

R8C/LA3A グループ、R8C/LA5A グループ

ユーザーズマニュアル ハードウェア編

ルネサスマイクロコンピュータ
R8Cファミリ / R8C/Lx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。

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。

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（予約領域）のアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス（予約領域）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（予約領域）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、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、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。型名が異なる製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

このマニュアルの使い方

1. 目的と対象者

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

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

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

改訂記録は旧版の記載内容に対して訂正または追加した主な箇所をまとめたものです。改訂内容すべてを記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。

R8C/LA3Aグループ、R8C/LA5A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。最新版はルネサスエレクトロニクスホームページに掲載されています。

ドキュメントの種類	記載内容	資料名	資料番号
データシート	ハードウェアの概要と電気的特性	R8C/LA3Aグループ、 R8C/LA5Aグループ、 R8C/LA6Aグループ、 R8C/LA8Aグループ、 データシート	R01DS0011JJ0100
ユーザーズマニュアル ハードウェア編	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。	R8C/LA3Aグループ、 R8C/LA5Aグループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編	本ユーザーズ マニュアル
ユーザーズマニュアル ソフトウェア編	CPU命令セットの説明	R8C/Tinyシリーズ ソフトウェアマニュアル	RJJ09B0002
アプリケーション ノート	周辺機能の使用手法、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	ルネサスエレクトロニクス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。

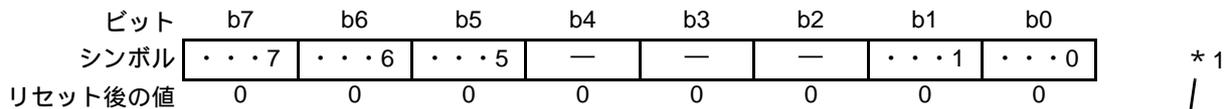
- | |
|---|
| <p>(1) レジスタ名、ビット名、端子名
本文中では、シンボルで表記します。シンボルの後にレジスタ、ビット、端子を付けて区別します。
(例) PM0 レジスタのPM03ビット
P3_5 端子、VCC 端子</p> <p>(2) 数の表記
2進数は数字の後に「b」を付けます。ただし、1ビットの値の場合は何も付けません。16進数は数字の後に「h」を付けます。10進数には数字の後に何も付けません。
(例) 2進数：11b
16進数：EFA0h
10進数：1234</p> |
|---|

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。

X.X.X レジスタ(シンボル)

アドレス . . . h番地



ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	. . . 0	. . . ビット	b1 b0 00 : . . . 01 : . . . 10 : 設定しないでください 11 : . . .	R/W R/W
b1	. . . 1			R/W
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。		—
b3	—	予約ビット	“0”にしてください。	W
b4	—			
b5	. . . 5	. . . ビット	動作モードによって機能が異なる	R/W
b6	. . . 6			R/W
b7	. . . 7	. . . ビット	0 : . . . 1 : . . .	R

* 2

* 3

* 1

R/W : 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。

R : 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。

W : 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。

* 2

• 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。

* 3

• 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、ビット/秒
CRC	Cyclic Redundancy Check	巡回冗長検査
DMA	Direct Memory Access	CPUの命令を介さずに直接データ転送を行う方式
DMAC	Direct Memory Access Controller	DMAを行うコントローラ
GSM	Global System for Mobile Communications	FDD-TDMAの第二世代携帯電話の方式
Hi-Z	High Impedance	回路が電氣的に接続されていない状態
IEBus	Inter Equipment Bus	—
I/O	Input / Output	入出力
IrDA	Infrared Data Association	赤外線通信の業界団体または規格
LSB	Least Significant Bit	最下位ビット
MSB	Most Significant Bit	最上位ビット
NC	Non-Connect	非接続
PLL	Phase Locked Loop	位相同期回路
PWM	Pulse Width Modulation	パルス幅変調
SIM	Subscriber Identity Module	ISO/IEC 7816規格の接触型ICカード
UART	Universal Asynchronous Receiver / Transmitter	調歩同期式シリアルインタフェース
VCO	Voltage Controlled Oscillator	電圧制御発振器

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 応用	1
1.1.2 グループごとの相違点	2
1.1.3 仕様概要	4
1.2 製品一覧	7
1.3 ブロック図	9
1.4 ピン配置図	11
1.5 端子機能の説明	15
2. 中央演算処理装置 (CPU)	17
2.1 データレジスタ (R0、R1、R2、R3)	18
2.2 アドレスレジスタ (A0、A1)	18
2.3 フレームベースレジスタ (FB)	18
2.4 割り込みテーブルレジスタ (INTB)	18
2.5 プログラムカウンタ (PC)	18
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)	18
2.7 スタティックベースレジスタ (SB)	18
2.8 フラグレジスタ (FLG)	18
2.8.1 キャリフラグ (Cフラグ)	18
2.8.2 デバッグフラグ (Dフラグ)	18
2.8.3 ゼロフラグ (Zフラグ)	18
2.8.4 サインフラグ (Sフラグ)	18
2.8.5 レジスタバンク指定フラグ (Bフラグ)	18
2.8.6 オーバフローフラグ (Oフラグ)	19
2.8.7 割り込み許可フラグ (Iフラグ)	19
2.8.8 スタックポインタ指定フラグ (Uフラグ)	19
2.8.9 プロセッサ割り込み優先レベル (IPL)	19
2.8.10 予約ビット	19
3. メモリ	20
4. SFR	21
5. リセット	31
5.1 レジスタの説明	34
5.1.1 プロセッサモードレジスタ0 (PM0)	34
5.1.2 リセット要因判別レジスタ (RSTFR)	34
5.1.3 オプション機能選択レジスタ (OFS)	35
5.1.4 オプション機能選択レジスタ2 (OFS2)	36
5.2 ハードウェアリセット	37
5.2.1 電源が安定している場合	37
5.2.2 電源投入時	37
5.3 パワーオンリセット機能	39
5.4 電圧監視0リセット	40
5.5 ウォッチドッグタイマリセット	41
5.6 ソフトウェアリセット	41

5.7	コールドスタート/ウォームスタート判定機能	42
5.8	リセット要因判別機能	42
6.	電圧検出回路	43
6.1	概要	43
6.2	レジスタの説明	47
6.2.1	電圧監視回路制御レジスタ(CMPA)	47
6.2.2	電圧監視回路エッジ選択レジスタ(VCAC)	47
6.2.3	電圧検出レジスタ1(VCA1)	48
6.2.4	電圧検出レジスタ2(VCA2)	49
6.2.5	電圧検出1レベル選択レジスタ(VD1LS)	50
6.2.6	電圧監視0回路制御レジスタ(VW0C)	51
6.2.7	電圧監視1回路制御レジスタ(VW1C)	52
6.2.8	電圧監視2回路制御レジスタ(VW2C)	53
6.2.9	オプション機能選択レジスタ(OFS)	54
6.3	VCC入力電圧のモニタ	55
6.3.1	Vdet0のモニタ	55
6.3.2	Vdet1のモニタ	55
6.3.3	Vdet2のモニタ	55
6.4	電圧監視0リセット	56
6.5	電圧監視1割り込み	57
6.6	電圧監視2割り込み	59
7.	I/Oポート	61
7.1	概要	61
7.2	I/Oポートの機能	63
7.3	周辺機能への影響	63
7.4	I/Oポート以外の端子	63
7.5	レジスタの説明	70
7.5.1	ポートPi方向レジスタ(PDi)(i = 0、2、3、5、7 ~ 9)	70
7.5.2	ポートPiレジスタ(Pi)(i = 0、2、3、5、7 ~ 9)	71
7.5.3	タイマRJ端子選択レジスタ(TRJSR)	72
7.5.4	タイマRC端子選択レジスタ0(TRCPSR0)	73
7.5.5	タイマRC端子選択レジスタ1(TRCPSR1)	74
7.5.6	UART0端子選択レジスタ(U0SR)	75
7.5.7	SSU/IIC端子選択レジスタ(SSUIICSR)	76
7.5.8	INT割り込み入力端子選択レジスタ(INTSR)	77
7.5.9	入出力機能端子選択レジスタ(PINSR)	78
7.5.10	ポートPiプルアップ制御レジスタ(PiPUR)(i = 0、2、3、5、7 ~ 9)	79
7.5.11	ポートP8駆動能力制御レジスタ(P8DRR)	79
7.5.12	入力しきい値制御レジスタ0(VLT0)	80
7.5.13	入力しきい値制御レジスタ1(VLT1)	81
7.5.14	入力しきい値制御レジスタ2(VLT2)	82
7.6	ポートの設定	83
7.7	未使用端子の処理	100

8.	バス制御	101
9.	クロック発生回路	102
9.1	概要	102
9.2	レジスタの説明	105
9.2.1	システムクロック制御レジスタ0 (CM0)	105
9.2.2	システムクロック制御レジスタ1 (CM1)	106
9.2.3	システムクロック制御レジスタ3 (CM3)	107
9.2.4	発振停止検出レジスタ (OCD)	108
9.2.5	高速オンチップオシレータ制御レジスタ0 (FRA0)	109
9.2.6	高速オンチップオシレータ周波数制御レジスタ0 (FRC0)	109
9.2.7	高速オンチップオシレータ制御レジスタ2 (FRA2)	110
9.2.8	高速オンチップオシレータ18MHz設定値レジスタ0 (FR18S0)	111
9.2.9	高速オンチップオシレータ18MHz設定値レジスタ1 (FR18S1)	111
9.2.10	高速オンチップオシレータ周波数制御レジスタ1 (FRC1)	111
9.3	XINクロック	112
9.4	オンチップオシレータクロック	113
9.4.1	低速オンチップオシレータクロック	113
9.4.2	高速オンチップオシレータクロック	113
9.5	XCINクロック	114
9.6	CPUクロックと周辺機能クロック	115
9.6.1	システムクロック	115
9.6.2	CPUクロック	115
9.6.3	周辺機能クロック (f1、f2、f4、f8、f16、f32)	115
9.6.4	fOCO	115
9.6.5	fOCO20M	115
9.6.6	fOCO-F	115
9.6.7	fOCO-S	116
9.6.8	fOCO128	116
9.6.9	fC-LCD	116
9.6.10	fC、fC32	116
9.6.11	fOCO-WDT	116
9.6.12	fC-TRH	116
9.7	発振停止検出機能	117
9.7.1	発振停止検出機能の使用方法	117
9.8	クロック発生回路使用上の注意	119
9.8.1	発振停止検出機能	119
9.8.2	発振回路定数	119
9.8.3	XCINクロック	119
10.	パワーコントロール	120
10.1	概要	120
10.2	レジスタの説明	122
10.2.1	システムクロック制御レジスタ0 (CM0)	122
10.2.2	システムクロック制御レジスタ1 (CM1)	123
10.2.3	システムクロック制御レジスタ3 (CM3)	124
10.2.4	発振停止検出レジスタ (OCD)	125
10.2.5	高速オンチップオシレータ制御レジスタ0 (FRA0)	126
10.2.6	電圧検出レジスタ2 (VCA2)	127

10.2.7	パワーオフモード制御レジスタ0 (POMCR0)	128
10.3	標準動作モード	129
10.3.1	高速クロックモード	130
10.3.2	低速クロックモード	130
10.3.3	高速オンチップオシレータモード	130
10.3.4	低速オンチップオシレータモード	130
10.4	ウェイトモード	131
10.4.1	周辺機能クロック停止機能	131
10.4.2	ウェイトモードへの移行	131
10.4.3	VCA20ビットによる内部電源低消費操作	131
10.4.4	ウェイトモード時の端子の状態	131
10.4.5	ウェイトモードからの復帰	132
10.4.6	CM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にした後の ウェイトモードからの復帰	133
10.4.7	WAIT命令実行後のウェイトモードからの復帰	134
10.5	ストップモード	135
10.5.1	ストップモードへの移行	135
10.5.2	ストップモード時の端子の状態	135
10.5.3	ストップモードからの復帰	136
10.6	パワーオフ0モード	137
10.6.1	パワーオフ0モードの端子処理	137
10.6.2	パワーオフ0モードへの移行	137
10.6.3	パワーオフ0モード時の端子の状態	138
10.6.4	パワーオフ0モードの解除	138
10.7	パワーオフ2モード	139
10.7.1	パワーオフ2モードへの移行	139
10.7.2	パワーオフ2モード時の端子の状態	139
10.7.3	パワーオフ2モードからの復帰	140
10.8	消費電力の低減	141
10.8.1	電圧検出回路	141
10.8.2	ポート	141
10.8.3	クロック	141
10.8.4	ウェイトモード、ストップモード、パワーオフモード	141
10.8.5	周辺機能クロックの停止	141
10.8.6	タイマ	141
10.8.7	A/Dコンバータ	142
10.8.8	クロック同期形シリアルインタフェース	142
10.8.9	VCA20ビットによる内部電源低消費操作	142
10.8.10	フラッシュメモリの停止	144
10.8.11	低消費電流リードモード	145
10.9	パワーコントロール使用上の注意	146
10.9.1	ストップモード	146
10.9.2	ウェイトモード	146
10.9.3	VCA20ビットによる内部電源低消費操作	147
10.9.4	パワーオフ0モード	147
10.9.5	パワーオフ2モード	147
11.	プロテクト	148
11.1	レジスタの説明	148

11.1.1	プロテクトレジスタ (PRCR)	148
12.	割り込み	149
12.1	概要	149
12.1.1	割り込みの分類	149
12.1.2	ソフトウェア割り込み	149
12.1.3	特殊割り込み	150
12.1.4	周辺機能割り込み	151
12.1.5	割り込みと割り込みベクタ	151
12.2	レジスタの説明	153
12.2.1	割り込み制御レジスタ (KUPIC、ADIC、S0TIC、S0RIC、TRJ0IC、TRB1IC、TRB0IC、TRJ1IC、LCDIC、 VCMP1IC、VCMP2IC)	153
12.2.2	割り込み制御レジスタ (FMRDYIC、TRCIC、SSUIC/ICIC、TRHIC).....	154
12.2.3	INT _i 割り込み制御レジスタ (INT _i IC)(i = 0 ~ 3、5、7).....	155
12.3	割り込み制御	156
12.3.1	Iフラグ	156
12.3.2	IRビット	156
12.3.3	ILVL2 ~ ILVL0ビット、IPL	156
12.3.4	割り込みシーケンス	157
12.3.5	割り込み応答時間	158
12.3.6	割り込み要求受付時のIPLの変化.....	158
12.3.7	レジスタ退避	158
12.3.8	割り込みルーチンからの復帰	160
12.3.9	割り込み優先順位	160
12.3.10	割り込み優先レベル判定回路	161
12.4	INT割り込み	163
12.4.1	INT _i 割り込み (i = 0 ~ 3、5、7)	163
12.4.2	INT割り込み入力端子選択レジスタ (INTSR).....	164
12.4.3	外部入力許可レジスタ0 (INTEN)	165
12.4.4	外部入力許可レジスタ1 (INTEN1)	166
12.4.5	INT入力フィルタ選択レジスタ0 (INTF)	167
12.4.6	INT入力フィルタ選択レジスタ1 (INTF1)	167
12.4.7	INT _i 入力フィルタ (i = 0 ~ 3、5、7).....	168
12.5	キー入力割り込み	169
12.5.1	キー入力許可レジスタ0 (KIEN).....	171
12.5.2	キー入力許可レジスタ1 (KIEN1).....	172
12.6	アドレス一致割り込み	173
12.6.1	アドレス一致割り込み許可レジスタ _i (AIER _i)(i = 0 ~ 1).....	174
12.6.2	アドレス一致割り込みレジスタ _i (RMAD _i)(i = 0 ~ 1)	174
12.7	タイマRC割り込み、タイマRH割り込み、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニ ット割り込み、I ² Cバスインタフェース、フラッシュメモリ割り込み(複数の割り込み要求要因 を持つ割り込み)	175
12.8	割り込み使用上の注意	177
12.8.1	00000h番地の読み出し	177
12.8.2	SPの設定	177
12.8.3	外部割り込み、キー入力割り込み	177
12.8.4	割り込み要因の変更	178
12.8.5	割り込み制御レジスタの変更	179

13.	IDコード領域	180
13.1	概要	180
13.2	機能	181
13.3	強制イレーズ機能	182
13.4	標準シリアル入出力モード禁止機能	182
13.5	IDコード領域使用上の注意	183
13.5.1	IDコード領域の設定例	183
14.	オプション機能選択領域	184
14.1	概要	184
14.2	レジスタの説明	185
14.2.1	オプション機能選択レジスタ(OFS)	185
14.2.2	オプション機能選択レジスタ2(OFS2)	186
14.3	オプション機能選択領域使用上の注意	187
14.3.1	オプション機能選択領域の設定例	187
15.	ウォッチドッグタイマ	188
15.1	概要	188
15.2	レジスタの説明	190
15.2.1	プロセッサモードレジスタ1(PM1)	190
15.2.2	ウォッチドッグタイマリセットレジスタ(WDTR)	190
15.2.3	ウォッチドッグタイマスタートレジスタ(WDTS)	190
15.2.4	ウォッチドッグタイマ制御レジスタ(WDTC)	191
15.2.5	カウントソース保護モードレジスタ(CSPR)	191
15.2.6	オプション機能選択レジスタ(OFS)	192
15.2.7	オプション機能選択レジスタ2(OFS2)	193
15.3	動作説明	194
15.3.1	複数モードに関わる共通事項	194
15.3.2	カウントソース保護モード無効時	195
15.3.3	カウントソース保護モード有効時	196
16.	タイマ総論	197
17.	タイマRB	198
17.1	概要	198
17.2	レジスタの説明	200
17.2.1	モジュールスタンバイ制御レジスタ1(MSTCR1)	200
17.2.2	タイマR <i>B</i> _{<i>i</i>} 制御レジスタ(TRBiCR)(<i>i</i> = 0 ~ 1)	201
17.2.3	タイマR <i>B</i> _{<i>i</i>} ワンショット制御レジスタ(TRBiOCR)(<i>i</i> = 0 ~ 1)	201
17.2.4	タイマR <i>B</i> _{<i>i</i>} I/O制御レジスタ(TRBiIOC)(<i>i</i> = 0 ~ 1)	202
17.2.5	タイマR <i>B</i> _{<i>i</i>} モードレジスタ(TRBiMR)(<i>i</i> = 0 ~ 1)	202
17.2.6	タイマR <i>B</i> _{<i>i</i>} プリスケアラレジスタ(TRBiPRE)(<i>i</i> = 0 ~ 1)	203
17.2.7	タイマR <i>B</i> _{<i>i</i>} セカンダリレジスタ(TRBiSC)(<i>i</i> = 0 ~ 1)	203
17.2.8	タイマR <i>B</i> _{<i>i</i>} プライマリレジスタ(TRBiPR)(<i>i</i> = 0 ~ 1)	204
17.3	タイマモード	205
17.3.1	タイマR <i>B</i> _{<i>i</i>} I/O制御レジスタ(TRBiIOC)(<i>i</i> = 0 ~ 1)[タイマモード時]	205
17.3.2	カウント中のタイマ書き込み制御	206
17.4	プログラマブル波形発生モード	208
17.4.1	タイマR <i>B</i> _{<i>i</i>} I/O制御レジスタ(TRBiIOC)(<i>i</i> = 0 ~ 1)[プログラマブル波形発生モード時]	209

17.4.2	動作例	210
17.5	プログラマブルワンショット発生モード	211
17.5.1	タイマR <i>B</i> i I/O制御レジスタ(TR <i>B</i> iOC)(<i>i</i> = 0 ~ 1) [プログラマブルワンショット発生モード時]	212
17.5.2	動作例	213
17.5.3	ワンショットトリガ選択	214
17.6	プログラマブルウェイトワンショット発生モード	215
17.6.1	タイマR <i>B</i> i I/O制御レジスタ(TR <i>B</i> iOC)(<i>i</i> = 0 ~ 1) [プログラマブルウェイトワンショット発生モード時]	216
17.6.2	動作例	217
17.7	タイマRB使用上の注意	218
17.7.1	タイマモード	218
17.7.2	プログラマブル波形発生モード	218
17.7.3	プログラマブルワンショット発生モード	219
17.7.4	プログラマブルウェイトワンショット発生モード	219
18.	タイマRC	220
18.1	概要	220
18.2	レジスタの説明	222
18.2.1	モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)	223
18.2.2	タイマRCモードレジスタ (TRCMR)	224
18.2.3	タイマRC制御レジスタ1 (TRCCR1)	225
18.2.4	タイマRC割り込み許可レジスタ (TRCIER)	225
18.2.5	タイマRCステータスレジスタ (TRCSR)	226
18.2.6	タイマRC I/O制御レジスタ0 (TRCIOR0)	227
18.2.7	タイマRC I/O制御レジスタ1 (TRCIOR1)	227
18.2.8	タイマRCカウンタ (TRC)	228
18.2.9	タイマRCジェネラルレジスタA、B、C、D (TRCGRA、TRCGRB、TRCGRC、TRCGRD)	228
18.2.10	タイマRC制御レジスタ2 (TRCCR2)	229
18.2.11	タイマRCデジタルフィルタ機能選択レジスタ (TRCDF)	229
18.2.12	タイマRCアウトプットマスタ許可レジスタ (TRCOER)	230
18.2.13	タイマRCトリガ制御レジスタ (TRCADCR)	230
18.2.14	タイマRC端子選択レジスタ0 (TRCPSR0)	231
18.2.15	タイマRC端子選択レジスタ1 (TRCPSR1)	232
18.3	複数モードに関わる共通事項	233
18.3.1	カウントソース	233
18.3.2	バッファ動作	234
18.3.3	デジタルフィルタ	235
18.3.4	パルス出力強制遮断	237
18.4	タイマモード(インプットキャプチャ機能)	239
18.4.1	タイマRC I/O制御レジスタ0 (TRCIOR0)[タイマモード(インプットキャプチャ機能)時] ..	241
18.4.2	タイマRC I/O制御レジスタ1 (TRCIOR1)[タイマモード(インプットキャプチャ機能)時] ..	242
18.4.3	動作例	243
18.5	タイマモード(アウトプットコンペア機能)	244
18.5.1	タイマRC制御レジスタ1 (TRCCR1)[タイマモード(アウトプットコンペア機能)時]	246
18.5.2	タイマRC I/O制御レジスタ0 (TRCIOR0)[タイマモード(アウトプットコンペア機能)時] ..	247
18.5.3	タイマRC I/O制御レジスタ1 (TRCIOR1)[タイマモード(アウトプットコンペア機能)時] ..	248
18.5.4	タイマRC制御レジスタ2 (TRCCR2)[タイマモード(アウトプットコンペア機能)時]	249

18.5.5	動作例	250
18.5.6	TRCGRC、TRCGRD レジスタの出力端子変更	251
18.6	PWMモード	253
18.6.1	タイマRC制御レジスタ1(TRCCR1)[PWMモード時]	255
18.6.2	タイマRC制御レジスタ2(TRCCR2)[PWMモード時]	256
18.6.3	動作例	257
18.7	PWM2モード	259
18.7.1	タイマRC制御レジスタ1(TRCCR1)[PWM2モード時]	261
18.7.2	タイマRC制御レジスタ2(TRCCR2)[PWM2モード時]	262
18.7.3	タイマRCデジタルフィルタ機能選択レジスタ(TRCDF)[PWM2モード時]	263
18.7.4	動作例	264
18.8	タイマRC割り込み	267
18.9	タイマRC使用上の注意	268
18.9.1	TRCレジスタ	268
18.9.2	TRCSRレジスタ	268
18.9.3	TRCCR1レジスタ	268
18.9.4	カウントソース切り替え	268
18.9.5	インプットキャプチャ機能	269
18.9.6	PWM2モード時のTRCMRレジスタ	269
19.	タイマRH	270
19.1	概要	270
19.2	リアルタイムクロックモード	271
19.2.1	モジュールスタンバイ制御レジスタ1(MSTCR1)	273
19.2.2	タイマRH秒データレジスタ(TRHSEC)[リアルタイムクロックモード時]	274
19.2.3	タイマRH分データレジスタ(TRHMIN)[リアルタイムクロックモード時]	275
19.2.4	タイマRH時データレジスタ(TRHHR)[リアルタイムクロックモード時]	276
19.2.5	タイマRH曜日データレジスタ(TRHWK)[リアルタイムクロックモード時]	277
19.2.6	タイマRH日データレジスタ(TRHDY)[リアルタイムクロックモード時]	278
19.2.7	タイマRH月データレジスタ(TRHMON)[リアルタイムクロックモード時]	279
19.2.8	タイマRH年データレジスタ(TRHYR)[リアルタイムクロックモード時]	280
19.2.9	タイマRH制御レジスタ(TRHCR)[リアルタイムクロックモード時]	281
19.2.10	タイマRHカウントソース選択レジスタ(TRHCSR)[リアルタイムクロックモード時]	284
19.2.11	タイマRH時計誤差補正レジスタ(TRHADJ)[リアルタイムクロックモード時]	285
19.2.12	タイマRH割り込みフラグレジスタ(TRHIFR)[リアルタイムクロックモード時]	286
19.2.13	タイマRH割り込み許可レジスタ(TRHIER)[リアルタイムクロックモード時]	287
19.2.14	タイマRHアラーム分レジスタ(TRHAMN)[リアルタイムクロックモード時]	288
19.2.15	タイマRHアラーム時レジスタ(TRHAHR)[リアルタイムクロックモード時]	289
19.2.16	タイマRHアラーム曜日レジスタ(TRHAWK)[リアルタイムクロックモード時]	290
19.2.17	タイマRHプロテクトレジスタ(TRHPRC)[リアルタイムクロックモード時]	291
19.2.18	タイマRH秒割り込み制御レジスタ(TRHICR)[リアルタイムクロックモード時]	292
19.2.19	動作例	294
19.2.20	アラーム機能	297
19.2.21	秒調整機能	299
19.2.22	時計誤差補正機能	301
19.2.23	クロック出力	304
19.3	アウトプットコンペアモード	305
19.3.1	タイマRHカウンタデータレジスタ(TRHSEC)[アウトプットコンペアモード時]	306
19.3.2	タイマRHコンペアデータレジスタ(TRHMIN)[アウトプットコンペアモード時]	306

19.3.3	タイマRH制御レジスタ (TRHCR)[アウトプットコンペアモード時].....	307
19.3.4	タイマRHカウントソース選択レジスタ (TRHCSR)[アウトプットコンペアモード時].....	308
19.3.5	タイマRH割り込みフラグレジスタ (TRHIFR)[アウトプットコンペアモード時].....	310
19.3.6	タイマRH割り込み許可レジスタ (TRHIER)[アウトプットコンペアモード時].....	311
19.3.7	タイマRHプロテクトレジスタ (TRHPRC)[アウトプットコンペアモード時].....	311
19.3.8	動作例	312
19.4	タイマRH使用上の注意.....	314
19.4.1	リセット	314
19.4.2	カウント開始、停止	314
19.4.3	レジスタ設定	314
19.4.4	リアルタイムクロックモードの時刻読み出し手順	315
20.	タイマRJ	316
20.1	概要.....	316
20.2	レジスタの説明.....	317
20.2.1	モジュールスタンバイ制御レジスタ1 (MSTCR1).....	317
20.2.2	タイマRJ <i>i</i> 制御レジスタ (TRJ <i>i</i> CR)(<i>i</i> = 0 ~ 1)	318
20.2.3	タイマRJ <i>i</i> I/O制御レジスタ (TRJ <i>i</i> IOC)(<i>i</i> = 0 ~ 1)	318
20.2.4	タイマRJ <i>i</i> モードレジスタ (TRJ <i>i</i> MR)(<i>i</i> = 0 ~ 1)	319
20.2.5	タイマRJ <i>i</i> イベント端子選択レジスタ (TRJ <i>i</i> ISR)(<i>i</i> = 0 ~ 1)	320
20.2.6	タイマRJ <i>i</i> レジスタ (TRJ <i>i</i>)(<i>i</i> = 0 ~ 1).....	320
20.2.7	タイマRJ端子選択レジスタ (TRJSR).....	321
20.3	タイマモード	322
20.3.1	タイマRJ <i>i</i> I/O制御レジスタ (TRJ <i>i</i> IOC)(<i>i</i> = 0 ~ 1)[タイマモード時].....	323
20.3.2	カウント中のタイマ書き込み制御	324
20.4	パルス出力モード.....	325
20.4.1	タイマRJ <i>i</i> I/O制御レジスタ (TRJ <i>i</i> IOC)(<i>i</i> = 0 ~ 1)[パルス出力モード時].....	326
20.5	イベントカウンタモード.....	327
20.5.1	タイマRJ <i>i</i> I/O制御レジスタ (TRJ <i>i</i> IOC)(<i>i</i> = 0 ~ 1)[イベントカウンタモード時].....	328
20.6	パルス幅測定モード	329
20.6.1	タイマRJ <i>i</i> I/O制御レジスタ (TRJ <i>i</i> IOC)(<i>i</i> = 0 ~ 1)[パルス幅測定モード時].....	330
20.6.2	動作例	331
20.7	パルス周期測定モード	332
20.7.1	タイマRJ <i>i</i> I/O制御レジスタ (TRJ <i>i</i> IOC)(<i>i</i> = 0 ~ 1)[パルス周期測定モード時].....	333
20.7.2	動作例	334
20.8	タイマRJ使用上の注意.....	335
21.	シリアルインタフェース (UART0).....	336
21.1	概要.....	336
21.2	レジスタの説明.....	338
21.2.1	モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0).....	338
21.2.2	UART0送受信モードレジスタ (U0MR).....	339
21.2.3	UART0ビットレートレジスタ (U0BRG)	339
21.2.4	UART0送信バッファレジスタ (U0TB)	340
21.2.5	UART0送受信制御レジスタ0 (U0C0).....	341
21.2.6	UART0送受信制御レジスタ1 (U0C1).....	341
21.2.7	UART0受信バッファレジスタ (U0RB)	342
21.2.8	UART0端子選択レジスタ (U0SR)	343
21.3	クロック同期形シリアルI/Oモード.....	344

21.3.1	通信エラー発生時の対処方法	348
21.3.2	極性選択機能	349
21.3.3	LSB ファースト、MSB ファースト選択	349
21.3.4	連続受信モード	350
21.4	クロック非同期形シリアルI/O(UART)モード	351
21.4.1	ビットレート	356
21.4.2	通信エラー発生時の対処方法	357
21.5	シリアルインタフェース(UART0)使用上の注意	358
22.	クロック同期形シリアルインタフェース	359
22.1	モード選択	359
23.	シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット (SSU)	360
23.1	概要	360
23.2	レジスタの説明	362
23.2.1	モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)	362
23.2.2	SSU/IIC端子選択レジスタ(SSUICSR)	363
23.2.3	SSビットカウンタレジスタ(SSBR)	363
23.2.4	SS送信データレジスタ(SSTDR)	364
23.2.5	SS受信データレジスタ(SSRDR)	365
23.2.6	SS制御レジスタH(SSCRH)	365
23.2.7	SS制御レジスタL(SSCRL)	366
23.2.8	SSモードレジスタ(SSMR)	367
23.2.9	SS許可レジスタ(SSER)	368
23.2.10	SSステータスレジスタ(SSSR)	369
23.2.11	SSモードレジスタ2(SSMR2)	370
23.3	複数モードに関わる共通事項	371
23.3.1	転送クロック	371
23.3.2	SSシフトレジスタ(SSTRSR)	373
23.3.3	割り込み要求	374
23.3.4	各通信モードと端子機能	375
23.4	クロック同期式通信モード	376
23.4.1	クロック同期式通信モードの初期化	376
23.4.2	データ送信	377
23.4.3	データ受信	379
23.5	4線式バス通信モード	383
23.5.1	4線式バス通信モードの初期化	384
23.5.2	データ送信	385
23.5.3	データ受信	387
23.5.4	SCS端子制御とアービトレーション	389
23.6	シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット(SSU)使用上の注意	390
24.	I ² Cバスインタフェース	391
24.1	概要	391
24.2	レジスタの説明	394
24.2.1	モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)	394
24.2.2	SSU/IIC端子選択レジスタ(SSUICSR)	395
24.2.3	入出力機能端子選択レジスタ(PINSR)	396
24.2.4	IICバス送信データレジスタ(ICDRT)	397

24.2.5	IICバス受信データレジスタ (ICDRR)	397
24.2.6	IICバス制御レジスタ1 (ICCR1)	398
24.2.7	IICバス制御レジスタ2 (ICCR2)	399
24.2.8	IICバスモードレジスタ (ICMR)	400
24.2.9	IICバス割り込み許可レジスタ (ICIER)	401
24.2.10	IICバスステータスレジスタ (ICSR)	402
24.2.11	スレーブアドレスレジスタ (SAR)	403
24.2.12	IICバスシフトレジスタ (ICDRS)	403
24.3	複数モードに関わる共通事項	404
24.3.1	転送クロック	404
24.3.2	SDA端子デジタル遅延選択	406
24.3.3	割り込み要求	407
24.4	I ² Cバスインタフェースモード	408
24.4.1	I ² Cバスフォーマット	408
24.4.2	マスタ送信動作	409
24.4.3	マスタ受信動作	411
24.4.4	スレーブ送信動作	414
24.4.5	スレーブ受信動作	417
24.5	クロック同期式シリアルモード	419
24.5.1	クロック同期式シリアルフォーマット	419
24.5.2	送信動作	420
24.5.3	受信動作	421
24.6	レジスタ設定例	422
24.7	ノイズ除去回路	426
24.8	ビット同期回路	427
24.9	I ² Cバスインタフェース使用上の注意	428
24.9.1	マスタ受信モード	428
24.9.2	ICCR1レジスタのICEビットおよびICCR2レジスタのICRSTビット	428
25.	A/Dコンバータ	430
25.1	概要	430
25.2	レジスタの説明	432
25.2.1	モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)	432
25.2.2	チップ内蔵基準電圧制御レジスタ (OCVREFCR)	433
25.2.3	A/Dレジスタ _i (AD _i) (i = 0 ~ 7)	434
25.2.4	A/Dモードレジスタ (ADMOD)	435
25.2.5	A/D入力選択レジスタ (ADINSEL)	436
25.2.6	A/D制御レジスタ0 (ADCON0)	437
25.2.7	A/D制御レジスタ1 (ADCON1)	438
25.2.8	A/D制御レジスタ2 (ADCON2)	439
25.3	複数モードに関わる共通事項	440
25.3.1	入出力端子	440
25.3.2	A/D変換サイクル数	440
25.3.3	A/D変換開始条件	442
25.3.4	A/D変換結果	444
25.3.5	消費電流低減機能	444
25.3.6	チップ内蔵基準電圧 (OCVREF)	444
25.3.7	ゲインアンプ	444
25.3.8	A/D断線検出アシスト機能	445

25.4	単発モード	446
25.5	繰り返しモード0	447
25.6	繰り返しモード1	448
25.7	単掃引モード	450
25.8	繰り返し掃引モード	452
25.9	温度センサ	454
25.9.1	温度センサの設定手順	455
25.10	A/D変換時のセンサの出力インピーダンス	456
25.11	A/Dコンバータ使用上の注意	457
25.11.1	A/Dコンバータ	457
25.11.2	温度センサ	457
26.	コンパレータB	458
26.1	概要	458
26.2	レジスタの説明	460
26.2.1	コンパレータB制御レジスタ0(INTCMP)	460
26.2.2	外部入力許可レジスタ0 (INTEN)	460
26.2.3	INT入力フィルタ選択レジスタ0 (INTF)	461
26.3	動作説明	462
26.3.1	コンパレータBi デジタルフィルタ (i = 1、3)	463
26.4	コンパレータB1、コンパレータB3割り込み	464
27.	LCD駆動制御回路	465
27.1	概要	465
27.2	レジスタの説明	468
27.2.1	モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)	468
27.2.2	LCD制御レジスタ (LCR0)	469
27.2.3	LCDオプションクロック制御レジスタ (LCR2)	470
27.2.4	LCDクロック制御レジスタ (LCR3)	470
27.2.5	LCD表示制御レジスタ (LCR4)	471
27.2.6	LCDポート選択レジスタ0 (LSE0)	471
27.2.7	LCDポート選択レジスタ1 (LSE1)	472
27.2.8	LCDポート選択レジスタ2 (LSE2)	472
27.2.9	LCDポート選択レジスタ5 (LSE5)	473
27.3	データレジスタの説明	474
27.4	LCD駆動制御	475
27.4.1	セグメント出力端子の選択	477
27.4.2	LCDクロック選択	477
27.4.3	バイアス制御	477
27.4.4	LCDデータ表示	478
27.4.5	ストップモードおよびパワーオフ2モード時の端子の状態	478
27.4.6	パワーオフ0モード時の端子の状態	478
27.5	LCD駆動波形	479
27.5.1	セグメントパネル駆動波形	479
27.5.2	メモリ性液晶パネル用駆動波形	483
27.5.3	割り込み制御波形	484
27.6	LCD駆動制御回路使用上の注意	485
27.6.1	分割抵抗を外付けする場合	485

28.	フラッシュメモリ	486
28.1	概要	486
28.2	メモリ配置	487
28.3	フラッシュメモリ書き換え禁止機能	489
28.3.1	IDコードチェック機能	489
28.3.2	ROMコードプロテクト機能	490
28.3.3	オプション機能選択レジスタ(OFS)	490
28.4	CPU書き換えモード	491
28.4.1	フラッシュメモリステータスレジスタ(FST)	492
28.4.2	フラッシュメモリ制御レジスタ0(FMR0)	495
28.4.3	フラッシュメモリ制御レジスタ1(FMR1)	498
28.4.4	フラッシュメモリ制御レジスタ2(FMR2)	500
28.4.5	EW0モード	501
28.4.6	EW1モード	501
28.4.7	サスペンド動作	502
28.4.8	各モードの設定と解除方法	504
28.4.9	データ保護機能	505
28.4.10	ソフトウェアコマンド	506
28.4.11	フルステータスチェック	519
28.5	標準シリアル入出力モード	521
28.5.1	IDコードチェック機能	521
28.6	パラレル入出力モード	524
28.6.1	ROMコードプロテクト機能	524
28.7	フラッシュメモリ使用上の注意	525
28.7.1	CPU書き換えモード	525
29.	電気的特性	529
29.1	絶対最大定格	529
29.2	推奨動作条件	530
29.3	周辺機能の特性	532
29.4	DC特性	540
29.5	AC特性	546
30.	使用上の注意事項	553
30.1	クロック発生回路使用上の注意	553
30.1.1	発振停止検出機能	553
30.1.2	発振回路定数	553
30.1.3	XCINクロック	553
30.2	パワーコントロール使用上の注意	554
30.2.1	ストップモード	554
30.2.2	ウェイトモード	554
30.2.3	VCA20ビットによる内部電源低消費操作	555
30.2.4	パワーオフ0モード	555
30.2.5	パワーオフ2モード	555
30.3	割り込み使用上の注意	556
30.3.1	00000h番地の読み出し	556
30.3.2	SPの設定	556
30.3.3	外部割り込み、キー入力割り込み	556
30.3.4	割り込み要因の変更	557

30.3.5	割り込み制御レジスタの変更	558
30.4	IDコード領域使用上の注意	559
30.4.1	IDコード領域の設定例	559
30.5	オプション機能選択領域使用上の注意	559
30.5.1	オプション機能選択領域の設定例	559
30.6	タイマRB使用上の注意	560
30.6.1	タイマモード	560
30.6.2	プログラマブル波形発生モード	560
30.6.3	プログラマブルワンショット発生モード	561
30.6.4	プログラマブルウェイトワンショット発生モード	561
30.7	タイマRC使用上の注意	562
30.7.1	TRCレジスタ	562
30.7.2	TRCSRレジスタ	562
30.7.3	TRCCR1レジスタ	562
30.7.4	カウントソース切り替え	562
30.7.5	インプットキャプチャ機能	563
30.7.6	PWM2モード時のTRCMRレジスタ	563
30.8	タイマRH使用上の注意	564
30.8.1	リセット	564
30.8.2	カウント開始、停止	564
30.8.3	レジスタ設定	564
30.8.4	リアルタイムクロックモードの時刻読み出し手順	565
30.9	タイマRJ使用上の注意	566
30.10	シリアルインタフェース(UART0)使用上の注意	566
30.11	シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット(SSU)使用上の注意	567
30.12	I ² Cバスインタフェース使用上の注意	567
30.12.1	マスタ受信モード	567
30.12.2	ICCR1レジスタのICEビットおよびICCR2レジスタのICRSTビット	567
30.13	A/Dコンバータ使用上の注意	569
30.13.1	A/Dコンバータ	569
30.13.2	温度センサ	569
30.14	LCD駆動制御回路使用上の注意	569
30.14.1	分割抵抗を外付けする場合	569
30.15	フラッシュメモリ使用上の注意	570
30.15.1	CPU書き換えモード	570
30.16	ノイズに関する注意	574
30.16.1	ノイズおよびラッチアップ対策として、VCC-VSSライン間へのバイパスコンデンサ 挿入	574
30.16.2	ポート制御レジスタのノイズ誤動作対策	574
30.17	電源電圧の変動に関する注意事項	574
31.	オンチップデバッグの注意事項	575
付録1.	外形寸法図	576
付録2.	シリアルライタとの接続例	578
付録3.	エミュレータE8aとの接続例	580

番地別ページ早見表

番地	レジスタ	シンボル	掲載ページ
0000h			
0001h			
0002h			
0003h			
0004h	プロセッサモードレジスタ0	PM0	34
0005h	プロセッサモードレジスタ1	PM1	190
0006h	システムクロック制御レジスタ0	CM0	105、122
0007h	システムクロック制御レジスタ1	CM1	106、123
0008h	モジュールスタンバイ制御レジスタ0	MSTCR0	223、338、362、394、432、468
0009h	システムクロック制御レジスタ3	CM3	107、124
000Ah	プロテクトレジスタ	PRCR	148
000Bh	リセット要因判別レジスタ	RSTFR	34
000Ch	発振停止検出レジスタ	OCD	108、125
000Dh	ウォッチドッグタイマリセットレジスタ	WDTR	190
000Eh	ウォッチドッグタイマスタートレジスタ	WDTS	190
000Fh	ウォッチドッグタイマ制御レジスタ	WDTC	191
0010h	モジュールスタンバイ制御レジスタ1	MSTCR1	200、273、317
0011h			
0012h			
0013h			
0014h			
0015h			
0016h			
0017h			
0018h			
0019h			
001Ah			
001Bh			
001Ch	カウントソース保護モードレジスタ	CSPR	191
001Dh			
001Eh			
001Fh			
0020h	パワーオフモード制御レジスタ0	POMCR0	128
0021h			
0022h			
0023h	高速オンチップオシレータ制御レジスタ0	FRA0	109、126
0024h	高速オンチップオシレータ周波数制御レジスタ0	FRC0	109
0025h	高速オンチップオシレータ制御レジスタ2	FRA2	110
0026h	チップ内蔵基準電圧制御レジスタ	OCVREFCR	433
0027h			
0028h			
0029h	高速オンチップオシレータ18MHz設定値レジスタ0	FR18S0	111
002Ah	高速オンチップオシレータ18MHz設定値レジスタ1	FR18S1	111
002Bh			
002Ch			
002Dh			
002Eh			
002Fh	高速オンチップオシレータ周波数制御レジスタ1	FRC1	111
0030h	電圧監視回路制御レジスタ	CMPA	47
0031h	電圧監視回路エッジ選択レジスタ	VCAC	47
0032h			
0033h	電圧検出レジスタ1	VCA1	48
0034h	電圧検出レジスタ2	VCA2	49、127
0035h			
0036h	電圧検出1レベル選択レジスタ	VD1LS	50
0037h			
0038h	電圧監視0回路制御レジスタ	VW0C	51
0039h	電圧監視1回路制御レジスタ	VW1C	52
003Ah	電圧監視2回路制御レジスタ	VW2C	53
003Bh			
003Ch			
003Dh			
003Eh			
003Fh			

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	掲載ページ
0040h			
0041h	フラッシュメモリレディ割り込み制御レジスタ	FMRDYIC	154
0042h			
0043h	INT7割り込み制御レジスタ	INT7IC	155
0044h			
0045h	INT5割り込み制御レジスタ	INT5IC	155
0046h			
0047h	タイマRC割り込み制御レジスタ	TRCIC	154
0048h			
0049h			
004Ah	タイマRH割り込み制御レジスタ	TRHIC	154
004Bh			
004Ch			
004Dh	キー入力割り込み制御レジスタ	KUPIC	153
004Eh	A/D変換割り込み制御レジスタ	ADIC	153
004Fh	SSU割り込み制御レジスタ/IICバス割り込み制御レジスタ	SSUIC/IICIC	154
0050h			
0051h	UART0送信割り込み制御レジスタ	S0TIC	153
0052h	UART0受信割り込み制御レジスタ	S0RIC	153
0053h			
0054h			
0055h	INT2割り込み制御レジスタ	INT2IC	155
0056h	タイマRJ0割り込み制御レジスタ	TRJ0IC	153
0057h	タイマRB1割り込み制御レジスタ	TRB1IC	153
0058h	タイマRB0割り込み制御レジスタ	TRB0IC	153
0059h	INT1割り込み制御レジスタ	INT1IC	155
005Ah	INT3割り込み制御レジスタ	INT3IC	155
005Bh	タイマRJ1割り込み制御レジスタ	TRJ1IC	153
005Ch			
005Dh	INT0割り込み制御レジスタ	INT0IC	155
005Eh			
005Fh			
0060h			
0061h			
0062h			
0063h			
0064h			
0065h			
0066h			
0067h			
0068h			
0069h			
006Ah	LCD割り込み制御レジスタ	LCDIC	153
006Bh			
006Ch			
006Dh			
006Eh			
006Fh			
0070h			
0071h			
0072h	電圧監視1割り込み制御レジスタ	VCMP1IC	153
0073h	電圧監視2割り込み制御レジスタ	VCMP2IC	153
0074h			
0075h			
0076h			
0077h			
0078h			
0079h			
007Ah			
007Bh			
007Ch			
007Dh			
007Eh			
007Fh			

番地	レジスタ	シンボル	掲載ページ
0080h	タイマRJ0制御レジスタ	TRJ0CR	318
0081h	タイマRJ0 I/O制御レジスタ	TRJ0IOC	318、323、326、328、330、333
0082h	タイマRJ0モードレジスタ	TRJ0MR	319
0083h	タイマRJ0イベント端子選択レジスタ	TRJ0ISR	320
0084h	タイマRJ0レジスタ	TRJ0	320
0085h			
0086h			
0087h			
0088h	タイマRJ1制御レジスタ	TRJ1CR	318
0089h	タイマRJ1 I/O制御レジスタ	TRJ1IOC	318、323、326、328、330、333
008Ah	タイマRJ1モードレジスタ	TRJ1MR	319
008Bh	タイマRJ1イベント端子選択レジスタ	TRJ1ISR	320
008Ch	タイマRJ1レジスタ	TRJ1	320
008Dh			
008Eh			
008Fh			
0090h			
0091h			
0092h			
0093h			
0094h			
0095h			
0096h			
0097h			
0098h	タイマRB1制御レジスタ	TRB1CR	201
0099h	タイマRB1ワンショット制御レジスタ	TRB1OCR	201
009Ah	タイマRB1 I/O制御レジスタ	TRB1IOC	202、205、209、212、216
009Bh	タイマRB1モードレジスタ	TRB1MR	202
009Ch	タイマRB1プリスケアラレジスタ	TRB1PRE	203
009Dh	タイマRB1セカンダリレジスタ	TRB1SC	203
009Eh	タイマRB1プライマリレジスタ	TRB1PR	204
009Fh			
00A0h	UART0送信モードレジスタ	U0MR	339
00A1h	UART0ビットレートレジスタ	U0BRG	339
00A2h	UART0送信バッファレジスタ	U0TB	340
00A3h			
00A4h	UART0受信制御レジスタ0	U0C0	341
00A5h	UART0受信制御レジスタ1	U0C1	341
00A6h	UART0受信バッファレジスタ	U0RB	342
00A7h			
00A8h			
00A9h			
00AAh			
00ABh			
00ACh			
00ADh			
00AEh			
00AFh			
00B0h			
00B1h			
00B2h			
00B3h			
00B4h			
00B5h			
00B6h			
00B7h			
00B8h			
00B9h			
00BAh			
00BBh			
00BCh			
00BDh			
00BEh			
00BFh			

番地	レジスタ	シンボル	掲載ページ
00C0h	A/Dレジスタ0	AD0	434
00C1h			
00C2h	A/Dレジスタ1	AD1	434
00C3h			
00C4h	A/Dレジスタ2	AD2	434
00C5h			
00C6h	A/Dレジスタ3	AD3	434
00C7h			
00C8h	A/Dレジスタ4	AD4	434
00C9h			
00CAh	A/Dレジスタ5	AD5	434
00CBh			
00CCh	A/Dレジスタ6	AD6	434
00CDh			
00CEh	A/Dレジスタ7	AD7	434
00CFh			
00D0h			
00D1h			
00D2h			
00D3h			
00D4h	A/Dモードレジスタ	ADMOD	435
00D5h	A/D入力選択レジスタ	ADINSEL	436
00D6h	A/D制御レジスタ0	ADCON0	437
00D7h	A/D制御レジスタ1	ADCON1	438
00D8h			
00D9h			
00DAh			
00DBh			
00DCh			
00DDh	A/D制御レジスタ2	ADCON2	439
00DEh			
00DFh			
00E0h	ポートP0レジスタ	P0	71
00E1h			
00E2h	ポートP0方向レジスタ	PD0	70
00E3h			
00E4h	ポートP2レジスタ	P2	71
00E5h	ポートP3レジスタ	P3	71
00E6h	ポートP2方向レジスタ	PD2	70
00E7h	ポートP3方向レジスタ	PD3	70
00E8h			
00E9h	ポートP5レジスタ	P5	71
00EAh			
00EBh	ポートP5方向レジスタ	PD5	70
00ECh			
00EDh	ポートP7レジスタ	P7	71
00EEh			
00EFh	ポートP7方向レジスタ	PD7	70
00F0h	ポートP8レジスタ	P8	71
00F1h	ポートP9レジスタ	P9	71
00F2h	ポートP8方向レジスタ	PD8	70
00F3h	ポートP9方向レジスタ	PD9	70
00F4h			
00F5h			
00F6h			
00F7h			
00F8h			
00F9h			
00FAh			
00FBh			
00FCh			
00FDh			
00FEh			
00FFh			

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	掲載ページ
0100h			
0101h			
0102h			
0103h			
0104h			
0105h			
0106h			
0107h			
0108h	タイマRB0制御レジスタ	TRB0CR	201
0109h	タイマRB0ワンショット制御レジスタ	TRB0OCR	201
010Ah	タイマRB0 I/O制御レジスタ	TRB0IOC	202、205、209、212、216
010Bh	タイマRB0モードレジスタ	TRB0MR	202
010Ch	タイマRB0プリスケールレジスタ	TRB0PRE	203
010Dh	タイマRB0セカンダリレジスタ	TRB0SC	203
010Eh	タイマRB0プライマリレジスタ	TRB0PR	204
010Fh			
0110h	タイマRH秒データレジスタ/カウンタデータレジスタ	TRHSEC	274、306
0111h	タイマRH分データレジスタ/コンペアデータレジスタ	TRHMIN	275、306
0112h	タイマRH時データレジスタ	TRHHR	276
0113h	タイマRH曜日データレジスタ	TRHWK	277
0114h	タイマRH日データレジスタ	TRHDY	278
0115h	タイマRH月データレジスタ	TRHMON	279
0116h	タイマRH年データレジスタ	TRHYR	280
0117h	タイマRH制御レジスタ	TRHCR	281、307
0118h	タイマRHカウントソース選択レジスタ	TRHCSR	284、308
0119h	タイマRH時計誤差補正レジスタ	TRHADJ	285
011Ah	タイマRH割り込みフラグレジスタ	TRHIFR	286、310
011Bh	タイマRH割り込み許可レジスタ	TRHIER	287、311
011Ch	タイマRHアラーム分レジスタ	TRHAMN	288
011Dh	タイマRHアラーム時レジスタ	TRHAHR	289
011Eh	タイマRHアラーム曜日レジスタ	TRHAWK	290
011Fh	タイマRHプロテクトレジスタ	TRHPRC	291、311
0120h	タイマRCモードレジスタ	TRCMR	224
0121h	タイマRC制御レジスタ1	TRCCR1	225、246、255、261
0122h	タイマRC割り込み許可レジスタ	TRCIER	225
0123h	タイマRCステータスレジスタ	TRCSR	226
0124h	タイマRC I/O制御レジスタ0	TRCIOR0	227、241、247
0125h	タイマRC I/O制御レジスタ1	TRCIOR1	227、242、248
0126h	タイマRCカウンタ	TRC	228
0127h			
0128h	タイマRCジェネラルレジスタA	TRCGRA	228
0129h			
012Ah	タイマRCジェネラルレジスタB	TRCGRB	228
012Bh			
012Ch	タイマRCジェネラルレジスタC	TRCGRC	228
012Dh			
012Eh	タイマRCジェネラルレジスタD	TRCGRD	228
012Fh			

番地	レジスタ	シンボル	掲載ページ
0130h	タイマRC制御レジスタ2	TRCCR2	229、249、256、262
0131h	タイマRCデジタルフィルタ機能選択レジスタ	TRCDF	229、263
0132h	タイマRCアウトプットマスタ許可レジスタ	TRCOER	230
0133h	タイマRCトリガ制御レジスタ	TRCADCR	230
0134h			
0135h			
0136h			
0137h			
0138h			
0139h			
013Ah			
013Bh			
013Ch			
013Dh			
013Eh			
013Fh			
0140h			
0141h			
0142h			
0143h			
0144h			
0145h			
0146h			
0147h			
0148h			
0149h			
014Ah			
014Bh			
014Ch			
014Dh			
014Eh			
014Fh			
0150h			
0151h			
0152h			
0153h			
0154h			
0155h			
0156h			
0157h			
0158h			
0159h			
015Ah			
015Bh			
015Ch			
015Dh			
015Eh			
015Fh			

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	掲載ページ
0160h			
0161h			
0162h			
0163h			
0164h			
0165h			
0166h			
0167h			
0168h			
0169h			
016Ah			
016Bh			
016Ch			
016Dh			
016Eh			
016Fh			
0170h			
0171h			
0172h			
0173h			
0174h			
0175h			
0176h			
0177h			
0178h			
0179h			
017Ah			
017Bh			
017Ch			
017Dh			
017Eh			
017Fh			
0180h	タイマRJ端子選択レジスタ	TRJSR	72、321
0181h			
0182h	タイマRC端子選択レジスタ0	TRCPSR0	73、231
0183h	タイマRC端子選択レジスタ1	TRCPSR1	74、232
0184h			
0185h			
0186h			
0187h			
0188h	UART0端子選択レジスタ	U0SR	75、343
0189h			
018Ah			
018Bh			
018Ch	SSU/IIC端子選択レジスタ	SSUICSR	76、363、395
018Dh	タイマRH秒割り込み制御レジスタ	TRHICR	292
018Eh	INT割り込み入力端子選択レジスタ	INTSR	77、164
018Fh	入出力機能端子選択レジスタ	PINSR	78、396

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	掲載ページ
0190h			
0191h			
0192h			
0193h	SSビットカウンタレジスタ	SSBR	363
0194h	SS送信データレジスタL/IICバス送信データレジスタ	SSTDR/ICDRT	364、397
0195h	SS送信データレジスタH	SSTDRH	
0196h	SS受信データレジスタL/IICバス受信データレジスタ	SSRDR/ICDRR	365、397
0197h	SS受信データレジスタH	SSRDRH	
0198h	SS制御レジスタH/IICバス制御レジスタ1	SSCRH/ICCR1	365、398
0199h	SS制御レジスタL/IICバス制御レジスタ2	SSCRL/ICCR2	366、399
019Ah	SSモードレジスタ/IICバスモードレジスタ	SSMR/ICMR	367、400
019Bh	SS許可レジスタ/IICバス割り込み許可レジスタ	SSER/ICIER	368、401
019Ch	SSステータスレジスタ/IICバスステータスレジスタ	SSSR/ICSR	369、402
019Dh	SSモードレジスタ2/スレーブアドレスレジスタ	SSMR2/SAR	370、403
019Eh			
019Fh			
01A0h			
01A1h			
01A2h			
01A3h			
01A4h			
01A5h			
01A6h			
01A7h			
01A8h			
01A9h			
01AAh			
01ABh			
01ACh			
01ADh			
01AEh			
01AFh			
01B0h			
01B1h			
01B2h	フラッシュメモリステータスレジスタ	FST	492
01B3h			
01B4h	フラッシュメモリ制御レジスタ0	FMR0	495
01B5h	フラッシュメモリ制御レジスタ1	FMR1	498
01B6h	フラッシュメモリ制御レジスタ2	FMR2	500
01B7h			
01B8h			
01B9h			
01BAh			
01BBh			
01BCh			
01BDh			
01BEh			
01BFh			
01C0h	アドレス一致割り込みレジスタ0	RMAD0	174
01C1h			
01C2h			
01C3h	アドレス一致割り込み許可レジスタ0	AIER0	174
01C4h	アドレス一致割り込みレジスタ1	RMAD1	174
01C5h			
01C6h			
01C7h	アドレス一致割り込み許可レジスタ1	AIER1	174
01C8h			
01C9h			
01CAh			
01CBh			
01CCh			
01CDh			
01CEh			
01CFh			

番地	レジスタ	シンボル	掲載ページ
01D0h			
01D1h			
01D2h			
01D3h			
01D4h			
01D5h			
01D6h			
01D7h			
01D8h			
01D9h			
01DAh			
01DBh			
01DCh			
01DDh			
01DEh			
01DFh			
01E0h	ポートP0ブルアップ制御レジスタ	P0PUR	79
01E1h			
01E2h	ポートP2ブルアップ制御レジスタ	P2PUR	79
01E3h	ポートP3ブルアップ制御レジスタ	P3PUR	79
01E4h			
01E5h	ポートP5ブルアップ制御レジスタ	P5PUR	79
01E6h			
01E7h	ポートP7ブルアップ制御レジスタ	P7PUR	79
01E8h	ポートP8ブルアップ制御レジスタ	P8PUR	79
01E9h	ポートP9ブルアップ制御レジスタ	P9PUR	79
01EAh			
01EBh			
01ECh			
01EDh			
01EEh			
01EFh			
01F0h			
01F1h	ポートP8駆動能力制御レジスタ	P8DRR	79
01F2h			
01F3h			
01F4h			
01F5h	入力しきい値制御レジスタ0	VLT0	80
01F6h	入力しきい値制御レジスタ1	VLT1	81
01F7h	入力しきい値制御レジスタ2	VLT2	82
01F8h	コンパレータB制御レジスタ0	INTCMP	460
01F9h			
01FAh	外部入力許可レジスタ0	INTEN	165、460
01FBh	外部入力許可レジスタ1	INTEN1	166
01FCh	INT入力フィルタ選択レジスタ0	INTF	167、461
01FDh	INT入力フィルタ選択レジスタ1	INTF1	167
01FEh	キー入力許可レジスタ0	KIEN	171
01FFh	キー入力許可レジスタ1	KIEN1	172

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	掲載ページ
0200h	LCD制御レジスタ	LCR0	469
0201h			
0202h	LCDオプションクロック制御レジスタ	LCR2	470
0203h	LCDクロック制御レジスタ	LCR3	470
0204h	LCD表示制御レジスタ	LCR4	471
0205h			
0206h	LCDポート選択レジスタ0	LSE0	471
0207h	LCDポート選択レジスタ1	LSE1	472
0208h	LCDポート選択レジスタ2	LSE2	472
0209h			
020Ah			
020Bh	LCDポート選択レジスタ5	LSE5	473
020Ch			
020Dh			
020Eh			
020Fh			
0210h	LCD表示データレジスタ	LRA0L	474
0211h		LRA1L	474
0212h		LRA2L	474
0213h		LRA3L	474
0214h		LRA4L	474
0215h		LRA5L	474
0216h		LRA6L	474
0217h		LRA7L	474
0218h		LRA8L	474
0219h		LRA9L	474
021Ah		LRA10L	474
021Bh		LRA11L	474
021Ch		LRA12L	474
021Dh		LRA13L	474
021Eh		LRA14L	474
021Fh		LRA15L	474
0220h		LRA16L	474
0221h		LRA17L	474
0222h		LRA18L	474
0223h		LRA19L	474
0224h		LRA20L	474
0225h		LRA21L	474
0226h		LRA22L	474
0227h		LRA23L	474
0228h		LRA24L	474
0229h		LRA25L	474
022Ah		LRA26L	474
022Bh			
022Ch			
022Dh			
022Eh			
022Fh			
0230h			
0231h			
0232h			
0233h			
0234h			
0235h			
0236h			
0237h			
:			
FFDBh	オプション機能選択レジスタ2	OFS2	36、186、193
:			
FFFFh	オプション機能選択レジスタ	OFS	35、54、185、192、490

1. 概要

1.1 特長

R8C/LA3A グループ、R8C/LA5A グループの計2グループは、R8C 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す。R8C CPU コアは、高機能命令を持ちながら高い命令効率を持ち、1M バイトのアドレス空間と、命令を高速に実行する能力を備え、さらに、乗算器があるため高速な演算処理が可能です。

消費電力が小さい上、動作モードによるパワーコントロールが可能です。また、これらのマイコンは、EMI/EMS 性能を最大限に考慮した設計を行っています。

多機能タイマ、シリアルインタフェースなど、多彩な周辺機能を内蔵しており、システムの部品点数を少なくできます。

R8C/LA3A グループ、R8C/LA5A グループはデータフラッシュ (1KB × 2ブロック) を内蔵します。

1.1.1 応用

家電、事務機器、オーディオ、民生機器、他

1.1.2 グループごとの相違点

表1.1にグループ相違点を、表1.2にグループごとに備えるプログラマブル入出力ポートを示します。
各グループのピン配置図は、図1.5～図1.6に、各製品については、表1.7～表1.8に示します。
なお、次章以降の説明ではR8C/LA5Aグループについて説明しますので、以上の相違点に留意ください。

表1.1 グループごとの相違点

分類	機能	R8C/LA3Aグループ	R8C/LA5Aグループ
I/Oポート	プログラマブル入出力ポート	26本	44本
割り込み	INT割り込み入力端子	5本	6本
タイマRH	タイマRHの出力端子	なし	1本
A/Dコンバータ	アナログ入力端子	5本	7本
LCD駆動制御回路	セグメント出力端子	最大11本	最大27本
コンパレータB	アナログ入力電圧	1本	2本
	リファレンス入力電圧	1本	2本
クロック	XCIN端子	XIN端子と兼用	専用端子
	XCOUT端子	XOUT端子と兼用	専用端子
パッケージ		32ピンLQFP	52ピンLQFP

注1. I/Oポートは割り込みやタイマなどの入出力機能を兼用しています。
詳細については、表1.9～表1.10ピン番号別端子名一覧を参照してください。

表1.2 グループごとに備えるプログラマブル入出力ポート

プログラマブル 入出力ポート	R8C/LA3Aグループ I/O合計26本								R8C/LA5Aグループ I/O合計44本							
	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
P0	—	—	—	—	—	—	—	—								
P2																
P3	—	—	—	—	—	—	—	—								
P5	—								—							
P7	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—				
P8																
P9	—	—	—	—	—	—			—	—	—	—	—	—		

注1. “ ” が搭載するプログラマブル入出力ポートです。

注2. “—” は以下のように設定してください。

- PDi (i=0、3、5、7、9)レジスタの対応するビットに“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。
- Pi (i=0、3、5、7、9)レジスタの対応するビットに“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。

表1.3 グループごとに備えるLCD表示機能端子

兼用I/Oポート	R8C/LA3Aグループ コモン出力：最大4本 セグメント出力：最大11本								R8C/LA5Aグループ コモン出力：最大4本 セグメント出力：最大27本							
									SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG
P0	—	—	—	—	—	—	—	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	
P2	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	
P3	—	—	—	—	—	—	—	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	SEG	
P5	—	VL3 (注2)	VL2 (注2)	VL1 (注2)	COM 0	COM 1 SEG 26	COM 2 SEG 25	COM 3 SEG 24	—	VL3 (注2)	VL2 (注2)	VL1 (注2)	COM 0	COM 1 SEG 26	COM 2 SEG 25	COM 3 SEG 24

注1. “—” はLCD表示機能はありません。これらの端子は、LSE0、LSE2、LSE5レジスタの対応するビットを“0”にしてください。

注2. LCD駆動制御回路を使用する場合は、LSE5レジスタの対応するビットを“1”にしてください。

1.1.3 仕様概要

表1.4～表1.6に仕様概要を示します。

表1.4 仕様概要(1)

分類	機能	説明	
CPU	中央演算処理装置	R8C CPUコア <ul style="list-style-type: none"> •基本命令数：89命令 •最小命令実行時間：50ns (f(XIN) = 20MHz、VCC = 2.7 V ~ 5.5 V) 125ns (f(XIN) = 8MHz、VCC = 1.8 V ~ 5.5 V) •乗算器：16ビット×16ビット 32ビット •積和演算命令：16ビット×16ビット+32ビット 32ビット •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	ROM/RAM データフラッシュ	表1.7～表1.8 製品一覧を参照してください	
電圧検出	電圧検出回路	<ul style="list-style-type: none"> •パワーオンリセット •電圧検出3点(電圧検出0、電圧検出1は検出レベル選択可能) 	
I/Oポート	プログラマブル 入出力ポート	R8C/LA3A グループ	<ul style="list-style-type: none"> •CMOS入出力：26、プルアップ抵抗選択可能(注1) •大電流駆動ポート：8
		R8C/LA5A グループ	<ul style="list-style-type: none"> •CMOS入出力：44、プルアップ抵抗選択可能(注1) •大電流駆動ポート：8
クロック	クロック発生回路	<ul style="list-style-type: none"> •4回路：XINクロック発振回路 XCINクロック発振回路(32kHz) 高速オンチップオシレータ(周波数調整機能付) 低速オンチップオシレータ •発振停止検出：XINクロック発振停止検出機能 •周波数分周回路：1、2、4、8、16分周選択 •低消費電力機構：標準動作モード(高速クロック、低速クロック、高速オンチップオシレータ、低速オンチップオシレータ)、ウェイトモード、ストップモード、パワーオフモード 	
割り込み		R8C/LA3A グループ	<ul style="list-style-type: none"> •割り込みベクタ数：69 •外部割り込み入力：13 (INT×5、キー入力×8) •割り込み優先レベル：7レベル
		R8C/LA5A グループ	<ul style="list-style-type: none"> •割り込みベクタ数：69 •外部割り込み入力：14 (INT×6、キー入力×8) •割り込み優先レベル：7レベル
ウォッチドッグタイマ		<ul style="list-style-type: none"> •14ビット×1(プリスケアラ付) •リセットスタート機能選択可能 •ウォッチドッグタイマ用低速オンチップオシレータ選択可能 	

注1. P5_4～P5_6端子にプルアップ抵抗はありません。

表1.5 仕様概要(2)

分類	機能	説明	
タイマ	タイマRB0、タイマRB1	8ビット×2(8ビットプリスケアラ付) タイマモード(周期タイマ)、プログラマブル波形発生モード(PWM出力)、 プログラマブルワンショット発生モード、 プログラマブルウェイトワンショット発生モード	
	タイマRC	16ビット×1(キャプチャ/コンペアレジスタ4本付) タイマモード(インプットキャプチャ機能、アウトプットコンペア機能)、 PWMモード(出力3本)、PWM2モード(PWM出力1本)	
	タイマRH	リアルタイムクロックモード(秒、分、時、曜日、日、月、年カウント)、 アウトプットコンペアモード	
	タイマRJ0、タイマRJ1	16ビット×2 タイマモード(周期タイマ)、パルス出力モード(周期ごとのレベル反転出力)、 イベントカウンタモード、パルス幅測定モード、パルス周期測定モード	
シリアル インタ フェース	UART0	1チャンネル クロック同期形シリアルI/O / 非同期形シリアルI/O兼用	
シンクロナスシリアルコミュニケー ションユニット(SSU)		1(I ² Cバスインタフェースと兼用)	
I ² Cバス		1(SSUと兼用)	
A/Dコンバータ	R8C/LA3A グループ	分解能10ビット×5チャンネル、サンプル&ホールドあり、掃引モードあり、 温度センサ内蔵 (測定温度範囲：-20 ~ 85 (Nバージョン)/ -40 ~ 85 (Dバージョン))	
	R8C/LA5A グループ	分解能10ビット×7チャンネル、サンプル&ホールドあり、掃引モードあり、 温度センサ内蔵 (測定温度範囲：-20 ~ 85 (Nバージョン)/ -40 ~ 85 (Dバージョン))	
コンパレータB	R8C/LA3A グループ	1回路(コンパレータB1)	
	R8C/LA5A グループ	2回路(コンパレータB1、コンパレータB3)	
LCD駆動制御回路	R8C/LA3A グループ	<ul style="list-style-type: none"> • コモン出力：最大4本 • セグメント出力：最大11本 	<ul style="list-style-type: none"> • バイアス：1/2、1/3 • デューティ：スタティック、1/2、1/3、1/4
	R8C/LA5A グループ	<ul style="list-style-type: none"> • コモン出力：最大4本 • セグメント出力：最大27本 	

表1.6 仕様概要(3)

分類	説明
フラッシュメモリ	<ul style="list-style-type: none"> •プログラム、イレーズ電圧：VCC = 1.8 V ~ 5.5 V (データフラッシュ VCC = 1.8 V ~ 5.5 V) •プログラム、イレーズ回数：10,000回 (データフラッシュ) 10,000回 (プログラムROM) •プログラムセキュリティ：ROMコードプロテクト、IDコードチェック •オンチップデバッグ機能 •オンボードフラッシュ書き換え機能
動作周波数/電源電圧	f(XIN) = 20MHz (VCC = 2.7 V ~ 5.5 V) f(XIN) = 8MHz (VCC = 1.8 V ~ 5.5 V)
消費電流	標準 4.7 mA (VCC = 5 V、f(XIN) = 20MHz) 標準 2.3 mA (VCC = 3 V、f(XIN) = 10MHz) 標準 1.7 μ A (VCC = 3 V、ウェイトモード (f (XCIN) = 32kHz)) 標準 0.5 μ A (VCC = 3 V、ストップモード) 標準 1.3 μ A (VCC = 3 V、パワーオフ2モード、タイマRH有効) 標準 0.01 μ A (VCC = 3 V、パワーオフ0モード、タイマRH無効)
動作周囲温度	-20 ~ 85 (Nバージョン) -40 ~ 85 (Dバージョン)(注1)

注1. Dバージョン機能をご使用になる場合は、その旨ご指定ください。

1.2 製品一覧

表1.7～表1.8に各グループの製品一覧表、図1.1～図1.2に各グループの型名とメモリサイズ・パッケージを示します。

表1.7 R8C/LA3Aグループの製品一覧表

2011年8月現在

型名	内部ROM容量		内部RAM容量	パッケージ	備考
	プログラムROM	データフラッシュ			
R5F2LA32ANFP	8Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0032GB-A	Nバージョン
R5F2LA34ANFP	16Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0032GB-A	
R5F2LA36ANFP	32Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0032GB-A	
R5F2LA38ANFP	64Kバイト	1Kバイト×2	3.5Kバイト	PLQP0032GB-A	
R5F2LA32ADFP	8Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0032GB-A	Dバージョン
R5F2LA34ADFP	16Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0032GB-A	
R5F2LA36ADFP	32Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0032GB-A	
R5F2LA38ADFP	64Kバイト	1Kバイト×2	3.5Kバイト	PLQP0032GB-A	

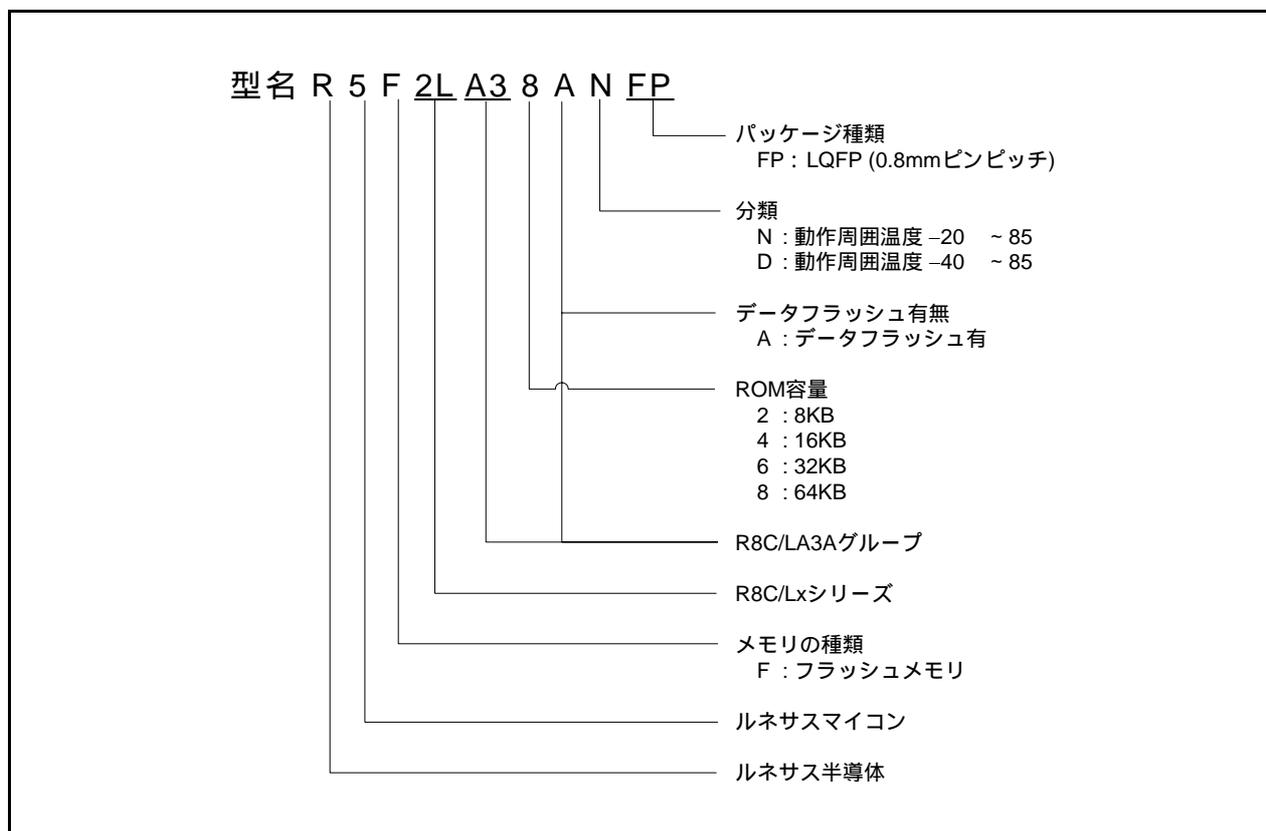


図1.1 R8C/LA3Aグループの型名とメモリサイズ・パッケージ

表 1.8 R8C/LA5Aグループの製品一覧表

2011年8月現在

型名	内部ROM容量		内部RAM容量	パッケージ	備考
	プログラムROM	データフラッシュ			
R5F2LA52ANFP	8Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0052JA-A	Nバージョン
R5F2LA54ANFP	16Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0052JA-A	
R5F2LA56ANFP	32Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0052JA-A	
R5F2LA58ANFP	64Kバイト	1Kバイト×2	3.5Kバイト	PLQP0052JA-A	
R5F2LA52ADFP	8Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0052JA-A	Dバージョン
R5F2LA54ADFP	16Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0052JA-A	
R5F2LA56ADFP	32Kバイト	1Kバイト×2	2Kバイト	PLQP0052JA-A	
R5F2LA58ADFP	64Kバイト	1Kバイト×2	3.5Kバイト	PLQP0052JA-A	

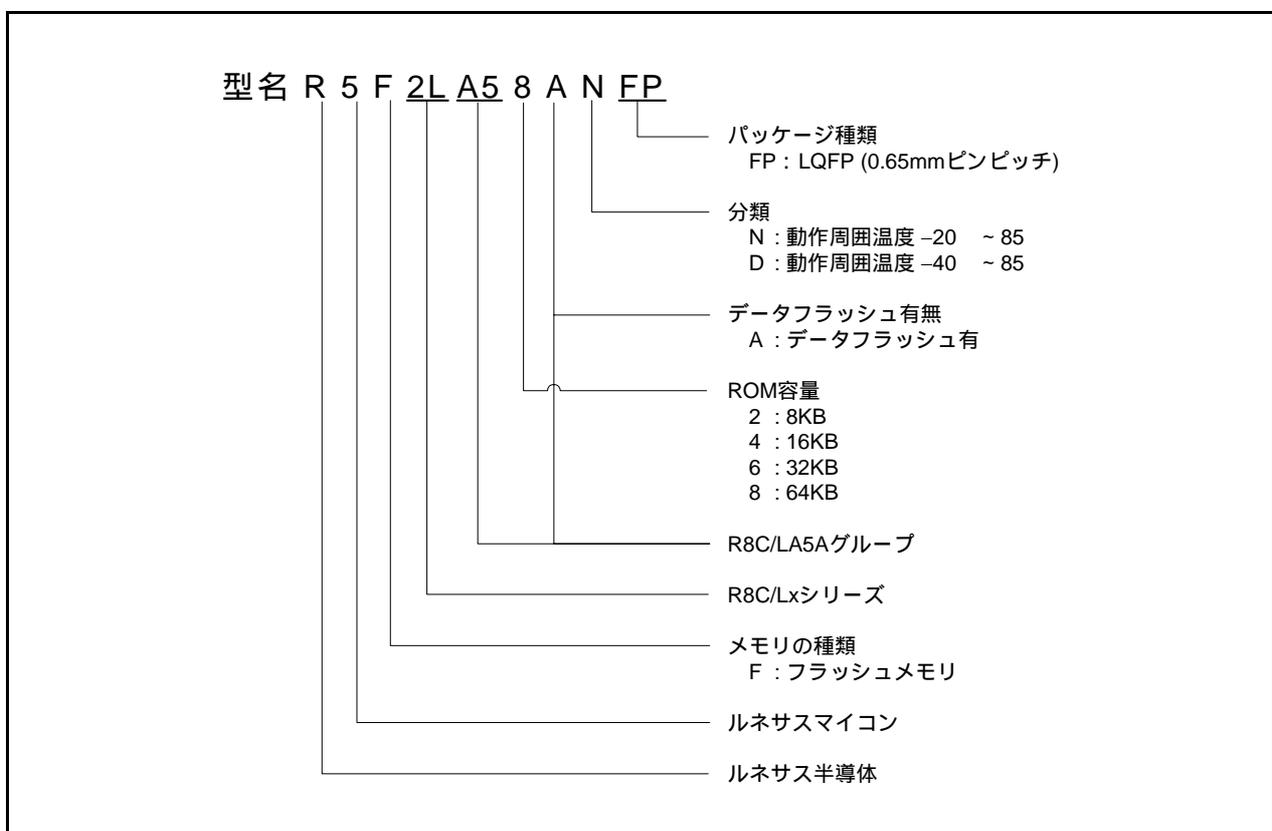


図 1.2 R8C/LA5Aグループの型名とメモリサイズ・パッケージ

1.3 ブロック図

図1.3にR8C/LA3Aグループのブロック図、図1.4にR8C/LA5Aグループのブロック図を示します。

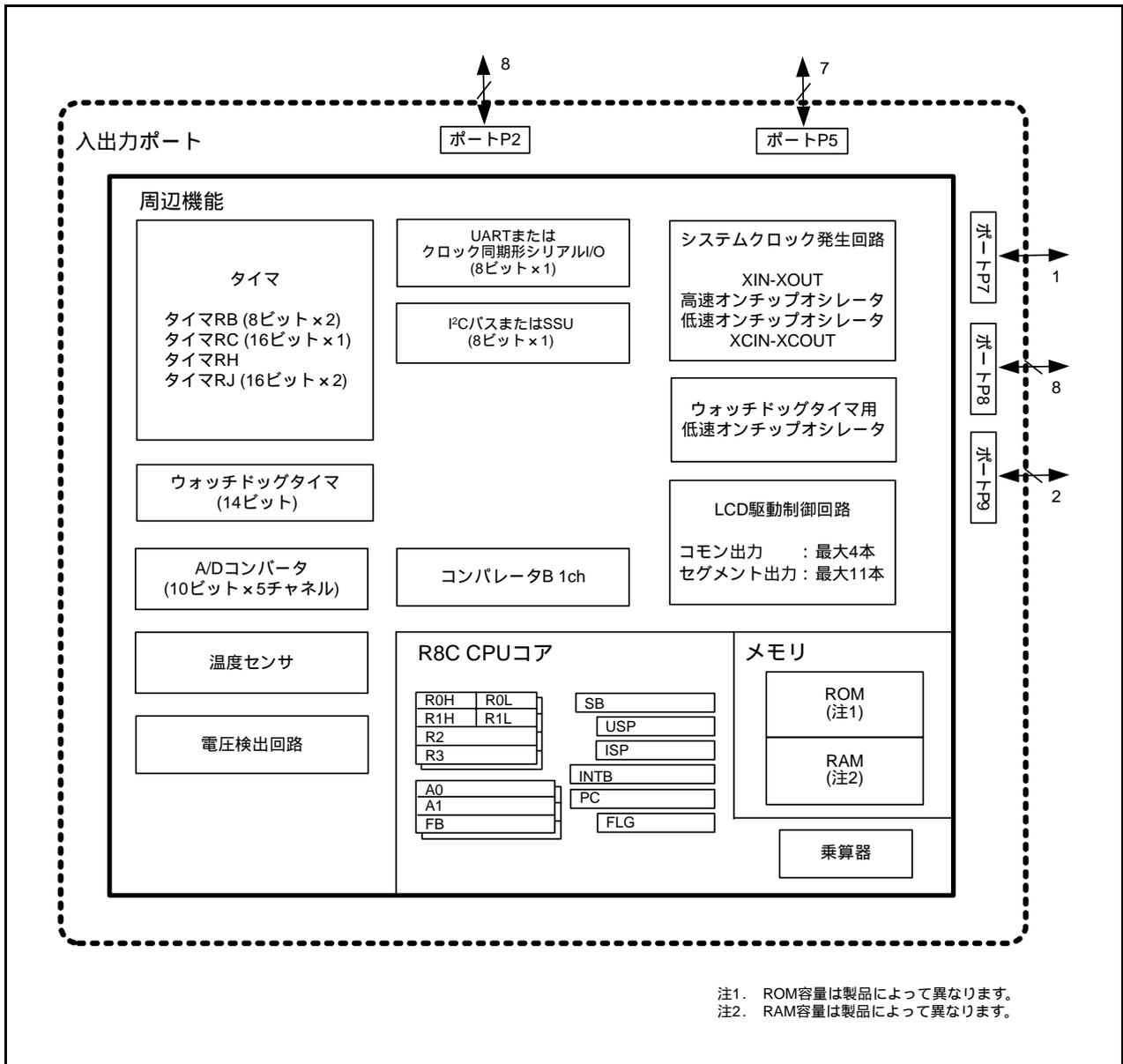


図1.3 R8C/LA3Aグループのブロック図

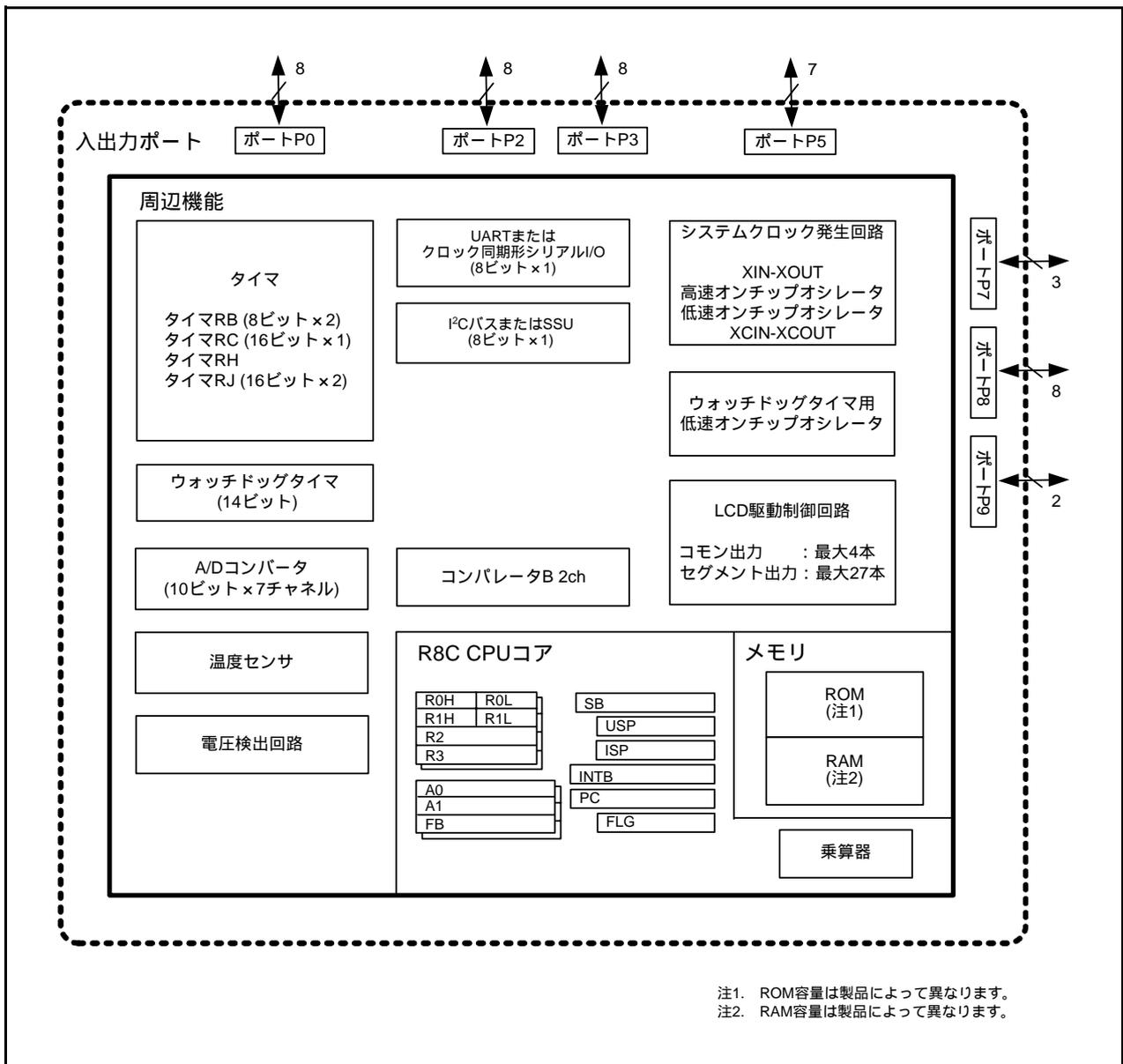


図 1.4 R8C/LA5Aグループのブロック図

1.4 ピン配置図

図1.5～図1.6にピン配置図(上面図)、表1.9～表1.10にピン番号別端子名一覧を示します。

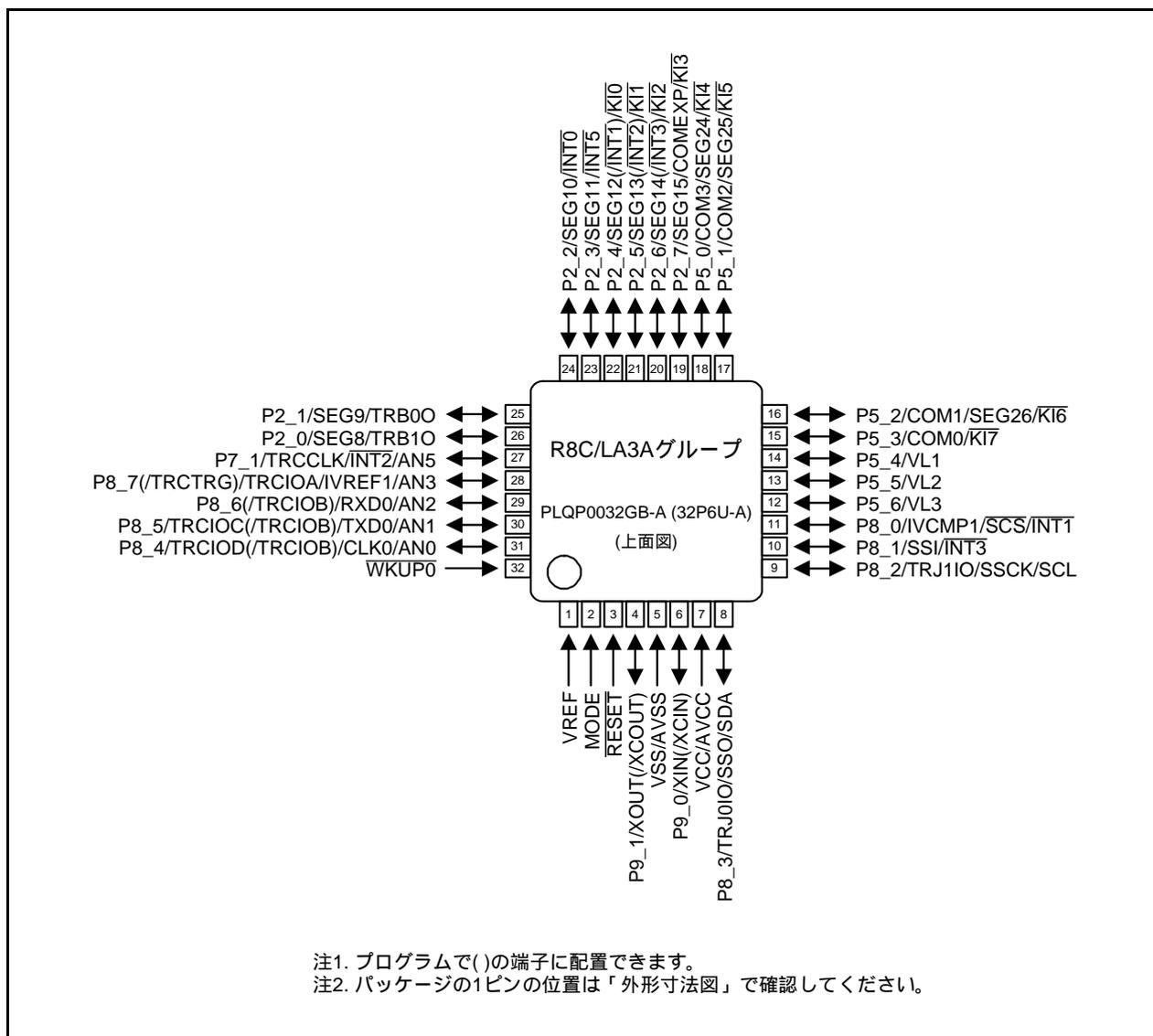


図1.5 PLQP0032GB-Aパッケージ品のピン配置図(上面図)

