.5.2 の注 1 と注 2 を一部修正。 図 21.5.1.3 を一部修正。 「21.6.2 割り込み」の本文を一部修正。 「21.6.6 DMA 転送」の本文を一部修正。 「21.7.4 プリグラムコマンド」の本文を一部修正。図 21.7.4.1 の注 2 を修正。 「21.7.5. ブロックイレーズ」の本文を一部削除。図 21.7.5.1 の注 2 を修正。 図 21.7.5.2 の注 4 を修正。 |
| 0.71 | 04/04/15 | B-1 B-4, B-5 6, 7 13 14, 15 20, 21 28 32 33 39 63 64 125 136 227, 228 232 ~ 234 237 241 243 301 316 317 318 337 338 339 356 | 番地別ページ早見表を一部修正。 番地別ページ早見表を一部修正。 表 1.4.1 ~ 1.4.3 を一部修正。 図 3.1 に注 2 を追加。 SFR メモリマップを一部修正。 SFR メモリマップを一部修正。 「5.5 電圧検出回路」の本文を一部修正。 図 5.5.1.1.2.1 を一部修正。 図 6.2 を一部修正。 図 7.6 の PM2 レジスタを一部修正。 図 9.3.1 を一部修正。 図 9.3.2 の「割り込み要因選択レジスタ 2」を一部修正。 「12.3.2 三相/ポート出力機能切り替え機能」に説明図を追加。 図 13.10 に注 1 を追加。 図 15.1.7.2 と図 15.1.7.3 を一部修正。 図 15.1.8.1 ~ 図 15.1.8.3 を一部修正。 図 15.5.1 を一部修正。 図 16.2 の表題を修正。 図 16.4 を一部修正。 「19.6 デジタルデバウンス機能」の本文を一部修正。 表 20.3 の注 2 を一部修正。 表 20.4 と表 20.5 を一部修正。 表 20.7 を一部修正。 表 20.42 を一部修正。 表 20.43 と表 20.44 を一部修正。 表 20.46 を一部修正。 表 21.1 を一部修正。 |
| 0.90 | 04/11/05 | B-1 B-4 2,3 6 8 9,10 11 15 ~ 25 22 23 25 | 000E ₁₆ 番地と 000F ₁₆ 番地のレジスタ名称の用語を統一 025C ₁₆ 番地のレジスタ名称の用語を統一 表 1.2.1 と表 1.2.2 を一部修正、用語を統一 電圧検出回路、プログラム、イレーズ回数、注 3、注 4 を修正 “1.4 製品一覧”の本文を修正 表 1.4.4 製品コードと図 1.4.2 マーキング図を追加 図 1.5.1 と図 1.5.2 を一部修正 表 1.6.1 を一部修正。 “4. SFR”の記載を変更、一部修正 “033E ₁₆ 番地”、“033F ₁₆ 番地”のレジスタ名称を修正 “三相バッファレジスタ 0、1”のリセット後の値を修正 “A/D トリガ制御レジスタ”のリセット後の値を修正 |

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|-----|---------|--|
| | | ページ | ポイント |
| | | 26 | “ 5. リセット ”、“ 5.1.1 ハードウェアリセット 1 ”、“ 5.1.2 ハードウェアリセット 2 ”の本文を一部修正 |
| | | 27 | “ 5.2 ソフトウェアリセット ”、“ 5.3 ウォッチドッグタイマリセット ”、“ 5.4 発振停止検出リセット ”を一部修正 |
| | | 29 ~ 34 | “ 電圧検出回路 ”を修正 |
| | | 35 | 図 6.2 を一部修正、用語を統一 |
| | | 36 | “ 7. クロック発生回路 ”の(1)と表 7.1 の用語を統一 |
| | | 37 ~ 41 | 図 7.1 ~ 図 7.6 の用語を統一 |
| | | 38 | 図 7.2 の注 12 の(2)を修正 |
| | | 39 | 図 7.4 の b7 ~ b4 を修正 |
| | | 41 | 図 7.6 の PCLKR レジスタを修正。PM2 レジスタの b4 の設定値を削除、注 2 を修正。 |
| | | 43 | “ 7.1 メインクロック ”を一部修正、用語を統一 |
| | | 45 | “ 7.3 ”の用語を統一。 |
| | | | “ 7.4 PLL クロック ”を一部修正(ストップモードへ移行してください) |
| | | 47 | “ 7.5.1 CPU クロック ”の用語を統一。 |
| | | | “ 7.5.2 周辺機能クロック ”を一部修正、用語を統一 |
| | | 48 ~ 51 | “ 7.6 パワーコントロール ”の用語を統一 |
| | | 49 | “ 7.6.2 ウェイトモード ”を一部修正 |
| | | 50 | “ 7.6.2.3 ウェイトモード時の端子の状態 ”を修正、表 7.6.2.3.1 を追加。 表 7.6.2.4.1 に “ マルチマスタ I ² C bus ”と “ タイマ S ”の項目を追加 |
| | | 52,53 | 本文に一部追加。図 7.6.1 と図 7.6.1.1 を一部修正、用語を統一。 |
| | | 54 | 表 7.6.1 の用語を統一 |
| | | 56,57 | “ 7.8.2 CM27 ビットが “ 1 ” の場合の動作 ”と “ 7.8.3 発振停止、再発振検出機能の使用方法 ”の用語を統一 |
| | | 58 | “ 8. プロテクト ”と図 8.4 に “ NDDR レジスタ ”を追加 |
| | | 59 | “ 9. 割り込み ”の本文に注意事項を追加、図 9.4 の用語を統一 |
| | | 61 | “ 9.1.2.1.3 ”の用語を統一 |
| | | 62 | 表 9.2.1.1 の用語を統一、注 2 を追加 |
| | | 63 | 表 9.2.2.1 の用語を統一 |
| | | 64 | “ 9.3 割り込み制御 ”の本文を一部修正 |
| | | 66 | 図 9.3.2 を一部修正(IFSR21, IFSR26, IFSR27 の各ビットの機能を修正) |
| | | 67 | 表 9.3.3.1 の表題を修正 |
| | | 69 | 表 9.4.2.1 の用語を統一 |
| | | 72 | “ 9.5 割り込み優先順位 ”と図 9.5.1 の用語を統一 |
| | | 73 | 図 9.5.1.1 の用語を統一 |
| | | 74 | “ 9.6 INT 割り込み ”と “ 9.7 NMI 割り込み ”に注意事項を追加。図 9.6.1 の図題を修正 |
| | | 78,79 | “ 10. ウォッチドッグタイマ ”の用語を統一。図 10.2 の “ WDC レジスタ ”の注 2 を修正、 b4 ~ b0 のビットシンボルの記載を修正 |
| | | 80 | “ 10.2 コールドスタート/ウォームスタート ”を追加 |
| | | 81 | “ 11. DMAC ”の本文に注意事項を追加 |
| | | 82 | 表 11.1 を一部修正 |
| | | 83,84 | 図 11.2 と図 11.3 の “ DMA _i 要因選択レジスタ ”を修正 |
| | | 91,92 | 図 12.1 と図 12.2 の用語を統一 |
| | | 95 | 図 12.1.4 の “ トリガ選択レジスタ ”を修正、注 2 を追加 |
| | | 97 | 表 12.1.2.1 の表題を修正 |
| | | 102 | 表 12.1.3.1 の “ カウント開始条件 ”の 2 項目めの記載を整えた |
| | | 104 | 表 12.1.4.1 の “ カウント開始条件 ”の 3 項目めの次の不要な “ ・ ”を削除 |
| | | 105 | 図 12.1.4.1 の “ MR0 ”ビットのビット名と機能を修正 |
| | | 107 | “ 12.2 タイマ B ”本文と図 12.2.2 の用語を統一 |
| | | 108 | 図 12.2.3 の “ タイマ Bi レジスタ ”の用語を統一 |
| | | 109 | 図 12.1.1.1 の “ タイマ Bi モードレジスタ ”の用語を統一 |

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|-----|---------|---|
| | | ページ | ポイント |
| | | 112 | 表 12.2.3.1 の注 3 を記述 |
| | | 113 | “ 12.2.4 A/D トリガモード ” の本文と表 12.2.4.1、図 12.2.4.1 の用語を統一、一部修正 |
| | | 114 | 図 12.2.4.2 の用語を統一、一部修正 |
| | | 116 | 図 12.3.1 で INV13 ビットのインバータを削除、INV12 で選択するカウントソースを修正 |
| | | 117 | 図 12.3.2 の INV00 ビットの機能と、注 3 のレジスタ名称、注 5 の全文を修正 |
| | | 118 | 図 12.3.3 に注 2 を追加 |
| | | 119 | 図 12.3.4 の “ 三相出力バッファレジスタ ” のリセット後の値を修正、図題を修正 |
| | | 121 | 図 12.3.6 の “ タイマ B2 特殊モードレジスタ ” の用語を統一、b3,b2 の設定値を削除 |
| | | 124 | 図 12.3.9 を一部修正 |
| | | 127 | 図 12.3.1.2.1 の b7 ~ b4 のビットシンボルに上付きのバーを追加 |
| | | 131 | 図 13.1 の用語を統一 |
| | | 132 | 図 13.2 の “ ベースタイマレジスタ ” のリセット後の値の値の表記を修正。 “ ベースタイマ動作時 ” の読み出した場合の機能を修正。 |
| | | 135 | 図 13.5 の “ ベースタイマリセットレジスタ ” リセット後の値の表記を修正 |
| | | 137 | 図 13.7 の “ 時間計測レジスタ j ” のリセット後の値の表記を修正。 波形生成制御レジスタ j に注 4 を追加。 |
| | | 138 | 図 13.8 の “ 波形生成レジスタ j ” のリセット後の値の表記を修正 |
| | | 139 | 図 13.9 の “ 機能許可レジスタ ” に注 2 を追加 |
| | | 140 | 図 13.10 の “ 割り込み要求レジスタ ” のリセット後の値の表記を修正 |
| | | 142 | 表 13.1.1 の “ タイマの読み出し ” のベースタイマ動作中の記述を一部修正 |
| | | 148 | 表 13.4.1 の選択機能のデジタルデバウンスを一部修正 |
| | | 153 | 表 13.5.1.1 の “ 割り込み要求 ” を一部修正 |
| | | 154 | 図 13.5.1.1 を一部修正 |
| | | 155 | 表 13.5.2.1 の “ 割り込み要求 ” を一部修正 |
| | | 156 | 図 13.5.2.1 を一部修正 |
| | | 157 | 表 13.5.3.1 の “ 割り込み要求 ” を一部修正 |
| | | 158 | 図 13.5.3.1 を一部修正 |
| | | 159 | “ 13.6 入出力ポート機能選択 ” の本文を一部修正 |
| | | 160 | “ 13.6.1 INPC17 代替入力端子の選択 ” を一部修正 |
| | | 161 | “ 14. シリアル I/O ” の本文に注意事項を追加。“ 14.1 UART ” の本文で図 14.2 の図題を修正 |
| | | 162,163 | 図 14.1 と図 14.2 を修正(ビットシンボルを追加) |
| | | 164 | 図 14.3 の “ UARTi 転送速度レジスタ ” の注を変更 |
| | | 165 | 図 14.4 の “ UART2 送受信モードレジスタ ” を一部修正 |
| | | 166 | 図 14.5 の “ UARTi 送受信制御レジスタ 0 ” の注 4 を修正、注 5 と注 6 を追加。 “ UART 送受信制御レジスタ 2 ” の注 2 を追加。 |
| | | 167 | 図 14.6 に “ 端子割り当て制御レジスタ ” を追加 |
| | | 168 | 図 14.7 を一部修正 |
| | | 170,172 | 表 14.1 の転送クロックと表 14.3 を一部修正 |
| | | 173 | 図 14.9 の(2)受信タイミング例で割り込み制御レジスタのシンボルを修正 |
| | | 174 | “ 14.1.1.1 通信エラー発生時の対処方法 ” を追加 |
| | | 178 | 表 14.5 の転送クロックを一部修正 |
| | | 180 | 表 14.7 の RxDi の選択機能を修正。表 14.8 の表題を修正、注 1 を追加。 |
| | | 182,183 | “ 14.1.2.1 転送速度 ” と “ 14.1.2.2 通信エラー発生時の対処方法 ” を追加 |
| | | 186 | “ 14.1.3 特殊モード 2 ” の本文と表 14.10 の転送クロックを一部修正 |
| | | 188 | 表 14.11 の “ SDHI ” の機能の項目を修正 |
| | | 189 | 表 14.12 を一部修正 |
| | | 190 | 表 14.13 の割り込み番号 10 要因の I ² C bus モードの欄の参照を修正、 機能の DMA1 要因の参照を修正 |
| | | 193 | “ 14.1.3.3 アービトレーション ” を一部修正 |
| | | 196 | 表 14.15 の転送クロックを一部修正。図 14.25 を一部修正 |
| | | 197 | 表 14.16 の “ UFORM ” を修正 |