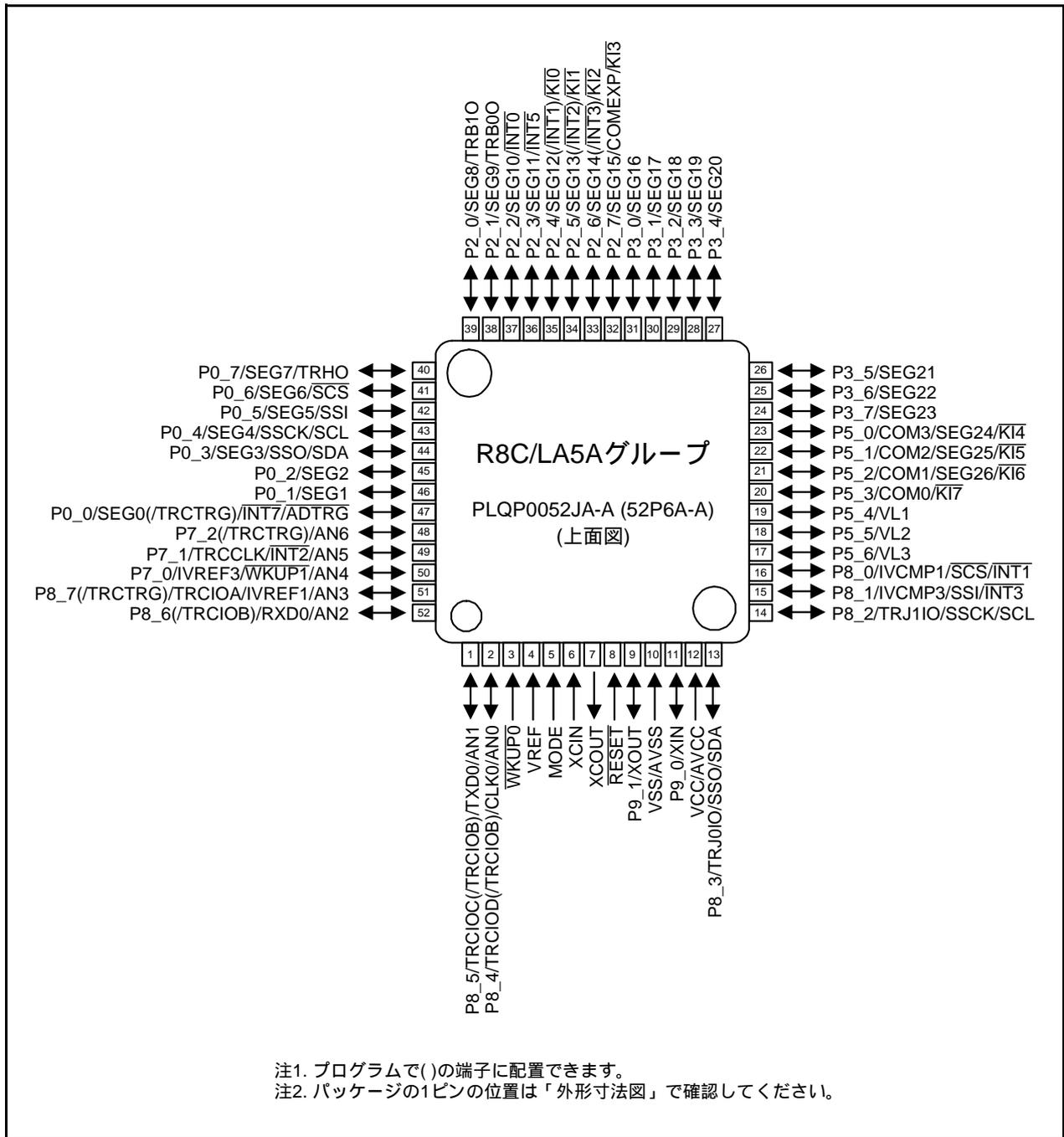


図 1.6 PLQP0052JA-Aパッケージ品のピン配置図(上面図)

表1.9 ピン番号別端子名一覧(1)

ピン番号		制御端子	ポート	周辺機能の入出力端子						
LA5A	LA3A			割り込み	タイマ	シリアルインタフェース	SSU	I ² Cバス	A/Dコンバータ コンパレータB	LCD駆動 制御回路
1	30		P8_5		TRCIOC/ (TRCIOB)	TXD0			AN1	
2	31		P8_4		TRCIOD/ (TRCIOB)	CLK0			AN0	
3	32	WKUP0								
4	1	VREF								
5	2	MODE								
6		XCIN								
7		XCOU \bar{T}								
8	3	RESE \bar{T}								
9	4	XOUT (XCOU \bar{T})(注2)	P9_1							
10	5	VSS/AVSS								
11	6	XIN (XCIN)(注2)	P9_0							
12	7	VCC/AVCC								
13	8		P8_3		TRJ0IO		SSO	SDA		
14	9		P8_2		TRJ1IO		SSCK	SCL		
15	10		P8_1	INT3			SSI		IVCMP3(注3)	
16	11		P8_0	INT1			SCS		IVCMP1	
17	12		P5_6							VL3
18	13		P5_5							VL2
19	14		P5_4							VL1
20	15		P5_3	KI7						COM0
21	16		P5_2	KI6						SEG26/ COM1
22	17		P5_1	KI5						SEG25/ COM2
23	18		P5_0	KI4						SEG24/ COM3
24			P3_7							SEG23
25			P3_6							SEG22
26			P3_5							SEG21
27			P3_4							SEG20
28			P3_3							SEG19
29			P3_2							SEG18
30			P3_1							SEG17

注1. プログラムで()の端子に配置できます。

注2. R8C/LA5Aグループには(XCOU \bar{T})端子と(XCIN)端子がありません。

注3. R8C/LA3AグループにはIVCMP3端子がありません。

表1.10 ピン番号別端子名一覧(2)

ピン番号		制御端子	ポート	周辺機能の入出力端子						
LA5A	LA3A			割り込み	タイマ	シリアルインタフェース	SSU	I ² Cバス	A/Dコンバータ コンパレータB	LCD駆動 制御回路
31			P3_0							SEG16
32	19		P2_7	$\overline{KI3}$						SEG15/ COMEXP
33	20		P2_6	$\overline{(INT3)/KI2}$						SEG14
34	21		P2_5	$\overline{(INT2)/KI1}$						SEG13
35	22		P2_4	$\overline{(INT1)/KI0}$						SEG12
36	23		P2_3	$\overline{INT5}$						SEG11
37	24		P2_2	$\overline{INT0}$						SEG10
38	25		P2_1		TRB00					SEG9
39	26		P2_0		TRB10					SEG8
40			P0_7		TRHO					SEG7
41			P0_6						\overline{SCS}	SEG6
42			P0_5						SSI	SEG5
43			P0_4						SSCK	SEG4
44			P0_3						SSO	SEG3
45			P0_2						SDA	SEG2
46			P0_1							SEG1
47			P0_0	$\overline{INT7}$	(TRCTRG)				\overline{ADTRG}	SEG0
48			P7_2		(TRCTRG)				AN6	
49	27		P7_1	$\overline{INT2}$	TRCCLK				AN5	
50		$\overline{WKUP1}$	P7_0						AN4/IVREF3	
51	28		P8_7		TRCIOA/ (TRCTRG)				AN3/IVREF1	
52	29		P8_6		(TRCIOB)	RXD0			AN2	

注1. プログラムで()の端子に配置できます。

1.5 端子機能の説明

表1.11 ~ 表 1.12にR8C/LA5Aグループの端子機能の説明を示します。

表1.11 R8C/LA5Aグループの端子機能の説明(1)

分類	端子名	入出力	機能
電源入力	VCC VSS	—	VCCには、1.8V ~ 5.5Vを入力してください。 VSSには、0Vを入力してください。
アナログ電源入力	AVCC、AVSS	—	A/Dコンバータの電源入力です。AVCCとAVSS間にはコンデンサを接続してください。
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。
MODE	MODE	入力	抵抗を介してVCCに接続してください。
パワーオフモード解除入力	WKUP0	入力	パワーオフモード時に使用するモード解除入力です。パワーオフモードを使用しないときはVSSに接続してください。
	WKUP1	入力	パワーオフモード時に使用するモード解除入力です。
XINクロック入力	XIN	入力	XINクロック発振回路の入出力です。XINとXOUT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(注1)。外部で生成したクロックを入力する場合は、XINからクロックを入力し、XOUTは入出力ポートP9_1として設定してください。使用しない場合は、未使用端子の処理をしてください。
XINクロック出力	XOUT	出力	
XCINクロック入力	XCIN	入力	XCINクロック発振回路の入出力です。XCINとXCOUTの間には、水晶発振子を接続してください(注1)。外部で生成したクロックを入力する場合は、XCINからクロックを入力し、XCOUTは開放にしてください。
XCOUTクロック出力	XCOUT	出力	
INT割り込み入力	INT0 ~ INT3、INT5、INT7	入力	INT割り込みの入力です。
キー入力割り込み入力	KI0 ~ KI7	入力	キー入力割り込みの入力です。
タイマRB	TRB00、TRB10	出力	タイマRBの出力です。
タイマRC	TRCCLK	入力	外部クロック入力端子です。
	TRCTRIG	入力	外部トリガ入力端子です。
	TRCIOA、TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD	入出力	タイマRCの入出力です。
タイマRH	TRHO	出力	タイマRHの出力です。
タイマRJ	TRJ0IO、TRJ1IO	入出力	タイマRJの入出力です。
シリアルインタフェース	CLK0	入出力	転送クロック入出力です。
	RXD0	入力	シリアルデータ入力です。
	TXD0	出力	シリアルデータ出力です。

注1. 発振特性は発振メーカーに問い合わせてください。

表 1.12 R8C/LA5Aグループの端子機能の説明(2)

分類	端子名	入出力	機能
I ² Cバス	SCL	入出力	クロック入出力です。
	SDA	入出力	データ入出力です。
SSU	SSI	入出力	データ入出力です。
	SCS	入出力	チップセレクト入出力です。
	SSCK	入出力	クロック入出力です。
	SSO	入出力	データ入出力です。
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 ~ AN6	入力	A/Dコンバータのアナログ入力です。
	ADTRG	入力	AD外部トリガ入力です。
コンパレータB	IVCMP1、IVCMP3	入力	コンパレータBのアナログ電圧入力端子です。
	IVREF1、IVREF3	入力	コンパレータBのリファレンス電圧入力端子です。
入出力ポート	P0_0 ~ P0_7、 P2_0 ~ P2_7、 P3_0 ~ P3_7、 P5_0 ~ P5_6、 P7_0 ~ P7_2、 P8_0 ~ P8_7、 P9_0、P9_1	入出力	CMOSの入出力ポートです。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、プログラムでプルアップ抵抗の有無を選択できます。 ポートP8は、LED駆動ポートとして使用できます。
セグメント出力	SEG0 ~ SEG26	出力	LCDセグメント出力端子です。
コモン出力	COM0 ~ COM3、 COMEXP	出力	LCDコモン出力端子です。
LCD用電源	VL1	入力	1 V VL1 VCCかつVL1 VL2の電圧を印加してください。
	VL2	入力	VL2 5.5 VかつVL1 VL2 VL3の電圧を印加してください。
	VL3	入力	VL3 5.5 VかつVL2 VL3の電圧を印加してください。

注1. 発振特性は発振メーカーにお問い合わせください。

2. 中央演算処理装置 (CPU)

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。

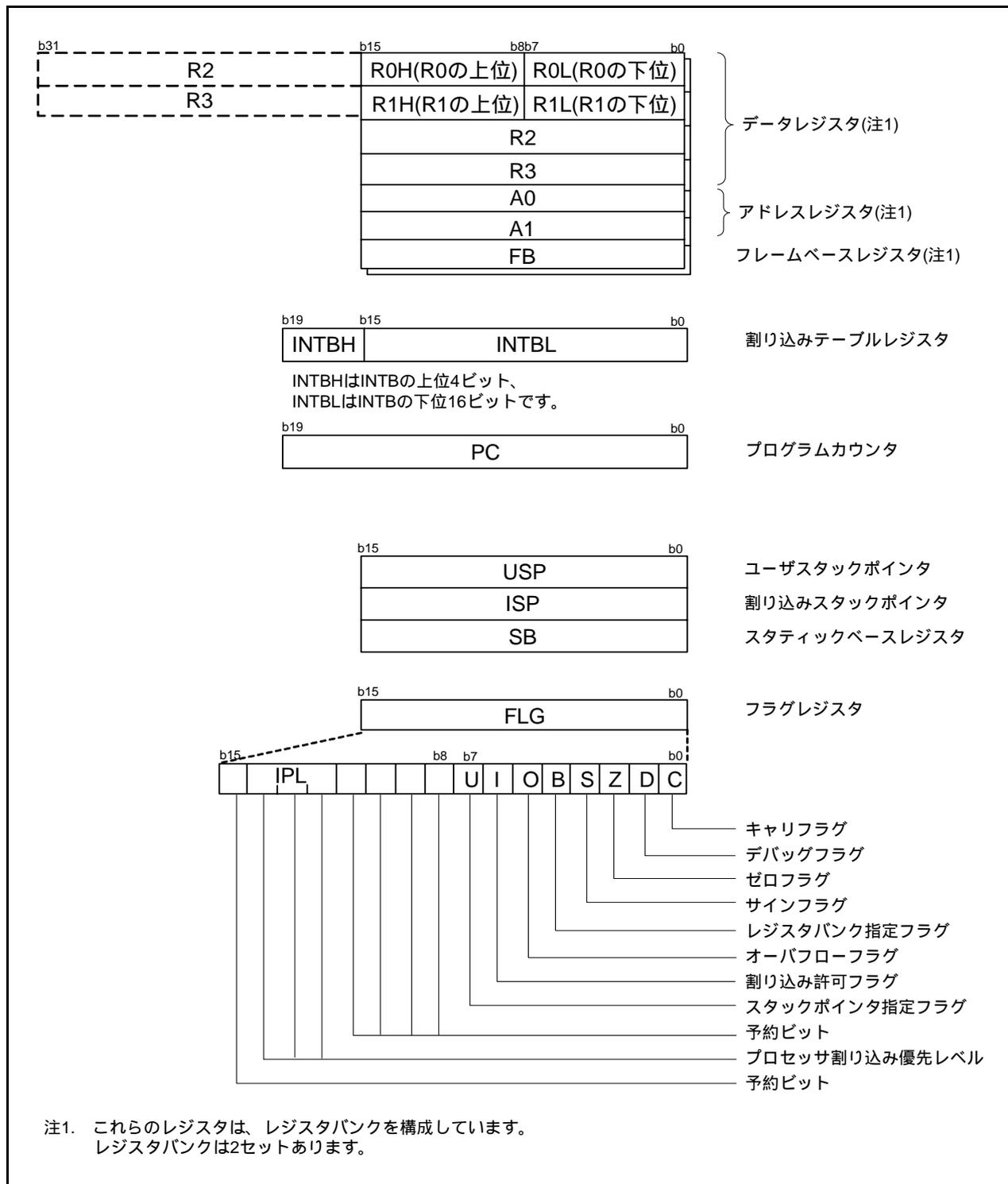


図 2.1 CPU のレジスタ

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を組み合わせると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を組み合わせると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、ポロー、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 予約ビット

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。

3. メモリ

図3.1に各グループのメモリ配置図を示します。アドレス空間は00000h番地からFFFFFFh番地までの1Mバイトあります。例えば48Kバイトの内部ROMは、04000h番地から0FFFFh番地に配置されます。

固定割り込みベクタテーブルは0FFDCh番地から0FFFFh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。

内部ROM(データフラッシュ)は03000h番地から037FFh番地に配置されます。

内部RAMは00400h番地から上位方向に配置されます。例えば3.5Kバイトの内部RAMは、00400h番地から011FFh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00000h番地から002FFh番地と、02C00h番地から02FFFh番地に配置されます。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。

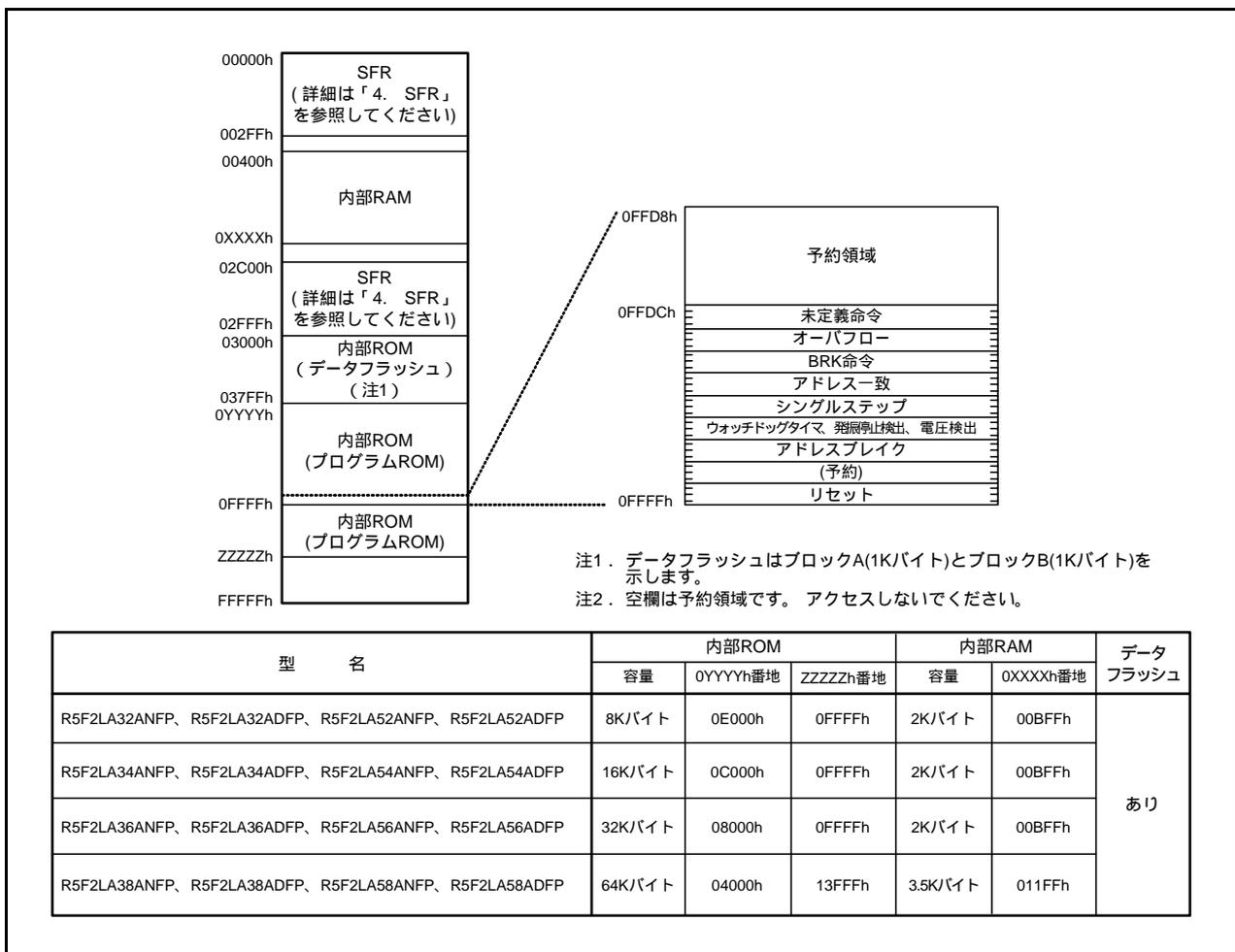


図3.1 メモリ配置図

4. SFR

SFR(Special Function Register)は、周辺機能の制御レジスタです。表4.1～表4.9にSFR一覧表を、表4.10にIDコード領域、オプション機能選択領域を示します。本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。

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
0000h			
0001h			
0002h			
0003h			
0004h	プロセッサモードレジスタ0	PM0	00h
0005h	プロセッサモードレジスタ1	PM1	00h 00000100b (注2)
0006h	システムクロック制御レジスタ0	CM0	00100000b
0007h	システムクロック制御レジスタ1	CM1	00100000b
0008h	モジュールスタンバイ制御レジスタ0	MSTCR0	00h
0009h	システムクロック制御レジスタ3	CM3	00h
000Ah	プロテクトレジスタ	PRCR	00h
000Bh	リセット要因判別レジスタ	RSTFR	XXh (注3)
000Ch	発振停止検出レジスタ	OCD	00000100b (注4) 00h (注4)
000Dh	ウォッチドッグタイマリセットレジスタ	WDTR	XXh
000Eh	ウォッチドッグタイマスタートレジスタ	WDTS	XXh
000Fh	ウォッチドッグタイマ制御レジスタ	WDTC	00111111b
0010h	モジュールスタンバイ制御レジスタ1	MSTCR1	00h
0011h			
0012h			
0013h			
0014h			
0015h			
0016h			
0017h			
0018h			
0019h			
001Ah			
001Bh			
001Ch	カウントソース保護モードレジスタ	CSPR	00h 10000000b (注5)
001Dh			
001Eh			
001Fh			
0020h	パワーオフモード制御レジスタ0	POMCR0	XXXXXX00b
0021h			
0022h			
0023h	高速オンチップオシレータ制御レジスタ0	FRA0	00h
0024h	高速オンチップオシレータ周波数制御レジスタ0	FRC0	出荷時の値
0025h	高速オンチップオシレータ制御レジスタ2	FRA2	00h
0026h	チップ内蔵基準電圧制御レジスタ	OCVREFCR	00h
0027h			
0028h			
0029h	高速オンチップオシレータ18MHz設定値レジスタ0	FR18S0	XXh
002Ah	高速オンチップオシレータ18MHz設定値レジスタ1	FR18S1	XXh
002Bh			
002Ch			
002Dh			
002Eh			
002Fh	高速オンチップオシレータ周波数制御レジスタ1	FRC1	出荷時の値
0030h	電圧監視回路制御レジスタ	CMPA	00h
0031h	電圧監視回路エッジ選択レジスタ	VCAC	00h
0032h			
0033h	電圧検出レジスタ1	VCA1	00001000b
0034h	電圧検出レジスタ2	VCA2	00h (注6) 00100000b (注7)
0035h			
0036h	電圧検出1レベル選択レジスタ	VD1LS	00000111b
0037h			
0038h	電圧監視0回路制御レジスタ	VW0C	1100X010b (注6) 1100X011b (注7)
0039h	電圧監視1回路制御レジスタ	VW1C	10001010b

注1. 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。

注2. CSPRレジスタのCSPROビットが“1”の場合。

注3. RSTFRレジスタのCWRビットは電源投入後、電圧監視0リセット後、およびパワーオフモード解除後、“0”になります。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では変化しません。

注4. モードにより異なります。

注5. OFSレジスタのCSPROINIビットが“0”の場合。

注6. OFSレジスタのLVDASビットが“1”の場合。

注7. OFSレジスタのLVDASビットが“0”の場合。

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
003Ah	電圧監視2回路制御レジスタ	VW2C	10000010b
003Bh			
003Ch			
003Dh			
003Eh			
003Fh			
0040h			
0041h	フラッシュメモリレディ割り込み制御レジスタ	FMRDYIC	XXXXX000b
0042h			
0043h	INT7割り込み制御レジスタ	INT7IC	XX00X000b
0044h			
0045h	INT5割り込み制御レジスタ	INT5IC	XX00X000b
0046h			
0047h	タイマRC割り込み制御レジスタ	TRCIC	XXXXX000b
0048h			
0049h			
004Ah	タイマRH割り込み制御レジスタ	TRHIC	XXXXX000b
004Bh			
004Ch			
004Dh	キー入力割り込み制御レジスタ	KUPIC	XXXXX000b
004Eh	A/D変換割り込み制御レジスタ	ADIC	XXXXX000b
004Fh	SSU割り込み制御レジスタ/IICバス割り込み制御レジスタ (注2)	SSUIC/IICIC	XXXXX000b
0050h			
0051h	UART0送信割り込み制御レジスタ	S0TIC	XXXXX000b
0052h	UART0受信割り込み制御レジスタ	S0RIC	XXXXX000b
0053h			
0054h			
0055h	INT2割り込み制御レジスタ	INT2IC	XX00X000b
0056h	タイマRJO割り込み制御レジスタ	TRJ0IC	XXXXX000b
0057h	タイマRB1割り込み制御レジスタ	TRB1IC	XXXXX000b
0058h	タイマRB0割り込み制御レジスタ	TRB0IC	XXXXX000b
0059h	INT1割り込み制御レジスタ	INT1IC	XX00X000b
005Ah	INT3割り込み制御レジスタ	INT3IC	XX00X000b
005Bh	タイマRJ1割り込み制御レジスタ	TRJ1IC	XXXXX000b
005Ch			
005Dh	INT0割り込み制御レジスタ	INT0IC	XX00X000b
005Eh			
005Fh			
0060h			
0061h			
0062h			
0063h			
0064h			
0065h			
0066h			
0067h			
0068h			
0069h			
006Ah	LCD割り込み制御レジスタ	LCDIC	XXXXX000b
006Bh			
006Ch			
006Dh			
006Eh			
006Fh			
0070h			
0071h			
0072h	電圧監視1割り込み制御レジスタ	VCMP1IC	XXXXX000b
0073h	電圧監視2割り込み制御レジスタ	VCMP2IC	XXXXX000b
0074h			
0075h			
0076h			
0077h			
0078h			
0079h			
007Ah			
007Bh			
007Ch			
007Dh			
007Eh			
007Fh			

注1. 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。
注2. SSUICSRレジスタのIICSELビットで選択できます。

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
0080h	タイマRJ0制御レジスタ	TRJ0CR	00h
0081h	タイマRJ0 I/O制御レジスタ	TRJ0IOC	00h
0082h	タイマRJ0モードレジスタ	TRJ0MR	00h
0083h	タイマRJ0イベント端子選択レジスタ	TRJ0ISR	00h
0084h	タイマRJ0レジスタ	TRJ0	FFh
0085h			FFh
0086h			
0087h			
0088h	タイマRJ1制御レジスタ	TRJ1CR	00h
0089h	タイマRJ1 I/O制御レジスタ	TRJ1IOC	00h
008Ah	タイマRJ1モードレジスタ	TRJ1MR	00h
008Bh	タイマRJ1イベント端子選択レジスタ	TRJ1ISR	00h
008Ch	タイマRJ1レジスタ	TRJ1	FFh
008Dh			FFh
008Eh			
008Fh			
0090h			
0091h			
0092h			
0093h			
0094h			
0095h			
0096h			
0097h			
0098h	タイマRB1制御レジスタ	TRB1CR	00h
0099h	タイマRB1ワンショット制御レジスタ	TRB1OCR	00h
009Ah	タイマRB1 I/O制御レジスタ	TRB1IOC	00h
009Bh	タイマRB1モードレジスタ	TRB1MR	00h
009Ch	タイマRB1プリスケールレジスタ	TRB1PRE	FFh
009Dh	タイマRB1セカンダリレジスタ	TRB1SC	FFh
009Eh	タイマRB1プライマリレジスタ	TRB1PR	FFh
009Fh			
00A0h	UART0送受信モードレジスタ	U0MR	00h
00A1h	UART0ビットレートレジスタ	U0BRG	XXh
00A2h	UART0送信バッファレジスタ	U0TB	XXh
00A3h			XXh
00A4h	UART0送受信制御レジスタ0	U0C0	00001000b
00A5h	UART0送受信制御レジスタ1	U0C1	00000010b
00A6h	UART0受信バッファレジスタ	U0RB	XXh
00A7h			XXh
00A8h			
00A9h			
00AAh			
00ABh			
00ACh			
00ADh			
00AEh			
00AFh			
00B0h			
00B1h			
00B2h			
00B3h			
00B4h			
00B5h			
00B6h			
00B7h			
00B8h			
00B9h			
00BAh			
00BBh			
00BCh			
00BDh			
00BEh			
00BFh			

注1. 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。

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
00C0h	A/D レジスタ 0	AD0	XXh
00C1h			000000XXb
00C2h	A/D レジスタ 1	AD1	XXh
00C3h			000000XXb
00C4h	A/D レジスタ 2	AD2	XXh
00C5h			000000XXb
00C6h	A/D レジスタ 3	AD3	XXh
00C7h			000000XXb
00C8h	A/D レジスタ 4	AD4	XXh
00C9h			000000XXb
00CAh	A/D レジスタ 5	AD5	XXh
00CBh			000000XXb
00CCh	A/D レジスタ 6	AD6	XXh
00CDh			000000XXb
00CEh	A/D レジスタ 7	AD7	XXh
00CFh			000000XXb
00D0h			
00D1h			
00D2h			
00D3h			
00D4h	A/D モードレジスタ	ADMOD	00h
00D5h	A/D 入力選択レジスタ	ADINSEL	11000000b
00D6h	A/D 制御レジスタ 0	ADCON0	00h
00D7h	A/D 制御レジスタ 1	ADCON1	00h
00D8h			
00D9h			
00DAh			
00DBh			
00DCh			
00DDh	A/D 制御レジスタ 2	ADCON2	00h
00DEh			
00DFh			
00E0h	ポートP0レジスタ	P0	XXh
00E1h			
00E2h	ポートP0方向レジスタ	PD0	00h
00E3h			
00E4h	ポートP2レジスタ	P2	XXh
00E5h	ポートP3レジスタ	P3	XXh
00E6h	ポートP2方向レジスタ	PD2	00h
00E7h	ポートP3方向レジスタ	PD3	00h
00E8h			
00E9h	ポートP5レジスタ	P5	XXh
00EAh			
00EBh	ポートP5方向レジスタ	PD5	00h
00ECh			
00EDh	ポートP7レジスタ	P7	XXh
00EEh			
00EFh	ポートP7方向レジスタ	PD7	00h
00F0h	ポートP8レジスタ	P8	XXh
00F1h	ポートP9レジスタ	P9	XXh
00F2h	ポートP8方向レジスタ	PD8	00h
00F3h	ポートP9方向レジスタ	PD9	00h
00F4h			
00F5h			
00F6h			
00F7h			
00F8h			
00F9h			
00FAh			
00FBh			
00FCh			
00FDh			
00FEh			
00FFh			

注1. 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。

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
0100h			
0101h			
0102h			
0103h			
0104h			
0105h			
0106h			
0107h			
0108h	タイマRB0制御レジスタ	TRB0CR	00h
0109h	タイマRB0ワンショット制御レジスタ	TRB0OCR	00h
010Ah	タイマRB0 I/O制御レジスタ	TRB0IOC	00h
010Bh	タイマRB0モードレジスタ	TRB0MR	00h
010Ch	タイマRB0プリスケアラレジスタ	TRB0PRE	FFh
010Dh	タイマRB0セカンダリレジスタ	TRB0SC	FFh
010Eh	タイマRB0プライマリレジスタ	TRB0PR	FFh
010Fh			
0110h	タイマRH秒データレジスタ/カウンタデータレジスタ	TRHSEC	XXh 00h (注2)
0111h	タイマRH分データレジスタ/コンペアデータレジスタ	TRHMIN	XXh 00h (注2)
0112h	タイマRH時データレジスタ	TRHHR	00XXXXXXb 00h (注2)
0113h	タイマRH曜日データレジスタ	TRHWK	000000XXb 00h (注2)
0114h	タイマRH日データレジスタ	TRHDY	00XXXXXXb 00000001b (注2)
0115h	タイマRH月データレジスタ	TRHMON	000XXXXXb 00000001b (注2)
0116h	タイマRH年データレジスタ	TRHYR	XXh 00h (注2)
0117h	タイマRH制御レジスタ	TRHCR	XXX00X0Xb 000XX1X0b (注2)
0118h	タイマRHカウントソース選択レジスタ	TRHCSR	X0001000b 0XXXXXXb (注2)
0119h	タイマRH時計誤差補正レジスタ	TRHADJ	XXh 00h (注2)
011Ah	タイマRH割り込みフラグレジスタ	TRHIFR	00000000b 000XX000b (注2)
011Bh	タイマRH割り込み許可レジスタ	TRHIER	XXh 00h (注2)
011Ch	タイマRHアラーム分レジスタ	TRHAMN	XXh 00h (注2)
011Dh	タイマRHアラーム時レジスタ	TRHAHR	XXh 00h (注2)
011Eh	タイマRHアラーム曜日レジスタ	TRHAWK	X0000000b 00h (注2)
011Fh	タイマRHプロテクトレジスタ	TRHPRC	00h X0000000b (注2)
0120h	タイマRCモードレジスタ	TRCMR	01001000b
0121h	タイマRC制御レジスタ1	TRCCR1	00h
0122h	タイマRC割り込み許可レジスタ	TRCIER	01110000b
0123h	タイマRCステータスレジスタ	TRCSR	01110000b
0124h	タイマRC I/O制御レジスタ0	TRCIOR0	10001000b
0125h	タイマRC I/O制御レジスタ1	TRCIOR1	10001000b
0126h	タイマRCカウンタ	TRC	00h 00h
0127h			
0128h	タイマRCジェネラルレジスタA	TRCGRA	FFh FFh
0129h			
012Ah	タイマRCジェネラルレジスタB	TRCGRB	FFh FFh
012Bh			
012Ch	タイマRCジェネラルレジスタC	TRCGRC	FFh FFh
012Dh			
012Eh	タイマRCジェネラルレジスタD	TRCGRD	FFh FFh
012Fh			
0130h	タイマRC制御レジスタ2	TRCCR2	00011000b
0131h	タイマRCデジタルフィルタ機能選択レジスタ	TRCDF	00h
0132h	タイマRCアウトプットマスク許可レジスタ	TRCOER	01111111b
0133h	タイマRCトリガ制御レジスタ	TRCADCR	00h
0134h			
0135h			
0136h			
0137h			
0138h			
0139h			
013Ah			
013Bh			
013Ch			
013Dh			
013Eh			
013Fh			

注1. 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。
注2. TRHCRレジスタのRTCSTビットによるリセット後の値。

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
0140h			
0141h			
0142h			
0143h			
0144h			
0145h			
0146h			
0147h			
0148h			
0149h			
014Ah			
014Bh			
014Ch			
014Dh			
014Eh			
014Fh			
0150h			
0151h			
0152h			
0153h			
0154h			
0155h			
0156h			
0157h			
0158h			
0159h			
015Ah			
015Bh			
015Ch			
015Dh			
015Eh			
015Fh			
0160h			
0161h			
0162h			
0163h			
0164h			
0165h			
0166h			
0167h			
0168h			
0169h			
016Ah			
016Bh			
016Ch			
016Dh			
016Eh			
016Fh			
0170h			
0171h			
0172h			
0173h			
0174h			
0175h			
0176h			
0177h			
0178h			
0179h			
017Ah			
017Bh			
017Ch			
017Dh			
017Eh			
017Fh			

注1. 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。

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
0180h	タイマRJ端子選択レジスタ	TRJSR	00h
0181h			
0182h	タイマRC端子選択レジスタ0	TRCPSR0	00h
0183h	タイマRC端子選択レジスタ1	TRCPSR1	00h
0184h			
0185h			
0186h			
0187h			
0188h	UART0端子選択レジスタ	U0SR	00h
0189h			
018Ah			
018Bh			
018Ch	SSU/IIC端子選択レジスタ	SSUIICSR	00h
018Dh	タイマRH秒割り込み制御レジスタ	TRHICR	X0XXXXXXb 00000001b (注3)
018Eh	INT割り込み入力端子選択レジスタ	INTSR	00h
018Fh	入出力機能端子選択レジスタ	PINSR	00h
0190h			
0191h			
0192h			
0193h	SSビットカウンタレジスタ	SSBR	11111000b
0194h	SS送信データレジスタL/IICバス送信データレジスタ (注2)	SSTDR/ICDRT	FFh
0195h	SS送信データレジスタH (注2)	SSTDRH	FFh
0196h	SS受信データレジスタL/IICバス受信データレジスタ (注2)	SSRDR/ICDRR	FFh
0197h	SS受信データレジスタH (注2)	SSRDRH	FFh
0198h	SS制御レジスタH/IICバス制御レジスタ1 (注2)	SSCRH/ICCR1	00h
0199h	SS制御レジスタL/IICバス制御レジスタ2 (注2)	SSCRL/ICCR2	01111101b
019Ah	SSモードレジスタ/IICバスモードレジスタ (注2)	SSMR/ICMR	00010000b/00011000b
019Bh	SS許可レジスタ/IICバス割り込み許可レジスタ (注2)	SSER/ICIER	00h
019Ch	SSステータスレジスタ/IICバスステータスレジスタ (注2)	SSSR/ICSR	00h/0000X000b
019Dh	SSモードレジスタ2/スレーブアドレスレジスタ (注2)	SSMR2/SAR	00h
019Eh			
019Fh			
01A0h			
01A1h			
01A2h			
01A3h			
01A4h			
01A5h			
01A6h			
01A7h			
01A8h			
01A9h			
01AAh			
01ABh			
01ACh			
01ADh			
01AEh			
01AFh			
01B0h			
01B1h			
01B2h	フラッシュメモリステータスレジスタ	FST	10000X00b
01B3h			
01B4h	フラッシュメモリ制御レジスタ0	FMR0	00h
01B5h	フラッシュメモリ制御レジスタ1	FMR1	000000X0b
01B6h	フラッシュメモリ制御レジスタ2	FMR2	00h
01B7h			
01B8h			
01B9h			
01BAh			
01BBh			
01BCh			
01BDh			
01BEh			
01BFh			

注1. 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。
注2. SSUIICSRレジスタのIICSELビットで選択できます。
注3. TRHICRレジスタのRTCRSTビットによるリセット後の値。

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
01C0h	アドレス一致割り込みレジスタ0	RMAD0	XXh
01C1h			XXh
01C2h			0000XXXXb
01C3h	アドレス一致割り込み許可レジスタ0	AIER0	00h
01C4h	アドレス一致割り込みレジスタ1	RMAD1	XXh
01C5h			XXh
01C6h			0000XXXXb
01C7h	アドレス一致割り込み許可レジスタ1	AIER1	00h
01C8h			
01C9h			
01CAh			
01CBh			
01CCh			
01CDh			
01CEh			
01CFh			
01D0h			
01D1h			
01D2h			
01D3h			
01D4h			
01D5h			
01D6h			
01D7h			
01D8h			
01D9h			
01DAh			
01DBh			
01DCh			
01DDh			
01DEh			
01DFh			
01E0h	ポートP0ブルアップ制御レジスタ	P0PUR	00h
01E1h			
01E2h	ポートP2ブルアップ制御レジスタ	P2PUR	00h
01E3h	ポートP3ブルアップ制御レジスタ	P3PUR	00h
01E4h			
01E5h	ポートP5ブルアップ制御レジスタ	P5PUR	00h
01E6h			
01E7h	ポートP7ブルアップ制御レジスタ	P7PUR	00h
01E8h	ポートP8ブルアップ制御レジスタ	P8PUR	00h
01E9h	ポートP9ブルアップ制御レジスタ	P9PUR	00h
01EAh			
01EBh			
01ECh			
01EDh			
01EEh			
01EFh			
01F0h			
01F1h	ポートP8駆動能力制御レジスタ	P8DRR	00h
01F2h			
01F3h			
01F4h			
01F5h	入力しきい値制御レジスタ0	VLT0	00h
01F6h	入力しきい値制御レジスタ1	VLT1	00h
01F7h	入力しきい値制御レジスタ2	VLT2	00h
01F8h	コンパレータB制御レジスタ0	INTCMP	00h
01F9h			
01FAh	外部入力許可レジスタ0	INTEN	00h
01FBh	外部入力許可レジスタ1	INTEN1	00h
01FCh	INT入力フィルタ選択レジスタ0	INTF	00h
01FDh	INT入力フィルタ選択レジスタ1	INTF1	00h
01FEh	キー入力許可レジスタ0	KIEN	00h
01FFh	キー入力許可レジスタ1	KIEN1	00h

注1. 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。

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
0200h	LCD制御レジスタ	LCR0	00h
0201h			
0202h	LCDオプションロック制御レジスタ	LCR2	00h
0203h	LCDクロック制御レジスタ	LCR3	00h
0204h	LCD表示制御レジスタ	LCR4	00h
0205h			
0206h	LCDポート選択レジスタ0	LSE0	00h
0207h	LCDポート選択レジスタ1	LSE1	00h
0208h	LCDポート選択レジスタ2	LSE2	00h
0209h			
020Ah			
020Bh	LCDポート選択レジスタ5	LSE5	00h
020Ch			
020Dh			
020Eh			
020Fh			
0210h	LCD表示データレジスタ	LRA0L	XXh
0211h		LRA1L	XXh
0212h		LRA2L	XXh
0213h		LRA3L	XXh
0214h		LRA4L	XXh
0215h		LRA5L	XXh
0216h		LRA6L	XXh
0217h		LRA7L	XXh
0218h		LRA8L	XXh
0219h		LRA9L	XXh
021Ah		LRA10L	XXh
021Bh		LRA11L	XXh
021Ch		LRA12L	XXh
021Dh		LRA13L	XXh
021Eh		LRA14L	XXh
021Fh		LRA15L	XXh
0220h		LRA16L	XXh
0221h		LRA17L	XXh
0222h		LRA18L	XXh
0223h		LRA19L	XXh
0224h		LRA20L	XXh
0225h		LRA21L	XXh
0226h		LRA22L	XXh
0227h		LRA23L	XXh
0228h		LRA24L	XXh
0229h		LRA25L	XXh
022Ah		LRA26L	XXh
022Bh			
022Ch			
022Dh			
022Eh			
022Fh			
0230h			
0231h			
0232h			
0233h			
0234h			
0235h			
0236h			
0237h			
:			
2FFFh			

注1. 空欄は予約領域です。アクセスしないでください。

X: 不定です。

表4.10 IDコード領域、オプション機能選択領域

番地	領域名	シンボル	リセット後の値
FFDBh	オプション機能選択レジスタ2	OFS2	(注1)
FFDFh	ID1		(注2)
FFE3h	ID2		(注2)
FFEBh	ID3		(注2)
FFEFh	ID4		(注2)
FFF3h	ID5		(注2)
FFF7h	ID6		(注2)
FFFBh	ID7		(注2)
FFFFh	オプション機能選択レジスタ	OFS	(注1)

- 注1. オプション機能選択領域はフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。オプション機能選択領域に追加書き込みをしないでください。オプション機能選択領域を含むブロックを消去すると、オプション機能選択領域は“FFh”になります。
ブランク出荷品の出荷時、オプション機能選択領域は“FFh”です。ユーザでの書き込み後は、書き込んだ値になります。
書き込み出荷品の出荷時、オプション機能選択領域の値は、ユーザがプログラムで設定した値です。
- 注2. IDコード領域はフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。IDコード領域に追加書き込みをしないでください。IDコード領域を含むブロックを消去すると、IDコード領域は“FFh”になります。
ブランク出荷品の出荷時、IDコード領域は“FFh”です。ユーザでの書き込み後は、書き込んだ値になります。
書き込み出荷品の出荷時、IDコード領域の値は、ユーザがプログラムで設定した値です。

5. リセット

リセットにはハードウェアリセット、パワーオンリセット、電圧監視0リセット、ウォッチドッグタイマリセットおよびソフトウェアリセットがあります。

表 5.1 にリセットの名称と要因を示します。

表 5.1 リセットの名称と要因

リセットの名称	要因
ハードウェアリセット	RESET 端子の入力電圧が “ L ”
パワーオンリセット	VCC の上昇
電圧監視0リセット	VCC の下降 (監視電圧 : Vdet0)
ウォッチドッグタイマリセット	ウォッチドッグタイマのアンダフロー
ソフトウェアリセット	PM0 レジスタの PM03 ビットに “ 1 ” を書く

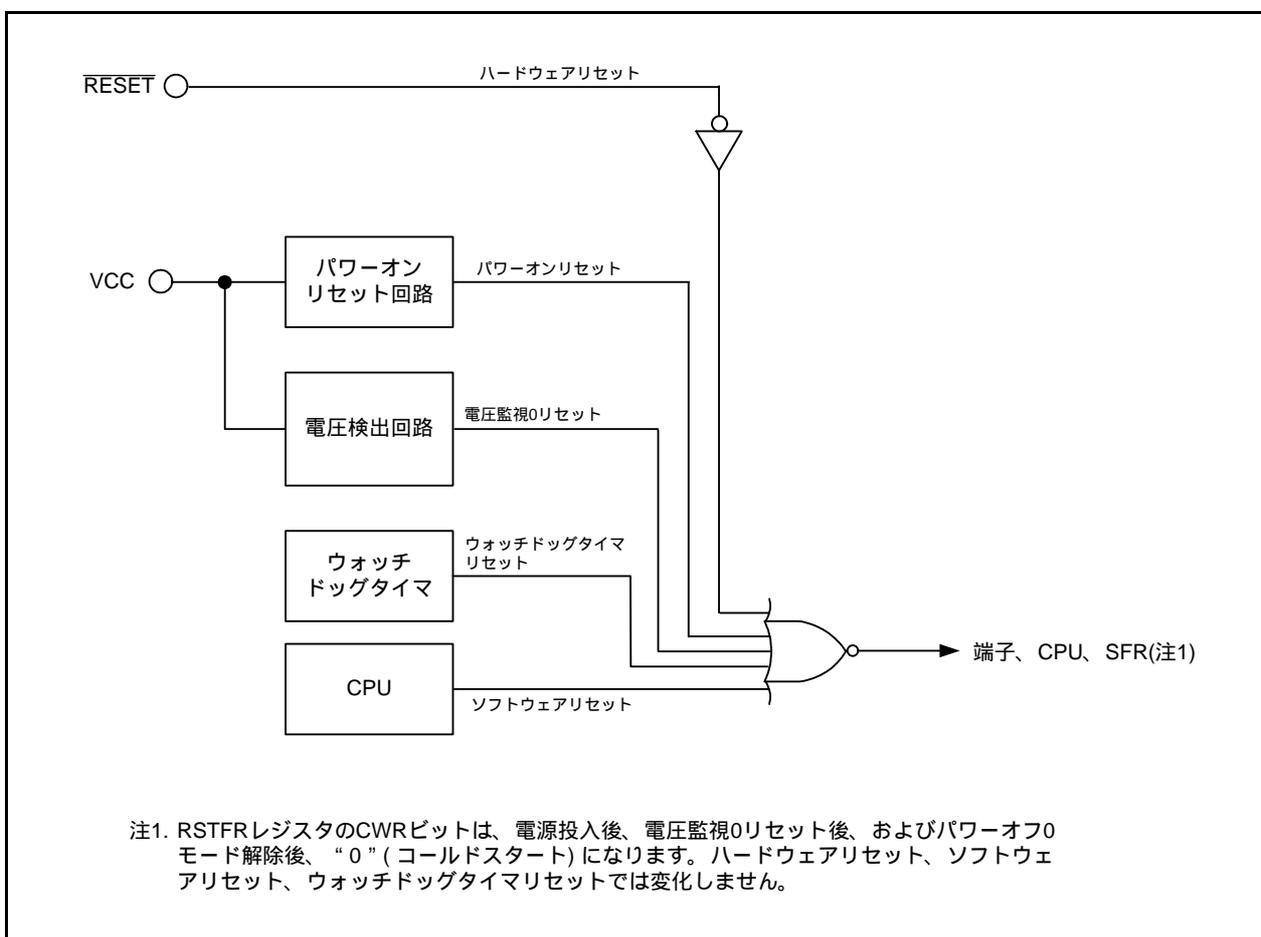


図 5.1 リセット回路のブロック図

表 5.2に $\overline{\text{RESET}}$ 端子のレベルが“L”の期間の端子の状態を、図 5.2にリセット後のCPUレジスタの状態を、図 5.3にリセットシーケンスを示します。

表 5.2 $\overline{\text{RESET}}$ 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、P2、P3、P5_0 ~ P5_6、P7_0 ~ P7_2、P8、P9_0 ~ P9_1	ハイインピーダンス
WKUP0	ハイインピーダンス
XCIN、XCOUT	不定
VL1 ~ VL3	ハイインピーダンス

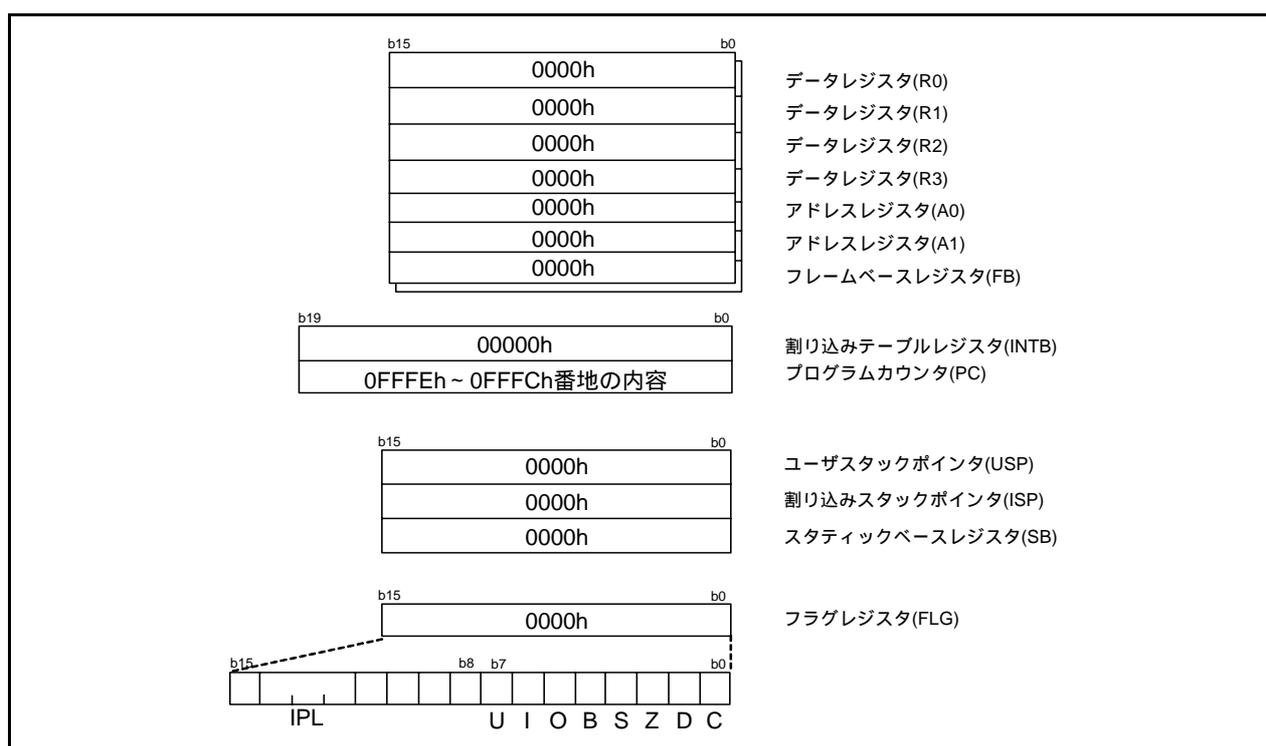


図 5.2 リセット後のCPUレジスタの状態

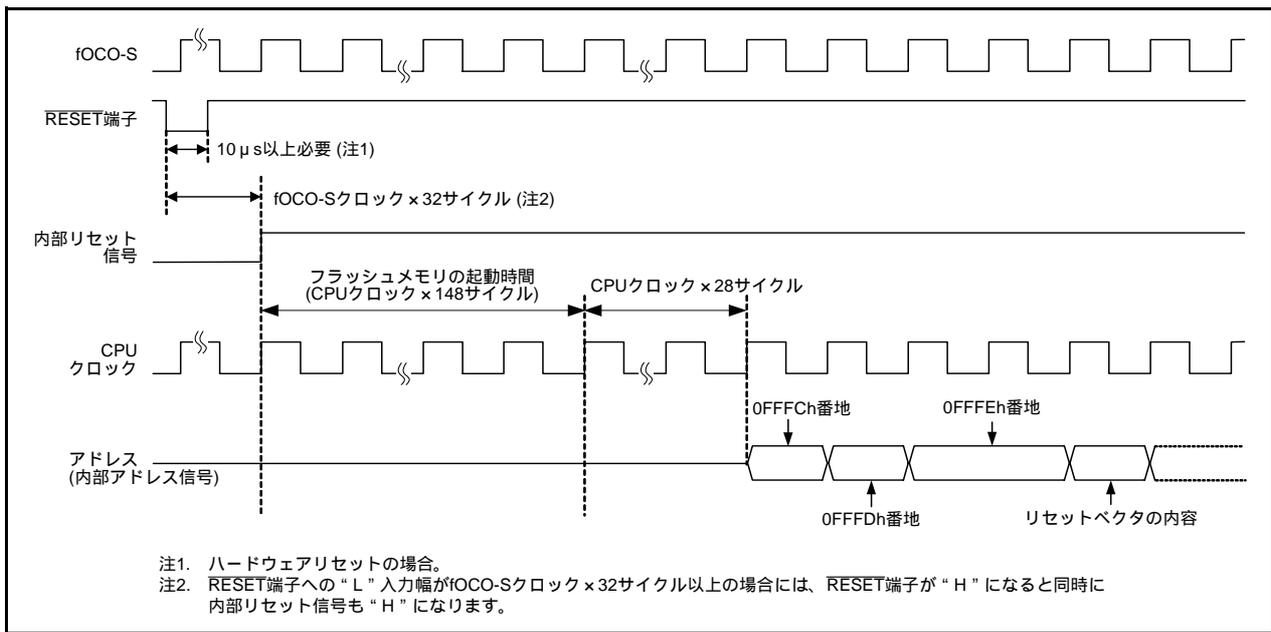


図 5.3 リセットシーケンス

5.1 レジスタの説明

5.1.1 プロセッサモードレジスタ0 (PM0)

アドレス 0004h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	PM03	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	—			
b2	—			
b3	PM03	ソフトウェアリセットビット	このビットを“1”にするとマイクロコンピュータはリセットされる。読んだ場合、その値は“0”。	R/W
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”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

PM0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。

5.1.2 リセット要因判別レジスタ (RSTFR)

アドレス 000Bh 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	WDR	SWR	HWR	CWR
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X (注1)

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CWR	コールドスタート/ウォームスタート判定フラグ(注2、3)	0: コールドスタート 1: ウォームスタート	R/W
b1	HWR	ハードウェアリセット検出フラグ(注4)	0: 未検出 1: 検出	R
b2	SWR	ソフトウェアリセット検出フラグ	0: 未検出 1: 検出	R
b3	WDR	ウォッチドッグタイマリセット検出フラグ	0: 未検出 1: 検出	R
b4	—	予約ビット	読んだ場合、その値は不定。	R
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. CWRビットは電源投入後、電圧監視0リセット後、およびパワーオフ0モード解除後、“0”(コールドスタート)になります。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では変化しません。

注2. CWRビットはプログラムで“1”を書くと“1”になります(“0”を書いても変化しません)。

注3. VW0CレジスタのVW0C0ビットが“0”(電圧監視0リセット禁止)のとき、CWRビットは不定です。

注4. ハードウェアリセット、または、パワーオフ0モード解除を検出します。

5.1.3 オプション機能選択レジスタ(OFS)

アドレス 0FFFFh番地

ビット b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

シンボル CSPROINI LVDAS VDSEL1 VDSEL0 ROMCP1 ROMCR — WDTON

リセット後の値 ユーザの設定値(注1)

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	WDTON	ウォッチドッグタイマ起動選択ビット	0: リセット後、ウォッチドッグタイマは自動的に起動 1: リセット後、ウォッチドッグタイマは停止状態	R/W
b1	—	予約ビット	“1” にしてください	R/W
b2	ROMCR	ROMコードプロテクト解除ビット	0: ROMコードプロテクト解除 1: ROMCP1ビット有効	R/W
b3	ROMCP1	ROMコードプロテクトビット	0: ROMコードプロテクト有効 1: ROMコードプロテクト解除	R/W
b4	VDSEL0	電圧検出0レベル選択ビット(注2)	b5 b4 00: 3.80Vを選択 (Vdet0_3) 01: 2.85Vを選択 (Vdet0_2) 10: 2.35Vを選択 (Vdet0_1) 11: 1.90Vを選択 (Vdet0_0)	R/W
b5	VDSEL1			R/W
b6	LVDAS	電圧検出0回路起動ビット(注3)	0: リセット後、電圧監視0リセット有効 1: リセット後、電圧監視0リセット無効	R/W
b7	CSPROINI	リセット後カウントソース保護モード選択ビット	0: リセット後、カウントソース保護モード有効 1: リセット後、カウントソース保護モード無効	R/W

注1. OFSレジスタはフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。

OFSレジスタに追加書き込みをしないでください。OFSレジスタを含むブロックを消去すると、OFSレジスタは“FFh”になります。

ブランク出荷品の出荷時、OFSレジスタは“FFh”です。ユーザでの書き込み後は、書き込んだ値になります。

書き込み出荷品の出荷時、OFSレジスタの値は、ユーザがプログラムで設定した値です。

注2. VDSEL0 ~ VDSEL1ビットで選択した電圧検出0レベルは、電圧監視0リセットおよびパワーオンリセットの両機能に、同じレベルで設定されます。

注3. パワーオンリセット、電圧監視0リセットを使用する場合、LVDASビットを“0”(リセット後、電圧監視0リセット有効)にしてください。

OFSレジスタの設定例は、「14.3.1 オプション機能選択領域の設定例」を参照してください。

LVDASビット(電圧検出0回路起動ビット)

電圧検出0回路で監視するVdet0電圧は、VDSEL0 ~ VDSEL1ビットで選択されます。

5.1.4 オプション機能選択レジスタ2 (OFS2)

アドレス 0FFDBh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	WDTRCS1	WDTRCS0	WDTUFS1	WDTUFS0
リセット後の値	ユーザの設定値(注1)							

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	WDTUFS0	ウォッチドッグタイマアンダフロー 周期設定ビット	b1 b0 0 0 : 03FFh 0 1 : 0FFFh 1 0 : 1FFFh 1 1 : 3FFFh	R/W
b1	WDTUFS1			R/W
b2	WDTRCS0	ウォッチドッグタイマリフレッシュ 受付周期設定ビット	b3 b2 0 0 : 25% 0 1 : 50% 1 0 : 75% 1 1 : 100%	R/W
b3	WDTRCS1			R/W
b4	—	予約ビット	“1” にしてください	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. OFS2レジスタはフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。
OFS2レジスタに追加書き込みをしないでください。OFS2レジスタを含むブロックを消去すると、OFS2レジスタは“FFh”になります。
ブランク出荷品の出荷時、OFS2レジスタは“FFh”です。ユーザでの書き込み後は、書き込んだ値になります。
書き込み出荷品の出荷時、OFS2レジスタの値は、ユーザがプログラムで設定した値です。

OFS2レジスタの設定例は、「14.3.1 オプション機能選択領域の設定例」を参照してください。

WDTRCS0、WDTRCS1ビット(ウォッチドッグタイマリフレッシュ受付周期設定ビット)

ウォッチドッグタイマのカウント開始からアンダフローまでの期間を100%として、ウォッチドッグタイマのリフレッシュ受付可能な期間を選択できます。

詳細は「15.3.1.1 リフレッシュ受付期間」を参照してください。

5.2 ハードウェアリセット

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、RESET端子に“L”を入力すると端子、CPU、SFRが初期化されます(「表 5.2 RESET端子のレベルが“L”の期間の端子の状態」, 「図 5.2 リセット後のCPUレジスタの状態」, および「表4.1~表4.9 SFR一覧」を参照)。

RESET端子の入力レベルを“L”から“H”にすると、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。リセット後のCPUクロックには、低速オンチップオシレータクロックの分周なしクロックが自動的に選択されます。

リセット後のSFRの状態は「4. SFR」を参照してください。

内部RAMは初期化されません。また、内部RAMへ書き込み中にRESET端子が“L”になると、内部RAMは不定となります。

図 5.4にハードウェアリセット回路例と動作を、図 5.5にハードウェアリセット回路例(外付け電源電圧検出回路の使用例)と動作を示します。

5.2.1 電源が安定している場合

- (1) RESET端子に“L”を入力する
- (2) $10\mu\text{s}$ 待つ
- (3) RESET端子に“H”を入力する

5.2.2 電源投入時

- (1) 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 $t_d(P-R)$ 待つ(「29. 電気的特性」参照)
- (4) $10\mu\text{s}$ 待つ
- (5) RESET端子に“H”を入力する

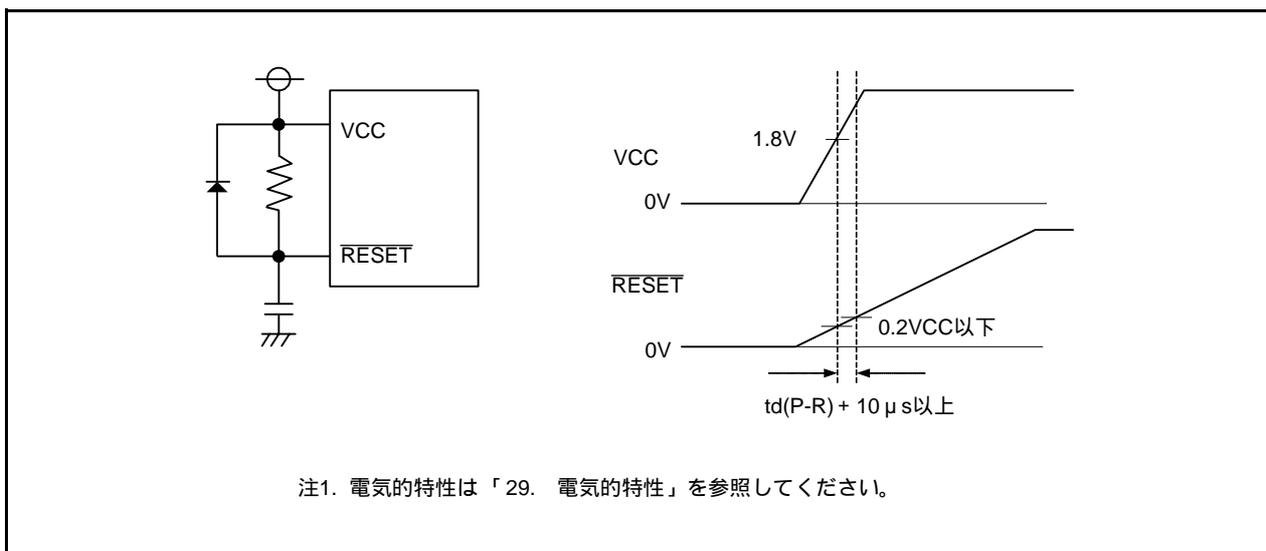


図 5.4 ハードウェアリセット回路例と動作

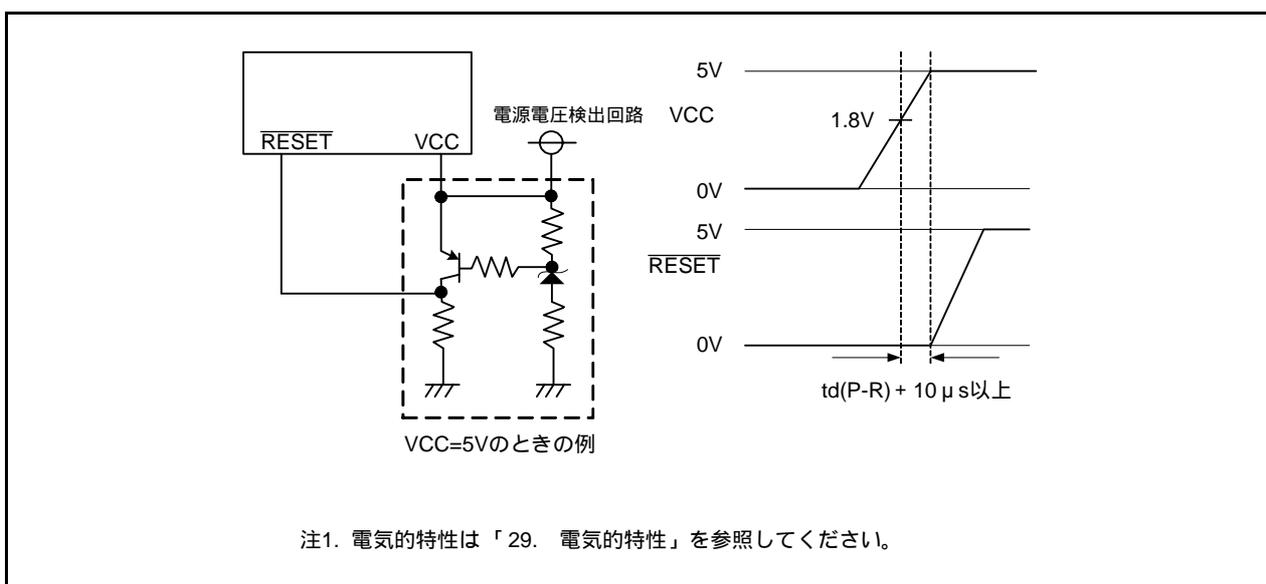


図 5.5 ハードウェアリセット回路例(外付け電源電圧検出回路の使用例)と動作

5.3 パワーオンリセット機能

抵抗を介してRESET端子をVCCに接続し、VCCを立ち上げるとパワーオンリセット機能が有効になり、端子、CPU、SFRが初期化されます。RESET端子にコンデンサを接続する場合も、RESET端子の電圧が常に $0.8V_{CC}$ 以上になるようにご注意ください。

VCC端子に入力する電圧が V_{det0} 以上になると、低速オンチップオシレータクロックのカウントを開始します。低速オンチップオシレータクロックを32回カウントすると、内部リセット信号が“H”になり、リセットシーケンス(図5.3参照)に移ります。リセット後のCPUクロックには、低速オンチップオシレータクロックの分周なしクロックが自動的に選択されます。

パワーオンリセット後のSFRの状態は「4. SFR」を参照してください。

パワーオンリセットを使用する場合には、OFSレジスタのLVDASビットを“0”にして電圧監視0リセットを有効にしてください。

図5.6にパワーオンリセット回路例と動作を示します。

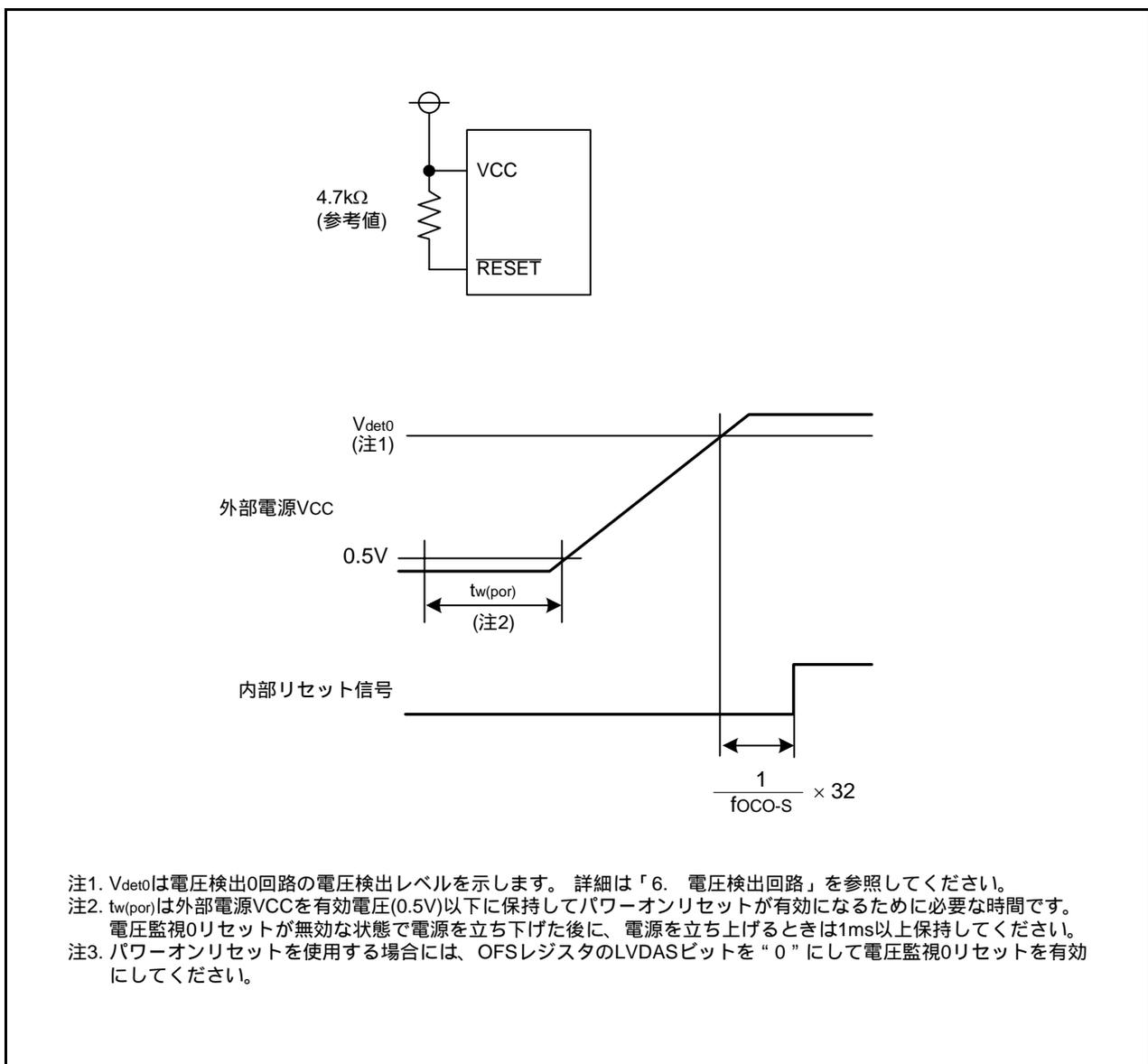


図 5.6 パワーオンリセット回路例と動作

5.4 電圧監視0リセット

マイクロコンピュータに内蔵している電圧検出0回路によるリセットです。電圧検出0回路はVCC端子に入力する電圧を監視します。監視する電圧はVdet0です。電圧監視0リセットを使用する場合は、OFSレジスタのLVDASビットを“0”(リセット後、電圧監視0リセット有効)にしてください。Vdet0の電圧検出レベルは、OFSレジスタのVDSEL0～VDSEL1ビットの設定により、変更できます。

VCC端子に入力する電圧がVdet0以下になると端子、CPU、SFRが初期化されます。

次にVCC端子に入力する電圧がVdet0以上になると、低速オンチップオシレータクロックのカウントを開始します。低速オンチップオシレータクロックを32回カウントすると、内部リセット信号が“H”になり、リセットシーケンス(図5.3参照)に移ります。リセット後のCPUクロックには、低速オンチップオシレータクロックの分周なしクロックが自動的に選択されます。

パワーオンリセットを使用する場合には、OFSレジスタのLVDASビットを“0”にして電圧監視0リセットを有効にしてください。

VDSEL0～VDSEL1ビット、LVDASビットはプログラムでは変更できません。これらのビットを設定する場合は、フラッシュライタで0FFFFh番地のb4～b6に値を書いてください。OFSレジスタの詳細は「5.1.3 オプション機能選択レジスタ(OFS)」を参照してください。

電圧監視0リセット後のSFRの状態は「4. SFR」を参照してください。

内部RAMは初期化されません。また、内部RAMへ書き込み中にVCC端子に入力する電圧がVdet0以下になると、内部RAMは不定となります。

電圧監視0リセットの詳細は「6. 電圧検出回路」を参照してください。

図5.7に電圧監視0リセット回路例と動作を示します。

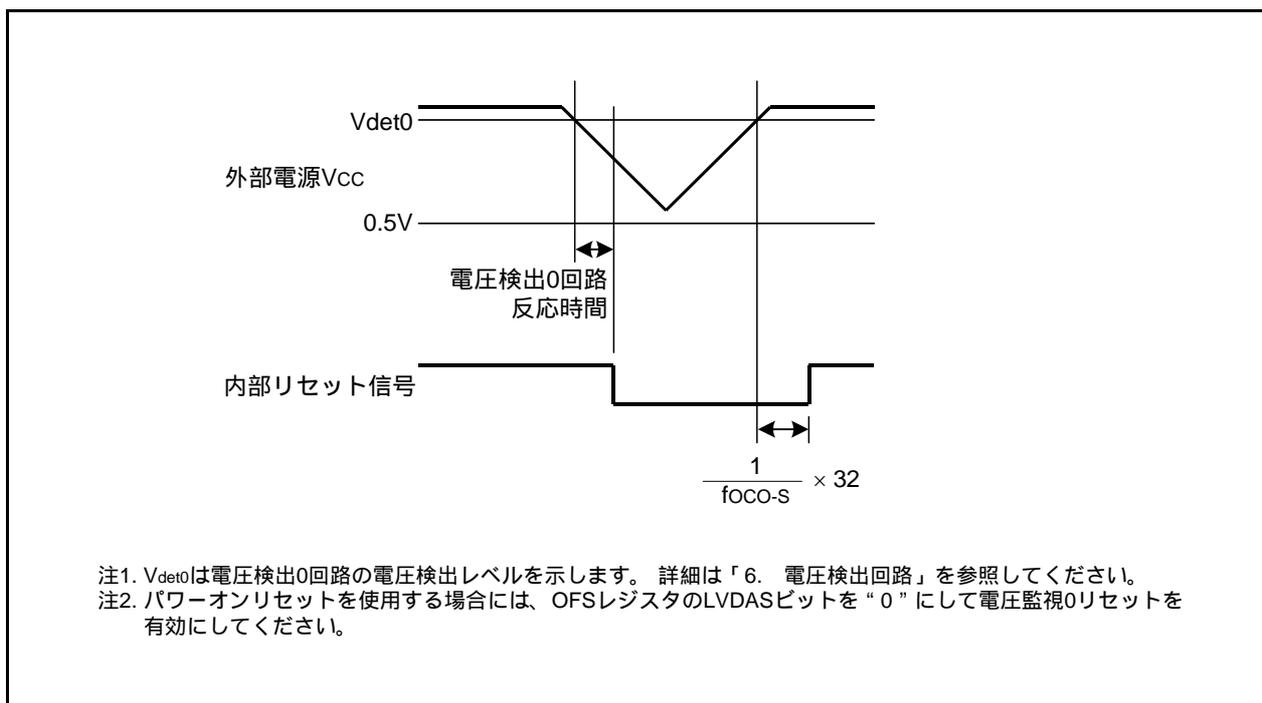


図 5.7 電圧監視0リセット回路例と動作

5.5 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。リセット後のCPUクロックには、低速オンチップオシレータクロックの分周なしクロックが自動的に選択されます。

ウォッチドッグタイマリセット後のSFRの状態は「4. SFR」を参照してください。

内部RAMは初期化されません。また、内部RAMへ書き込み中にウォッチドッグタイマがアンダフローすると、内部RAMは不定となります。

ウォッチドッグタイマのアンダフロー周期とリフレッシュ受付周期を、OFS2レジスタのWDTUFS0～WDTUFS1ビット、WDTRCS0～WDTRCS1ビットでそれぞれ設定することができます。

ウォッチドッグタイマの詳細は「15. ウォッチドッグタイマ」を参照してください。

5.6 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。リセット後のCPUクロックには、低速オンチップオシレータクロックの分周なしクロックが自動的に選択されます。

ソフトウェアリセット後のSFRの状態は「4. SFR」を参照してください。

内部RAMは初期化されません。

5.7 コールドスタート/ウォームスタート判定機能

コールドスタート/ウォームスタート判定機能は、RSTFRレジスタのCWRビットによって、電源が投入されたときのコールドスタート(リセット処理)と、動作中にリセットが発生したときのウォームスタート(リセット処理)を判定することができます。

CWRビットは、電源投入時“0”(コールドスタート)です。また、電圧監視0リセットとパワーオフ0モード解除でも“0”になります。CWRビットはプログラムで“1”を書くと“1”になり、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では変化しません。

コールドスタート/ウォームスタート判定機能は電圧監視0リセットを使用します。

図 5.8 にコールドスタート/ウォームスタート判定機能の動作例を示します。

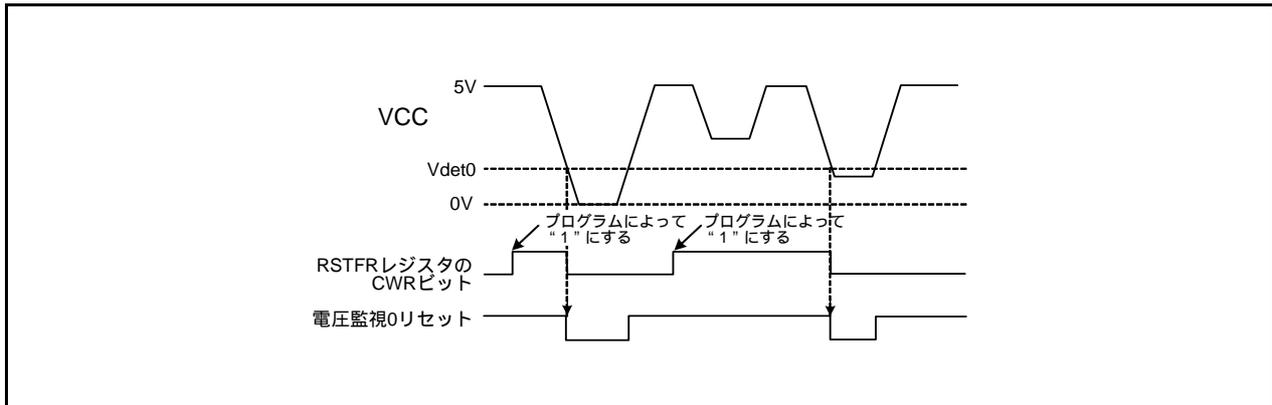


図 5.8 コールドスタート/ウォームスタート判定機能の動作例

5.8 リセット要因判別機能

ハードウェアリセット、ソフトウェアリセットおよびウォッチドッグタイマリセットの発生を、RSTFRレジスタで検出できます。

ハードウェアリセット、または、パワーオフ0モード解除が発生すると、HWRビットが“1”(検出)になります。

ソフトウェアリセットが発生すると、SWRビットが“1”(検出)になります。

ウォッチドッグタイマリセットが発生すると、WDRビットが“1”(検出)になります。

6. 電圧検出回路

電圧検出回路はVCC端子に入力する電圧を監視する回路です。VCC入力電圧をプログラムで監視できません。

6.1 概要

電圧検出0はOFSレジスタで、検出電圧を4レベルから選択できます。

電圧検出1はVD1LSレジスタで、検出電圧を16レベルから選択できます。

また、電圧監視0リセット、電圧監視1割り込み、電圧監視2割り込みを使用できます。

表 6.1 電圧検出回路の仕様

項目	電圧監視0	電圧監視1	電圧監視2	
VCC監視	監視する電圧	Vdet0	Vdet1	Vdet2
	検出対象	上昇または下降してVdet0を通過したか	上昇または下降してVdet1を通過したか	上昇または下降してVdet2を通過したか
	検出電圧	OFSレジスタで4レベルから選択可能	VD1LSレジスタで16レベルから選択可能	VCCは固定レベル
	モニタ	なし	VW1CレジスタのVW1C3ビット Vdet1より高いか低いかなし	VCA1レジスタのVCA13ビット Vdet2より高いか低いかなし
電圧検出時の処理	リセット	電圧監視0リセット Vdet0 > VCCでリセット； VCC > Vdet0でCPU動作再開	なし	なし
	割り込み	なし	電圧監視1割り込み ノンマスクابلまたはマスクابلを選択可能 Vdet1 > VCC、VCC > Vdet1の両方、またはどちらかで割り込み要求	電圧監視2割り込み ノンマスクابلまたはマスクابلを選択可能 Vdet2 > VCC、VCC > Vdet2の両方、またはどちらかで割り込み要求
デジタルフィルタ	有効/無効切り替え	デジタルフィルタ機能なし	あり	あり
	サンプリング時間	—	(fOCO-Sのn分周) × 2 n : 1、2、4、8	(fOCO-Sのn分周) × 2 n : 1、2、4、8

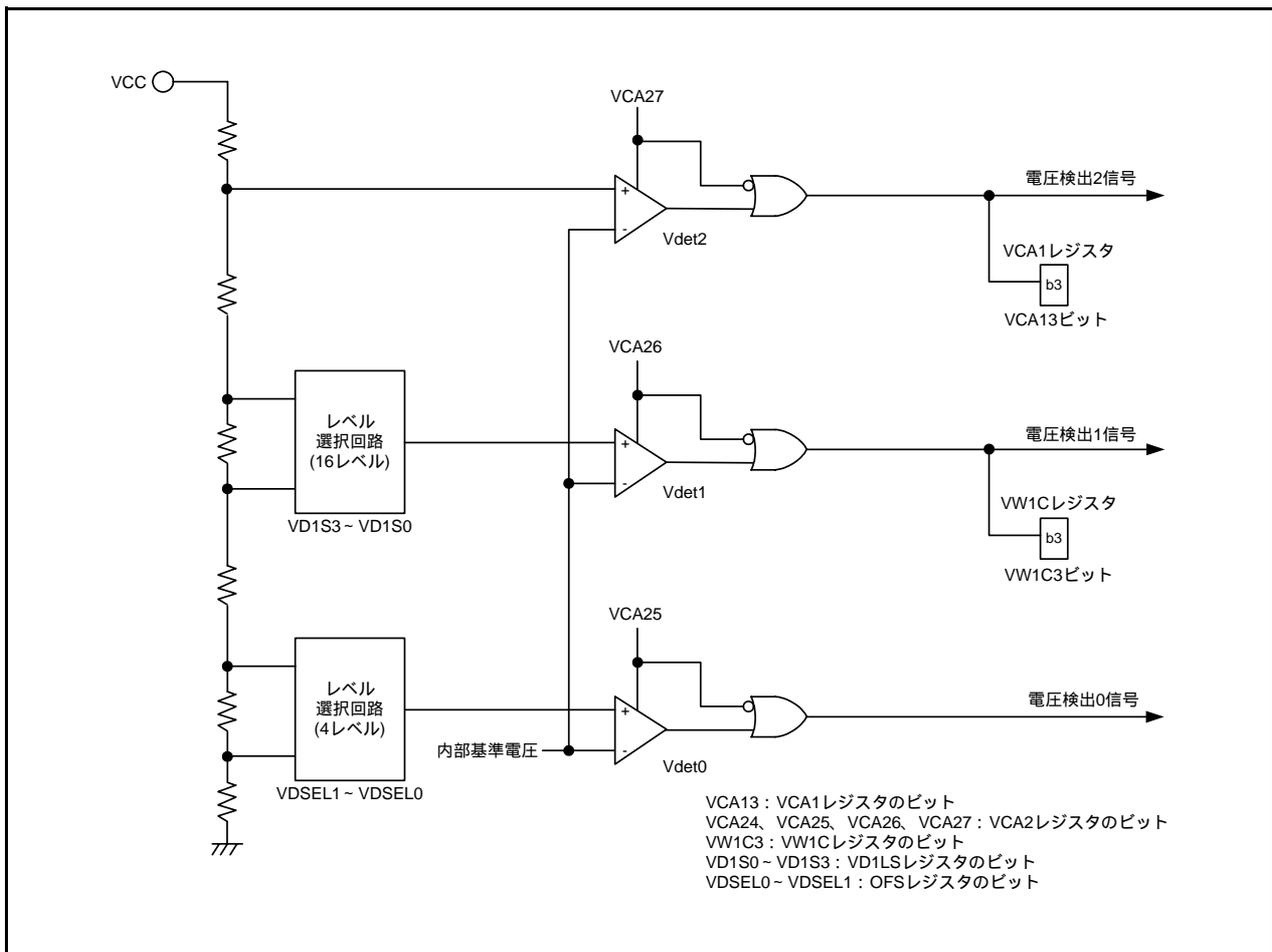


図 6.1 電圧検出回路ブロック図

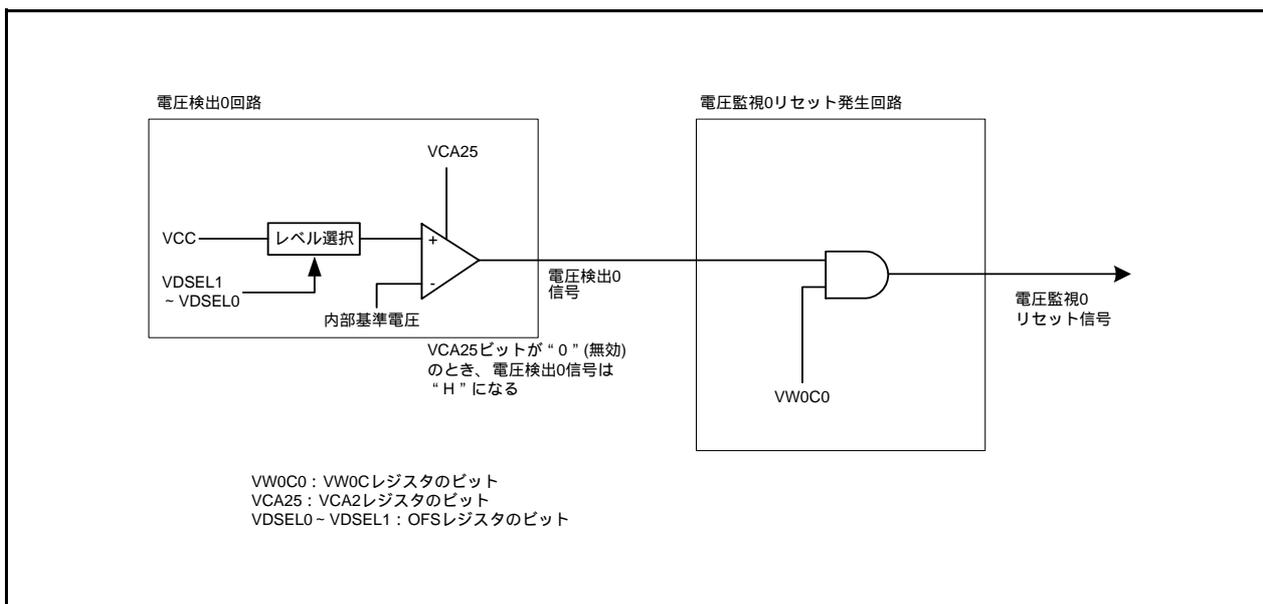


図 6.2 電圧監視0リセット発生回路のブロック図

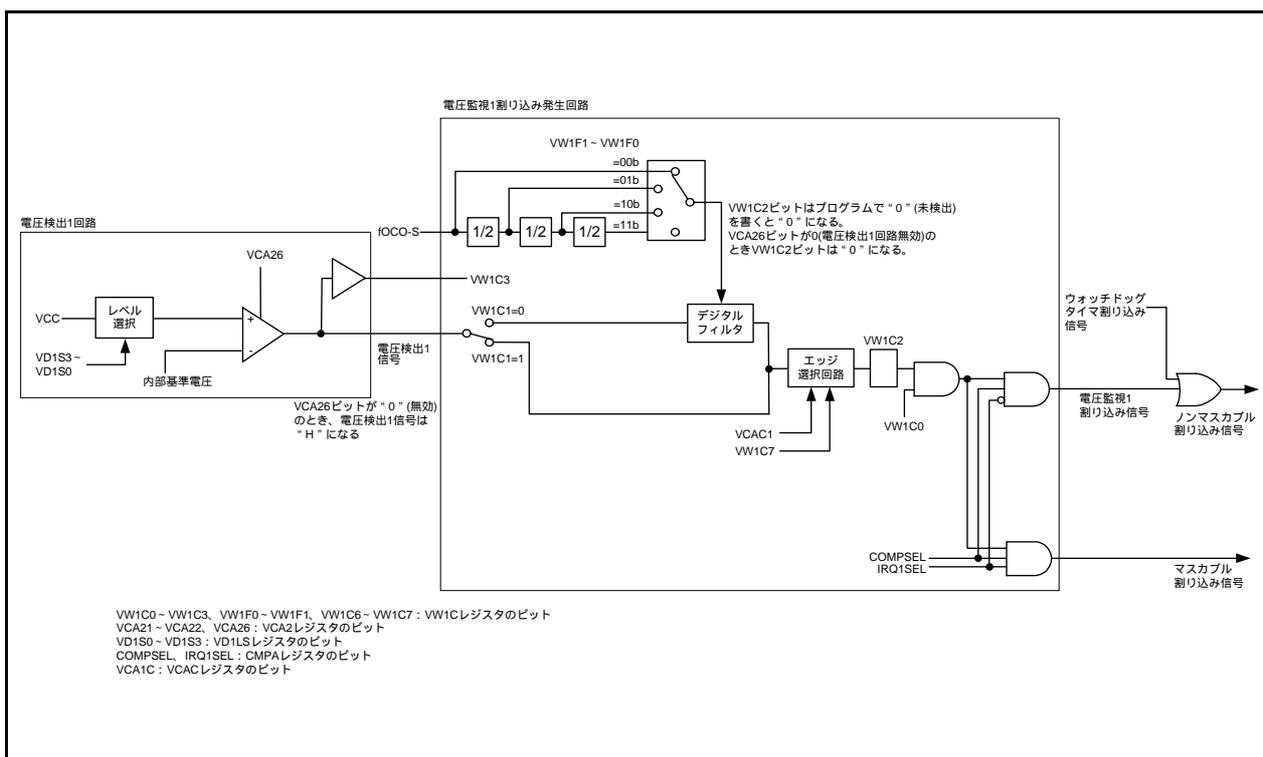


図 6.3 電圧監視1割り込み発生回路のブロック図

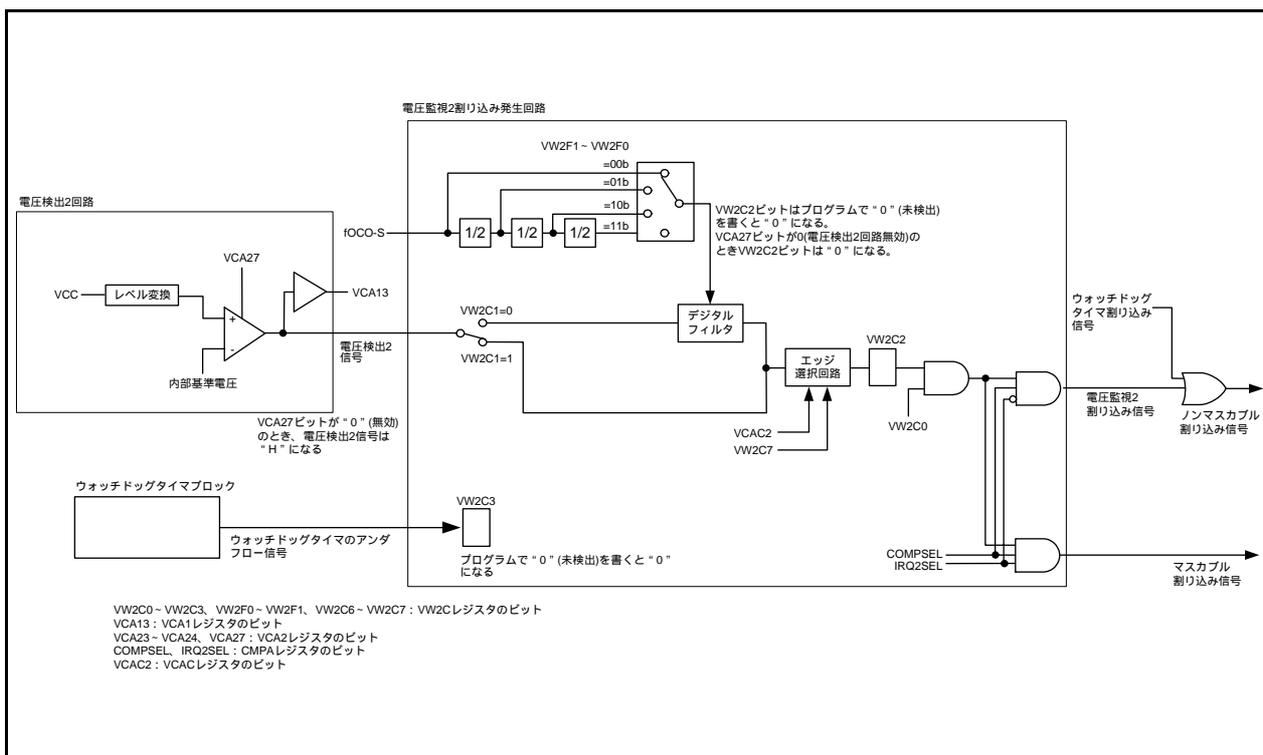


図 6.4 電圧監視2割り込み発生回路のブロック図

6.2 レジスタの説明

6.2.1 電圧監視回路制御レジスタ(CMPA)