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|-----|-----------|---|
| | | ページ | ポイント |
| | | 202 | 表 14.18 の転送クロックを一部修正 |
| | | 203 | 表 14.19 の “ NCH ” を修正 |
| | | 204,205 | 図 14.30 と “ 14.1.6.1 パリティエラー信号出力機能 ” を一部修正 |
| | | 207 | 図 14.34 を一部修正、用語を統一 |
| | | 208 | 図 14.35 の SI/O 制御レジスタの内部同期クロック選択ビットと注 1 を修正 |
| | | 209 | 表 14.20 の転送クロックを修正 |
| | | 212 | “ 15. A/D コンバータ ” の本文を修正、注意事項を追加。表 15.1 の “ 積分非直線性誤差 ” の記述を修正。アナログ入力端子の注 3 を削除、ピン数の記載を修正 |
| | | 213 | 図 15.1 のレジスタ名称を修正 |
| | | 214 ~ 217 | 図 15.2 ~ 図 15.5 と表 15.2 の用語を統一 |
| | | 216 | 図 15.4 の “ A/D レジスタ i ” のアドレスのフォントをサイズを修正 |
| | | 218,219 | “ 15.1.1 単発モード ” の本文、表 15.1.1.1、図 15.1.1.1 と図 15.1.1.2 の用語を統一 |
| | | 220,221 | 表 15.1.1.1 の “ 機能 ” の無駄なスペースを削除、 “ A/D 変換開始条件 ” に “ (再トリガ可能) ” を追記 |
| | | 222,223 | “ 15.1.2 繰り返しモード ” の本文、表 15.1.2.1、図 15.1.2.1 と図 15.1.2.2 の用語を統一 |
| | | 222,223 | 表 15.1.2.1 の “ A/D 変換開始条件 ” に “ (再トリガ可能) ” を追記 |
| | | 222,223 | “ 15.1.3 単掃引モード ” の本文、表 15.1.3.1、図 15.1.3.1 と図 15.1.3.2 の用語を統一。 |
| | | 224,225 | 表 15.1.3.1 の “ A/D 変換開始条件 ” に “ (再トリガ可能) ” を追記、 “ 割り込み要求発生タイミング ” を修正。図 15.1.3.1 の条件の記述を修正。 |
| | | 224,225 | “ 15.1.4 繰り返し掃引モード 0 ” の本文、表 15.1.4.1、図 15.1.4.1 と図 15.1.4.2 の用語を統一 |
| | | 226,227 | 表 15.1.4.1 の “ A/D 変換開始条件 ” に “ (再トリガ可能) ” を追記、図 15.1.4.1 の条件の記述を修正。 |
| | | 226,227 | “ 15.1.5 繰り返し掃引モード 1 ” の本文、表 15.1.5.1、図 15.1.5.1 と図 15.1.5.2 の用語を統一 |
| | | 228 ~ 230 | 表 15.1.5.1 の “ A/D 変換開始条件 ” に “ (再トリガ可能) ” を追記、図 15.1.5.1 の条件の記述を修正。 |
| | | 228 ~ 230 | “ 15.1.6 同時サンプル掃引モード ” の本文、表 15.1.6.1、図 15.1.6.1 と図 15.1.6.2、図 15.1.6.3、 |
| | | 228 ~ 230 | 表 15.1.6.2 の用語を統一。表 15.1.6.1 の “ A/D 変換開始条件 ” に “ (再トリガ可能) ” を追記。 |
| | | 228 ~ 230 | 表 15.1.6.2 のタイマ B2 の記述をタイマ B2 割り込みに修正 |
| | | 231 ~ 236 | 図 15.1.6.1 の条件の記述を修正。図 15.1.6.2 の “ A/D 制御レジスタ 2 ” の b7 ~ b6 の記述を修正。 |
| | | 231 ~ 236 | “ 15.1.7 遅延トリガモード 0 ” の本文、表 15.1.7.1、図 15.1.7.1 ~ 図 15.1.7.5 の用語を統一。表 15.1.7.1 |
| | | 231 ~ 236 | の割り込み要求発生タイミングを修正。図 15.1.7.1 と図 15.1.7.2 の条件の記述を修正。図 15.1.7.2 と |
| | | 231 ~ 236 | 図 15.1.7.3 のフラグの説明の記述位置を修正。図 15.1.7.4 の “ A/D 制御レジスタ 2 ” の b7 ~ b6 の記述 |
| | | 231 ~ 236 | を修正。図 15.1.7.5 の b3,b2 の設定値を修正。 |
| | | 237 ~ 242 | “ 15.1.8 遅延トリガモード 1 ” の本文、表 15.1.8.1、図 15.1.8.1 ~ 図 15.1.8.5 の用語を統一 |
| | | 237 ~ 242 | 図 15.1.8.1 と図 15.1.8.2 の条件の記述を修正。図 15.1.8.4 の “ A/D 制御レジスタ 2 ” の b7 ~ b6 の記述 |
| | | 237 ~ 242 | を修正。図 15.1.8.5 の b2 の設定値を修正。 |
| | | 243 | “ 15.2 分解能選択機能 ”、 “ 15.3 サンプル & ホールド ”、 “ 15.4 消費電流低減機能 ” |
| | | 244 | の用語を統一。 “ 15.5 アナログ入力端子と外部センサー等価回路例 ” を削除 |
| | | 244 | “ 15.6 A-D 変換器の注意事項 ” を削除。 |
| | | 245 ~ 276 | “ 15.5 A/D 変換時のセンサーの出カインピーダンス ” を追加 |
| | | 245 | “ 16. マルチマスタ I ² C bus インタフェース ” 用語を修正。 |
| | | 246 | 本文のレジスタ名称を修正、表 16.1 を修正、 “ 入出力端子 ” を追加 |
| | | 247 ~ 253 | 図 16.1 を修正 |
| | | 247 ~ 253 | 図 16.2 ~ 図 16.8 を一部修正。表 16.2 を一部修正。 |
| | | 254 | “ 16.1 I ² C0 データシフトレジスタ ” を修正 |
| | | 255,256 | “ 16.3 ”、 “ 16.3.2 ”、 “ 16.3.4 ” を一部修正。表 16.3 を修正。 |
| | | 257,258 | “ 16.4 I ² C0 コントロールレジスタ 0 ” を一部修正 |
| | | 259 ~ 261 | “ 16.5 I ² C0 ステータスレジスタ ” を一部修正 |
| | | 257 ~ 259 | “ 16.6 I ² C0 コントロールレジスタ 1 ” を一部修正 |
| | | 260,261 | “ 16.7 I ² C0 コントロールレジスタ 2 ” を一部修正 |
| | | 262 | “ 16.8 I ² C0 スタート/ストップコンディション制御レジスタ ” を一部修正 |
| | | 263 ~ 271 | “ 16.9 スタートコンディション発生方法 ” から “ 16.14 使用上の注意事項を一部修正 ” |
| | | 273 | “ 16.13.2 スレーブ受信例 ” の(9)を修正 |
| | | 304 | “ 18.1 SFR アクセス監視機能 ” の 2 行目の誤記を修正 |

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|-----|-----------|--|
| | | ページ | ポイント |
| | | 307 | “ 19.5 端子割り当て制御レジスタ ” の “ CTS1/RTS1 ” に上付きのバーを追加。 |
| | | 308,310 | “ 19.6 デジタルデバウンスフィルタ ” の 4 行目の端子の記述を入れ替え |
| | | 313 | 図 19.1 の P17 と図 19.3 の P85 のフィルタ(デジタルデバウンス)の用語を統一 |
| | | 314 | 図 19.1.1 の “ ポート P9 方向レジスタ ” のリセット後の値を修正 |
| | | 316 | 図 19.2.1 の “ P6 ~ P8 ” のリセット後の値の文字サイズを修正。“ ポート P9 レジスタ ” の機能の余分な表記を削除、注 2 の読み出し値を修正。b4 の表記を修正 |
| | | 317 | 図 19.5.1 の注 1 を修正 |
| | | 318 | 図 19.6.1 にストップモード時の注意事項を追加。プロテクトの注意事項を修正。 |
| | | 319 | 図 19.6.2 の図題を修正 |
| | | 320 ~ 396 | 表 19.1 の注 3 の位置を修正。注 5 を追加。 |
| | | 320 | “ フラッシュメモリ版 ” と “ 電気的特性 ” の章番号を入れ替え、図表番号を修正 |
| | | 322,323 | “ 20.1 フラッシュメモリの性能 ” に CAN 入出力モードを追加。 |
| | | 326 | 表 20.1 の “ プログラム、イレーズ回数 ” を修正 |
| | | 327 | “ 20.2 メモリ配置 ” の本文を修正。CAN 入出力モードを追加、ブロック 0,1 の書き換え方法を修正、ブート ROM 領域の記述を追加 |
| | | 328 | 図 20.3.2.1 の用語を統一 |
| | | 329 | “ 20.4 CPU 書き換えモード ” と表 20.4.1 を一部修正 |
| | | 331 | “ 20.4.1 EW0 モード ” と “ 20.4.2 EW1 モード ” を一部修正 |
| | | 334 | “ FMSTP ビット ” の用語を統一 |
| | | 335,336 | 図 20.5.1 を一部修正 |
| | | 337 | 図 20.5.1.3 を一部修正、用語を統一 |
| | | 339 | “ 20.6.1 動作速度 ” と “ 20.6.3 割り込み ”、“ 20.6.10 ” の用語を統一。 |
| | | 345 | “ 20.6.4 アクセス方法 ” に FMR16 ビットを追加。 |
| | | 346,347 | “ 20.6.9 ストップモード ” の本文を一部修正 |
| | | 348,349 | “ 20.7.5 ブロックイレーズ ” の本文に注意事項を追加 |
| | | 351 | 表 20.9.1 と注 2 を修正、VREF の機能の用語を統一 |
| | | 352 ~ 354 | 図 20.9.1 と図 20.9.2 を修正 |
| | | 355 | 図 20.9.2.1 と図 20.9.2.2 を修正 |
| | | 356 | 表 20.11.1 と注 1 を修正、VREF の機能の用語を統一 |
| | | 357 | 図 20.11.1 ~ 図 20.11.3 を修正 |
| | | 358 | 表 21.1 の “ 動作周囲温度 ” を修正 |
| | | 359 | 表 21.2 の用語を統一、動作周波数のグラフを修正。 |
| | | 360 | オンチップオシレータ発振周波数 1,2,3 のそれぞれ最小値と最大値のデータを追加。 |
| | | 361 | 表 21.3 を修正、“ 許容信号源インピーダンス ” を追加 |
| | | 365 | 表 21.4 に “ フラッシュメモリ回路安定待ち時間 ” を、表 21.5 に “ フラッシュメモリ回路安定待ち時間 ” と “ データ保持時間 ” をそれぞれ追加 |
| | | 366 | 表 21.6 と表 21.7 を修正(データを記載)、タイミング説明図を変更 |
| | | 368 | 表 21.8 に “ ヒステリシス XIN ” を追加 |
| | | 369 | 表 21.9 から “ Idet2 ” の項目を削除、用語を統一。“ オンチップオシレータ発振動作 125kHz 時 ” の標準値を修正。“ f(XIN)=20MHz ” の最大値、“ f(BCLK)=32kHz, ウェイトモード、発振能力 Low ” の標準値と Idet4, Idet3 のデータを記載。 |
| | | 374 | 表 21.20 の表題の用語を統一 |
| | | 376 | 図 21.1 に XIN のタイミング図を追加 |
| | | 377 | 表 21.24 に “ ヒステリシス XIN ” を追加 |
| | | 378 | 表 21.25 から “ Idet2 ” の項目を削除、用語を統一。データを記載。 |
| | | 379 | 図 21.4 に XIN のタイミング図を追加 |
| | | | 表 21.40 の “ 動作周囲温度 ” を修正 |
| | | | 表 21.41 の用語を統一、動作周波数のグラフを修正。 |
| | | | オンチップオシレータ発振周波数 1,2,3 のそれぞれ最小値と最大値のデータを追加。 |
| | | | 表 21.42 を修正、“ 許容信号源インピーダンス ” を追加 |
| | | | 表 21.43 に “ フラッシュメモリ回路安定待ち時間 ” を、表 21.44 に “ フラッシュ |