アドレス 0030h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	COMPSEL	—	IRQ2SEL	IRQ1SEL	—	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	—			
b2	—			
b3	—			
b4	IRQ1SEL	電圧監視1割り込み種類選択ビット (注1)	0: ノンマスクابل割り込み 1: マスクابل割り込み	R/W
b5	IRQ2SEL	電圧監視2割り込み種類選択ビット (注2)	0: ノンマスクابل割り込み 1: マスクابل割り込み	R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	COMPSEL	電圧監視割り込み種類選択有効ビット (注1、2)	0: IRQ1SEL、IRQ2SELビット無効 1: IRQ1SEL、IRQ2SELビット有効	R/W

注1. VW1CレジスタのVW1C0ビットが“1”(許可)のとき、IRQ1SELビットとCOMPSELビットを同時に(1命令で)設定しないでください。

注2. VW2CレジスタのVW2C0ビットが“1”(許可)のとき、IRQ2SELビットとCOMPSELビットを同時に(1命令で)設定しないでください。

6.2.2 電圧監視回路エッジ選択レジスタ(VCAC)

アドレス 0031h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	VCAC2	VCAC1	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
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”。		—
b1	VCAC1	電圧監視1回路エッジ選択ビット (注1)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W
b2	VCAC2	電圧監視2回路エッジ選択ビット (注2)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W
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、その値は“0”。		—
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. VCAC1ビットが“0”(片エッジ)のとき、VW1CレジスタのVW1C7ビットが有効になります。VCAC1ビットを“0”にした後、VW1C7ビットを設定してください。

注2. VCAC2ビットが“0”(片エッジ)のとき、VW2CレジスタのVW2C7ビットが有効になります。VCAC2ビットを“0”にした後、VW2C7ビットを設定してください。

6.2.3 電圧検出レジスタ1 (VCA1)

アドレス 0033h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	VCA13	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	—			
b2	—			
b3	VCA13	電圧検出2信号モニタフラグ(注1)	0 : VCC < Vdet2 1 : VCC > Vdet2、または電圧検出2回路無効	R
b4	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. VCA2レジスタのVCA27ビットが“1”(電圧検出2回路有効)のとき、VCA13ビットは有効です。
VCA2レジスタのVCA27ビットが“0”(電圧検出2回路無効)のとき、VCA13ビットは“1”(VCC > Vdet2)になります。

6.2.4 電圧検出レジスタ2 (VCA2)

アドレス 0034h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	VCA27	VCA26	VCA25	—	—	—	—	VCA20
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

上記はOFSレジスタのLVDASビットが“1”の場合

リセット後の値	0	0	1	0	0	0	0	0
---------	---	---	---	---	---	---	---	---

上記はOFSレジスタのLVDASビットが“0”の場合

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	VCA20	内部電源低消費電力許可ビット(注1)	0: 低消費電力禁止 1: 低消費電力許可(注2)	R/W
b1	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	VCA25	電圧検出0許可ビット(注3)	0: 電圧検出0回路無効 1: 電圧検出0回路有効	R/W
b6	VCA26	電圧検出1許可ビット(注4)	0: 電圧検出1回路無効 1: 電圧検出1回路有効	R/W
b7	VCA27	電圧検出2許可ビット(注5)	0: 電圧検出2回路無効 1: 電圧検出2回路有効	R/W

注1. VCA20ビットはウェイトモードへの移行時のみに使用してください。VCA20ビットの設定は「10.8.9 VCA20ビットによる内部電源低消費電力操作」に従ってください。

注2. VCA20ビットが“1”(低消費電力許可)のとき、CM1レジスタのCM10ビットを“1”(全クロック停止)にしないでください。

注3. VCA25ビットに書く場合は、リセット後の値を書いてください。

注4. 電圧検出1割り込みを使用する場合、またはVW1CレジスタのVW1C3ビットを使用する場合、VCA26ビットを“1”(電圧検出1回路有効)にしてください。

VCA26ビットを“0”から“1”にした後、td(E-A)経過してから電圧検出1回路が動作します。

注5. 電圧検出2割り込みを使用する場合、またはVCA1レジスタのVCA13ビットを使用する場合、VCA27ビットを“1”(電圧検出2回路有効)にしてください。

VCA27ビットを“0”から“1”にした後、td(E-A)経過してから電圧検出2回路が動作します。

VCA2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。

6.2.5 電圧検出1レベル選択レジスタ(VD1LS)

アドレス 0036h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	VD1S3	VD1S2	VD1S1	VD1S0
リセット後の値	0	0	0	0	0	1	1	1

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	VD1S0	電圧検出1レベル選択ビット (電圧下降時の標準電圧)	b3 b2 b1 b0 0 0 0 0 : 2.20 V (Vdet1_0)	R/W
b1	VD1S1		0 0 0 1 : 2.35 V (Vdet1_1)	R/W
b2	VD1S2		0 0 1 0 : 2.50 V (Vdet1_2)	R/W
b3	VD1S3		0 0 1 1 : 2.65 V (Vdet1_3)	R/W
			0 1 0 0 : 2.80 V (Vdet1_4)	
			0 1 0 1 : 2.95 V (Vdet1_5)	
			0 1 1 0 : 3.10 V (Vdet1_6)	
			0 1 1 1 : 3.25 V (Vdet1_7)	
			1 0 0 0 : 3.40 V (Vdet1_8)	
			1 0 0 1 : 3.55 V (Vdet1_9)	
		1 0 1 0 : 3.70 V (Vdet1_A)		
		1 0 1 1 : 3.85 V (Vdet1_B)		
		1 1 0 0 : 4.00 V (Vdet1_C)		
		1 1 0 1 : 4.15 V (Vdet1_D)		
		1 1 1 0 : 4.30 V (Vdet1_E)		
		1 1 1 1 : 4.45 V (Vdet1_F)		
b4	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

VD1LS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。

6.2.6 電圧監視0回路制御レジスタ(VW0C)

アドレス 0038h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	VW0C0
リセット後の値	1	1	0	0	X	0	1	0

上記はOFSレジスタのLVDASビットが“1”の場合

リセット後の値	1	1	0	0	X	0	1	1
---------	---	---	---	---	---	---	---	---

上記はOFSレジスタのLVDASビットが“0”の場合

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	VW0C0	電圧監視0リセット許可ビット(注1)	0: 禁止 1: 許可	R/W
b1	—	予約ビット	“1” にしてください	R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	—	予約ビット	読んだ場合、その値は不定。	R
b4	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b5	—			
b6	—	予約ビット	“1” にしてください	R/W
b7	—			

注1. VW0C0ビットはVCA2レジスタのVCA25ビットが“1”(電圧検出0回路有効)のとき有効になります。
VW0C0ビットに書く場合は、リセット後の値を書いてください。

VW0C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。

6.2.7 電圧監視1回路制御レジスタ(VW1C)

アドレス 0039h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	VW1C7	—	VW1F1	VW1F0	VW1C3	VW1C2	VW1C1	VW1C0
リセット後の値	1	0	0	0	1	0	1	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	VW1C0	電圧監視1割り込み許可ビット(注1)	0: 禁止 1: 許可	R/W
b1	VW1C1	電圧監視1デジタルフィルタ無効モード選択ビット(注2、6)	0: デジタルフィルタ有効モード (デジタルフィルタ回路有効) 1: デジタルフィルタ無効モード (デジタルフィルタ回路無効)	R/W
b2	VW1C2	電圧変化検出フラグ(注3、4)	0: 未検出 1: Vdet1 通過検出	R/W
b3	VW1C3	電圧検出1信号モニタフラグ(注3)	0: VCC < Vdet1 1: VCC > Vdet1 または電圧検出1回路無効	R
b4	VW1F0	サンプリングクロック選択ビット (注6)	b5 b4 00: fOCO-Sの1分周 01: fOCO-Sの2分周 10: fOCO-Sの4分周 11: fOCO-Sの8分周	R/W
b5	VW1F1			R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	VW1C7	電圧監視1割り込み発生条件選択ビット(注5)	0: VCCがVdet1以上になるとき 1: VCCがVdet1以下になるとき	R/W

- 注1. VW1C0ビットはVCA2レジスタのVCA26ビットが“1”(電圧検出1回路有効)のとき有効になります。VCA26ビットが“0”(電圧検出1回路無効)のとき、VW1C0ビットを“0”(禁止)にしてください。VW1C0ビットを“1”(許可)にするときは、「表 6.2 電圧監視1割り込み関連ビットの設定手順」に従ってください。
- 注2. デジタルフィルタを使用する場合(VW1C1ビットが“0”)、CM1レジスタのCM14ビットを“0”(低速オンチップオシレータ発振)にしてください。
なお、電圧監視1割り込みをストップモードからの復帰に使用する場合は、VW1C1ビットを“1”(デジタルフィルタ無効)にしてください。
- 注3. VW1C2ビットおよびVW1C3ビットはVCA2レジスタのVCA26ビットが“1”(電圧検出1回路有効)のとき有効になります。
- 注4. プログラムで“0”にしてください。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)。
- 注5. VW1C7ビットはVCACレジスタのVCAC1ビットが“0”(片エッジ)のとき有効になります。VCAC1ビットを“0”にした後、VW1C7ビットを設定してください。
- 注6. VW1C0ビットが“1”(許可)のとき、VW1C1ビットとVW1F1～VW1F0ビットを同時に(1命令で)設定しないでください。

VW1C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。

VW1Cレジスタを書き換えると、VW1C2ビットが“1”になる場合があります。VW1Cレジスタを書き換え後、VW1C2ビットを“0”にしてください。

6.2.8 電圧監視2回路制御レジスタ(VW2C)

アドレス 003Ah番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	VW2C7	—	VW2F1	VW2F0	VW2C3	VW2C2	VW2C1	VW2C0
リセット後の値	1	0	0	0	0	0	1	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	VW2C0	電圧監視2割り込み許可ビット(注1)	0: 禁止 1: 許可	R/W
b1	VW2C1	電圧監視2デジタルフィルタ無効モード選択ビット(注2、6)	0: デジタルフィルタ有効モード (デジタルフィルタ回路有効) 1: デジタルフィルタ無効モード (デジタルフィルタ回路無効)	R/W
b2	VW2C2	電圧変化検出フラグ(注3、4)	0: 未検出 1: Vdet2通過検出	R/W
b3	VW2C3	WDT検出フラグ(注4)	0: 未検出 1: 検出	R/W
b4	VW2F0	サンプリングクロック選択ビット (注6)	b5 b4 00: fOCO-Sの1分周 01: fOCO-Sの2分周 10: fOCO-Sの4分周 11: fOCO-Sの8分周	R/W
b5	VW2F1			R/W
b6	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
b7	VW2C7	電圧監視2割り込み発生条件選択ビット(注5)	0: VCCがVdet2以上になるとき 1: VCCがVdet2以下になるとき	R/W

- 注1. VW2C0ビットはVCA2レジスタのVCA27ビットが“1”(電圧検出2回路有効)のとき有効になります。VCA27ビットが“0”(電圧検出2回路無効)のとき、VW2C0ビットを“0”(禁止)にしてください。VW2C0ビットを“1”(許可)にするときは、「表 6.3 電圧監視2割り込み関連ビットの設定手順」に従ってください。
- 注2. デジタルフィルタを使用する場合(VW2C1ビットが“0”)、CM1レジスタのCM14ビットを“0”(低速オンチップオシレータ発振)にしてください。
なお、電圧監視2割り込みをストップモードからの復帰に使用する場合は、VW2C1ビットを“1”(デジタルフィルタ無効)にしてください。
- 注3. VW2C2ビットはVCA2レジスタのVCA27ビットが“1”(電圧検出2回路有効)のとき有効になります。
- 注4. プログラムで“0”にしてください。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)。
- 注5. VW2C7ビットはVCACレジスタのVCAC2ビットが“0”(片エッジ)のとき有効になります。VCAC2ビットを“0”にした後、VW2C7ビットを設定してください。
- 注6. VW2C0ビットが“1”(許可)のとき、VW2C1ビットとVW2F1～VW2F0ビットを同時に(1命令で)設定しないでください。

VW2C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。

VW2Cレジスタを書き換えると、VW2C2ビットが“1”になる場合があります。VW2Cレジスタを書き換え後、VW2C2ビットを“0”にしてください。

6.2.9 オプション機能選択レジスタ(OFS)

アドレス 0FFFFh番地

ビット b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

シンボル CSPROINI LVDAS VDSEL1 VDSEL0 ROMCP1 ROMCR — WDTON

リセット後の値 ユーザの設定値(注1)

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	WDTON	ウォッチドッグタイマ起動選択ビット	0: リセット後、ウォッチドッグタイマは自動的に起動 1: リセット後、ウォッチドッグタイマは停止状態	R/W
b1	—	予約ビット	“1” にしてください	R/W
b2	ROMCR	ROMコードプロテクト解除ビット	0: ROMコードプロテクト解除 1: ROMCP1ビット有効	R/W
b3	ROMCP1	ROMコードプロテクトビット	0: ROMコードプロテクト有効 1: ROMコードプロテクト解除	R/W
b4	VDSEL0	電圧検出0レベル選択ビット(注2)	b5 b4 00: 3.80Vを選択 (Vdet0_3) 01: 2.85Vを選択 (Vdet0_2) 10: 2.35Vを選択 (Vdet0_1) 11: 1.90Vを選択 (Vdet0_0)	R/W
b5	VDSEL1			R/W
b6	LVDAS	電圧検出0回路起動ビット(注3)	0: リセット後、電圧監視0リセット有効 1: リセット後、電圧監視0リセット無効	R/W
b7	CSPROINI	リセット後カウントソース保護モード選択ビット	0: リセット後、カウントソース保護モード有効 1: リセット後、カウントソース保護モード無効	R/W

注1. OFSレジスタはフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。

OFSレジスタに追加書き込みをしないでください。OFSレジスタを含むブロックを消去すると、OFSレジスタは“FFh”になります。

ブランク出荷品の出荷時、OFSレジスタは“FFh”です。ユーザでの書き込み後は、書き込んだ値になります。

書き込み出荷品の出荷時、OFSレジスタの値は、ユーザがプログラムで設定した値です。

注2. VDSEL0～VDSEL1ビットで選択した電圧検出0レベルは、電圧監視0リセットおよびパワーオンリセットの両機能に、同じレベルで設定されます。

注3. パワーオンリセット、電圧監視0リセットを使用する場合、LVDASビットを“0”(リセット後、電圧監視0リセット有効)にしてください。

OFSレジスタの設定例は、「14.3.1 オプション機能選択領域の設定例」を参照してください。

LVDASビット(電圧検出0回路起動ビット)

電圧検出0回路で監視するVdet0電圧は、VDSEL0～VDSEL1ビットで選択されます。

6.3 VCC入力電圧のモニタ

6.3.1 Vdet0のモニタ

Vdet0のモニタはできません。

6.3.2 Vdet1のモニタ

次の設定をした後、td(E-A) (「29. 電気的特性」参照) 経過後、VW1CレジスタのVW1C3ビットで電圧監視1の比較結果をモニタできます。

- (1) VD1LSレジスタのVD1S3 ~ VD1S0ビット(電圧検出1検出電圧)を設定する
- (2) VCA2レジスタのVCA26ビットを“1”(電圧検出1回路有効)にする

6.3.3 Vdet2のモニタ

次の設定をした後、td(E-A) (「29. 電気的特性」参照) 経過後、VCA1レジスタのVCA13ビットで電圧監視2の比較結果をモニタできます。

- VCA2レジスタのVCA27ビットを“1”(電圧検出2回路有効)にする

6.4 電圧監視0リセット

電圧監視0リセットを使用する場合は、OFSレジスタのLVDASビットを“0”(リセット後、電圧監視0リセット有効)にしてください。

図 6.5 に電圧監視0リセット動作例を示します。

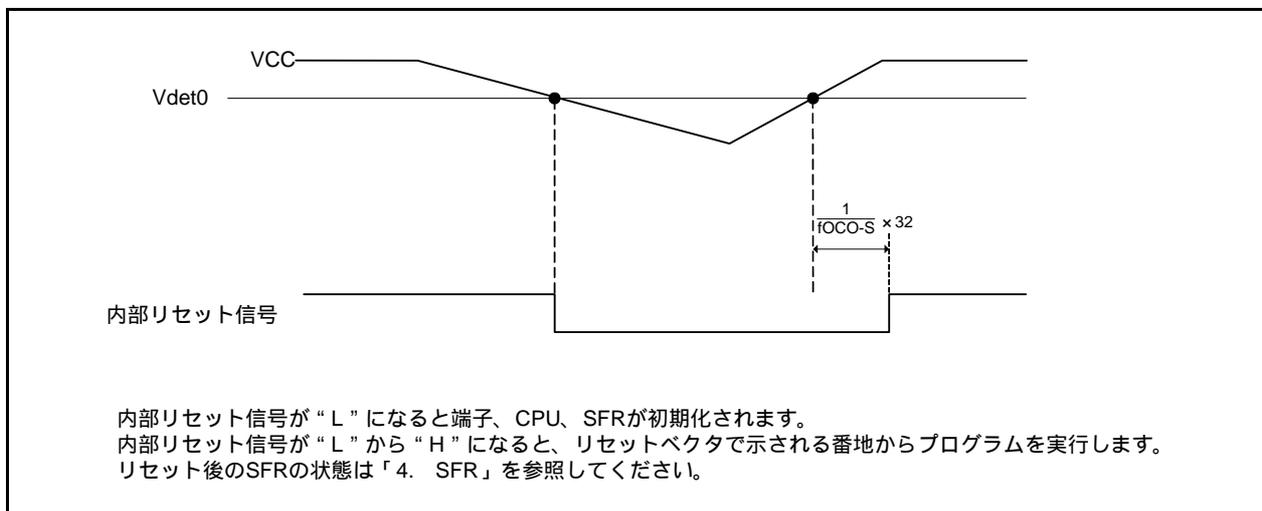


図 6.5 電圧監視0リセット動作例

6.5 電圧監視1割り込み

表 6.2 に電圧監視1割り込み関連ビットの設定手順を、図 6.6 に電圧監視1割り込み動作例を示します。
 なお、電圧監視1割り込みをストップモードからの復帰に使用する場合は、VW1CレジスタのVW1C1ビットを“1”(デジタルフィルタ無効)にしてください。

表 6.2 電圧監視1割り込み関連ビットの設定手順

手順	デジタルフィルタを使用する場合	デジタルフィルタを使用しない場合
1	VD1LSレジスタのVD1S3～VD1S0ビットで電圧検出1検出電圧を選択する	
2	VCA2レジスタのVCA26ビットを“1”(電圧検出1回路有効)にする	
3	td(E-A)待つ	
4	CMPAレジスタのCOMPSELビットを“1”にする	
5(注1)	CMPAレジスタのIRQ1SELビットで割り込みの種類を選択する	
6	VW1CレジスタのVW1F1～VW1F0ビットでデジタルフィルタのサンプリングクロックを選択する	VW1CレジスタのVW1C1ビットを“1”(デジタルフィルタ無効)にする
7(注2)	VW1CレジスタのVW1C1ビットを“0”(デジタルフィルタ有効)にする	—
8	VCACレジスタのVCAC1ビットと、VW1CレジスタのVW1C7ビットで割り込み要求のタイミングを選択する	
9	VW1CレジスタのVW1C2ビットを“0”にする	
10	CM1レジスタのCM14ビットを“0”(低速オンチップオシレータ発振)にする	—
11	デジタルフィルタのサンプリングクロック×2サイクル待つ	—(待ち時間なし)
12(注3)	VW1CレジスタのVW1C0ビットを“1”(電圧監視1割り込み許可)にする	

注1. VW1C0ビットが“0”のとき、手順4と5は同時に(1命令で)実行可能です。

注2. VW1C0ビットが“0”のとき、手順6と7は同時に(1命令で)実行可能です。

注3. 電圧監視1割り込み禁止の状態でも、電圧検出1回路が有効であれば、電圧低下を検出し、VW1C2ビットは“1”になります。

電圧監視1割り込み関連ビットの設定手順において、電圧検出1回路を有効に設定してから、割り込みを許可に設定するまでに電圧低下を検出する場合がありますが、このとき、割り込みは発生しません。したがって、割り込みを許可に設定した後にVW1C2ビットを読み、“1”の場合は電圧低下検出時の処理を実行してください。

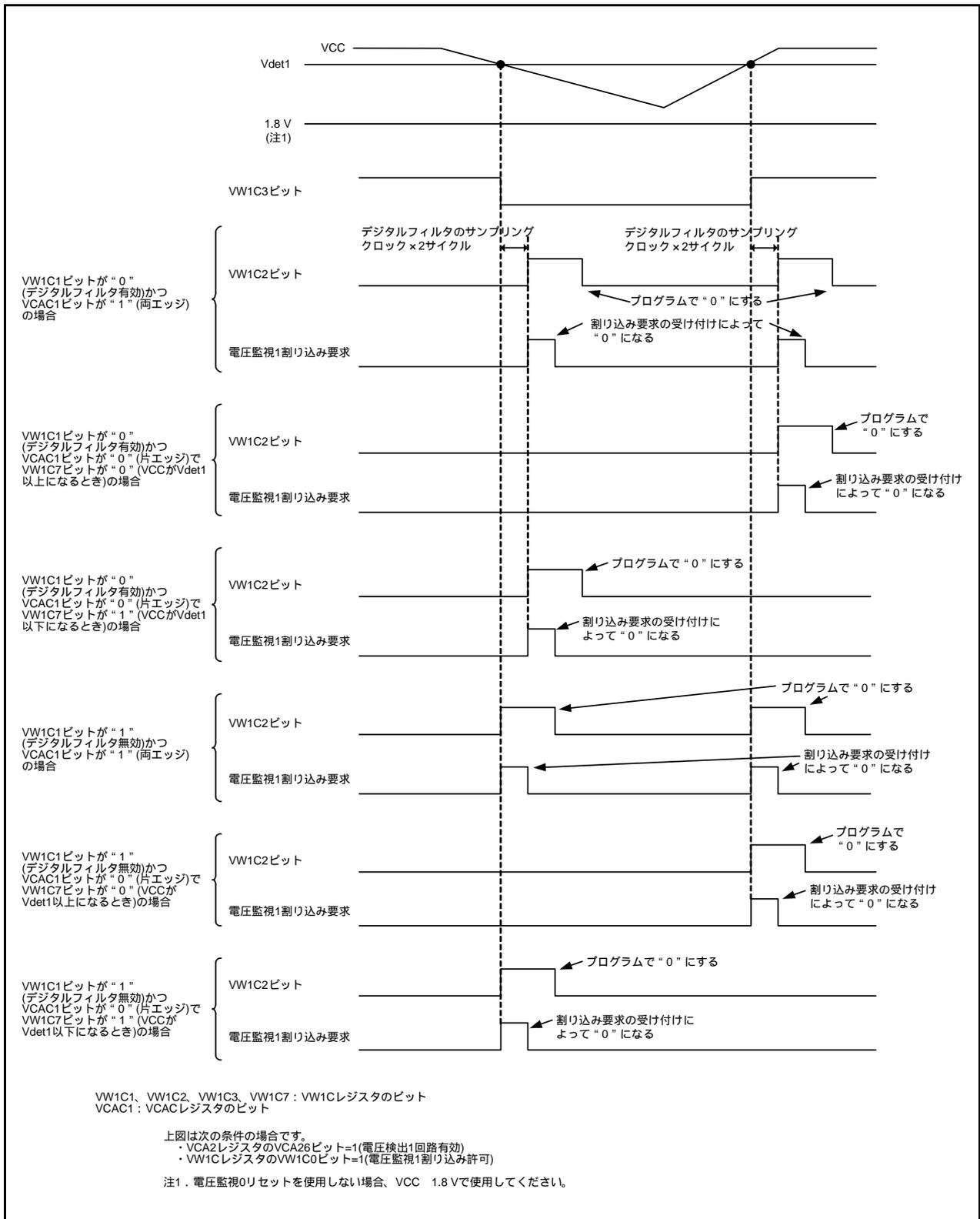


図 6.6 電圧監視1割り込み動作例

6.6 電圧監視2割り込み

表 6.3 に電圧監視2割り込み関連ビットの設定手順を、図 6.7 に電圧監視2割り込み動作例を示します。
 なお、電圧監視2割り込みをストップモードからの復帰に使用する場合は、VW2CレジスタのVW2C1ビットを“1”(デジタルフィルタ無効)にしてください。

表 6.3 電圧監視2割り込み関連ビットの設定手順

手順	デジタルフィルタを使用する場合	デジタルフィルタを使用しない場合
1	VCA2レジスタのVCA27ビットを“1”(電圧検出2回路有効)にする	
2	td(E-A)待つ	
3	CMPAレジスタのCOMPSELビットを“1”にする	
4(注1)	CMPAレジスタのIRQ2SELビットで割り込みの種類を選択する	
5	VW2CレジスタのVW2F1～VW2F0ビットでデジタルフィルタのサンプリングクロックを選択する	VW2CレジスタのVW2C1ビットを“1”(デジタルフィルタ無効)にする
6(注2)	VW2CレジスタのVW2C1ビットを“0”(デジタルフィルタ有効)にする	—
7	VCACレジスタのVCAC2ビットと、VW2CレジスタのVW2C7ビットで割り込み要求のタイミングを選択する	
8	VW2CレジスタのVW2C2ビットを“0”にする	
9	CM1レジスタのCM14ビットを“0”(低速オンチップオシレータ発振)にする	—
10	デジタルフィルタのサンプリングクロック×2サイクル待つ	—(待ち時間なし)
11(注3)	VW2CレジスタのVW2C0ビットを“1”(電圧監視2割り込み許可)にする	

注1. VW2C0ビットが“0”のとき、手順3と4は同時に(1命令で)実行可能です。

注2. VW2C0ビットが“0”のとき、手順5と6は同時に(1命令で)実行可能です。

注3. 電圧監視2割り込み禁止の状態でも、電圧検出2回路が有効であれば、電圧低下を検出し、VW2C2ビットは“1”になります。

電圧監視2割り込み関連ビットの設定手順において、電圧検出2回路を有効に設定してから、割り込みを許可に設定するまでに電圧低下を検出する場合がありますが、このとき、割り込みは発生しません。したがって、割り込みを許可に設定した後にVW2C2ビットを読み、“1”の場合は電圧低下検出時の処理を実行してください。

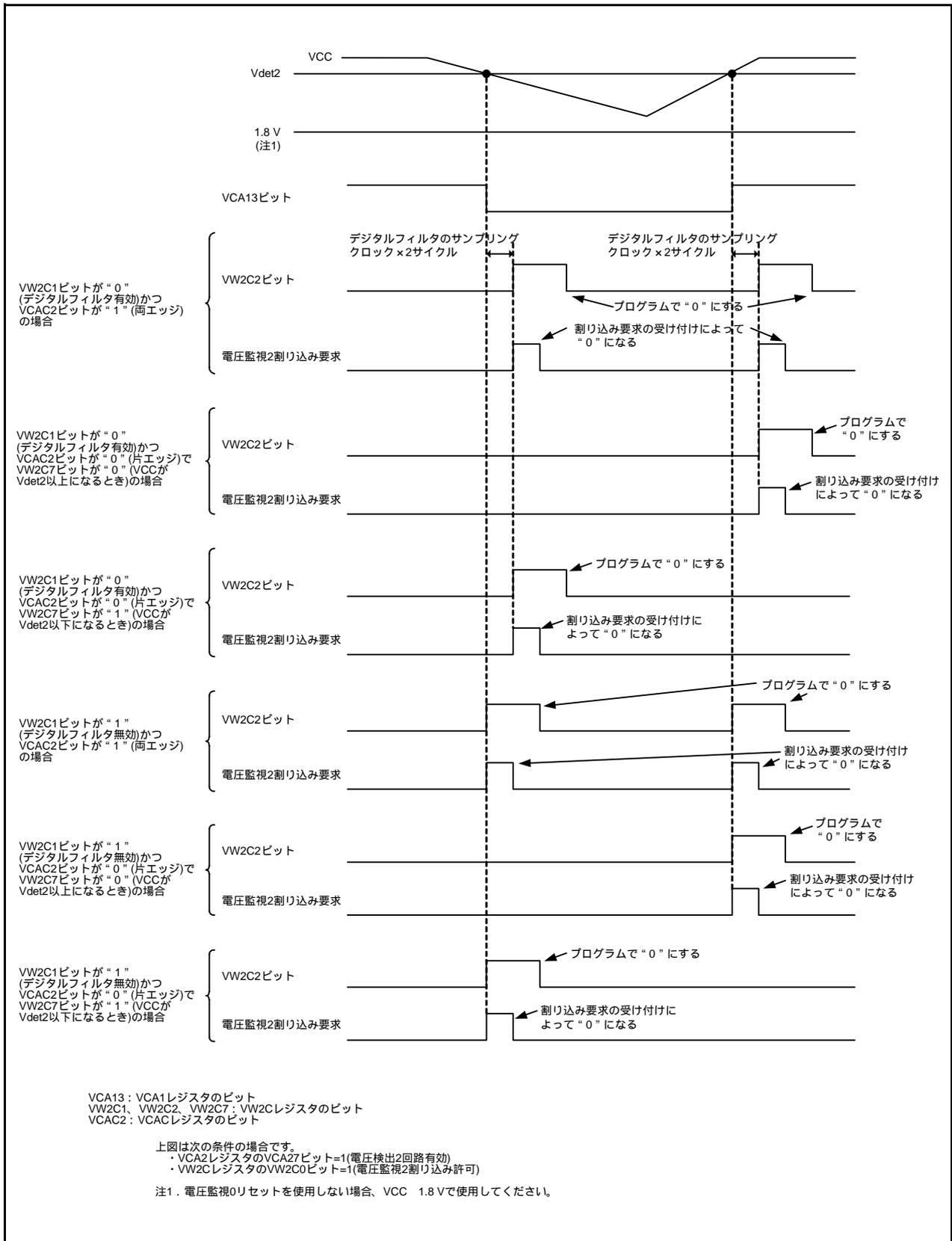


図 6.7 電圧監視2割り込み動作例

7. I/Oポート

注意

本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。
R8C/LA3Aグループについては「1.1.2 グループごとの相違点」を参照してください。

7.1 概要

I/Oポートは、LCD駆動制御波形出力用のLCDポートや発振回路、タイマ、A/Dコンバータなどの入出力機能を兼用しています。これらの機能を使用しないときI/Oポートとして使用できます。

表7.1にI/Oポートの概要を示します。

表7.1 I/Oポートの概要

ポート名	入出力形式	入出力設定	内部プルアップ抵抗 (注1)	駆動能力 切り替え(注2)	入力レベル 切り替え(注3)
P0、P2、P3	入出力CMOS3 ステート	1ビット単位で設定	1ビット単位で設定	なし	8ビット単位で設定
P5_0 ~ P5_3	入出力CMOS3 ステート	1ビット単位で設定	1ビット単位で設定	なし	7ビット単位で設定
P5_4 ~ P5_6	入出力CMOS3 ステート	1ビット単位で設定	なし	なし	
P7_0 ~ P7_2	入出力CMOS3 ステート	1ビット単位で設定	1ビット単位で設定	なし	3ビット単位で設定
P8	入出力CMOS3 ステート	1ビット単位で設定	1ビット単位で設定	1ビット単位で設定	8ビット単位で設定
P9_0 ~ P9_1	入出力CMOS3 ステート	1ビット単位で設定	1ビット単位で設定	なし	2ビット単位で設定

注1. 入力モード時、P0PUR、P2PUR、P3PUR、P5PUR、P7PUR、P8PUR、P9PURレジスタで内部プルアップ抵抗を接続するか、しないかを選択できます。

注2. P8DRRレジスタで出力トランジスタの駆動能力をLowにするか、Highにするかを選択できます。

注3. VLT0レジスタ、VLT1レジスタおよびVLT2レジスタで入力のしきい値を3種類の電圧レベル(0.35VCC、0.50VCC、0.70VCC)から選択できます。

表7.2 グループごとに備えるプログラマブル入出力ポート

プログラマブル 入出力ポート	R8C/LA3Aグループ I/O合計26本								R8C/LA5Aグループ I/O合計44本							
	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
P0	—	—	—	—	—	—	—	—								
P2																
P3	—	—	—	—	—	—	—	—								
P5	—								—							
P7	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—			
P8																
P9	—	—	—	—	—	—			—	—	—	—	—	—		

注1. “ ” が搭載するプログラマブル入出力ポートです。

注2. “ — ” は以下のように設定してください。

- PDi (i = 0, 3, 5, 7, 9)レジスタの対応するビットに “ 0 ” を書いてください。読んだ場合、その値は “ 0 ” です。
- Pi (i = 0, 3, 5, 7, 9)レジスタの対応するビットに “ 0 ” を書いてください。読んだ場合、その値は “ 0 ” です。

7.2 I/Oポートの機能

ポートP0、P2、P3、P5、P7～P9の入出力はPDi ($i = 0, 2, 3, 5, 7 \sim 9$)レジスタのPDi_j ($j = 0 \sim 7$)ビットで制御します。Piレジスタは出力データを保持するポータラッチと、端子の状態を読む回路で構成されています。

図7.1～図7.5にI/Oポートの構成を、表7.3にI/Oポートの機能を示します。

表7.3 I/Oポートの機能

Piレジスタをアクセス時の動作	PDiレジスタのPDi_jビットの値(注1)	
	“0”(入力モード)のとき	“1”(出力モード)のとき
読み出し	端子の入力レベルを読む	ポータラッチを読む
書き込み	ポータラッチに書く	ポータラッチに書く。ポータラッチに書いた値は、端子から出力される。

注1. $i = 0, 2, 3, 5, 7 \sim 9, j = 0 \sim 7$

7.3 周辺機能への影響

I/Oポートは、周辺機能の入出力として機能する場合があります(「表1.9～表1.10のピン番号別端子名一覧」を参照してください)。

表7.4に周辺機能の入出力として機能する場合のPDi_jビットの設定($i = 0, 2, 3, 5, 7 \sim 9, j = 0 \sim 7$)を示します。周辺機能の設定方法は、各機能説明を参照してください。

表7.4 周辺機能の入出力として機能する場合のPDi_jビットの設定($i = 0, 2, 3, 5, 7 \sim 9, j = 0 \sim 7$)

周辺機能の入出力	端子を共用しているポートのPDi_jビットの設定
入力	“0”(入力モード)に設定してください
出力	“0”でも“1”でもよい(ポートの設定に関係なく、出力になる)

7.4 I/Oポート以外の端子

図7.6に端子の構成を示します。

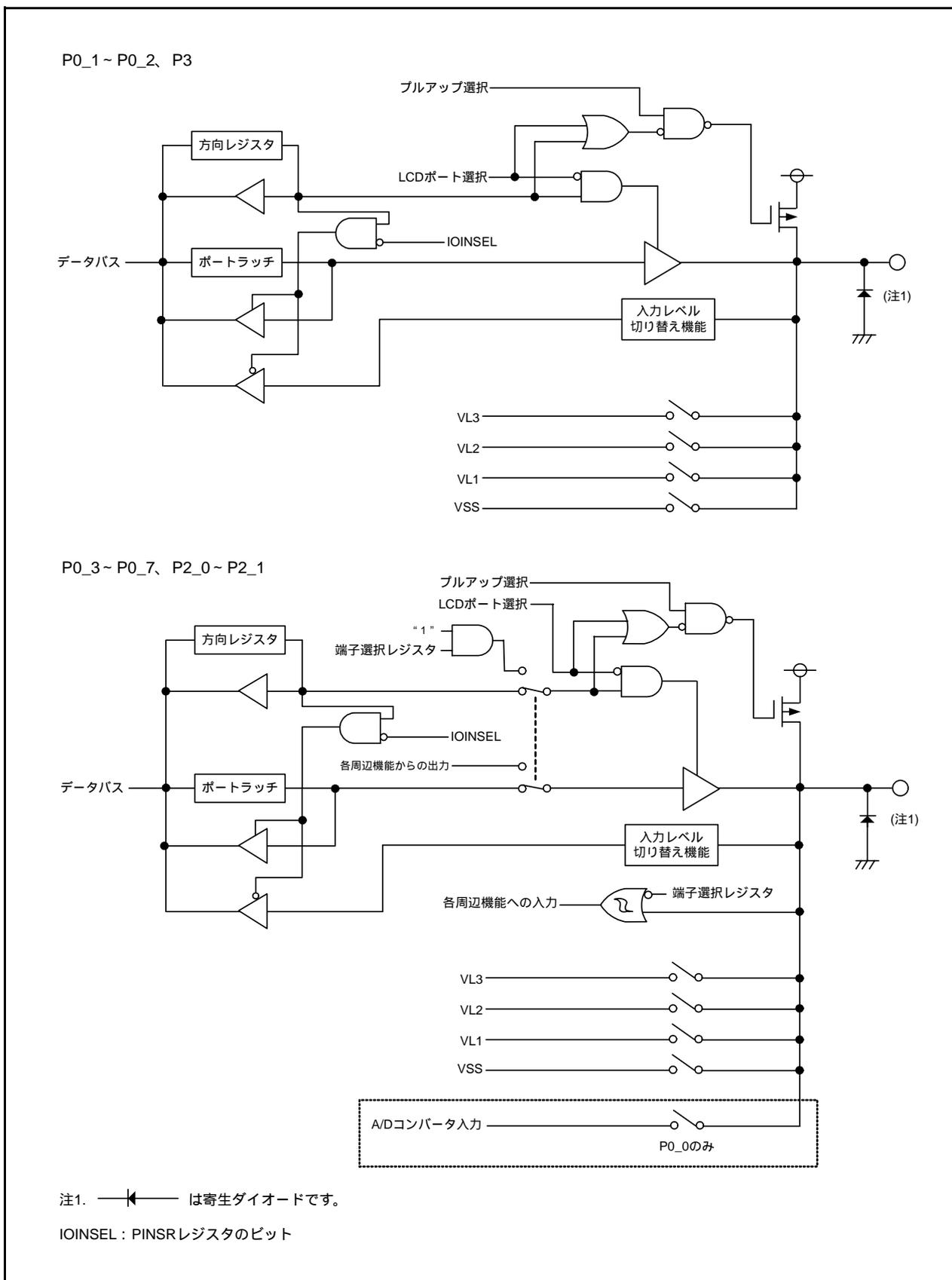


図7.1 I/Oポートの構成(1)

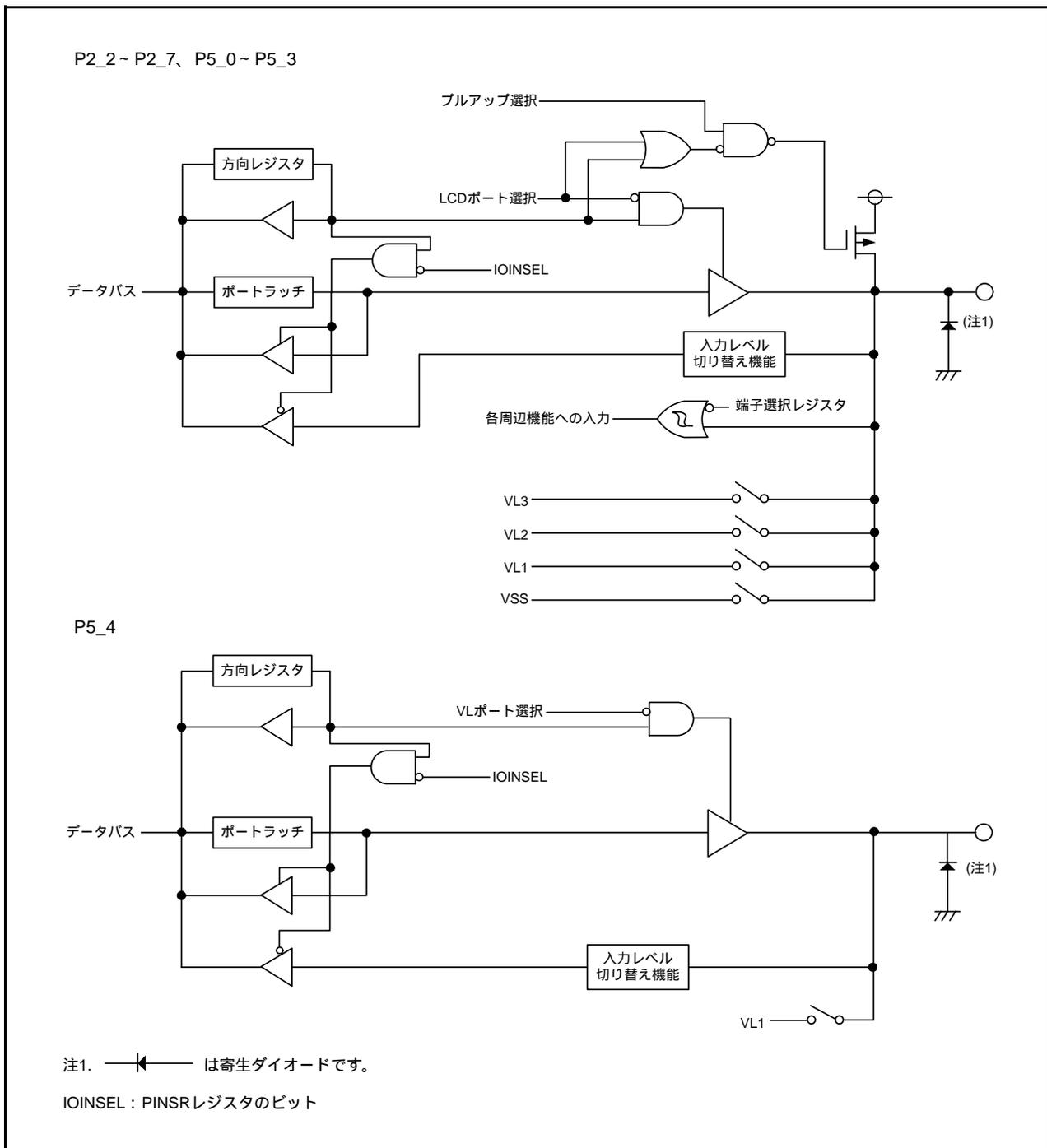


図7.2 I/Oポートの構成(2)

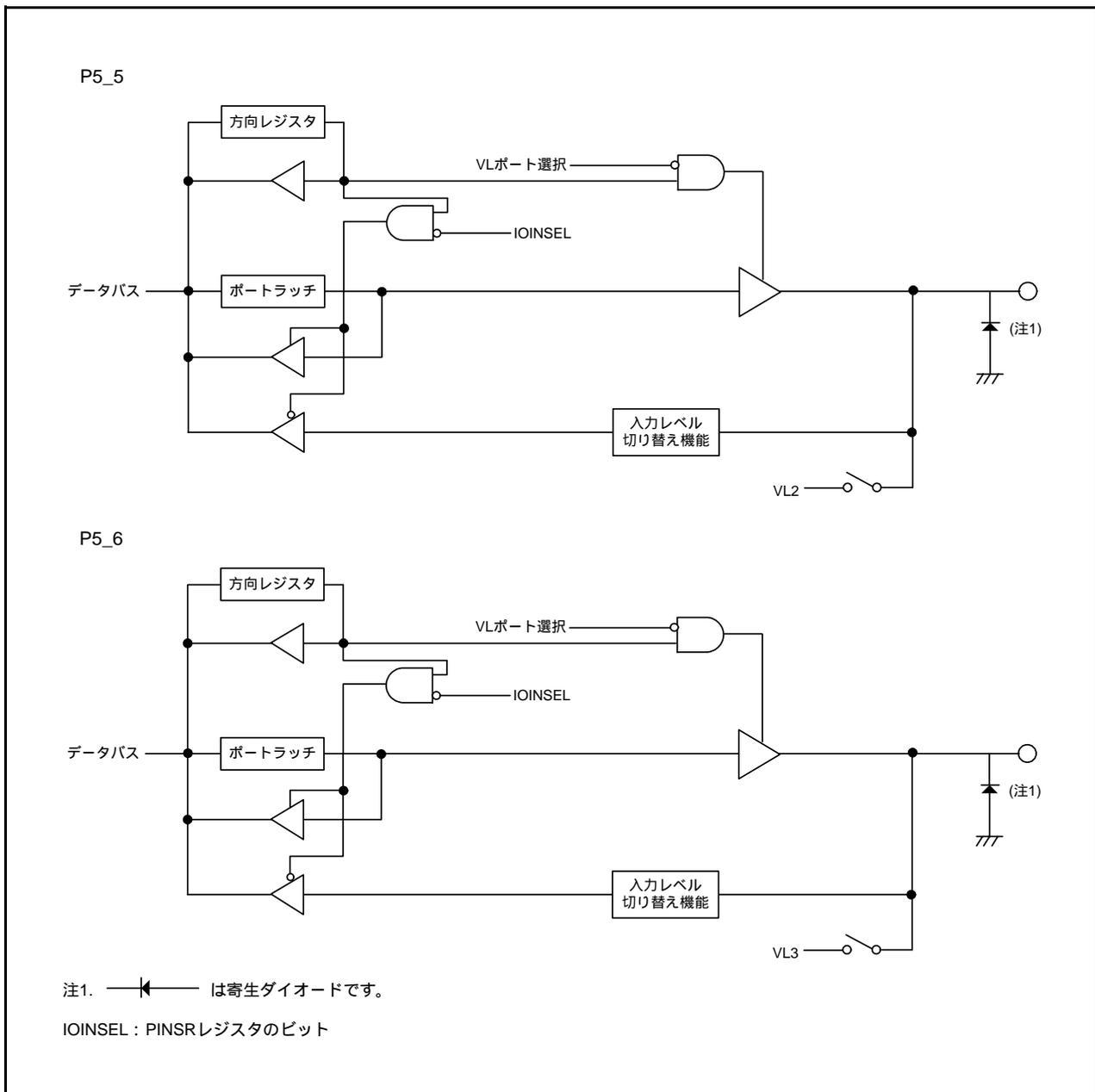


図7.3 I/Oポートの構成(3)

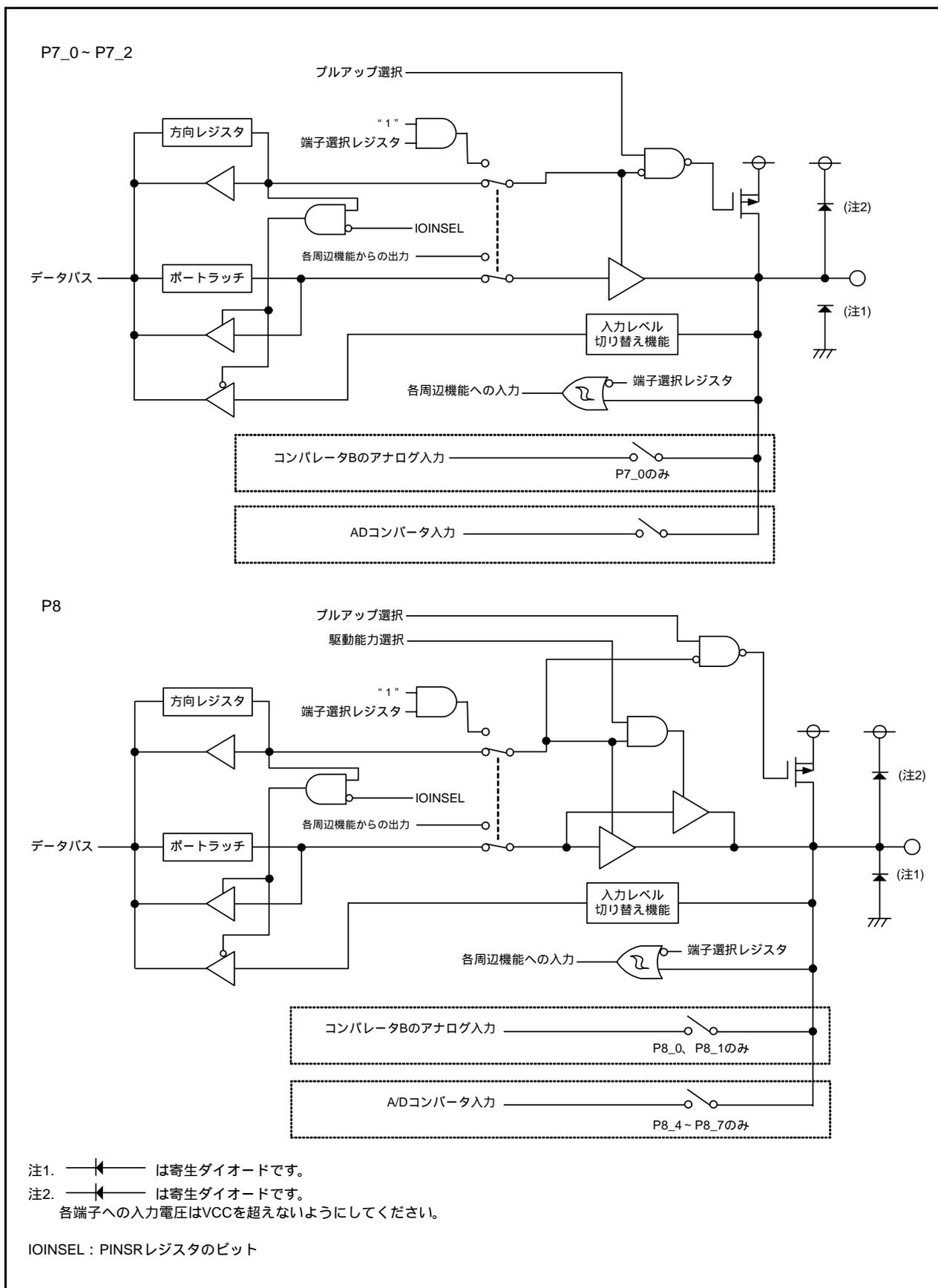


図7.4 I/Oポートの構成(4)

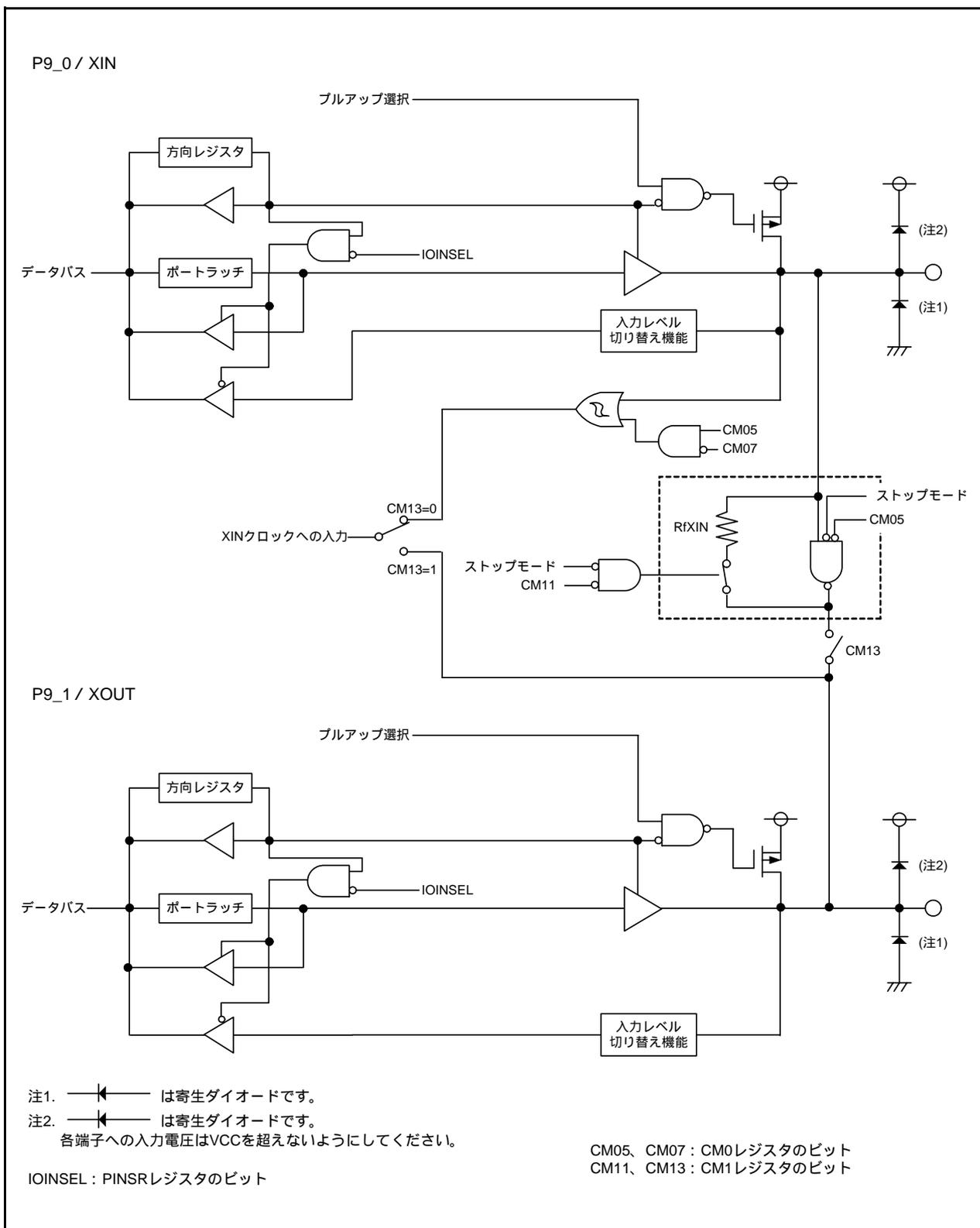


図7.5 I/Oポートの構成(5)

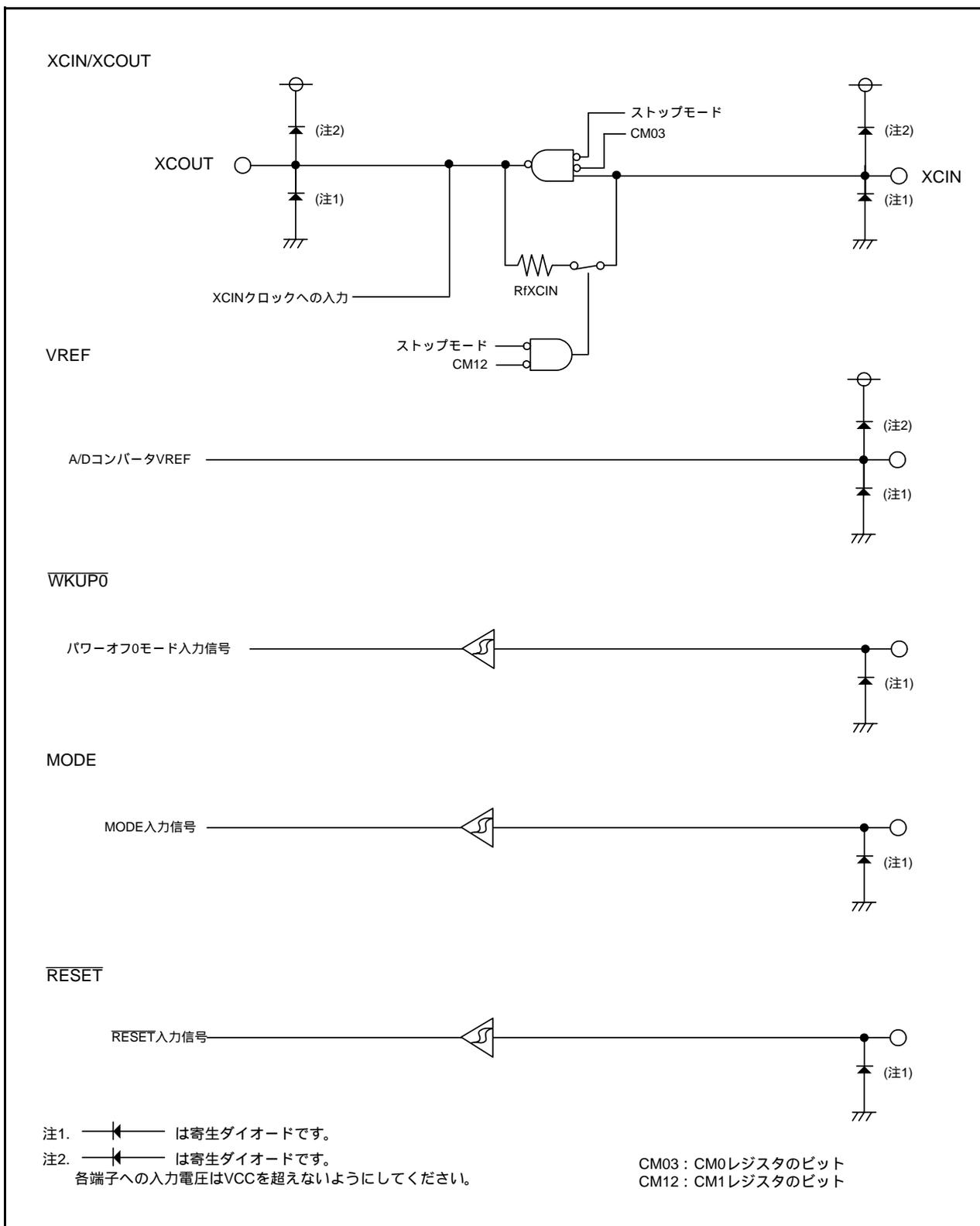


図7.6 端子の構成

7.5 レジスタの説明

7.5.1 ポートPi方向レジスタ(PDi)(i = 0、2、3、5、7 ~ 9)

アドレス 00E2h番地(PD0)、00E6h番地(PD2)、00E7h番地(PD3)、00EBh番地(PD5(注1))、
00EFh番地(PD7(注2))、00F2h番地(PD8)、00F3h番地(PD9(注3))

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	PD _i _7	PD _i _6	PD _i _5	PD _i _4	PD _i _3	PD _i _2	PD _i _1	PD _i _0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	PD _i _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)	R/W
b1	PD _i _1	ポートPi_1方向ビット		R/W
b2	PD _i _2	ポートPi_2方向ビット		R/W
b3	PD _i _3	ポートPi_3方向ビット		R/W
b4	PD _i _4	ポートPi_4方向ビット		R/W
b5	PD _i _5	ポートPi_5方向ビット		R/W
b6	PD _i _6	ポートPi_6方向ビット		R/W
b7	PD _i _7	ポートPi_7方向ビット		R/W

注1. PD5レジスタのPD5_7ビットは予約ビットです。PD5_7ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。

注2. PD7レジスタのPD7_3 ~ PD7_7ビットは予約ビットです。PD7_3 ~ PD7_7ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。

注3. PD9レジスタのPD9_2 ~ PD9_3ビットは予約ビットです。PD9_2 ~ PD9_3ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。

PD9レジスタのPD9_4 ~ PD9_7ビットは何も配置されていません。PD9_4 ~ PD9_7ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。

PD_iレジスタはI/O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。PD_i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。

周辺機能を出力として使用する場合は、方向レジスタを“1”(出力モード)にしてください。

7.5.2 ポートPiレジスタ(Pi)(i = 0、2、3、5、7~9)

アドレス 00E0h番地(P0)、00E4h番地(P2)、00E5h番地(P3)、00E9h番地(P5(注1))、
00EDh番地(P7(注2))、00F0h番地(P8)、00F1h番地(P9(注3))

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	Pi_7	Pi_6	Pi_5	Pi_4	Pi_3	Pi_2	Pi_1	Pi_0
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	Pi_0	ポートPi_0ビット	0:“L”レベル 1:“H”レベル	R/W
b1	Pi_1	ポートPi_1ビット		R/W
b2	Pi_2	ポートPi_2ビット		R/W
b3	Pi_3	ポートPi_3ビット		R/W
b4	Pi_4	ポートPi_4ビット		R/W
b5	Pi_5	ポートPi_5ビット		R/W
b6	Pi_6	ポートPi_6ビット		R/W
b7	Pi_7	ポートPi_7ビット		R/W

- 注1. P5レジスタのP5_7ビットは予約ビットです。P5_7ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。
- 注2. P7レジスタのP7_3~P7_7ビットは予約ビットです。P7_3~P7_7ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。
- 注3. P9レジスタのP9_2~P9_3ビットは予約ビットです。P9_2~P9_3ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。
P9レジスタのP9_4~P9_7ビットは何も配置されていません。P9_4~P9_7ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。

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タラッチと、端子の状態を読む回路で構成されています。ポータ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。

Pi_jビット(i = 0、2、3、5、7~9、j = 0~7)(ポートPi_jビット)

入力モードに設定したI/Oポートに対応するビットを読むと、端子のレベルが読めます。出力モードに設定したI/O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ます。

7.5.3 タイマRJ端子選択レジスタ (TRJSR)

アドレス 0180h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	TRJ1IOSEL1	TRJ1IOSEL0	—	—	TRJ0IOSEL1	TRJ0IOSEL0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TRJ0IOSEL0	TRJ0IO端子選択ビット	b1 b0 00: TRJ0IO端子は使用しない 01: P8_3に割り当てる 10: 設定しないでください 11: 設定しないでください	R/W
b1	TRJ0IOSEL1			R/W
b2	—	予約ビット	"0" にしてください	R/W
b3	—			R/W
b4	TRJ1IOSEL0	TRJ1IO端子選択ビット	b5 b4 00: TRJ1IO端子は使用しない 01: P8_2に割り当てる 10: 設定しないでください 11: 設定しないでください	R/W
b5	TRJ1IOSEL1			R/W
b6	—	予約ビット	"0" にしてください	R/W
b7	—			R/W

タイマRJ_i (i = 0 ~ 1)の入出力端子を使用する場合は、TRJSRレジスタを設定してください。

タイマRJ_iの関連レジスタを設定する前に、TRJSRレジスタを設定してください。また、タイマRJ_iの動作中はTRJSRレジスタの設定値を変更しないでください。

7.5.4 タイマRC端子選択レジスタ0 (TRCPSR0)

アドレス 0182h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	TRCIOBSEL1	TRCIOBSEL0	TRCIOASEL1	TRCIOASEL0	—	TRCCLKSEL0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TRCCLKSEL0	TRCCLK端子選択ビット	0 : TRCCLK端子は使用しない 1 : P7_1に割り当てる	R/W
b1	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b2	TRCIOASEL0	TRCIOA/TRCTRG端子選択ビット	b3 b2 00 : TRCIOA/TRCTRG端子は使用しない 01 : TRCIOA/TRCTRG端子をP8_7に割り当てる 10 : TRCTRG端子をP0_0に割り当てる 11 : TRCTRG端子をP7_2に割り当てる	R/W
b3	TRCIOASEL1			R/W
b4	TRCIOBSEL0	TRCIOB端子選択ビット	b5 b4 00 : TRCIOB端子は使用しない 01 : P8_6に割り当てる 10 : P8_5に割り当てる(注1) 11 : P8_4に割り当てる(注2)	R/W
b5	TRCIOBSEL1			R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b7	—			

注1. TRCPSR1 レジスタの TRCIOSEL0 ビットを“1”(TRCIOC 端子を P8_5 に割り当てる)にした場合は、TRCIOSEL1 ~ TRCIOSEL0ビットの内容にかかわらず、P8_5はTRCIOC端子になります。

注2. TRCPSR1 レジスタの TRCIOSEL0 ビットを“1”(TRCIOD 端子を P8_4 に割り当てる)にした場合は、TRCIOSEL1 ~ TRCIOSEL0ビットの内容にかかわらず、P8_4はTRCIOD端子になります。

TRCPSR0レジスタは、タイマRCの入力を使用するかどうかを選択するレジスタです。タイマRCの入力端子を使用する場合は、TRCPSR0レジスタを設定してください。

タイマRCの関連レジスタを設定する前に、TRCPSR0レジスタを設定してください。また、タイマRCの動作中はTRCPSR0レジスタの設定値を変更しないでください。タイマRC端子の割り当てを変更した場合、変更したときの端子レベルによってはエッジが発生し、TRCレジスタが“0000h”になる場合があります。

7.5.5 タイマRC端子選択レジスタ1 (TRCPSR1)

アドレス 0183h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	TRCIODSELO	—	TRCIOCESELO
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TRCIOCESELO	TRCIOCE端子選択ビット	0 : TRCIOCE端子は使用しない 1 : P8_5に割り当てる	R/W
b1	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b2	TRCIODSELO	TRCIOD端子選択ビット	0 : TRCIOD端子は使用しない 1 : P8_4に割り当てる	R/W
b3	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

TRCPSR1レジスタは、タイマRCの入力を使用するかどうかを選択するレジスタです。タイマRCの入力端子を使用する場合は、TRCPSR1レジスタを設定してください。

タイマRCの関連レジスタを設定する前に、TRCPSR1レジスタを設定してください。また、タイマRCの動作中はTRCPSR1レジスタの設定値を変更しないでください。

7.5.6 UART0端子選択レジスタ(U0SR)

アドレス 0188h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	CLK0SEL1	CLK0SEL0	RXD0SEL1	RXD0SEL0	TXD0SEL1	TXD0SEL0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TXD0SEL0	TXD0端子選択ビット	b1 b0 00: TXD0端子は使用しない 01: P8_5に割り当てる 10: 設定しないでください 11: 設定しないでください	R/W
b1	TXD0SEL1			R/W
b2	RXD0SEL0	RXD0端子選択ビット	b3 b2 00: RXD0端子は使用しない 01: P8_6に割り当てる 10: 設定しないでください 11: 設定しないでください	R/W
b3	RXD0SEL1			R/W
b4	CLK0SEL0	CLK0端子選択ビット	b5 b4 00: CLK0端子は使用しない 01: P8_4に割り当てる 10: 設定しないでください 11: 設定しないでください	R/W
b5	CLK0SEL1			R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	—			

U0SRレジスタは、UART0の入出力をどの端子に割り当てるかを選択するレジスタです。UART0の入出力端子を使用する場合は、U0SRレジスタを設定してください。

UART0の関連レジスタを設定する前に、U0SRレジスタを設定してください。また、UART0の動作中はU0SRレジスタの設定値を変更しないでください。

7.5.7 SSU/IIC端子選択レジスタ(SSUIICSR)

アドレス 018Ch番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	SSOSEL0	SCSSEL0	SSCKSEL0	SSISEL0	—	—	—	IICSEL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	IICSEL	SSU/I ² Cバス切り替えビット	0 : SSU機能を選択 1 : I ² Cバス機能を選択	R/W
b1	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	SSISEL0	SSI端子選択ビット	0 : P8_1に割り当てる 1 : P0_5に割り当てる	R/W
b5	SSCKSEL0	SSCK/SCL端子選択ビット	0 : P8_2に割り当てる 1 : P0_4に割り当てる	R/W
b6	SCSSEL0	SCS端子選択ビット	0 : P8_0に割り当てる 1 : P0_6に割り当てる	R/W
b7	SSOSEL0	SSO/SDA端子選択ビット	0 : P8_3に割り当てる 1 : P0_3に割り当てる	R/W

7.5.8 INT割り込み入力端子選択レジスタ(INTSR)

アドレス 018Eh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	INT3SELO	INT2SELO	INT1SELO	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	INT1SELO	INT1端子選択ビット	0 : P8_0に割り当てる 1 : P2_4に割り当てる	R/W
b2	INT2SELO	INT2端子選択ビット	0 : P7_1に割り当てる 1 : P2_5に割り当てる	R/W
b3	INT3SELO	INT3端子選択ビット	0 : P8_1に割り当てる 1 : P2_6に割り当てる	R/W
b4	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

INTSRレジスタは、 $\overline{\text{INT}}_i$ ($i=0\sim 3、5、7$)の入力をどの端子に割り当てるかを選択するレジスタです。 $\overline{\text{INT}}_i$ を使用する場合は、INTSRレジスタを設定してください。

$\overline{\text{INT}}_i$ の関連レジスタを設定をする前に、INTSRレジスタを設定してください。また、 $\overline{\text{INT}}_i$ の動作中はINTSRレジスタの設定値を変更しないでください。

7.5.9 入出力機能端子選択レジスタ(PINSR)

アドレス 018Fh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	SDADLY1	SDADLY0	IICTCHALF	IICTCTWI	IOINSEL	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	—			R/W
b2	—			R/W
b3	IOINSEL	I/Oポート入力機能 選択ビット	0 : I/Oポートの入力機能はPDi (i=0、2、3、5、7~9)レジスタに依存 PDiレジスタのPDi_j (j=0~7)ビットが“0” (入力モード)のとき、端子の入力レベルを読む PDiレジスタのPDi_jビットが“1” (出力モード)のとき、ポートラッチを読む 1 : I/Oポートの入力機能はPDiレジスタに関係なく、端子の入力レベルを読む	R/W
b4	IICTCTWI	I ² C転送レート2倍 選択ビット(注1)	0 : ICCR1レジスタのCKS0~CKS3ビットの設定値通りの転送レート 1 : ICCR1レジスタのCKS0~CKS3ビットの設定値の2倍の転送レート	R/W
b5	IICTCHALF	I ² C転送レート1/2倍 選択ビット(注1)	0 : ICCR1レジスタのCKS0~CKS3ビットの設定値通りの転送レート 1 : ICCR1レジスタのCKS0~CKS3ビットの設定値の1/2倍の転送レート	R/W
b6	SDADLY0	SDA端子デジタル遅延 選択ビット	b7 b6 00 : 3 × f1サイクルのデジタル遅延 01 : 11 × f1サイクルのデジタル遅延 10 : 19 × f1サイクルのデジタル遅延 11 : 設定しないでください	R/W
b7	SDADLY1			R/W

注1. I²Cバス機能時はIICTCTWI、IICTCHALFビットを共に“1”にしないでください。また、SSU機能時は両方とも“0”にしてください。

7.5.10 ポートPiプルアップ制御レジスタ (PiPUR)(i = 0、2、3、5、7 ~ 9)

アドレス 01E0h番地 (P0PUR)、01E2h番地 (P2PUR)、01E3h番地 (P3PUR)、01E5h番地 (P5PUR(注2))、
01E7h番地 (P7PUR(注3))、01E8h番地 (P8PUR)、01E9h番地 (P9PUR(注4))

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	PUi7	PUi6	PUi5	PUi4	PUi3	PUi2	PUi1	PUi0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	PUi0	ポートPi_0のプルアップ	0 : プルアップなし 1 : プルアップあり(注1)	R/W
b1	PUi1	ポートPi_1のプルアップ		R/W
b2	PUi2	ポートPi_2のプルアップ		R/W
b3	PUi3	ポートPi_3のプルアップ		R/W
b4	PUi4	ポートPi_4のプルアップ		R/W
b5	PUi5	ポートPi_5のプルアップ		R/W
b6	PUi6	ポートPi_6のプルアップ		R/W
b7	PUi7	ポートPi_7のプルアップ		R/W

- 注1. このビットが“1”(プルアップあり)かつポート方向ビットが“0”(入力モード)の端子がプルアップされます。
 注2. P5PURレジスタのPU54 ~ PU57ビットは予約ビットです。PU54 ~ PU57ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。
 注3. P7PURレジスタのPU73 ~ PU77ビットは予約ビットです。PU73 ~ PU77ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。
 注4. P9PURレジスタのPU92 ~ PU93ビットは予約ビットです。PU92 ~ PU93ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。
 P9PURレジスタのPU94 ~ PU97ビットは何も配置されていません。PU94 ~ PU97ビットに書く場合、“0”を書いてください。読んだ場合、その値は“0”です。

入力として使用している端子は、PiPURレジスタの設定値が有効になります。

7.5.11 ポートP8駆動能力制御レジスタ (P8DRR)

アドレス 01F1h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	P8DRR7	P8DRR6	P8DRR5	P8DRR4	P8DRR3	P8DRR2	P8DRR1	P8DRR0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	P8DRR0	ポートP8_0の駆動能力	0 : Low 1 : High(注1)	R/W
b1	P8DRR1	ポートP8_1の駆動能力		R/W
b2	P8DRR2	ポートP8_2の駆動能力		R/W
b3	P8DRR3	ポートP8_3の駆動能力		R/W
b4	P8DRR4	ポートP8_4の駆動能力		R/W
b5	P8DRR5	ポートP8_5の駆動能力		R/W
b6	P8DRR6	ポートP8_6の駆動能力		R/W
b7	P8DRR7	ポートP8_7の駆動能力		R/W

- 注1. “H”出力、“L”出力ともにHigh駆動能力に設定されます。

P8DRRレジスタはP8の出力トランジスタの駆動能力をLowにするか、Highにするかを選択するレジスタです。P8DRRiビット(i = 0 ~ 7)によって、1端子ごとに出力トランジスタの駆動能力をLowにするか、Highにするかを選択できます。

出力として使用している端子はP8DRRレジスタの設定値が有効になります。

7.5.12 入力しきい値制御レジスタ0 (VLT0)

アドレス 01F5h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	VLT07	VLT06	VLT05	VLT04	—	—	VLT01	VLT00
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	VLT00	P0の入カレベル選択ビット	b1 b0 00 : 0.50 × VCC 01 : 0.35 × VCC 10 : 0.70 × VCC 11 : 設定しないでください	R/W
b1	VLT01			R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	—			R/W
b4	VLT04	P2の入カレベル選択ビット	b5 b4 00 : 0.50 × VCC 01 : 0.35 × VCC 10 : 0.70 × VCC 11 : 設定しないでください	R/W
b5	VLT05			R/W
b6	VLT06	P3の入カレベル選択ビット	b7 b6 00 : 0.50 × VCC 01 : 0.35 × VCC 10 : 0.70 × VCC 11 : 設定しないでください	R/W
b7	VLT07			R/W

VLT0レジスタはポートP0、P2、P3の入カしきい値の電圧レベルを選択するレジスタです。対応するビットによって、入力しきい値を3種類の電圧レベル(0.35VCC、0.50VCC、0.70VCC)から選択できます。

7.5.13 入力しきい値制御レジスタ1 (VLT1)

アドレス 01F6h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	VLT17	VLT16	—	—	VLT13	VLT12	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	—			R/W
b2	VLT12	P5の入力レベル選択ビット	b3 b2 00 : 0.50 × VCC 01 : 0.35 × VCC 10 : 0.70 × VCC 11 : 設定しないでください	R/W
b3	VLT13			R/W
b4	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b5	—			R/W
b6	VLT16	P7の入力レベル選択ビット	b7 b6 00 : 0.50 × VCC 01 : 0.35 × VCC 10 : 0.70 × VCC 11 : 設定しないでください	R/W
b7	VLT17			R/W

VLT1 レジスタはポート P5、P7 の入力しきい値の電圧レベルを選択するレジスタです。対応するビットによって、入力しきい値を3種類の電圧レベル(0.35VCC、0.50VCC、0.70VCC)から選択できます。

7.5.14 入力しきい値制御レジスタ2 (VLT2)

アドレス 01F7h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	VLT23	VLT22	VLT21	VLT20
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	VLT20	P8の入力レベル選択ビット	$b1\ b0$ 00 : $0.50 \times VCC$ 01 : $0.35 \times VCC$ 10 : $0.70 \times VCC$ 11 : 設定しないでください	R/W
b1	VLT21			R/W
b2	VLT22	P9の入力レベル選択ビット	$b3\ b2$ 00 : $0.50 \times VCC$ 01 : $0.35 \times VCC$ 10 : $0.70 \times VCC$ 11 : 設定しないでください	R/W
b3	VLT23			R/W
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”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

VLT2 レジスタはポートP8 ~ P9の入力しきい値の電圧レベルを選択するレジスタです。VLT20 ~ VLT23 ビットによって、入力しきい値を3種類の電圧レベル(0.35VCC、0.50VCC、0.70VCC)から選択できます。

7.6 ポートの設定

表7.5～表7.50にポートの設定を示します。

表7.5 P0_0/SEG0(TRCTRG)/INT7/ADTRG

レジスタ	PD0	LSE0	ADMOD		TRCPSR0		TRC MR	TRCCR2		INTSR	INTEN1	機能	
ビット	PD0_0	LSE00	ADCAP		TRCIOA SEL		PWM2	TCEG		INT7 SEL0	INT7 EN1		
			1	0	1	0		1	0				
端子	P0_0	0	0	X	X	10b以外		X	X	X	X	入力ポート(注1)	
		1	0	X	X	10b以外		X	X	X	X	出力ポート	
	SEG0	X	1	X	X	10b以外		X	X	X	X	LCD駆動制御出力	
	(TRCTRG)	0	0	X	X	1	0	0	0	1	X	X	PWM2モード (TRCTRG入力)
									1	X			
	INT7	0	0	X	X	10b以外		X	X	X	0	1	INT7入力(注1)
ADTRG	0	0	1	1	10b以外		X	X	X	0	1	ADTRG入力(注1)	

X:“0”または“1”

注1. P0PURレジスタのPU00ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.6 P0_1/SEG1

レジスタ	PD0	LSE0	機能
ビット	PD0_1	LSE01	
端子	P0_1	0	入力ポート(注1)
		1	出力ポート
	SEG1	X	1

X:“0”または“1”

注1. P0PURレジスタのPU01ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.7 P0_2/SEG2

レジスタ	PD0	LSE0	機能
ビット	PD0_2	LSE02	
端子	P0_2	0	入力ポート(注1)
		1	出力ポート
	SEG2	X	1

X:“0”または“1”

注1. P0PURレジスタのPU02ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.8 P0_3/SEG3/SSO/SDA

レジスタ	PD0	LSE0	SSUIICSR		IICR1	SSU関連レジスタ	機能		
ビット	PD0_3	LSE03	SSOSELO	IICSEL	ICE				
端子	P0_3	0	0	X	1	0	シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット (「表 23.4 通信モードと入出力端子の関係」)参照。	入力ポート(注1)	
		0	X					出力ポート	
	1	0	X	1	0	X		LCD駆動制御出力	
				0	X				
	SEG3	X	1	X	1	0		X	SDA入出力
					0	X			
	SSO	0	0	1	0	X		X	SSO入力(注1)
						0			0

X: "0" または "1"

注1. P0PURレジスタのPU03ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

注2. SSMR2レジスタのSOOSビットを"1"(Nチャンネルオープンドレイン出力)かつBIDEビットを"0"(標準モード)にすると、Nチャンネルオープンドレイン出力になります。

表7.9 P0_4/SEG4/SSCK/SCL

レジスタ	PD0	LSE0	SSUIICSR		ICCR1	SSMR2	SSU関連レジスタ	機能	
ビット	PD0_4	LSE04	SSCK SEL0	IICSEL	ICE	SCKS			
端子	P0_4	0	0	X	1	0	0	シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット (「表 23.4 通信モードと入出力端子の関係」)参照。	入力ポート(注1)
					0	X			
	1	0	X	1	0	X	0		LCD駆動制御出力
				0	X				
	SEG4	X	1	X	1	0	0		SCL入出力(注1)
					0	X			
	SCL	0	0	1	1	1	0		SSCK入力(注1、2)
	SSCK	0	0	1	0	X	1		1
X						1			

X: "0" または "1"

注1. P0PURレジスタのPU04ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

注2. SSMR2レジスタのSOOSビットを"1"(Nチャンネルオープンドレイン出力)にすると、Nチャンネルオープンドレイン出力になります。このとき、PD0レジスタのPD0_4ビットを"0"にしてください。

表7.10 P0_5/SEG5/SSI

レジスタ	PD0	LSE0	SSUIICSR		SSU関連レジスタ	機能	
ビット	PD0_5	LSE05	SSISELO	IICSEL			
端子	P0_5	0	0	X	X	入力ポート(注1)	
		1	0	X	X	出力ポート	
	SEG5	0	0	X	X	LCD駆動制御出力	
	SSI	0	0	1	0	シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット (「表 23.4 通信モードと入出力端子の関係」)参照。	SSI入力(注1)
		X	0	1	0		SSI出力(注2)

X: "0" または "1"

注1. P0PURレジスタのPU05ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

注2. SSMR2レジスタのSOOSビットを"1"(Nチャンネルオープンドレイン出力)かつBIDEビットを"0"(標準モード)にすると、Nチャンネルオープンドレイン出力になります。

表7.11 P0_6/SEG6/SCS

レジスタ		PD0	LSE0	SSUICSR		SSMR2		機能
ビット		PD0_6	LSE06	SCSSEL0	IICSEL	CSS		
						1	0	
端子	P0_6	0	0	X	X	0	0	入力ポート(注1)
		1	0	X	X	0	0	出力ポート
	SEG6	X	1	X	X	0	0	LCD駆動制御出力
	SCS	0	0	1	0	0	1	SCS入力(注1)
		0	0	1	0	1	X	SCS出力(注2)

X: "0" または "1"

注1. P0PURレジスタのPU06ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

注2. SSMR2レジスタのCSOSビットを"1"にするとNチャンネルオープンドレイン出力になります。

表7.12 P0_7/SEG7/TRHO

レジスタ		PD0	LSE0	TRHCR	機能
ビット		PD0_7	LSE07	TRHOE	
端子	P0_7	0	0	0	入力ポート(注1)
		1	0	0	出力ポート
	SEG7	X	1	0	LCD駆動制御出力
	TRHO	X	0	1	タイマ波形出力

X: "0" または "1"

注1. P0PURレジスタのPU07ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

表7.13 P2_0/SEG8/TRB10

レジスタ		PD2	LSE1	TRB1IOC	TRB1MR		機能	
ビット		PD2_0	LSE08	TOCNT	TMOD			
					1	0		
端子	P2_0	0	0	X	0	0	入力ポート(注1)	
		1	0	X	0	0	出力ポート	
		X	0	1				
	SEG8	X	1	X	0	0	LCD駆動制御出力	
	TRB10	X	0	0	0	0	1	プログラマブル波形発生モード(パルス出力)
		X	0	0	0	1	0	プログラマブルワンショット波形発生モード
		X	0	0	0	1	1	プログラマブルウェイトワンショット波形発生モード

X: "0" または "1"

注1. P2PURレジスタのPU20ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

表7.14 P2_1/SEG9/TRB00

レジスタ		PD2	LSE1	TRB0IOC	TRB0MR		機能	
ビット		PD2_1	LSE09	TOCNT	TMOD			
					1	0		
端子	P2_1	0	0	X	0	0	入力ポート(注1)	
		1	0	X	0	0	出力ポート	
		X	0	1	0	0		
	SEG9	X	1	X	0	0	LCD駆動制御出力	
	TRB00	X	0	0	0	0	1	プログラマブル波形発生モード(パルス出力)
		X	0	0	0	1	0	プログラマブルワンショット波形発生モード
X		0	0	0	1	1	プログラマブルウェイトワンショット波形発生モード	

X:“0”または“1”

注1. P2PURレジスタのPU21ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.15 P2_2/SEG10/INT0

レジスタ		PD2	LSE1	INTEN	機能
ビット		PD2_2	LSE10	INT0EN	
端子	P2_2	0	0	X	
		1	0	X	出力ポート
	SEG10	X	1	X	LCD駆動制御出力
	INT0	0	0	1	INT0入力(注1)

X:“0”または“1”

注1. P2PURレジスタのPU22ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.16 P2_3/SEG11/INT5

レジスタ		PD2	LSE1	INTEN1	機能
ビット		PD2_3	LSE11	INT5EN	
端子	P2_3	0	0	X	
		1	0	X	出力ポート
	SEG11	X	1	X	LCD駆動制御出力
	INT5	0	0	1	INT5入力(注1)

X:“0”または“1”

注1. P2PURレジスタのPU23ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.17 P2_4/SEG12/(INT1)/KI0

レジスタ		PD2	LSE1	INTSR	INTEN	KIEN	機能
ビット		PD2_4	LSE12	INT1SEL0	INT1EN	KI0EN	
端子	P2_4	0	0	X	X	X	
		1	0	X	X	X	出力ポート
	SEG12	X	1	X	X	X	LCD駆動制御出力
	(INT1)	0	0	0	1	X	INT1入力(注1)
	KI0	0	0	X	X	1	KI0入力(注1)

X:“0”または“1”

注1. P2PURレジスタのPU24ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.18 P2_5/SEG13(/INT2)/KI1

レジスタ		PD2	LSE1	INTSR	INTEN	KIEN	機能
ビット		PD2_5	LSE13	INT2SEL0	INT2EN	KI1EN	
端子	P2_5	0	0	X	X	X	入力ポート(注1)
		1	0	X	X	X	出力ポート
	SEG13	X	1	X	X	X	LCD駆動制御出力
	(INT2)	0	0	0	1	X	INT2入力(注1)
	KI1	0	0	X	X	1	KI1入力(注1)

X: "0" または "1"

注1. P2PURレジスタのPU25ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

表7.19 P2_6/SEG14(/INT3)/KI2

レジスタ		PD2	LSE1	INTSR	INTEN	KIEN	機能
ビット		PD2_6	LSE14	INT3SEL0	INT3EN	KI2EN	
端子	P2_6	0	0	X	X	X	入力ポート(注1)
		1	0	X	X	X	出力ポート
	SEG14	X	1	X	X	X	LCD駆動制御出力
	(INT3)	0	0	0	1	X	INT3入力(注1)
	KI2	0	0	X	X	1	KI2入力(注1)

X: "0" または "1"

注1. P2PURレジスタのPU26ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

表7.20 P2_7/SEG15/COMEXP/KI3

レジスタ		PD2	LSE1	LCR4		KIEN	機能
ビット		PD2_7	LSE15	LCTZS	COMEXP	KI3EN	
端子	P2_7	0	0	X	X	X	入力ポート(注1)
		1	0	X	X	X	出力ポート
	SEG15	X	1	0	0	X	LCD駆動制御出力
	COMEXP	X	1	1	1	X	LCD駆動制御出力 (メモリ性液晶パネル用)
	KI3	0	0	X	X	1	KI3入力(注1)

X: "0" または "1"

注1. P2PURレジスタのPU27ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

表7.21 P3_0/SEG16

レジスタ		PD3	LSE2	機能
ビット		PD3_0	LSE16	
端子	P3_0	0	0	入力ポート(注1)
		1	0	出力ポート
	SEG16	X	1	LCD駆動制御出力

X: "0" または "1"

注1. P3PURレジスタのPU30ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

表7.22 P3_1/SEG17

レジスタ		PD3	LSE2	機能
ビット		PD3_1	LSE17	
端子	P3_1	0	0	入力ポート(注1)
		1	0	出力ポート
	SEG17	X	1	LCD駆動制御出力

X:“0”または“1”

注1. P3PURレジスタのPU31ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.23 P3_2/SEG18

レジスタ		PD3	LSE2	機能
ビット		PD3_2	LSE18	
端子	P3_2	0	0	入力ポート(注1)
		1	0	出力ポート
	SEG18	X	1	LCD駆動制御出力

X:“0”または“1”

注1. P3PURレジスタのPU32ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.24 P3_3/SEG19

レジスタ		PD3	LSE2	機能
ビット		PD3_3	LSE19	
端子	P3_3	0	0	入力ポート(注1)
		1	0	出力ポート
	SEG19	X	1	LCD駆動制御出力

X:“0”または“1”

注1. P3PURレジスタのPU33ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.25 P3_4/SEG20

レジスタ		PD3	LSE2	機能
ビット		PD3_4	LSE20	
端子	P3_4	0	0	入力ポート(注1)
		1	0	出力ポート
	SEG20	X	1	LCD駆動制御出力

X:“0”または“1”

注1. P3PURレジスタのPU34ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.26 P3_5/SEG21

レジスタ		PD3	LSE2	機能
ビット		PD3_5	LSE21	
端子	P3_5	0	0	入力ポート(注1)
		1	0	出力ポート
	SEG21	X	1	LCD駆動制御出力

X:“0”または“1”

注1. P3PURレジスタのPU35ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.27 P3_6/SEG22

レジスタ		PD3	LSE2	機能
ビット		PD3_6	LSE22	
端子	P3_6	0	0	入力ポート(注1)
		1	0	出力ポート
	SEG22	X	1	LCD駆動制御出力

X:“0”または“1”

注1. P3PURレジスタのPU36ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.28 P3_7/SEG23

レジスタ		PD3	LSE2	機能
ビット		PD3_7	LSE23	
端子	P3_7	0	0	入力ポート(注1)
		1	0	出力ポート
	SEG23	X	1	LCD駆動制御出力

X:“0”または“1”

注1. P3PURレジスタのPU37ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.29 P5_0/COM3/SEG24/KI4

レジスタ		PD5	LSE5	KIEN1	機能
ビット		PD5_0	LCOM0	KI4EN	
端子	P5_0	0	0	X	入力ポート(注1)
		1	0	X	出力ポート
	SEG24	X	1	X	LCD駆動制御出力
	COM3	X	1	X	LCD駆動制御出力
	KI4	0	0	1	KI4入力(注1)