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|----------|--|---|
| | | ページ | ポイント |
| | | 380 381 382 385 387 389 390 393 397 ~ 398 399 400,401 403 405 406 410 412 ~ 414 415 417 419 420,421 422 427 428 ~ 430 431 432 | メモリ回路安定待ち時間”と“データ保持時間”をそれぞれ追加 表 21.45 を修正、タイミング説明図を変更。データを修正。 表 21.46 に“ヒステリシス X _{IN} ”を追加 表 21.47 から“Idet2”と“Idet4”、“Idet3”の項目、注 4 を削除、用語を統一。 “オンチップオシレータ発振動作 125kHz 時”の標準値を修正。“f(X _{IN})=20MHz”の最大値、“f(BCLK)=32kHz、ウェイトモード、発振能力 Low”の標準値のデータを記載。 表 21.58 の表題の用語を統一 図 21.7 に X _{IN} のタイミング図を追加 表 21.62 に“ヒステリシス X _{IN} ”を追加 表 21.63 から“Idet2”と“Idet4”、“Idet3”の項目、注 4 を削除、用語を統一。データを記載。 表 21.74 の表題の用語を統一 注意事項集を“22. 使用上の注意事項”として挿入 “22.2 リセット”を追加 “22.3 PLL 周波数シンセサイザ使用時”を修正、図表を追加 “22.4 パワーコントロール”のストップモードからの復帰、ウェイトモードへの移行、ストップモードへの移行の注意事項を追加、修正。CPU クロックのクロック源の切り替えを修正。 “22.6.3 NMI 割り込み”の 2 項の記述と 6 項を追加 “22.6.5 INT 割り込み”に 3 項を追加 例 1 を一部修正、“22.6.7”の用語を統一 “22.8.1.3 タイマ A(ワンショットタイマモード)”に外部トリガ入力時の注意事項を追加 “22.8.2 タイマ B”で TABSR レジスタの記述を削除 “22.8.3 タイマ S”を修正 “22.9.1 送受信”の 2 項目めを一部修正 “22.10 シリアル I/O(UART モード)”に“特殊モード 1(I2C bus モード)”を追加 “22.11 A/D コンバータ”の用語を統一、3 項と図 22.11.1 を一部修正。A/D 変換を中止する場合の注意事項を修正 “22.12 マルチマスタ I ² C bus”を追加 “22.15 マスク ROM 版”を追加 “22.16 フラッシュメモリ版”を修正 “22.17 ノイズ”を追加 “パッケージ”を“外形寸法図”に変更 |
| 0.91 | 04/11/18 | 47 377 398 ~ 410 | 図 7.4.1 を一部修正 表 21.40 の動作周囲温度を修正 電気的特性に“21.3 V バージョン”を追加 |
| 1.00 | 04/12/15 | 2,3 6,7 7 12 16 ~ 26 27 30 37 38 42 60 74 80 81 116 | 表 1.2.1 と表 1.2.2 のウェイトモード時の消費電流、プログラムイレース回数と注 3 を修正 表 1.4.1 ~ 表 1.4.3 の日付を修正 図 1.4.1 を修正 表 1.6 の電源入力の V-ver. の表記を修正 “4. SFR”のリセット後の値の表記を一部修正(XXXXXXXXX2 XX16) “5.1.2 ハードウェアリセット 2”の注意を修正 “5.5 電圧検出回路”の注意を修正。図 5.5.1 より WDC5 ビットの回路を削除。 表 7.1 を修正 図 7.1 を一部修正 図 7.6 の PM2 レジスタの PM20 ビットのビット名を修正。注 2 を修正。 “9. 割り込み”の注意を修正 図 9.5.1.1 の CAN0 ウェイクアップ割り込みと CAN0 送信割り込みの優先レベルを入れ替え 図 10.2 の WDC レジスタのビット 5 を修正、注 1,2 を削除 “10.2 コールドスタート/ウォームスタート”と図を削除。 “11. DMAC”の注意を修正 図 12.3.1 に“タイマ A1 リロード制御信号”と“タイマ A2 リロード制御信号”の記載を追加 |

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|-----|-----------|---|
| | | ページ | ポイント |
| | | 161 | “ 14. シリアル I/O ” の注意を修正 |
| | | 166 | 図 14.5 の UiC0 レジスタの注 2 を修正 |
| | | 169 | 図 14.8 の注 1 を一部修正 |
| | | 187 | 表 14.10 の “ 転送クロック ” の “ スレーブ時 ” の入力端子名を修正 |
| | | 189 | 表 14.12 の “ SCLHI ” のマスタ時の出力信号名を修正 |
| | | 212 | “ 15. A/D コンバータ ” の注意を修正 |
| | | 217 | 図 15.5 の設定値を修正 |
| | | 237 | 表 15.1.8.1 の “ A/D 変換停止条件 ” を修正 |
| | | 243 | “ 15.4 消費電流低減機能 ” の基準電圧入力端子のシンボルを修正 |
| | | 244 | 図 15.5.1 を一部修正、注 1 を追加 |
| | | 246 | 図 16.1 の “ アドレスコンパレータ ” のシンボルを削除 |
| | | 306 | “ 19. プログラマブル入出力ポート ” の注意を修正 |
| | | 308 | 図 19.1 を一部修正(P100 ~ P103 を追加) |
| | | 311 | 図 19.4 を一部修正(P100 ~ P103 を削除) |
| | | 318 | 図 19.6.2 を修正 |
| | | 320 | 表 20.1 の “ プログラム、イレーズ回数 ” の項目を修正 |
| | | 322 | “ 20.2 メモリ配置 ” の本文を一部修正 |
| | | 322 ~ 324 | 図 20.2.1 ~ 図 20.2.3 を一部修正 |
| | | 330 | “ ・FMR17 ビット ” からオプションの記載を削除。設定条件の回数を修正。 |
| | | 331 | 図 20.5.1 の FMR1 レジスタの注 3 で設定条件の回数を修正 |
| | | 355 | “ 21. 電気的特性 ” の V-ver. についての記載を削除。表 21.1 の消費電力の条件と動作周囲温度を修正。注 1 を追加。 |
| | | 356 | 表 21.2 の VIH と VIL の X _{IN} ,RSET,CNV _{SS} のデータを修正 |
| | | 357 | 表 21.3 の “ 許容信号源インピーダンス ” と “ サンプルング時間 ” を削除、注 4 を追加 |
| | | 358 | 表 21.4 と表 21.5 の表題を修正。表 21.4 のプログラム、イレーズ回数を修正。注 6、注 7、注 10 を修正。注 11 を追加。 |
| | | 359 | 表 21.6 と表 21.7 を一部修正、タイミング説明図を修正 |
| | | 361 | 表 21.9 を一部修正、注 5 を追加 |
| | | 364 | 表 21.21 の RxDi 入力セットアップ時間のデータを修正 |
| | | 368 | 表 21.24 のデータを一部修正 |
| | | 369 | 表 21.25 を一部修正、注 5 を追加 |
| | | 372 | 表 21.37 の RxDi 入力セットアップ時間のデータを修正 |
| | | 376 | 表 21.40 の消費電力の条件を修正 |
| | | 377 | 表 21.41 の VIH と VIL の X _{IN} ,RSET,CNV _{SS} のデータを修正 |
| | | 378 | 表 21.42 の “ 許容信号源インピーダンス ” と “ サンプルング時間 ” を削除、注 4 を追加 |
| | | 379 | 表 21.43 と表 21.44 の表題を修正。表 21.43 のプログラム、イレーズ回数を修正。注 6、注 7、注 10 を修正。注 11 を追加。 |
| | | 380 | タイミング説明図を修正 |
| | | 382 | 表 21.47 を一部修正、注 4 を追加 |
| | | 385 | 表 21.59 の RxDi 入力セットアップ時間のデータを修正 |
| | | 389 | 表 21.62 のデータを一部修正 |
| | | 390 | 表 21.63 を一部修正、注 4 を追加 |
| | | 393 | 表 21.75 の RxDi 入力セットアップ時間のデータを修正 |
| | | 397 | 表 21.78 の消費電力の条件を修正 |
| | | 398 | 表 21.79 の VIH と VIL の X _{IN} ,RSET,CNV _{SS} のデータを修正 |
| | | 399 | 表 21.80 の “ 許容信号源インピーダンス ” と “ サンプルング時間 ” を削除、注 4 を追加 |
| | | 400 | 表 21.81 と表 21.82 の表題を修正。表 21.81 のプログラム、イレーズ回数を修正。注 6、注 7、注 10 を修正。注 11 を追加。 |
| | | 401 | タイミング説明図を修正 |
| | | 403 | 表 21.85 に f(X _{IN})=16MHz 分周なしの項目を追加、一部修正、注 4 を追加 |
| | | 406 | 表 21.97 の RxDi 入力セットアップ時間のデータを修正 |