X:“0”または“1”

注1. P5PURレジスタのPU50ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.30 P5_1/COM2/SEG25/KI5

レジスタ		PD5	LSE5	KIEN1	機能
ビット		PD5_1	LCOM1	KI5EN	
端子	P5_1	0	0	X	入力ポート(注1)
		1	0	X	出力ポート
	SEG25	X	1	X	LCD駆動制御出力
	COM2	X	1	X	LCD駆動制御出力
	KI5	0	0	1	KI5入力(注1)

X:“0”または“1”

注1. P5PURレジスタのPU51ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.31 P5_2/COM1/SEG26/KI6

レジスタ		PD5	LSE5	KIEN1	機能
ビット		PD5_2	LCOM2	KI6EN	
端子	P5_2	0	0	X	入力ポート(注1)
		1	0	X	出力ポート
	SEG26	X	1	X	LCD駆動制御出力
	COM1	X	1	X	LCD駆動制御出力
	KI6	0	0	1	KI6入力(注1)

X:“0”または“1”

注1. P5PURレジスタのPU52ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

表7.32 P5_3/COM0/KI7

レジスタ		PD5	LSE5	KIEN1	機能
ビット		PD5_3	LCOM3	KI7EN	
端子	P5_3	0	0	X	入力ポート(注1)
		1	0	X	出力ポート
	COM0	X	1	X	LCD駆動制御出力
	KI7	0	0	1	KI7入力(注1)

X: "0" または "1"

注1. P5PURレジスタのPU53ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

表7.33 P5_4/VL1

レジスタ		PD5	LSE5	機能
ビット		PD5_4	LVL1P1	
端子	P5_4	0	0	入力ポート
		1	0	出力ポート
	VL1	X	1	VL1電圧入力

X: "0" または "1"

表7.34 P5_5/VL2

レジスタ		PD5	LSE5	機能
ビット		PD5_5	LVL2P2	
端子	P5_5	0	0	入力ポート
		1	0	出力ポート
	VL2	X	1	VL2電圧入力

X: "0" または "1"

表7.35 P5_6/VL3

レジスタ		PD5	LSE5	機能
ビット		PD5_6	LVL3P3	
端子	P5_6	0	0	入力ポート
		1	0	出力ポート
	VL3	X	1	VL3電圧入力

X: "0" または "1"

表7.36 P7_0/IVREF3/WKUP1/AN4

レジスタ		PD7	ADINSEL					INTCMP	機能
ビット		PD7_0	CH			ADGSEL		INT1CP0	
			2	1	0	1	0		
端子	P7_0	0	X	X	X	X	X	X	入力ポート(注1)
		1	X	X	X	X	X	X	出力ポート
	AN4	0	1	0	0	0	0	X	A/Dコンバータ入力(AN4)(注1)
	IVREF3	0	X	X	X	X	X	1	コンパレータB1リファレンス電圧入力(IVREF3)
	WKUP1	0	X	X	X	X	X	X	WKUP1入力(注1)

X: "0" または "1"

注1. P7PURレジスタのPU70ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

表7.37 P7_1/TRCCLK/INT2/AN5

レジスタ	PD7	ADINSEL					TRC PSR0	TRCCR1			INTSR	INTEN	機能	
ビット	PD 7_1	CH			ADGSEL		TRC CLK SEL0	TCK			INT2 SEL0	INT2 EN1		
		2	1	0	1	0		2	1	0				
端子	P7_1	0	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	入力ポート(注1)
		1	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	出力ポート
	AN5	0	1	0	1	0	0	0	X	X	X	X	X	A/Dコンバータ入力(AN5)(注1)
	TRCCLK	0	X	X	X	X	X	1	1	0	1	X	X	TRCCLK入力(注1)
	INT2	0	X	X	X	X	X	0	X	X	X	0	1	INT2入力(注1)

X: "0" または "1"

注1. P7PURレジスタのPU71ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

表7.38 P7_2/(TRCTRG)/AN6

レジスタ	PD7	ADINSEL					TRCPSR0		TRC MR	TRCCR2		機能	
ビット	PD 7_2	CH			ADGSEL		TRCIOASEL		PWM 2	TCEG			
		2	1	0	1	0	1	0		1	0		
端子	P7_2	0	X	X	X	X	X	11b以外		X	X	X	入力ポート(注1)
		1	X	X	X	X	X	11b以外		X	X	X	出力ポート
	(TRCTRG)	0	X	X	X	X	X	1	1	0	0	1	PWM2モード(TRCTRG入力)(注1)
		1	X	X	X	X	X	1	1	0	1	X	
	AN6	0	1	1	0	0	0	11b以外		X	X	X	A/Dコンバータ入力(AN6)(注1)

X: "0" または "1"

注1. P7PURレジスタのPU72ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

表7.39 P8_0/IVCMP1/SCS/INT1

レジスタ	PD8	INTSR	INTEN	INTCMP	SSUICSR	SSMR2		機能	
ビット	PD8_0	INT1 SEL0	INT1EN	INT1CP0	SCSSEL0	CSS			
						1	0		
端子	P8_0	0	X	X	X	X	0	0	入力ポート(注1)
		1	X	X	X	X	X	0	0
	SCS	0	X	X	X	0	0	1	SCS入力(注1)
		1	X	X	X	0	1	X	SCS出力(注1、2、3)
	INT1	0	0	1	0	X	0	0	INT1入力(注1)
	IVCMP1	0	X	X	1	X	0	0	コンパレータB1入力(IVCMP1)

X: "0" または "1"

注1. P8PURレジスタのPU80ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

注2. P8DRRレジスタのP8DRR0ビットを"1"にすると、駆動能力Highの出力となります。

注3. SSMR2レジスタのCSOSビットを"1"にするとNチャンネルオープンドレイン出力になります。

表7.40 P8_1/IVCMP3/SSI/INT3

レジスタ	PD8	INTSR	INTEN	INTCMP	SSUICSR		SSU関連レジスタ	機能	
ビット	PD8_1	INT3 SEL0	INT3EN	INT3CP0	SSISEL0	IICSEL			
端子	P8_1	0	X	X	X	X	X	シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット (「表 23.4 通信モードと入出力端子の関係」)参照。	入力ポート(注1)
		1	X	X	X	X	X		出力ポート(注2)
	SSI	0	X	X	X	0	0		SSI入力(注1)
		X	X	X	X	0	0		SSI出力(注1、2、3)
	INT3	0	0	1	0	X	X		INT3入力(注1)
	IVCMP3	0	X	X	1	X	X		コンパレータB1入力(IVCMP3)

X:“0”または“1”

注1. P8PURレジスタのPU81ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

注2. P8DRRレジスタのP8DRR1ビットを“1”にすると、駆動能力Highの出力となります。

注3. SSMR2レジスタのSOOSビットを“1”(Nチャンネルオープンドレイン出力)かつBIDEビットを“0”(標準モード)にすると、Nチャンネルオープンドレイン出力になります。

表7.41 P8_2/TRJ1IO/SSCK/SCL

レジスタ	PD8	TRJSR		TRJ1 IOC	TRJ1MR			SSUICSR		ICCR1	SSMR2	SSU関連レジスタ	機能												
ビット	PD 8_2	TRJ1IOSEL		TOP CR	TMOD			SSCK SEL0	IICSEL					SCKS											
		1	0		2	1	0																		
端子	P8_2	0	01b以外		1	X	X	X	X	0	X	0	シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット (「表 23.4 通信モードと入出力端子の関係」)参照。	入力ポート(注1)											
			1	X		X	X	X	0	X	出力ポート(注2)														
		1	01b以外		1	X	X	X	X	0	X			0	SCL入出力(注1、2)										
			0	X		X	X	X	0	1	1			0	SSCK入力(注1)										
	SCL	0	01b以外		1	X	X	X	0	1	1	0	SSCK出力(注1、2、3)												
			01b以外											1	X	X	X	0	0	X	1				
	SSCK	0	01b以外		1	X	X	X	0	0	X	1	パルス出力モード(注1、2)												
			01b以外											1	X	X	X	0	0	X	1				
	TRJ1IO	X	0	1	0	0	0	1	0	X	0	0	0									イベントカウンタモード			
														0	1	0	0	1	0	X	0		0	0	0
														X	0	1	0	0	1	0	X		0	0	0
	0	1	0	1	0	0	0	X	0	0	0	0													
													1	0	1	0	1	0	0	X	0	0	0	0	
	X	0	1	0	1	0	0	X	0	0	0	0													パルス周期測定モード
													0	1	0	1	0	0	0	X	0	0	0	0	
1	0	1	0	0	0	0	X	0	0	0	0														

X:“0”または“1”

注1. P8PURレジスタのPU82ビットを“1”にするとプルアップありとなります。

注2. P8DRRレジスタのP8DRR2ビットを“1”にすると、駆動能力Highの出力となります。

注3. SSMR2レジスタのSOOSビットを“1”にすると、Nチャンネルオープンドレイン出力になります。このとき、PD8レジスタのPD8_2ビットを“0”にしてください。

表7.42 P8_3/TRJ0IO/SSO/SDA

レジスタ		PD8	TRJSR		TRJ0 IOC	TRJ0MR			SSUICSR		ICCR1	SSU関連 レジスタ	機能	
ビット		PD 8_3	TRJ0IOSEL		TOP CR	TMOD			SSO SEL0	IICSEL				
			1	0		2	1	0						
端子	P8_3	0	01b以外		1	X	X	X	X	1	0	シンクロナスシリアル コミュニケーション ユニット (「表 23.4 通信 モードと入出力端子 の関係」)参照。	入力ポート(注1)	
			0							0	X		出力ポート(注2)	
		1	01b以外		1	X	X	X	X	1	0		SDA入出力 (注1、2)	
			0							0	X		SSO入力(注1)	
	SDA	0	01b以外		1	X	X	X	0	1	1		SSO出力 (注1、2、3)	
			0	01b以外		1	X	X	X	0	0		パルス出力モード (注1、2)	
			0	01b以外		0	0	0	1	X	0		X	イベントカウンタ モード
			0	01b以外		0	0	1	0	X	0		X	パルス幅測定モー ド
	TRJ0IO		X	0	1	0	0	0	1	X	0		X	パルス周期測定 モード
			X	0	1	0	0	1	0	X	1		0	
			X	0	1	0	0	1	1	X	0		X	
			X	0	1	0	1	0	0	X	0		X	
		X	0	1	0	1	0	0	X	1	0			

X: "0" または "1"

注1. P8PURレジスタのPU83ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

注2. P8DRRレジスタのP8DRR3ビットを"1"にすると、駆動能力Highの出力となります。

注3. SSMR2レジスタのSOOSビットを"1"(Nチャンネルオープンドレイン出力)かつBIDEビットを"0"(標準モード)にすると、Nチャンネルオープンドレイン出力になります。

表7.43 P8_4/TRCIOD(/TRCIOB)/CLK0/AN0

レジスタ	PD8	ADINSEL						TRC PSR0		TRC PSR1	TRC OER		TRCMR			TRC IOR0			TRC IOR1			U0SR			U0MR			機能		
ビット	PD 8_4	CH			ADG SEL			TRC IOB SEL		TRC IOD SEL0		EB	ED	PWM			IOB			IOD			CLK0 SEL			SMD			CKD IR	
		2	1	0	1	0	1	0	1	0	2			B	D	2	1	0	2	1	0	1	0	2	1	0	2			1
端子	P8_4	0	X	X	X	X	X	11b 以外		0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	入力ポート(注1)
		1 X	X	X	X	X	X	11b 以外		0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	出力ポート(注2)
	AN0	0	0	0	0	0	0	11b 以外		0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	A/Dコンバータ 入力(AN0)(注1)	
	(TRCIOB)	X	X	X	X	X	X	1	1	0	0	X	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	PWM2モード 波形出力(注2)	
		X	X	X	X	X	X	1	1	0	0	X	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	PWMモード 波形出力(注2)	
		X	X	X	X	X	X	1	1	0	0	X	1	0	X	0 0 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	タイマ波形出力 (アウトプット コンペア機能) (注2)	
		0	X	X	X	X	X	1	1	0	X	X	1	0	X	1	0 X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	タイマモード (インプット キャプチャ機能) (注1)	
	TRCIOD	X	X	X	X	X	X	11b 以外		1	X	0	1	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	PWMモード 波形出力(注2)	
		X	X	X	X	X	X	11b 以外		1	X	0	1	X	0	X	X	X	0 0 1		X	X	X	X	X	X	X	X	タイマ波形出力 (アウトプット コンペア機能) (注2)	
		0	X	X	X	X	X	11b 以外		1	X	X	1	X	0	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	タイマモード (インプット キャプチャ機能) (注1)	
	CLK0	0	X	X	X	X	X	11b 以外		0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	1	X	X	CLK0 (外部 クロック)入力 (注1)
		X	X	X	X	X	X	11b 以外		0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	1	0	0	1

X: "0" または "1"

注1. P8PURレジスタのPU84ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

注2. P8DRRレジスタのP8DRR4ビットを"1"にすると、駆動能力Highの出力となります。

表7.44 P8_5/TRCIOC(/TRCIOB)/TXD0/AN1

レジスタ	PD8	ADINSEL						TRC PSR0		TRC PSR1	TRC OER		TRCMR			TRC IOR0			TRC IOR1			U0SR			U0MR			機能						
ビット	PD 8_5	CH			ADG SEL			TRC IOB SEL		TRC IOC SEL0		EB	EC	PWM			IOB			IOC			TXD0 SEL			SMD								
		2	1	0	1	0	1	0	1	0	2			B	C	2	1	0	2	1	0	1	0	1	0	2	1		0					
端子	P8_5	0	X	X	X	X	X	X	10b 以外	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
		1 X	X	X	X	X	X	X	10b 以外	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	出力ポート(注2)
	AN1	0	0	0	1	0	1	10b 以外	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	A/Dコンバータ入力 (AN1)(注1)	
	(TRCIOB)	X	X	X	X	X	X	1	0	X	0	X	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	PWM2モード波形 出力(注2)	
		X	X	X	X	X	X	1	0	X	0	X	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	PWMモード波形 出力(注2)	
		X	X	X	X	X	X	1	0	X	0	X	1	0	X	0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	タイマ波形出力 (アウトプットコン ペア機能)(注2)	
		0	X	X	X	X	X	1	0	0	X	X	1	0	X	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	タイマモード (インプットキャプ チャ機能)(注1)
	TRCIOC	X	X	X	X	X	X	10b 以外	1	X	0	1	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	PWMモード波形 出力(注2)
		X	X	X	X	X	X	10b 以外	1	X	0	1	X	0	X	X	X	0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	タイマ波形出力 (アウトプットコン ペア機能)(注2)
		0	X	X	X	X	X	10b 以外	1	X	X	1	X	0	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	タイマモード (インプットキャプ チャ機能)(注1)
	TXD0	X	X	X	X	X	X	10b 以外	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	TXD0出力(注2)

X: "0" または "1"

注1. P8PURレジスタのPU85ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

注2. P8DRRレジスタのP8DRR5ビットを"1"にすると、駆動能力Highの出力となります。

表7.45 P8_6/(TRCIOB)/RXD0/AN2

レジスタ	PD8	ADINSEL					TRCPSR0		TRC OER	TRCMR			TRCIOR0			U0SR		機能	
ビット	PD 8_6	CH			ADGSEL		TRCIOB SEL		EB	PWM			IOB			RXD0 SEL			
		2	1	0	1	0	1	0		2	B	D	2	1	0	1	0		
端子	P8_6	0	X	X	X	X	X	01b以外		X	X	X	X	X	X	X	01b以外		入力ポート (注1)
		1	X	X	X	X	X	01b以外		X	X	X	X	X	X	X	01b以外		出力ポート (注2)
	AN2	0	0	1	0	0	0	01b以外		X	X	X	X	X	X	01b以外		A/Dコンバータ 入力(AN2)(注1)	
	(TRCIOB)	X	X	X	X	X	X	0	1	0	0	X	X	X	X	X	01b以外		PWM2モード 波形出力(注2)
		X	X	X	X	X	X	0	1	0	1	1	X	X	X	X	01b以外		PWMモード 波形出力(注2)
		X	X	X	X	X	X	0	1	0	1	0	X	0	0	1	01b以外		タイマ波形出力 (アウトプット コンペア機能) (注2)
		0	X	X	X	X	X	0	1	X	1	0	X	1	0	X	01b以外		タイマモード (インプット キャプチャ機能) (注1)
	RXD0	0	X	X	X	X	X	01b以外		X	X	X	X	X	X	0 1		RXD0入力 (注1)	

X: "0" または "1"

注1. P8PURレジスタのPU86ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

注2. P8DRRレジスタのP8DRR6ビットを"1"にすると、駆動能力Highの出力となります。

表7.46 P8_7(/TRCTRG)/TRCIOA/IVREF1/AN3

レジスタ	PD8	ADINSEL			ADG		TRCPSR0		TRC OER	TRCMR	TRC IOR0			TRC CR2	INT CMP	機能		
ビット	PD 8_7	CH			SEL		TRCIOA SEL		EA	PWM2	IOA			TCEG			INT1 CP0	
		2	1	0	1	0	1	0			2	1	0	1	0			
端子	P8_7	0	X	X	X	X	X	01b以外		X	X	X	X	X	X	X	入力ポート (注1)	
		1	X	X	X	X	X	01b以外		X	X	X	X	X	X	X	出力ポート (注2)	
	TRCIOA	X	X	X	X	X	X	0	1	0	1	0	0	1	X	X	X	タイマ波形 出力(アウト プットコンパ ア機能)(注2)
		0	X	X	X	X	X	0	1	X	1	1	0	X	X	X	X	タイマモード (インプット キャプチャ 機能)(注1)
	(TRCTRG)	0	X	X	X	X	X	0	1	X	0	X	X	X	0	1	X	PWM2モード (TRCTRG入力) (注1)
	AN3	0	0	1	1	0	0	01b以外		X	X	X	X	X	X	X	X	A/Dコンバー タ入力(AN3) (注1)
	IVREF1	0	X	X	X	X	X	01b以外		X	X	X	X	X	X	X	1	コンパレータ B1リファレン ス電圧入力 (IVREF1)

X: "0" または "1"

注1. P8PURレジスタのPU87ビットを"1"にするとプルアップありとなります。

注2. P8DRRレジスタのP8DRR7ビットを"1"にすると、駆動能力Highの出力となります。

表7.47 P9_0/XIN(/XCIN) (R8C/LA3Aグループ)

レジスタ	PD9	CM0				CM1				CM3	機能	発振 バッファ	帰還 抵抗	
		CM				CM								
ビット	PD 9_0	03	04	05	07	10	11	12	13	CM 32				
端子	P9_0	0	1	0	1	X	0	1	1	0	0	入力ポート(注1)	OFF	OFF
		1	1	0	1	X	0	1	1	0	0	出力ポート	OFF	OFF
	XIN	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	XINクロック入力 (注1)	ON	ON
		0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	XINクロック入力停止 (STOPモード)(注1)	ON	ON
		0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	XIN-XOUT発振 (内部帰還抵抗有効)	ON	ON
		0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	XIN-XOUT発振 (内部帰還抵抗無効)	ON	OFF
		0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	XIN-XOUT発振停止 (内部帰還抵抗有効)	OFF	ON
		0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	XIN-XOUT発振停止 (内部帰還抵抗無効)	OFF	OFF
		0	1	0	0	0	1	X	1	1	0	XIN-XOUT発振停止 (STOPモード)	OFF	OFF
	(XCIN)	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	XCINクロック入力 (注1)	ON	ON
		0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	XCINクロック入力停止 (STOPモード)(注1)	ON	ON
		0	0	0	1	1	0	1	0	X	1	XCIN-XCOUT発振 (内部帰還抵抗有効)	ON	ON
		0	0	0	1	1	0	1	1	X	1	XCIN-XCOUT発振 (内部帰還抵抗無効)	ON	OFF
		0	1	0	1	1	0	1	0	X	1	XCIN-XCOUT発振停止 (内部帰還抵抗有効)	OFF	ON
0		1	0	1	1	0	1	1	X	1	XCIN-XCOUT発振停止 (内部帰還抵抗無効)	OFF	OFF	
0		0	0	1	1	1	X	1	0	1	XCIN-XCOUT発振停止 (STOPモード)	OFF	OFF	

X: "0" または "1"

注1. P9PURレジスタのPU90ビットを"1"にすると、プルアップありとなります。

表7.48 P9_0/XIN (R8C/LA5Aグループ)

レジスタ	PD9	CM0		CM1			機能	発振 バッファ	帰還 抵抗	
		CM		10	11	13				
ビット	PD 9_0	05	07	10	11	13				
端子	P9_0	0	1	X	0	1	0	入力ポート(注1)	OFF	OFF
		1	1	X	0	1	0	出力ポート	OFF	OFF
	XIN	0	0	0	0	1	0	XINクロック入力(注1)	ON	ON
		0	0	0	1	1	0	XINクロック入力停止(STOPモード)(注1)	ON	ON
		0	0	0	0	0	1	XIN-XOUT発振(内部帰還抵抗有効)	ON	ON
		0	0	0	0	1	1	XIN-XOUT発振(内部帰還抵抗無効)	ON	OFF
		0	1	0	0	0	1	XIN-XOUT発振停止(内部帰還抵抗有効)	OFF	ON
		0	1	0	0	1	1	XIN-XOUT発振停止(内部帰還抵抗無効)	OFF	OFF
		0	0	0	1	X	1	XIN-XOUT発振停止(STOPモード)	OFF	OFF

X: "0" または "1"

注1. P9PURレジスタのPU90ビットを"1"にすると、プルアップありとなります。

表7.49 P9_1/XOUT(/XCOUT) (R8C/LA3Aグループ)

レジスタ	PD9	CM0				CM1				CM3	機能	発振 バッファ	帰還 抵抗	
ビット	PD 9_1	CM				CM				CM 32				
		03	04	05	07	10	11	12	13					
端子	P9_1	0	1	0	1	X	0	1	1	0	0	入力ポート(注1)	OFF	OFF
		1	1	0	1	X	0	1	1	0	0	出力ポート	OFF	OFF
	XOUT	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	XIN-XOUT発振 (内部帰還抵抗有効)	ON	ON
		0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	XIN-XOUT発振 (内部帰還抵抗無効)	ON	OFF
		0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	XIN-XOUT発振停止 (内部帰還抵抗有効)	OFF	ON
		0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	XIN-XOUT発振停止 (内部帰還抵抗無効)	OFF	OFF
		0	1	0	0	0	1	X	1	1	0	XIN-XOUT発振停止 (STOPモード)	OFF	OFF
	(XCOUT)	0	0	0	1	1	0	1	0	X	1	XCIN-XCOUT発振 (内部帰還抵抗有効)	ON	ON
		0	0	0	1	1	0	1	1	X	1	XCIN-XCOUT発振 (内部帰還抵抗無効)	ON	OFF
		0	1	0	1	1	0	1	0	X	1	XCIN-XCOUT発振停止 (内部帰還抵抗有効)	OFF	ON
		0	1	0	1	1	0	1	1	X	1	XCIN-XCOUT発振停止 (内部帰還抵抗無効)	OFF	OFF
		0	0	0	1	1	1	X	1	0	1	XCIN-XCOUT発振停止 (STOPモード)	OFF	OFF

X: "0" または "1"

注1. P9PURレジスタのPU91ビットを"1"にすると、ブルアップありとなります。

表7.50 P9_1/XOUT (R8C/LA5Aグループ)

レジスタ	PD9	CM0		CM1			機能	発振 バッファ	帰還 抵抗	
ビット	PD 9_1	CM		CM						
		05	07	10	11	13				
端子	P9_1	0	X	X	0	1	0	入力ポート(注1)	OFF	OFF
		1	X	X	0	1	0	出力ポート	OFF	OFF
	XOUT	0	0	0	0	0	1	XIN-XOUT発振(内部帰還抵抗有効)	ON	ON
		0	0	0	0	1	1	XIN-XOUT発振(内部帰還抵抗無効)	ON	OFF
		0	1	0	0	0	1	XIN-XOUT発振停止(内部帰還抵抗有効)	OFF	ON
		0	1	0	0	1	1	XIN-XOUT発振停止(内部帰還抵抗無効)	OFF	OFF
		0	0	0	1	X	1	XIN-XOUT発振停止(STOPモード)	OFF	OFF

X: "0" または "1"

注1. P9PURレジスタのPU91ビットを"1"にすると、ブルアップありとなります。

7.7 未使用端子の処理

表7.51に未使用端子の処理例を示します。

表7.51 未使用端子の処理例

端子名	処理内容
ポートP0、P2、P3、P5_0～P5_6、P7_0～P7_2、P8、P9_0～P9_1	<ul style="list-style-type: none"> 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)、または端子ごとに抵抗を介してVCCに接続(プルアップ)(注2) 出力モードに設定し、端子を開放(注1、2)
XCOOUT	開放
XCIN、VL1	抵抗を介してVCCに接続(プルアップ)(注2)
VREF、VL2～VL3	VCCに接続
WKUP0(注3)	VSSに接続(注3)
RESET(注4)	抵抗を介してVCCに接続(プルアップ)(注4)

注1. 出力モードに設定し、開放する場合、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、ポートは入力になっています。そのため、端子の電圧レベルが不定になり、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、プログラムで定期的に方向レジスタの内容を再設定したほう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. パワーオフ0モードを使用しない時。

注4. パワーオンリセット機能使用時。

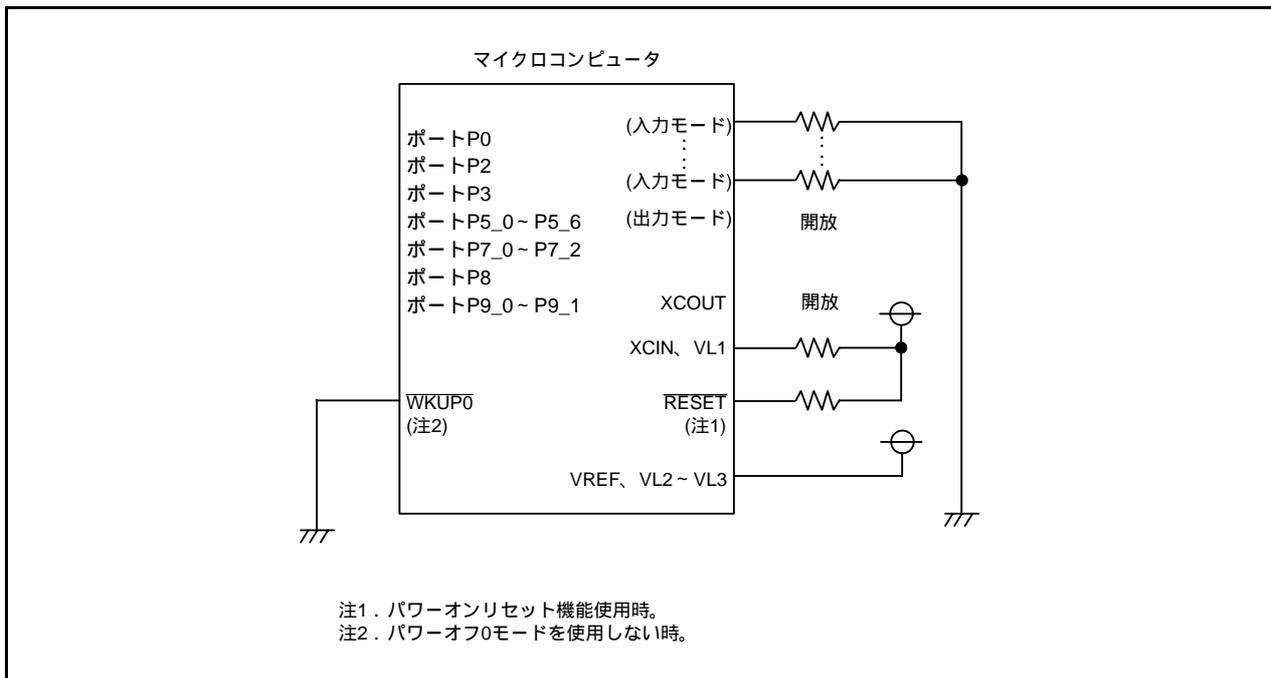


図7.7 未使用端子の処理例

8. バス制御

ROM、RAMとSFRとはアクセス時のバスサイクルが異なります。

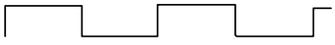
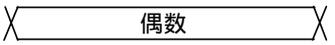
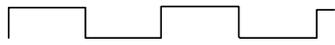
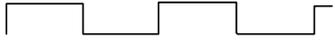
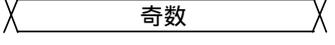
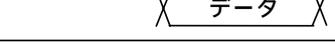
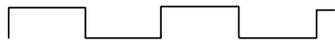
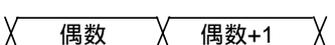
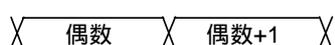
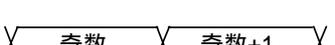
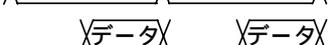
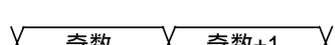
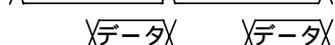
表8.1にアクセス領域に対するバスサイクルを示します。

ROM、RAMとSFRは8ビットバスでCPUと接続しています。このためワード(16ビット)単位でアクセスする場合、8ビット単位で2回アクセスします。表8.2にアクセス単位とバスの動作を示します。

表8.1 アクセス領域に対するバスサイクル

アクセス領域	バスサイクル
SFR/データフラッシュ	CPUクロックの2サイクル
プログラムROM/RAM	CPUクロックの1サイクル

表8.2 アクセス単位とバスの動作

領域	SFR、データフラッシュ	ROM(プログラムROM)、RAM
偶数番地 バイトアクセス	CPU クロック  アドレス  偶数 データ  データ	CPU クロック  アドレス  偶数 データ  データ
奇数番地 バイトアクセス	CPU クロック  アドレス  奇数 データ  データ	CPU クロック  アドレス  奇数 データ  データ
偶数番地 ワードアクセス	CPU クロック  アドレス  偶数 偶数+1 データ  データ データ	CPU クロック  アドレス  偶数 偶数+1 データ  データ データ
奇数番地 ワードアクセス	CPU クロック  アドレス  奇数 奇数+1 データ  データ データ	CPU クロック  アドレス  奇数 奇数+1 データ  データ データ

ただし、次のSFRのみ16ビットバスでCPUと接続しています。

割り込み：各割り込み制御レジスタ

タイマRC：TRC、TRCGRA、TRCGRB、TRCGRC、TRCGRDレジスタ

タイマRJ：TRJ_iレジスタ($i = 0 \sim 1$)

SSU：SSTDR、SSTDRH、SSRDR、SSRDRHレジスタ

A/Dコンバータ：AD0、AD1、AD2、AD3、AD4、AD5、AD6、AD7、ADMOD、ADINSEL、ADCON0、ADCON1レジスタ

アドレス一致割り込み：RMAD0、AIER0、RMAD1、AIER1レジスタ

このため、16ビット単位で1回アクセスします。バスの動作は「表8.2 アクセス単位とバスの動作」の「領域：SFR、データフラッシュ、偶数番地バイトアクセス」と同じで、16ビットデータを1度にアクセスします。

9. クロック発生回路

注意

本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。
R8C/LA3Aグループについては「1.1.2 グループごとの相違点」を参照してください。

9.1 概要

クロック発生回路として、5つの回路が内蔵されています。

- XINクロック発振回路
- XCINクロック発振回路
- 低速オンチップオシレータ
- 高速オンチップオシレータ
- ウォッチドッグタイマ用低速オンチップオシレータ

表9.1にクロック発生回路の概略仕様を、図9.1にクロック発生回路を、図9.2に周辺機能のクロックを示します。

表9.1 クロック発生回路の概略仕様

項目	XINクロック発振回路	XCINクロック発振回路	オンチップオシレータ		ウォッチドッグタイマ用低速オンチップオシレータ
			高速オンチップオシレータ	低速オンチップオシレータ	
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 •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 •XIN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 •XINクロック発振停止時のCPU、周辺機能のクロック源	•ウォッチドッグタイマのクロック源
クロック周波数	0 ~ 20MHz	32.768kHz	約20MHz	約125kHz	約125kHz
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(注1)	XCIN、XCOUT	—(注1)	—(注1)	—
発振の開始と停止	あり	あり	あり	あり	あり
リセット後の状態	停止	発振	停止	発振	停止(注2) 発振(注3)
その他	外部で生成されたクロックを入力可能	•外部で生成されたクロックを入力可能 •帰還抵抗Rfを内蔵。(接続/非接続選択可能)	—	—	—

注1. XINクロック発振回路を使用せず、オンチップオシレータクロックをCPUクロックに使用する場合にはP9_0、P9_1として使うことができます。

P9_0端子はXIN端子と、P9_1端子はXOUT端子と兼用です。内蔵発振回路を使用する場合は、これらをI/Oポートとして使用できません。

注2. OFSレジスタのCSPROINIビットが“1”(リセット後、カウントソース保護モード無効)の場合です。

注3. OFSレジスタのCSPROINIビットが“0”(リセット後、カウントソース保護モード有効)の場合です。

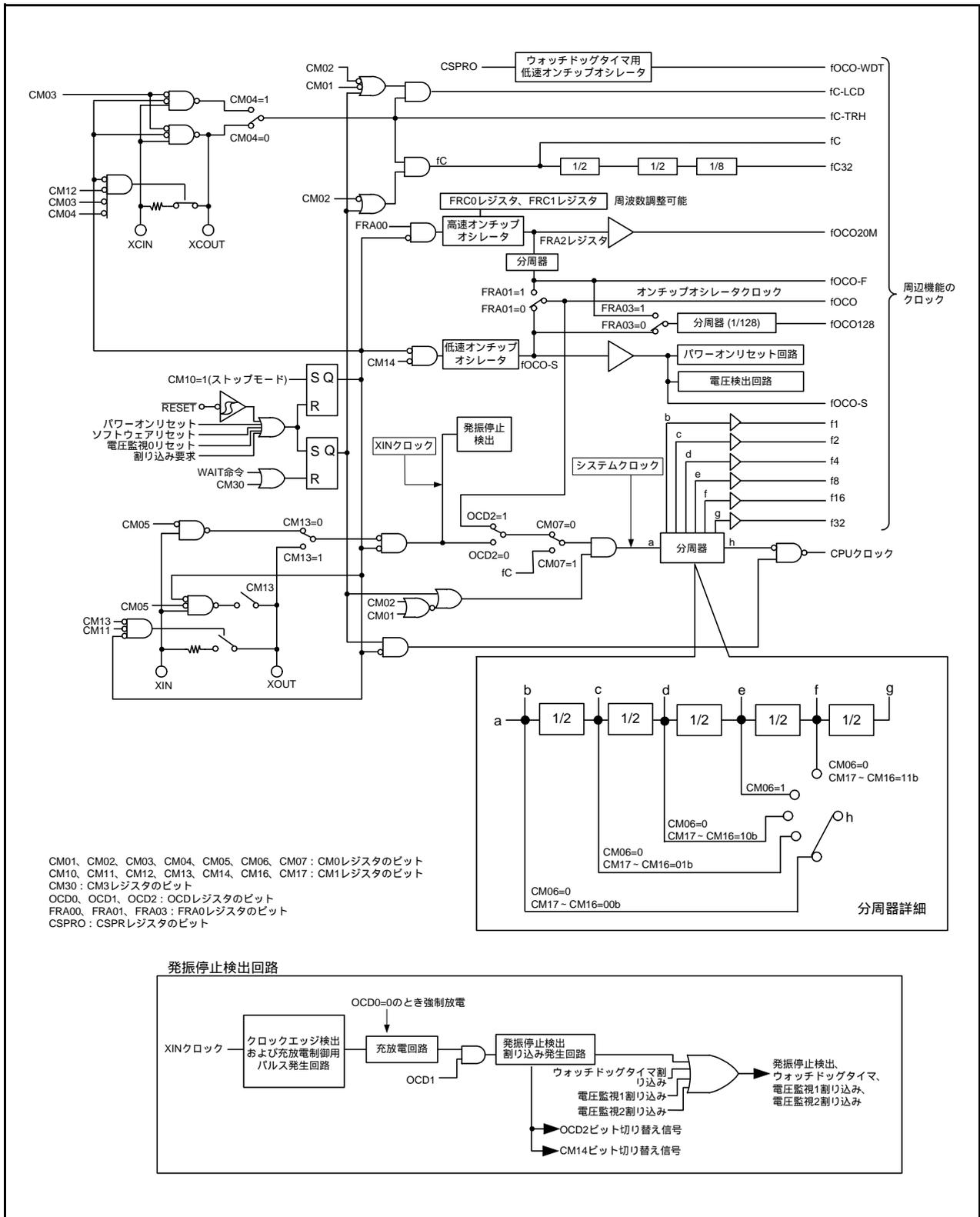


図9.1 クロック発生回路

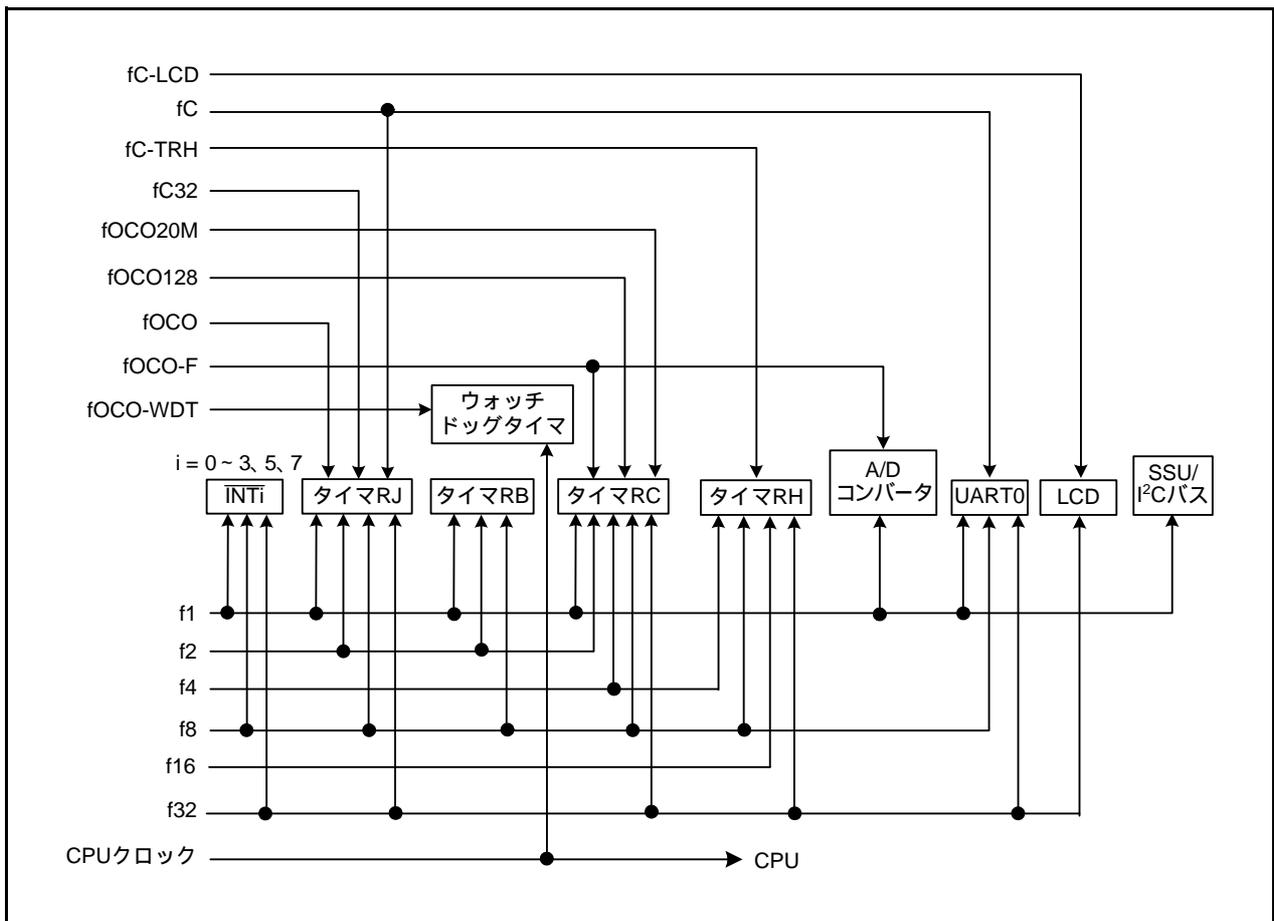


図9.2 周辺機能のクロック

9.2 レジスタの説明

9.2.1 システムクロック制御レジスタ0 (CM0)

アドレス 0006h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CM07	CM06	CM05	CM04	CM03	CM02	CM01	CM00
リセット後の値	0	0	1	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CM00	パワーオフ2モード移行許可ビット	0: 禁止 1: 許可(注6)	R/W
b1	CM01	ウェイトモード時周辺機能クロック停止ビット(注6)	b2 b1 00: ウェイトモード時、周辺機能クロックを停止しない 01: ウェイトモード時、f1 ~ f32クロック停止 10: ウェイトモード時、f1 ~ f32、fCクロック停止 11: ウェイトモード時、f1 ~ f32、fC、fC-LCDクロック停止	R/W
b2	CM02			
b3	CM03	XCINクロック停止ビット(注5、7)	0: 発振 1: 停止	R/W
b4	CM04	XCIN外部クロック入力許可ビット	0: 外部クロック入力禁止 1: 外部クロック入力許可	R/W
b5	CM05	XINクロック(XIN-XOUT)停止ビット(注1、2)	0: 発振 1: 停止	R/W
b6	CM06	CPUクロック分周比選択ビット0(注3)	0: CM1レジスタのCM16、CM17ビット有効 1: 8分周モード	R/W
b7	CM07	システムクロック選択ビット(注4)	0: XINクロック、またはオンチップオシレータクロック 1: XCINクロック	R/W

- 注1. CM05ビットは、システムクロックがXINクロック以外の場合、XINクロックを停止することができます。XINクロックが停止したかどうかの検出には使えません。XINクロックを停止させる場合、次のようにしてください。
(1) OCDレジスタのOCD1 ~ OCD0ビットを“00b”にする。
(2) OCD2ビットを“1”(オンチップオシレータクロック選択)にする。
- 注2. CM05ビットが“1”(XINクロック停止)かつCM13ビットが“0”(入出力ポート)の場合のみ、P9_0、P9_1は入出力ポートとして使用できます。
P9_0端子はXIN端子と、P9_1端子はXOUT端子と兼用です。内蔵発振回路を使用する場合は、これらをI/Oポートとして使用できません。
- 注3. 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4. XCINクロックの発振が安定した後に、CM07ビットを“0”から“1”(XCINクロック)にしてください。
- 注5. XCINクロックを使用する場合は、電源投入後およびパワーオフ解除後に、CM03ビットをいったん“1”(停止)にした後、“0”(発振)にしてください。
- 注6. CM00ビットを“1”(許可)にする場合は、CM02 ~ CM01ビットを“11b”にしてください。
- 注7. 外部クロック入力時は、CM03ビットを“0”(発振)にしてください。

CM0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。

9.2.2 システムクロック制御レジスタ1 (CM1)

アドレス 0007h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CM17	CM16	—	CM14	CM13	CM12	CM11	CM10
リセット後の値	0	0	1	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CM10	全クロック停止制御ビット (注2、7、8)	0: クロック発振 1: 全クロック停止(ストップモード/パワーオフ2モード)	R/W
b1	CM11	XIN-XOUT内蔵帰還抵抗選択ビット	0: 内蔵帰還抵抗有効 1: 内蔵帰還抵抗無効	R/W
b2	CM12	XCIN-XCOOUT内蔵帰還抵抗選択ビット	0: 内蔵帰還抵抗有効 1: 内蔵帰還抵抗無効	R/W
b3	CM13	ポート/XIN-XOUT切り替えビット (注5、6)	0: 入出力ポートP9_0、P9_1 1: XIN-XOUT端子	R/W
b4	CM14	低速オンチップオシレータ発振停止ビット(注3、4)	0: 低速オンチップオシレータ発振 1: 低速オンチップオシレータ停止	R/W
b5	—	予約ビット	“1” にしてください	R/W
b6	CM16	CPUクロック分周比選択ビット1 (注1)	b7 b6 00: 分周なしモード 01: 2分周モード 10: 4分周モード 11: 16分周モード	R/W
b7	CM17			R/W

- 注1. CM06ビットが“0”の場合、CM16～CM17ビットは有効となります。
- 注2. CM10ビットが“1”(全クロック停止)の場合、内蔵している帰還抵抗は無効となります。ただし、パワーオフ2モードでは内蔵しているXCIN-XCOOUT帰還抵抗は無効になりません。
- 注3. CM14ビットはOCD2ビットが“0”(XINクロック選択)のとき、“1”(低速オンチップオシレータ停止)にできます。OCD2ビットを“1”(オンチップオシレータクロック選択)にすると、CM14ビットは“0”(低速オンチップオシレータ発振)になります。“1”を書いても変化しません。
- 注4. 電圧監視1割り込み、電圧監視2割り込みを使用する場合(デジタルフィルタを使用する場合)、CM14ビットを“0”(低速オンチップオシレータ発振)にしてください。
- 注5. 入出力ポートとして使用する場合は、CM13ビットを“0”(入出力ポート)、CM0レジスタのCM05ビットを“1”(XINクロック停止)にしてください。
外部クロック入力として使用する場合は、CM13ビットを“0”(入出力ポート)、CM05ビットを“0”(XINクロック発振)、CM11ビットを“1”(内部帰還抵抗無効)にしてください。さらに、PD9レジスタのPD9_0ビットを“0”(入力モード)にすると外部クロックを入力できます。このとき、XOUTは入出力ポートP9_1として設定してください。使用しない場合は、未使用端子の処理をしてください。
P9_0端子はXIN端子と、P9_1端子はXOUT端子と兼用です。内蔵発振回路を使用する場合は、これらを入出力ポートとして使用できません。
- 注6. CM13ビットはプログラムで一度“1”(XIN-XOUT端子)にすると、“0”(入出力ポートP9_0、P9_1)にはできません。
- 注7. VCA2レジスタのVCA20ビットが“1”(低消費電力許可)のとき、CM10ビットを“1”にしないでください。
- 注8. CM0レジスタのCM00ビットが“1”(許可)の場合、パワーオフ2モードに移行します。

CM1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。

9.2.3 システムクロック制御レジスタ3 (CM3)

アドレス 0009h 番地								
ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CM37	CM36	CM35	—	—	CM32	—	CM30
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CM30	ウェイト制御ビット(注1)	0: ウェイトモードではない 1: ウェイトモードに移行する	R/W
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“0”。	—	—
b2	CM32	XIN-XCIN切り替えビット	0: P9_0、P9_1をXIN-XOUTに割り当てる 1: P9_0、P9_1をXCIN-XCOUTに割り当てる(注2)	R/W
b3	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
b4	—			
b5	CM35	ウェイトモードから復帰時のCPUクロック分周比選択ビット(注3)	0: CM0レジスタのCM06ビット、CM1レジスタのCM16、CM17ビットの設定有効 1: 分周なし(注3)	R/W
b6	CM36	ウェイトモード、ストップモード、パワーオフ2モードから復帰時のシステムクロック選択ビット	b7 b6 00: ウェイトモード、ストップモード、パワーオフ2モードに移行する直前のCPUクロックで復帰 01: 設定しないでください 10: 高速オンチップオシレータクロックを選択(注4) 11: XINクロックを選択(注5)	R/W
b7	CM37			R/W

- 注1. ウェイトモードから周辺機能割り込みで復帰時、CM30ビットは“0”(ウェイトモードではない)になります。
- 注2. R8C/LA5AグループではCM32ビットを“1”(P9_0、P9_1をXCIN-XCOUTに割り当てる)にしないでください。“0”(P9_0、P9_1をXIN-XOUTに割り当てる)にしてください。
- 注3. ストップモード、パワーオフ2モード時はCM35ビットを“0”にしてください。ウェイトモードへ移行時、CM35ビットが“1”(分周なし)のとき、CM0レジスタのCM06ビットは“0”(CM16、CM17ビット有効)、CM1レジスタのCM17、CM16ビットは“00b”(分周なしモード)になります。
- 注4. CM37、CM36ビットが“10b”(高速オンチップオシレータクロックを選択)のとき、ウェイトモード、ストップモード、パワーオフ2モードから復帰時に次になります。
- OCDレジスタのOCD2ビット=1(オンチップオシレータクロック選択)
 - FRA0レジスタのFRA00ビット=1(高速オンチップオシレータ発振)
 - FRA0レジスタのFRA01ビット=1(高速オンチップオシレータ選択)
- 注5. CM37、CM36ビットが“11b”(XINクロックを選択)のとき、ウェイトモード、ストップモード、パワーオフ2モードから復帰時に次になります。
- CM0レジスタのCM05ビット=0(XINクロック発振)
 - CM1レジスタのCM13ビット=1(XIN-XOUT端子)
 - OCDレジスタのOCD2ビット=0(XINクロック選択)
- CM0レジスタのCM05ビットが“1”(XINクロック停止)で、ウェイトモードへ移行するとき、ウェイトモードから復帰時のCPUクロックにXINクロックを選択する場合は、CM06ビットを“1”(8分周モード)かつCM35ビットを“0”にしてください。
- ただし、XINクロックに外部で生成されたクロックを使用する場合は、CM37～CM36ビットを“11b”(XINクロックを選択)にしないでください。

CM3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。

CM30ビット(ウェイト制御ビット)

CM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にすると、CPUクロックが停止(ウェイトモード)します。XINクロック、XCINクロックおよび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。CM30ビットを“1”にするときは、Iフラグを“0”(マスカブル割り込み禁止)にしてください。

リセット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。ウェイトモードから周辺機能割り込みによる復帰時に、CM30ビットを“1”にした命令の直後の命令から、実行を再開します。

ただし、WAIT命令でウェイトモードに移行する場合、Iフラグを“1”(マスカブル割り込み許可)にしてください。このことで、ウェイトモードから復帰時に、CPUは割り込み処理を行います。

9.2.4 発振停止検出レジスタ(OCD)

アドレス 000Ch番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	OCD3	OCD2	OCD1	OCD0
リセット後の値	0	0	0	0	0	1	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	OCD0	発振停止検出有効ビット(注6)	0: 発振停止検出機能無効(注1) 1: 発振停止検出機能有効	R/W
b1	OCD1	発振停止検出割り込み許可ビット	0: 禁止(注1) 1: 許可	R/W
b2	OCD2	オンチップオシレータクロック選択ビット(注3)	0: XINクロック選択(注6) 1: オンチップオシレータクロック選択(注2)	R/W
b3	OCD3	クロックモニタビット(注4、5)	0: XINクロック発振 1: XINクロック停止	R
b4	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

- 注1. ストップモード、高速オンチップオシレータモード、低速オンチップオシレータモード(XINクロック停止)に移行する前にOCD1～OCD0ビットを“00b”に設定してください。
- 注2. OCD2ビットを“1”(オンチップオシレータクロック選択)にすると、CM14ビットは“0”(低速オンチップオシレータ発振)になります。
- 注3. OCD2ビットは、OCD1～OCD0ビットが“11b”のときにXINクロック発振停止を検出すると、自動的に“1”(オンチップオシレータクロック選択)に切り替わります。また、OCD3ビットが“1”(XINクロック停止)のとき、OCD2ビットに“0”(XINクロック選択)を書いても変化しません。
- 注4. OCD3ビットはOCD0ビットが“1”(発振停止検出機能有効)のとき有効です。また、XINクロックの発振安定確認には使用できません。
- 注5. OCD1～OCD0ビットが“00b”のときOCD3ビットは“0”(XINクロック発振)になり、変化しません。
- 注6. 発振停止検出後、XINクロックが再発振した場合の切り替え手順は、「9.7.1 発振停止検出機能の使用方法」を参照してください。

OCD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、書き換えてください。

9.2.5 高速オンチップオシレータ制御レジスタ0 (FRA0)

アドレス 0023h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	FRA03	—	FRA01	FRA00
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	FRA00	高速オンチップオシレータ許可ビット	0: 高速オンチップオシレータ停止 1: 高速オンチップオシレータ発振	R/W
b1	FRA01	高速オンチップオシレータ選択ビット (注1)	0: 低速オンチップオシレータ選択(注2) 1: 高速オンチップオシレータ選択(注3)	R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	FRA03	fOCO128クロック選択ビット	0: fOCO-Sの128分周を選択 1: fOCO-Fの128分周を選択	R/W
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”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. FRA01ビットは次の条件のとき変更してください。

- FRA00=1(高速オンチップオシレータ発振)
- CM1レジスタのCM14=0(低速オンチップオシレータ発振)
- FRA2レジスタのFRA22～FRA20ビットが
VCC=2.7V～5.5Vの場合は全分周モード設定可能“000b”～“111b”
VCC=1.8V～5.5Vの場合は4分周以上の分周比“011b”～“111b”(4分周モード以上)

注2. FRA01ビットに“0”(低速オンチップオシレータ選択)を書くとき、同時にFRA00ビットに“0”(高速オンチップオシレータ停止)を書かないでください。FRA01ビットを“0”にした後、FRA00ビットを“0”にしてください。

注3. FRA01ビットに“1”(高速オンチップオシレータ選択)を設定し、低速オンチップオシレータを停止する場合は、低速オンチップオシレータの1サイクル以上を待ってから、CM1レジスタのCM14ビットを“1”(低速オンチップオシレータ停止)にしてください。

FRA0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、書き換えてください。

9.2.6 高速オンチップオシレータ周波数制御レジスタ0(FRC0)

アドレス 0024h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	出荷時の値							

ビット	機能	R/W
b7～b0	下記のように設定することで高速オンチップオシレータの周波数を変更することができます。 20MHz: FRC0=リセット後の値、FRC1=リセット後の値 18.432MHz: FR18S0レジスタの値をFRC0レジスタに転送し、かつ、 FR18S1レジスタの値をFRC1レジスタに転送。	R/W

FRC0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、書き換えてください。

また、FRC0レジスタはFRA0レジスタのFRA00ビットが“0”(高速オンチップオシレータ停止)のときに、書き換えてください。

9.2.7 高速オンチップオシレータ制御レジスタ2 (FRA2)

アドレス 0025h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	FRA22	FRA21	FRA20
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	FRA20	高速オンチップオシレータ周波数切り替えビット	分周比選択	R/W
b1	FRA21		高速オンチップオシレータクロック分周比を選択します。	R/W
b2	FRA22		b2 b1 b0 0 0 0 : 1分周モード 0 0 1 : 2分周モード 0 1 0 : 3分周モード 0 1 1 : 4分周モード 1 0 0 : 5分周モード 1 0 1 : 6分周モード 1 1 0 : 7分周モード 1 1 1 : 8分周モード	R/W
b3	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

FRA2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、書き換えてください。

9.2.8 高速オンチップオシレータ18MHz設定値レジスタ0 (FR18S0)

アドレス 0029h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	機能	R/W
b7 ~ b0	18.432MHzの周波数調整用データが格納されます。 この値をFRC0レジスタに転送し、かつ、FR18S1レジスタの調整値をFRC1レジスタに転送することにより、調整ができます。	R

9.2.9 高速オンチップオシレータ18MHz設定値レジスタ1 (FR18S1)

アドレス 002Ah番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	機能	R/W
b7 ~ b0	18.432MHzの周波数調整用データが格納されます。 この値をFRC1レジスタに転送し、かつ、FR18S0レジスタの調整値をFRC0レジスタに転送することにより、調整ができます。	R

9.2.10 高速オンチップオシレータ周波数制御レジスタ1 (FRC1)

アドレス 002Fh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	出荷時の値							

ビット	機能	R/W
b7 ~ b0	下記のように設定することで高速オンチップオシレータの周波数を変更することができます。 20MHz： FRC0 = リセット後の値、FRC1 = リセット後の値 18.432MHz： FR18S0レジスタの値をFRC0レジスタに転送し、かつ、FR18S1レジスタの値をFRC1レジスタに転送。	R/W

FRC1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、書き換えてください。

また、FRC1レジスタはFRA0レジスタのFRA00ビットが“0”(高速オンチップオシレータ停止)のときに、書き換えてください。

クロック発生回路で生成するクロックを説明します。

9.3 XINクロック

XINクロック発振回路が供給するクロックです。CPUクロックと周辺機能クロックのクロック源になります。XIN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。XIN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。XIN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9.3にXINクロックの接続回路例を示します。

リセット中およびリセット後、XINクロックは停止しています。

CM1レジスタのCM13ビットを“1”(XIN-XOUT端子)にした後、CM0レジスタのCM05ビットを“0”(XINクロック発振)にするとXINクロックは発振を開始します。

XINクロックの発振が安定した後、OCDレジスタのOCD2ビットを“0”(XINクロック選択)にするとXINクロックがCPUのクロック源になります。

OCD2ビットを“1”(オンチップオシレータクロック選択)にして使用する場合、CM0レジスタのCM05ビットを“1”(XINクロック停止)にすると、消費電力を低減できます。

XINクロックを外部で生成されたクロックに切り換える場合、または外部で生成されたクロックをXINクロックに切り換える場合、CM05ビットは“1”(XINクロック停止)にしてください。

ストップモード時は、XIN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「10. パワーコントロール」を参照してください。

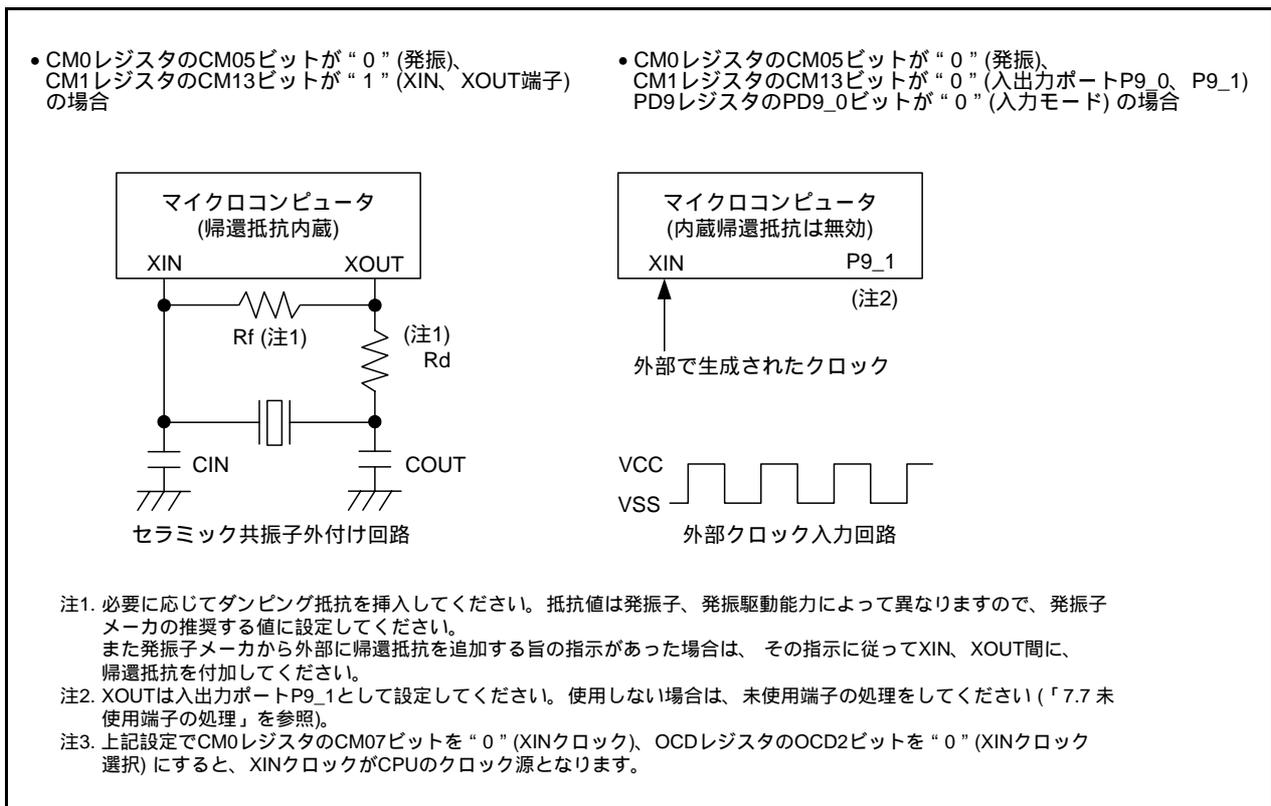


図9.3 XINクロックの接続回路例

9.4 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。オンチップオシレータには、高速オンチップオシレータと低速オンチップオシレータがあります。FRA0レジスタのFRA01ビットで選択したオンチップオシレータのクロックが、オンチップオシレータクロックとなります。

9.4.1 低速オンチップオシレータクロック

低速オンチップオシレータで生成されたクロックはCPUクロック、周辺機能クロック(fOCO、fOCO-S、fOCO128)のクロック源になります。

リセット後、低速オンチップオシレータで生成されたオンチップオシレータクロックの分周なしがCPUクロックになります。

また、OCDレジスタのOCD1～OCD0ビットが“11b”の場合、XINクロックが停止したときに、自動的に低速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。

低速オンチップオシレータの周波数は電源電圧、動作周囲温度によって大きく変動しますので、応用製品設計の際には周波数変動に対して十分マージンを持ってください。

9.4.2 高速オンチップオシレータクロック

高速オンチップオシレータで生成されたクロックはCPUクロック、周辺機能クロック、(fOCO、fOCO-F、fOCO20M、fOCO128)のクロック源になります。

CPUクロック、周辺クロック、fOCO、fOCO-Fのクロック源として使用する場合には、FRA2レジスタのFRA20～FRA22ビットにより、以下のように設定してください。

- VCC = 2.7 V ~ 5.5 V の場合、全分周モード設定可能 “000b” ~ “111b”
- VCC = 1.8 V ~ 5.5 V の場合、4分周以上の分周比 “011b” ~ “111b” (4分周モード以上)

高速オンチップオシレータで生成されるオンチップオシレータクロックは、リセット後停止しています。FRA0レジスタのFRA00ビットを“1”(オンチップオシレータ発振)にすると発振を開始します。

また、FR18S0、FR18S1レジスタには周波数調整用データが格納されています。

高速オンチップオシレータクロックの周波数を18.432MHzにするには、FR18S0レジスタの調整値をFRC0レジスタへ、FR18S1レジスタの調整値をFRC1レジスタに転送して使用してください。これにより、シリアルインタフェースをUARTモードで使用時に、9600bps、38400bpsなどのビットレートを使用することができます(「表 21.8 UARTモード時のビットレート設定例(内部クロック選択時)」を参照)。

9.5 XCINクロック

XCINクロック発振回路が供給するクロックです。CPUクロック、周辺機能クロックのクロック源になります。XCIN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。XCIN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。XCIN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9.4にXCINクロックの接続回路例を示します。

リセットで、CM0レジスタのCM04～CM03ビットが“00b”(外部クロック入力禁止、XCINクロック発振)になり、XCINクロックが発振します(内蔵帰還抵抗は有効)。リセット後、XCINクロックが発振が安定した後、CM0レジスタのCM07ビットを“1”(XCINクロック)にするとXCINクロックがCPUのクロック源になります。

CM03ビットを“1”(XCINクロック発振停止)にするとXCINクロックは停止します。

CM04～CM03に“10b”(外部クロック入力許可、XCINクロック発振)にすると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。このとき、XCOUT端子は開放してください。

内蔵する帰還抵抗は、CM1レジスタのCM12ビットにより、内部帰還抵抗を無効/有効の切り替えも可能です。

XCINクロックを使用する場合は、CM03ビットをいったん“1”にした後、“0”(発振)にしてください。

XCINクロックを使用しない場合は、CM04～CM03を“01b”(外部クロック入力禁止、XCINクロック発振停止)、CM12を“1”(内蔵帰還抵抗無効)にしてください。

ストップモード時は、XCIN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「10. パワーコントロール」を参照してください。

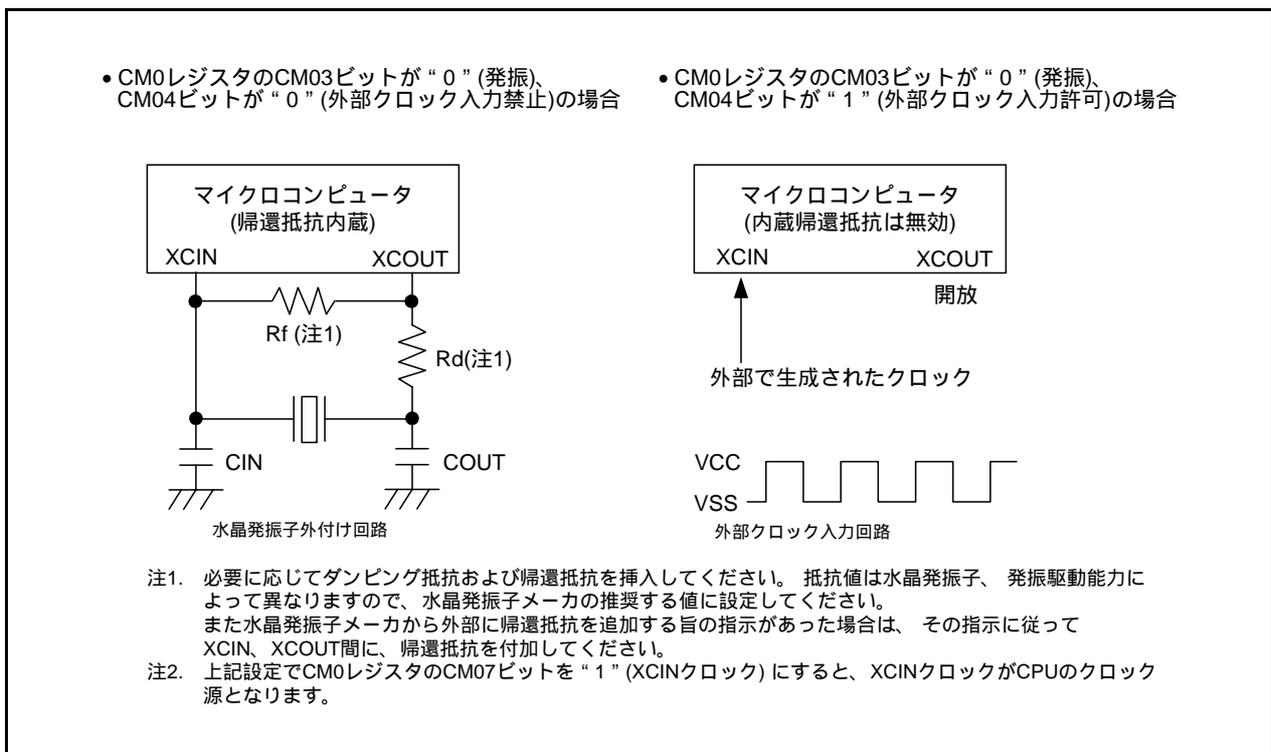


図9.4 XCINクロックの接続回路例

9.6 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。(「図9.1 クロック発生回路」参照。)

9.6.1 システムクロック

CPUクロックと周辺機能クロックのクロック源です。XINクロック、XCINクロックまたはオンチップオシレータクロックが選択できます。

9.6.2 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。

システムクロックを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CM16、CM17ビットで選択できます。

なお、XCINクロックは、XCINクロックの発振が安定しているときに使用してください。

リセット後、低速オンチップオシレータクロックの分周なしがCPUクロックになります。

なお、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。ストップモードへ移行するときは、CM3レジスタのCM35ビットを“0”(CM0レジスタのCM06ビット、CM1レジスタのCM16、CM17ビットの設定有効)にしてください。

9.6.3 周辺機能クロック(f1、f2、f4、f8、f16、f32)

周辺機能の動作クロックです。

f_i ($i=1, 2, 4, 8, 16, 32$)はシステムクロックを i 分周したクロックです。 f_i はタイマRJ、タイマRB、タイマRC、タイマRH、シリアルインタフェース、A/Dコンバータ、LCD波形制御回路で使用します。

CM0レジスタのCM02、CM01ビットを“01”または“10”または“11”にした後にウェイトモードに移行した場合、 f_i は停止します。

9.6.4 fOCO

周辺機能の動作クロックです。

fOCOの周波数は、FRA0レジスタのFRA01ビットで選択したオンチップオシレータクロックの周波数です。高速オンチップオシレータの場合は、FRA2レジスタのFRA20～FRA22ビットで選択した分周比で分周された周波数です。タイマRJで使用します。fOCOはウェイトモード時、停止しません。

9.6.5 fOCO20M

タイマRCのカウントソースになります。

fOCO20Mは高速オンチップオシレータで生成したクロックで、FRA00ビットを“1”にすると供給されます。

fOCO20Mはウェイトモード時、停止しません。

このクロックは、電源電圧VCC = 2.7 ~ 5.5 Vの範囲で使用することができます。

9.6.6 fOCO-F

タイマRC、A/Dコンバータのカウントソースになります。

fOCO-Fは高速オンチップオシレータで生成したクロックを i 分周($i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$; FRA2レジスタで選択した分周比)したクロックで、FRA00ビットを“1”にすると供給されます。

fOCO-Fはウェイトモード時、停止しません。

9.6.7 fOCO-S

電圧検出回路の動作クロックです。

fOCO-Sは低速オンチップオシレータで生成したクロックで、CM14ビットを“0”(低速オンチップオシレータ発振)にすると供給されます。

fOCO-Sはウェイトモード時、停止しません。

9.6.8 fOCO128

fOCO-SまたはfOCO-Fを128分周したクロックです。FRA03ビットを“0”にするとfOCO-Sの128分周が選択され、“1”にすると、fOCO-Fの128分周が選択されます。

タイマRCのTRCGRAレジスタで使用するキャプチャ信号になります。

9.6.9 fC-LCD

fC-LCDはLCD波形制御回路で使用します。

なお、fC-LCDは、XCINクロックの発振が安定しているときに使用してください。

9.6.10 fC、fC32

fC、fC32はタイマRJ、シリアルインタフェースで使用します。

なお、fC、fC32は、XCINクロックの発振が安定しているときに使用してください。

9.6.11 fOCO-WDT

ウォッチドッグタイマの動作クロックです。

fOCO-WDTはウォッチドッグタイマ用低速オンチップオシレータで生成したクロックで、CSPRレジスタのCSPROビットを“1”(カウントソース保護モード有効)にすると供給されます。

fOCO-WDTはウォッチドッグタイマのカウントソース保護モード時、停止しません。

9.6.12 fC-TRH

fC-TRHはタイマRHのカウントソースで使用します。

なお、fC-TRHは、XCINクロックの発振が安定しているときに使用してください。

9.7 発振停止検出機能

発振停止検出機能は、XINクロック発振回路の停止を検出する機能です。

発振停止検出機能はOCDレジスタのOCD0ビットで有効、無効が選択できます。

表9.2に発振停止検出機能の仕様を示します。

XINクロックがCPUクロック源でOCD1～OCD0ビットが“11b”の場合、XINクロックが停止すると、次の状態になります。

- OCDレジスタのOCD2ビット = 1(オンチップオシレータクロック選択)
- OCDレジスタのOCD3ビット = 1(XINクロック停止)
- CM1レジスタのCM14ビット = 0(低速オンチップオシレータ発振)
- 発振停止検出割り込み要求が発生する

表9.2 発振停止検出機能の仕様

項目	仕様
発振停止検出可能クロックと周波数域	f(XIN) 2MHz
発振停止検出機能有効条件	OCD1～OCD0ビットを“11b”にする
発振停止検出時の動作	発振停止検出割り込み発生

9.7.1 発振停止検出機能の使用方法

- 発振停止検出割り込みは、ウォッチドッグタイマ割り込み、電圧監視1割り込み、電圧監視2割り込みとベクタを共用しています。発振停止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、要因の判別が必要となります。

表9.3に発振停止検出割り込み、ウォッチドッグタイマ割り込み、電圧監視1割り込み、電圧監視2割り込みの割り込み要因の判別を示します。図9.6に発振停止検出割り込み、ウォッチドッグタイマ割り込み、電圧監視1割り込みまたは電圧監視2割り込みの割り込み要因判別方法例を示します。

- 発振停止後、XINクロックが再発振した場合は、プログラムでXIN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9.5に発振停止検出後、XINクロックが再発振した場合のXINクロックへの切り替え手順を示します。

- 発振停止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、CM01ビットを“00”(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。
- 発振停止検出機能は外部要因によるXINクロック停止に備えた機能ですので、プログラムでXINクロックを停止または発振させる場合(ストップモードにする、またはCM05ビットを変更する)は、OCD1～OCD0ビットを“00b”にしてください。
- XINクロックの周波数が2MHz未満の場合、この機能は使用できませんので、OCD1～OCD0ビットを“00b”にしてください
- 発振停止検出後に、CPUクロックと周辺機能のクロック源に低速オンチップオシレータクロックを使用する場合、FRA0レジスタのFRA01ビットを“0”(低速オンチップオシレータ選択)にした後、OCD1～OCD0ビットを“11b”にしてください。
発振停止検出後に、CPUクロックと周辺機能のクロック源に高速オンチップオシレータクロックを使用する場合、FRA00ビットを“1”(高速オンチップオシレータ発振)にし、FRA01ビットを“1”(高速オンチップオシレータ選択)にした後、OCD1～OCD0ビットを“11b”にしてください。

表9.3 発振停止検出割り込み、ウォッチドッグタイマ割り込み、電圧監視1割り込み、電圧監視2割り込みの割り込み要因の判別

発生した割り込み要因	割り込み要因を示すビット
発振停止検出 (a)または(b)のとき	(a)OCDレジスタのOCD3 = 1 (b)OCDレジスタのOCD1～OCD0 = 11bかつOCD2 = 1
ウォッチドッグタイマ	VW2CレジスタのVW2C3 = 1
電圧監視1	VW1CレジスタのVW1C2 = 1
電圧監視2	VW2CレジスタのVW2C2 = 1

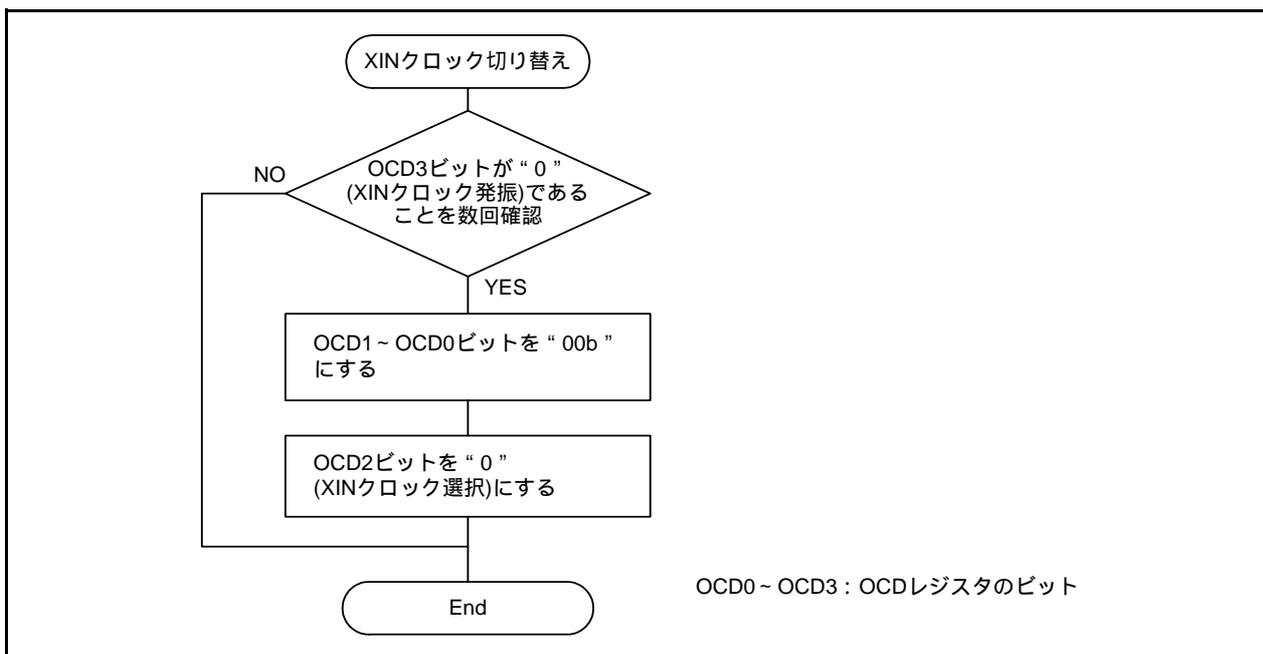


図9.5 発振停止検出後、XINクロックが再発振した場合のXINクロックへの切り替え手順

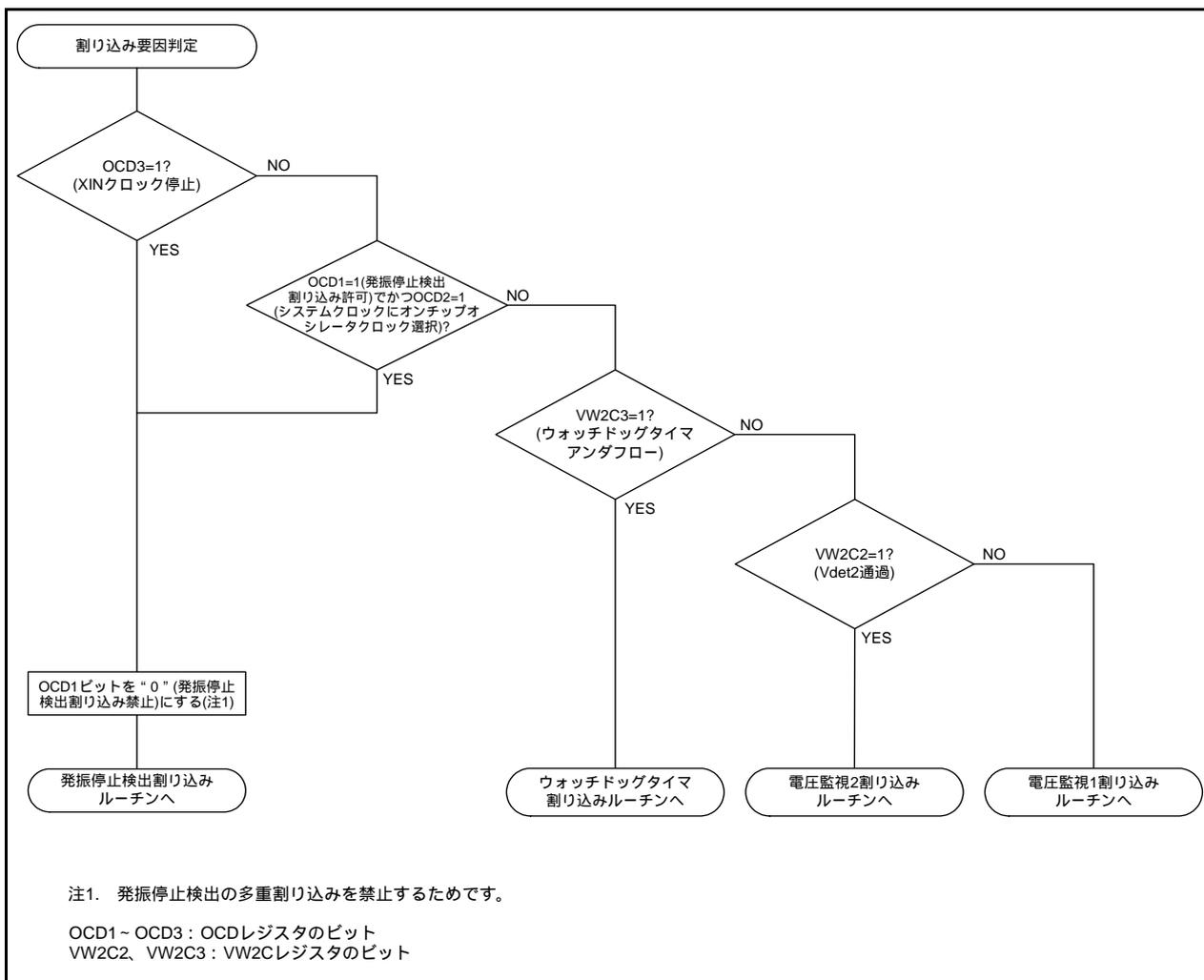


図9.6 発振停止検出割り込み、ウォッチドッグタイマ割り込み、電圧監視1割り込みまたは電圧監視2割り込みの割り込み要因判別方法例

9.8 クロック発生回路使用上の注意

9.8.1 発振停止検出機能

XINクロックの周波数が2MHz未満の場合、発振停止検出機能は使用できませんので、OCDレジスタのOCD1～OCD0ビットを“00b”にしてください。また、OCD3ビットは、XINクロックの発振安定確認には使用できません。

9.8.2 発振回路定数

ユーザシステムにおける最適発振回路定数は、発振子メーカーにご相談の上、決定してください。

9.8.3 XCINクロック

XCINクロックを使用する場合は、CM03ビットをいったん“1”(停止)にした後、“0”(発振)にしてください。

R8C/LA3Aグループの場合は、以下の参考プログラム例に従って設定してください。

- XCIN発振回路を使用する場合のプログラム例

```
BSET      3, CM0      ; XCINクロック停止
BSET      2, CM3      ; XCIN切り替え
BCLR      3, CM0      ; XCINクロック発振
```

- XCIN発振回路に外部クロックを使用する場合のプログラム例

```
BSET      3, CM0      ; XCINクロック停止
BSET      2, CM1      ; XCIN-XCOUT内蔵帰還抵抗無効
BSET      4, CM0      ; XCIN外部クロック入力許可
BSET      2, CM3      ; XCIN切り替え
BCLR      3, CM0      ; XCINクロック発振
```

- XCIN発振回路を使用しない場合のプログラム例

```
BSET      3, CM0      ; XCINクロック停止
BSET      2, CM1      ; XCIN-XCOUT内蔵帰還抵抗無効
```

10. パワーコントロール

注意

本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。
R8C/LA3Aグループについては「1.4 ピン配置図」を参照してください。

10.1 概要

パワーコントロールには4つのモードがあります。なお、ここではウェイトモード、ストップモード、パワーオフ0モード、パワーオフ2モード以外の状態を、標準動作モードと呼びます。

表10.1に各モードを、図10.1にパワーコントロールモード状態遷移を示します。

表10.1 パワーコントロール

モード		動作
標準動作モード	高速クロック	CPU、周辺機能動作
	高速オンチップオシレータ	
	低速クロック	CPU、周辺機能動作
	低速オンチップオシレータ	
ウェイトモード		CPU停止、周辺機能動作
ストップモード		CPU停止、ウォッチドッグタイマ以外の周辺機能停止(発振停止)
パワーオフ0モード		CPU停止、全周辺機能停止(発振停止)、RAMとSFRは保持されない
パワーオフ2モード		CPU停止、ウォッチドッグタイマとタイマRH以外の周辺機能停止、RAMとSFRは保持

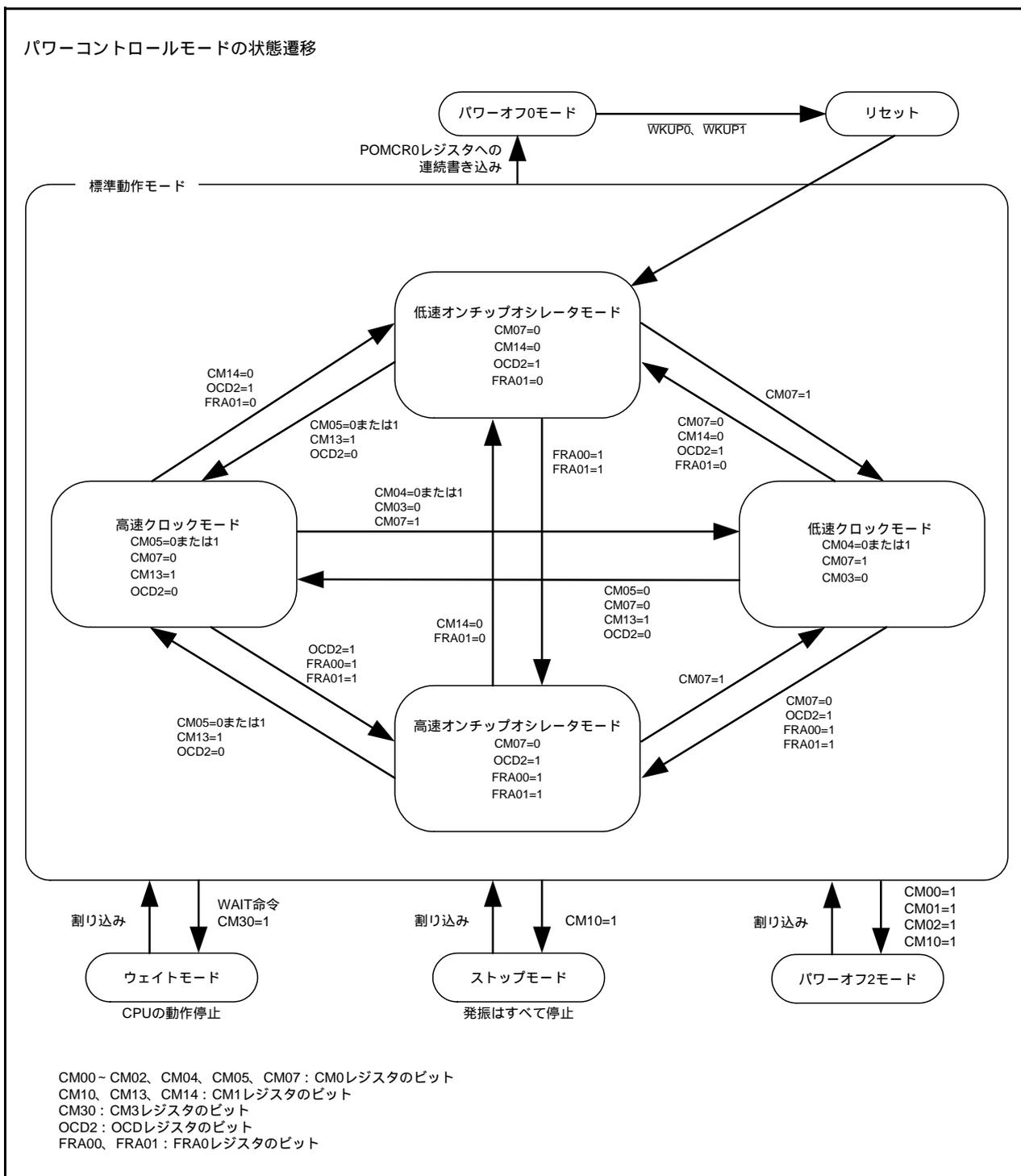


図 10.1 パワーコントロールモード状態遷移

10.2 レジスタの説明

10.2.1 システムクロック制御レジスタ0 (CM0)

アドレス 0006h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CM07	CM06	CM05	CM04	CM03	CM02	CM01	CM00
リセット後の値	0	0	1	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CM00	パワーオフ2モード移行許可ビット	0: 禁止 1: 許可(注6)	R/W
b1	CM01	ウェイトモード時周辺機能クロック停止ビット(注6)	b2 b1 00: ウェイトモード時、周辺機能クロックを停止しない 01: ウェイトモード時、f1 ~ f32クロック停止 10: ウェイトモード時、f1 ~ f32、fCクロック停止 11: ウェイトモード時、f1 ~ f32、fC、fC-LCDクロック停止	R/W
b2	CM02			
b3	CM03	XCINクロック停止ビット(注5、7)	0: 発振 1: 停止	R/W
b4	CM04	XCIN外部クロック入力許可ビット	0: 外部クロック入力禁止 1: 外部クロック入力許可	R/W
b5	CM05	XINクロック(XIN-XOUT)停止ビット(注1、2)	0: 発振 1: 停止	R/W
b6	CM06	CPUクロック分周比選択ビット0(注3)	0: CM1レジスタのCM16、CM17ビット有効 1: 8分周モード	R/W
b7	CM07	システムクロック選択ビット(注4)	0: XINクロック、またはオンチップオシレータクロック 1: XCINクロック	R/W

- 注1. CM05ビットは、システムクロックがXINクロック以外の場合、XINクロックを停止することができます。XINクロックが停止したかどうかの検出には使えません。XINクロックを停止させる場合、次のようにしてください。
(1) OCDレジスタのOCD1 ~ OCD0ビットを“00b”にする。
(2) OCD2ビットを“1”(オンチップオシレータクロック選択)にする。
- 注2. CM05ビットが“1”(XINクロック停止)かつCM13ビットが“0”(入出力ポート)の場合のみ、P9_0、P9_1は入出力ポートとして使用できます。
P9_0端子はXIN端子と、P9_1端子はXOUT端子と兼用です。内蔵発振回路を使用する場合は、これらをI/Oポートとして使用できません。
- 注3. 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4. XCINクロックの発振が安定した後に、CM07ビットを“0”から“1”(XCINクロック)にしてください。
- 注5. XCINクロックを使用する場合は、電源投入後およびパワーオフ解除後に、CM03ビットをいったん“1”(停止)にした後、“0”(発振)にしてください。
- 注6. CM00ビットを“1”(許可)にする場合は、CM02 ~ CM01ビットを“11b”にしてください。
- 注7. 外部クロック入力時は、CM03ビットを“0”(発振)にしてください。

CM0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。

10.2.2 システムクロック制御レジスタ1 (CM1)

アドレス 0007h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CM17	CM16	—	CM14	CM13	CM12	CM11	CM10
リセット後の値	0	0	1	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CM10	全クロック停止制御ビット (注2、7、8)	0: クロック発振 1: 全クロック停止(ストップモード/パワーオフ2モード)	R/W
b1	CM11	XIN-XOUT内蔵帰還抵抗選択ビット	0: 内蔵帰還抵抗有効 1: 内蔵帰還抵抗無効	R/W
b2	CM12	XCIN-XCOOUT内蔵帰還抵抗選択ビット	0: 内蔵帰還抵抗有効 1: 内蔵帰還抵抗無効	R/W
b3	CM13	ポート/XIN-XOUT切り替えビット (注5、6)	0: 入出力ポートP9_0、P9_1 1: XIN-XOUT端子	R/W
b4	CM14	低速オンチップオシレータ発振停止ビット(注3、4)	0: 低速オンチップオシレータ発振 1: 低速オンチップオシレータ停止	R/W
b5	—	予約ビット	“1” にしてください	R/W
b6	CM16	CPUクロック分周比選択ビット1 (注1)	b7 b6 00: 分周なしモード 01: 2分周モード 10: 4分周モード 11: 16分周モード	R/W
b7	CM17			R/W