改訂履歴

M16C/29 グループ ハードウェアマニュアル

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|----------|--|---|
| | | ページ | ポイント |
| | | 412 430 ~ 432 440 443 | “電源リップル立ち上がり/立ち下がり勾配”のデータを修正 “22.9” ~ “22.9.9”の題を修正、“22.10 SI/O3、SI/O4”を追加 “22.15”の節題を修正。“マスクROM版”を削除。 “22.16.15”の項題と書き換え回数を修正。“22.16.16”の(2)を修正。 |
| 1.10 | 06/10/10 | 全ページ | 外形図番号の変更、製品コードB3、B7、D3、D5、D7、D9削除、システムクロック CPUクロック |
| | | 2 4-5 6-7 8 9 10-11 11 13-17 18 | 概要 ・表1.1 ~ 1.2 Performance Outline 電圧検出回路修正、注4削除 ・図1.1 ~ 1.2 ブロック図 改定 ・表1.3 ~ 1.5 製品一覧表更新 ・図1.3 形名とメモリサイズ・パッケージ 改定 ・表1.9 ~ 1.11 製品コード(マスク版) 追加 ・図1.4 ~ 1.6 マーキング図 改定 ・図1.7 マーキング図(マスク版) 追加 ・表1.12 ~ 1.13 端子名一覧表 追加 ・表1.14 端子機能の説明 改定 |
| | | 23 | メモリ ・図3.1 メモリ配置図 内部ROMより48Kバイトを削除 |
| | | 24-34 32 | スペシャルファンクションレジスタ(SFR)マップ ・表4.1 ~ 4.11 SFR 一覧 リセット後の値改定 ・表4.9 SFR 一覧 注2をIFSR2Aレジスタに追加 |
| | | 38 | リセット ・図5.4 電圧検出回路ブロック 修正 |
| | | 44 45 46 | プロセッサモード ・図6.1 PM1レジスタ 注2一文追加 ・図6.2 PM2レジスタ 追加 ・図6.3 バスブロック図を追加 |
| | | 47 48 50 52 54 55 58 59 60 63 64 65 68 | クロック発生回路 ・表7.1 クロック発生回路の概略仕様 再発振検出機能 再開機能、再開機能の欄改定 ・図7.1 クロック発生回路 図上部修正 ・図7.4 ROCRレジスタ ビット内容修正 ・図7.6 PCLKRレジスタ ~ PM2レジスタ 注2修正 ・図7.8 メインクロックの接続回路例 改定 ・図7.9 サブクロックの接続回路例 改定 ・7.5.2 周辺機能クロック (f1, f2, f8, f32, f1SIO, f2SIO, f8SIO, f32SIO, fAD, fc32, fCAN0) 説明内容一部追加、修正 ・7.6.1通常動作モード 一部修正 ・表7.4 クロック関連ビットの設定とモード CM1レジスタ一部修正 ・図7.11 ストップモード、ウェイトモード状態遷移 図変更 ・図7.12 通常動作モード状態 注5削除、図一部改定 ・表7.7 現在の状態から次に遷移可能な状態と設定方法 注2一部修正、表内一部改定 ・図7.13 オンチップオシレータクロックからメインクロックへの切り替え手順 修正 |
| | | 84 | 割り込み ・図9.10割り込み優先レベルの判定回路 割り込み名の一部修正 |
| | | 89 | ウォッチドッグタイマ ・WDTSレジスタ説明文修正 一部追加 ホールド状態時を削除 ・図10.1ウォッチドッグタイマブロック図 リセット信号部修正 |