- 注1. CM06ビットが“0”の場合、CM16～CM17ビットは有効となります。
- 注2. CM10ビットが“1”(全クロック停止)の場合、内蔵している帰還抵抗は無効となります。ただし、パワーオフ2モードでは内蔵しているXCIN-XCOOUT帰還抵抗は無効になりません。
- 注3. CM14ビットはOCD2ビットが“0”(XINクロック選択)のとき、“1”(低速オンチップオシレータ停止)にできます。OCD2ビットを“1”(オンチップオシレータクロック選択)にすると、CM14ビットは“0”(低速オンチップオシレータ発振)になります。“1”を書いても変化しません。
- 注4. 電圧監視1割り込み、電圧監視2割り込みを使用する場合(デジタルフィルタを使用する場合)、CM14ビットを“0”(低速オンチップオシレータ発振)にしてください。
- 注5. 入出力ポートとして使用する場合は、CM13ビットを“0”(入出力ポート)、CM0レジスタのCM05ビットを“1”(XINクロック停止)にしてください。
外部クロック入力として使用する場合は、CM13ビットを“0”(入出力ポート)、CM05ビットを“0”(XINクロック発振)、CM11ビットを“1”(内部帰還抵抗無効)にしてください。さらに、PD9レジスタのPD9_0ビットを“0”(入力モード)にすると外部クロックを入力できます。このとき、XOUTは入出力ポートP9_1として設定してください。使用しない場合は、未使用端子の処理をしてください。
P9_0端子はXIN端子と、P9_1端子はXOUT端子と兼用です。内蔵発振回路を使用する場合は、これらを入出力ポートとして使用できません。
- 注6. CM13ビットはプログラムで一度“1”(XIN-XOUT端子)にすると、“0”(入出力ポートP9_0、P9_1)にはできません。
- 注7. VCA2レジスタのVCA20ビットが“1”(低消費電力許可)のとき、CM10ビットを“1”にしないでください。
- 注8. CM0レジスタのCM00ビットが“1”(許可)の場合、パワーオフ2モードに移行します。

CM1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。

10.2.3 システムクロック制御レジスタ3 (CM3)

アドレス 0009h 番地								
ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CM37	CM36	CM35	—	—	CM32	—	CM30
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CM30	ウェイト制御ビット(注1)	0: ウェイトモードではない 1: ウェイトモードに移行する	R/W
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“0”。	—	—
b2	CM32	XIN-XCIN切り替えビット	0: P9_0、P9_1をXIN-XOUTに割り当てる 1: P9_0、P9_1をXCIN-XCOUTに割り当てる(注2)	R/W
b3	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
b4	—			
b5	CM35	ウェイトモードから復帰時のCPUクロック分周比選択ビット(注3)	0: CM0レジスタのCM06ビット、CM1レジスタのCM16、CM17ビットの設定有効 1: 分周なし(注3)	R/W
b6	CM36	ウェイトモード、ストップモード、パワーオフ2モードから復帰時のシステムクロック選択ビット	b7 b6 00: ウェイトモード、ストップモード、パワーオフ2モードに移行する直前のCPUクロックで復帰 01: 設定しないでください 10: 高速オンチップオシレータクロックを選択(注4) 11: XINクロックを選択(注5)	R/W
b7	CM37			R/W

- 注1. ウェイトモードから周辺機能割り込みで復帰時、CM30ビットは“0”(ウェイトモードではない)になります。
- 注2. R8C/LA5AグループではCM32ビットを“1”(P9_0、P9_1をXCIN-XCOUTに割り当てる)にしないでください。“0”(P9_0、P9_1をXIN-XOUTに割り当てる)にしてください。
- 注3. ストップモード、パワーオフ2モード時はCM35ビットを“0”にしてください。ウェイトモードへ移行時、CM35ビットが“1”(分周なし)のとき、CM0レジスタのCM06ビットは“0”(CM16、CM17ビット有効)、CM1レジスタのCM17、CM16ビットは“00b”(分周なしモード)になります。
- 注4. CM37、CM36ビットが“10b”(高速オンチップオシレータクロックを選択)のとき、ウェイトモード、ストップモード、パワーオフ2モードから復帰時に次になります。
- OCDレジスタのOCD2ビット=1(オンチップオシレータクロック選択)
 - FRA0レジスタのFRA00ビット=1(高速オンチップオシレータ発振)
 - FRA0レジスタのFRA01ビット=1(高速オンチップオシレータ選択)
- 注5. CM37、CM36ビットが“11b”(XINクロックを選択)のとき、ウェイトモード、ストップモード、パワーオフ2モードから復帰時に次になります。
- CM0レジスタのCM05ビット=0(XINクロック発振)
 - CM1レジスタのCM13ビット=1(XIN-XOUT端子)
 - OCDレジスタのOCD2ビット=0(XINクロック選択)
- CM0レジスタのCM05ビットが“1”(XINクロック停止)で、ウェイトモードへ移行するとき、ウェイトモードから復帰時のCPUクロックにXINクロックを選択する場合は、CM06ビットを“1”(8分周モード)かつCM35ビットを“0”にしてください。
- ただし、XINクロックに外部で生成されたクロックを使用する場合は、CM37～CM36ビットを“11b”(XINクロックを選択)にしないでください。

CM3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。

CM30ビット(ウェイト制御ビット)

CM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にすると、CPUクロックが停止(ウェイトモード)します。XINクロック、XCINクロックおよび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。CM30ビットを“1”にするときは、Iフラグを“0”(マスカブル割り込み禁止)にしてください。

リセット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。ウェイトモードから周辺機能割り込みによる復帰時に、CM30ビットを“1”にした命令の直後の命令から、実行を再開します。

ただし、WAIT命令でウェイトモードに移行する場合、Iフラグを“1”(マスカブル割り込み許可)にしてください。このことで、ウェイトモードから復帰時に、CPUは割り込み処理を行います。

10.2.4 発振停止検出レジスタ(OCD)

アドレス 000Ch番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	OCD3	OCD2	OCD1	OCD0
リセット後の値	0	0	0	0	0	1	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	OCD0	発振停止検出有効ビット(注6)	0: 発振停止検出機能無効(注1) 1: 発振停止検出機能有効	R/W
b1	OCD1	発振停止検出割り込み許可ビット	0: 禁止(注1) 1: 許可	R/W
b2	OCD2	オンチップオシレータクロック選択ビット(注3)	0: XINクロック選択(注6) 1: オンチップオシレータクロック選択(注2)	R/W
b3	OCD3	クロックモニタビット(注4、5)	0: XINクロック発振 1: XINクロック停止	R
b4	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

- 注1. ストップモード、高速オンチップオシレータモード、低速オンチップオシレータモード(XINクロック停止)に移行する前にOCD1～OCD0ビットを“00b”に設定してください。
- 注2. OCD2ビットを“1”(オンチップオシレータクロック選択)にすると、CM14ビットは“0”(低速オンチップオシレータ発振)になります。
- 注3. OCD2ビットは、OCD1～OCD0ビットが“11b”のときにXINクロック発振停止を検出すると、自動的に“1”(オンチップオシレータクロック選択)に切り替わります。また、OCD3ビットが“1”(XINクロック停止)のとき、OCD2ビットに“0”(XINクロック選択)を書いても変化しません。
- 注4. OCD3ビットはOCD0ビットが“1”(発振停止検出機能有効)のとき有効です。また、XINクロックの発振安定確認には使用できません。
- 注5. OCD1～OCD0ビットが“00b”のときOCD3ビットは“0”(XINクロック発振)になり、変化しません。
- 注6. 発振停止検出後、XINクロックが再発振した場合の切り替え手順は、「9.7.1 発振停止検出機能の使用方法」を参照してください。

OCD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、書き換えてください。

10.2.5 高速オンチップオシレータ制御レジスタ0 (FRA0)

アドレス 0023h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	FRA03	—	FRA01	FRA00
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	FRA00	高速オンチップオシレータ許可ビット	0: 高速オンチップオシレータ停止 1: 高速オンチップオシレータ発振	R/W
b1	FRA01	高速オンチップオシレータ選択ビット (注1)	0: 低速オンチップオシレータ選択(注2) 1: 高速オンチップオシレータ選択(注3)	R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	FRA03	fOCO128クロック選択ビット	0: fOCO-Sの128分周を選択 1: fOCO-Fの128分周を選択	R/W
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”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. FRA01ビットは次の条件のとき変更してください。

- FRA00=1(高速オンチップオシレータ発振)
- CM1レジスタのCM14=0(低速オンチップオシレータ発振)
- FRA2レジスタのFRA22～FRA20ビットが
VCC=2.7V～5.5Vの場合は全分周モード設定可能“000b”～“111b”
VCC=1.8V～5.5Vの場合は4分周以上の分周比“011b”～“111b”(4分周モード以上)

注2. FRA01ビットに“0”(低速オンチップオシレータ選択)を書くとき、同時にFRA00ビットに“0”(高速オンチップオシレータ停止)を書かないでください。FRA01ビットを“0”にした後、FRA00ビットを“0”にしてください。

注3. FRA01ビットに“1”(高速オンチップオシレータ選択)を設定し、低速オンチップオシレータを停止する場合は、低速オンチップオシレータの1サイクル以上を待ってから、CM1レジスタのCM14ビットを“1”(低速オンチップオシレータ停止)にしてください。

FRA0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、書き換えてください。

10.2.6 電圧検出レジスタ2 (VCA2)

アドレス 0034h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	VCA27	VCA26	VCA25	—	—	—	—	VCA20
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

上記はOFSレジスタのLVDASビットが“1”の場合

リセット後の値	0	0	1	0	0	0	0	0
---------	---	---	---	---	---	---	---	---

上記はOFSレジスタのLVDASビットが“0”の場合

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	VCA20	内部電源低消費電力許可ビット(注1)	0: 低消費電力禁止 1: 低消費電力許可(注2)	R/W
b1	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	VCA25	電圧検出0許可ビット(注3)	0: 電圧検出0回路無効 1: 電圧検出0回路有効	R/W
b6	VCA26	電圧検出1許可ビット(注4)	0: 電圧検出1回路無効 1: 電圧検出1回路有効	R/W
b7	VCA27	電圧検出2許可ビット(注5)	0: 電圧検出2回路無効 1: 電圧検出2回路有効	R/W

注1. VCA20ビットはウェイトモードへの移行時のみに使用してください。VCA20ビットの設定は「10.8.9 VCA20ビットによる内部電源低消費電力操作」に従ってください。

注2. VCA20ビットが“1”(低消費電力許可)のとき、CM1レジスタのCM10ビットを“1”(全クロック停止)にしないでください。

注3. VCA25ビットに書く場合は、リセット後の値を書いてください。

注4. 電圧検出1割り込みを使用する場合、またはVW1CレジスタのVW1C3ビットを使用する場合、VCA26ビットを“1”(電圧検出1回路有効)にしてください。

VCA26ビットを“0”から“1”にした後、td(E-A)経過してから電圧検出1回路が動作します。

注5. 電圧検出2割り込みを使用する場合、またはVCA1レジスタのVCA13ビットを使用する場合、VCA27ビットを“1”(電圧検出2回路有効)にしてください。

VCA27ビットを“0”から“1”にした後、td(E-A)経過してから電圧検出2回路が動作します。

VCA2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。

10.2.7 パワーオフモード制御レジスタ0 (POMCR0)

アドレス 0020h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	POM07	POM06	POM05	POM04	POM03	POM02	POM01	POM00
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	0	0

1回目書き込み：パワーオフ0モード時のモード解除入力端子の設定

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	POM00	予約ビット	“0” にしてください	W
b1	POM01	WKUP1入力有効ビット	0：入力無効 1：入力有効	W
b2	POM02	予約ビット	“0” にしてください	W
b3	POM03			
b4	POM04			
b5	POM05			
b6	POM06			
b7	POM07			

2～5回目書き込み：パワーオフ0モードへ移行

ビット	機能	R/W
b7～b0	“88h”、“15h”、“92h”、“25h”を連続して書いてください。	W

読み出し時

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	POM00	WKUP0要因パワーオフ0モード解除フラグ	0：未検出 1：検出	R
b1	POM01	WKUP1要因パワーオフ0モード解除フラグ	0：未検出 1：検出	R
b2	—	何も配置されていない。読んだ場合、その値は不定。		—
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. パワーオフ0モードへの移行は、5回連続してPOMCR0レジスタへの書き込みを行ってください。

表10.2 パワーオフ0モード解除後のPOMCR0レジスタの値

パワーオフ0モード解除要因	POM07	POM06	POM05	POM04	POM03	POM02	POM01	POM00
WKUP0要因	X	X	X	X	X	X	0	1
WKUP1要因	X	X	X	X	X	X	1	0

10.3 標準動作モード

表10.3に標準動作モードのクロック選択を示します。

標準動作モードでは、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高いほど処理能力は上がり、低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さら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。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クロックを切り替えてください。

表10.3 標準動作モードのクロック選択

モード	OCDレジスタ	CM1レジスタ				CM0レジスタ					FRA0レジスタ		
		OCD2	CM17	CM16	CM14	CM13	CM07	CM06	CM05	CM04	CM03	FRA01	FRA00
高速クロックモード	分周なし	0	0	0		0または1 (注2)	0	0	0				
	2分周	0	0	1		0または1 (注2)	0	0	0				
	4分周	0	1	0		0または1 (注2)	0	0	0				
	8分周	0				0または1 (注2)	0	1	0				
	16分周	0	1	1		0または1 (注2)	0	0	0				
低速クロックモード	分周なし		0	0			1	0		0または1 (注1)	0		
	2分周		0	1			1	0		0または1 (注1)	0		
	4分周		1	0			1	0		0または1 (注1)	0		
	8分周						1	1		0または1 (注1)	0		
	16分周		1	1			1	0		0または1 (注1)	0		
高速オンチップオシレータモード	分周なし	1	0	0			0	0				1	1
	2分周	1	0	1			0	0				1	1
	4分周	1	1	0			0	0				1	1
	8分周	1					0	1				1	1
	16分周	1	1	1			0	0				1	1
低速オンチップオシレータモード	分周なし	1	0	0	0		0	0				0	
	2分周	1	0	1	0		0	0				0	
	4分周	1	1	0	0		0	0				0	
	8分周	1			0		0	1				0	
	16分周	1	1	1	0		0	0				0	

：“0”でも“1”でも影響ない

注1. 外部クロック入力を選択する場合は、CM04ビットを“1”、内蔵発振回路を選択する場合は、CM04ビットを“0”にしてください。

注2. 外部クロック入力を選択する場合は、CM13ビットを“0”、内蔵発振回路を選択する場合は、CM13ビットを“1”にしてください。

10.3.1 高速クロックモード

XINクロックの1分周(分周なし)、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。CM14ビットが“0”(低速オンチップオシレータ発振)のとき、またはFRA0レジスタのFRA00ビットが“1”(高速オンチップオシレータ発振)のとき、fOCOをタイマRJで使用できます。

また、FRA00ビットが“1”のとき、fOCO20MをタイマRCで使用できます。

CM14ビットが“0”(低速オンチップオシレータ発振)のとき、fOCO-Sを電圧検出回路で使用できます。

10.3.2 低速クロックモード

XCINクロックの1分周(分周なし)、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。

このモードにおいて、XINクロックおよび高速オンチップオシレータを停止させ、FMR2レジスタのFMR27ビットを“1”(低消費電流リードモード許可)にすることで、低消費動作が可能です。CPUクロックがXCINクロックの1分周(分周なし)、2分周、4分周または8分周のいずれかで、低消費電流リードモードを使用できます。ただし、選択したCPUクロックの周波数が3kHz以下のときは、低消費電流リードモードを使用しないでください。CPUクロック分周比を設定した後、FMR27ビットを“1”にしてください。

また、FRA00ビットが“1”のとき、fOCO20MをタイマRCで使用できます。

CM14ビットが“0”(低速オンチップオシレータ発振)のとき、fOCO-Sを電圧検出回路で使用できます。

また、このモードからウェイトモードに入る場合、VCA2レジスタのVCA20ビットを“1”(内部電源低消費電力許可)にすることで、ウェイトモード中の電流をさらに低消費にすることができます。

消費電力を低減する方法は、「10.8 消費電力の低減」を参照してください。

10.3.3 高速オンチップオシレータモード

FRA0レジスタのFRA00ビットが“1”(高速オンチップオシレータ発振)、かつFRA0レジスタのFRA01ビットが“1”のとき、高速オンチップオシレータがオンチップオシレータクロックになります。このとき、オンチップオシレータクロックの1分周(分周なし)、2分周、4分周、8分周、または16分周がCPUクロックになります。FRA00ビットが“1”のとき、fOCO20MをタイマRCで使用できます。

また、CM14ビットが“0”(低速オンチップオシレータ発振)のとき、fOCO-Sを電圧検出回路で使用できます。

10.3.4 低速オンチップオシレータモード

CM1レジスタのCM14ビットが“0”(低速オンチップオシレータ発振)、かつFRA0レジスタのFRA01ビットが“0”のとき、低速オンチップオシレータがオンチップオシレータクロックになります。このとき、オンチップオシレータクロックの1分周(分周なし)、2分周、4分周、8分周、または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。FRA00ビットが“1”のとき、fOCO20MをタイマRCで使用できます。

また、CM14ビットが“0”(低速オンチップオシレータ発振)のとき、fOCO-Sを電圧検出回路で使用できます。

このモードにおいて、XINクロックおよび高速オンチップオシレータを停止させ、FMR2レジスタのFMR27ビットを“1”(低消費電流リードモード許可)にすることで、低消費動作が可能です。CPUクロックが低速オンチップオシレータクロックの4分周、8分周または16分周のいずれかで、低消費電流リードモードを使用できます。CPUクロック分周比を設定した後、FMR27ビットを“1”にしてください。

また、このモードからウェイトモードに入る場合、VCA2レジスタのVCA20ビットを“1”(内部電源低消費電力許可)にすることで、ウェイトモード中の電流をさらに低消費にすることができます。

消費電力を低減する方法は、「10.8 消費電力の低減」を参照してください。

10.4 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、カウントソース保護モード無効時のウォッチドッグタイマが停止します。XINクロック、XCIN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。

10.4.1 周辺機能クロック停止機能

CM0レジスタのCM01、CM02ビット(ウェイトモード時周辺機能クロック停止ビット)の設定で、ウェイトモード時に停止する周辺機能クロックを選択できるので、用途にあわせて消費電力を調整できます。

10.4.2 ウェイトモードへの移行

WAIT命令を実行、またはCM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にするとウェイトモードになります。

OCDレジスタのOCD2ビットが“1”(システムクロックにオンチップオシレータを選択)の場合は、OCDレジスタのOCD1ビットを“0”(発振停止検出割り込み禁止)にしてから、WAIT命令を実行、またはCM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にしてください。

OCD1ビットが“1”(発振停止検出割り込み許可)の状態、ウェイトモードに移行すると、CPUクロックが停止しないため消費電流が減少しません。

ウェイトモードへ移行するときは、FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)ならびにFMR27ビットを“0”(低消費電流リードモード禁止)にした後、移行してください。FMR01ビットが“1”(CPU書き換えモード有効)あるいはFMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)の状態、ウェイトモードへ移行しないでください。

CM30ビットを“1”にしてウェイトモードに移行する場合は、Iフラグを“0”(マスカブル割り込み禁止)にしてください。WAIT命令でウェイトモードに移行する場合は、Iフラグを“1”(マスカブル割り込み許可)にしてください。

低速クロックモードからウェイトモードに移行するときに、CM37～CM36ビットを00b以外に設定する場合はXCINクロックの周波数を28kHz以上にしてください。

高速クロックモードからウェイトモードに移行するときに、CM37～CM36ビットを00b以外に設定する場合はXINクロックの周波数を28kHz以上にしてください。

10.4.3 VCA20ビットによる内部電源低消費操作

低速クロックモードまたは低速オンチップオシレータモードでウェイトモードへ移行する場合、VCA2レジスタのVCA20ビットにより、内部電源の消費電力を低減できます。VCA20ビットにより内部電源低消費電力を許可する場合は、「10.8.9 VCA20ビットによる内部電源低消費操作」に従ってください。

10.4.4 ウェイトモード時の端子の状態

入出力ポートはウェイトモードに入る直前の状態を保持します。

10.4.5 ウェイトモードからの復帰

リセット、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。周辺機能割り込みはCM0レジスタのCM01、CM02ビットの影響を受けます。

表10.4 ウェイトモードからの復帰に使用できる割り込みと使用条件

割り込み	CM02、CM01 = 00bの場合	CM02、CM01 = 01bの場合	CM02、CM01 = 10bの場合	CM02、CM01 = 11bの場合
シリアルインタフェース割り込み	内部クロック、外部クロックで使用可	fC、外部クロックで使用可	外部クロックで使用可	外部クロックで使用可
シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット/I ² Cバスインタフェース割り込み	すべてのモードで使用可	(使用しないでください)	(使用しないでください)	(使用しないでください)
キー入力割り込み	使用可	使用可	使用可	使用可
A/D変換割り込み	(A/D変換中にウェイトモードに移行しないでください)	(A/D変換中にウェイトモードに移行しないでください)	(A/D変換中にウェイトモードに移行しないでください)	(A/D変換中にウェイトモードに移行しないでください)
タイマRJ割り込み	すべてのモードで使用可	フィルタなしの場合にイベントカウンタモードで使用可 カウントソースにfOCO、fC、fC32を選択することで使用可	フィルタなしの場合にイベントカウンタモードで使用可 カウントソースにfOCOを選択することで使用可	フィルタなしの場合にイベントカウンタモードで使用可 カウントソースにfOCOを選択することで使用可
タイマRB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)	タイマRJのカウントソースにfOCOを選択し、タイマRBのカウントソースにタイマRJのアンダフローを選択することで使用可	タイマRJのカウントソースにfOCOを選択し、タイマRBのカウントソースにタイマRJのアンダフローを選択することで使用可
タイマRC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)	(使用しないでください)	(使用しないでください)
タイマRH割り込み	すべてのモードで使用可	リアルタイムクロックモードで使用可	リアルタイムクロックモードで使用可	リアルタイムクロックモードで使用可
INT割り込み	使用可	フィルタなしの場合に、使用可	フィルタなしの場合に、使用可	フィルタなしの場合に、使用可
電圧監視1割り込み	使用可	使用可	使用可	使用可
電圧監視2割り込み	使用可	使用可	使用可	使用可
発振停止検出割り込み	使用可	(使用しないでください)	(使用しないでください)	(使用しないでください)

- CM02、CM01ビットが“00b”(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、A/D変換割り込み以外の周辺機能割り込みがウェイトモードから復帰に使用できます。
 - CM02、CM01ビットが“01b”(ウェイトモード時、f1～f32クロック停止)の場合は、外部信号、オンチップオシレータクロックまたはfC、fC32クロック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の復帰に使用できます。
 - CM02、CM01ビットが“10b”(ウェイトモード時、f1～f32、fCクロック停止)の場合は、外部信号またはオンチップオシレータクロック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の復帰に使用できます。
 - CM02、CM01ビットが“11b”(ウェイトモード時、f1～f32、fC、fC-LCDクロック停止)の場合は、CM02、CM01ビットが“10b”のときと同様です。
- 表10.4にウェイトモードからの復帰に使用できる割り込みと使用条件を示します。

10.4.6 CM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にした後のウェイトモードからの復帰

図10.2にCM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にした後のウェイトモードから復帰後に最初の命令を実行するまでの時間を示します。

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、CM30ビットを“1”にする前に次の設定をしてください。

- (1) Iフラグを“0”(マスカブル割り込み禁止)にする。
- (2) 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“000b”(割り込み禁止)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から次の命令を実行するまでの時間(サイクル数)は、FMR0レジスタのFMSTPビットおよびVCA2レジスタのVCA20ビットの設定に応じて図10.2のとおりとなります。

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、CM3レジスタのCM35、CM36、CM37ビットで設定したクロックとなります。このとき、CM0レジスタのCM06ビット、CM1レジスタのCM16、CM17ビットは自動的に変更されます。

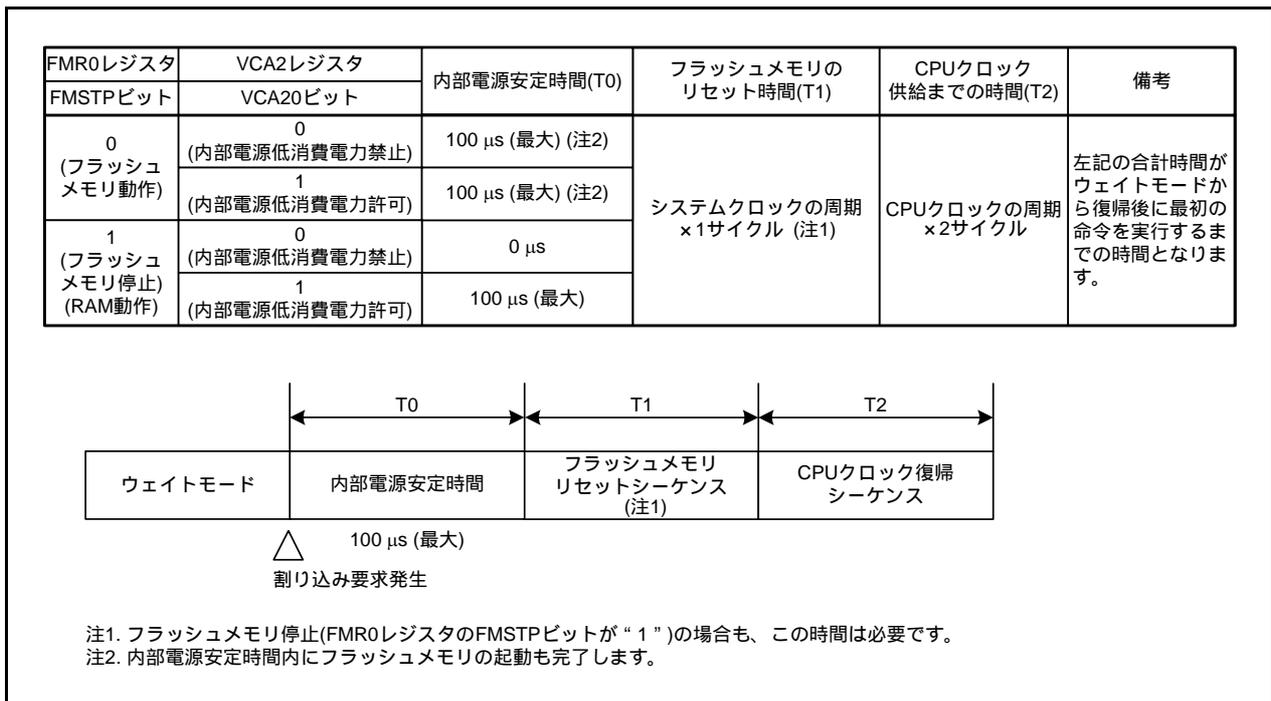


図10.2 CM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にした後のウェイトモードから復帰後に最初の命令を実行するまでの時間

10.4.7 WAIT命令実行後のウェイトモードからの復帰

図10.3にWAIT命令実行後のウェイトモードから割り込みルーチンを実行するまでの時間を示します。

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“000b”(割り込み禁止)にする。
- (2) Iフラグを“1”(マスカブル割り込み許可)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。

周辺割り込みで復帰する場合、割り込み要求が発生してから割り込みルーチンを実行するまでの時間(サイクル数)は、FMR0レジスタのFMSTPビットおよびVCA2レジスタのVCA20ビットの設定に応じて図10.3のとおりとなります。

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、CM3レジスタのCM35、CM36、CM37ビットで設定したクロックとなります。このとき、CM0レジスタのCM06ビット、CM1レジスタのCM16、CM17ビットは自動的に変更されます。

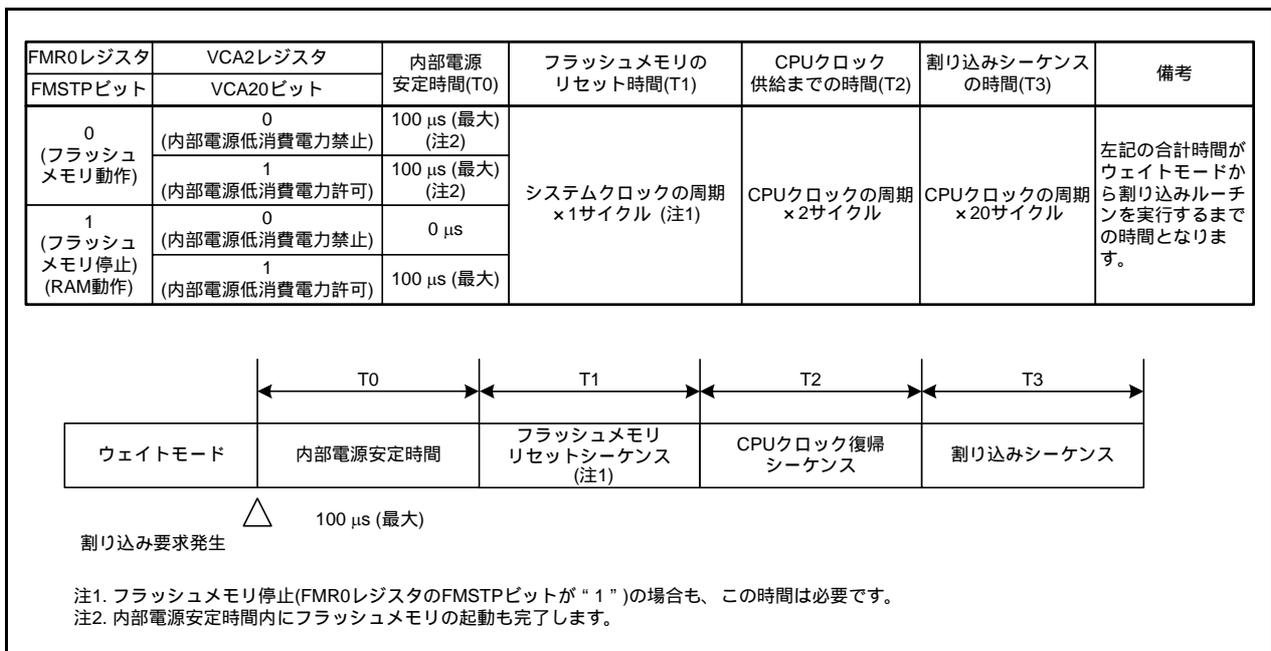


図10.3 WAIT命令実行後のウェイトモードから割り込みルーチンを実行するまでの時間

10.5 ストップモード

ストップモードでは、fOCO-WDTを除く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。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。

また、外部信号によって動作する周辺機能は動作します。

表10.5にストップモードからの復帰に使用できる割り込みと使用条件を示します。

表10.5 ストップモードからの復帰に使用できる割り込みと使用条件

割り込み	使用条件
キー入力割り込み	使用可
INT0 ~ INT3、INT5、INT7割り込み	フィルタなしの場合に使用可
タイマRJ割り込み	フィルタなしの場合にイベントカウンタモードで外部パルスをカウント時(注1)
シリアルインタフェースの割り込み	外部クロック選択時
電圧監視1割り込み	デジタルフィルタ無効モード(VW1CレジスタのVW1C1ビットが“1”)の場合に使用可
電圧監視2割り込み	デジタルフィルタ無効モード(VW2CレジスタのVW2C1ビットが“1”)の場合に使用可

注1. タイマRJのイベントカウンタモードでは、タイマRJ0 ~ タイマRJ2のうち、任意の1本のみ使用できます。

10.5.1 ストップモードへの移行

CM0レジスタのCM00ビットを“0”にした後、CM1レジスタのCM10ビットを“1”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)になります。

ストップモードを使用する場合、OCDレジスタのOCD1 ~ OCD0ビットを“00b”、CM3レジスタのCM35ビットを“0”(CM0レジスタのCM06ビット、CM1レジスタのCM16、CM17ビットの設定有効)にしてからストップモードにしてください。

ストップモードへ移行するときは、FMR27ビットを“0”(低消費電流リードモード禁止)にした後、移行してください。FMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)の状態では、ストップモードへ移行しないでください。

10.5.2 ストップモード時の端子の状態

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。

ただし、CM1レジスタのCM13ビットが“1”(XIN-XOUT端子)のとき、XOUT(P9_1)端子は“H”になります。

10.5.3 ストップモードからの復帰

リセット、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。

図10.4にストップモードから割り込みルーチンを実行するまでの時間を示します。

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“000b”(割り込み禁止)にする。
- (2) Iフラグを“1”(マスカブル割り込み許可)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シーケンスを実行します。

周辺機能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、ストップモード直前に使用していたクロックの8分周になります。ストップモードへ移行するときは、CM3レジスタのCM35ビットを“0”(CM0レジスタのCM06ビット、CM1レジスタのCM16、CM17ビットの設定有効)にしてください。

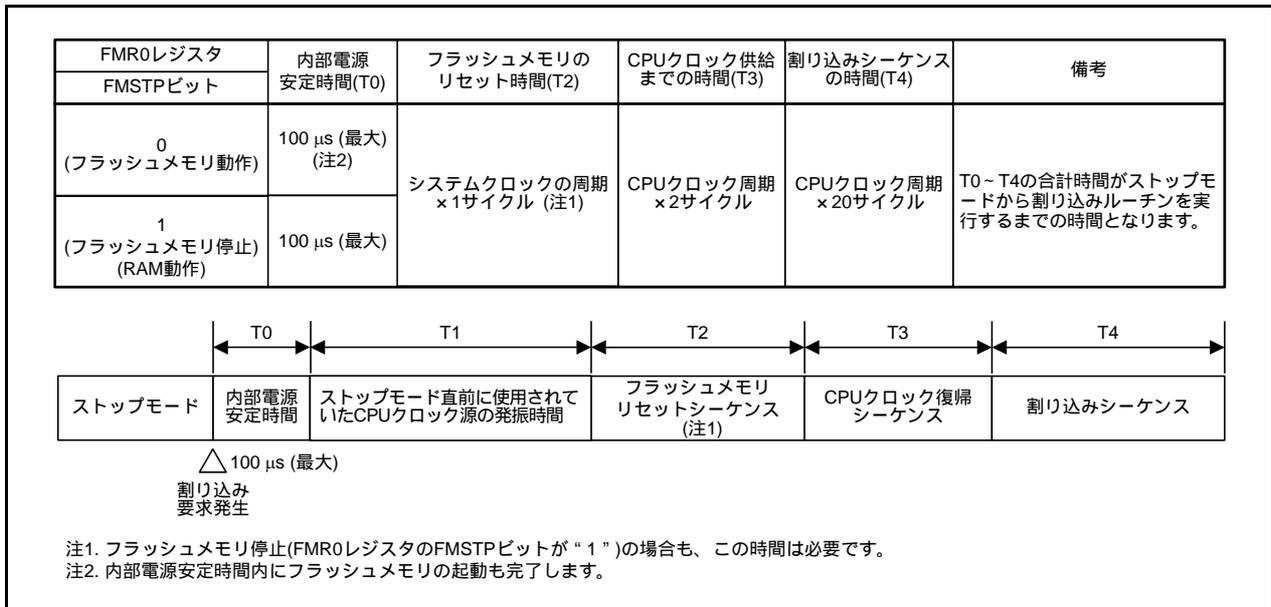


図10.4 ストップモードから割り込みルーチンを実行するまでの時間

10.6 パワーオフ0モード

パワーオフ0モードではfOCO-WDTやfOCO-Sを含むすべての発振が停止します。したがって、CPUクロックで動作するCPU、全周辺機能は停止します。
このモードは最も消費電力が少ないモードです。

10.6.1 パワーオフ0モードの端子処理

図10.5にパワーオフ0モード時の端子処理例を示します。このモードではハードウェアリセットを使用してください。パワーオンリセットは使用できません。リセットの詳細については「5. リセット」を参照してください。

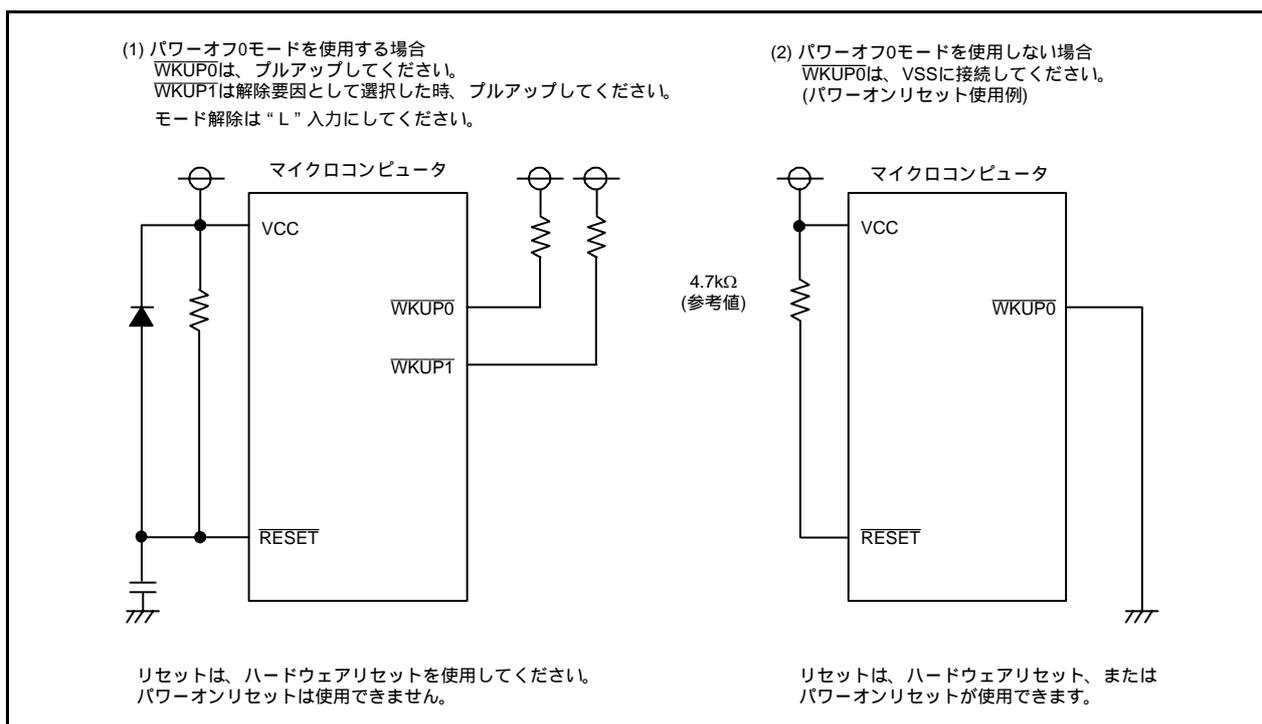


図10.5 パワーオフ0モード時の端子処理例

10.6.2 パワーオフ0モードへの移行

表10.6にパワーオフ0モードへの移行と解除方法を示します。

- (1) FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にする。
- (2) 1回目のPOMCR0レジスタへの書き込みで、パワーオフ0モード時のモード解除入力端子を設定する。
- (3) POMCR0レジスタに“88h”、“15h”、“92h”、“25h”を連続して書き込むことにより、パワーオフ0モードに移行する。

パワーオフ0モードへの移行処理中は、 $\overline{\text{WKUP0}}$ 端子および $\overline{\text{WKUP1}}$ 端子(入力有効時)は“H”にしてください。移行処理中に“L”に変化した場合、パワーオフ0モードへ移行しません。

表10.6 パワーオフ0モードへの移行と解除方法

パワーオフ0モードへの移行	状態	解除方法
POMCR0レジスタにパワーオフ0モード時のモード解除入力端子の設定を書き込む(注1) その後POMCR0レジスタに“88h”、“15h”、“92h”、“25h”を連続して書き込む	全周辺機能停止、RAM、SFRは保持されない	RESET入力、WKUP0入力 またはWKUP1入力(注1)

注1. パワーオフ0モードの解除にWKUP1を使用するには、1回目のPOMCR0レジスタの書き込みで、POM01ビットを入力有効にしてください。

10.6.3 パワーオフ0モード時の端子の状態

表10.7にパワーオフ0モード時の端子の状態を示します。パワーオフ0モードに移行するとRAMやSFRは保持されません。したがって、保持の必要な内容は、パワーオフ0モードに入る前にデータフラッシュに必要なデータを退避してください。

表10.7 パワーオフ0モード時の端子の状態

端子名	状態
ポートP0、P2、P3、P5_0～P5_6	パワーオフ0モード移行前の、LSE0～LSE5レジスタの状態が保持されます。このレジスタで、LCDポートを選択した場合は、“L”出力、ポートを選択した場合はハイインピーダンスとなります。
ポートP7_0～P7_2、P8、P9_0～P9_1	ハイインピーダンス
WKUP0	WKUP0入力
XCIN、XCOUT	発振停止(ハイインピーダンス)
VL1～VL3	ハイインピーダンス

10.6.4 パワーオフ0モードの解除

RESET 端子、WKUP0 端子、または WKUP1 端子(入力有効時)に“L”パルスを入力することによりモードを解除します。

- RESET 端子：“L”入力幅は2ms以上必要。
- WKUP0 端子、WKUP1 端子：“L”入力幅は10 μ s以上必要。

パワーオフ0モードの解除後の動作は通常のリセットシーケンスと同じです。

パワーオフ0モードを解除したとき、POMCR0レジスタのフラグ(POM00、POM01)読み出しにより解除要因を特定できます。これらのフラグは電源投入後は不定値、POMCR0レジスタへの書き込みによりクリアされます。複数の解除要因が重なった場合は、複数のフラグがセットされます。なお、パワーオフ0モードへの移行処理中にWKUP0端子またはWKUP1端子(入力有効時)が“L”に変化した場合、パワーオフ0モードへは移行しませんが、POMCR0レジスタのフラグ(POM00、POM01)は“1”(検出)になります。

図10.6にパワーオフ0モードからリセットベクタアドレス読み出しを実行するまでの時間を示します。

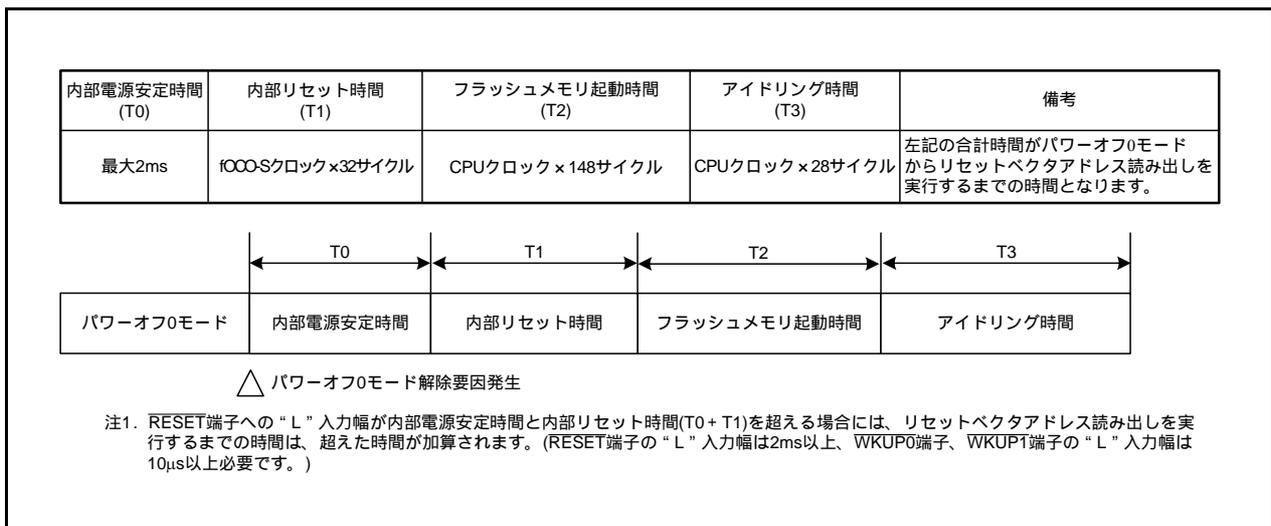


図10.6 パワーオフ0モードからリセットベクタアドレス読み出しを実行するまでの時間

10.7 パワーオフ2モード

パワーオフ2モードでは、fOCO-WDTとfC-TRHを除くすべての発振が停止します。したがって、CPUクロックで動作するCPU、ウォッチドッグタイマとタイマRH以外の周辺機能は停止します。

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。

また、外部信号によって動作する周辺機能は動作します。

表10.8 パワーオフ2モードからの復帰に使用できる割り込みと使用条件を示します。

表10.8 パワーオフ2モードからの復帰に使用できる割り込みと使用条件

割り込み	使用条件
キー入力割り込み	使用可
INT0 ~ INT3、INT5、INT7割り込み	フィルタなしの場合に使用可
タイマRH割り込み	リアルタイムクロックモードで使用可
タイマRJ割り込み	フィルタなしの場合にイベントカウンタモードで外部パルスをカウント時(注1)
シリアルインタフェースの割り込み	外部クロック選択時

注1. タイマRJのイベントカウンタモードでは、タイマRJ0 ~ タイマRJ2のうち、任意の1本のみ使用できます。

10.7.1 パワーオフ2モードへの移行

CM0レジスタのCM00ビットを“1”、CM02 ~ CM01ビットを“11b”にしてから、CM1レジスタのCM10ビットを“1”にすると、パワーオフ2モードになります。同時にCM06ビットは“1”(8分周モード)になります。

パワーオフ2モードを使用する場合、OCDレジスタのOCD1 ~ OCD0ビットを“00b”、CM3レジスタのCM35ビットを“0”(CM0レジスタのCM06ビット、CM1レジスタのCM16、CM17ビットの設定有効)にしてからパワーオフ2モードにしてください。

パワーオフ2モードへ移行するときは、FMR27ビットを“0”(低消費電流リードモード禁止)にした後、移行してください。FMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)の状態では、パワーオフ2モードへ移行しないでください。

10.7.2 パワーオフ2モード時の端子の状態

入出力ポートはパワーオフ2モードに入る直前の状態を保持します。

ただし、CM1レジスタのCM13ビットが“1”(XIN-XOUT端子)のとき、XOUT(P9_1)端子は“H”になります。

10.7.3 パワーオフ2モードからの復帰

リセット、または周辺機能割り込みにより、パワーオフ2モードから復帰します。

図10.7にパワーオフ2モードから割り込みルーチンを実行するまでの時間を示します。

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) パワーオフ2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、パワーオフ2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“000b”(割り込み禁止)にする。
- (2) Iフラグを“1”(マスカブル割り込み許可)にする。
- (3) パワーオフ2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シーケンスを実行します。

周辺機能割り込みでパワーオフ2モードから復帰した場合のCPUクロックは、パワーオフ2モード直前に使用していたクロックの8分周になります。パワーオフ2モードへ移行するときは、CM3レジスタのCM35ビットを“0”(CM0レジスタのCM06ビット、CM1レジスタのCM16、CM17ビットの設定有効)にしてください。

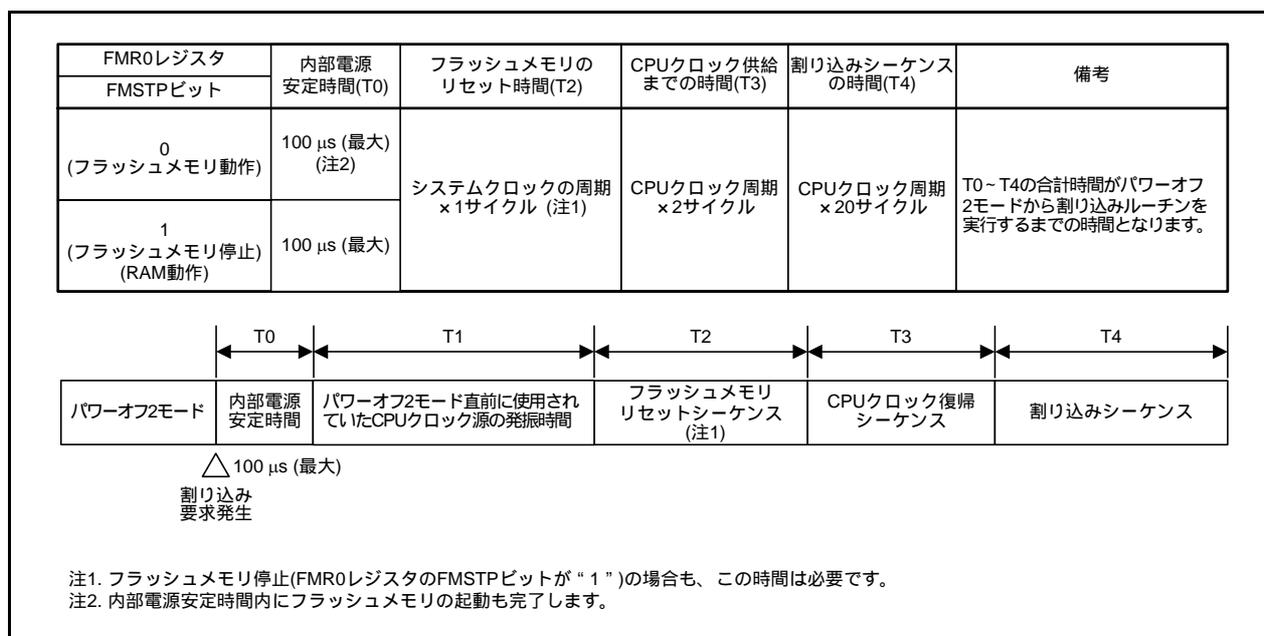


図10.7 パワーオフ2モードから割り込みルーチンを実行するまでの時間

10.8 消費電力の低減

消費電力を小さくするためのポイント、処理方法について説明します。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。

10.8.1 電圧検出回路

電圧監視1を使用しない場合、VCA2レジスタのVCA26ビットを“0”(電圧検出1回路無効)に、電圧監視2を使用しない場合、VCA2レジスタのVCA27ビットを“0”(電圧検出2回路無効)にしてください。

パワーオンリセット、電圧監視0リセットを使用しない場合、VCA2レジスタのVCA25ビットを“0”(電圧検出0回路無効)にしてください。

10.8.2 ポート

ウェイトモード、ストップモード、またはパワーオフ2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。不要なポートは出力に設定してください。入力に設定する場合は、安定した電位に固定してから、ウェイトモード、ストップモード、またはパワーオフ2モードに移行してください。

10.8.3 クロック

消費電力は一般的に動作しているクロックの数や、その周波数に関係があります。動作しているクロックの数が少ないほど、また周波数は低いほど消費電力は小さくなります。

そのため、不要なクロックを停止させてください。

低速オンチップオシレータの発振停止：CM1レジスタのCM14ビットを“1”(低速オンチップオシレータ停止)、OCDレジスタのOCD2ビットを“0”(XINクロック選択)にしてください。

高速オンチップオシレータの発振停止：FRA0レジスタのFRA00ビットを“0”にしてください。

10.8.4 ウェイトモード、ストップモード、パワーオフモード

ウェイトモード、ストップモード、およびパワーオフモードでは消費電力が低減できます。

10.8.5 周辺機能クロックの停止

ウェイトモード時に必要のない周辺機能クロックは、CM0レジスタのCM01、CM02ビットでクロックを停止させてください。

10.8.6 タイマ

タイマRJを使用しない場合、TRJiMRレジスタのTCKCUTビットを“1”(カウントソース遮断)にしてください。

タイマRBを使用しない場合、TRBMRレジスタのTCKCUTビットを“1”(カウントソース遮断)にしてください。

タイマRCを使用しない場合、MSTCR0レジスタのMSTTRCビットを“1”(スタンバイ)にしてください。

10.8.7 A/Dコンバータ

A/Dコンバータを使用しないとき、ADCON1レジスタのADSTBYビットを“0”(A/D動作停止(スタンバイ))にすると、アナログ回路電流が流れないので、消費電力が少なくなります。

10.8.8 クロック同期形シリアルインタフェース

SSUおよびI²Cバスを使用しない場合、MSTCR0レジスタのMSTIICビットを“1”(スタンバイ)にしてください。

10.8.9 VCA20ビットによる内部電源低消費操作

VCA2レジスタのVCA20ビットを“1”(内部電源低消費電力許可)にすることで、ウェイトモード中の電流をさらに低消費にすることができます。VCA20ビットは低速クロックモードまたは低速オンチップオシレータモードで“1”にしてから、ウェイトモードに移行してください。

VCA20ビットによる内部電源低消費操作設定手順は、CM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にしてウェイトモードにする場合と、WAIT命令を実行してウェイトモードにする場合とで異なります。図10.8にCM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にしてウェイトモードにする場合のVCA20ビットによる内部電源低消費操作設定手順を、図10.9にWAIT命令を実行してウェイトモードにする場合のVCA20ビットによる内部電源低消費操作設定手順を示します。

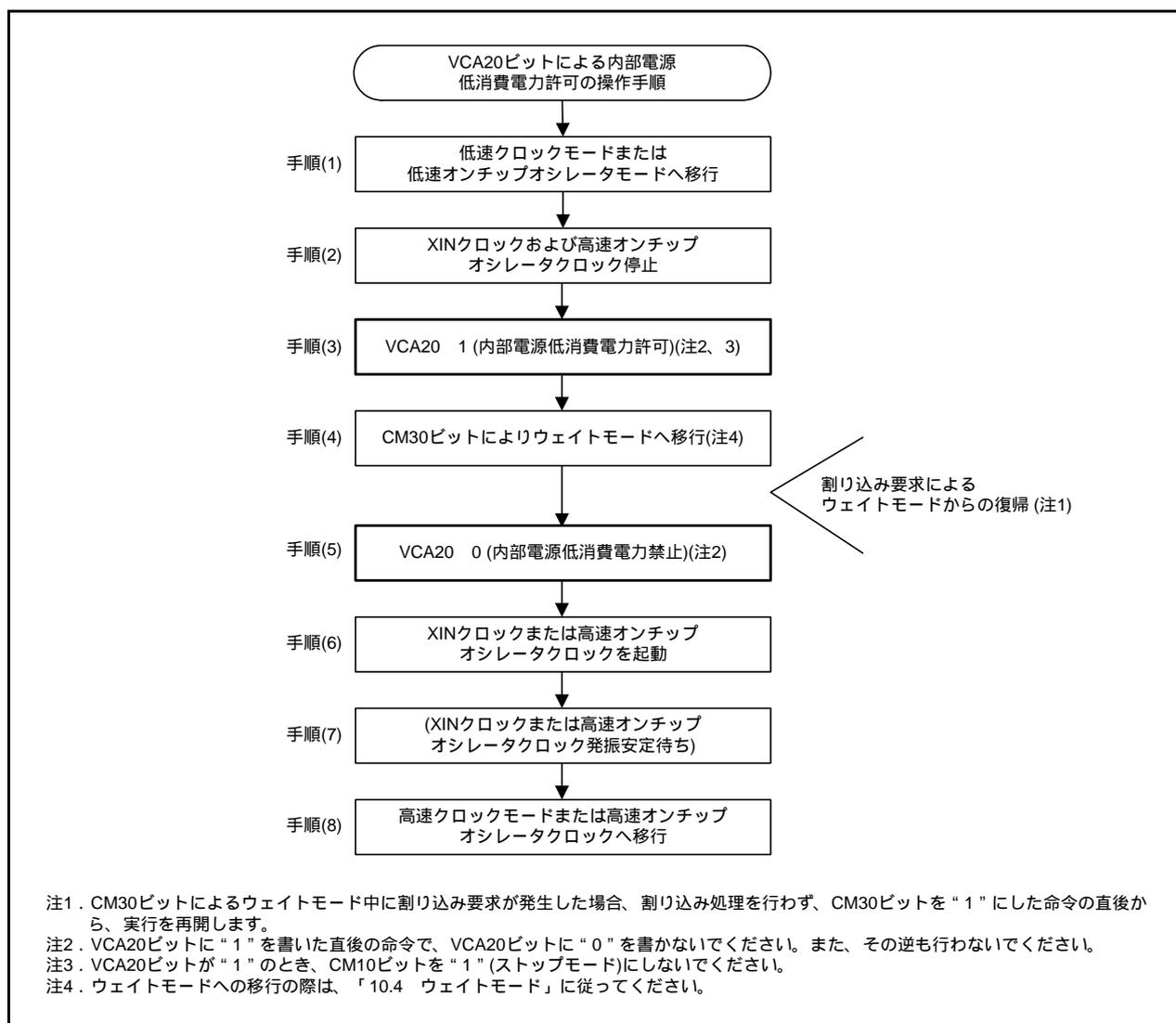


図10.8 CM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にしてウェイトモードにする場合のVCA20ビットによる内部電源低消費操作設定手順

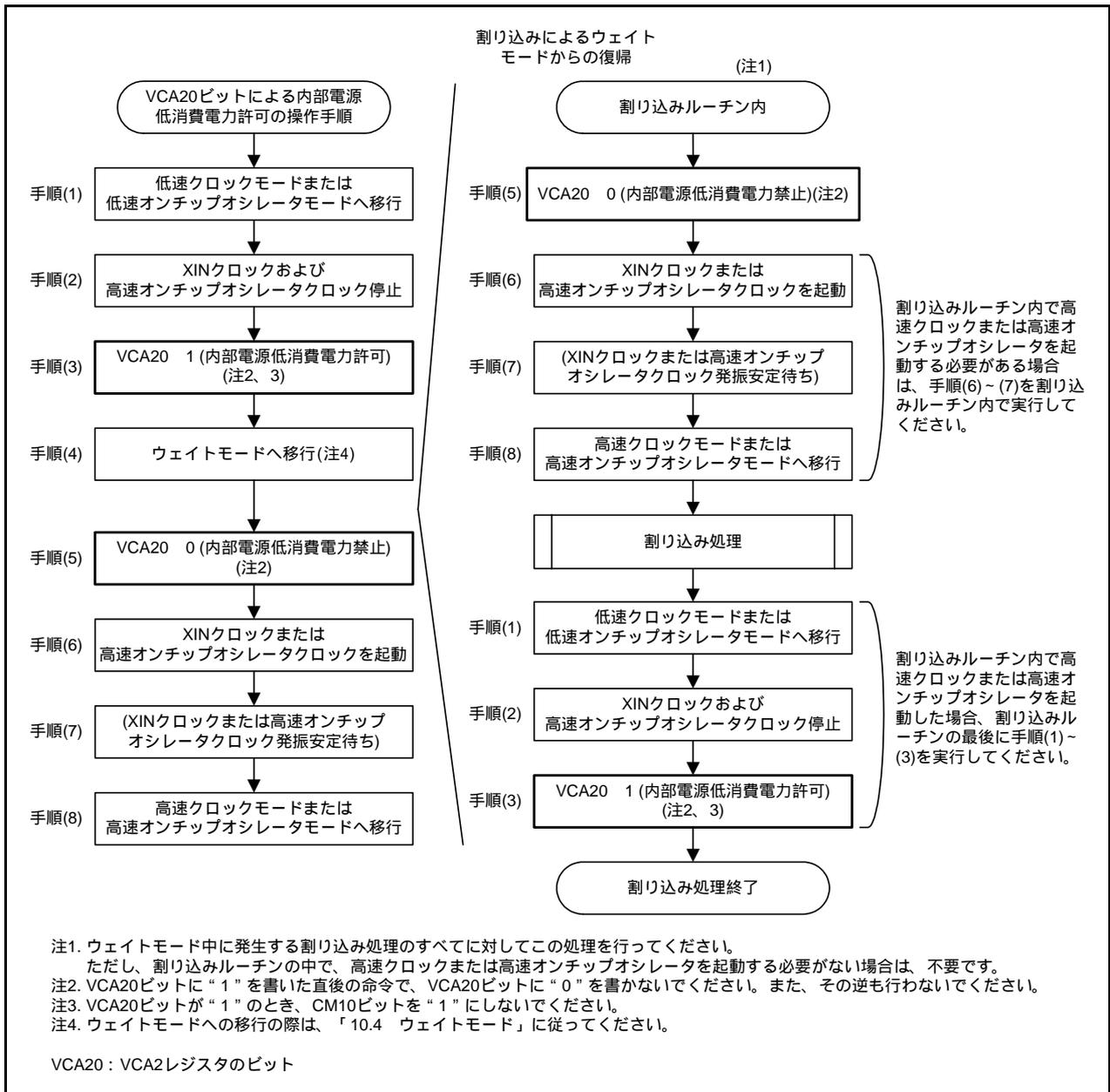


図 10.9 WAIT命令を実行してウェイトモードにする場合のVCA20ビットによる内部電源低消費操作設定手順

10.8.10 フラッシュメモリの停止

低速オンチップオシレータモード、低速クロックモードの場合、FMR0レジスタのFMSTPビットによってフラッシュメモリを停止させ、さらに低消費電力にすることができます。

FMSTPビットを“1”(フラッシュメモリ停止)にすると、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RAMに転送したプログラムで書いてください。

なお、CPU書き換えモードが無効時にストップモード、ウェイトモード、またはパワーオフ2モードに移行する場合は、自動的に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レジスタを設定する必要がありません。

FMR27ビット = “1”(低消費電流リードモード許可)とFMSTPビット = “1”(フラッシュメモリ停止)の設定を同時に使用しないでください。

図 10.10にFMSTPビットによる低消費電力操作手順例を示します。

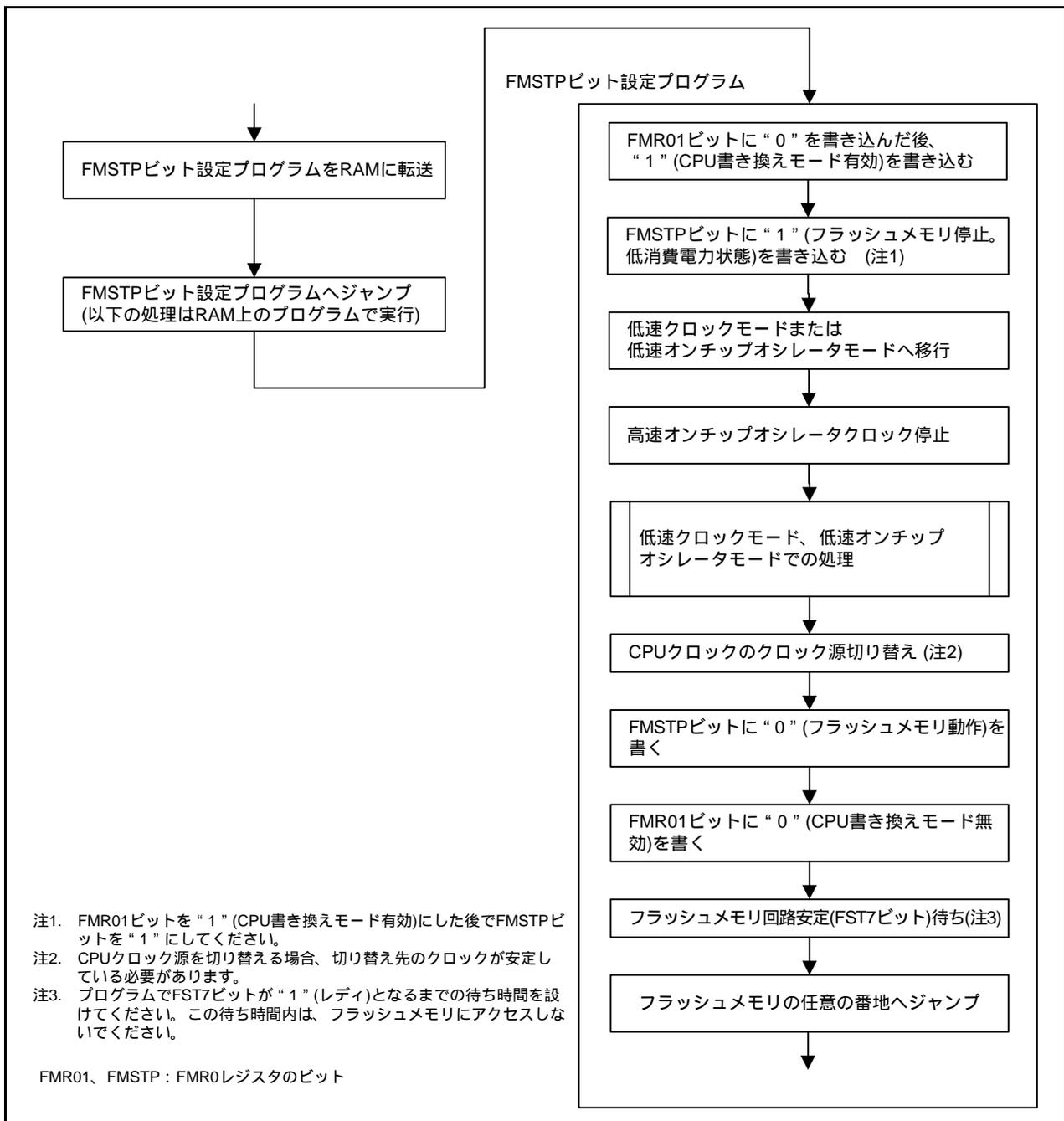


図 10.10 FMSTPビットによる低消費電力操作手順例

10.8.11 低消費電流リードモード

低速クロックモード、低速オンチップオシレータモードのときに、FMR2 レジスタのFMR27 ビットを“1” (低消費電流リードモード許可) にすると、フラッシュメモリ読み出し時の消費電流を低減できます。

CPUクロックが次のいずれかのとき、低消費電流リードモードを使用できます。

- CPUクロックが低速オンチップオシレータクロックの4分周、8分周または16分周
- CPUクロックがXCINクロックの1分周(分周なし)、2分周、4分周または8分周

ただし、選択したCPUクロックの周波数が3kHz以下のときは、低消費電流リードモードを使用しないでください。

CPUクロック分周比を設定した後、FMR27 ビットを“1” (低消費電流リードモード許可) にしてください。

ウェイトモード、ストップモード、またはパワーオフ2モードへ移行するときは、FMR27 ビットを“0” (低消費電流リードモード禁止) にした後、移行してください。FMR27 ビットが“1” (低消費電流リードモード許可) の状態で、ウェイトモードまたはストップモードへ移行しないでください。

FMR27 ビット = “1” (低消費電流リードモード許可) と FMSTP ビット = “1” (フラッシュメモリ停止) の設定を同時に使用しないでください。

図 10.11 に低消費電流リードモードの操作手順例を示します。

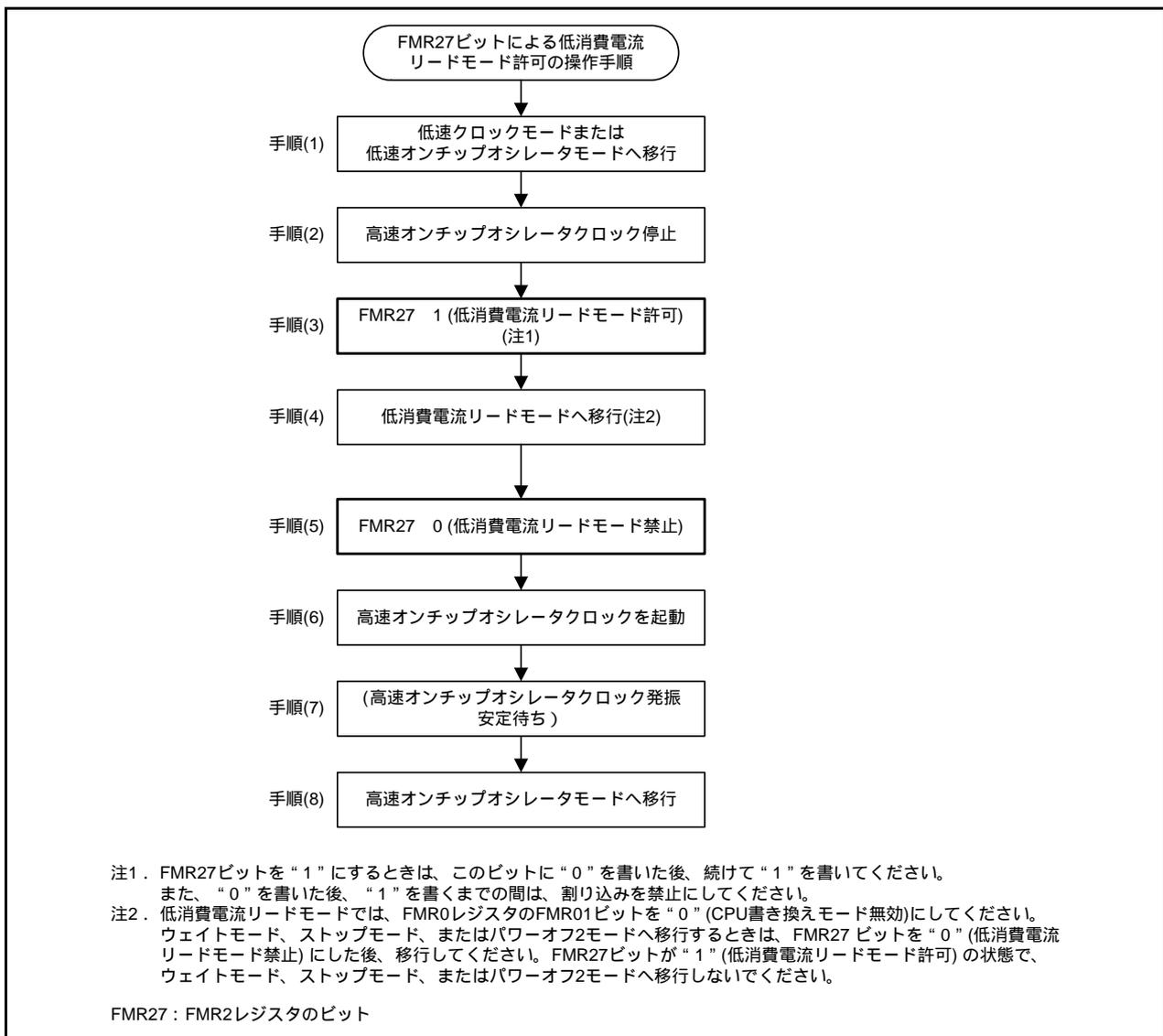


図 10.11 低消費電流リードモードの操作手順例

10.9 パワーコントロール使用上の注意

10.9.1 ストップモード

ストップモードに移行する場合、FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にした後、CM0レジスタのCM00ビットを“0”に、CM1レジスタのCM10ビットを“1”にしてください。命令キューはCM10ビットを“1”にする命令から、4バイト先読みしてプログラムが停止します。CM10ビットを“1”にする命令の直後にJMP.B命令を入れた後、NOP命令を最低4つ入れてください。

• ストップモードに移行するプログラム例

```

BCLR      1, FMR0    ; CPU書き換えモード無効
BCLR      7, FMR2    ; 低消費電流リードモード禁止
BSET      0, PRCR    ; CM0、CM1レジスタへの書き込み許可
FSET      I          ; 割り込み許可
BSET      0, CM1     ; ストップモード
JMP.B     LABEL_001
LABEL_001:
NOP
NOP
NOP
NOP

```

10.9.2 ウェイトモード

ウェイトモードへ移行するときは、FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)ならびにFMR27ビットを“0”(低消費電流リードモード禁止)にした後、移行してください。

FMR01ビットが“1”(CPU書き換えモード有効)あるいはFMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)の状態、ウェイトモードへ移行しないでください。

CM30ビットを“1”にしてウェイトモードに移行する場合は、Iフラグを“0”(マスカブル割り込み禁止)にしてください。WAIT命令でウェイトモードに移行する場合は、Iフラグを“1”(マスカブル割り込み許可)にしてください。命令キューはCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にする命令、またはWAIT命令から4バイト先読みしてプログラムが停止します。CM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にする命令、またはWAIT命令の後にはNOP命令を最低4つ入れてください。

• WAIT命令を実行するプログラム例

```

BCLR      1, FMR0    ; CPU書き換えモード無効
BCLR      7, FMR2    ; 低消費電流リードモード禁止
FSET      I          ; 割り込み許可
WAIT      ; ウェイトモード
NOP
NOP
NOP
NOP

```

• CM30ビットを“1”を実行するプログラム例

```

BCLR      1, FMR0    ; CPU書き換えモード無効
BCLR      7, FMR2    ; 低消費電流リードモード禁止
BSET      0, PRCR    ; CM3レジスタへの書き込み許可
FCLR      I          ; 割り込み禁止
BSET      0, CM3     ; ウェイトモード
NOP
NOP
NOP
NOP
BCLR      0, PRCR    ; CM3レジスタへの書き込み禁止
FSET      I          ; 割り込み許可

```

10.9.3 VCA20ビットによる内部電源低消費操作

VCA20 ビットは低速クロックモードまたは低速オンチップオシレータモードで“1”にしてから、ウェイトモードに移行してください。

CM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にしてウェイトモードにする場合のVCA20ビットによる内部電源低消費操作設定は図10.8に示す手順に従ってください。

WAIT命令を実行してウェイトモードにする場合のVCA20ビットによる内部電源低消費操作設定は図10.9に示す手順に従ってください。

10.9.4 パワーオフ0モード

パワーオフ0モードに移行する場合、FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にした後、POMCR0レジスタにアクセスしてください。POMCR0レジスタにアクセスしてからパワーオフ0モードへ移行するまでに遅延がありますので、NOP命令を最低4つ入れてください。

パワーオフ0モードへの移行処理中は、WKUP0端子およびWKUP1端子(入力有効時)は“H”にしてください。移行処理中に“L”に変化した場合、パワーオフ0モードへは移行せずに、プログラムの実行を続けます。このとき、POMCR0レジスタのフラグ(POM00、POM01)が“1”(検出)になります。

・パワーオフ0モードに移行するプログラム例

```

BCLR      1, FMR0           ; CPU書き換えモード無効
MOV.B     #02H, POMCR0     ; パワーオフ0、WUKPI入力有効を選択。
MOV.B     #88H, POMCR0     ; 固定値
MOV.B     #15H, POMCR0     ; 固定値
MOV.B     #92H, POMCR0     ; 固定値
MOV.B     #25H, POMCR0     ; 固定値
NOP
NOP
NOP
NOP
NOP                       ; パワーオフ0モードへ移行
WAIT      ; ウェイトモード
BSET      1, PRCR          ; ソフトウェアリセット
BSET      3, PM0

```

パワーオフ0モードの解除後の動作は通常のリセットシーケンスと同じです。そのため、パワーオフ0モード移行直後にパワーオフ0モードを解除すると、リセットシーケンスとリセット後のプログラム動作により、消費電力を低減できません。パワーオフ0モード移行と解除の間隔についてはシステムレベルで十分評価してください。

10.9.5 パワーオフ2モード

パワーオフ2モードに移行する場合、FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にした後、CM0レジスタのCM00ビットを“1”、CM02～CM01ビットを“11b”にしてから、CM1レジスタのCM10ビットを“1”にしてください。命令キューはCM10ビットを“1”にする命令から、4バイト先読みしてプログラムが停止します。

CM10ビットを“1”にする命令の直後にJMP.B命令を入れた後、NOP命令を最低4つ入れてください。

・パワーオフ2モードに移行するプログラム例

```

BCLR      1, FMR0           ; CPU書き換えモード無効
BCLR      7, FMR2           ; 低消費電流リードモード禁止
BSET      0, PRCR          ; CM0、CM1レジスタへの書き込み許可
FSET      1                ; 割り込み許可
BSET      0, CM0           ; パワーオフ2モード選択
BSET      1, CM0           ;
BSET      2, CM0           ;
BSET      0, CM1           ; パワーオフ2モード
JMP.B     LABEL_001
LABEL_001:
NOP
NOP
NOP
NOP

```

11. 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。

PRCR レジスタが保護するレジスタは次です。

- PRC0ビットで保護されるレジスタ：CM0、CM1、CM3、OCD、FRA0、FRC0、FRA2、FRC1レジスタ
- PRC1ビットで保護されるレジスタ：PM0、PM1レジスタ
- PRC3ビットで保護されるレジスタ：OCVREFCR、VCA2、VD1LS、VW0C、VW1C、VW2Cレジスタ

11.1 レジスタの説明

11.1.1 プロテクトレジスタ (PRCR)

アドレス 000Ah 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	PRC3	—	PRC1	PRC0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	PRC0	プロテクトビット0	CM0、CM1、CM3、OCD、FRA0、FRC0、FRA2、FRC1レジスタへの書き込み許可 0：書き込み禁止 1：書き込み許可(注1)	R/W
b1	PRC1	プロテクトビット1	PM0、PM1レジスタへの書き込み許可 0：書き込み禁止 1：書き込み許可(注1)	R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	PRC3	プロテクトビット3	VCA2、VW0C、VW1C、VW2C、VD1LS、OCVREFCRレジスタへの書き込み許可 0：書き込み禁止 1：書き込み許可(注1)	R/W
b4	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b5	—			
b6	—			
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. PRC0、PRC1、PRC3ビットを“1”(書き込み許可)にした後、SFR領域に書き込んでも“0”になりませんので、プログラムで“0”にしてください。

12. 割り込み

注意

本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。
R8C/LA3Aグループについては「1.1.2 グループごとの相違点」を参照してください。

12.1 概要

12.1.1 割り込みの分類

図12.1に割り込みの分類を示します。

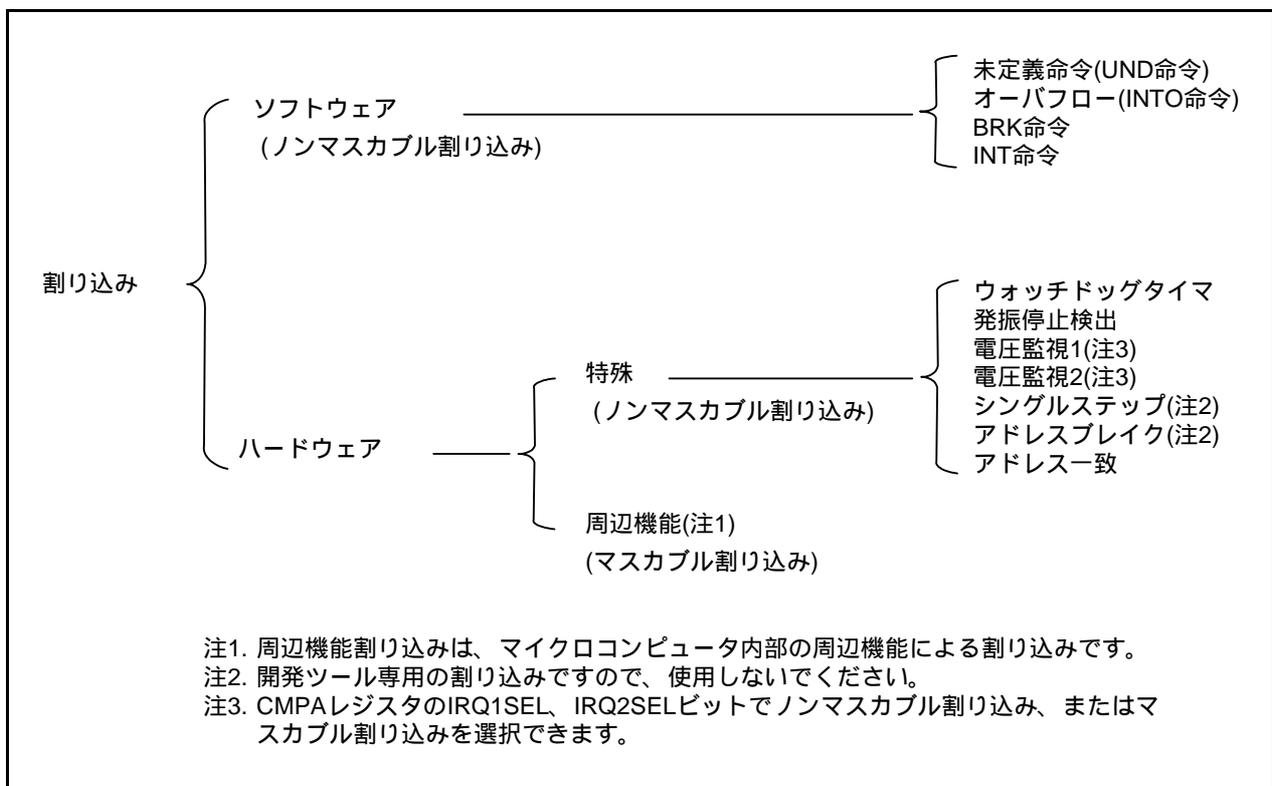


図12.1 割り込みの分類

- ・マスクブル割り込み : 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
- ・ノンマスクブル割り込み : 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

12.1.2 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ブル割り込みです。

12.1.2.1 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。

12.1.2.2 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

12.1.2.3 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。

12.1.2.4 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。周辺機能割り込みに割り当てられているソフトウェア割り込み番号は、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。

12.1.3 特殊割り込み

特殊割り込みは、ノンマスクابل割り込みです。

12.1.3.1 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の詳細は、「15. ウォッチドッグタイマ」を参照してください。

12.1.3.2 発振停止検出割り込み

発振停止検出機能による割り込みです。発振停止検出機能の詳細は「9. クロック発生回路」を参照してください。

12.1.3.3 電圧監視1割り込み

電圧検出回路による割り込みです。CMPAレジスタのIRQ1SELビットでノンマスクابل割り込み、またはマスクابل割り込みを選択できます。電圧検出回路の詳細は「6. 電圧検出回路」を参照してください。

12.1.3.4 電圧監視2割り込み

電圧検出回路による割り込みです。CMPAレジスタのIRQ2SELビットでノンマスクابل割り込み、またはマスクابل割り込みを選択できます。電圧検出回路の詳細は「6. 電圧検出回路」を参照してください。

12.1.3.5 シングルステップ割り込み、アドレスブレイク割り込み

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。

12.1.3.6 アドレス一致割り込み

アドレス一致割り込みは、AIER0レジスタのAIER00ビット、AIER1レジスタのAIER10ビットのうち、いずれか1つが“1”(アドレス一致割り込み許可)の場合、対応するRMAD0～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「12.6 アドレス一致割り込み」を参照してください。

12.1.4 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 12.2 可変ベクタテーブル」に配置している割り込みとベクタテーブルの番地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。

12.1.5 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 12.2 に割り込みベクタを示します。

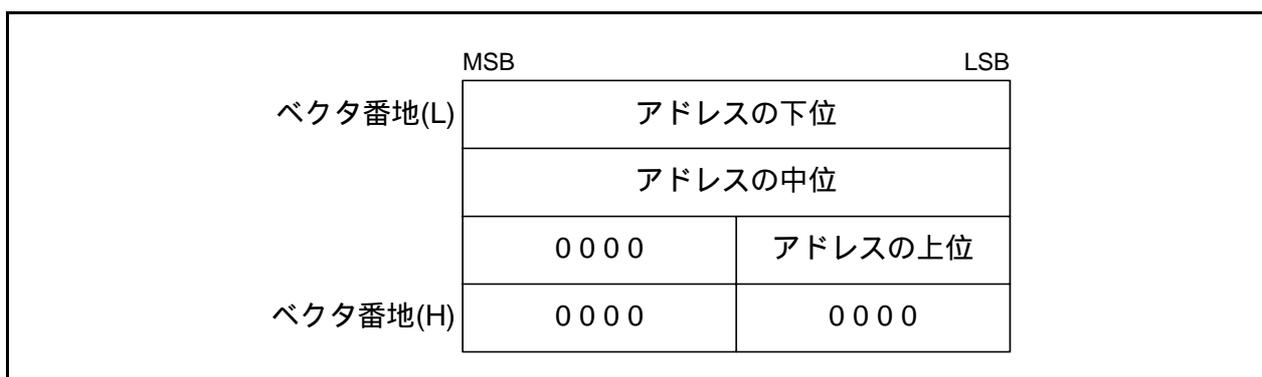


図 12.2 割り込みベクタ

12.1.5.1 固定ベクタテーブル

固定ベクタテーブルは、0FFDCh番地から0FFFFh番地に配置されています。

表 12.1 に固定ベクタテーブルを示します。固定ベクタのベクタ番地(H)はIDコードチェック機能で使用します。詳細は「28.3 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 12.1 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	0FFDCh ~ 0FFDFh	UND命令で割り込み	R8C/Tinyシリーズ ソフトウェアマニュアル
オーバフロー	0FFE0h ~ 0FFE3h	INTO命令で割り込み	
BRK命令	0FFE4h ~ 0FFE7h	0FFE6h番地の内容が FFh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	
アドレス一致	0FFE8h ~ 0FEBh		12.6 アドレス一致割り込み
シングルステップ(注1)	0FFECh ~ 0FEFh		
ウォッチドッグタイマ、 発振停止検出、電圧監視1(注2)、 電圧監視2(注3)	0FFF0h ~ 0FFF3h		15. ウォッチドッグタイマ、 9. クロック発生回路、 6. 電圧検出回路
アドレスブレイク(注1)	0FFF4h ~ 0FFF7h		
(予約)	0FFF8h ~ 0FFFBh		
リセット	0FFFCCh ~ 0FFFFh		5. 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。

注2. 電圧監視1割り込みはCMPAレジスタのIRQ1SELビットが“0”(ノンマスカブル割り込み)の場合です。

注3. 電圧監視2割り込みはCMPAレジスタのIRQ2SELビットが“0”(ノンマスカブル割り込み)の場合です。

12.1.5.2 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12.2に可変ベクタテーブルを示します。

表12.2 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	割り込み制御 レジスタ	参照先
BRK命令(注3)	+0 ~ +3(0000h ~ 0003h)	0		R8C/Tinyシリーズ ソフトウェアマニュアル
フラッシュメモリレディ	+4 ~ +7(0004h ~ 0007h)	1	FMRDYIC	28. フラッシュメモリ
(予約)		2		
INT7	+12 ~ +15(000Ch ~ 000Fh)	3	INT7IC	12.4 INT割り込み
(予約)		4		
INT5	+20 ~ +23(0014h ~ 0017h)	5	INT5IC	12.4 INT割り込み
(予約)		6		
タイマRC	+28 ~ +31(001Ch ~ 001Fh)	7	TRCIC	18. タイマRC
(予約)		8		
(予約)		9		
タイマRH	+40 ~ +43(0028h ~ 002Bh)	10	TRHIC	19. タイマRH
(予約)		11		
(予約)		12		
キー入力	+52 ~ +55(0034h ~ 0037h)	13	KUPIC	12.5 キー入力割り込み
A/D変換	+56 ~ +59(0038h ~ 003Bh)	14	ADIC	25. A/Dコンバータ
シンクロナスシリアルコミュニ ケーションユニット/I ² Cバスイ ンタフェース(注2)	+60 ~ +63(003Ch ~ 003Fh)	15	SSUIC/ IICIC	23. シンクロナスシリアルコミュニ ケーションユニット(SSU)、 24. I ² Cバスインタフェース
(予約)		16		
UART0送信	+68 ~ +71(0044h ~ 0047h)	17	S0TIC	21. シリアルインタフェース (UART0)
UART0受信	+72 ~ +75(0048h ~ 004Bh)	18	S0RIC	
(予約)		19		
(予約)		20		
INT2	+84 ~ +87(0054h ~ 0057h)	21	INT2IC	12.4 INT割り込み
タイマRJ0	+88 ~ +91(0058h ~ 005Bh)	22	TRJ0IC	20. タイマRJ
タイマRB1	+92 ~ +95(005Ch ~ 005Fh)	23	TRB1IC	17. タイマRB
タイマRB0	+96 ~ +99(0060h ~ 0063h)	24	TRB0IC	17. タイマRB
INT1	+100 ~ +103(0064h ~ 0067h)	25	INT1IC	12.4 INT割り込み
INT3	+104 ~ +107(0068h ~ 006Bh)	26	INT3IC	
タイマRJ1	+108 ~ +111(006Ch ~ 006Fh)	27	TRJ1IC	20. タイマRJ
(予約)		28		
INT0	+116 ~ +119(0074h ~ 0077h)	29	INT0IC	12.4 INT割り込み
(予約)		30		
(予約)		31		
ソフトウェア(注3)	+128 ~ +131(0080h ~ 0083h) ~ +164 ~ +167(00A4h ~ 00A7h)	32 ~ 41		R8C/Tinyシリーズ ソフトウェアマニュアル
LCD	+168 ~ +171(00A8h ~ 00ABh)	42	LCDIC	27. LCD駆動制御回路
(予約)		43		
(予約)		44 ~ 49		
電圧監視1(注4)	+200 ~ +203(00C8h ~ 00CBh)	50	VCMP1IC	6. 電圧検出回路
電圧監視2(注5)	+204 ~ +207(00CCh ~ 00CFh)	51	VCMP2IC	
(予約)		52 ~ 55		
ソフトウェア(注3)	+224 ~ +227(00E0h ~ 00E3h) ~ +252 ~ +255(00FCh ~ 00FFh)	56 ~ 63		R8C/Tinyシリーズ ソフトウェアマニュアル

注1. INTBレジスタが示す番地からの相対番地です。

注2. SSUICSRレジスタのIICSELビットで選択できます。

注3. Iフラグによる禁止はできません。

注4. 電圧監視1割り込みはCMPAレジスタのIRQ1SELビットが“1”(マスカブル割り込み)の場合です。

注5. 電圧監視2割り込みはCMPAレジスタのIRQ2SELビットが“1”(マスカブル割り込み)の場合です。

12.2 レジスタの説明

12.2.1 割り込み制御レジスタ

(KUPIC、ADIC、S0TIC、S0RIC、TRJ0IC、TRB1IC、TRB0IC、TRJ1IC、LCDIC、VCMP1IC、VCMP2IC)

アドレス 004Dh番地(KUPIC)、004Eh番地(ADIC)、0051h番地(S0TIC)、0052h番地(S0RIC)、0056h番地(TRJ0IC)、0057h番地(TRB1IC)、0058h番地(TRB0IC)、005Bh番地(TRJ1IC)、006Ah番地(LCDIC)、0072h番地(VCMP1IC)、0073h番地(VCMP2IC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	IR	ILVL2	ILVL1	ILVL0
リセット後の値	X	X	X	X	X	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	ILVL0	割り込み優先レベル選択ビット	b2 b1 b0 0 0 0 : レベル0 (割り込み禁止) 0 0 1 : レベル1 0 1 0 : レベル2 0 1 1 : レベル3 1 0 0 : レベル4 1 0 1 : レベル5 1 1 0 : レベル6 1 1 1 : レベル7	R/W
b1	ILVL1			R/W
b2	ILVL2			R/W
				R/W
b3	IR	割り込み要求ビット	0 : 割り込み要求なし 1 : 割り込み要求あり	R/W (注1)
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	—			
b6	—			
b7	—			