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|-----|---------|--|
| | | ページ | ポイント |
| | | 90 | ・ 図10.2WDTSレジスタ 注1削除 |
| | | 117 | タイマ ・ 12.2 タイマB A/Dトリガモードに関する説明一部変更 |
| | | 123 | ・ 図12.15タイマBブロック図 A/Dトリガモード追加 |
| | | 124 | ・ 12.2.4 A/Dトリガモード 説明一部変更 |
| | | 126 | ・ 図12.24 A/Dトリガモード時のTB2SCレジスタ 注4表記一部修正 |
| | | 129 | ・ 図12.25三相モータ制御用タイマ機能のブロック図 注1表記一部修正 |
| | | 131 | ・ 図12.28 IDB0レジスタ, IDB1レジスタ, ICTB2レジスタ ビット7~6内容変更 |
| | | 131 | ・ 図12.30 TB2SCレジスタ 「1. INV03ビットが“1”の場合」注4追加 |
| | | 142 | タイマS ・ 図13.2 G1BT, G1BCR0レジスタ 注3追加 |
| | | 143 | ・ 図13.3 G1BCR1レジスタ 注1 一部追加 |
| | | 146 | ・ 図13.6 G1TM0~G1TM7レジスタ 注2一部修正 |
| | | 151-166 | ・ 表13.2, 13.5, 13.8, 13.9~13.10 選択機能一部修正 |
| | | 154 | ・ 図13.14 二相パルス信号処理モード時のベースタイマ動作 図一部修正 |
| | | 155 | ・ 図13.15ベースタイマリセットレジスタによるベースタイマリセット動作 ベースタイマオーバフロー要求追加、注1追加 |
| | | 160 | ・ 図13.21 プリスケラ機能とゲート機能 レジスタ名修正 |
| | | 168 | ・ 表13.11時間計測と波形出力機能の端子設定 ビット名修正 |
| | | 171 | シリアルI/O ・ 図14.1UARTiブロック図 一部図追加 |
| | | 174 | ・ 図14.4 U0TB~U2TB, U0RB~U2RB, U0BRG~U2BRGレジスタ 注2修正、注3新規追加 |
| | | 176 | ・ 図14.6 U0C0~U2C0レジスタ 注7追加 |
| | | 177 | ・ 図14.7 PACRレジスタ 注1修正 |
| | | 180 | ・ 表14.1 クロック同調形シリアルI/Oモードの仕様 選択機能一部修正 |
| | | 182 | ・ 表14.3 クロック同期形シリアルI/Oモード時の入出力端子の機能 注1追加 |
| | | 186 | ・ 表14.4 クロック同期形シリアルI/Oモード時のP64端子機能 注1追加 |
| | | 187 | ・ 図14.14 転送クロック複数端子出力機能の仕様例 注2追加 |
| | | 187 | ・ 14.1.1.7 CTS/RTS 分離機能 (UART0) 修正 |
| | | 188 | ・ 図14.15 CTS/RTS 分離機能 注1追加 |
| | | 188 | ・ 表14.5 UARTモードの仕様 選択機能修正 |
| | | 192 | ・ 図14.17 UARTモード時の受信タイミング例 図修正 |
| | | 195 | ・ 表14.9 転送速度 ビットレート51200の行を追加 |
| | | 195 | ・ 14.1.2.6 CTS/RTS分離機能 (UART0) 一部修正 |
| | | 214 | ・ 図14.21 CTS/RTS分離機能 注1修正 |
| | | 214 | ・ 図14.31 SIMモードの送受信タイミング例 一部修正 |
| | | 217 | ・ 14.2 SI/O3~SI/O4 注釈追加 |
| | | 218 | ・ 図14.36 S3C~S4Cレジスタ 注5追加 |
| | | 218 | ・ 図14.36 S3BRG~S4BRGレジスタ 注3追加 |
| | | 221 | ・ 14.2.3SOUTi 初期出力設定機能 一文追加 |
| | | 221 | ・ 図14.38 転送クロックの極性 図修正 |
| | | 241 | A/Dコンバータ ・ 表15.10 遅延トリガモード0の仕様 注1修正 1 |
| | | 254 | ・ 図15.29 遅延トリガモード1時のADCON2レジスタ b5変更 |
| | | 258 | マルチマスタI ² C bus インタフェース ・ 図16.3S00レジスタ 注1一部レジスタ名修正 |
| | | 271 | ・ 16.5.7 ビット6: 通信モード指定ビット0(TRX) 一部追加 |
| | | 271 | ・ 16.5.8 ビット7: 通信モード指定ビット1(MST) 一部追加 |
| | | 279 | ・ 16.11ストップコンディション発生方法 文章追加 |

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|-----|--|--|
| | | ページ | ポイント |
| | | 292 293 294 298 299 300 299 306 308 309 | CANモジュール <ul style="list-style-type: none"> ・ 図17.6 C0MCTLjレジスタ 注2内容変更、RspLockビット名改正 ・ 図17.7 C0CTLRレジスタ 注4追加、機能説明一部表記変更 ・ 図17.8 C0STRレジスタ 注1削除、機能説明一部表記変更 ・ 図17.13 C0RECRレジスタ 注2削除、注1一部修正 ・ 図17.14 C0TECRレジスタ 注1内容変更、注記箇所変更 ・ 図17.15 C0TSRレジスタ 注1内容変更 ・ 図17.17 動作モードの遷移 遷移図説明一部変更 ・ 17.2.3 CANスリープモード 一部削除 ・ 17.8 タイムスタンプカウンタとタイムスタンプ機能 一部削除 ・ 図17.25 データフレーム受信時の動作例 IF IFSに訂正 ・ 図17.26 データフレーム送信時の動作例 IF IFSに訂正 |
| | | 313 | CRC演算回路 <ul style="list-style-type: none"> ・ 18.1 SFRアクセス監視機能 文章一部変更 |
| | | 316 317 318-321 326 327 | プログラマブル入出力ポート <ul style="list-style-type: none"> ・ 19.3 プルアップ制御レジスタ 文章一部追加 ・ 19.6 デジタルデバウンス機能 フィルタ幅算出式修正 ・ 図19.1 入出力ポート (1) ~ 図19.4 入出力ポート (4) 一部修正 ・ 図19.10 PACRレジスタ 注1修正 ・ 図19.11 NDDR ~ P17DDRレジスタ 数式修正 |
| | | 330 331 335 336 337 340 341 352 355 361 | フラッシュメモリ版 <ul style="list-style-type: none"> ・ 表20.1 フラッシュメモリ版の性能概要 注3追加 ・ 20.1.1 ブートモード 追加 ・ 20.3.1 ROMコードプロテクト機能 修正 ・ 図20.4 ROMCPアドレス 修正 ・ 表20.3 EWモード0 ~ EWモード1 注2修正 ・ 20.5.2 フラッシュメモリ制御レジスタ1 (FMR1) FMR17ビット 一部修正 ・ 図20.6 FMR0 ~ FMR1レジスタ FMR0レジスタ:注3修正, リセット後の値修正; FMR1レジスタ: 予約ビットマップ修正 ・ 表20.7 エラーとFMR0レジスタの状態 レジスタ名修正 ・ 表20.8 端子の機能説明 標準入出力の端子設定を変更 ・ 20.11 CAN入出力モード 注意追加 |
| | | - 367 370 388 410 411 414 | 電気的特性 <ul style="list-style-type: none"> ・ Vバージョン新規追加 ・ 表21.2 推奨動作条件 $V_{IH} \sim V_{IL}$ 修正 ・ 表21.7 電源回路のタイミング特性 図修正 ・ 表21.41 推奨動作条件 $V_{IH} \sim V_{IL}$ 修正 ・ 表21.80 A/D変換特性 積分非直線性誤差、絶対精度の測定条件を修正 ・ 表21.82 フラッシュメモリの電気的特性 注1修正 ・ 表21.85 電気的特性 注1修正 |
| | | - 426 428 434 435 436 440 441 447 449 | 使用上の注意 <ul style="list-style-type: none"> ・ 22.2 リセット 項削除 ・ 22.4.3 NMI割り込み 2.一部文章削除 ・ 22.4.6 割り込み制御レジスタの変更 プログラム例1 一部文章追加 ・ 22.6.3 三相モータ制御用タイマ機能 項目追加 ・ 22.7.1 G11Rレジスタの変更 文章修正 ・ 22.7.4 IC/OCベースタイマ割り込み 追加 ・ 22.9 A/Dコンバータ 8項一部修正 ・ 22.10.2 ALフラグ 文章一部削除 ・ 22.14 マスクROM版 追加 ・ 22.15.9 割り込み EW1モード説明文よりウォッチドッグタイマを削除 |