注1. IRビットは“0”のみ書けます(“1”を書かないでください)。

割り込み制御レジスタの変更は、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行ってください。「12.8.5 割り込み制御レジスタの変更」を参照してください。

12.2.2 割り込み制御レジスタ (FMRDYIC、TRCIC、SSUIC/IICIC、TRHIC)

アドレス 0041h番地(FMRDYIC)、0047h番地(TRCIC)、004Ah番地(TRHIC)、
004Fh番地(SSUIC/IICIC(注1))

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	IR	ILVL2	ILVL1	ILVL0
リセット後の値	X	X	X	X	X	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	ILVL0	割り込み優先レベル選択ビット	b2 b1 b0 0 0 0 : レベル0 (割り込み禁止)	R/W
b1	ILVL1		0 0 1 : レベル1	R/W
b2	ILVL2		0 1 0 : レベル2	R/W
			0 1 1 : レベル3	
		1 0 0 : レベル4		
		1 0 1 : レベル5		
		1 1 0 : レベル6		
		1 1 1 : レベル7		
b3	IR	割り込み要求ビット	0 : 割り込み要求なし 1 : 割り込み要求あり	R
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	—			
b6	—			
b7	—			

注1. SSUICSRレジスタのIICSELビットで選択できます。

割り込み制御レジスタの変更は、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行ってください。「12.8.5 割り込み制御レジスタの変更」を参照してください。

12.2.3 INT_i割り込み制御レジスタ (INT_iIC)(i = 0 ~ 3、5、7)

アドレス 0043h番地 (INT7IC)、0045h番地 (INT5IC)、0055h番地 (INT2IC)、0059h番地 (INT1IC)、
005Ah番地 (INT3IC)、005Dh番地 (INT0IC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	POL	IR	ILVL2	ILVL1	ILVL0
リセット後の値	X	X	0	0	X	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	ILVL0	割り込み優先レベル選択ビット	b2 b1 b0 0 0 0 : レベル0 (割り込み禁止)	R/W
b1	ILVL1		0 0 1 : レベル1	R/W
b2	ILVL2		0 1 0 : レベル2	R/W
			0 1 1 : レベル3	
		1 0 0 : レベル4		
		1 0 1 : レベル5		
		1 1 0 : レベル6		
		1 1 1 : レベル7		
b3	IR	割り込み要求ビット	0 : 割り込み要求なし 1 : 割り込み要求あり	R/W (注1)
b4	POL	極性切り替えビット (注3)	0 : 立ち下がりエッジを選択 1 : 立ち上がりエッジを選択 (注2)	R/W
b5	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
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。		—
b7	—			

注1. IRビットは“0”のみ書けます(“1”を書かないでください)。

注2. INTENレジスタのINT_iPLビットが“1”(両エッジ)の場合、POLビットを“0”(立ち下がりエッジを選択)にしてください。

注3. POL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。
「12.8.4 割り込み要因の変更」を参照してください。

割り込み制御レジスタの変更は、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行ってください。「12.8.5 割り込み制御レジスタの変更」を参照してください。

12.3 割り込み制御

マスク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、ノンマスクブル割り込みには該当しません。

マスク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ビットに示されます。

12.3.1 Iフラグ

Iフラグは、マスク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、マスクブル割り込みは許可され、“0”(禁止)にするとすべてのマスクブル割り込みは禁止されます。

12.3.2 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。

ただし、タイマRC割り込み、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット割り込み、I²Cバスインタフェース、フラッシュメモリ割り込みでは、IRビットの動作が違います。「12.7 タイマRC割り込み、タイマRH割り込み、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット割り込み、I²Cバスインタフェース、フラッシュメモリ割り込み(複数の割り込み要求要因を持つ割り込み)」を参照してください。

12.3.3 ILVL2～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12.3に割り込み優先レベルの設定を、表12.4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 (マスクブル割り込み許可)
- IRビット = 1 (割り込み要求あり)
- 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12.3 割り込み優先レベルの設定

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

表12.4 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
000b	レベル1以上を許可
001b	レベル2以上を許可
010b	レベル3以上を許可
011b	レベル4以上を許可
100b	レベル5以上を許可
101b	レベル6以上を許可
110b	レベル7以上を許可
111b	すべてのマスクブル割り込みを禁止

12.3.4 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12.3に割り込みシーケンスの実行時間を示します。

- (1) 00000h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。(注2)
- (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。

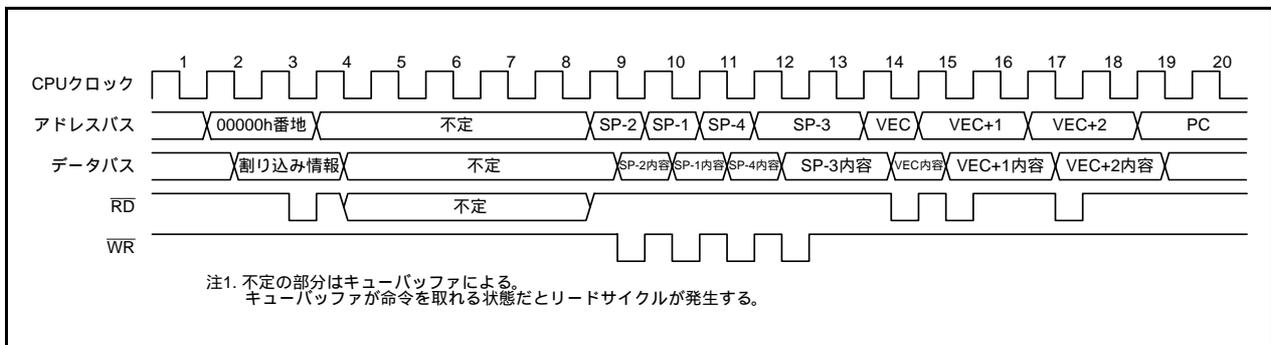


図12.3 割り込みシーケンスの実行時間

注2. タイマRC、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット、I²Cバスインタフェース割り込みのIRビットの動作は「12.7 タイマRC割り込み、タイマRH割り込み、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット割り込み、I²Cバスインタフェース、フラッシュメモリ割り込み(複数の割り込み要求要因を持つ割り込み)」を参照してください。

12.3.5 割り込み応答時間

図12.4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12.4の(a))と割り込みシーケンスを実行する時間(20サイクル(b))で構成されます。

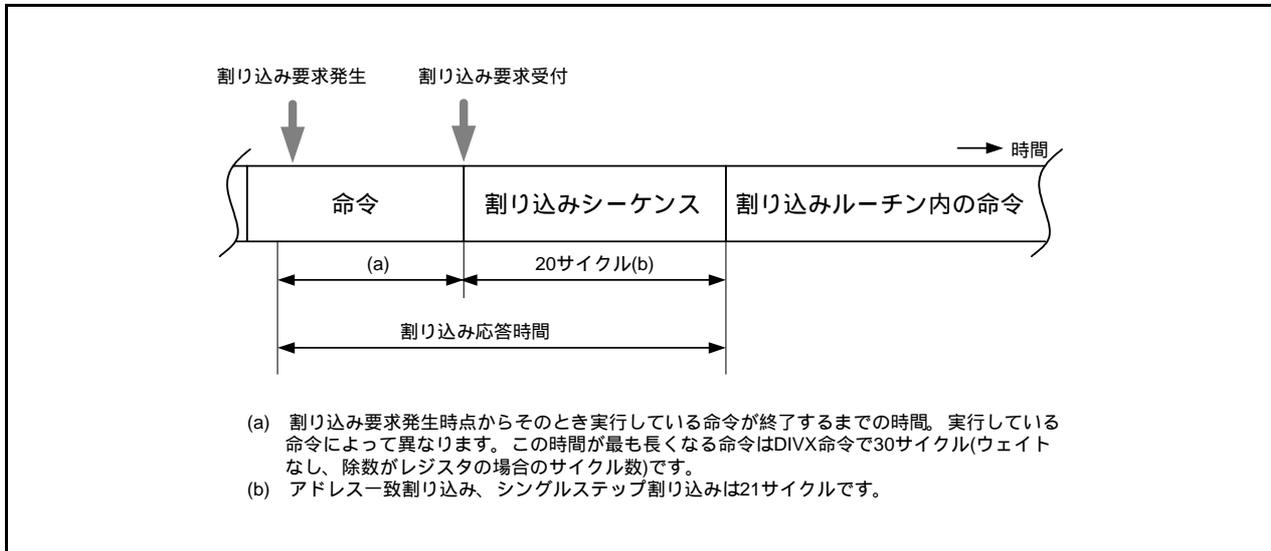


図12.4 割り込み応答時間

12.3.6 割り込み要求受付時のIPLの変化

マスカ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12.5に示す値がIPLに設定されます。

表12.5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12.5 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

割り込み優先レベルを持たない割り込み要因	設定されるIPLの値
ウォッチドッグタイマ、発振停止検出、電圧監視1、電圧監視2、アドレスブレイク	7
ソフトウェア、アドレス一致、シングルステップ	変化しない

12.3.7 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12.5に割り込み要求受け付け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、現在使用しているレジスタバンクの複数のレジスタ(注1)を、1命令で退避できます。

注1. 0、R1、R2、R3、A0、A1、SB、FBレジスタから選択できます。

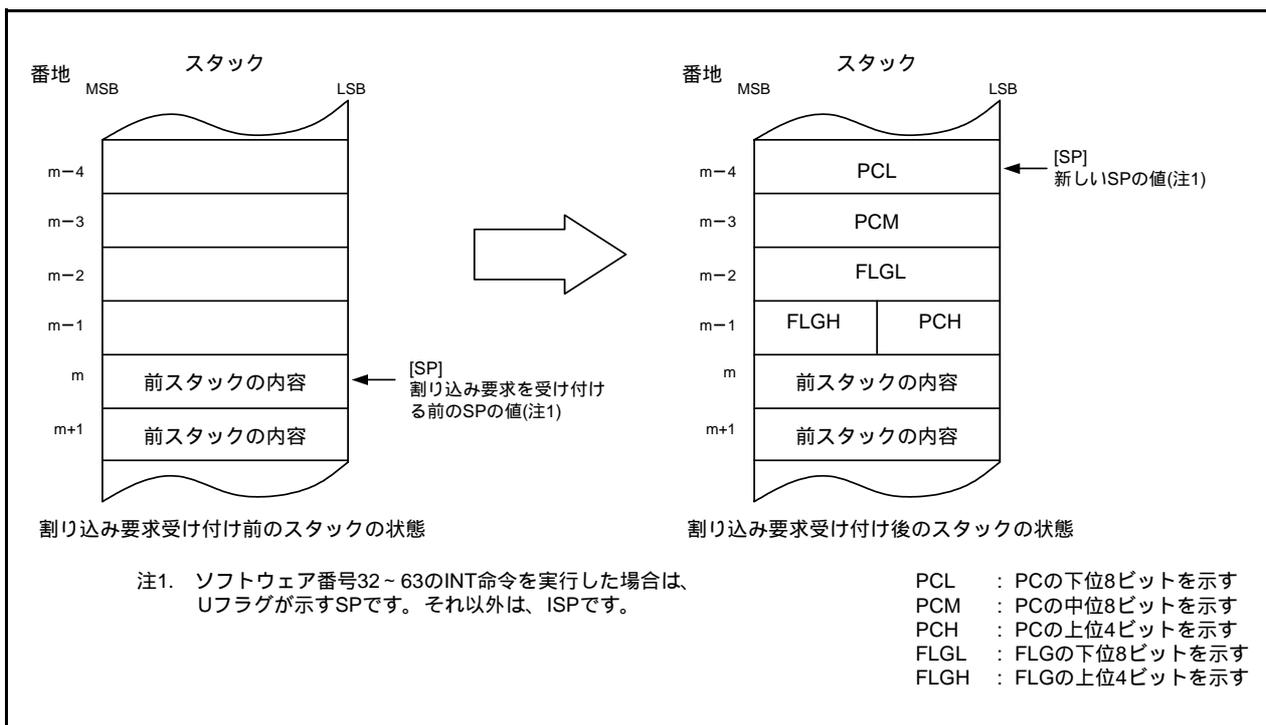


図12.5 割り込み要求受け付け前と後のスタックの状態

割り込みシーケンスで行われるレジスタ退避動作は、8ビットずつ4回に分けて退避されます。
図12.6にレジスタ退避動作を示します。

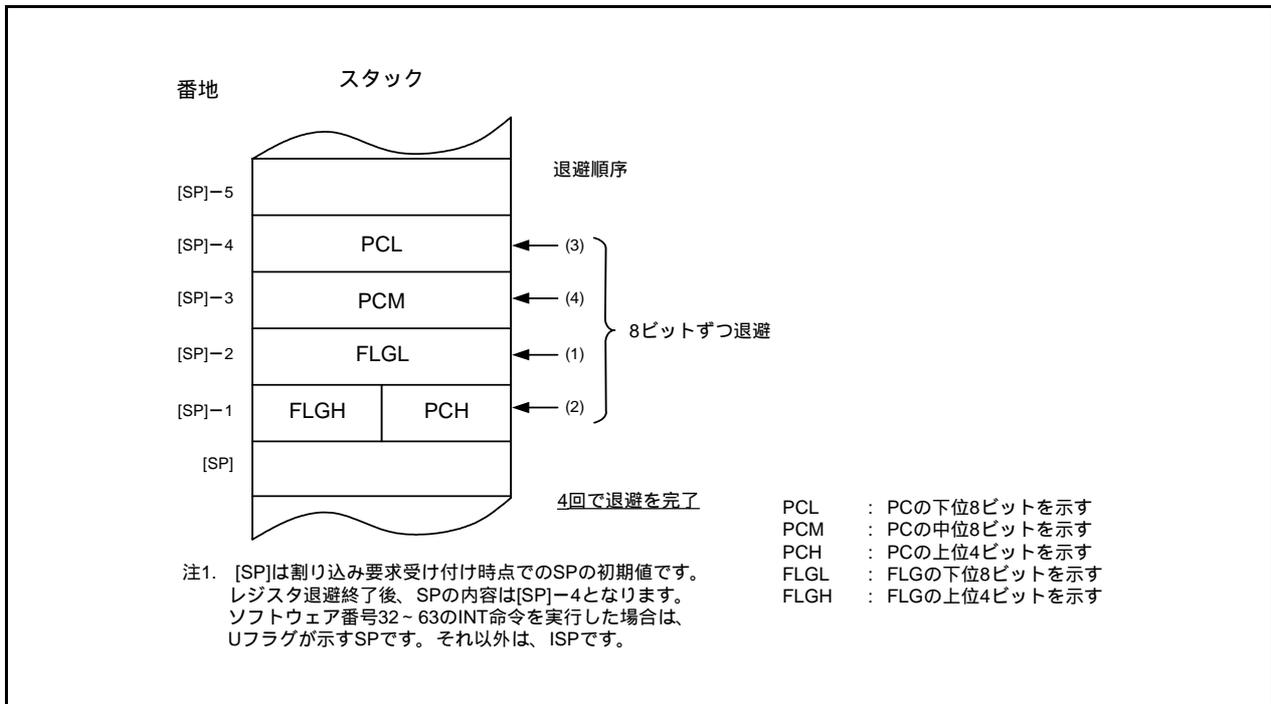


図12.6 レジスタ退避動作

12.3.8 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。

12.3.9 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せん。

図12.7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。

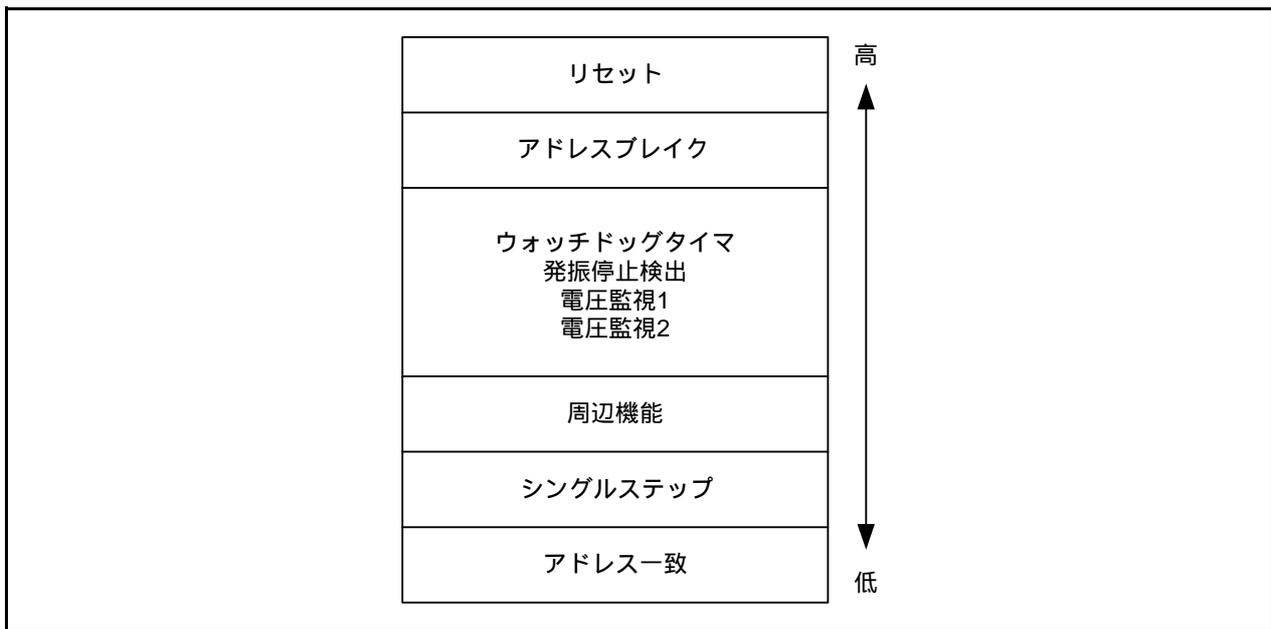


図 12.7 ハードウェア割り込みの割り込み優先順位

12.3.10 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 12.8 に割り込み優先レベルの判定回路を示します。

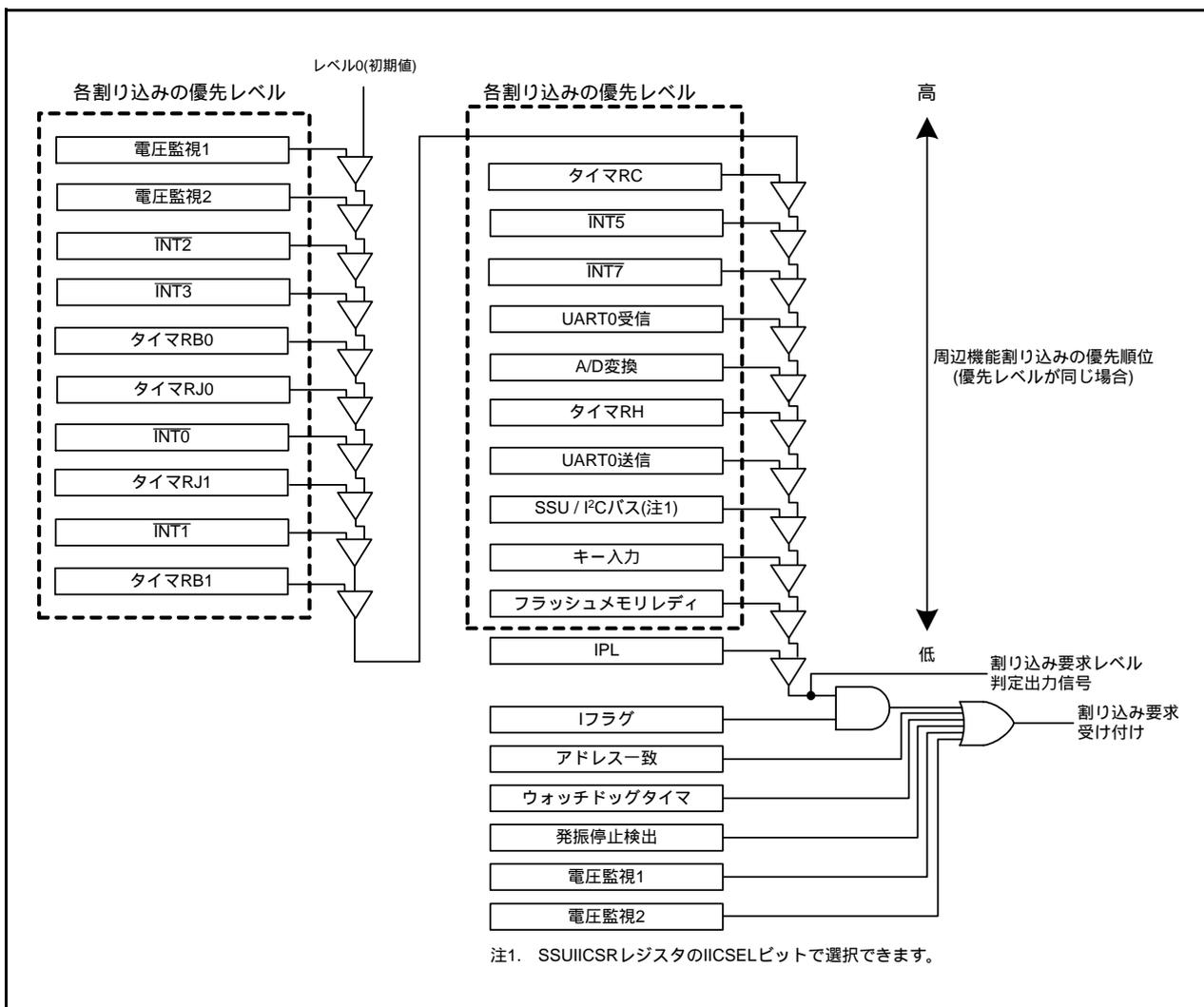


図 12.8 割り込み優先レベルの判定回路

12.4 $\overline{\text{INT}}$ 割り込み

12.4.1 $\overline{\text{INT}}_i$ 割り込み ($i = 0 \sim 3, 5, 7$)

$\overline{\text{INT}}_i$ 割り込みは $\overline{\text{INT}}_i$ 入力による割り込みです。 $\overline{\text{INT}}_i$ 割り込みを使用するときはINTENレジスタのINTiENビット“1”(許可)にしてください。極性をINTENレジスタのINTiPLビットとINTiICレジスタのPOLビットで選択できます。 $\overline{\text{INT}}_i$ 入力は入力端子を選択できます。

また、3種類のサンプリングクロックを持つデジタルフィルタを通して入力することも可能です。

$\overline{\text{INT}}_0$ 端子はタイマRCのパルス出力強制遮断入力と、タイマRB0の外部トリガ入力と兼用です。

$\overline{\text{INT}}_2$ 端子はタイマRJのイベント入力と兼用です。

$\overline{\text{INT}}_5$ 端子はタイマRB1の外部トリガ入力と兼用です。

表12.6に $\overline{\text{INT}}$ 割り込みの端子構成を示します。

表12.6 $\overline{\text{INT}}$ 割り込みの端子構成

端子名	割り当てる端子	入出力	機能
$\overline{\text{INT}}_0$	P2_2	入力	$\overline{\text{INT}}_0$ 割り込み入力、タイマRB0の外部トリガ入力、タイマRCのパルス出力強制遮断入力
$\overline{\text{INT}}_1$	P8_0またはP2_4	入力	$\overline{\text{INT}}_1$ 割り込み入力
$\overline{\text{INT}}_2$	P7_1またはP2_5	入力	$\overline{\text{INT}}_2$ 割り込み入力、タイマRJのイベントコントロール
$\overline{\text{INT}}_3$	P8_1またはP2_6	入力	$\overline{\text{INT}}_3$ 割り込み入力
$\overline{\text{INT}}_5$	P2_3	入力	$\overline{\text{INT}}_5$ 割り込み入力、タイマRB1の外部トリガ入力
$\overline{\text{INT}}_7$	P0_0	入力	$\overline{\text{INT}}_7$ 割り込み入力

12.4.2 INT割り込み入力端子選択レジスタ(INTSR)

アドレス 018Eh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	INT3SELO	INT2SELO	INT1SELO	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	INT1SELO	INT1端子選択ビット	0 : P8_0に割り当てる 1 : P2_4に割り当てる	R/W
b2	INT2SELO	INT2端子選択ビット	0 : P7_1に割り当てる 1 : P2_5に割り当てる	R/W
b3	INT3SELO	INT3端子選択ビット	0 : P8_1に割り当てる 1 : P2_6に割り当てる	R/W
b4	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

INTSRレジスタは、 $\overline{\text{INT}}_i$ ($i=0\sim 3、5、7$)の入力をどの端子に割り当てるかを選択するレジスタです。 $\overline{\text{INT}}_i$ を使用する場合は、INTSRレジスタを設定してください。

$\overline{\text{INT}}_i$ の関連レジスタを設定をする前に、INTSRレジスタを設定してください。また、 $\overline{\text{INT}}_i$ の動作中はINTSRレジスタの設定値を変更しないでください。

12.4.3 外部入力許可レジスタ0 (INTEN)

アドレス 01FAh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	INT3PL	INT3EN	INT2PL	INT2EN	INT1PL	INT1EN	INT0PL	INT0EN
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	INT0EN	$\overline{\text{INT0}}$ 入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b1	INT0PL	$\overline{\text{INT0}}$ 入力極性選択ビット(注1、2)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W
b2	INT1EN	$\overline{\text{INT1}}$ 入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b3	INT1PL	$\overline{\text{INT1}}$ 入力極性選択ビット(注1、2)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W
b4	INT2EN	$\overline{\text{INT2}}$ 入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b5	INT2PL	$\overline{\text{INT2}}$ 入力極性選択ビット(注1、2)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W
b6	INT3EN	$\overline{\text{INT3}}$ 入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b7	INT3PL	$\overline{\text{INT3}}$ 入力極性選択ビット(注1、2)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W

注1. INTiPLビット(i=0~3)を“1”(両エッジ)にする場合、INTiICレジスタのPOLビットを“0”(立ち下がりエッジを選択)にしてください。

注2. INTENレジスタを変更すると、INTiIC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。「12.8.4 割り込み要因の変更」を参照してください。

12.4.4 外部入力許可レジスタ1 (INTEN1)

アドレス 01FBh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	INT7PL	INT7EN	—	—	INT5PL	INT5EN	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	—			
b2	INT5EN	INT5入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b3	INT5PL	INT5入力極性選択ビット(注1、2)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W
b4	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b5	—			
b6	INT7EN	INT7入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b7	INT7PL	INT7入力極性選択ビット(注1、2)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W

注1. INTiPLビット(i = 5、7)を“1”(両エッジ)にする場合、INTiICレジスタのPOLビットを“0”(立ち下がりエッジを選択)にしてください。

注2. INTEN1レジスタを変更すると、INTiIC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。「12.8.4 割り込み要因の変更」を参照してください。

12.4.5 INT入力フィルタ選択レジスタ0 (INTF)

アドレス 01FCh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	INT3F1	INT3F0	INT2F1	INT2F0	INT1F1	INT1F0	INT0F1	INT0F0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	INT0F0	INT0入力フィルタ選択ビット	b1 b0 00: フィルタなし 01: フィルタあり、f1でサンプリング 10: フィルタあり、f8でサンプリング 11: フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b1	INT0F1			R/W
b2	INT1F0	INT1入力フィルタ選択ビット	b3 b2 00: フィルタなし 01: フィルタあり、f1でサンプリング 10: フィルタあり、f8でサンプリング 11: フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b3	INT1F1			R/W
b4	INT2F0	INT2入力フィルタ選択ビット	b5 b4 00: フィルタなし 01: フィルタあり、f1でサンプリング 10: フィルタあり、f8でサンプリング 11: フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b5	INT2F1			R/W
b6	INT3F0	INT3入力フィルタ選択ビット	b7 b6 00: フィルタなし 01: フィルタあり、f1でサンプリング 10: フィルタあり、f8でサンプリング 11: フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b7	INT3F1			R/W

12.4.6 INT入力フィルタ選択レジスタ1 (INTF1)

アドレス 01FDh番地

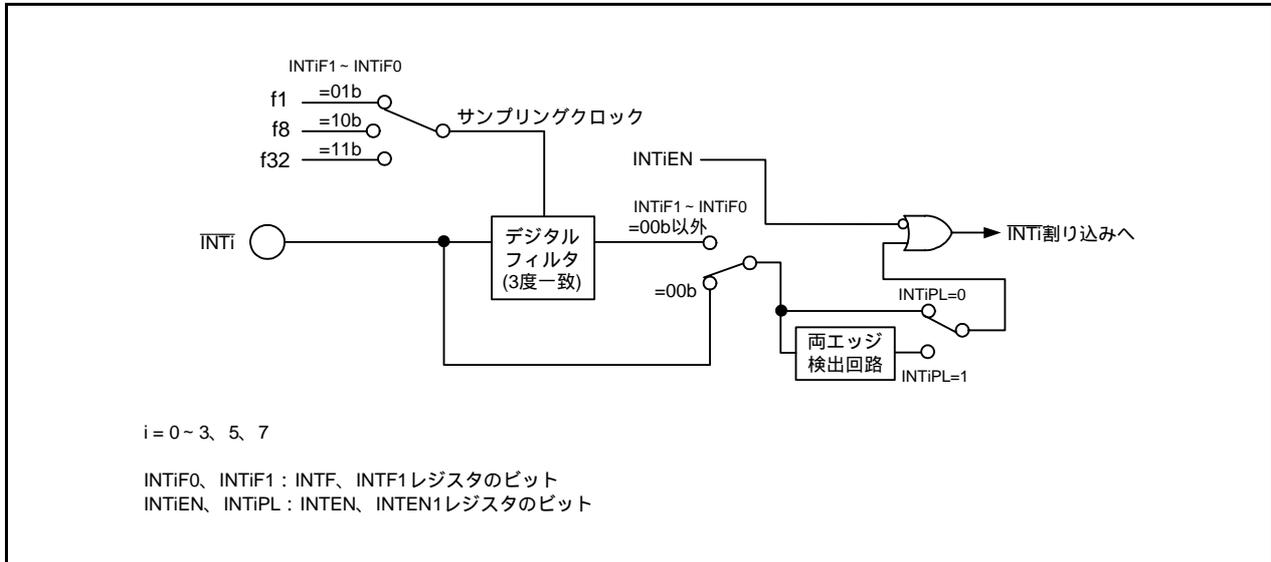
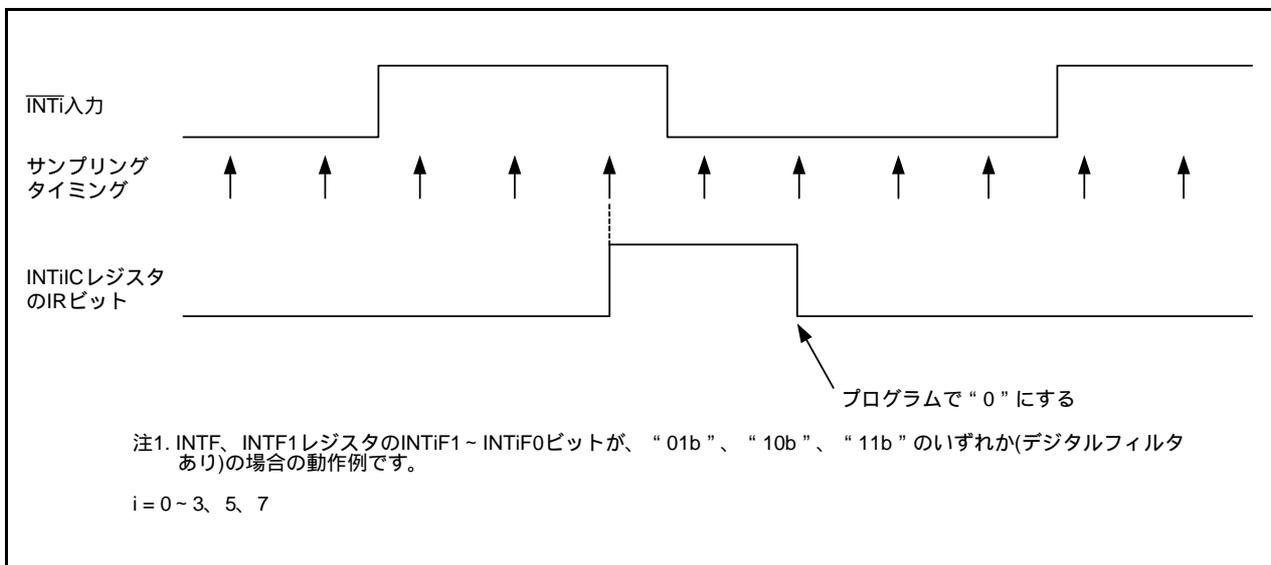
ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	INT7F1	INT7F0	—	—	INT5F1	INT5F0	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	—			R/W
b2	INT5F0	INT5入力フィルタ選択ビット	b3 b2 00: フィルタなし 01: フィルタあり、f1でサンプリング 10: フィルタあり、f8でサンプリング 11: フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b3	INT5F1			R/W
b4	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b5	—			R/W
b6	INT7F0	INT7入力フィルタ選択ビット	b7 b6 00: フィルタなし 01: フィルタあり、f1でサンプリング 10: フィルタあり、f8でサンプリング 11: フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b7	INT7F1			R/W

12.4.7 $\overline{\text{INTi}}$ 入力フィルタ ($i = 0 \sim 3, 5, 7$)

$\overline{\text{INTi}}$ 入力は、デジタルフィルタを持ちます。サンプリングクロックは $\overline{\text{INTF}}$ 、 $\overline{\text{INTF1}}$ レジスタの $\overline{\text{INTiF0}} \sim \overline{\text{INTiF1}}$ ビットで選択できます。サンプリングクロックごとに $\overline{\text{INTi}}$ のレベルをサンプリングし、レベルが3度一致した時点で、 $\overline{\text{INTiC}}$ レジスタの $\overline{\text{IR}}$ ビットが“1”(割り込み要求あり)になります。

図12.9に $\overline{\text{INTi}}$ 入力フィルタの構成を、図12.10に $\overline{\text{INTi}}$ 入力フィルタ動作例を示します。

図12.9 $\overline{\text{INTi}}$ 入力フィルタの構成図12.10 $\overline{\text{INTi}}$ 入力フィルタ動作例

12.5 キー入力割り込み

KI0 ~ KI7端子のうち、いずれかの入力エッジで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。

KIENレジスタのKIiENビット($i = 0 \sim 7$)で、端子をKIi入力として使用するかどうかを選択できます。また、KIENレジスタのKIiPLビットで入力極性を選択できます。

なお、KIiPLビットを“0”(立ち下がりエッジ)にしているKIi端子に“L”を入力していると、他のKI0 ~ KI7端子の入力は割り込みとして検知されません。同様に、KIiPLビットを“1”(立ち上がりエッジ)にしているKIi端子に“H”を入力していると、他のKI0 ~ KI7端子の入力は割り込みとして検知されません。

図12.11にキー入力割り込みのブロック図を示します。表12.7にキー入力割り込みの端子構成を示します。

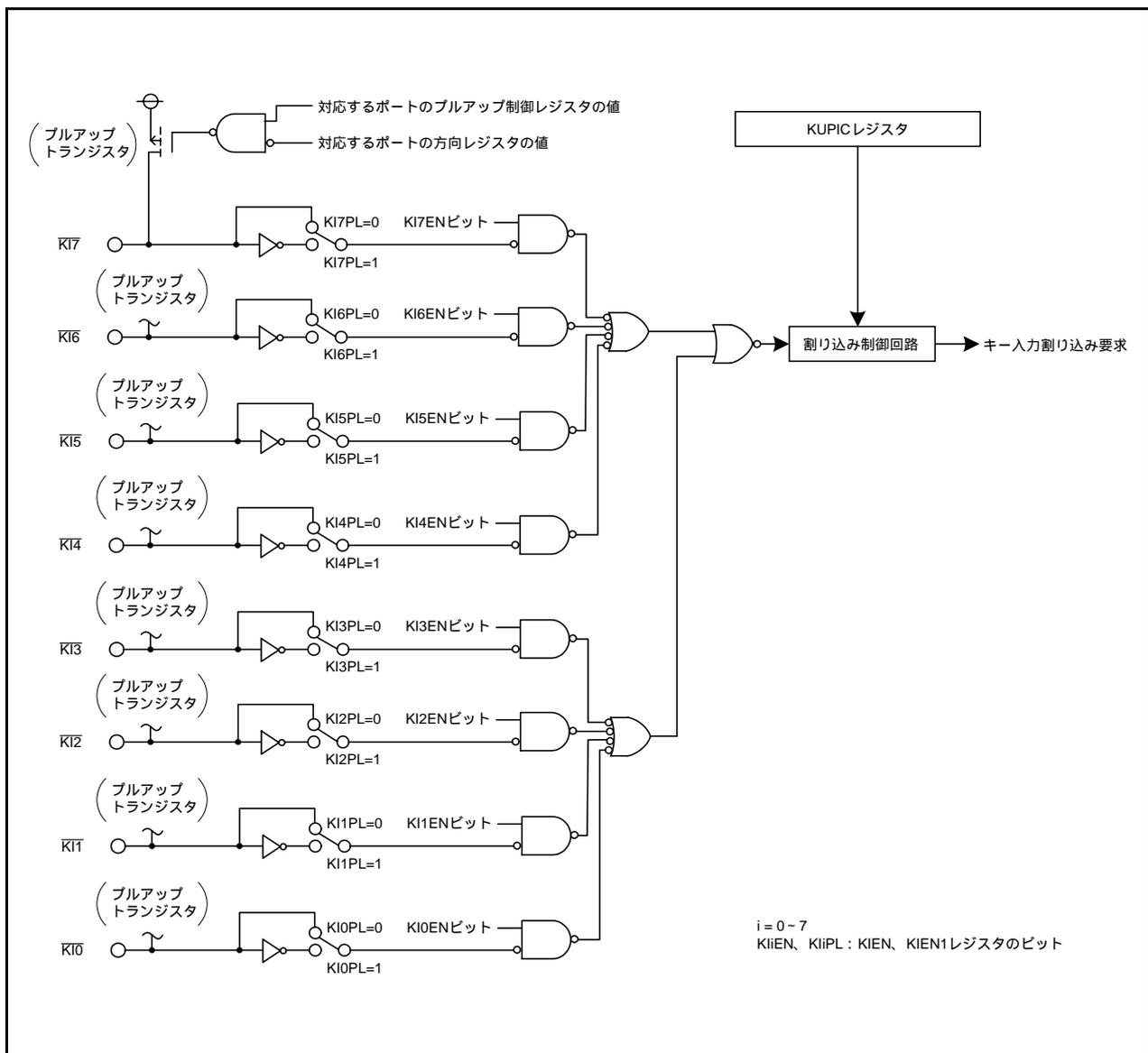


図12.11 キー入力割り込みのブロック図

表12.7 キー入力割り込みの端子構成

端子名	入出力	機能
KI0	入力	$\overline{\text{KI0}}$ 割り込み入力
KI1	入力	$\overline{\text{KI1}}$ 割り込み入力
KI2	入力	$\overline{\text{KI2}}$ 割り込み入力
KI3	入力	$\overline{\text{KI3}}$ 割り込み入力
KI4	入力	$\overline{\text{KI4}}$ 割り込み入力
KI5	入力	$\overline{\text{KI5}}$ 割り込み入力
KI6	入力	$\overline{\text{KI6}}$ 割り込み入力
KI7	入力	$\overline{\text{KI7}}$ 割り込み入力

12.5.1 キー入力許可レジスタ0(KIEN)

アドレス 01FEh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	KI3PL	KI3EN	KI2PL	KI2EN	KI1PL	KI1EN	KI0PL	KI0EN
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	KI0EN	KI0入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b1	KI0PL	KI0入力極性選択ビット	0: 立ち下がりエッジ 1: 立ち上がりエッジ	R/W
b2	KI1EN	KI1入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b3	KI1PL	KI1入力極性選択ビット	0: 立ち下がりエッジ 1: 立ち上がりエッジ	R/W
b4	KI2EN	KI2入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b5	KI2PL	KI2入力極性選択ビット	0: 立ち下がりエッジ 1: 立ち上がりエッジ	R/W
b6	KI3EN	KI3入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b7	KI3PL	KI3入力極性選択ビット	0: 立ち下がりエッジ 1: 立ち上がりエッジ	R/W

KIENレジスタを変更すると、KUPIC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。「12.8.4 割り込み要因の変更」を参照してください。

12.5.2 キー入力許可レジスタ1(KIEN1)

アドレス 01FFh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	KI7PL	KI7EN	KI6PL	KI6EN	KI5PL	KI5EN	KI4PL	KI4EN
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	KI4EN	KI4入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b1	KI4PL	KI4入力極性選択ビット	0: 立ち下がりエッジ 1: 立ち上がりエッジ	R/W
b2	KI5EN	KI5入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b3	KI5PL	KI5入力極性選択ビット	0: 立ち下がりエッジ 1: 立ち上がりエッジ	R/W
b4	KI6EN	KI6入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b5	KI6PL	KI6入力極性選択ビット	0: 立ち下がりエッジ 1: 立ち上がりエッジ	R/W
b6	KI7EN	KI7入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b7	KI7PL	KI7入力極性選択ビット	0: 立ち下がりエッジ 1: 立ち上がりエッジ	R/W

KIEN1レジスタを変更すると、KUPIC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。「12.8.4 割り込み要因の変更」を参照してください。

12.6 アドレス一致割り込み

RMADi(i = 0 ~ 1)レジスタ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。デバッグのブレイク機能に使用します。なお、オンチップデバッグ使用時、ユーザシステムでアドレス一致割り込み(AIER0、AIER1、RMAD0、RMAD1レジスタ、固定ベクタテーブル)を設定しないでください。

RMADi(i = 0 ~ 1)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AIERiレジスタのAIERiビットで選択できます。アドレス一致割り込みは、IフラグやIPLの影響は受けません。

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(「12.3.7 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命令などを使用して、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12.8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。

表12.8 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(i = 0 ~ 1)で示される番地の命令	退避されるPCの値(注1)
<ul style="list-style-type: none"> • オペコードが2バイトの命令(注2) • オペコードが1バイトの命令(注2) 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 #IMM8,dest STNZ #IMM8,dest STZX #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)	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

注1. 退避されるPCの値:「12.3.7 レジスタ退避」参照。

注2. オペコード:「R8C/Tinyシリーズソフトウェアマニュアル(RJJ09B0002)」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12.9 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	AIER00	RMAD0
アドレス一致割り込み1	AIER10	RMAD1

12.6.1 アドレス一致割り込み許可レジスタ i (AIER i)($i = 0 \sim 1$)

アドレス 01C3h番地(AIER0)、01C7h番地(AIER1)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—	AIER00
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0	AIER0レジスタ

シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—	AIER10
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0	AIER1レジスタ

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	AIERi0	アドレス一致割り込み許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
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“0”。		—
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

12.6.2 アドレス一致割り込みレジスタ i (RMAD i)($i = 0 \sim 1$)

アドレス 01C2h ~ 01C0h番地(RMAD0)、01C6h ~ 01C4h番地(RMAD1)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	b23	b22	b21	b20	b19	b18	b17	b16
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	X	X	X	X

ビット	シンボル	機能	設定可能値	R/W
b19 ~ b0	—	アドレス一致割り込み用アドレス設定レジスタ	00000h ~ FFFFFh	R/W
b20	—	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”。		—
b21	—			
b22	—			
b23	—			

12.7 タイマRC割り込み、タイマRH割り込み、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット割り込み、I²Cバスインタフェース、フラッシュメモリ割り込み(複数の割り込み要求要因を持つ割り込み)

タイマRC、タイマRH、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット、I²Cバスインタフェース、フラッシュメモリは、それぞれ複数の割り込み要求要因を持ち、それらの論理和が割り込み要求になり、割り込み制御レジスタのIRビットに反映されます。このため、これらの周辺機能はそれぞれ独自の割り込み要求要因のステータスレジスタ(以下、ステータスレジスタと称す)と、割り込み要求要因の許可レジスタ(以下、許可レジスタと称す)を持ち、割り込み要求の発生(割り込み制御レジスタのIRビットの変化)を制御しています。表12.10にタイマRC、タイマRH、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット、I²Cバスインタフェース、フラッシュメモリ割り込み関連レジスタを示します。

表12.10 タイマRC、タイマRH、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット、I²Cバスインタフェース、フラッシュメモリ割り込み関連レジスタ

周辺機能名	割り込み要求要因のステータスレジスタ	割り込み要求要因の許可レジスタ	割り込み制御レジスタ
タイマRC	TRCSR	TRCIER	TRCIC
タイマRH	ALIF (TRHIFRのビット0)(注1)、 RTCF (TRHIFRのビット1)(注1)、 INTF (TRHICRのビット7)、 CMIF (TRHIFRのビット0)(注2)、 OVIF (TRHIFRのビット1)(注2)	TRHIER SLINT (TRHICRのビット5) ALIE (TRHIFRのビット2)	TRHIC
シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット	SSSR	SSER	SSUIC
I ² Cバスインタフェース	ICSR	ICIER	IICIC
フラッシュメモリ	RDYSTI (FSTのビット0) BSYAEI (FSTのビット1)	RDYSTIE (FMR0のビット7) BSYAEIE (FMR0のビット6) CMDERIE (FMR0のビット5)	FMRDYIC

注1. リアルタイムクロックモード時

注2. アウトプットコンペアモード時

タイマRC、タイマRH、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット、I²Cバスインタフェース、フラッシュメモリの割り込みが、Iフラグ、IRビット、ILVL0～ILVL2ビットとIPLの関係で割り込み制御を行うことは、他のマスカブル割り込みと同様です。しかし、複数の割り込み要求要因から、1つの割り込み要求を発生するため、他のマスカブル割り込みとは次のような違いがあります。

- ステータスレジスタのビットが“1”で、それに対応する許可レジスタのビットが“1”(割り込み許可)の場合、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)になります。
- ステータスレジスタのビットと、それに対応する許可レジスタのビットのどちらか、または両方が“0”になるとIRビットが“0”(割り込み要求なし)になります。
すなわち、IRビットは、いったん“1”になって、割り込みが受け付けられなかった場合も、割り込み要求を保持しません。
また、IRビットに“0”を書いても“0”になりません。
- ステータス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。
このため、IRビットも割り込みが受け付けられたとき自動的に“0”になりません。
ステータスレジスタの各ビットは割り込みルーチン内で“0”にしてください。ステータスレジスタの各ビットを“0”にする方法はステータスレジスタの図を参照してください。
- 許可レジスタの複数のビットを“1”にしている場合、IRビットが“1”になった後、別の要求要因が成立したとき、IRビットは“1”のまま変化しません。
- 許可レジスタの複数のビットを“1”にしている場合、どの要求要因による割り込みかは、ステータスレジスタで判定してください。

ステータスレジスタと許可レジスタは各周辺機能の章(「18. タイマRC」, 「19. タイマRH」, 「23. シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット(SSU)」, 「24. I²Cバスインタフェース」, 「28. フラッシュメモリ」)を参照してください。

割り込み制御レジスタは「12.3 割り込み制御」を参照してください。

12.8 割り込み使用上の注意

12.8.1 00000h番地の読み出し

プログラムで00000h番地を読まないでください。マスクابل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00000h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”(割り込み要求なし)になります。

プログラムで00000h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が発生することがあります。

12.8.2 SPの設定

割り込みを受け付ける前に、SPに値を設定してください。リセット後、SPは“0000h”です。そのため、SP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。

12.8.3 外部割り込み、キー入力割り込み

$\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$ 、 $\overline{\text{INT5}}$ 、 $\overline{\text{INT7}}$ 端子、 $\overline{\text{KI0}} \sim \overline{\text{KI7}}$ 端子に入力する信号には、CPUの動作クロックに関係なく電気的特性の外部割り込み $\overline{\text{INTi}}$ 入力($i = 0 \sim 3, 5, 7$)に示す“L”レベル幅、または“H”レベル幅が必要です。(詳細は「表29.29 外部割り込み $\overline{\text{INTi}}$ ($i = 0 \sim 3, 5, 7$)キー入力割り込み $\overline{\text{KIi}}$ ($i = 0 \sim 7$)のタイミング条件」を参照。)

12.8.4 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・タイミングに関与する場合は、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 12.12 に割り込み要因の変更手順例を示します。

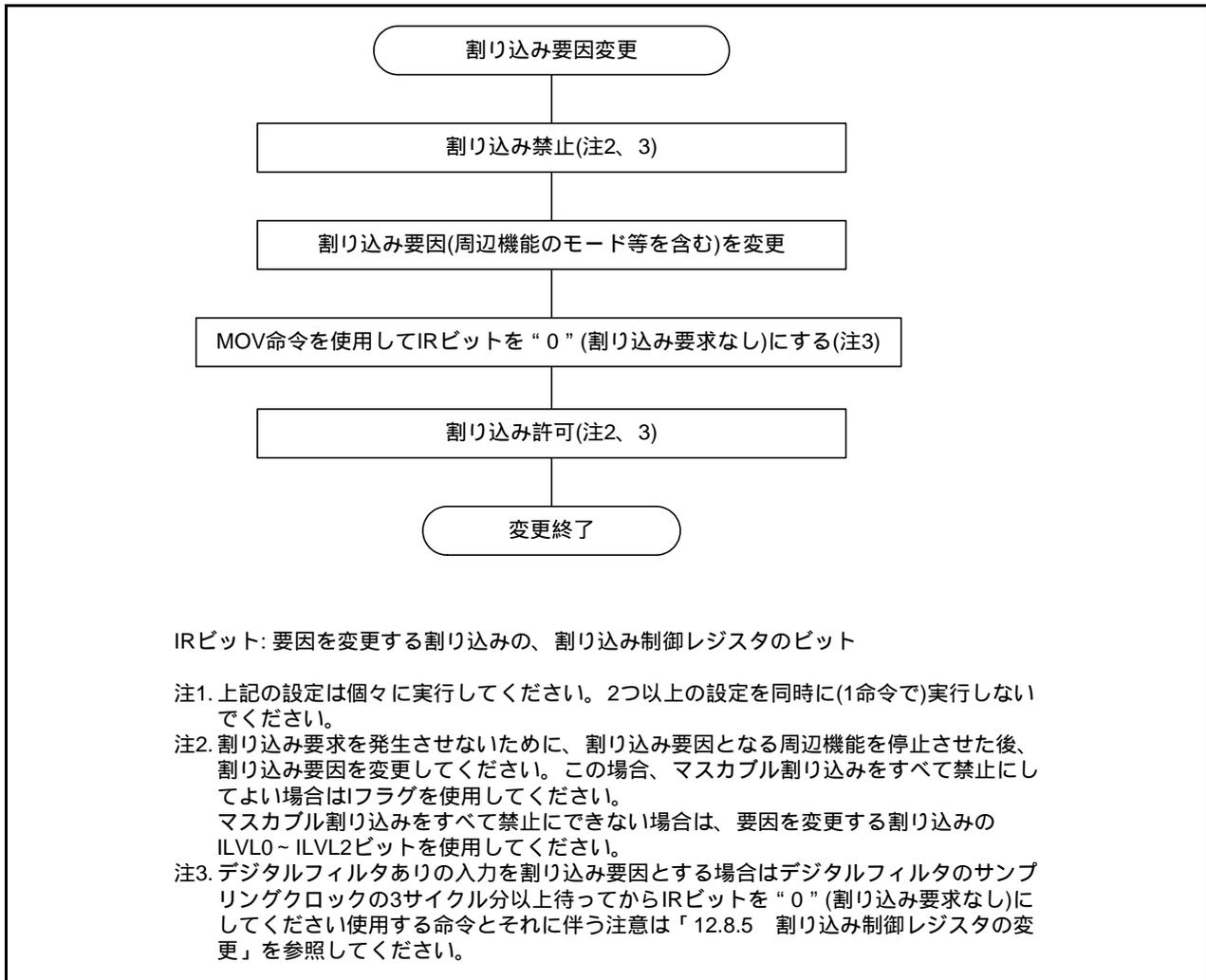


図 12.12 割り込み要因の変更手順例

12.8.5 割り込み制御レジスタの変更

- (a) 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。
- (b) 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。

- (c) 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従って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(b)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, 0056H     ; TRJ0ICレジスタを“00h”にする
  NOP
  NOP
  FSET    I                ; 割り込み許可
```

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, 0056H     ; TRJ0ICレジスタを“00h”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, 0056H     ; TRJ0ICレジスタを“00h”にする
  POPC    FLG             ; 割り込み許可
```

13. IDコード領域

IDコード領域は、標準シリアル入出力モードでフラッシュメモリ書き換え禁止機能に使用します。フラッシュメモリ書き換え禁止機能は、フラッシュメモリの読み出し、書き換え、消去を禁止します。

13.1 概要

IDコード領域は固定ベクタテーブルの各ベクタ最上位番地のうち、0FFDFh、0FFE3h、0FFE7h、0FFE8h、0FFE9h、0FFF3h、0FFF7h、0FFF8h番地です。図13.1にIDコード領域を示します。

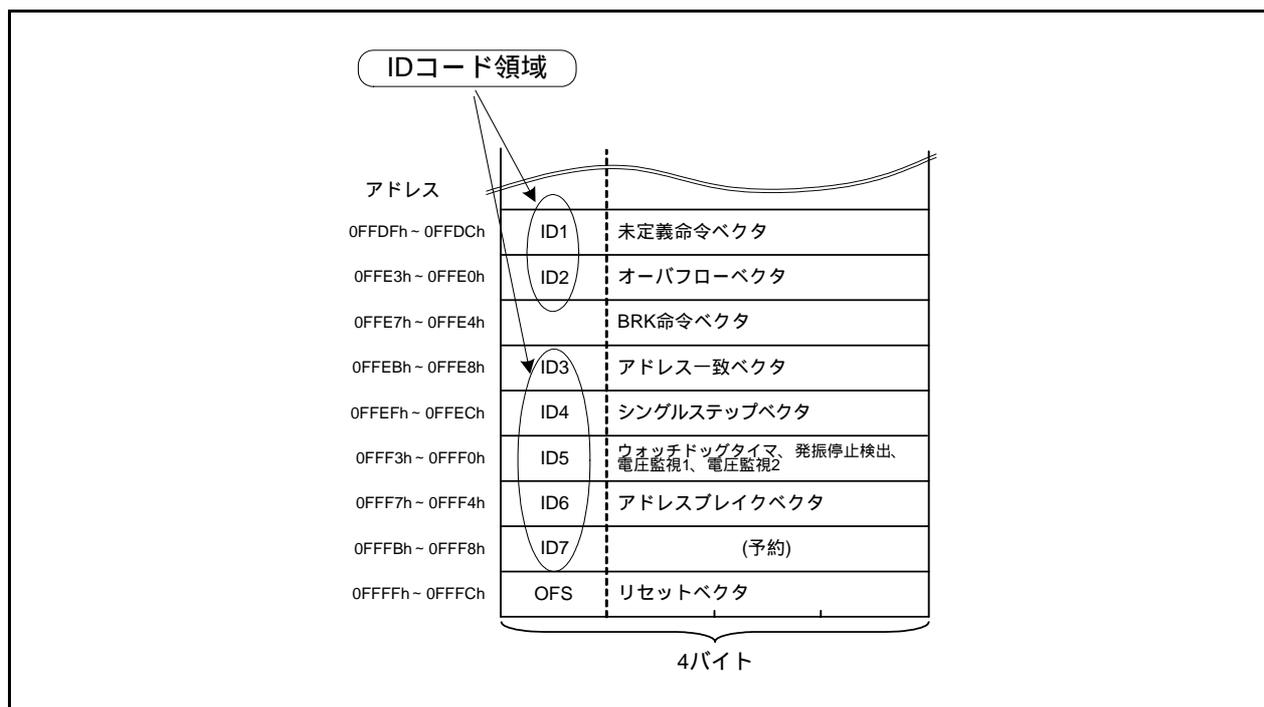


図13.1 IDコード領域

13.2 機能

IDコード領域は標準シリアル入出力モードで使用します。標準シリアル入出力モードでリセットベクタの3バイト(0FFFC_h ~ 0FFFE_h番地)が“FFFFFF_h”ではない場合、IDコード領域に格納されているIDコードと、シリアルライタやオンチップデバッグエミュレータから送られてくるIDコードの一致を判定し、一致すれば送られてくるコマンドを受け付け、一致しなければ受け付けません。したがって、シリアルライタやオンチップデバッグエミュレータを使用する予定がある場合は、IDコード領域にあらかじめ決めておいたIDコードを書き込んでください。

リセットベクタの3バイト(0FFFC_h ~ 0FFFE_h番地)が“FFFFFF_h”の場合、IDコードの判定は行われず、すべてのコマンドが受け付けられます。

IDコード領域はフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。

なお、IDコードがASCIIコードの“ALeRASE”になる組み合わせは、強制イレーズ機能で使用する予約語です。また、“Protect”になる組み合わせは標準シリアル入出力モード禁止機能で使用する予約語です。表13.1にIDコードの予約語を示します。IDコード格納番地のアドレスとデータがすべて表13.1と一致する場合は予約語です。強制イレーズ機能、標準シリアル入出力モード禁止機能を使用しない場合は、この組み合わせ以外のIDコードを使用してください。

表13.1 IDコードの予約語

IDコード格納番地		IDコードの予約語(ASCIIコード)(注1)	
		ALeRASE	Protect
0FFDF _h	ID1	41h (“A”大文字)	50h (“P”大文字)
0FFE3 _h	ID2	4Ch (“L”大文字)	72h (“r”小文字)
0FFE _{Bh}	ID3	65h (“e”小文字)	6Fh (“o”小文字)
0FFE _{Fh}	ID4	52h (“R”大文字)	74h (“t”小文字)
0FFF3 _h	ID5	41h (“A”大文字)	65h (“e”小文字)
0FFF7 _h	ID6	53h (“S”大文字)	63h (“c”小文字)
0FFFB _h	ID7	45h (“E”大文字)	74h (“t”小文字)

注1. IDコード格納番地のアドレスとデータがすべて表13.1と一致する場合は予約語です。

13.3 強制イレーズ機能

強制イレーズ機能は、標準シリアル入出力モードで使用します。シリアルライタやオンチップデバッグエミュレータから送られてくるIDコードが、ASCIIコードの“ALeRASE”の場合、ユーザROM領域をすべて消去します。ただし、IDコード格納番地の内容がASCIIコードの“ALeRASE”以外(「表13.1 IDコードの予約語」以外)、かつOFSレジスタのROMCRビットが“1”、ROMCP1ビットが“0”(ROMコードプロテクト有効)の場合は、強制イレーズを行わず、IDコードチェック機能によるIDコードの判定を行います。表13.2に強制イレーズ機能の条件と動作を示します。

なお、IDコード格納番地の内容をASCIIコードの“ALeRASE”にしておくと、シリアルライタやオンチップデバッグエミュレータから送られてくるIDコードが“ALeRASE”ならばユーザROM領域を消し、“ALeRASE”以外ならばIDが一致せず、コマンドを受け付けられないので、ユーザROM領域を操作できません。

表13.2 強制イレーズ機能の条件と動作

条件			動作
シリアルライタやオンチップデバッグエミュレータから送られてくるIDコード	IDコード格納番地のIDコード	OFSレジスタのROMCP1、ROMCRビット	
ALeRASE	ALeRASE	—	ユーザROM領域をすべて消去 (強制イレーズ機能)
	ALeRASE以外 (注1)	“01b”以外 (ROMコードプロテクト解除)	
ALeRASE以外	ALeRASE	—	IDコードの判定 (IDコードチェック機能。IDコード不一致になる)
	ALeRASE以外 (注1)	—	IDコードの判定 (IDコードチェック機能)

注1. “Protect”の場合は「13.4 標準シリアル入出力モード禁止機能」参照。

13.4 標準シリアル入出力モード禁止機能

標準シリアル入出力モード禁止機能は、標準シリアル入出力モードで使用します。IDコード格納番地のIDコードがASCIIコードの“Protect”になる組み合わせ(「表13.1 IDコードの予約語」参照)の場合、シリアルライタやオンチップデバッグエミュレータとの通信を行いません。このため、シリアルライタやオンチップデバッグエミュレータによるフラッシュメモリの読み出し、書き込み、消去を禁止できます。

なお、IDコードを“Protect”になる組み合わせにし、かつ、OFSレジスタのROMCRビットを“1”、ROMCP1ビットを“0”(ROMコードプロテクト有効)にしている場合は、シリアルライタやオンチップデバッグエミュレータによるROMコードプロテクト解除ができません。したがって、シリアルライタやオンチップデバッグエミュレータでもパラレルライタでも、フラッシュメモリの読み出し、書き込み、消去ができなくなります。

13.5 IDコード領域使用上の注意

13.5.1 IDコード領域の設定例

IDコード領域はフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。次に設定例を示します

- IDコード領域すべてに“55h”を設定する場合

```
.org 00FFDCH
```

```
.lword dummy | (55000000h) ; UND
```

```
.lword dummy | (55000000h) ; INTO
```

```
.lword dummy ; BREAK
```

```
.lword dummy | (55000000h) ; ADDRESS MATCH
```

```
.lword dummy | (55000000h) ; SET SINGLE STEP
```

```
.lword dummy | (55000000h) ; WDT
```

```
.lword dummy | (55000000h) ; ADDRESS BREAK
```

```
.lword dummy | (55000000h) ; RESERVE
```

(プログラムの書式はコンパイラによって異なります。コンパイラのマニュアルで確認してください。)

14. オプション機能選択領域

14.1 概要

オプション機能選択領域は、リセット後のマイコンの状態や、パラレル入出力モードでの書き換えを禁止する機能を選択する領域です。固定ベクタテーブルのリセットベクタ最上位、0FFFFh番地および0FFDBh番地がオプション機能選択領域です。図14.1にオプション機能選択領域を示します。

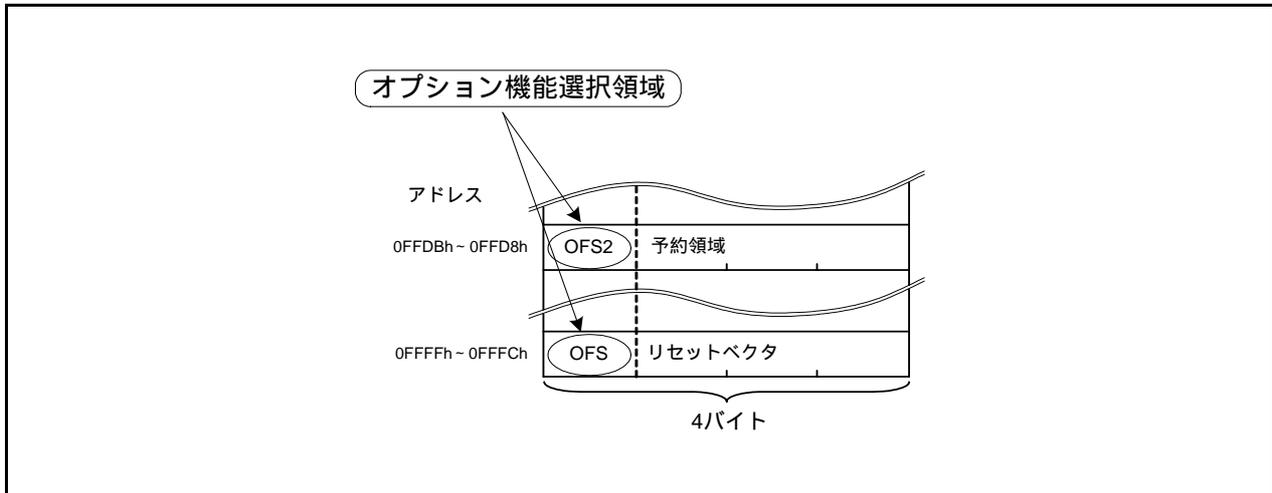


図14.1 オプション機能選択領域

14.2 レジスタの説明

OFSレジスタおよびOFS2レジスタは、リセット後のマイコンの状態や、パラレル入出力モードでの書き換えを禁止する機能を選択するレジスタです。

14.2.1 オプション機能選択レジスタ(OFS)

アドレス 0FFFFh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CSPROINI	LVDAS	VDSEL1	VDSEL0	ROMCP1	ROMCR	—	WDTON
リセット後の値	ユーザの設定値(注1)							

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	WDTON	ウォッチドッグタイマ起動選択ビット	0:リセット後、ウォッチドッグタイマは自動的に起動 1:リセット後、ウォッチドッグタイマは停止状態	R/W
b1	—	予約ビット	“1”にしてください	R/W
b2	ROMCR	ROMコードプロテクト解除ビット	0:ROMコードプロテクト解除 1:ROMCP1ビット有効	R/W
b3	ROMCP1	ROMコードプロテクトビット	0:ROMコードプロテクト有効 1:ROMコードプロテクト解除	R/W
b4	VDSEL0	電圧検出0レベル選択ビット(注2)	b5 b4 00:3.80Vを選択(Vdet0_3) 01:2.85Vを選択(Vdet0_2) 10:2.35Vを選択(Vdet0_1) 11:1.90Vを選択(Vdet0_0)	R/W
b5	VDSEL1			R/W
b6	LVDAS	電圧検出0回路起動ビット(注3)	0:リセット後、電圧監視0リセット有効 1:リセット後、電圧監視0リセット無効	R/W
b7	CSPROINI	リセット後カウントソース保護モード選択ビット	0:リセット後、カウントソース保護モード有効 1:リセット後、カウントソース保護モード無効	R/W

注1. OFSレジスタはフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。

OFSレジスタに追加書き込みをしないでください。OFSレジスタを含むブロックを消去すると、OFSレジスタは“FFh”になります。

ブランク出荷品の出荷時、OFSレジスタは“FFh”です。ユーザでの書き込み後は、書き込んだ値になります。書き込み出荷品の出荷時、OFSレジスタの値は、ユーザがプログラムで設定した値です。

注2. VDSEL0～VDSEL1ビットで選択した電圧検出0レベルは、電圧監視0リセットおよびパワーオンリセットの両機能に、同じレベルで設定されます。

注3. パワーオンリセット、電圧監視0リセットを使用する場合、LVDASビットを“0”(リセット後、電圧監視0リセット有効)にしてください。

OFSレジスタの設定例は、「14.3.1 オプション機能選択領域の設定例」を参照してください。

LVDASビット(電圧検出0回路起動ビット)

電圧検出0回路で監視するVdet0電圧は、VDSEL0～VDSEL1ビットで選択されます。

14.2.2 オプション機能選択レジスタ2 (OFS2)

アドレス 0FFDBh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	WDTRCS1	WDTRCS0	WDTUFS1	WDTUFS0
リセット後の値	ユーザの設定値(注1)							

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	WDTUFS0	ウォッチドッグタイマアンダフロー 周期設定ビット	b1 b0 0 0 : 03FFh 0 1 : 0FFFh 1 0 : 1FFFh 1 1 : 3FFFh	R/W
b1	WDTUFS1			R/W
b2	WDTRCS0	ウォッチドッグタイマリフレッシュ 受付周期設定ビット	b3 b2 0 0 : 25% 0 1 : 50% 1 0 : 75% 1 1 : 100%	R/W
b3	WDTRCS1			R/W
b4	—	予約ビット	“1” にしてください	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. OFS2レジスタはフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。
OFS2レジスタに追加書き込みをしないでください。OFS2レジスタを含むブロックを消去すると、OFS2レジスタは“FFh”になります。
ブランク出荷品の出荷時、OFS2レジスタは“FFh”です。ユーザでの書き込み後は、書き込んだ値になります。
書き込み出荷品の出荷時、OFS2レジスタの値は、ユーザがプログラムで設定した値です。

OFS2レジスタの設定例は、「14.3.1 オプション機能選択領域の設定例」を参照してください。

WDTRCS0、WDTRCS1ビット(ウォッチドッグタイマリフレッシュ受付周期設定ビット)

ウォッチドッグタイマのカウント開始からアンダフローまでの期間を100%として、ウォッチドッグタイマのリフレッシュ受付可能な期間を選択できます。

詳細は「15.3.1.1 リフレッシュ受付期間」を参照してください。

14.3 オプション機能選択領域使用上の注意

14.3.1 オプション機能選択領域の設定例

オプション機能選択領域はフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。次に設定例を示します。

- OFSレジスタに“FFh”を設定する場合

```
.org 00FFFC
```

```
.lword reset | (0FF00000h) ; RESET
```

(プログラムの書式はコンパイラによって異なります。コンパイラのマニュアルで確認してください。)

- OFS2レジスタに“FFh”を設定する場合

```
.org 00FFDBH
```

```
.byte 0FFh
```

(プログラムの書式はコンパイラによって異なります。コンパイラのマニュアルで確認してください。)

15. 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勧めします。

15.1 概要

ウォッチドッグタイマは14ビットのカウンタを持ち、カウントソース保護モードの有効、無効を選択できます。

表15.1にウォッチドッグタイマの仕様を示します。

ウォッチドッグタイマリセットの詳細は「5.5 ウォッチドッグタイマリセット」を参照してください。

図15.1にウォッチドッグタイマのブロック図を示します。

表15.1 ウォッチドッグタイマの仕様

項目	カウントソース保護モード無効時	カウントソース保護モード有効時
カウントソース	CPUクロック	ウォッチドッグタイマ用 低速オンチップオシレータクロック
カウント動作	ダウンカウント	
カウント開始条件	次のいずれかを選択可能 <ul style="list-style-type: none"> リセット後、自動的にカウントを開始 WDTSレジスタへの書き込みによりカウントを開始 	
カウント停止条件	ストップモード、ウェイトモード	なし
ウォッチドッグタイマ初期条件	<ul style="list-style-type: none"> リセット WDTRレジスタに“00h”、続いて“FFh”を書く(受付期間の設定あり)(注1) アンダフロー 	
アンダフロー時の動作	ウォッチドッグタイマ割り込み、またはウォッチドッグタイマリセット	ウォッチドッグタイマリセット
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> プリスケアラの分周比 WDTCレジスタのWDTC7ビットもしくはCM0レジスタのCM07ビットで選択 カウントソース保護モード リセット後に有効か無効かはOFSレジスタのCSPROINIビット(フラッシュメモリ)で選択、リセット後無効の場合はCSPRレジスタのCSPROビット(プログラム)で選択 リセット後のウォッチドッグタイマの起動または停止 OFSレジスタのWDTONビット(フラッシュメモリ)で選択 ウォッチドッグタイマの初期値 OFS2レジスタのWDTUFS0 ~ WDTUFS1ビットで選択 ウォッチドッグタイマのリフレッシュ受付周期 OFS2レジスタのWDTRCS0 ~ WDTRCS1ビットで選択 	

注1. WDTRレジスタへは、ウォッチドッグタイマのカウント動作中に書いてください。

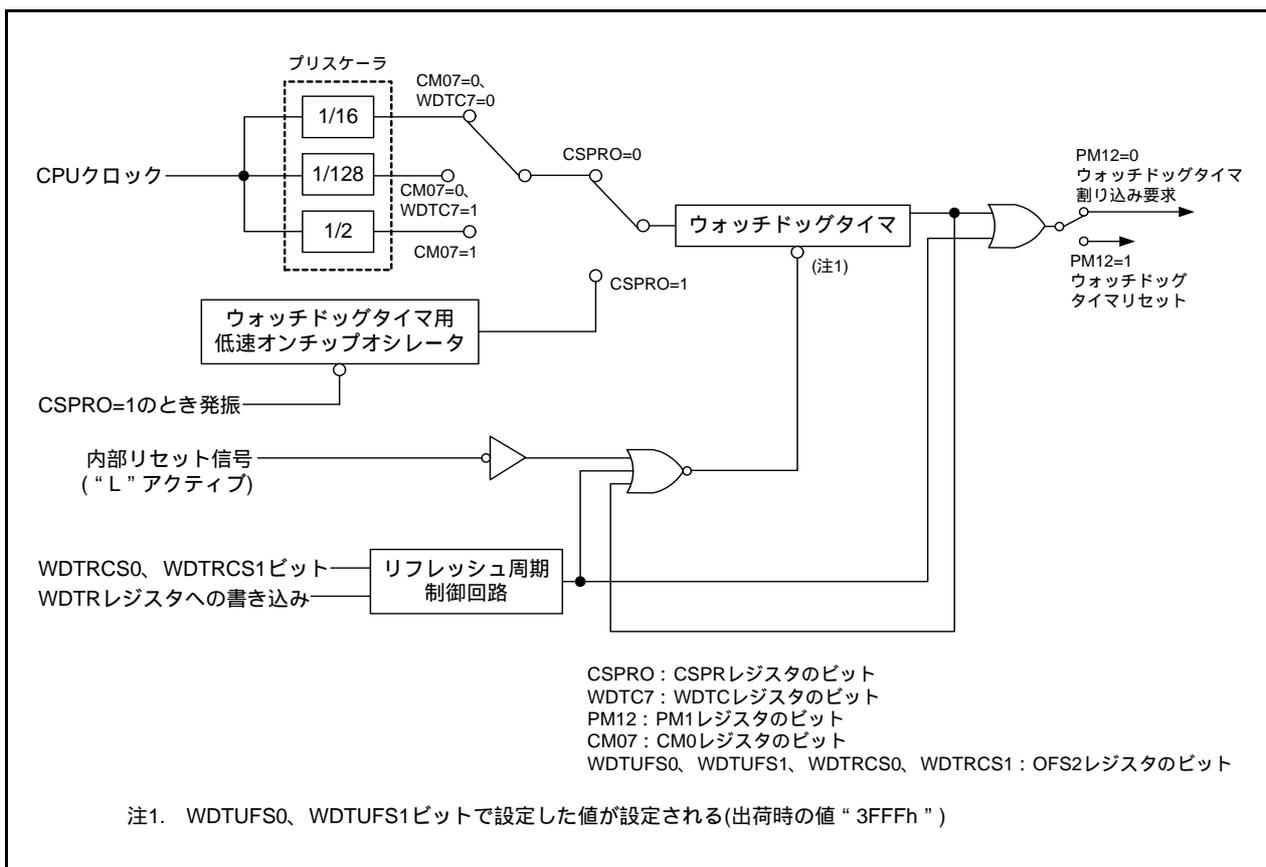


図 15.1 ウォッチドッグタイマのブロック図

15.2 レジスタの説明

15.2.1 プロセッサモードレジスタ1 (PM1)

アドレス 0005h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	PM12	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	—			R/W
b2	PM12	WDT 割り込み/リセット切り替えビット	0: ウォッチドッグタイマ割り込み 1: ウォッチドッグタイマリセット(注1)	R/W
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、その値は“0”。		—
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W

注1. PM12ビットはプログラムで“1”を書くと“1”になります(“0”を書いても変化しません)。CSPRレジスタのCSPROビットが“1”(カウントソース保護モード有効)のとき、PM12ビットは自動的に“1”になります。

PM1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。

15.2.2 ウォッチドッグタイマリセットレジスタ(WDTR)

アドレス 000Dh 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	機能	R/W
b7 ~ b0	“00h” を書いて、続いて“FFh” を書くと、ウォッチドッグタイマは初期化される。ウォッチドッグタイマの初期値はOFS2レジスタのWDTUFS0、WDTUFS1ビットで指定される。(注1)	W

注1. WDTRレジスタへは、ウォッチドッグタイマのカウント動作中に書いてください。

15.2.3 ウォッチドッグタイマスタートレジスタ(WDTS)

アドレス 000Eh 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	機能	R/W
b7 ~ b0	このレジスタに対する書き込み命令で、ウォッチドッグタイマはスタートする。	W

15.2.4 ウォッチドッグタイマ制御レジスタ(WDTC)

アドレス 000Fh 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	WDTC7	—	—	—	—	—	—	—
出荷時の値	0	0	1	1	1	1	1	1

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	ウォッチドッグタイマの次のビットが読める。		R
b1	—	OFS2レジスタのWDTUFS1 ~ WDTUFS0ビットが		R
b2	—	“00b” (03FFh)のとき：b5 ~ b0		R
b3	—	“01b” (0FFFh)のとき：b7 ~ b2		R
b4	—	“10b” (1FFFh)のとき：b8 ~ b3		R
b5	—	“11b” (3FFFh)のとき：b9 ~ b4		R
b6	—	予約ビット	読んだ場合、その値は“0”	R
b7	WDTC7	プリスケアラ選択ビット	0：16分周 1：128分周	R/W

15.2.5 カウントソース保護モードレジスタ(CSPR)

アドレス 001Ch 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CSPRO	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0
	上記はOFSレジスタのCSPROINIビットが“1”の場合							
リセット後の値	1	0	0	0	0	0	0	0
	上記はOFSレジスタのCSPROINIビットが“0”の場合							

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
b1	—			
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	CSPRO	カウントソース保護モード選択ビット(注1)	0：カウントソース保護モード無効 1：カウントソース保護モード有効	R/W

注1. CSPROビットを“1”にするためには、“0”を書いた後、続いて“1”を書いてください。プログラムでは“0”にできません。また、“0”を書いた後、“1”を書くまでの間は、割り込みを禁止にしてください。

15.2.6 オプション機能選択レジスタ(OFS)

アドレス 0FFFFh番地

ビット b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

シンボル CSPROINI LVDAS VDSEL1 VDSEL0 ROMCP1 ROMCR — WDTON

リセット後の値 ユーザの設定値(注1)

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	WDTON	ウォッチドッグタイマ起動選択ビット	0: リセット後、ウォッチドッグタイマは自動的に起動 1: リセット後、ウォッチドッグタイマは停止状態	R/W
b1	—	予約ビット	“1” にしてください	R/W
b2	ROMCR	ROMコードプロテクト解除ビット	0: ROMコードプロテクト解除 1: ROMCP1ビット有効	R/W
b3	ROMCP1	ROMコードプロテクトビット	0: ROMコードプロテクト有効 1: ROMコードプロテクト解除	R/W
b4	VDSEL0	電圧検出0レベル選択ビット(注2)	b5 b4 00: 3.80Vを選択 (Vdet0_3) 01: 2.85Vを選択 (Vdet0_2) 10: 2.35Vを選択 (Vdet0_1) 11: 1.90Vを選択 (Vdet0_0)	R/W
b5	VDSEL1			R/W
b6	LVDAS	電圧検出0回路起動ビット(注3)	0: リセット後、電圧監視0リセット有効 1: リセット後、電圧監視0リセット無効	R/W
b7	CSPROINI	リセット後カウントソース保護モード選択ビット	0: リセット後、カウントソース保護モード有効 1: リセット後、カウントソース保護モード無効	R/W

注1. OFSレジスタはフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。

OFSレジスタに追加書き込みをしないでください。OFSレジスタを含むブロックを消去すると、OFSレジスタは“FFh”になります。

ブランク出荷品の出荷時、OFSレジスタは“FFh”です。ユーザでの書き込み後は、書き込んだ値になります。書き込み出荷品の出荷時、OFSレジスタの値は、ユーザがプログラムで設定した値です。

注2. VDSEL0 ~ VDSEL1ビットで選択した電圧検出0レベルは、電圧監視0リセットおよびパワーオンリセットの両機能に、同じレベルで設定されます。

注3. パワーオンリセット、電圧監視0リセットを使用する場合、LVDASビットを“0”(リセット後、電圧監視0リセット有効)にしてください。

OFSレジスタの設定例は、「14.3.1 オプション機能選択領域の設定例」を参照してください。

LVDASビット(電圧検出0回路起動ビット)

電圧検出0回路で監視するVdet0電圧は、VDSEL0 ~ VDSEL1ビットで選択されます。

15.2.7 オプション機能選択レジスタ2 (OFS2)

アドレス 0FFDBh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	WDTRCS1	WDTRCS0	WDTUFS1	WDTUFS0
リセット後の値	ユーザの設定値(注1)							

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	WDTUFS0	ウォッチドッグタイマアンダフロー 周期設定ビット	b1 b0 0 0 : 03FFh 0 1 : 0FFFh 1 0 : 1FFFh 1 1 : 3FFFh	R/W
b1	WDTUFS1			R/W
b2	WDTRCS0	ウォッチドッグタイマリフレッシュ 受付周期設定ビット	b3 b2 0 0 : 25% 0 1 : 50% 1 0 : 75% 1 1 : 100%	R/W
b3	WDTRCS1			R/W
b4	—	予約ビット	“1” にしてください	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. OFS2レジスタはフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。
OFS2レジスタに追加書き込みをしないでください。OFS2レジスタを含むブロックを消去すると、OFS2レジスタは“FFh”になります。
ブランク出荷品の出荷時、OFS2レジスタは“FFh”です。ユーザでの書き込み後は、書き込んだ値になります。
書き込み出荷品の出荷時、OFS2レジスタの値は、ユーザがプログラムで設定した値です。

OFS2レジスタの設定例は、「14.3.1 オプション機能選択領域の設定例」を参照してください。

WDTRCS0、WDTRCS1ビット(ウォッチドッグタイマリフレッシュ受付周期設定ビット)

ウォッチドッグタイマのカウント開始からアンダフローまでの期間を100%として、ウォッチドッグタイマのリフレッシュ受付可能な期間を選択できます。

詳細は「15.3.1.1 リフレッシュ受付期間」を参照してください。

15.3 動作説明

15.3.1 複数モードに関わる共通事項

15.3.1.1 リフレッシュ受付期間

ウォッチドッグタイマへのリフレッシュ動作(WDTRレジスタへの書き込み)を受付できる期間を、OFS2レジスタのWDTRCS0 ~ WDTRCS1ビットで選択できます。図15.2にウォッチドッグタイマのリフレッシュ受付期間を示します。

ウォッチドッグタイマのカウント開始からアンダフローまでの期間を100%として、受付可能な期間内に実行されたリフレッシュ動作が受け付けられます。受付可能な期間以外に実行されたリフレッシュ動作は、不正な書き込みとして、ウォッチドッグタイマ割り込みまたはウォッチドッグタイマリセット(PM1レジスタのPM12ビットで選択)が発生します。

なお、ウォッチドッグタイマのカウント停止中に、リフレッシュ動作を実行しないでください。

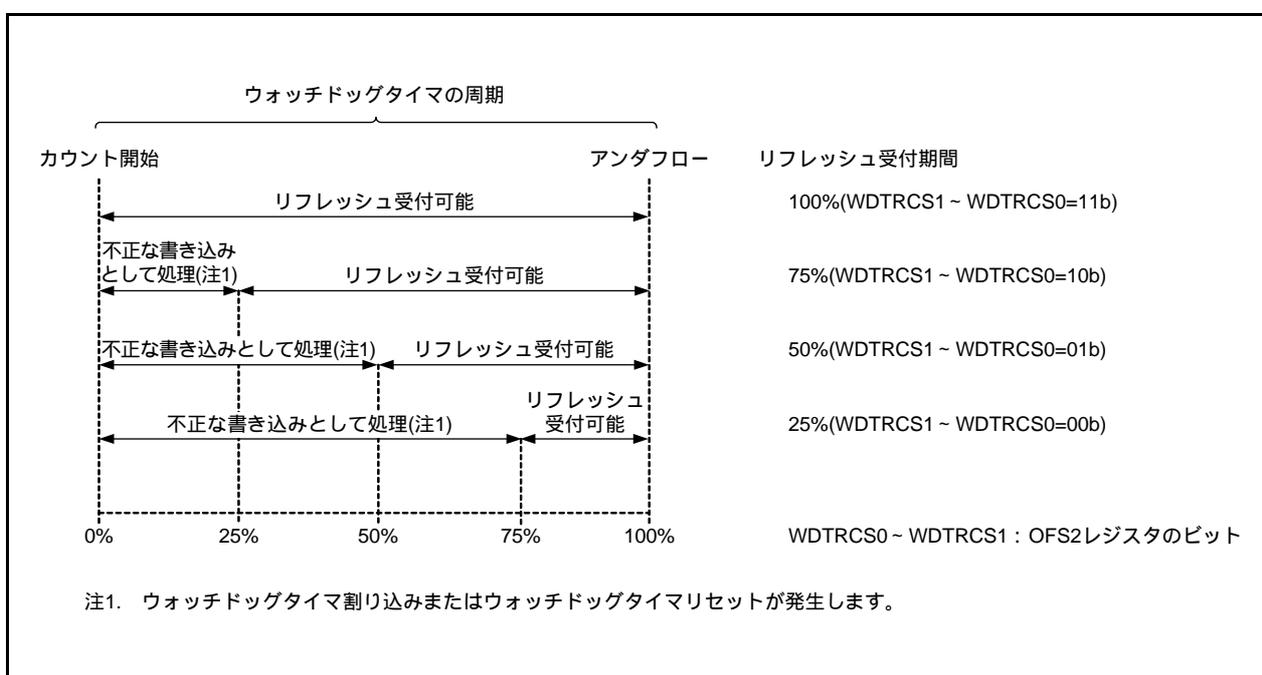


図15.2 ウォッチドッグタイマのリフレッシュ受付期間

15.3.2 カウントソース保護モード無効時

カウントソース保護モード無効時、ウォッチドッグタイマのカウントソースはCPUクロックです。
表15.2にウォッチドッグタイマの仕様(カウントソース保護モード無効時)を示します。

表15.2 ウォッチドッグタイマの仕様(カウントソース保護モード無効時)

項目	仕様
カウントソース	CPUクロック
カウント動作	ダウンカウント
周期	プリスケアラの分周比(n) × ウォッチドッグタイマのカウント値(m) (注1) CPUクロック n: 16または128 (WDTCレジスタのWDTC7ビットで選択)もしくは低速クロック選択時 (CM0レジスタのCM07ビット=1)は2 m: OFS2レジスタのWDTUFS0 ~ WDTUFS1ビットで設定した値 例: CPUクロックが20MHzで、プリスケアラが16分周し、WDTUFS1 ~ WDTUFS0ビットが“11b”(“3FFFh”)の場合、周期は約13.1ms
ウォッチドッグタイマ 初期化条件	<ul style="list-style-type: none"> リセット WDTRレジスタに“00h”、続いて“FFh”を書く(注3) アンダフロー
カウント開始条件	リセット後のウォッチドッグタイマの動作を、OFSレジスタ(0FFFFh番地)のWDTONビット(注2)で選択 <ul style="list-style-type: none"> WDTONビットが“1”(リセット後、ウォッチドッグタイマは停止状態)のとき リセット後、ウォッチドッグタイマとプリスケアラは停止しており、WDTSレジスタに書くことにより、カウントを開始 WDTONビットが“0”(リセット後、ウォッチドッグタイマは自動的に起動)のとき リセット後、自動的にウォッチドッグタイマとプリスケアラがカウントを開始
カウント停止条件	ストップモード、ウェイトモード(解除後、保持されていた値からカウントを継続)
アンダフロー時の動作	<ul style="list-style-type: none"> PM1レジスタのPM12ビットが“0”のとき ウォッチドッグタイマ割り込み PM1レジスタのPM12ビットが“1”のとき ウォッチドッグタイマリセット(「5.5 ウォッチドッグタイマリセット」参照)

注1. ウォッチドッグタイマはWDTRレジスタに“00h”、続いて“FFh”を書くと初期化されます。プリスケアラはリセット後、初期化されています。したがって、ウォッチドッグタイマの周期には、プリスケアラによる誤差が生じます。

注2. OFSレジスタのWDTONビットはプログラムでは変更できません。WDTONビットを設定する場合は、フラッシュライタで0FFFFh番地のb0に“0”を書き込んでください。

注3. WDTRレジスタへは、ウォッチドッグタイマのカウント動作中に書いてください。

15.3.3 カウントソース保護モード有効時

カウントソース保護モード有効時、ウォッチドッグタイマのカウントソースはウォッチドッグタイマ用低速オンチップオシレータクロックです。プログラムの暴走時に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。

表15.3にウォッチドッグタイマの仕様(カウントソース保護モード有効時)を示します。

表15.3 ウォッチドッグタイマの仕様(カウントソース保護モード有効時)

項目	仕様
カウントソース	低速オンチップオシレータクロック
カウント動作	ダウンカウント
周期	<p>ウォッチドッグタイマのカウント値(m)</p> <p>ウォッチドッグタイマ用低速オンチップオシレータクロック</p> <p>m : OFS2レジスタのWDTUFS0 ~ WDTUFS1ビットで設定した値 例 : ウォッチドッグタイマ用低速オンチップオシレータクロックが125 kHzで、 WDTUFS1 ~ WDTUFS0ビットが“00b”(“03FFh”)の場合、周期は約8.2ms</p>
ウォッチドッグタイマ初期化条件	<ul style="list-style-type: none"> リセット WDTRレジスタに“00h”、続いて“FFh”を書く(注3) アンダフロー
カウント開始条件	<p>リセット後のウォッチドッグタイマの動作を、OFSレジスタ(0FFFFh番地)のWDTONビット(注1)で選択</p> <ul style="list-style-type: none"> WDTONビットが“1”(リセット後、ウォッチドッグタイマは停止状態)のとき リセット後、ウォッチドッグタイマとプリスケアラは停止しており、WDTSレジスタに書くことにより、カウントを開始 WDTONビットが“0”(リセット後、ウォッチドッグタイマは自動的に起動)のとき リセット後、自動的にウォッチドッグタイマとプリスケアラがカウントを開始
カウント停止条件	なし(カウント開始後はウェイトモード、ストップモードでも停止しない。)
アンダフロー時の動作	ウォッチドッグタイマリセット(「5.5 ウォッチドッグタイマリセット」参照)
レジスタ、ビット	<ul style="list-style-type: none"> CSPRレジスタのCSPROビットを“1”(カウントソース保護モード有効)にすると(注2)、次が自動的に設定される <ul style="list-style-type: none"> -ウォッチドッグタイマ用低速オンチップオシレータが発振 -PM1レジスタのPM12ビットを“1”(ウォッチドッグタイマのアンダフロー時、ウォッチドッグタイマリセット)

注1. OFSレジスタのWDTONビットはプログラムでは変更できません。WDTONビットを設定する場合は、フラッシュライタで0FFFFh番地のb0に“0”を書き込んでください。

注2. OFSレジスタのCSPROINIビットに“0”を書いても、CSPROビットは“1”になります。CSPROINIビットはプログラムでは変更できません。CSPROINIビットを設定する場合は、フラッシュライタで0FFFFh番地のb7に“0”を書き込んでください。

注3. WDTRレジスタへは、ウォッチドッグタイマのカウント動作中に書いてください。

16. タイマ総論

タイマは、次の4種類の計7本のタイマを備えています。

- ・タイマRB：8ビットプリスケアラ付8ビットタイマ×2本
- ・タイマRC：16ビットタイマ×1本
- ・タイマRH：3ビットカウンタ×1本、4ビットカウンタ×1本、8ビットカウンタ×1本
- ・タイマRJ：16ビットタイマ×2本

これらのタイマは、それぞれ独立して動作します。

表 16.1 各タイマの機能比較(1)

項目	タイマRJ(0)	タイマRJ(1)	タイマRB(0)	タイマRB(1)	タイマRC	タイマRH	
構成	16ビットタイマ (リロードレジスタ付)	16ビットタイマ (リロードレジスタ付)	8ビットプリスケアラ付8ビットタイマ (リロードレジスタ付)	8ビットプリスケアラ付8ビットタイマ (リロードレジスタ付)	16ビットタイマ (インプットキャプチャ、 アウトプットコンペア付)	3ビットカウンタ 4ビットカウンタ 8ビットカウンタ	
カウント	ダウンカウント	ダウンカウント	ダウンカウント	ダウンカウント	アップカウント/ ダウンカウント	アップカウント	
カウントソース	<ul style="list-style-type: none"> ・f1 ・f2 ・f8 ・fOCO ・fC32 ・fC 	<ul style="list-style-type: none"> ・f1 ・f2 ・f8 ・fOCO ・fC32 ・fC ・タイマRJ(0)アンダフロー 	<ul style="list-style-type: none"> ・f1 ・f2 ・f8 ・タイマRJ(0)アンダフロー 	<ul style="list-style-type: none"> ・f1 ・f2 ・f8 ・タイマRJ(1)アンダフロー 	<ul style="list-style-type: none"> ・f1 ・f2 ・f4 ・f8 ・f32 ・fOCO20M ・fOCO-F ・TRCCLK 	<ul style="list-style-type: none"> ・f8 ・f32 ・f128 ・f256 ・f512 ・f2048 ・f4096 ・f8192 ・fC-TRH 	
機能	内部のカウントソースのカウント	タイマモード	タイマモード	タイマモード	タイマモード (アウトプットコンペア機能)	—	
	外部のカウントソースのカウント	イベントカウンタモード	イベントカウンタモード	—	タイマモード (アウトプットコンペア機能)	—	
	外部パルス幅/周期測定	パルス幅測定モード パルス周期測定モード	パルス幅測定モード パルス周期測定モード	—	タイマモード (インプットキャプチャ機能; 4本)	—	
	PWM出力	パルス出力モード (注1) イベントカウンタモード(注1)	パルス出力モード (注1) イベントカウンタモード(注1)	プログラマブル波形発生モード	プログラマブル波形発生モード	タイマモード (アウトプットコンペア機能; 4本)(注1) PWMモード(3本) PWM2モード(1本)	アウトプットコンペアモード
	ワンショット波形出力	—	—	プログラマブルワンショット発生モード プログラマブルウェイトワンショット発生モード	プログラマブルワンショット発生モード プログラマブルウェイトワンショット発生モード	PWMモード(3本)	—
	三相波形出力	—	—	—	—	—	—
時計	タイマモード (fC32カウントのみ)	タイマモード (fC32カウントのみ)	—	—	—	リアルタイムクロックモード	
入力端子	TRJ0IO	TRJ1IO	INT0	INT5	INT0、 TRCCLK、TRCTRГ、 TRCIOA、TRCIOB、 TRCIOC、TRCIOD	—	
出力端子	TRJ0IO	TRJ1IO	TRB0O	TRB1O	TRCIOA、TRCIOB、 TRCIOC、TRCIOD	TRHO	
関連する割り込み	タイマRJ0割り込み	タイマRJ1割り込み	タイマRB0割り込み INT0割り込み	タイマRB1割り込み INT5割り込み	コンペア一致/ インプットキャプチャ A～D割り込み オーバフローフロー 割り込み INT0割り込み	タイマRH割り込み	
タイマ停止	あり	あり	あり	あり	あり	あり	

注1. 矩形波です。オーバフローごとの反転なので、パルスの“H”と“L”レベルの幅は同じです。

17. タイマRB

17.1 概要

タイマRBには、タイマRB0、タイマRB1の2本があります。

タイマRB0、タイマRB1は、8ビットプリスケアラ付き8ビットタイマです。

プリスケアラとタイマはそれぞれリロードレジスタとカウンタから構成されます(リロードレジスタとカウンタへのアクセスは表 17.3 ~ 表 17.6の各モードの仕様を参照してください)。タイマRB i ($i=0\sim 1$)は、リロードレジスタとしてタイマRB i プライマリ、タイマRB i セカンダリの2つのレジスタを持ちます。

タイマRB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 17.1にタイマRB i のブロック図を、表 17.1にタイマRB i の端子構成を示します。

タイマRBは、次の4種類のモードを持ちます。

- タイマモード 内部カウントソース(周辺機能クロックまたはタイマR j iのアンダフロー)をカウントするモード
- プログラマブル波形発生モード 任意のパルス幅を連続して出力するモード
- プログラマブルワンショット発生モード ワンショットパルスを出力するモード
- プログラマブルウェイトワンショット発生モード ディレイドワンショットパルスを出力するモード

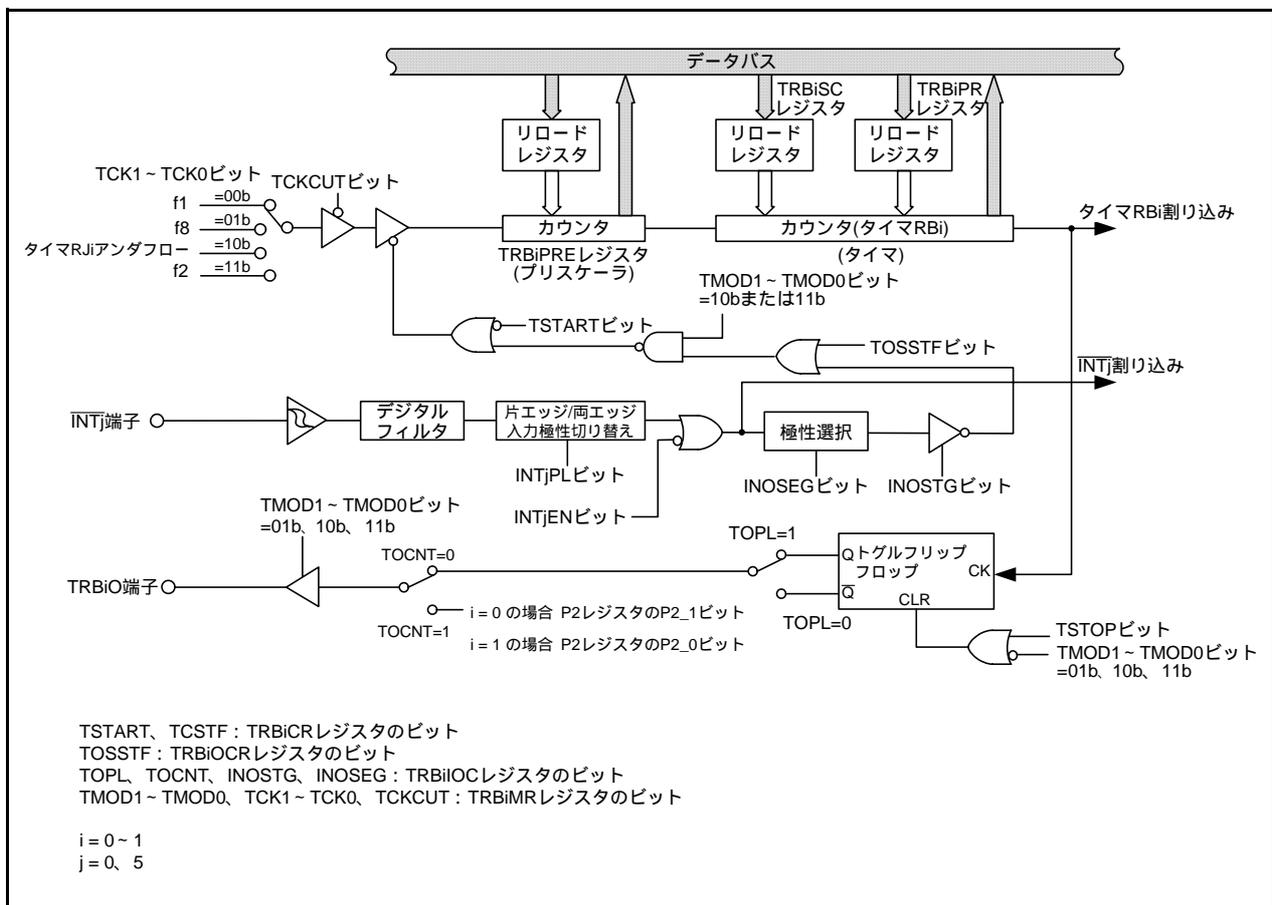


図 17.1 タイマRB i のブロック図

表 17.1 タイマR_B_iの端子構成

端子名	割り当てる端子	入出力	機能
TRB00	P2_1	出力	パルス出力(プログラマブル波形発生モード、 プログラマブルワンショット発生モード、 プログラマブルウェイトワンショット発生モード)
TRB10	P2_0		

i = 0 ~ 1

表 17.2 タイマR_B_iの各チャンネルに割り当てるINT_j端子と内部カウントソース(i = 0 ~ 1、j = 0、5)

チャンネル	INT _j 端子	内部カウントソース (アンダフロー)
タイマRB0	INT0端子	タイマRJ0
タイマRB1	INT5端子	タイマRJ1

17.2 レジスタの説明

17.2.1 モジュールスタンバイ制御レジスタ1 (MSTCR1)

アドレス 0010h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	MSTTRJ1	MSTTRJ0	MSTTRRH	MSTTRB1	MSTTRB0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	MSTTRB0	タイマRB0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注1)	R/W
b1	MSTTRB1	タイマRB1スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注2)	R/W
b2	MSTTRRH	タイマRHスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注3)	R/W
b3	MSTTRJ0	タイマRJ0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注4)	R/W
b4	MSTTRJ1	タイマRJ1スタンバイビット(注6)	0: アクティブ 1: スタンバイ(注5)	R/W
b5	—	予約ビット	"0" にしてください	R/W
b6	—			
b7	—			

注1. MSTTRB0ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRB0関連レジスタ(0108h ~ 010Eh番地)へのアクセスは無効になります。

注2. MSTTRB1ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRB1関連レジスタ(0098h ~ 009Eh番地)へのアクセスは無効になります。

注3. MSTTRRHビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRH関連レジスタ(0110h ~ 011Fh番地)へのアクセスは無効になります。

注4. MSTTRJ0ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRJ0関連レジスタ(0080h ~ 0086h番地)へのアクセスは無効になります。

注5. MSTTRJ1ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRJ1関連レジスタ(0088h ~ 008Eh番地)へのアクセスは無効になります。

注6. R8C/LA3Aグループは、MSTTRJ1ビットを“1”(スタンバイ)にしてください。

各スタンバイビットをスタンバイにする場合は、対応する周辺機能を停止してから変更してください。各スタンバイビットでスタンバイに設定されている周辺機能の各レジスタは読み出しと書き込みはできません。また、周辺機能へのクロックの供給も停止しています。

スタンバイからアクティブに変更する場合は、変更後に対応する周辺機能のレジスタを再設定してください。

17.2.2 タイマR*B*i制御レジスタ (TRBiCR)(*i* = 0 ~ 1)

アドレス 0108h番地 (TRB0CR)、0098h番地 (TRB1CR)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	TSTOP	TCSTF	TSTART
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TSTART	タイマR <i>B</i> iカウント開始ビット(注1)	0: カウント停止 1: カウント開始	R/W
b1	TCSTF	タイマR <i>B</i> iカウントステータスフラグ(注1)	0: カウント停止 1: カウント中(注3)	R
b2	TSTOP	タイマR <i>B</i> iカウント強制停止ビット(注1、2)	“1”を書くとカウントが強制停止します。読んだ場合、その値は“0”。	R/W
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、その値は“0”。		—
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. TSTART、TCSTF、TSTOPビットの使用上の注意事項については、「17.7 タイマRB使用上の注意」を参照してください。

注2. TSTOPビットに“1”を書くと、TRBiPREレジスタ、TRBiSCレジスタ、TRBiPRレジスタ、TSTARTビット、TCSTFビット、TRBiOCRレジスタのTOSSTFビットがリセット後の値になります。

注3. タイマモード、プログラマブル波形発生モードでは、カウント中を示します。プログラマブルワンショット発生モード、プログラマブルウェイトワンショット発生モードでは、ワンショットパルスのトリガを受け付けられることを示します。

17.2.3 タイマR*B*iワンショット制御レジスタ (TRBiOCR)(*i* = 0 ~ 1)

アドレス 0109h番地 (TRB0OCR)、0099h番地 (TRB1OCR)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	TOSSTF	TOSSP	TOSST
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TOSST	タイマR <i>B</i> iワンショット開始ビット	“1”を書くとワンショットトリガを発生します。読んだ場合、その値は“0”。	R/W
b1	TOSSP	タイマR <i>B</i> iワンショット停止ビット	“1”を書くとワンショットパルス(ウェイト含む)のカウントを停止します。読んだ場合、その値は“0”。	R/W
b2	TOSSTF	タイマR <i>B</i> iワンショットステータスフラグ(注1)	0: ワンショット停止中 1: ワンショット動作中(ウェイト期間含む)	R
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、その値は“0”。		—
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. TRBiCRレジスタのTSTOPビットに“1”を書くと、TOSSTFビットは“0”になります。

TRBiOCRレジスタは、TRBiMRレジスタのTMOD1 ~ TMOD0ビットが“10b”(プログラマブルワンショット発生モード)または“11b”(プログラマブルウェイトワンショット発生モード)のとき有効です。

17.2.4 タイマR_Bi I/O制御レジスタ (TRB_iIOC)(i = 0 ~ 1)

アドレス 010Ah番地 (TRB0IOC)、009Ah番地 (TRB1IOC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	INOSEG	INOSTG	TOCNT	TOPL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TOPL	タイマR _B iアウトプットレベル選択ビット	動作モードによって機能が異なる	R/W
b1	TOCNT	タイマR _B i出力許可ビット		R/W
b2	INOSTG	ワンショットトリガ制御ビット		R/W
b3	INOSEG	ワンショットトリガ極性選択ビット		R/W
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”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

17.2.5 タイマR_Biモードレジスタ (TRB_iMR)(i = 0 ~ 1)

アドレス 010Bh番地 (TRB0MR)、009Bh番地 (TRB1MR)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TCKCUT	—	TCK1	TCK0	TWRC	—	TMOD1	TMOD0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TMOD0	タイマR _B i動作モード選択ビット (注1)	b1 b0 00: タイマモード 01: プログラマブル波形発生モード 10: プログラマブルワンショット発生モード 11: プログラマブルウェイトワンショット発生モード	R/W
b1	TMOD1			R/W
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“0”。		—
b3	TWRC	タイマR _B i書き込み制御ビット (注2)	0: リロードレジスタとカウンタへの書き込み 1: リロードレジスタのみ書き込み	R/W
b4	TCK0	タイマR _B iカウントソース選択ビット (注1)	b5 b4 00: f1 01: f8 10: タイマR _J iのアンダフロー (注3) 11: f2	R/W
b5	TCK1			R/W
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”。		—
b7	TCKCUT	タイマR _B iカウントソース遮断 ビット(注1)	0: カウントソース供給 1: カウントソース遮断	R/W

注1. TMOD1 ~ TMOD0ビット、TCK1 ~ TCK0ビット、TCKCUTビットは、TRB_iCRレジスタのTSTARTビットとTCSTFビットが共に“0”(カウント停止)のときに変更してください。

注2. TWRCビットは、タイマモードのとき“0”または“1”が選択できます。プログラマブル波形発生モード、プログラマブルワンショット発生モード、プログラマブルウェイトワンショット発生モードでは“1”(リロードレジスタのみ書き込み)にしてください。

注3. タイマR_Jiのアンダフロー信号をタイマRBのカウントソースにする場合、タイマR_Jiはタイマモード、パルス出力モード、またはイベントカウンタモードに設定してください。

17.2.6 タイマR_iプリスケーラレジスタ(TRBiPRE)(i = 0 ~ 1)

アドレス 010Ch番地(TRB0PRE)、009Ch番地(TRB1PRE)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1

ビット	モード	機能	設定範囲	R/W
b7 ~ b0	タイマモード	内部カウントソース、またはタイマR _{Ji} アンダフローをカウント	00h ~ FFh	R/W
	プログラマブル波形発生モード		00h ~ FFh	R/W
	プログラマブルワンショット発生モード		00h ~ FFh	R/W
	プログラマブルウェイトワンショット発生モード		00h ~ FFh	R/W

TRBiCRレジスタのTSTOPビットに“1”を書くと、TRBiPREレジスタは“FFh”になります。

17.2.7 タイマR_iセカンダリレジスタ(TRBiSC)(i = 0 ~ 1)

アドレス 010Dh番地(TRB0SC)、009Dh番地(TRB1SC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1

ビット	モード	機能	設定範囲	R/W
b7 ~ b0	タイマモード	無効	00h ~ FFh	—
	プログラマブル波形発生モード	タイマR _i プリスケーラのアンダフローをカウント(注1)	00h ~ FFh	W (注2)
	プログラマブルワンショット発生モード	無効	00h ~ FFh	—
	プログラマブルウェイトワンショット発生モード	タイマR _i プリスケーラのアンダフローをカウント(ワンショット幅をカウント)	00h ~ FFh	W (注2)

注1. TRBiPRレジスタとTRBiSCレジスタの値が交互にカウンタにリロードされ、カウントされます。

注2. カウント値は、セカンダリ期間カウント中でもTRBiPRレジスタで読めます。

TRBiCRレジスタのTSTOPビットに“1”を書くと、TRBiSCレジスタは“FFh”になります。

TRBiSCレジスタに書き込むときは、次の手順で書いてください。

- (1) TRBiSCレジスタに値を書く
- (2) TRBiPRレジスタに値を書く(値を変更しない場合でも、前と同じ値を再度書く)

17.2.8 タイマR*B*_iプライマリレジスタ(TRB*i*PR)(*i* = 0 ~ 1)

アドレス 010Eh番地(TRB0PR)、009Eh番地(TRB1PR)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1

ビット	モード	機能	設定範囲	R/W
b7 ~ b0	タイマモード	タイマR <i>B</i> _i プリスケアラのアンダフローをカウント	00h ~ FFh	R/W
	プログラマブル波形発生モード	タイマR <i>B</i> _i プリスケアラのアンダフローをカウント(注1)	00h ~ FFh	R/W
	プログラマブルワンショット発生モード	タイマR <i>B</i> _i プリスケアラのアンダフローをカウント(ワンショット幅をカウント)	00h ~ FFh	R/W
	プログラマブルウェイトワンショット発生モード	タイマR <i>B</i> _i プリスケアラのアンダフローをカウント(ウェイト期間をカウント)	00h ~ FFh	R/W

注1. TRB*i*PRレジスタとTRB*i*SCレジスタの値が交互にカウンタにリロードされ、カウントされます。

TRB*i*CRレジスタのTSTOPビットに“1”を書くと、TRB*i*PRレジスタは“FFh”になります。

17.3 タイマモード

内部で生成されたカウントソースまたはタイマR_{Ji}($i = 0 \sim 1$)のアンダフローをカウントするモードです(表 17.3)。タイマモード時、TRBiOCRおよびTRBiSCレジスタは使用しません。

表 17.3 タイマモードの仕様

項目	仕様
カウントソース	f1、f2、f8、タイマR _{Ji} のアンダフロー
カウント動作	<ul style="list-style-type: none"> •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(タイマR_{Bi}のアンダフロー時はタイマR_{Bi}プライマリリロードレジスタの内容をリロード)
分周比	$1/(n+1)(m+1)$ n : TRBiPREレジスタの設定値、m : TRBiPRレジスタの設定値
カウント開始条件	TRBiCRレジスタのTSTARTビットへの“1”(カウント開始)書き込み
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> •TRBiCRレジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み •TRBiCRレジスタのTSTOPビットへの“1”(カウント強制停止)書き込み
割り込み要求発生タイミング	タイマR _{Bi} のアンダフロー時[タイマR _{Bi} 割り込み]
TRBiO端子機能	プログラマブル入出力ポート
$\overline{\text{INT}}_j$ 端子機能	プログラマブル入出力ポート、または $\overline{\text{INT}}_j$ 割り込み入力
タイマの読み出し	TRBiPRレジスタ、TRBiPREレジスタを読み出すと、それぞれカウント値が読み出される
タイマの書き込み	<ul style="list-style-type: none"> •カウント停止中に、TRBiPREレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込むと、それぞれリロードレジスタとカウンタの両方に書き込まれる •カウント中に、TRBiPREレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込むと、TRBiMRレジスタのTWRCビットが“0”なら、それぞれリロードレジスタとカウンタへ書き込まれる。TWRCビットが“1”なら、それぞれリロードレジスタにのみ書き込まれる。(「17.3.2 カウント中のタイマ書き込み制御」参照)

$i = 0 \sim 1$ 、 $j = 0, 5$

17.3.1 タイマR_{Bi} I/O制御レジスタ (TRBiIOC)($i = 0 \sim 1$)[タイマモード時]

アドレス 010Ah番地(TRB0IOC)、009Ah番地(TRB1IOC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	INOSEG	INOSTG	TOCNT	TOPL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TOPL	タイマR _{Bi} アウトプットレベル選択ビット	タイマモードでは“0”にしてください	R/W
b1	TOCNT	タイマR _{Bi} 出力許可ビット		R/W
b2	INOSTG	ワンショットトリガ制御ビット		R/W
b3	INOSEG	ワンショットトリガ極性選択ビット		R/W
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”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

17.3.2 カウント中のタイマ書き込み制御

タイマR_{Bi}($i = 0 \sim 1$)はプリスケータと、タイマ(プリスケータのアンダフローをカウントする狭義のタイマ)を持ち、それぞれにリロードレジスタとカウンタがあります。タイマモードでは、カウント中のプリスケータやタイマへの書き込む場合、TR_{Bi}MRレジスタのTWRCビットで、リロードレジスタとカウンタへ書き込むか、リロードレジスタだけに書き込むかを選択できます。

しかし、プリスケータのリロードレジスタからカウンタへは、カウントソースに同期して値を転送します。また、タイマのリロードレジスタからカウンタへは、プリスケータのアンダフローに同期して値を転送します。このため、TWRCビットで、リロードレジスタとカウンタへ書き込む選択をしている場合も、書き込み命令実行後すぐにはカウンタの値が更新されません。また、リロードレジスタだけに書き込む選択をしている場合、プリスケータの値を変更すると書き込んだときの周期がずれます。図 17.2にタイマR_{Bi}カウント中にカウント値を書き換えた場合の動作例を示します。

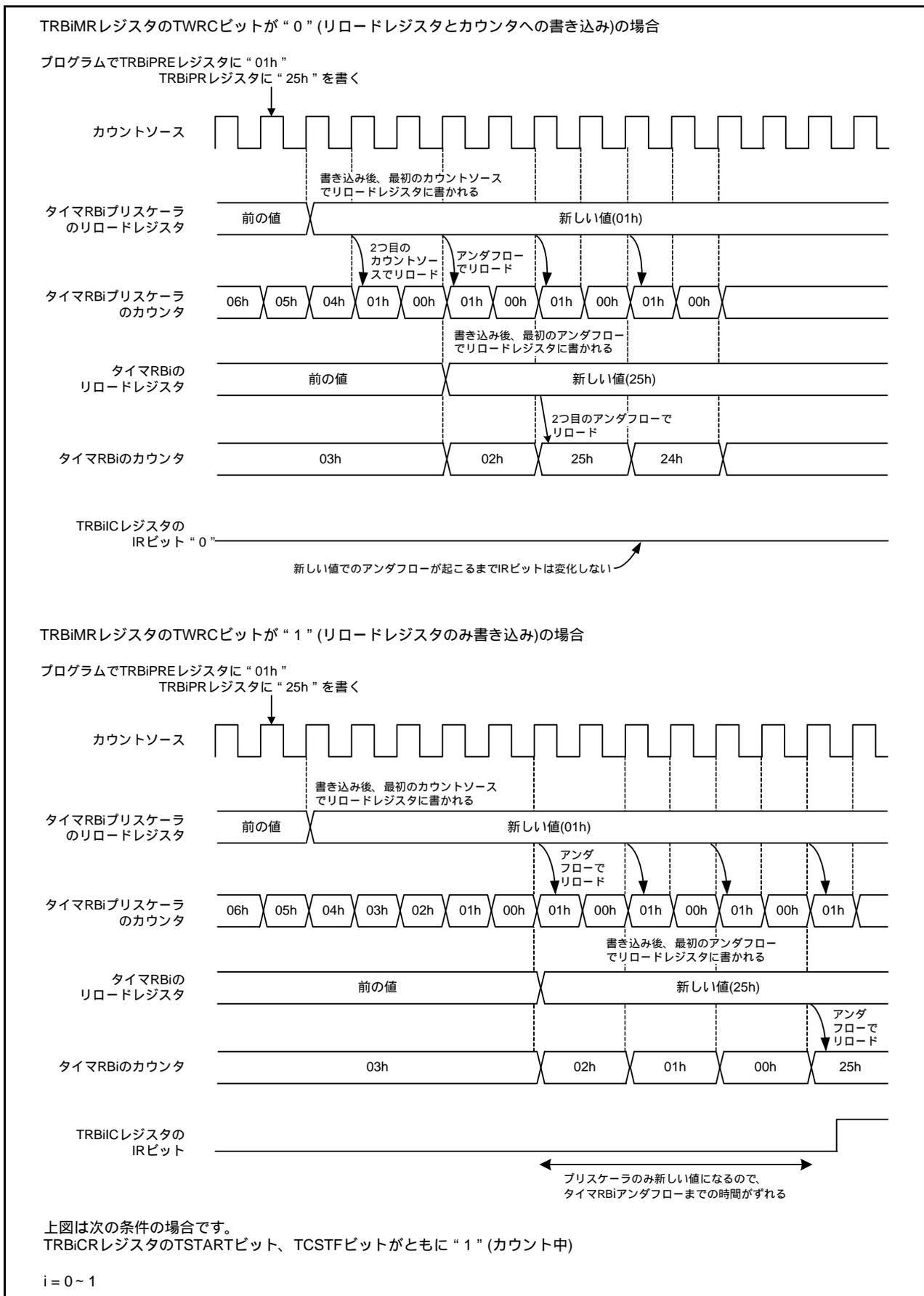


図 17.2 タイマRBiカウント中にカウント値を書き換えた場合の動作例

17.4 プログラマブル波形発生モード

TRBiPR($i = 0 \sim 1$)レジスタとTRBiSCレジスタの値を交互にカウントし、カウンタがアンダフローするごとに、TRBiO端子から出力する信号を反転するモードです(表 17.4)。カウント開始時は、TRBiPRレジスタに設定した値からカウントを行います。プログラマブル波形発生モード時、TRBiOCRレジスタは使用しません。

図 17.3 にプログラマブル波形発生モード時のタイマR B_i の動作例を示します。

表 17.4 プログラマブル波形発生モードの仕様

項目	仕様
カウントソース	f1、f2、f8、タイマR J_i のアンダフロー
カウント動作	<ul style="list-style-type: none"> ・ダウンカウント ・アンダフロー時プライマリリロードレジスタとセカンダリリロードレジスタの内容を交互にリロードしてカウントを継続
出力波形の幅、周期	プライマリ期間： $(n+1)(m+1)/f_i$ セカンダリ期間： $(n+1)(p+1)/f_i$ 周期： $(n+1)\{(m+1)+(p+1)\}/f_i$ f_i ：カウントソースの周波数 n ：TRBiPREレジスタの設定値、 m ：TRBiPRレジスタの設定値 p ：TRBiSCレジスタの設定値
カウント開始条件	TRBiCRレジスタのTSTARTビットへの“1”(カウント開始)書き込み
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> ・TRBiCRレジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み ・TRBiCRレジスタのTSTOPビットへの“1”(カウント強制停止)書き込み
割り込み要求発生タイミング	セカンダリ期間のタイマR B_i のアンダフローからカウントソースの1/2サイクル後(TRBiO出力の変化と同時)[タイマR B_i 割り込み]
TRBiO端子機能	プログラマブル出力ポート、またはパルス出力
INT J_j 端子機能	プログラマブル入出力ポート、またはINT J_j 割り込み入力
タイマの読み出し	TRBiPRレジスタ、TRBiPREレジスタを読み出すと、それぞれカウント値が読み出される(注1)
タイマの書き込み	<ul style="list-style-type: none"> ・カウント停止中に、TRBiPREレジスタ、TRBiSCレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込むと、それぞれリロードレジスタとカウンタの両方に書き込まれる ・カウント中に、TRBiPREレジスタ、TRBiSCレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込むと、それぞれリロードレジスタのみ書き込まれる(注2)
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> ・アウトプットレベル選択機能 プライマリ期間、セカンダリ期間の出力レベルをTOPLビットで選択 ・波形出力許可/禁止機能 TRBiIOCレジスタのTOCNTビットでタイマRB波形の出力許可、または禁止を選択(注3)

注1. セカンダリ期間をカウント中でも、TRBiPRレジスタを読み出してください。

注2. 波形の出力は、TRBiPRレジスタへの書き込み後、次のプライマリ期間から設定値が反映されます。

注3. TOCNTビットに書いた値は、次のタイミングで有効になります。

- ・カウント開始時
- ・タイマR B_i 割り込み要求発生時

したがって、TOCNTビットを変更後、次のプライマリ期間の出力から反映されます。

$i = 0 \sim 1$ 、 $j = 0, 5$

17.4.1 タイマR*B*i I/O制御レジスタ(TRB*i*IOC)(*i* = 0 ~ 1)[プログラマブル波形発生モード時]

アドレス 010Ah番地 (TRB0IOC)、009Ah番地 (TRB1IOC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	INOSEG	INOSTG	TOCNT	TOPL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TOPL	タイマR <i>B</i> iアウトプットレベル選択ビット	0: プライマリ期間“H”出力、セカンダリ期間“L”出力 タイマ停止時“L”出力 1: プライマリ期間“L”出力、セカンダリ期間“H”出力 タイマ停止時“H”出力	R/W
b1	TOCNT	タイマR <i>B</i> i出力許可ビット	0: タイマRB波形出力許可 1: タイマRB波形出力禁止	R/W
b2	INOSTG	ワンショットトリガ制御ビット	プログラマブル波形発生モードでは“0”にしてください	R/W
b3	INOSEG	ワンショットトリガ極性選択ビット		R/W
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”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

17.4.2 動作例

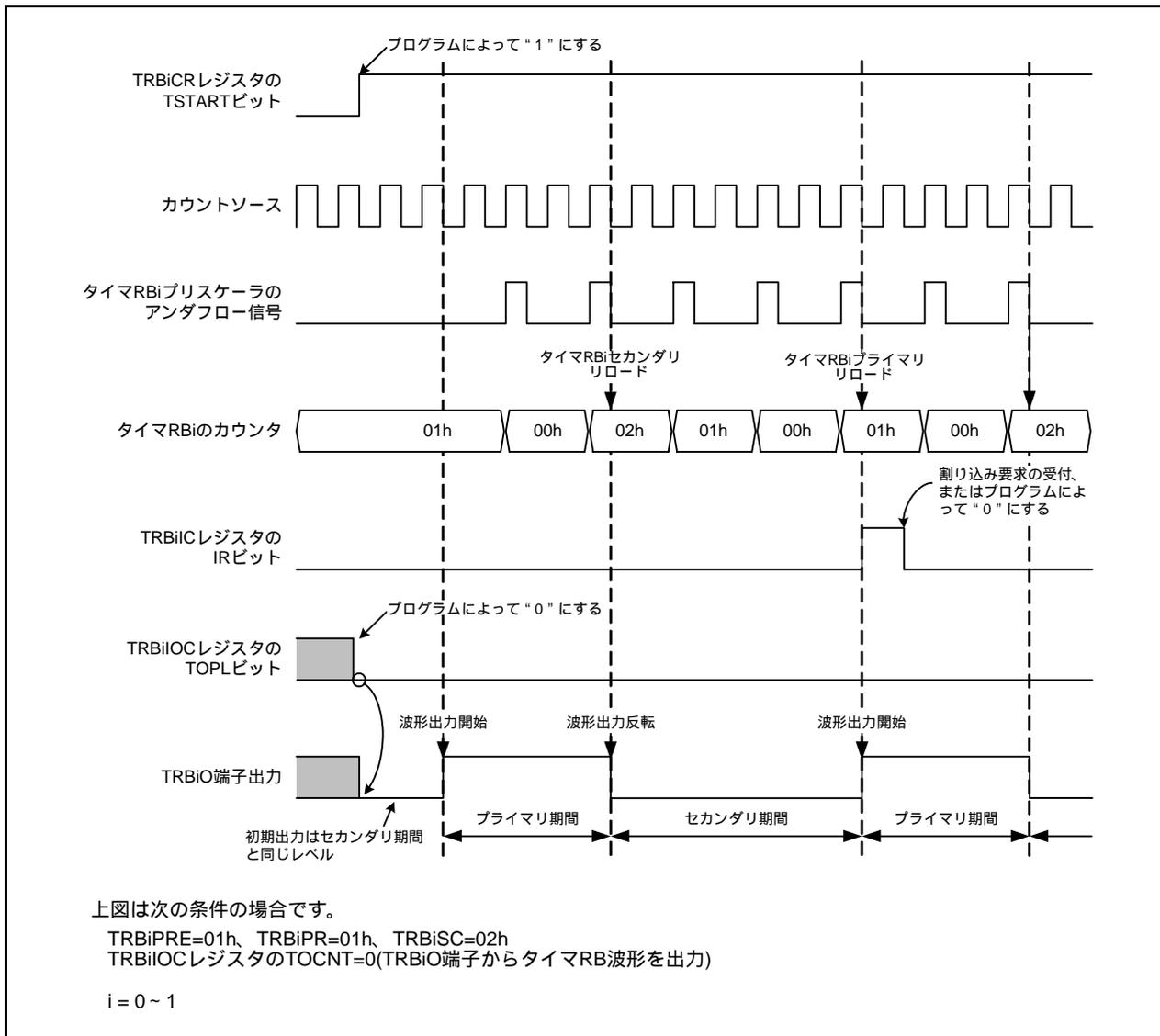


図 17.3 プログラマブル波形発生モード時のタイマRBiの動作例

17.5 プログラマブルワンショット発生モード

プログラムまたは外部トリガ(INTj(j = 0, 5)端子の入力)により、ワンショットパルスをTRBiO(i = 0 ~ 1)端子から出力するモードです(表 17.5)。トリガが発生するとその時点から任意の時間(TRBiPR レジスタの設定値)、1度だけタイマが動作します。プログラマブルワンショット発生モード時、TRBiSC レジスタは使用しません。

図 17.4にプログラマブルワンショット発生モード時の動作例を示します。

表 17.5 プログラマブルワンショット発生モードの仕様

項目	仕様
カウントソース	f1、f2、f8、タイマRjのアンダフロー
カウント動作	<ul style="list-style-type: none"> •TRBiPR レジスタの設定値をダウンカウント •アンダフロー時プライマリリロードレジスタの内容をリロードしてカウントを終了し、TOSSTFビットが“0”(ワンショット停止)になる •カウント停止時、リロードレジスタの内容をリロードし停止
ワンショットパルス出力時間	$(n+1)(m+1)/f_i$ f_i : カウントソースの周波数 n : TRBiPRE レジスタの設定値、 m : TRBiPR レジスタの設定値
カウント開始条件	<ul style="list-style-type: none"> •TRBiCR レジスタのTSTARTビットが“1”(カウント開始)で、かつ次のトリガが発生 •TRBiOCR レジスタのTOSSTビットへの“1”(ワンショット開始)書き込み •INTj端子へのトリガ入力
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> •タイマRBiプライマリカウント時のカウントの値がアンダフローし、リロードした後 •TRBiOCR レジスタのTOSSPビットへの“1”(ワンショット停止)書き込み •TRBiCR レジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み •TRBiCR レジスタのTSTOPビットへの“1”(カウント強制停止)書き込み
割り込み要求発生タイミング	アンダフローからカウントソースの1/2サイクル後 (TRBiO端子からの波形出力の終了と同時に) [タイマRBi割り込み]
TRBiO端子機能	パルス出力
INTj端子機能	<ul style="list-style-type: none"> •TRBiIOC レジスタのINOSTGビットが“0”(INTjワンショットトリガ無効)の場合 プログラマブル入出力ポート、またはINTj(j = 0, 5)割り込み入力 •TRBiIOC レジスタのINOSTGビットが“1”(INTjワンショットトリガ有効)の場合 外部トリガ(INTj割り込み入力)
タイマの読み出し	TRBiPR レジスタ、TRBiPRE レジスタを読み出すと、それぞれカウント値が読み出される
タイマの書き込み	<ul style="list-style-type: none"> •カウント停止中に、TRBiPRE レジスタ、TRBiPR レジスタに書き込むと、それぞれリロードレジスタとカウンタの両方に書き込まれる •カウント中に、TRBiPRE レジスタ、TRBiPR レジスタに書き込むと、それぞれリロードレジスタのみに書き込まれる(注1)
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> •アウトプットレベル選択機能 ワンショットパルス波形の出力レベルをTOPLビットで選択 •ワンショットトリガ選択機能 「17.5.3 ワンショットトリガ選択」参照

注1. TRBiPR レジスタへ書き込んだ値は、次のワンショットパルスから反映されます。

i = 0 ~ 1、j = 0、5

17.5.1 タイマR*B*_i I/O制御レジスタ (TRB*B*_iIOC)(*i* = 0 ~ 1) [プログラマブルワンショット発生モード時]

アドレス 010Ah番地 (TRB0IOC)、009Ah番地 (TRB1IOC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	INOSEG	INOSTG	TOCNT	TOPL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TOPL	タイマR <i>B</i> _i アウトプットレベル選択ビット	0: ワンショットパルス“H”出力、タイマ停止時“L”出力 1: ワンショットパルス“L”出力、タイマ停止時“H”出力	R/W
b1	TOCNT	タイマR <i>B</i> _i 出力許可ビット	プログラマブルワンショット発生モードでは“0”にしてください	R/W
b2	INOSTG	ワンショットトリガ制御ビット(注1)	0: $\overline{\text{INT}}_j$ (<i>j</i> = 0, 5)端子ワンショットトリガ無効(注2) 1: INT_j (<i>j</i> = 0, 5)端子ワンショットトリガ有効(注2)	R/W
b3	INOSEG	ワンショットトリガ極性選択ビット(注1)	0: 立ち下がりエッジトリガ 1: 立ち上がりエッジトリガ	R/W
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”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. 「17.5.3 ワンショットトリガ選択」を参照してください。

注2. タイマRB0はINT0端子、タイマRB1はINT5端子からワンショットトリガが入力されます。

17.5.2 動作例

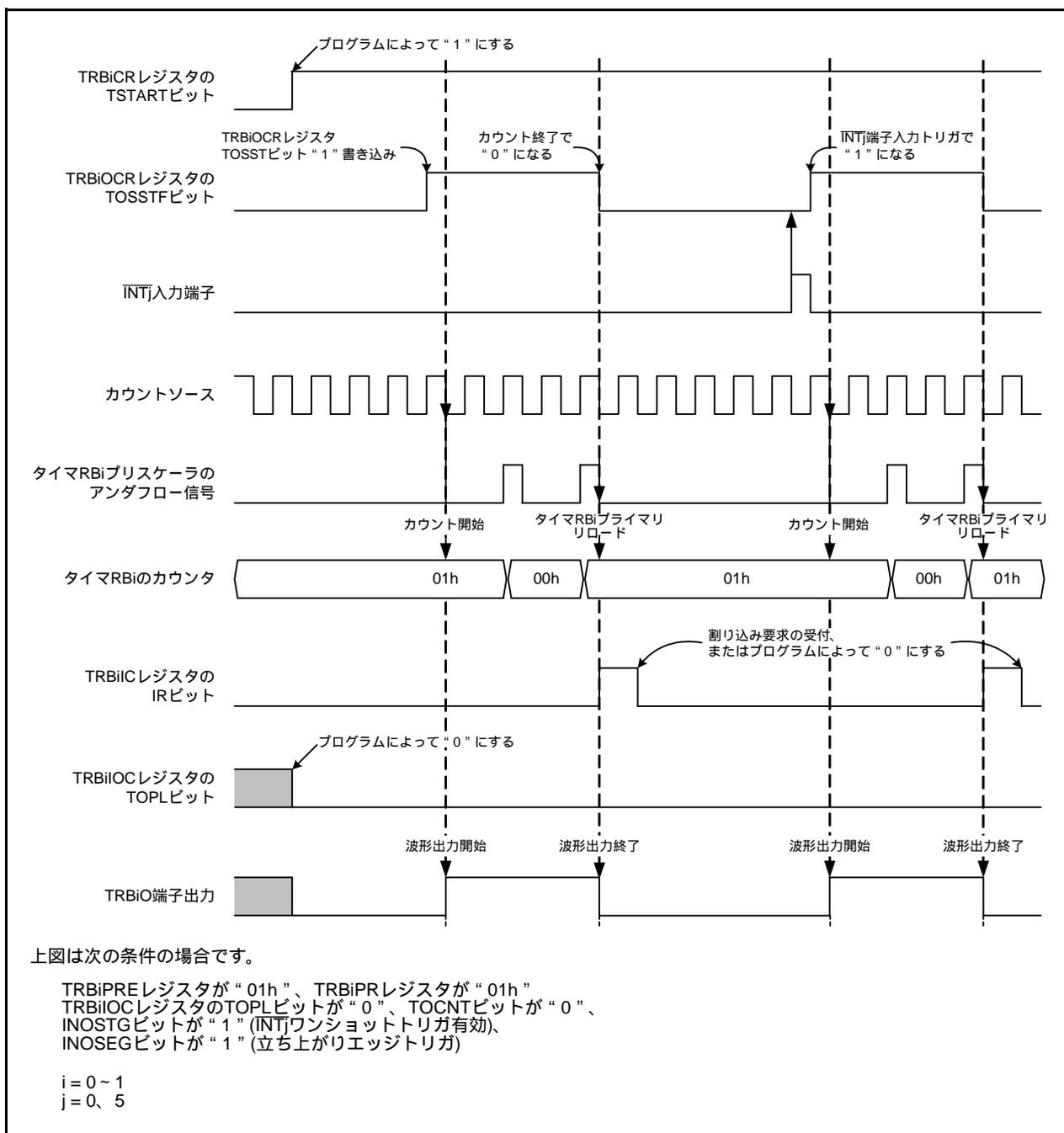


図 17.4 プログラマブルワンショット発生モード時の動作例

17.5.3 ワンショットトリガ選択

プログラマブルワンショット発生モードと、プログラマブルウェイトワンショット発生モードでは、TRBiCRレジスタのTCSTFビットが“1”(カウント開始)の状態、ワンショットトリガが発生すると動作を開始します。

ワンショットトリガは、次のどちらかの要因で発生します。

- プログラムでTRBiOCRレジスタのTOSSTビットに“1”を書く
- INT_j(j = 0, 5)端子からトリガ入力

ワンショットトリガ発生後、カウントソースの1～2サイクル経ってからTRBiOCRレジスタのTOSSTFビットが、“1”(ワンショット動作中)になります。その後カウントが始まり、プログラマブルワンショット発生モードでは、ワンショット波形出力を開始します(プログラマブルウェイトワンショット発生モードでは、ウェイト期間のカウントを開始します)。TOSSTFビットが“1”の期間に、ワンショットトリガが発生しても再トリガは発生しません。

$\overline{\text{INT}}_j$ からトリガ入力を使用する場合は、次の設定をした後、トリガを入力してください。

(1) $\overline{\text{INT}}_0$ 端子の場合

- $\overline{\text{INT}}_0$ 端子に対応するポート方向レジスタのポート方向ビットを“0”(入力モード)にする。
- $\overline{\text{INT}}_0$ のデジタルフィルタをINTFレジスタのINT0F1～INT0F0ビットで選択する。
- INTENレジスタのINT0PLビットを“0”(片エッジ)、INT0ICレジスタのPOLビットを“0”(立ち下がりエッジ)にする。さらにTRB0IOCレジスタのINOSEGビットで立ち下がりまたは立ち上がりエッジを選択する。
- INTENレジスタにINT0ENを“1”(許可)にする。
- 上記の設定後、TRB0IOCレジスタのINOSTGビットを“1”(INT₀端子ワンショットトリガ有効)にする。

(2) $\overline{\text{INT}}_5$ 端子の場合

- $\overline{\text{INT}}_5$ 端子に対応するポート方向レジスタのポート方向ビットを“0”(入力モード)にする。
- $\overline{\text{INT}}_5$ のデジタルフィルタをINTF1レジスタのINT5F1～INT5F0ビットで選択する。
- INTEN1レジスタのINT5PLビットを“0”(片エッジ)、INT5ICレジスタのPOLビットを“0”(立ち下がりエッジ)にする。さらにTRB1IOCレジスタのINOSEGビットで立ち下がりまたは立ち上がりエッジを選択する。
- INTEN1レジスタにINT5ENを“0”(許可)にする。
- 上記の設定後、TRB1IOCレジスタのINOSTGビットを“1”(INT₅端子ワンショットトリガ有効)にする。

なお、 $\overline{\text{INT}}_j$ 端子からのトリガ入力で割り込み要求を発生させる場合は、次の点に注意してください。

- 割り込みを使用するための処理が必要ですので「12. 割り込み」を参照してください。
- TOSSTFビットが“1”の期間に、ワンショットトリガが発生してもタイマRBの動作には影響ありませんが、INT_jICレジスタのIRビットは変化します。

17.6 プログラブルウェイトワンショット発生モード

プログラムまたは外部トリガ (INTj(j = 0, 5) 端子の入力) から、一定時間後にワンショットパルスを TRBiO(i = 0 ~ 1) 端子から出力するモードです(表 17.6)。トリガが発生すると、その時点から任意の時間 (TRBiPR レジスタの設定値) 後、一度だけ任意の時間 (TRBiSC レジスタの設定値) パルス出力を行います。

図 17.5 にプログラブルウェイトワンショット発生モードの動作例を示します。

表 17.6 プログラブルウェイトワンショット発生モードの仕様

項目	仕様
カウントソース	f1、f2、f8、タイマRjのアンダフロー
カウント動作	<ul style="list-style-type: none"> • タイマRBiプライマリの設定値をダウンカウント • タイマRBiプライマリのカウントがアンダフロー時、タイマRBiセカンダリの内容をリロードしてカウントを継続 • タイマRBiセカンダリのカウントがアンダフロー時、タイマRBiプライマリの内容をリロードしてカウントを終了し、TOSSTFビットが“0”(ワンショット停止)になる • カウント停止時、リロードレジスタの内容をリロードし停止
ウェイト時間	$(n+1)(m+1)/f_i$ f_i : カウントソースの周波数 n : TRBiPRE レジスタの設定値、 m : TRBiPR レジスタの設定値
ワンショットパルス出力時間	$(n+1)(p+1)/f_i$ f_i : カウントソースの周波数 n : TRBiPRE レジスタの設定値、 p : TRBiSC レジスタの設定値
カウント開始条件	<ul style="list-style-type: none"> • TRBiCR レジスタのTSTARTビットが“1”(カウント開始)でかつ、次のトリガが発生 • TRBiOCR レジスタのTOSSTビットへの“1”(ワンショット開始)書き込み • INTj端子へのトリガ入力
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> • タイマRBiセカンダリカウント時のカウントの値がアンダフローし、リロードした後 • TRBiOCR レジスタのTOSSPビットへの“1”(ワンショット停止)書き込み • TRBiCR レジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み • TRBiCR レジスタのTSTOPビットへの“1”(カウント強制停止)書き込み
割り込み要求発生タイミング	セカンダリ期間のタイマRBiのアンダフローからカウントソースの1/2サイクル後 (TRBiO端子からの波形出力の終了と同時に)[タイマRBi割り込み]
TRBiO端子機能	パルス出力
INTj端子機能	<ul style="list-style-type: none"> • TRBiIOC レジスタのINOSTGビットが“0”(INTjワンショットトリガ無効)の場合 プログラブル入出力ポート、またはINTj割り込み入力 • TRBiIOC レジスタのINOSTGビットが“1”(INTjワンショットトリガ有効)の場合 外部トリガ(INTj割り込み入力)
タイマの読み出し	TRBiPRレジスタ、TRBiPREレジスタを読み出すと、それぞれカウント値が読み出される
タイマの書き込み	<ul style="list-style-type: none"> • カウント停止中に、TRBiPREレジスタ、TRBiSCレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込むと、それぞれリロードレジスタとカウンタの両方に書き込まれる • カウント中に、TRBiPREレジスタ、TRBiSCレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込むと、それぞれリロードレジスタのみ書き込まれる(注1)
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> • アウトプットレベル選択機能 ワンショットパルス波形の出力レベルをTOPLビットで選択 • ワンショットトリガ選択機能 「17.5.3 ワンショットトリガ選択」参照

注1. TRBiSCレジスタおよびTRBiPRレジスタへ書き込んだ値は、次のワンショットパルスから反映されます。
i = 0 ~ 1、j = 0、5

17.6.1 タイマR_Bi I/O制御レジスタ (TRB_iIOC)(i = 0 ~ 1) [プログラマブルウェイトワンショット発生モード時]

アドレス 010Ah番地 (TRB0IOC)、009Ah番地 (TRB1IOC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	INOSEG	INOSTG	TOCNT	TOPL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TOPL	タイマR _B i アウトプットレベル選択ビット	0: ワンショットパルス “H” 出力、タイマ停止時とウェイト中は “L” 出力 1: ワンショットパルス “L” 出力、タイマ停止時とウェイト中は “H” 出力	R/W
b1	TOCNT	タイマR _B i 出力許可ビット	プログラマブルウェイトワンショット発生モードでは “0” にしてください。	R/W
b2	INOSTG	ワンショットトリガ制御ビット(注1)	0: $\overline{\text{INT}}_j$ (j = 0, 5) 端子ワンショットトリガ無効(注2) 1: INT_j (j = 0, 5) 端子ワンショットトリガ有効(注2)	R/W
b3	INOSEG	ワンショットトリガ極性選択ビット(注1)	0: 立ち下がりエッジトリガ 1: 立ち上がりエッジトリガ	R/W
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”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. 「17.5.3 ワンショットトリガ選択」を参照してください。

注2. タイマRB0はINT0端子、タイマRB1はINT5端子からワンショットトリガが入力されます。

17.6.2 動作例

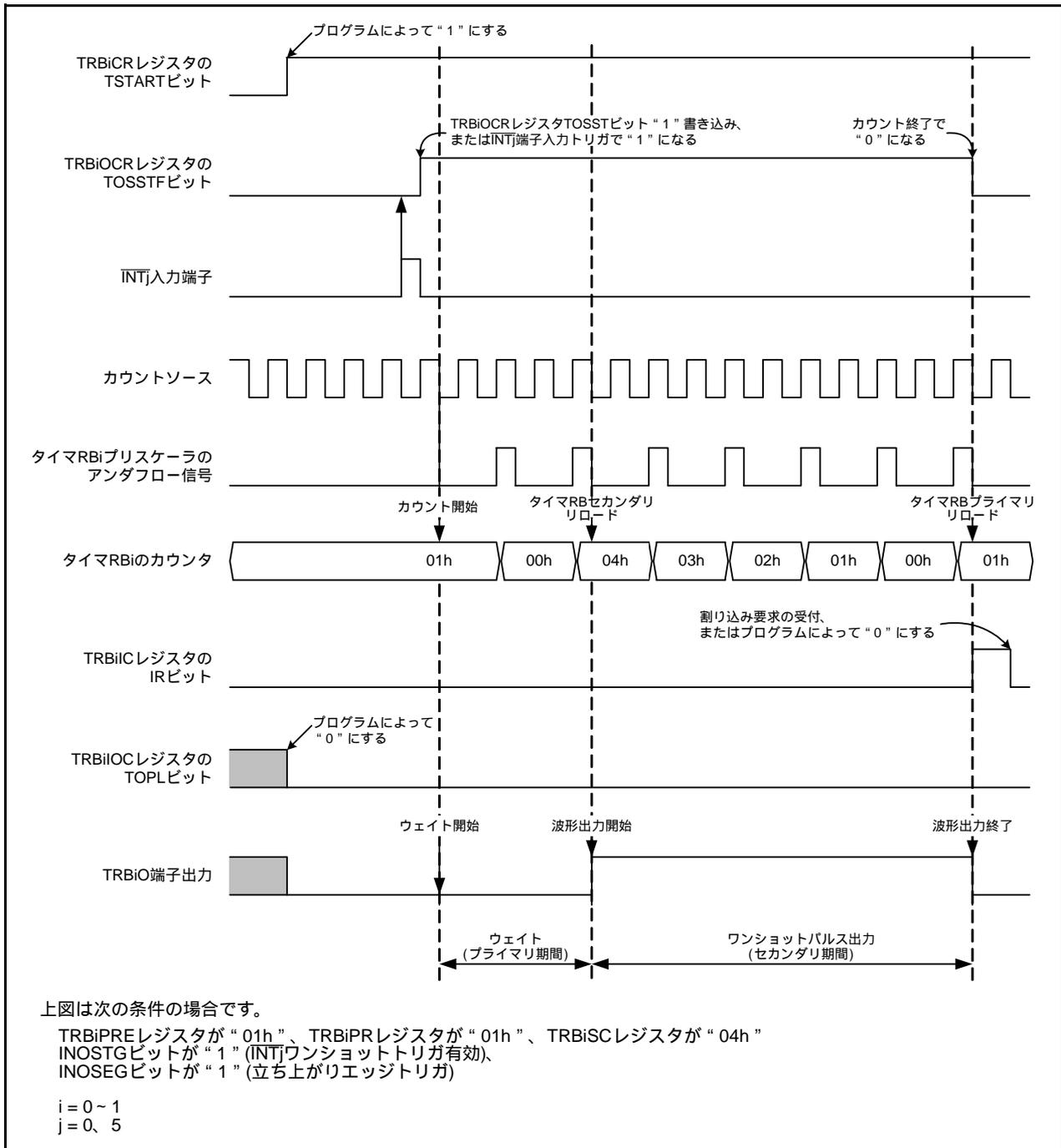


図 17.5 プログラブルウェイトワンショット発生モードの動作例

17.7 タイマRB使用上の注意

- リセット後、タイマはカウントを停止しています。タイマとプリスケアラに値を設定した後、カウントを開始してください。
- プリスケアラとタイマは16ビット単位で読み出しても、マイクロコンピュータ内部では1バイトずつ順に読み出します。そのため、この2つのレジスタを読み出す間にタイマ値が更新される可能性があります。
- プログラマブルワンショット発生モードおよびプログラマブルウェイトワンショット発生モード時、TRBiCRレジスタのTSTARTビットを“0”にしてカウントを停止したとき、またはTRBiOCRレジスタのTOSSPビットを“1”にしてワンショット停止にしたとき、タイマはリロードレジスタの値をリロードし停止します。タイマのカウント値は、タイマ停止前に読み出してください。
- カウント停止中にTSTARTビットに“1”(カウント開始)を書いた後は、カウントソースの1~2サイクルの間、TCSTFビットは“0”(カウント停止)になっています。
TCSTFビットが“1”(カウント中)になるまで、TCSTFビットを除くタイマRBi関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。
カウント中にTSTARTビットに“0”(カウント停止)を書いた後は、カウントソースの1~2サイクルの間、TCSTFビットは“1”になっています。TCSTFビットが“0”(カウント停止)になったときカウントは停止します。
TCSTFビットが“0”(カウント停止)になるまで、TCSTFビットを除くタイマRBi関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。

注1. タイマRBi関連レジスタ: TRBiCR、TRBiOCR、TRBiOC、TRBiMR、TRBiPRE、TRBiSC、TRBiPR

- カウント中にTRBiCRレジスタのTSTOPビットに“1”を書くと、すぐにタイマRBは停止します。
- TRBiOCRレジスタのTOSSTビットまたはTOSSPビットに“1”を書くと、カウントソースの1~2サイクル後にTOSSTFビットが変化します。TOSSTビットに“1”を書いてからTOSSTFビットが“1”になるまでの期間にTOSSPビットに“1”を書いた場合、内部の状態によってTOSSTFビットが“0”になる場合と、“1”になる場合があります。TOSSPビットに“1”を書いてからTOSSTFビットが“0”になるまでの期間にTOSSTビットに“1”を書いた場合も同様に、TOSSTFビットは“0”になるか“1”になるかわかりません。
- タイマR_{Ji}のアンダフロー信号をタイマRBのカウントソースにする場合、タイマR_{Ji}はタイマモード、パルス出力モード、またはイベントカウンタモードに設定してください。

17.7.1 タイマモード

カウント中(TRBiCRレジスタ(i=0~1)のTCSTFビットが“1”)にTRBiPREレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込む場合は、下記の点に注意してください。

- TRBiPREレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をカウントソースクロックの3周期以上空けてください。
- TRBiPRレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をプリスケアラのアンダフローの3周期以上空けてください。

17.7.2 プログラマブル波形発生モード

カウント中(TRBiCRレジスタ(i=0~1)のTCSTFビットが“1”)にTRBiPREレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込む場合は、下記の点に注意してください。

- TRBiPREレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をカウントソースクロックの3周期以上空けてください。
- TRBiPRレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をプリスケアラのアンダフローの3周期以上空けてください。

17.7.3 プログラマブルワンショット発生モード

カウント中(TRBiCRレジスタ($i = 0 \sim 1$)のTCSTFビットが“1”)にTRBiPREレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込む場合は下記の点に注意してください。

- TRBiPREレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をカウントソースクロックの3周期以上空けてください。
- TRBiPRレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をプリスケアラのアンダフローの3周期以上空けてください。

17.7.4 プログラマブルウェイトワンショット発生モード

カウント中(TRBiCRレジスタ($i = 0 \sim 1$)のTCSTFビットが“1”)にTRBiPREレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込む場合は下記の点に注意してください。

- TRBiPREレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をカウントソースクロックの3周期以上空けてください。
- TRBiPRレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をプリスケアラのアンダフローの3周期以上空けてください。

18. タイマRC

注意

本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。
R8C/LA3Aグループについては「1.4 ピン配置図」を参照してください。

18.1 概要

タイマRCは、16ビットタイマで4本の入出力端子を持ちます。

タイマRCの動作クロックは、f1、fOCO20MまたはfOCO-Fです。表 18.1にタイマRCの動作クロックを示します。

表 18.1 タイマRCの動作クロック

条件	タイマRCの動作クロック
カウントソースがf1、f2、f4、f8、f32、TRCCLK入力 (TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットが“000b”～“101b”)	f1
カウントソースがfOCO20M (TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットが“110b”)	fOCO20M
カウントソースがfOCO-F (TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットが“111b”)	fOCO-F

表 18.2にタイマRCの端子構成を、図 18.1にタイマRCのブロック図を示します。

タイマRCは3種類のモードを持ちます。

- タイマモード

- インพุットキャプチャ機能 外部信号をトリガにしてカウンタの値をレジスタに取り込む機能
- アウツプットコンペア機能 カウンタとレジスタの値の一致を検出する機能 (検出時に端子出力変更可能)

• 次の2つのモードは、アウツプットコンペア機能を用います。

- PWMモード 任意の幅のパルスを連続して出力するモード
- PWM2モード トリガからウェイト時間をおいて、ワンショット波形またはPWM波形を出力するモード

インพุットキャプチャ機能、アウツプットコンペア機能、PWMモードは、1端子ごとに機能とモードを選択できます。

PWM2モードは、カウンタやレジスタを組み合わせることで波形を出力します。端子の機能はモードによって決まります。

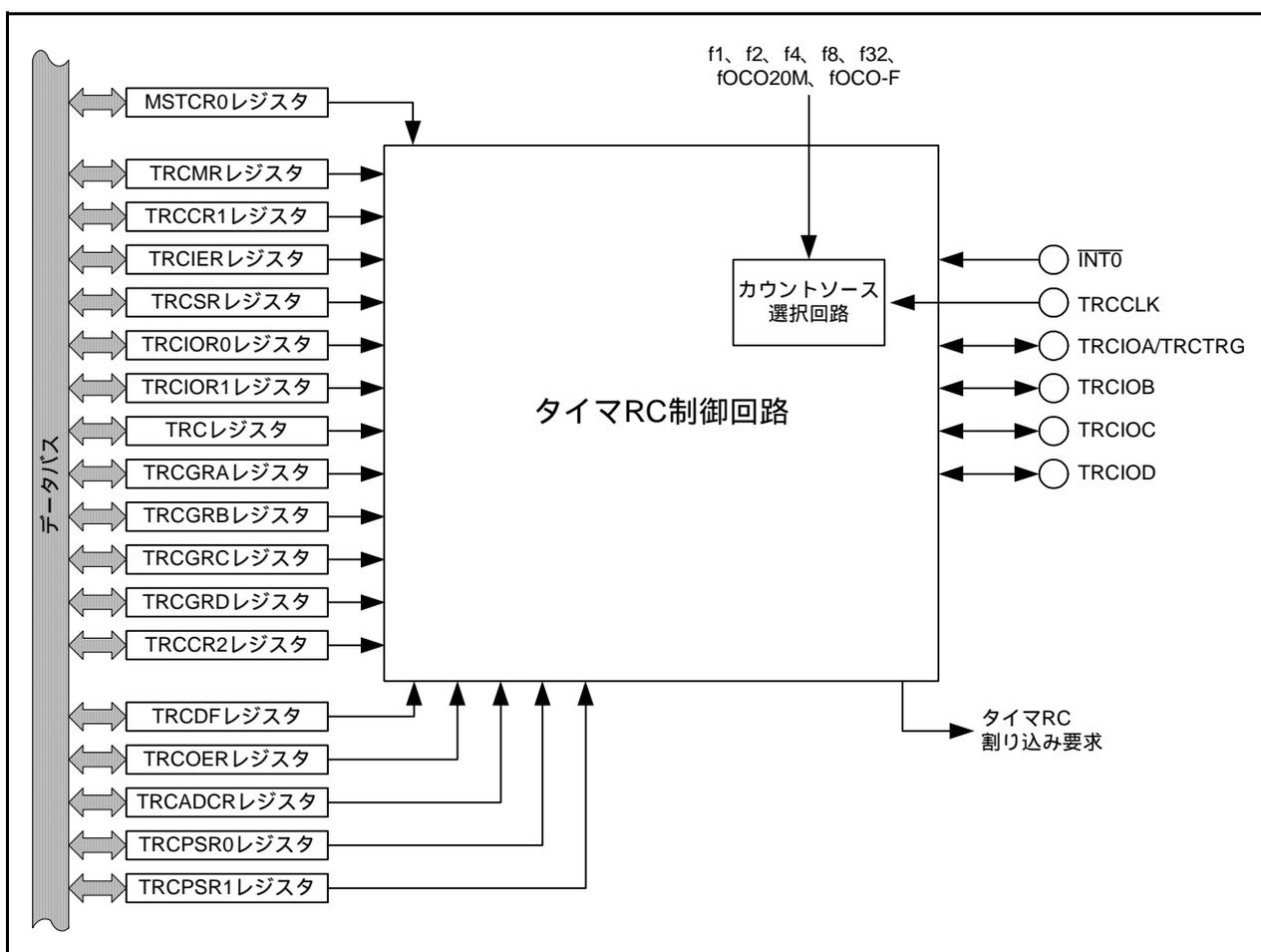


図 18.1 タイマRCのブロック図

表 18.2 タイマRCの端子構成

端子名	割り当てる端子	入出力	機能
TRCIOA	P8_7	入出力	モードによって機能が異なります。詳細は各モードを参照してください。
TRCIOB	P8_6、P8_5、またはP8_4		
TRCIOC	P8_5		
TRCIOD	P8_4		
TRCCLK	P7_1	入力	外部クロック入力
TRCTRГ	P8_7、P7_2、またはP0_0	入力	PWM2モードの外部トリガ入力

18.2 レジスタの説明

表 18.3にタイマRC関連レジスタ一覧を示します。

表 18.3 タイマRC関連レジスタ一覧

番地	シンボル	モード				参照先
		タイマ		PWM	PWM2	
		インプット キャプチャ 機能	アウトプット コンペア 機能			
0008h	MSTCR0	有効	有効	有効	有効	18.2.1 モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)
0120h	TRCMR	有効	有効	有効	有効	18.2.2 タイマRCモードレジスタ (TRCMR)
0121h	TRCCR1	有効	有効	有効	有効	タイマRC制御レジスタ1 18.2.3 タイマRC制御レジスタ1 (TRCCR1) 18.5.1 タイマRC制御レジスタ1 (TRCCR1) [タイマモード(アウトプットコンペア機能)時] 18.6.1 タイマRC制御レジスタ1 (TRCCR1) [PWMモード時] 18.7.1 タイマRC制御レジスタ1 (TRCCR1) [PWM2モード時]
0122h	TRCIER	有効	有効	有効	有効	18.2.4 タイマRC割り込み許可レジスタ (TRCIER)
0123h	TRCSR	有効	有効	有効	有効	18.2.5 タイマRCステータスレジスタ (TRCSR)
0124h	TRCIOR0	有効	有効	—	—	タイマRC I/O制御レジスタ0、タイマRC I/O制御レジスタ1 18.2.6 タイマRC I/O制御レジスタ0 (TRCIOR0) 18.2.7 タイマRC I/O制御レジスタ1 (TRCIOR1) 18.4.1 タイマRC I/O制御レジスタ0 (TRCIOR0) [タイマモード(インプットキャプチャ機能)時] 18.4.2 タイマRC I/O制御レジスタ1 (TRCIOR1) [タイマモード(インプットキャプチャ機能)時] 18.5.2 タイマRC I/O制御レジスタ0 (TRCIOR0) [タイマモード(アウトプットコンペア機能)時] 18.5.3 タイマRC I/O制御レジスタ1 (TRCIOR1) [タイマモード(アウトプットコンペア機能)時]
0125h	TRCIOR1					
0126h 0127h	TRC	有効	有効	有効	有効	18.2.8 タイマRCカウンタ (TRC)
0128h 0129h	TRCGRA	有効	有効	有効	有効	18.2.9 タイマRCジェネラルレジスタA、B、C、D (TRCGRA、TRCGRB、TRCGRC、TRCGRD)
012Ah 012Bh	TRCGRB					
012Ch 012Dh	TRCGRC					
012Eh 012Fh	TRCGRD					
0130h	TRCCR2	—	有効	有効	有効	18.2.10 タイマRC制御レジスタ2 (TRCCR2)
0131h	TRCDF	有効	—	—	有効	18.2.11 タイマRCデジタルフィルタ機能選択レジスタ (TRCDF)
0132h	TRCOER	—	有効	有効	有効	18.2.12 タイマRCアウトプットマスタ許可レジスタ (TRCOER)
0133h	TRCADCR	—	有効	有効	有効	18.2.13 タイマRCトリガ制御レジスタ (TRCADCR)
0182h	TRCPSR0	有効	有効	有効	有効	18.2.14 タイマRC端子選択レジスタ0 (TRCPSR0)
0183h	TRCPSR1	有効	有効	有効	有効	18.2.15 タイマRC端子選択レジスタ1 (TRCPSR1)

—：無効

18.2.1 モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)

アドレス 0008h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	MSTADC	—	MSTTRC	MSTLCD	MSTIIC	—	MSTURTO	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	MSTURTO	UART0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注1)	R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	MSTIIC	SSU、I ² Cバススタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注2)	R/W
b4	MSTLCD	LCDスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注3)	R/W
b5	MSTTRC	タイマRCスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注4)	R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	MSTADC	A/Dスタンバイビット(注5)	0: アクティブ 1: スタンバイ	R/W

- 注1. MSTURTOビットが“1”(スタンバイ)のとき、UART0関連レジスタ(00A0h ~ 00A7h番地)へのアクセスは無効になります。
- 注2. MSTIICビットが“1”(スタンバイ)のとき、SSU、I²C関連レジスタ(0193h ~ 19Dh番地)へのアクセスは無効になります。
- 注3. MSTLCDビットが“1”(スタンバイ)のとき、LCD関連レジスタ(0200h ~ 0237h番地)へのアクセスは無効になります。
- 注4. MSTTRCビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRC関連レジスタ(0120h ~ 0133h番地)へのアクセスは無効になります。
- 注5. MSTADCビットが“1”(スタンバイ)のとき、A/D関連レジスタ(00C0h ~ 00D9h番地、00DCh ~ 00DFh番地)へのアクセスは無効になります。
温度センサ使用時は、MSTADCビットを“0”(アクティブ)にしてください。

各スタンバイビットをスタンバイにする場合は、対応する周辺機能を停止してから変更してください。各スタンバイビットでスタンバイに設定されている周辺機能の各レジスタは読み出しと書き込みはできません。また、周辺機能へのクロックの供給も停止しています。

スタンバイからアクティブに変更する場合は、変更後に対応する周辺機能のレジスタを再設定してください。

18.2.2 タイマRCモードレジスタ(TRCMR)

アドレス 0120h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TSTART	—	BFD	BFC	PWM2	PWMD	PWMC	PWMB
リセット後の値	0	1	0	0	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	PWMB	TRCIOB PWMモード選択ビット (注1)	0: タイマモード 1: PWMモード	R/W
b1	PWMC	TRCIOC PWMモード選択ビット (注1)	0: タイマモード 1: PWMモード	R/W
b2	PWMD	TRCIOD PWMモード選択ビット (注1)	0: タイマモード 1: PWMモード	R/W
b3	PWM2	PWM2モード選択ビット	0: PWM2モード 1: タイマモードまたはPWMモード	R/W
b4	BFC	TRCGRCレジスタ機能選択ビット (注2)	0: ジェネラルレジスタ 1: TRCGRAレジスタのバッファレジスタ	R/W
b5	BFD	TRCGRDレジスタ機能選択ビット	0: ジェネラルレジスタ 1: TRCGRBレジスタのバッファレジスタ	R/W
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“1”。		—
b7	TSTART	TRCカウント開始ビット	0: カウント停止 1: カウント開始	R/W

注1. これらのビットはPWM2ビットが“1”(タイマモードまたはPWMモード)のとき有効です。

注2. PWM2モードではBFCビットを“0”(ジェネラルレジスタ)にしてください。

TRCMRレジスタのPWM2モード時の注意事項は「18.9.6 PWM2モード時のTRCMRレジスタ」を参照してください。

18.2.3 タイマRC制御レジスタ1(TRCCR1)

アドレス 0121h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CCLR	TCK2	TCK1	TCK0	TOD	TOC	TOB	TOA
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TOA	TRCIOA出力レベル選択ビット(注1)	動作モード(機能)によって機能が異なる	R/W
b1	TOB	TRCIOB出力レベル選択ビット(注1)		R/W
b2	TOC	TRCIOC出力レベル選択ビット(注1)		R/W
b3	TOD	TRCIOD出力レベル選択ビット(注1)		R/W
b4	TCK0	カウントソース選択ビット(注1)	b6 b5 b4 0 0 0 : f1 0 0 1 : f2 0 1 0 : f4 0 1 1 : f8 1 0 0 : f32 1 0 1 : TRCCLK入力の立ち上がりエッジ 1 1 0 : fOCO20M 1 1 1 : fOCO-F(注2)	R/W
b5	TCK1			R/W
b6	TCK2			R/W
b7	CCLR	TRCカウンタクリア選択ビット	0 : クリア禁止(フリーランニング動作) 1 : TRCGRAのインプットキャプチャまたはTRCGRAのコンペア一致でTRCカウンタをクリア	R/W

注1. TRCMRレジスタのTSTARTビットが“0”(カウント停止)のとき、書いてください。

注2. fOCO-Fを選択する場合は、CPUクロックより速いクロック周波数にfOCO-Fを設定してください。

18.2.4 タイマRC割り込み許可レジスタ(TRCIER)

アドレス 0122h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	OVIE	—	—	—	IMIED	IMIEC	IMIEB	IMIEA
リセット後の値	0	1	1	1	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	IMIEA	インプットキャプチャ/コンペア一致割り込み許可ビットA	0 : IMFAビットによる割り込み(IMIA)禁止 1 : IMFAビットによる割り込み(IMIA)許可	R/W
b1	IMIEB	インプットキャプチャ/コンペア一致割り込み許可ビットB	0 : IMFBビットによる割り込み(IMIB)禁止 1 : IMFBビットによる割り込み(IMIB)許可	R/W
b2	IMIEC	インプットキャプチャ/コンペア一致割り込み許可ビットC	0 : IMFCビットによる割り込み(IMIC)禁止 1 : IMFCビットによる割り込み(IMIC)許可	R/W
b3	IMIED	インプットキャプチャ/コンペア一致割り込み許可ビットD	0 : IMFDビットによる割り込み(IMID)禁止 1 : IMFDビットによる割り込み(IMID)許可	R/W
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“1”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	OVIE	オーバフロー割り込み許可ビット	0 : OVFビットによる割り込み(OVI)禁止 1 : OVFビットによる割り込み(OVI)許可	R/W

18.2.5 タイマRCステータスレジスタ(TRCSR)

アドレス 0123h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	OVF	—	—	—	IMFD	IMFC	IMFB	IMFA
リセット後の値	0	1	1	1	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	IMFA	インプットキャプチャ/コンペア一致フラグA	[“0”になる要因] 読んだ後、“0”を書く(注1) [“1”になる要因] 「表 18.4 各フラグが“1”になる要因」を参照	R/W
b1	IMFB	インプットキャプチャ/コンペア一致フラグB		R/W
b2	IMFC	インプットキャプチャ/コンペア一致フラグC		R/W
b3	IMFD	インプットキャプチャ/コンペア一致フラグD		R/W
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“1”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	OVF	オーバフローフラグ	[“0”になる要因] 読んだ後、“0”を書く(注1) [“1”になる要因] 「表 18.4 各フラグが“1”になる要因」を参照	R/W

注1. 書き込み結果は次のようになります。

- ・読んだ結果が“1”の場合、同じビットに“0”を書くと“0”になります。
- ・読んだ結果が“0”の場合、同じビットに“0”を書いても変化しません(読んだ後で、“0”から“1”に変化した場合、“0”を書いても“1”のままです)。
- ・“1”を書いた場合は変化しません。

表 18.4 各フラグが“1”になる要因

ビット シンボル	タイマモード		PWMモード	PWM2モード
	インプットキャプチャ機能	アウトプット コンペア機能		
IMFA	TRCIOA端子の入力エッジ(注1)	TRCとTRCGRAの値が一致したとき		
IMFB	TRCIOB端子の入力エッジ(注1)	TRCとTRCGRBの値が一致したとき		
IMFC	TRCIOC端子の入力エッジ(注1)	TRCとTRCGRCの値が一致したとき(注2)		
IMFD	TRCIOD端子の入力エッジ(注1)	TRCとTRCGRDの値が一致したとき(注2)		
OVF	TRCがオーバフローしたとき			

注1. TRCIOR0、TRCIOR1レジスタのIOj1～IOj0ビット(j=A、B、C、D)で選択したエッジ。

注2. TRCMRレジスタのBFC、BFDビットが“1”(TRCGRA、TRCGRBのバッファレジスタ)の場合を含む。

18.2.6 タイマRC I/O制御レジスタ0(TRCIOR0)

アドレス 0124h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
リセット後の値	1	0	0	0	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	IOA0	TRCGRA 制御ビット	動作モード(機能)によって機能が異なる	R/W
b1	IOA1			R/W
b2	IOA2	TRCGRA モード選択ビット(注1)	0: アウトプットコンペア機能 1: インプットキャプチャ機能	R/W
b3	IOA3	インプットキャプチャ入力切替ビット(注3)	0: fOCO128信号 1: TRCIOA入力端子	R/W
b4	IOB0	TRCGRB 制御ビット	動作モード(機能)によって機能が異なる	R/W
b5	IOB1			R/W
b6	IOB2	TRCGRB モード選択ビット(注2)	0: アウトプットコンペア機能 1: インプットキャプチャ機能	R/W
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“1”。		—

注1. TRCMRレジスタのBFCビットを“1”(TRCGRAレジスタのバッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0レジスタのIOA2ビットとTRCIOR1レジスタのIOC2ビットの設定を同じにしてください。

注2. TRCMRレジスタのBFDビットを“1”(TRCGRBレジスタのバッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0レジスタのIOB2ビットとTRCIOR1レジスタのIOD2ビットの設定を同じにしてください。

注3. IOA2ビットが“1”(インプットキャプチャ機能)のとき有効です。

TRCIOR0レジスタはタイマモードのとき有効です。PWMモード、PWM2モードでは無効です。

18.2.7 タイマRC I/O制御レジスタ1(TRCIOR1)

アドレス 0125h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0
リセット後の値	1	0	0	0	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	IOC0	TRCGRC 制御ビット	動作モード(機能)によって機能が異なる	R/W
b1	IOC1			R/W
b2	IOC2	TRCGRC モード選択ビット(注1)	0: アウトプットコンペア機能 1: インプットキャプチャ機能	R/W
b3	IOC3	TRCGRCレジスタ機能選択ビット	0: TRCIOA出力レジスタ 1: ジェネラルレジスタまたはバッファレジスタ	R/W
b4	IOD0	TRCGRD 制御ビット	動作モード(機能)によって機能が異なる	R/W
b5	IOD1			R/W
b6	IOD2	TRCGRD モード選択ビット(注2)	0: アウトプットコンペア機能 1: インプットキャプチャ機能	R/W
b7	IOD3	TRCGRDレジスタ機能選択ビット	0: TRCIOB出力レジスタ 1: ジェネラルレジスタまたはバッファレジスタ	R/W

注1. TRCMRレジスタのBFCビットを“1”(TRCGRAレジスタのバッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0レジスタのIOA2ビットとTRCIOR1レジスタのIOC2ビットの設定を同じにしてください。

注2. TRCMRレジスタのBFDビットを“1”(TRCGRBレジスタのバッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0レジスタのIOB2ビットとTRCIOR1レジスタのIOD2ビットの設定を同じにしてください。

TRCIOR1レジスタはタイマモードのとき有効です。PWMモード、PWM2モードでは無効です。

18.2.8 タイマRCカウンタ(TRC)

アドレス 0127h ~ 0126h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	機能	設定範囲	R/W
b15 ~ b0	カウントソースをカウント。カウント動作はアップカウント。オーバーフローすると、TRCSRレジスタのOVFビットが“1”になる	0000h ~ FFFFh	R/W

TRCレジスタは16ビット単位でアクセスしてください。8ビット単位でアクセスしないでください。

18.2.9 タイマRCジェネラルレジスタA、B、C、D
(TRCGRA、TRCGRB、TRCGRC、TRCGRD)

アドレス 0129h ~ 0128h 番地 (TRCGRA)、012Bh ~ 012Ah 番地 (TRCGRB)、
012Dh ~ 012Ch 番地 (TRCGRC)、012Fh ~ 012Eh 番地 (TRCGRD)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1

ビット	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1

ビット	機能	R/W
b15 ~ b0	モードによって機能が異なる	R/W

TRCGRA ~ TRCGRDレジスタは16ビット単位でアクセスしてください。8ビット単位でアクセスしないでください。

18.2.10 タイマRC制御レジスタ2(TRCCR2)

アドレス 0130h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TCEG1	TCEG0	CSEL	—	—	POLD	POLC	POLB
リセット後の値	0	0	0	1	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	POLB	PWMモードアウトプットレベル制御ビットB(注1)	0: TRCIOBの出力レベルは“L”アクティブ 1: TRCIOBの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
b1	POLC	PWMモードアウトプットレベル制御ビットC(注1)	0: TRCIOCの出力レベルは“L”アクティブ 1: TRCIOCの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
b2	POLD	PWMモードアウトプットレベル制御ビットD(注1)	0: TRCIODの出力レベルは“L”アクティブ 1: TRCIODの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
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、その値は“1”。		—
b4	—			—
b5	CSEL	TRCカウンタ動作選択ビット(注2)	0: TRCGRAレジスタとのコンペア一致後もカウント継続 1: TRCGRAレジスタとのコンペア一致でカウント停止	R/W
b6	TCEG0	TRCTRG入力エッジ選択ビット(注3)	b7 b6 00: TRCTRGからのトリガ入力を禁止 01: 立ち上がりエッジを選択 10: 立ち下がりエッジを選択 11: 立ち上がり/立ち下がり両エッジを選択	R/W
b7	TCEG1			R/W

注1. PWMモードのとき有効です。

注2. アウトプットコンペア機能、PWMモード、PWM2モードのとき有効です。PWM2モード時の注意事項は「18.9.6 PWM2モード時のTRCMRレジスタ」を参照してください。

注3. PWM2モードのとき有効です。

18.2.11 タイマRCデジタルフィルタ機能選択レジスタ(TRCDF)

アドレス 0131h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	DFCK1	DFCK0	—	DFTRG	DFD	DFC	DFB	DFA
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	DFA	TRCIOA端子デジタルフィルタ機能選択ビット(注1)	0: 機能なし 1: 機能あり	R/W
b1	DFB	TRCIOB端子デジタルフィルタ機能選択ビット(注1)	0: 機能なし 1: 機能あり	R/W
b2	DFC	TRCIOC端子デジタルフィルタ機能選択ビット(注1)	0: 機能なし 1: 機能あり	R/W
b3	DFD	TRCIOD端子デジタルフィルタ機能選択ビット(注1)	0: 機能なし 1: 機能あり	R/W
b4	DFTRG	TRCTRG端子デジタルフィルタ機能選択ビット(注2)	0: 機能なし 1: 機能あり	R/W
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“0”。		—
b6	DFCK0	デジタルフィルタ機能用クロック選択ビット(注1、2)	b7 b6 00: f32 01: f8 10: f1 11: カウントソース(TRCCR1レジスタのTCK2 ~ TCK0ビットで選択したクロック)	R/W
b7	DFCK1			R/W

注1. インพุットキャプチャ機能のとき有効です。

注2. PWM2モードで、TRCCR2レジスタのTCEG1 ~ TCEG0ビットが“01b”、“10b”、“11b”(TRCTRGトリガ入力許可)のとき有効です。

18.2.12 タイマRCアウトプットマスタ許可レジスタ(TRCOER)

アドレス 0132h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	PTO	—	—	—	ED	EC	EB	EA
リセット後の値	0	1	1	1	1	1	1	1

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	EA	TRCIOA出力禁止ビット(注1)	0: 出力許可 1: 出力禁止(TRCIOA端子はプログラマブル入出力ポート)	R/W
b1	EB	TRCIOB出力禁止ビット(注1)	0: 出力許可 1: 出力禁止(TRCIOB端子はプログラマブル入出力ポート)	R/W
b2	EC	TRCIOC出力禁止ビット(注1)	0: 出力許可 1: 出力禁止(TRCIOC端子はプログラマブル入出力ポート)	R/W
b3	ED	TRCIOD出力禁止ビット(注1)	0: 出力許可 1: 出力禁止(TRCIOD端子はプログラマブル入出力ポート)	R/W
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“1”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	PTO	パルス出力強制遮断信号入力INT0有効ビット	0: パルス出力強制遮断入力無効 1: パルス出力強制遮断入力有効(INT0端子に“L”または“H”を入力すると、EA、EB、EC、EDビットが“1”(出力禁止)になる)	R/W

注1. 端子をインプットキャプチャ入力として使用するときは無効です。

18.2.13 タイマRCトリガ制御レジスタ(TRCADCR)

アドレス 0133h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	ADTRGDE	ADTRGCE	ADTRGBE	ADTRGAE
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	ADTRGAE	A/DトリガA許可ビット	0: A/Dトリガ禁止 1: TRCとTRCGRAレジスタのコンペア一致時にA/Dトリガ発生	R/W
b1	ADTRGBE	A/DトリガB許可ビット	0: A/Dトリガ禁止 1: TRCとTRCGRBレジスタのコンペア一致時にA/Dトリガ発生	R/W
b2	ADTRGCE	A/DトリガC許可ビット	0: A/Dトリガ禁止 1: TRCとTRCGRCレジスタのコンペア一致時にA/Dトリガ発生	R/W
b3	ADTRGDE	A/DトリガD許可ビット	0: A/Dトリガ禁止 1: TRCとTRCGRDレジスタのコンペア一致時にA/Dトリガ発生	R/W
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”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

18.2.14 タイマRC端子選択レジスタ0 (TRCPSR0)

アドレス 0182h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	TRCIOBSEL1	TRCIOBSEL0	TRCIOASEL1	TRCIOASEL0	—	TRCCLKSEL0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TRCCLKSEL0	TRCCLK端子選択ビット	0 : TRCCLK端子は使用しない 1 : P7_1に割り当てる	R/W
b1	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b2	TRCIOASEL0	TRCIOA/TRCTRG端子選択ビット	b3 b2 00 : TRCIOA/TRCTRG端子は使用しない 01 : TRCIOA/TRCTRG端子をP8_7に割り当てる 10 : TRCTRG端子をP0_0に割り当てる 11 : TRCTRG端子をP7_2に割り当てる	R/W
b3	TRCIOASEL1			R/W
b4	TRCIOBSEL0	TRCIOB端子選択ビット	b5 b4 00 : TRCIOB端子は使用しない 01 : P8_6に割り当てる 10 : P8_5に割り当てる(注1) 11 : P8_4に割り当てる(注2)	R/W
b5	TRCIOBSEL1			R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b7	—			

注1. TRCPSR1レジスタのTRCIOSEL0ビットを“1”(TRCIO端子をP8_5に割り当てる)にした場合は、TRCIOSEL1～TRCIOSEL0ビットの内容にかかわらず、P8_5はTRCIO端子になります。

注2. TRCPSR1レジスタのTRCIOSEL0ビットを“1”(TRCIO端子をP8_4に割り当てる)にした場合は、TRCIOSEL1～TRCIOSEL0ビットの内容にかかわらず、P8_4はTRCIO端子になります。

TRCPSR0レジスタは、タイマRCの入力を使用するかどうかを選択するレジスタです。タイマRCの入力端子を使用する場合は、TRCPSR0レジスタを設定してください。

タイマRCの関連レジスタを設定する前に、TRCPSR0レジスタを設定してください。また、タイマRCの動作中はTRCPSR0レジスタの設定値を変更しないでください。タイマRC端子の割り当てを変更した場合、変更したときの端子レベルによってはエッジが発生し、TRCレジスタが“0000h”になる場合があります。

18.2.15 タイマRC端子選択レジスタ1 (TRCPSR1)

アドレス 0183h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	TRCIODSELO	—	TRCIOCESELO
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TRCIOCESELO	TRCIOCE端子選択ビット	0 : TRCIOCE端子は使用しない 1 : P8_5に割り当てる	R/W
b1	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b2	TRCIODSELO	TRCIOD端子選択ビット	0 : TRCIOD端子は使用しない 1 : P8_4に割り当てる	R/W
b3	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

TRCPSR1レジスタは、タイマRCの入力を使用するかどうかを選択するレジスタです。タイマRCの入力端子を使用する場合は、TRCPSR1レジスタを設定してください。

タイマRCの関連レジスタを設定する前に、TRCPSR1レジスタを設定してください。また、タイマRCの動作中はTRCPSR1レジスタの設定値を変更しないでください。

18.3 複数モードに関わる共通事項

18.3.1 カウントソース

カウントソースの選択方法は、すべてのモードに共通です。

表 18.5にカウントソースの選択を、図 18.2にカウントソースのブロック図を示します。

表 18.5 カウントソースの選択

カウントソース	選択方法
f1、f2、f4、f8、f32	TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットでカウントソース選択
fOCO20M fOCO-F	FRA0レジスタのFRA00ビットが“1”(高速オンチップオシレータ発振) TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットが“110b”(fOCO20M) TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットが“111b”(fOCO-F)
TRCCLK端子に入力された外部信号	TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットが“101b”(カウントソースは外部クロックの立ち上がりエッジ) 対応する方向レジスタの方向ビットが“0”(入力モード)

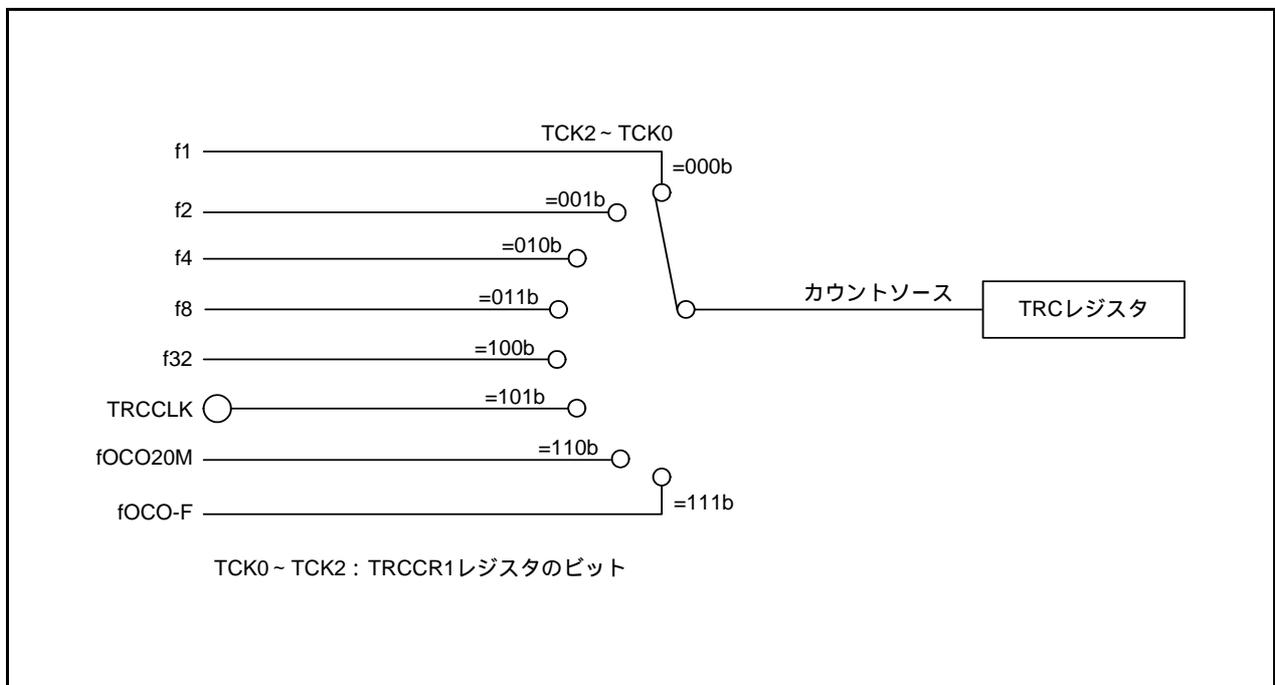


図 18.2 カウントソースのブロック図

TRCCLK端子に入力する外部クロックのパルス幅は、タイマRCの動作クロック(「表 18.1 タイマRCの動作クロック」参照)の3サイクル以上にしてください。

カウントソースにfOCO20MまたはfOCO-Fを選択する場合は、FRA0レジスタのFRA00ビットを“1”(高速オンチップオシレータ発振)にしてから、TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットを“110b”(fOCO20M)または“111b”(fOCO-F)にしてください。