改訂履歴

M16C/29 グループ ハードウェアマニュアル

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|--|---------|---|
| | | ページ | ポイント |
| | | 449 | ・ 22.15.11 ユーザROM領域の書き換え モードを追加 |
| | | 452 | ・ 20.17 デバイスの取扱いに関する使用上の注意 追加 |
| | | 453 | 付録1. 外形寸法図 ・ 外形寸法図改定 |
| | | 454-455 | 付録2. 機能相違点 追加 |
| 1.11 | 06/12/11 | 54 | クロック発生回路 ・ 図7.8 メインクロックの接続回路例 注2追加 |
| | | 88 | 割り込み ・ 表9.6 アドレス一致割り込み要求受け付け時に退避されるPCの値 表内一部修正、注釈追加 |
| | | 198 | シリアルI/O ・ 表14.11 I2C busモード時の使用レジスタと設定値 注釈箇所一部削除 |
| | | 258 | マルチマスタI ² C bus インタフェース ・ 図16.3S00レジスタ 注1一部ビット名修正 |
| | | 297 | CANモジュール ・ 図17.12 C0CONRレジスタ 注2修正 |
| | | 372 | 電特 ・ 表21.9電気的特性 マスクROM版の規格値追加、フラッシュメモリ使用時の標準値一部修正 |
| | | 380 | ・ 表21.25電気的特性 マスクROM版の規格値追加、注1VCCの範囲修正 |
| | | 391 | ・ 表21.45電源回路のタイミング特性 td(P-R)、td(ROC)の図を追加 |
| | | 393 | ・ 表21.47電気的特性 マスクROM版の規格値追加、フラッシュメモリ使用時の標準値一部修正 |
| | | 401 | ・ 表21.63電気的特性 マスクROM版の規格値追加、注1VCCの範囲修正 |
| | | 412 | ・ 表21.83電源回路のタイミング特性 td(P-R)、td(ROC)の図を追加 |
| | | 414 | ・ 表21.85電気的特性 マスクROM版の規格値追加、フラッシュメモリ使用時の標準値一部修正 |
| | | 421 | 使用上の注意事項 ・ 22.1.3レジスタ設定時の注意事項 新規追加 |
| 447 | ・ 22.14.1 内部ROM領域 内容一部追加 | | |
| 1.12 | 07/03/30 | 1 | 概要 ・ 1.1特長 一部文言削除 |
| | | 2~3 | ・ 表1.1~1.2仕様概要 商標に関する注釈削除 |
| | | 9 | ・ 表1.6~1.8製品コード 項目詳細一部追加 |
| | | 18~20 | ・ 表1.14端子機能の説明 クロック出力及び入出力ポートの機能説明一部修正 |
| | | 37 | リセット ・ 図5.2リセットシーケンス VccとROCのタイミング等修正 |
| | | 45 | プロセッサモード ・ 図6.2 PM2レジスタ 注5一部修正、注6一部削除 |
| | | 52 | クロック発生回路 ・ 図7.6 PM2レジスタ 注5一部修正、注6一部削除 |
| | | 64 | ・ 図7.12 通常動作モード状態 注2マーク修正、注2詳細一部追加 |
| | | 69 | プロテクト ・ 文言一部修正 ・ 図8.1 PRCRレジスタ 注1詳細一部修正 |
| | | 88 | 割り込み ・ 表9.6 アドレス一致割り込み要求受け付け時に退避されるPCの値 命令修正 |
| 90 | ウォッチドッグタイマ ・ 図10.2 WDCレジスタ 注2マーク削除 ・ 10.1カウントソース保護モード 詳細一部追加 | | |

改訂履歴

M16C/29 グループ ハードウェアマニュアル

| Rev. | 発行日 | 改定内容 | |
|------|----------|--|--|
| | | ページ | ポイント |
| | | 129 | タイマ ・ 図12.28 ICTB2レジスタ ビット7～6修正 |
| | | 335 340 341 343 | フラッシュメモリ版 ・ 20.3.1 ROMコードプロテクト機能 ビット名修正 ・ 20.5.2 フラッシュメモリ制御レジスタ1 FMR17ビットに関する詳細一部修正 ・ 図20.6 FMR1レジスタ 注3書き換え回数条件一部修正 ・ 図20.9 EW1モードの設定と解除方法 注3マーク追加 |
| | | 369 370 372 380 391 393 401 411 412 414 | 電気的特性 ・ 表21.4～21.5 フラッシュメモリの電気的特性 注10書き換え回数条件一部修正 ・ td(P-R)、td(ROC)のタイミング図修正 ・ 表21.9 電気的特性 電源電流値修正、測定条件一部修正、注5削除 ・ 表21.25 電気的特性 測定条件一部修正、注5削除 ・ td(P-R)、td(ROC)のタイミング図修正 ・ 表21.47 電気的特性 電源電流値修正、測定条件一部修正、注4削除 ・ 表21.63 電気的特性 測定条件一部修正、注5削除 ・ 表21.81～21.82 フラッシュメモリの電気的特性 注10書き換え回数条件一部修正 ・ td(P-R)、td(ROC)のタイミング図修正 ・ 表21.85 電気的特性 測定条件一部修正、注4削除 |
| | | 426 449 450 451 | 使用上の注意事項 ・ 22.4.3 NMI割り込み 1.の詳細一部修正追加 ・ 22.15.10 アクセス方法 詳細一部修正 ・ 22.15.15 多数回の書き換えを実施するシステムについて 書き換え回数修正 ・ 22.15.16 ノイズ 単位一部修正 |
| 1.13 | 07/04/13 | 9 | 概要 ・ 表1.6～表1.8 製品コード 内部ROMプログラム領域のブロック数修正 |

M16C/29グループハードウェアマニュアル

発行年月日 2004年3月10日 Rev. 0.61
2007年4月13日 Rev. 1.13

発行 株式会社 ルネサス テクノロジ 営業企画統括部
〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-2

© 2007. Renesas Technology Corp., All rights reserved. Printed in Japan.

M16C/29 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

RJJ09B0104-0113