18.3.2 バッファ動作

TRCMRレジスタのBFC、BFDビットで、TRCGRC、TRCGRDレジスタをTRCGRA、TRCGRBレジスタのバッファレジスタにできます。

- TRCGRAのバッファレジスタ：TRCGRCレジスタ
- TRCGRBのバッファレジスタ：TRCGRDレジスタ

バッファ動作は、モードによって違います。表 18.6 に各モードのバッファ動作を、図 18.3 にインプットキャプチャ機能のバッファ動作を、図 18.4 にアウトプットコンペア機能のバッファ動作を示します。

表 18.6 各モードのバッファ動作

機能、モード	転送タイミング	転送するレジスタ
インプットキャプチャ機能	インプットキャプチャ信号入力	TRCGRA(TRCGRB)レジスタの内容をバッファレジスタに転送
アウトプットコンペア機能	TRCレジスタとTRCGRA(TRCGRB)レジスタのコンペア一致	バッファレジスタの内容をTRCGRA(TRCGRB)レジスタに転送
PWMモード		
PWM2モード	<ul style="list-style-type: none"> •TRCレジスタとTRCGRAレジスタのコンペア一致 •TRCTRIG端子トリガ入力 	バッファレジスタ(TRCGRD)の内容をTRCGRBレジスタに転送

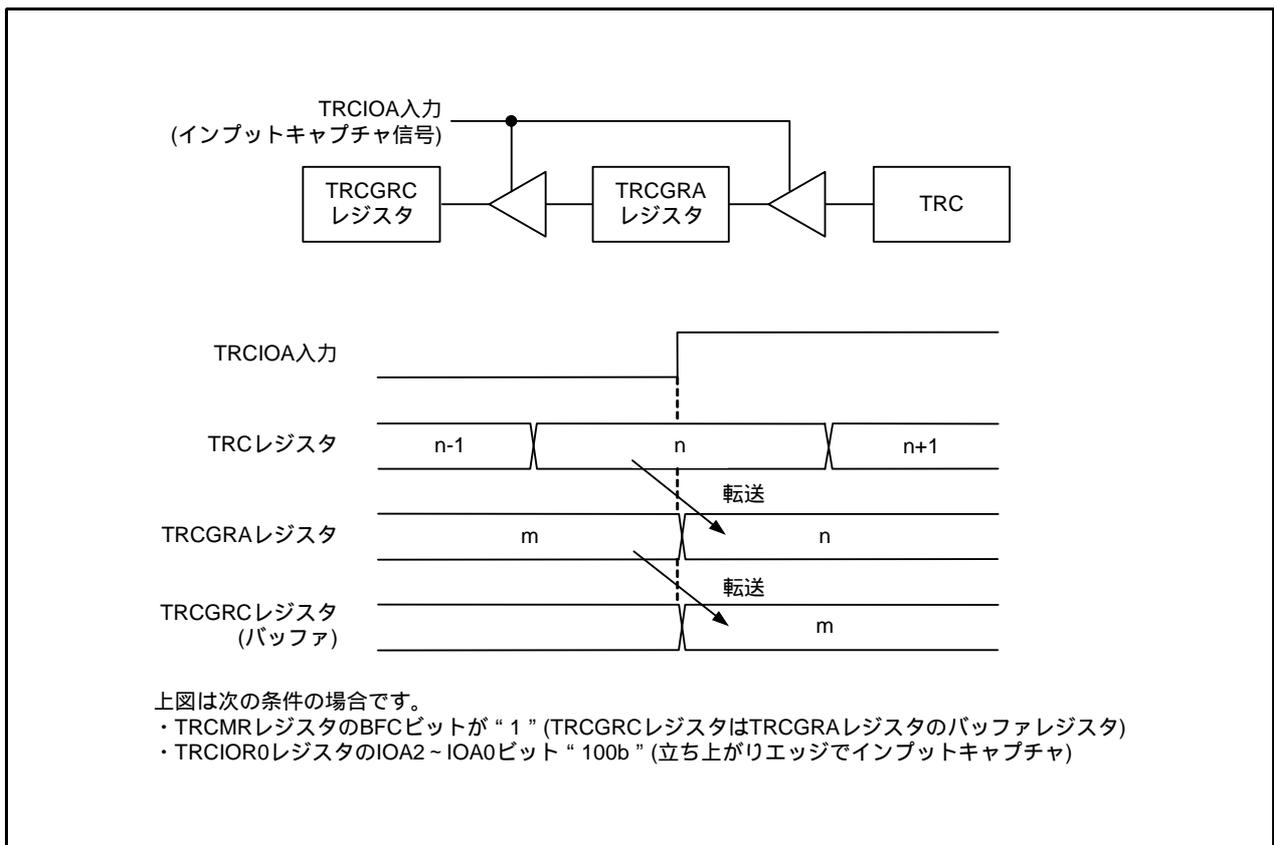


図 18.3 インプットキャプチャ機能のバッファ動作

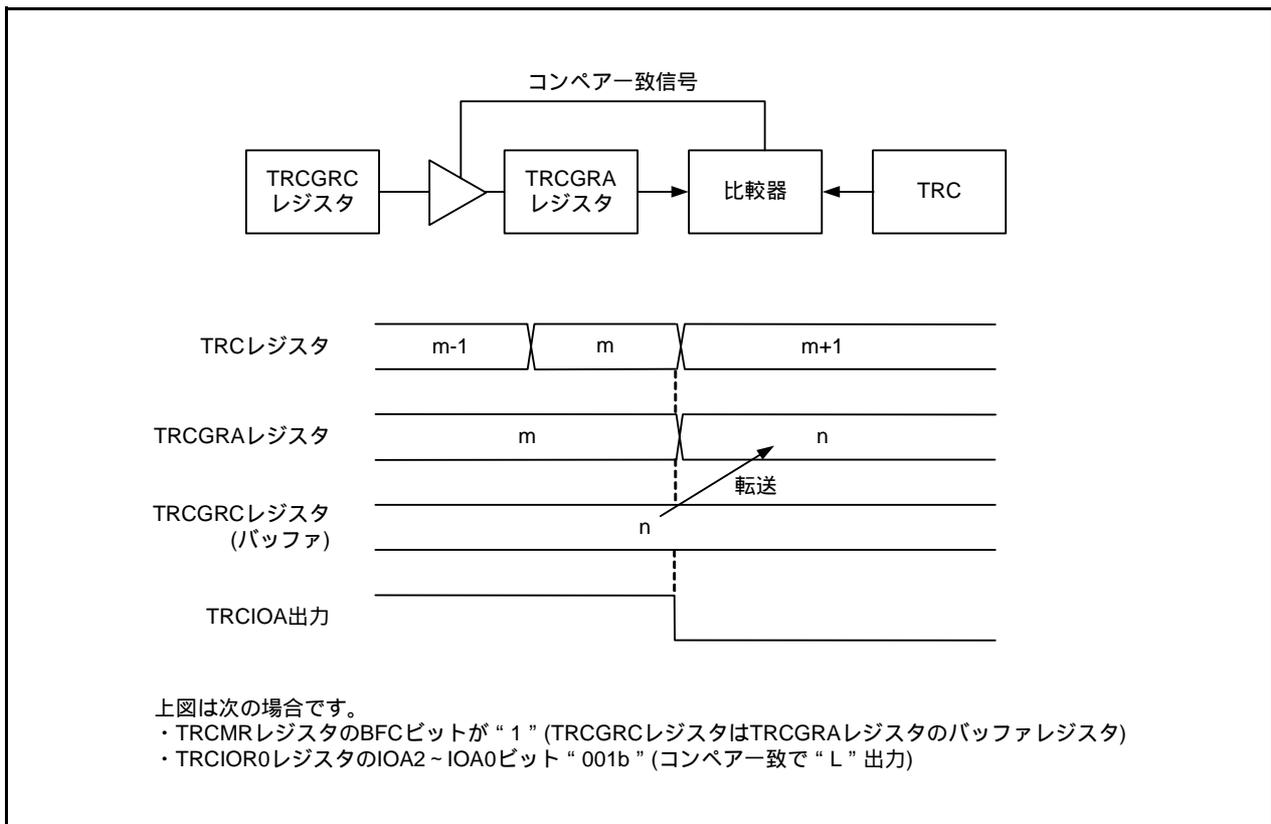


図18.4 アウトプットコンペアー機能のバッファ動作

タイマモードでは次のようにしてください。

- ・TRCGRCレジスタをTRCGRAレジスタのバッファレジスタに使用する場合
TRCIOR1レジスタのIOC2ビットは、TRCIOR0レジスタのIOA2ビットと同じ設定にしてください。
- ・TRCGRDレジスタをTRCGRBレジスタのバッファレジスタに使用する場合
TRCIOR1レジスタのIOD2ビットは、TRCIOR0レジスタのIOB2ビットと同じ設定にしてください。

アウトプットコンペアー機能、PWMモード、PWM2モードで、TRCGRC、TRCGRDレジスタをバッファレジスタに使用している場合も、TRCレジスタとのコンペアー一致でTRCSRレジスタのIMFC、IMFDビットが“1”になります。

入力キャプチャ機能でTRCGRC、TRCGRDレジスタをバッファレジスタに使用している場合も、TRCIOC、TRCIOD端子の入力エッジでTRCSRレジスタのIMFC、IMFDビットが“1”になります。

18.3.3 デジタルフィルタ

TRCTRG入力またはTRCIOj(j = A、B、C、Dのいずれか)入力をサンプリングし、3回一致したらレベルが確定したとみなします。デジタルフィルタ機能、サンプリングクロックはTRCDFレジスタで選択してください。

図18.5にデジタルフィルタのブロック図を示します。

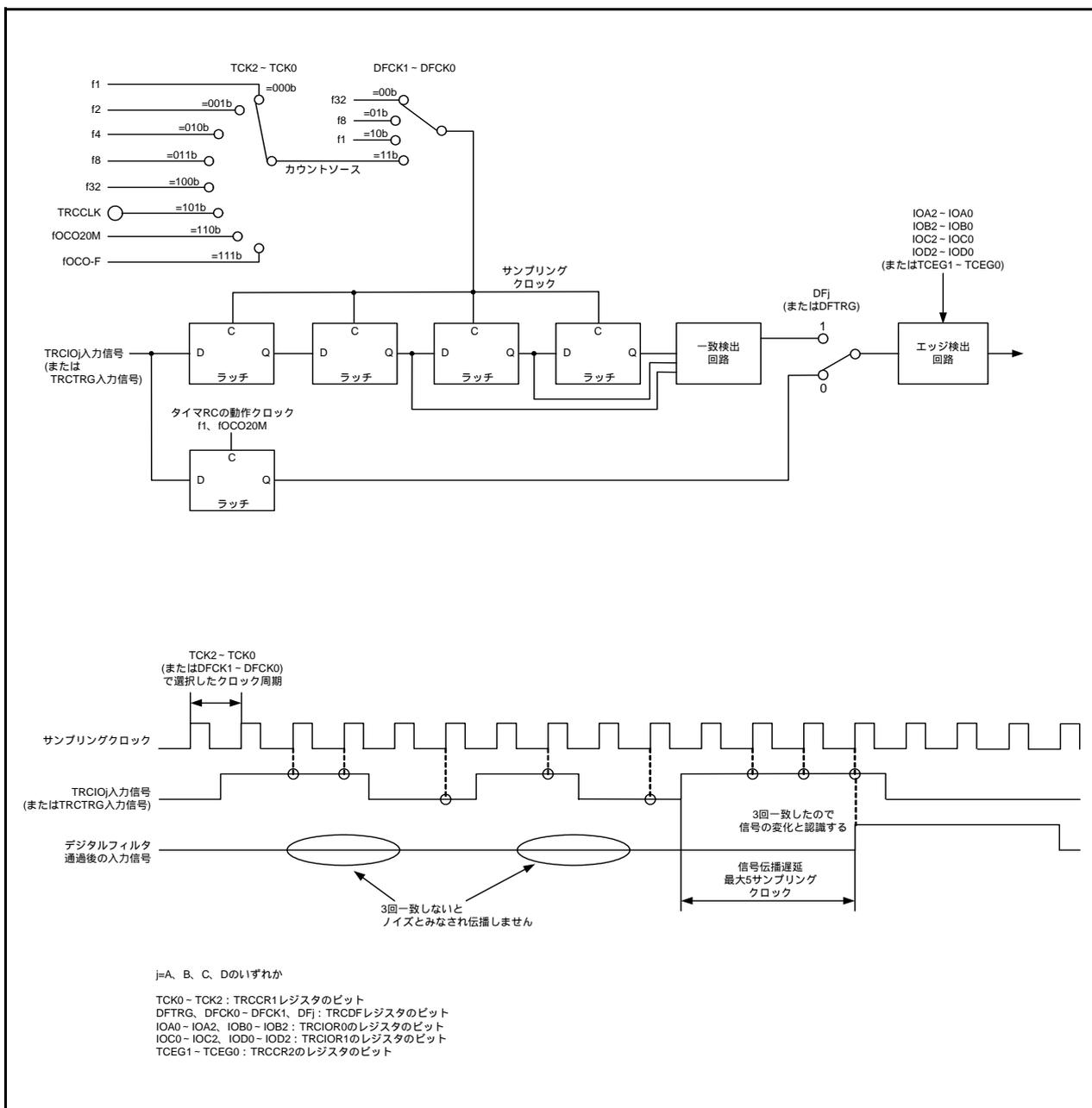


図 18.5 デジタルフィルタのブロック図

18.3.4 パルス出力強制遮断

タイマモードのアウトプットコンペア機能、PWMモード、PWM2モードのとき、 $\overline{\text{INT0}}$ 端子の入力によってTRCIOj(j = A、B、C、Dのいずれか)出力端子を強制的にプログラマブル入出力ポートにし、パルス出力を遮断できます。

これらの機能/モードで出力に使用する端子は、TRCOERレジスタのEjビットを“0”(タイマRC出力許可)にすると、タイマRCの出力端子として機能します。TRCOERレジスタのPTOビットが“1”(パルス出力強制遮断信号入力INT0有効)のとき、 $\overline{\text{INT0}}$ 端子に“L”(または“H”)を入力すると、タイマRCの動作クロックの1~2サイクル後に、TRCOERレジスタのEA、EB、EC、EDビットがすべて“1”(タイマRC出力禁止、TRCIOj出力端子はプログラマブル入出力ポート)になります。タイマRCの動作クロックについては「表 18.1 タイマRCの動作クロック」を参照してください。

この機能を使用する場合は、次の設定をしてください。

- パルス出力を強制遮断したときの端子の状態(ハイインピーダンス(入力)、“L”出力、または“H”出力)を設定(「7. I/Oポート」参照)。
- INTENレジスタのINT0ENビットを“1”(INT0入力許可)、INT0PLビットを“0”(片エッジ)にする。
- INT0ICレジスタのPOLビットで立ち上がりまたは立ち下がりエッジを選択する。
POLビットを“0”(立ち下がりエッジ)にしている場合は、 $\overline{\text{INT0}}$ 端子の立ち下がりパルス出力を強制遮断します。
POLビットを“1”(立ち上がりエッジ)にしている場合は、 $\overline{\text{INT0}}$ 端子の立ち上がりパルス出力を強制遮断します。
- $\overline{\text{INT0}}$ を選択したI/Oポートの方向レジスタを“0”(入力モード)にする。
- INT0のデジタルフィルタをINTFレジスタのINT0F1 ~ INT0F0ビットで選択する。
- TRCOERレジスタのPTOビットを“1”(パルス出力強制遮断信号入力INT0有効)にする。

なお、INT0ICレジスタのPOLビットの選択と、 $\overline{\text{INT0}}$ 端子入力の変更に従って、INT0ICレジスタのIRビットが“1”(割り込み要求あり)になります(「12.8 割り込み使用上の注意」参照)。
割り込みの詳細は「12. 割り込み」を参照してください。

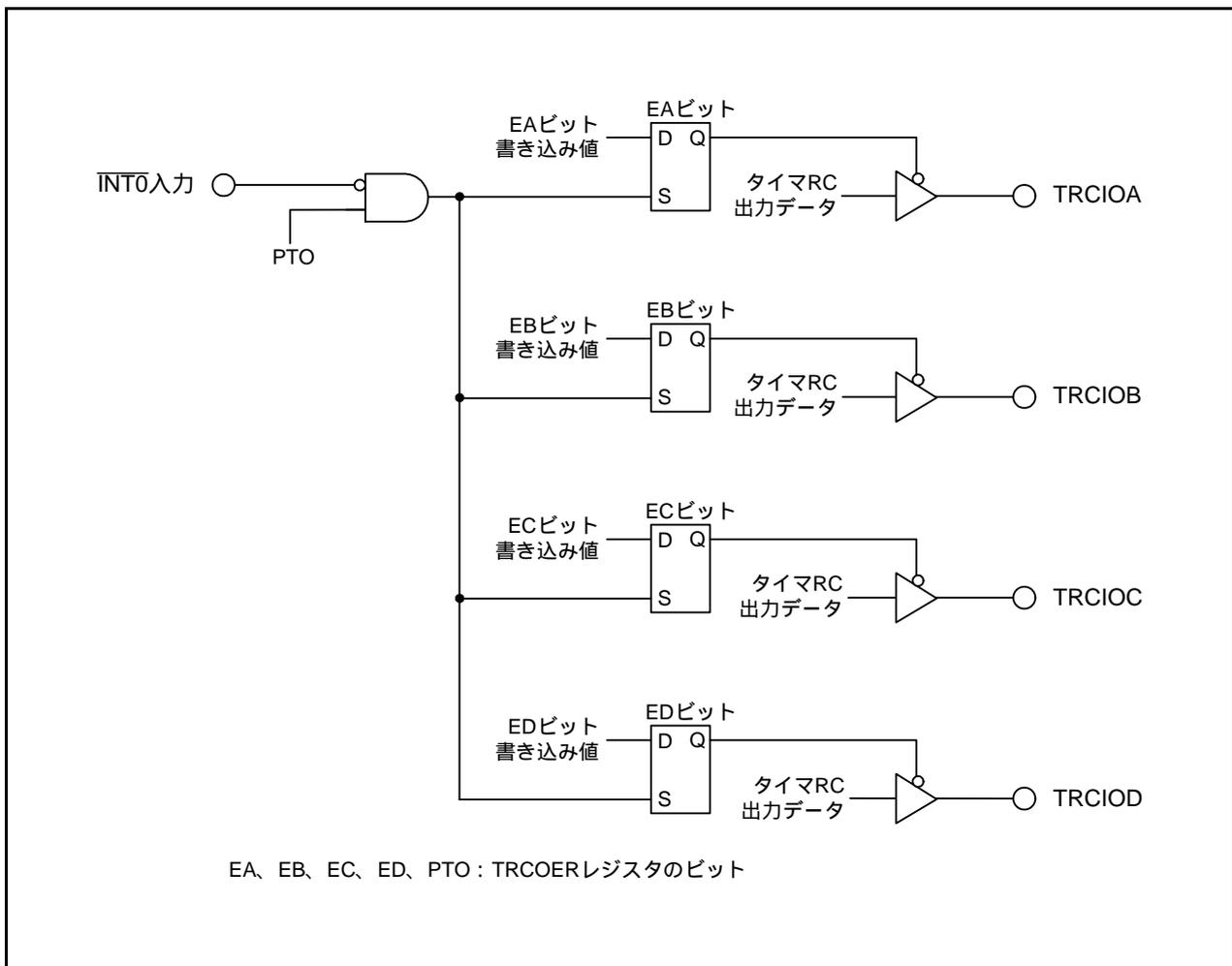


図18.6 パルス出力強制遮断

18.4 タイマモード(インプットキャプチャ機能)

外部信号の幅や周期を測定する機能です。TRCIOj(j = A、B、C、Dのいずれか)端子の外部信号をトリガにしてTRCレジスタ(カウンタ)の内容をTRCGRjレジスタに転送します(インプットキャプチャ)。端子1本ごとにインプットキャプチャ機能にするか、他のモード、機能にするかを選択できます。

表 18.7 にインプットキャプチャ機能の仕様を、図 18.7 にインプットキャプチャ機能のブロック図を、表 18.8 にインプットキャプチャ機能時のTRCGRjレジスタの機能を、図 18.8 にインプットキャプチャ機能の動作例を示します。

表 18.7 インプットキャプチャ機能の仕様

項目	仕様
カウントソース	f1、f2、f4、f8、f32、fOCO20M、fOCO-F TRCCLK端子に入力された外部信号(立ち上がりエッジ)
カウント動作	アップカウント
カウント周期	<ul style="list-style-type: none"> TRCCR1 レジスタの CCLR ビットが“0”(フリーランニング動作)の場合 $1/fk \times 65536$ fk: カウントソースの周波数 TRCCR1 レジスタの CCLR ビットが“1”(TRCGRA のインプットキャプチャで TRC レジスタを“0000h”にする)の場合 $1/fk \times (n+1)$ n: TRCGRA レジスタ設定値
カウント開始条件	TRCMR レジスタの TSTART ビットへの“1”(カウント開始)書き込み
カウント停止条件	TRCMR レジスタの TSTART ビットへの“0”(カウント停止)書き込み TRC レジスタは停止前の値を保持
割り込み要求発生タイミング	<ul style="list-style-type: none"> インプットキャプチャ (TRCIOj 入力の有効エッジ) TRC レジスタオーバフロー
TRCIOA、TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD 端子機能	プログラマブル入出力ポート、またはインプットキャプチャ入力(1端子ごとに選択)
INT0 端子機能	プログラマブル入出力ポート、またはINT0 割り込み入力
タイマの読み出し	TRC 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	TRC レジスタに書き込める。
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> インプットキャプチャ入力端子選択 TRCIOA、TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD 端子のいずれか 1 本または複数本 インプットキャプチャ入力の有効エッジ選択 立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、または立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの両方 バッファ動作(「18.3.2 バッファ動作」参照) デジタルフィルタ(「18.3.3 デジタルフィルタ」参照) TRC レジスタを“0000h”にするタイミング オーバフローまたはインプットキャプチャ

j = A、B、C、Dのいずれか

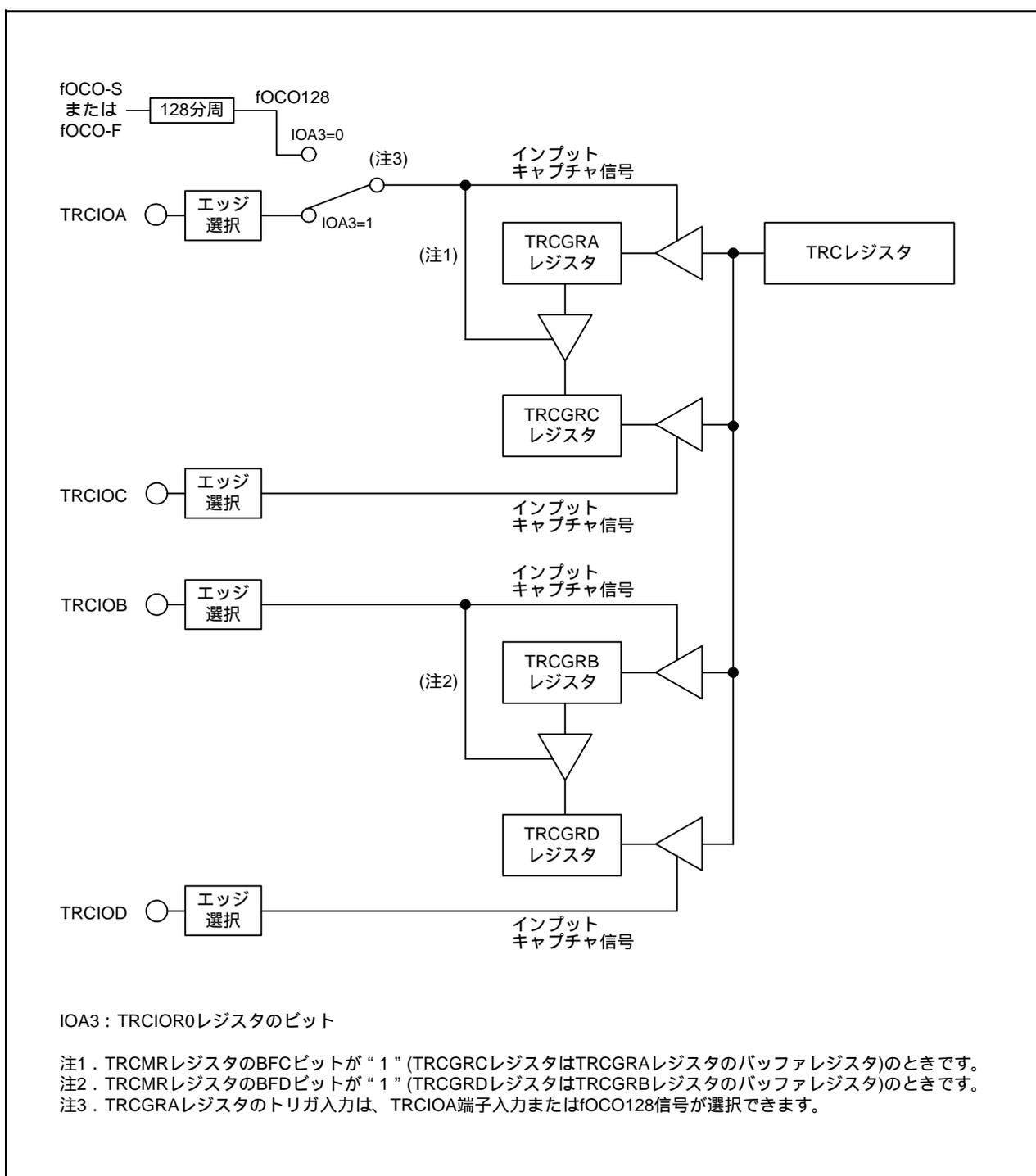


図18.7 インプットキャプチャ機能のブロック図

18.4.1 タイマRC I/O制御レジスタ0(TRCIOR0) [タイマモード(インプットキャプチャ機能)時]

アドレス 0124h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
リセット後の値	1	0	0	0	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	IOA0	TRCGRA 制御ビット	^{b1 b0} 00: 立ち上がりエッジでTRCGRAへインプットキャプチャ 01: 立ち下がりエッジでTRCGRAへインプットキャプチャ 10: 両エッジでTRCGRAへインプットキャプチャ 11: 設定しないでください	R/W
b1	IOA1			R/W
b2	IOA2	TRCGRA モード選択ビット(注1)	インプットキャプチャ機能では“1”にしてください	R/W
b3	IOA3	インプットキャプチャ入力切り替えビット(注3)	0: fOCO128信号 1: TRCIOA端子入力	R/W
b4	IOB0	TRCGRB 制御ビット	^{b5 b4} 00: 立ち上がりエッジでTRCGRBへインプットキャプチャ 01: 立ち下がりエッジでTRCGRBへインプットキャプチャ 10: 両エッジでTRCGRBへインプットキャプチャ 11: 設定しないでください	R/W
b5	IOB1			R/W
b6	IOB2	TRCGRB モード選択ビット(注2)	インプットキャプチャ機能では“1”にしてください	R/W
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“1”。		—

注1. TRCMRレジスタのBFCビットを“1”(TRCGRAレジスタのバッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0レジスタのIOA2ビットとTRCIOR1レジスタのIOC2ビットの設定を同じにしてください。

注2. TRCMRレジスタのBFDビットを“1”(TRCGRBレジスタのバッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0レジスタのIOB2ビットとTRCIOR1レジスタのIOD2ビットの設定を同じにしてください。

注3. IOA2ビットが“1”(インプットキャプチャ機能)のとき有効です。

18.4.2 タイマRC I/O制御レジスタ1(TRCIOR1) [タイマモード(インプットキャプチャ機能)時]

アドレス 0125h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0
リセット後の値	1	0	0	0	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	IOC0	TRCGRC 制御ビット	b1 b0 00: 立ち上がりエッジでTRCGRCへインプットキャプチャ 01: 立ち下がりエッジでTRCGRCへインプットキャプチャ 10: 両エッジでTRCGRCへインプットキャプチャ 11: 設定しないでください	R/W
b1	IOC1			R/W
b2	IOC2	TRCGRC モード選択ビット(注1)	インプットキャプチャ機能では“1”にしてください	R/W
b3	IOC3	TRCGRC レジスタ機能選択ビット	“1”にしてください	R/W
b4	IOD0	TRCGRD 制御ビット	b5 b4 00: 立ち上がりエッジでTRCGRDへインプットキャプチャ 01: 立ち下がりエッジでTRCGRDへインプットキャプチャ 10: 両エッジでTRCGRDへインプットキャプチャ 11: 設定しないでください	R/W
b5	IOD1			R/W
b6	IOD2	TRCGRD モード選択ビット(注2)	インプットキャプチャ機能では“1”にしてください	R/W
b7	IOD3	TRCGRD レジスタ機能選択ビット	“1”にしてください	R/W

注1. TRCMR レジスタのBFCビットを“1”(TRCGRA レジスタのバッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0 レジスタのIOA2ビットとTRCIOR1 レジスタのIOC2ビットの設定を同じにしてください。

注2. TRCMR レジスタのBFDビットを“1”(TRCGRB レジスタのバッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0 レジスタのIOB2ビットとTRCIOR1 レジスタのIOD2ビットの設定を同じにしてください。

表 18.8 インプットキャプチャ機能時のTRCGRjレジスタの機能

レジスタ	設定	レジスタの機能	インプットキャプチャ入力端子
TRCGRA	—	ジェネラルレジスタ。インプットキャプチャ時のTRCレジスタの値が読めます。	TRCIOA
TRCGRB			TRCIOB
TRCGRC	BFC = 0	ジェネラルレジスタ。インプットキャプチャ時のTRCレジスタの値が読めます。	TRCIOC
TRCGRD	BFD = 0		TRCIOD
TRCGRC	BFC = 1	バッファレジスタ。ジェネラルレジスタからの転送値を保持します(「18.3.2 バッファ動作」参照)。	TRCIOA
TRCGRD	BFD = 1		TRCIOB

j = A、B、C、Dのいずれか

BFC、BFD : TRCMR レジスタのビット

18.4.3 動作例

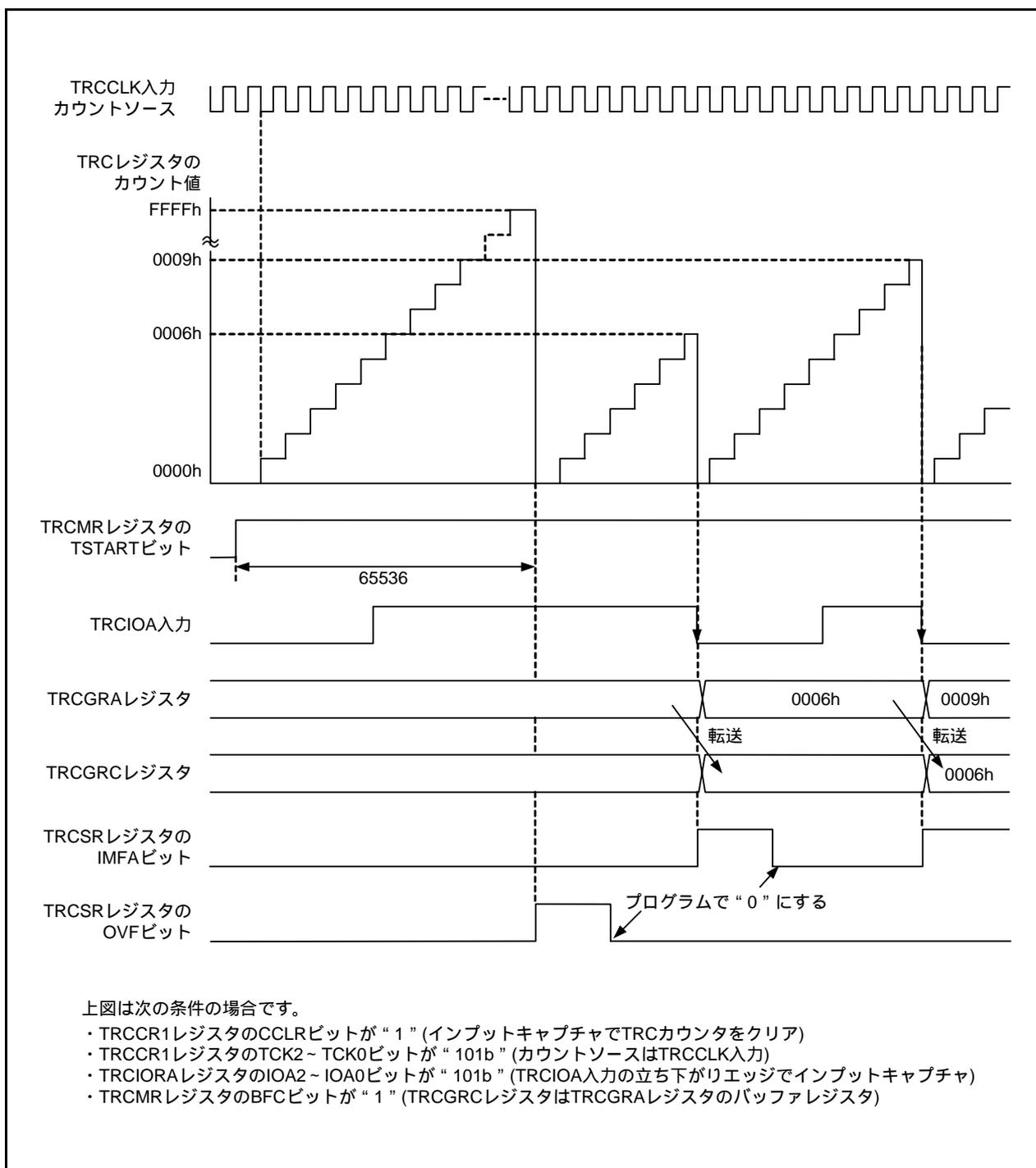


図18.8 インプットキャプチャ機能の動作例

18.5 タイマモード(アウトプットコンペア機能)

TRCレジスタ(カウンタ)の内容と、TRCGRj(j = A、B、C、Dのいずれか)レジスタの内容の一致(コンペア一致)を検出するモードです。一致したときTRCIOj端子から任意のレベルを出力します。端子1本ごとにアウトプットコンペア機能にするか、他のモード、機能にするかを選択できます。

表 18.9 にアウトプットコンペア機能の仕様を、図 18.9 にアウトプットコンペア機能のブロック図を、表 18.10 にアウトプットコンペア機能時のTRCGRjレジスタの機能を、図 18.10 にアウトプットコンペア機能の動作例を示します。

表 18.9 アウトプットコンペア機能の仕様

項目	仕様
カウントソース	f1、f2、f4、f8、f32、fOCO20M、fOCO-F TRCCLK端子に入力された外部信号(立ち上がりエッジ)
カウント動作	アップカウント
カウント周期	<ul style="list-style-type: none"> TRCCR1レジスタのCCLRビットが“0”(フリーランニング動作)の場合 $1/fk \times 65536$ fk: カウントソースの周波数 TRCCR1レジスタのCCLRビットが“1”(TRCGRAのコンペア一致でTRCレジスタを“0000h”にする)の場合 $1/fk \times (n+1)$ n: TRCGRAレジスタ設定値
波形出力タイミング	コンペア一致
カウント開始条件	TRCMRレジスタのTSTARTビットへの“1”(カウント開始)書き込み
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> TRCCR2レジスタのCSELビットが“0”(TRCGRAレジスタとのコンペア一致後もカウント継続)の場合 TRCMRレジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み アウトプットコンペア出力端子はカウント停止前の出力レベルを保持、TRCレジスタは停止前の値を保持 TRCCR2レジスタのCSELビットが“1”(TRCGRAレジスタとのコンペア一致でカウント停止)の場合 TRCGRAレジスタとのコンペア一致でカウント停止、アウトプットコンペア出力端子はコンペア一致による出力変化後のレベルを保持
割り込み要求発生タイミング	<ul style="list-style-type: none"> コンペア一致(TRCレジスタとTRCGRjレジスタの内容が一致) TRCレジスタオーバフロー
TRCIOA、TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD端子機能	プログラマブル入出力ポート、またはアウトプットコンペア出力(1端子ごとに選択)
INT0端子機能	プログラマブル入出力ポート、パルス出力強制遮断信号入力、またはINT0割り込み入力
タイマの読み出し	TRC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	TRCレジスタに書き込める
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> アウトプットコンペア出力端子選択 TRCIOA、TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD端子のいずれか1本または複数本 コンペア一致時の出力レベル選択 “L”出力、“H”出力、またはトグル出力 初期出力レベル選択 カウント開始からコンペア一致までの期間のレベルを設定 TRCレジスタを“0000h”にするタイミング オーバフロー、またはTRCGRAレジスタのコンペア一致 バッファ動作(「18.3.2 バッファ動作」参照) パルス出力強制遮断信号入力(「18.3.4 パルス出力強制遮断」参照) タイマRCは出力しないことで内部タイマとして使用できる TRCGRC、TRCGRDの出力端子変更 TRCGRCをTRCIOA端子の、TRCGRDをTRCIOB端子の出力制御に使用できる A/Dトリガ発生

j = A、B、C、Dのいずれか

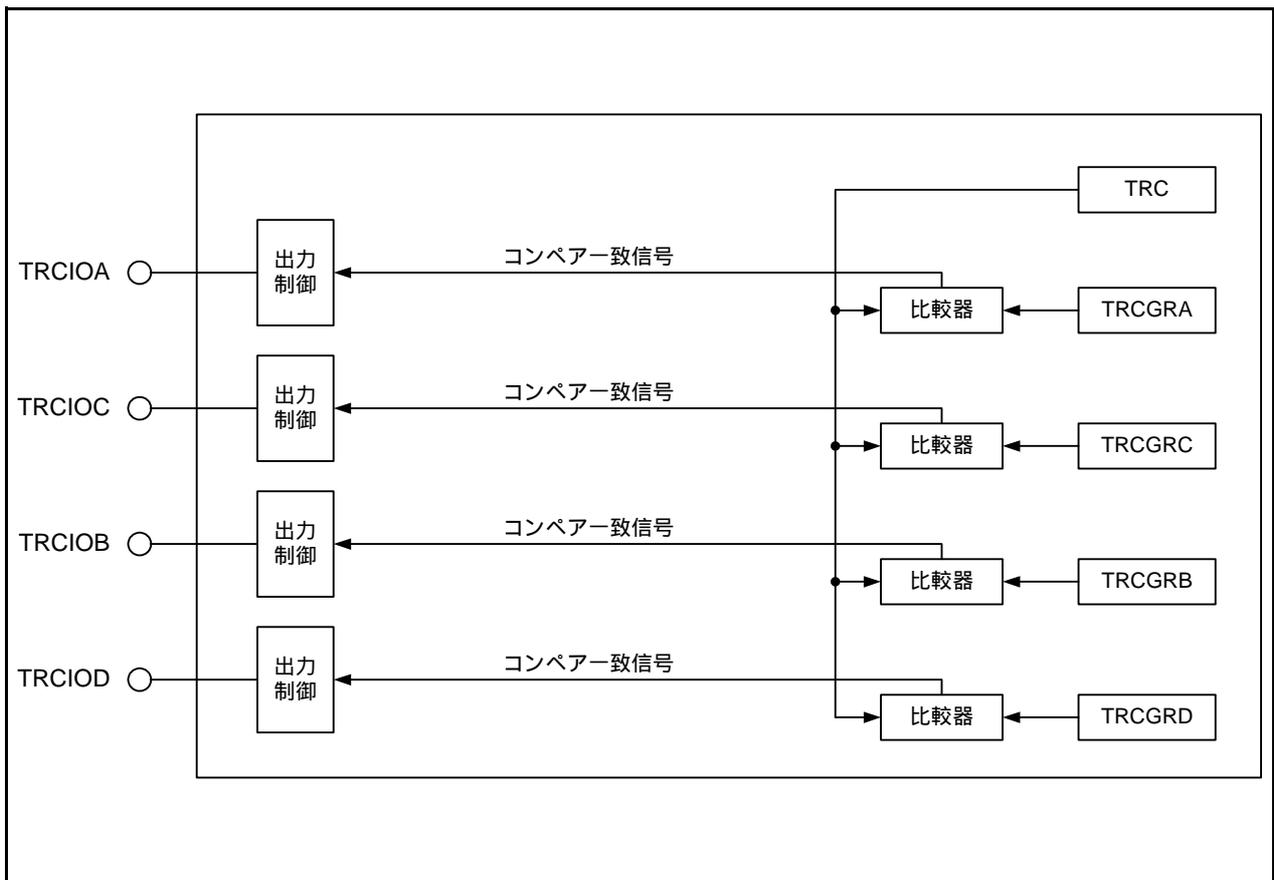


図 18.9 アウトプットコンペア機能のブロック図

18.5.1 タイマRC制御レジスタ1(TRCCR1) [タイマモード(アウトプットコンペア機能)時]

アドレス 0121h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CCLR	TCK2	TCK1	TCK0	TOD	TOC	TOB	TOA
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TOA	TRCIOA出力レベル選択ビット(注1、2)	0: 初期出力“L” 1: 初期出力“H”	R/W
b1	TOB	TRCIOB出力レベル選択ビット(注1、2)		R/W
b2	TOC	TRCIOC出力レベル選択ビット(注1、2)		R/W
b3	TOD	TRCIOD出力レベル選択ビット(注1、2)		R/W
b4	TCK0	カウントソース選択ビット(注1)	b6 b5 b4 0 0 0 : f1 0 0 1 : f2 0 1 0 : f4 0 1 1 : f8 1 0 0 : f32 1 0 1 : TRCCLK入力の立ち上がりエッジ 1 1 0 : fOCO20M 1 1 1 : fOCO-F(注3)	R/W
b5	TCK1			R/W
b6	TCK2			R/W
b7	CCLR	TRCカウンタクリア選択ビット	0: クリア禁止(フリーランニング動作) 1: TRCGRAのコンペア一致でクリア	R/W

注1. TRCMRレジスタのTSTARTビットが“0”(カウント停止)のとき、書いてください。

注2. 端子の機能が波形出力の場合(「7.6 ポートの設定」参照)、TRCCR1レジスタを設定したとき、初期出力レベルが出力されます。

注3. fOCO-Fを選択するときは、CPUクロックより速いクロック周波数にfOCO-Fを設定してください。

表 18.10 アウトプットコンペア機能時のTRCGRjレジスタの機能

レジスタ	設定	レジスタの機能	アウトプット コンペア出力端子
TRCGRA	—	ジェネラルレジスタ。コンペア値を書いてください。	TRCIOA
TRCGRB			TRCIOB
TRCGRC	BFC = 0	ジェネラルレジスタ。コンペア値を書いてください。	TRCIOC
TRCGRD	BFD = 0		TRCIOD
TRCGRC	BFC = 1	バッファレジスタ。次回のコンペア値を書いてください。(「18.3.2 バッファ動作」参照)	TRCIOA
TRCGRD	BFD = 1		TRCIOB

j = A、B、C、Dのいずれか

BFC、BFD : TRCMRレジスタのビット

18.5.2 タイマRC I/O制御レジスタ0(TRCIOR0) [タイマモード(アウトプットコンペア機能)時]

アドレス 0124h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
リセット後の値	1	0	0	0	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	IOA0	TRCGRA 制御ビット	b1 b0 00 : コンペア一致による端子出力禁止 (TRCIOA端子はプログラマブル入出力ポート) 01 : TRCGRAのコンペア一致で“L”出力 10 : TRCGRAのコンペア一致で“H”出力 11 : TRCGRAのコンペア一致でトグル出力	R/W
b1	IOA1			R/W
b2	IOA2	TRCGRA モード選択ビット(注1)	アウトプットコンペア機能では“0”にしてください	R/W
b3	IOA3	インプットキャプチャ入力切替ビット	“1”にしてください	R/W
b4	IOB0	TRCGRB 制御ビット	b5 b4 00 : コンペア一致による端子出力禁止 (TRCIOB端子はプログラマブル入出力ポート) 01 : TRCGRBのコンペア一致で“L”出力 10 : TRCGRBのコンペア一致で“H”出力 11 : TRCGRBのコンペア一致でトグル出力	R/W
b5	IOB1			R/W
b6	IOB2	TRCGRB モード選択ビット(注2)	アウトプットコンペア機能では“0”にしてください	R/W
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“1”。		—

注1. TRCMRレジスタのBFCビットを“1”(TRCGRAレジスタのパッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0レジスタのIOA2ビットとTRCIOR1レジスタのIOC2ビットの設定を同じにしてください。

注2. TRCMRレジスタのBFDビットを“1”(TRCGRBレジスタのパッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0レジスタのIOB2ビットとTRCIOR1レジスタのIOD2ビットの設定を同じにしてください。

18.5.3 タイマRC I/O制御レジスタ1(TRCIOR1) [タイマモード(アウトプットコンペア機能)時]

アドレス 0125h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0
リセット後の値	1	0	0	0	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	IOC0	TRCGRC 制御ビット	b1 b0 00 : コンペア一致による端子出力禁止 01 : TRCGRCのコンペア一致で“L”出力 10 : TRCGRCのコンペア一致で“H”出力 11 : TRCGRCのコンペア一致でトグル出力	R/W
b1	IOC1			R/W
b2	IOC2	TRCGRC モード選択ビット(注1)	アウトプットコンペア機能では“0”にしてください	R/W
b3	IOC3	TRCGRC レジスタ機能選択ビット	0 : TRCIOA出力レジスタ 1 : ジェネラルレジスタまたはバッファレジスタ	R/W
b4	IOD0	TRCGRD 制御ビット	b5 b4 00 : コンペア一致による端子出力禁止 01 : TRCGRDのコンペア一致で“L”出力 10 : TRCGRDのコンペア一致で“H”出力 11 : TRCGRDのコンペア一致でトグル出力	R/W
b5	IOD1			R/W
b6	IOD2	TRCGRD モード選択ビット(注2)	アウトプットコンペア機能では“0”にしてください	R/W
b7	IOD3	TRCGRD レジスタ機能選択ビット	0 : TRCIOB出力レジスタ 1 : ジェネラルレジスタまたはバッファレジスタ	R/W

注1. TRCMRレジスタのBFCビットを“1”(TRCGRAレジスタのバッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0レジスタのIOA2ビットとTRCIOR1レジスタのIOC2ビットの設定を同じにしてください。

注2. TRCMRレジスタのBFDビットを“1”(TRCGRBレジスタのバッファレジスタ)にした場合、TRCIOR0レジスタのIOB2ビットとTRCIOR1レジスタのIOD2ビットの設定を同じにしてください。

18.5.4 タイマRC制御レジスタ2(TRCCR2) [タイマモード(アウトプットコンペア機能)時]

アドレス 0130h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TCEG1	TCEG0	CSEL	—	—	POLD	POLC	POLB
リセット後の値	0	0	0	1	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	POLB	PWMモードアウトプットレベル制御ビットB (注1)	0 : TRCIOBの出力レベルは“L”アクティブ 1 : TRCIOBの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
b1	POLC	PWMモードアウトプットレベル制御ビットC (注1)	0 : TRCIOCの出力レベルは“L”アクティブ 1 : TRCIOCの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
b2	POLD	PWMモードアウトプットレベル制御ビットD (注1)	0 : TRCIODの出力レベルは“L”アクティブ 1 : TRCIODの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
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、その値は“1”。		—
b4	—			
b5	CSEL	TRCカウント動作選択ビット (注2)	0 : TRCGRA レジスタとのコンペア一致後もカウント継続 1 : TRCGRAレジスタとのコンペア一致でカウント停止	R/W
b6	TCEG0	TRCTRG入力エッジ選択ビット (注3)		R/W
b7	TCEG1			R/W
			b7 b6 00 : TRCTRGからのトリガ入力を禁止 01 : 立ち上がりエッジを選択 10 : 立ち下がりエッジを選択 11 : 立ち上がり/立ち下がり両エッジを選択	

注1. PWMモードのとき有効です。

注2. アウトプットコンペア機能、PWMモード、PWM2モードのとき有効です。PWM2モード時の注意事項は「18.9.6 PWM2モード時のTRCMRレジスタ」を参照してください。

注3. PWM2モードのとき有効です。

18.5.5 動作例

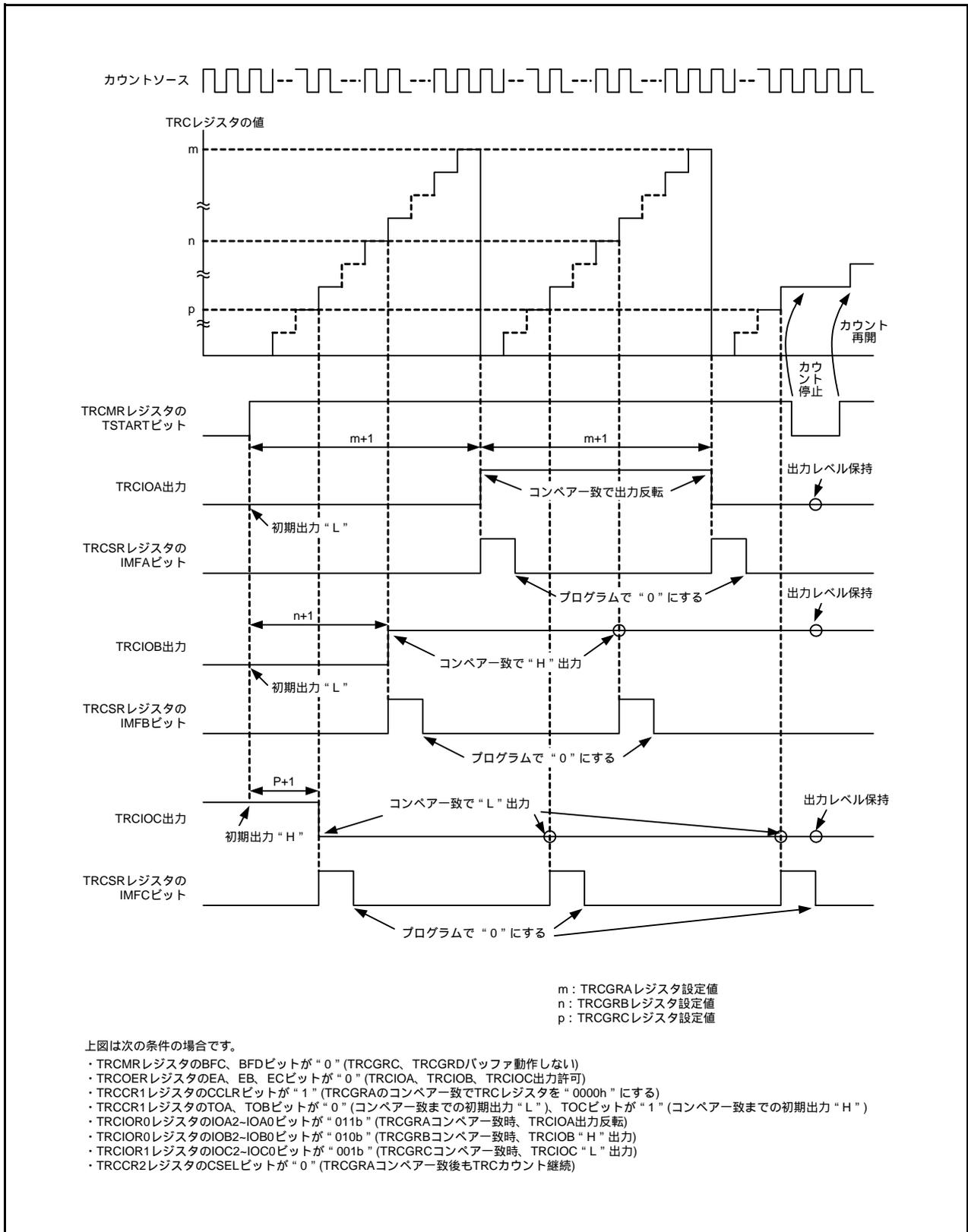


図 18.10 アウトプットコンペアー機能の動作例

18.5.6 TRCGRC、TRCGRDレジスタの出力端子変更

TRCGRCレジスタをTRCIOA端子の、TRCGRDレジスタをTRCIOB端子の出力制御に使用できます。したがって、各端子の出力は次のように制御できます。

- TRCIOA出力は、TRCGRAレジスタの値とTRCGRCレジスタの値の2点で制御
- TRCIOB出力は、TRCGRBレジスタの値とTRCGRDレジスタの値の2点で制御

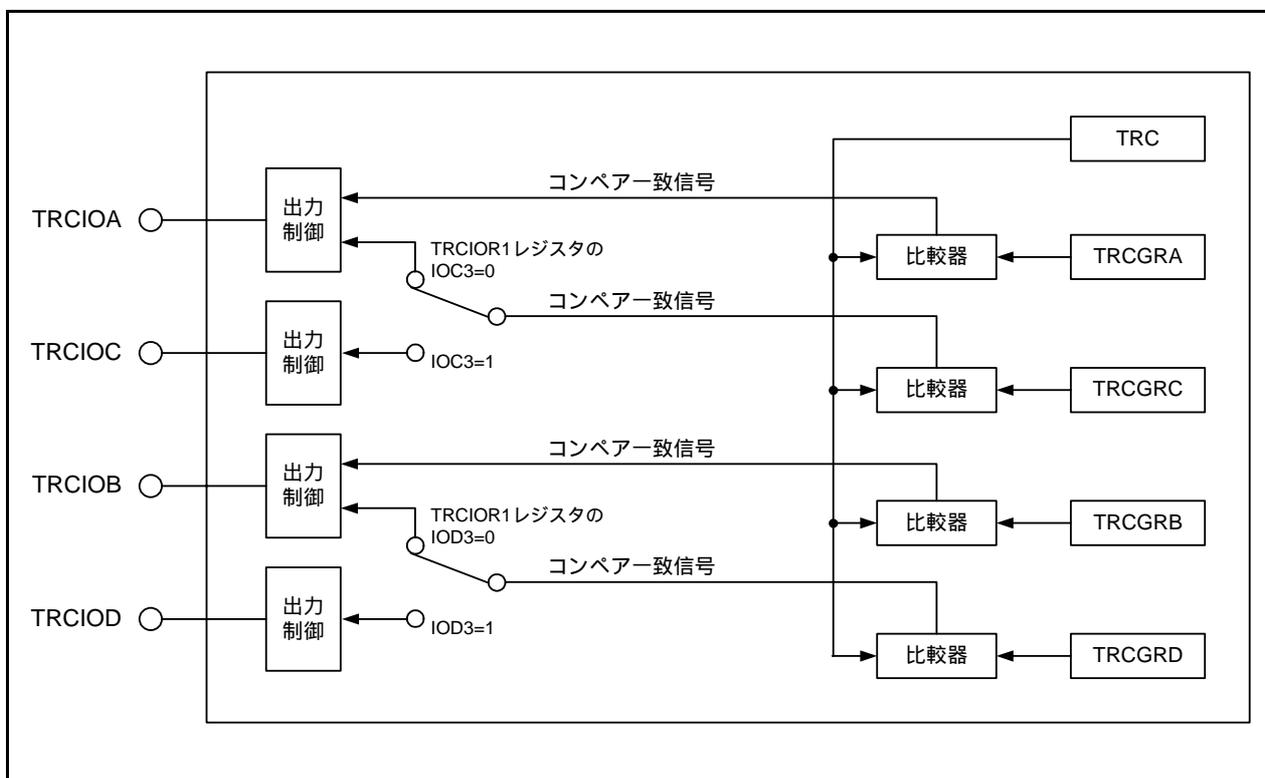


図18.11 TRCGRC、TRCGRDの出力端子変更

TRCGRC、TRCGRDレジスタの出力端子を変更する場合は、次のようにしてください。

- TRCIOR1レジスタのIOC3ビットを“0”(TRCIOA出力レジスタ)、IOD3ビットを“0”(TRCIOB出力レジスタ)にする。
- TRCMRレジスタのBFC、BFDビットを“0”(ジェネラルレジスタ)にする。
- TRCGRAレジスタとTRCGRCレジスタは違う値を設定。また、TRCGRBレジスタとTRCGRDレジスタは違う値を設定。

図18.12にTRCGRCをTRCIOA端子の、TRCGRDをTRCIOB端子の出力制御に使用した場合の動作例を示します。

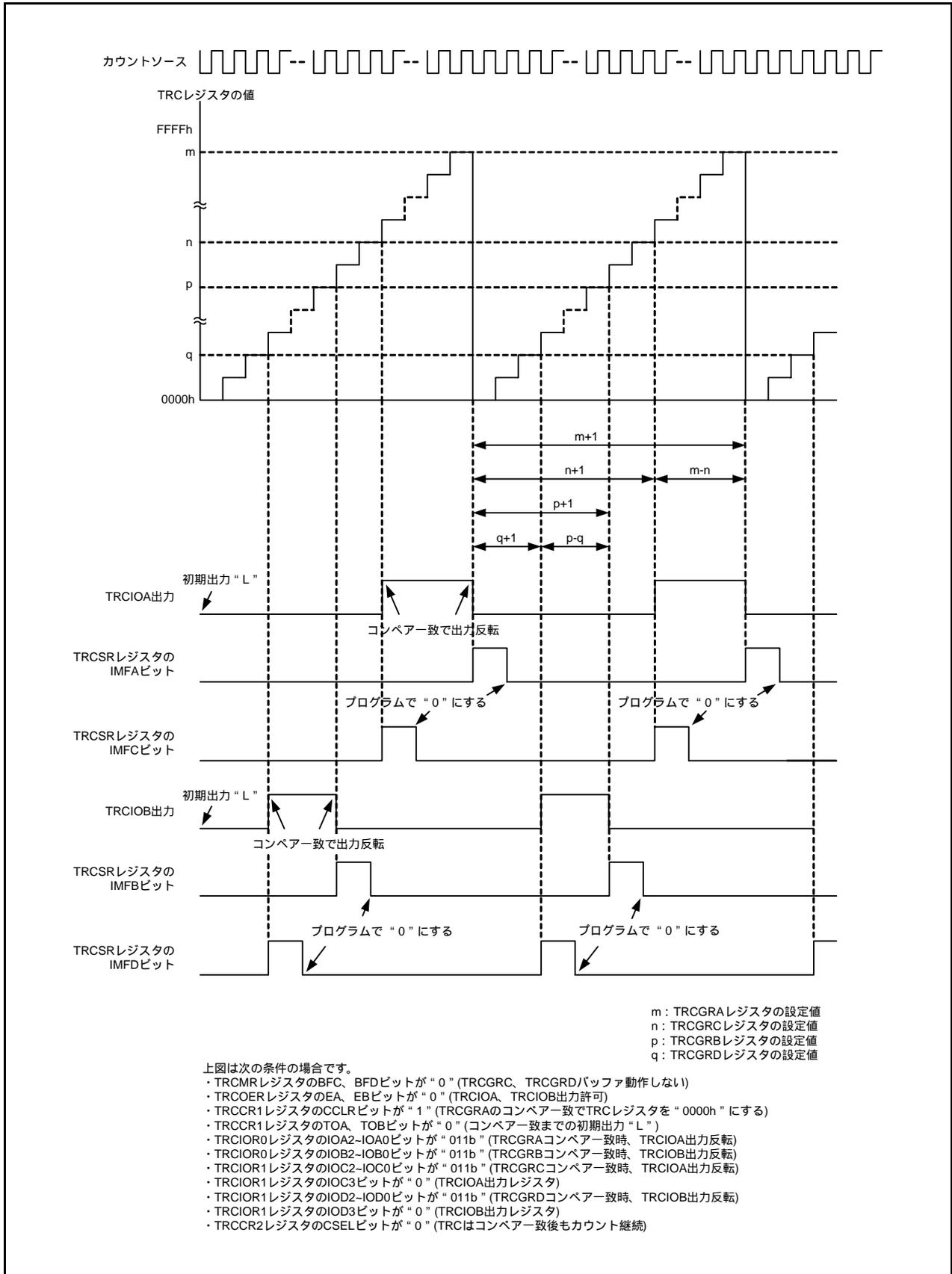


図18.12 TRCGRCをTRCIOA端子の、TRCGRDをTRCIOB端子の出力制御に使用した場合の動作例

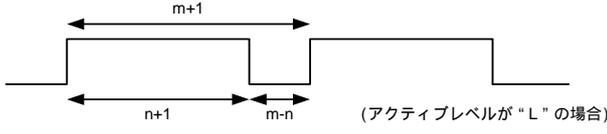
18.6 PWMモード

PWM波形を出力するモードです。同周期のPWM波形を最大3本出力できます。

端子1本ごとにPWMモードにするか、タイマモードにするかを選択できます。(ただし、いずれの端子をPWMモードに使用する場合もTRCGRAレジスタを使用しますので、TRCGRAレジスタはタイマモードに使用できません。)

表 18.11にPWMモードの仕様を、図 18.13にPWMモードのブロック図を、表 18.12にPWMモード時のTRCGRjレジスタの機能を、図 18.14 ~ 図 18.15にPWMモードの動作例を示します。

表 18.11 PWMモードの仕様

項目	仕様
カウントソース	f1、f2、f4、f8、f32、fOCO20M、fOCO-F TRCCLK端子に入力された外部信号(立ち上がりエッジ)
カウント動作	アップカウント
PWM波形	PWM周期: $1/f_k \times (m+1)$ アクティブレベル幅: $1/f_k \times (m-n)$ アクティブでないレベルの幅: $1/f_k \times (n+1)$ f _k : カウントソースの周波数 m: TRCGRAレジスタ設定値 n: TRCGRhレジスタ設定値  (アクティブレベルが“L”の場合)
カウント開始条件	TRCMRレジスタのTSTARTビットへの“1”(カウント開始)書き込み
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> TRCCR2レジスタのCSELビットが“0”(TRCGRAレジスタとのコンペア一致後もカウント継続)の場合 TRCMRレジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み PWM出力端子はカウント停止前の出力レベルを保持、TRCレジスタは停止前の値を保持 TRCCR2レジスタのCSELビットが“1”(TRCGRAレジスタとのコンペア一致でカウント停止)の場合 TRCGRAレジスタとのコンペア一致でカウント停止、PWM出力端子はコンペア一致による出力変化後のレベルを保持
割り込み要求発生タイミング	<ul style="list-style-type: none"> コンペア一致(TRCレジスタとTRCGRjレジスタの内容が一致) TRCレジスタオーバフロー
TRCIOA端子機能	プログラマブル入出力ポート
TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD端子機能	プログラマブル入出力ポート、またはPWM出力(1端子ごとに選択)
INT0端子機能	プログラマブル入出力ポート、パルス出力強制遮断信号入力、またはINT0割り込み入力
タイマの読み出し	TRC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	TRCレジスタに書き込める
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> PWM出力端子を1~3本選択 TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD端子のいずれか1本または複数本。 アクティブレベルを1端子ごとに選択 初期出力レベルを1端子ごとに選択 バッファ動作(「18.3.2 バッファ動作」参照) パルス出力強制遮断信号入力(「18.3.4 パルス出力強制遮断」参照) A/Dトリガ発生

h = B、C、Dのいずれか

j = A、B、C、Dのいずれか

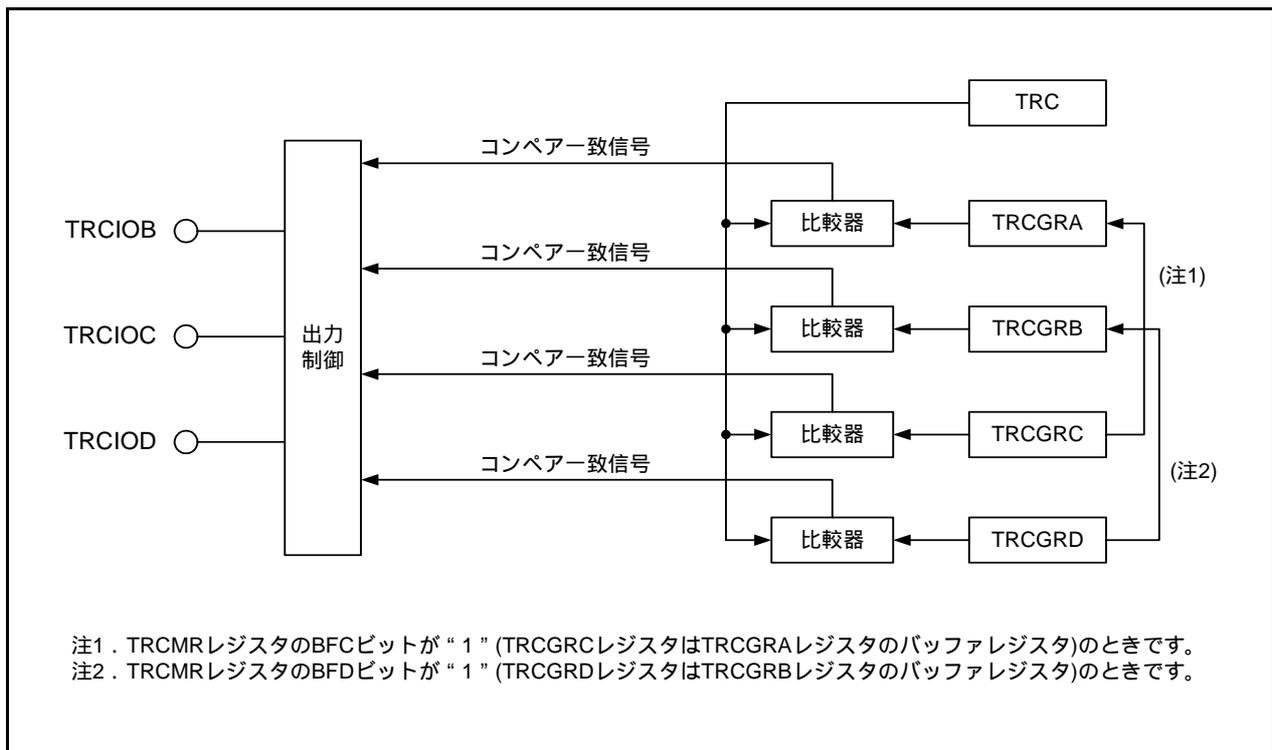


図 18.13 PWMモードのブロック図

18.6.1 タイマRC制御レジスタ1(TRCCR1)[PWMモード時]

アドレス 0121h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CCLR	TCK2	TCK1	TCK0	TOD	TOC	TOB	TOA
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TOA	TRCIOA出力レベル選択ビット(注1)	PWMモードでは無効	R/W
b1	TOB	TRCIOB出力レベル選択ビット(注1、2)	0：初期出力はアクティブでないレベル 1：初期出力はアクティブレベル	R/W
b2	TOC	TRCIOC出力レベル選択ビット(注1、2)		R/W
b3	TOD	TRCIOD出力レベル選択ビット(注1、2)		R/W
b4	TCK0	カウントソース選択ビット(注1)	b6 b5 b4 0 0 0：f1 0 0 1：f2 0 1 0：f4 0 1 1：f8 1 0 0：f32 1 0 1：TRCCLK入力の立ち上がりエッジ 1 1 0：fOCO20M 1 1 1：fOCO-F(注3)	R/W
b5	TCK1			R/W
b6	TCK2			R/W
b7	CCLR	TRCカウンタクリア選択ビット	0：クリア禁止(フリーランニング動作) 1：TRCGRAのコンペアー一致でクリア	R/W

注1. TRCMRレジスタのTSTARTビットが“0”(カウント停止)のとき、書いてください。

注2. 端子の機能が波形出力の場合(「7.6 ポートの設定」参照)、TRCCR1レジスタを設定したとき、初期出力レベルが出力されます。

注3. fOCO-Fを選択するときは、CPUクロックより速いクロック周波数にfOCO-Fを設定してください。

18.6.2 タイマRC制御レジスタ2(TRCCR2)[PWMモード時]

アドレス 0130h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TCEG1	TCEG0	CSEL	—	—	POLD	POLC	POLB
リセット後の値	0	0	0	1	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	POLB	PWMモードアウトプットレベル制御ビットB (注1)	0: TRCIOBの出力レベルは“L”アクティブ 1: TRCIOBの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
b1	POLC	PWMモードアウトプットレベル制御ビットC (注1)	0: TRCIOCの出力レベルは“L”アクティブ 1: TRCIOCの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
b2	POLD	PWMモードアウトプットレベル制御ビットD (注1)	0: TRCIODの出力レベルは“L”アクティブ 1: TRCIODの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
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、その値は“1”。		—
b4	—			—
b5	CSEL	TRCカウンタ動作選択ビット (注2)	0: TRCGRAレジスタとのコンペア一致後もカウント継続 1: TRCGRAレジスタとのコンペア一致でカウント停止	R/W
b6	TCEG0	TRCTRГ入力エッジ選択ビット (注3)	b7 b6 00: TRCTRГからのトリガ入力を禁止 01: 立ち上がりエッジを選択 10: 立ち下がりエッジを選択 11: 立ち上がり/立ち下がり両エッジを選択	R/W
b7	TCEG1			R/W

注1. PWMモードのとき有効です。

注2. アウトプットコンペア機能、PWMモード、PWM2モードのとき有効です。PWM2モード時の注意事項は「18.9.6 PWM2モード時のTRCMRレジスタ」を参照してください。

注3. PWM2モードのとき有効です。

表 18.12 PWMモード時のTRCGRjレジスタの機能

レジスタ	設定	レジスタの機能	PWM出力端子
TRCGRA	—	ジェネラルレジスタ。PWM周期を設定してください。	—
TRCGRB	—	ジェネラルレジスタ。PWM出力の変化点を設定してください。	TRCIOB
TRCGRC	BFC = 0	ジェネラルレジスタ。PWM出力の変化点を設定してください。	TRCIOC
TRCGRD	BFD = 0		TRCIOD
TRCGRC	BFC = 1	バッファレジスタ。次回のPWM周期を設定してください(「18.3.2 バッファ動作」参照)。	—
TRCGRD	BFD = 1	バッファレジスタ。次回のPWM出力の変化点を設定してください(「18.3.2 バッファ動作」参照)。	TRCIOB

j = A、B、C、Dのいずれか

BFC、BFD: TRCMRレジスタのビット

注1. TRCGRAレジスタの値(PWM周期)とTRCGRB、TRCGRC、TRCGRDレジスタの値が同じ場合、コンペア一致しても端子の出力レベルは変化しません。

18.6.3 動作例

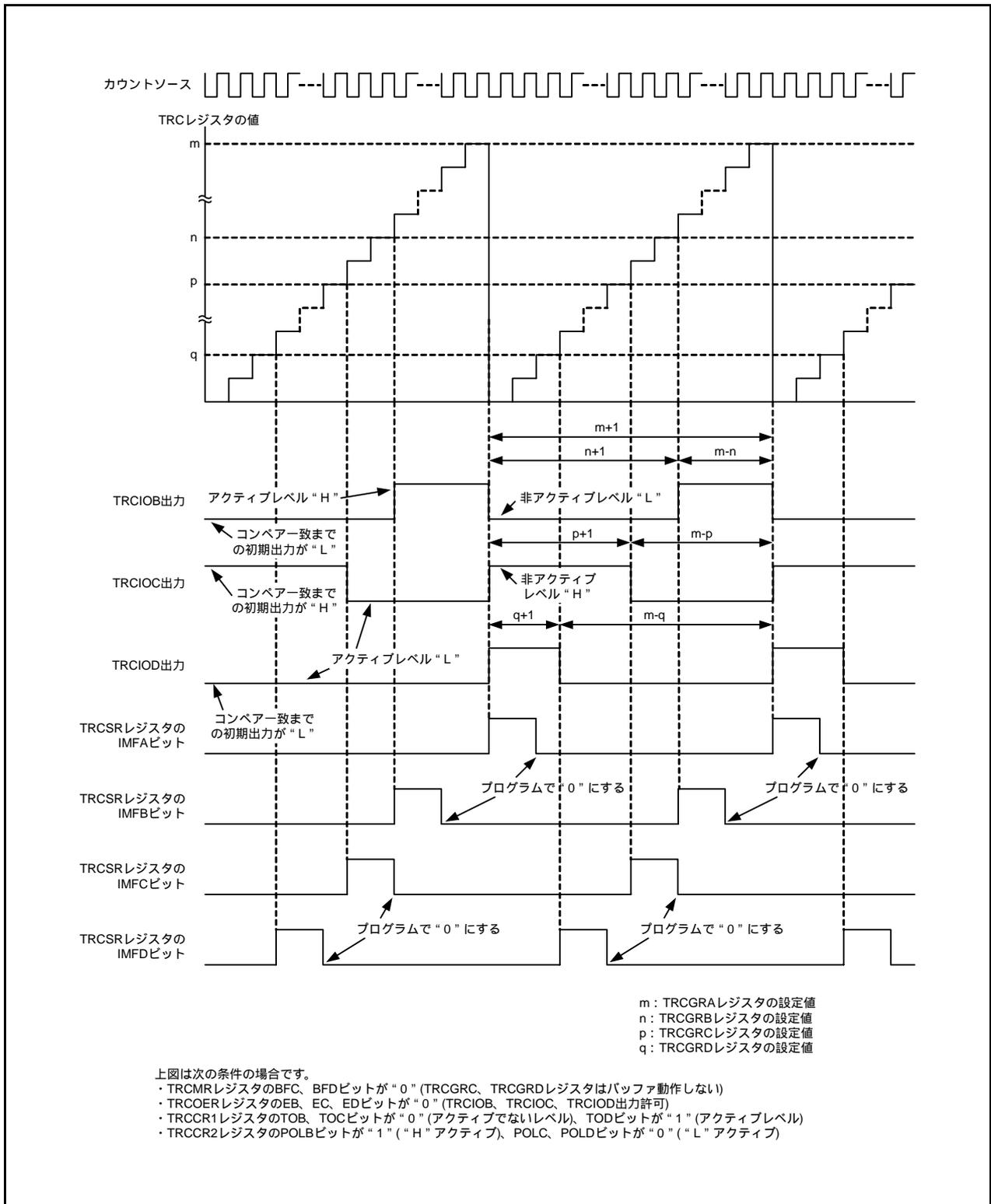


図18.14 PWMモードの動作例

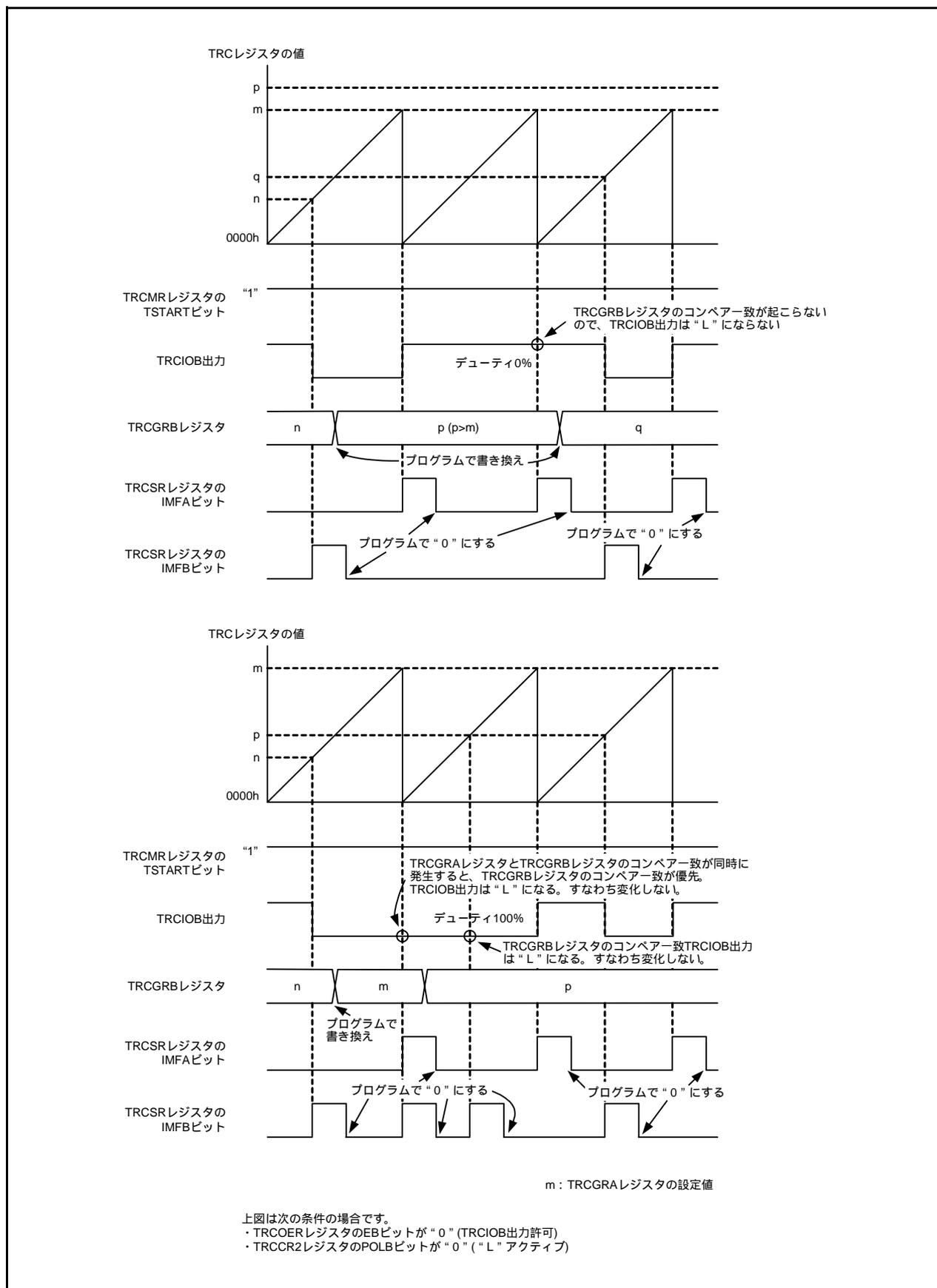


図18.15 PWMモードの動作例(デューティ0%、デューティ100%)

18.7 PWM2モード

PWM波形を1本出力します。トリガから任意のウェイト時間をおいて、端子の出力がアクティブレベルになり、任意の時間後、非アクティブレベルに戻ります。また、非アクティブレベルに戻ると同時にカウンタを停止できるので、プログラマブルウェイトワンショット波形も出力できます。

PWM2モードでは、タイマRCの複数のジェネラルレジスタを組み合わせて使用しますので、他のモードと組み合わせて使用できません。

図18.16にPWM2モードのブロック図を、表18.13にPWM2モードの仕様を、表18.14にPWM2モード時のTRCGRjレジスタの機能を、図18.17～図18.19にPWM2モードの動作例を示します。

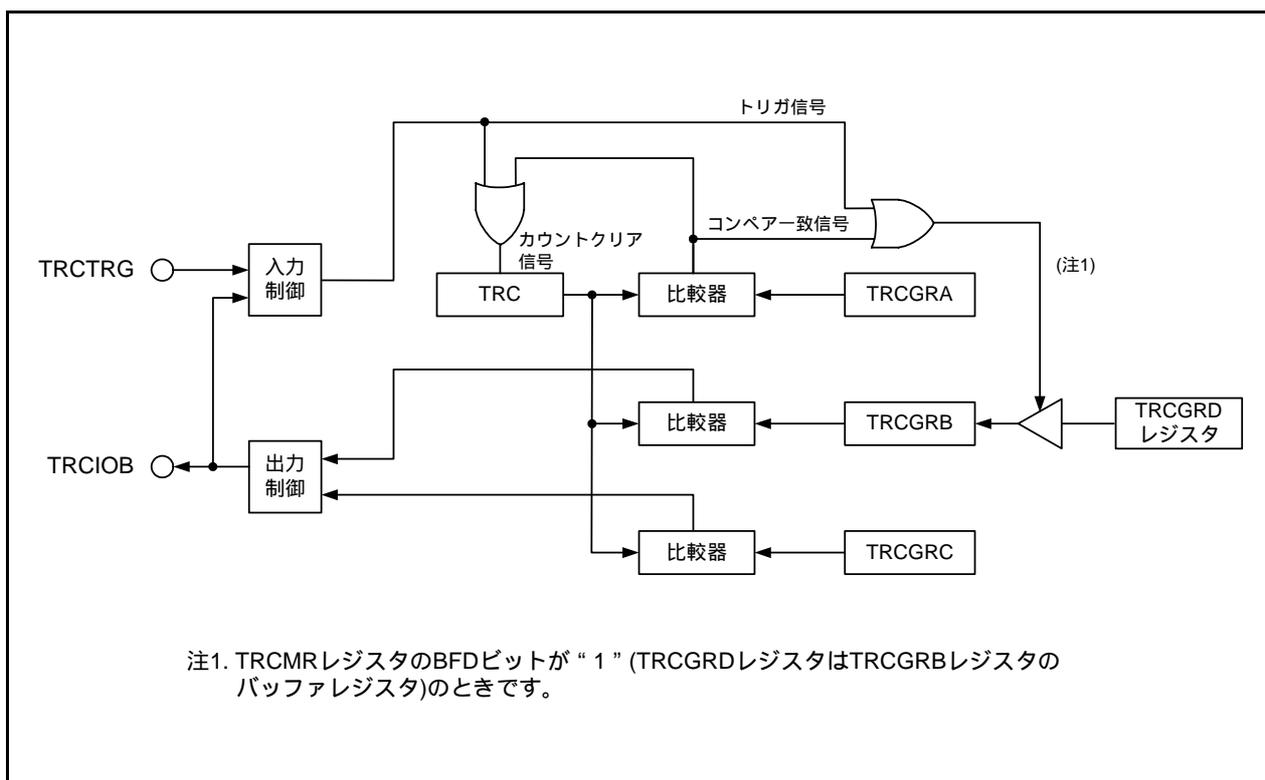
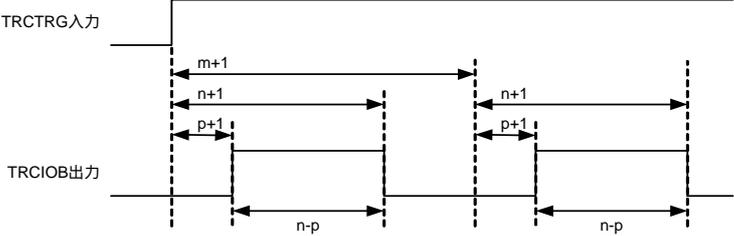


図18.16 PWM2モードのブロック図

表 18.13 PWM2モードの仕様

項目	仕様
カウントソース	f1、f2、f4、f8、f32、fOCO20M、fOCO-F TRCLK端子に入力された外部信号(立ち上がりエッジ)
カウント動作	TRCレジスタはアップカウント
PWM波形	<p>PWM周期: $1/fk \times (m+1)$ (TRCTRГ入力がない場合) アクティブレベル幅: $1/fk \times (n-p)$ カウント開始またはトリガからのウェイト時間: $1/fk \times (p+1)$ fk: カウントソースの周波数 m: TRCGRAレジスタ設定値 n: TRCGRBレジスタ設定値 p: TRCGRCレジスタ設定値</p>  <p>(TRCTRГ: 立ち上がりエッジ、アクティブレベルが“H”の場合)</p>
カウント開始条件	<ul style="list-style-type: none"> TRCCR2レジスタのTCEG1 ~ TCEG0ビットが“00b”(TRCTRГトリガ入力禁止)またはTRCCR2レジスタのCSELビットが“0”(カウント継続)の場合 TRCMRレジスタのTSTARTビットへの“1”(カウント開始)書き込み TRCCR2レジスタのTCEG1 ~ TCEG0ビットが“01b”、“10b”、“11b”(TRCTRГトリガ入力許可)かつTRCMRレジスタのTSTARTビットが“1”(カウント開始)の場合 TRCTRГ端子にトリガ入力
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> TRCMRレジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み(TRCCR2レジスタのCSELビットが“0”の場合も、“1”の場合も含む) TRCIOB端子はTRCCR1レジスタのTOBビットの内容に従い、初期レベルを出力。TRCレジスタは停止前の値を保持。 TRCCR2レジスタのCSELビットが“1”の場合、TRCGRAコンペア一致でカウント停止 TRCIOB端子は初期レベルを出力。TRCCR1レジスタのCCLRビットが“0”のとき、TRCレジスタは停止前の値を保持。TRCCR1レジスタのCCLRビットが“1”のとき、TRCレジスタは“0000h”。
割り込み発生タイミング	<ul style="list-style-type: none"> コンペア一致(TRCレジスタとTRCGRjレジスタの内容が一致) TRCレジスタオーバフロー
TRCIOA/TRCTRГ端子機能	プログラマブル入出力ポート、またはTRCTRГ入力
TRCIOB端子機能	PWM出力
TRCIOC、TRCIOD端子機能	プログラマブル入出力ポート
INT0端子機能	プログラマブル入出力ポート、パルス出力強制遮断信号入力、またはINT0割り込み入力
タイマの読み出し	TRC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	TRCレジスタに書き込める
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> 外部トリガと有効エッジ選択 TRCTRГ端子入力のエッジをPWM出力のトリガにできる。 立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、または立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの両方。 バッファ動作(「18.3.2 バッファ動作」参照) パルス出力強制遮断信号入力(「18.3.4 パルス出力強制遮断」参照) デジタルフィルタ(「18.3.3 デジタルフィルタ」参照) A/Dトリガ発生

j = A、B、C、Dのいずれか

18.7.1 タイマRC制御レジスタ1(TRCCR1)[PWM2モード時]

アドレス 0121h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CCLR	TCK2	TCK1	TCK0	TOD	TOC	TOB	TOA
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TOA	TRCIOA出力レベル選択ビット(注1)	PWM2モードでは無効	R/W
b1	TOB	TRCIOB出力レベル選択ビット(注1、2)	0: アクティブレベル“H” (初期出力“L” TRCGRCのコンペア一致で“H”出力 TRCGRBのコンペア一致で“L”出力) 1: アクティブレベル“L” (初期出力“H” TRCGRCのコンペア一致で“L”出力 TRCGRBのコンペア一致で“H”出力)	R/W
b2	TOC	TRCIOC出力レベル選択ビット(注1)	PWM2モードでは無効	R/W
b3	TOD	TRCIOD出力レベル選択ビット(注1)		R/W
b4	TCK0	カウントソース選択ビット(注1)	b6 b5 b4 0 0 0 : f1 0 0 1 : f2 0 1 0 : f4 0 1 1 : f8 1 0 0 : f32 1 0 1 : TRCLK入力の立ち上がりエッジ 1 1 0 : fOCO20M 1 1 1 : fOCO-F(注3)	R/W
b5	TCK1			R/W
b6	TCK2			R/W
b7	CCLR	TRCカウンタクリア選択ビット	0: クリア禁止(フリーランニング動作) 1: TRCGRAのコンペア一致でクリア	R/W

注1. TRCMRレジスタのTSTARTビットが“0”(カウント停止)のとき、書いてください。

注2. 端子の機能が波形出力の場合(「7.6 ポートの設定」参照)、TRCCR1レジスタを設定したとき、初期出力レベルが出力されます。

注3. fOCO-Fを選択するときは、CPUクロックより速いクロック周波数にfOCO-Fを設定してください。

18.7.2 タイマRC制御レジスタ2(TRCCR2)[PWM2モード時]

アドレス 0130h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TCEG1	TCEG0	CSEL	—	—	POLD	POLC	POLB
リセット後の値	0	0	0	1	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	POLB	PWMモードアウトプットレベル制御ビットB (注1)	0 : TRCIOBの出力レベルは“L”アクティブ 1 : TRCIOBの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
b1	POLC	PWMモードアウトプットレベル制御ビットC (注1)	0 : TRCIOCの出力レベルは“L”アクティブ 1 : TRCIOCの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
b2	POLD	PWMモードアウトプットレベル制御ビットD (注1)	0 : TRCIODの出力レベルは“L”アクティブ 1 : TRCIODの出力レベルは“H”アクティブ	R/W
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、その値は“1”。		—
b4	—			
b5	CSEL	TRCカウンタ動作選択ビット (注2)	0 : TRCGRA レジスタとのコンペア一致後もカウンタ継続 1 : TRCGRA レジスタとのコンペア一致でカウンタ停止	R/W
b6	TCEG0	TRCTRG入力エッジ選択ビット (注3)	b7 b6 00 : TRCTRGからのトリガ入力を禁止 01 : 立ち上がりエッジを選択 10 : 立ち下がりエッジを選択 11 : 立ち上がり/立ち下がり両エッジを選択	R/W
b7	TCEG1			R/W

注1. PWMモードのとき有効です。

注2. アウトプットコンペア機能、PWMモード、PWM2モードのとき有効です。PWM2モード時の注意事項は「18.9.6 PWM2モード時のTRCMRレジスタ」を参照してください。

注3. PWM2モードのとき有効です。

18.7.3 タイマRC デジタルフィルタ機能選択レジスタ (TRCDF)[PWM2モード時]

アドレス 0131h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	DFCK1	DFCK0	—	DFTRG	DFD	DFC	DFB	DFA
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	DFA	TRCIOA 端子デジタルフィルタ機能 選択ビット(注1)	0: 機能なし 1: 機能あり	R/W
b1	DFB	TRCIOB 端子デジタルフィルタ機能 選択ビット(注1)	0: 機能なし 1: 機能あり	R/W
b2	DFC	TRCIOC 端子デジタルフィルタ機能 選択ビット(注1)	0: 機能なし 1: 機能あり	R/W
b3	DFD	TRCIOD 端子デジタルフィルタ機能 選択ビット(注1)	0: 機能なし 1: 機能あり	R/W
b4	DFTRG	TRCTRG 端子デジタルフィルタ機能 選択ビット(注2)	0: 機能なし 1: 機能あり	R/W
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“0”。		—
b6	DFCK0	デジタルフィルタ機能用クロック選 択ビット(注1、2)	b7 b6 00: f32 01: f8 10: f1 11: カウントソース(TRCCR1レジスタのTCK2 ~ TCK0ビットで選択したクロック)	R/W
b7	DFCK1			R/W

注1. インพุットキャプチャ機能のとき有効です。

注2. PWM2モードで、TRCCR2レジスタのTCEG1 ~ TCEG0ビットが“01b”、“10b”、“11b”(TRCTRGトリガ入力許可)のとき有効です。

表 18.14 PWM2モード時のTRCGRjレジスタの機能

レジスタ	設定	レジスタの機能	PWM2出力端子
TRCGRA	—	ジェネラルレジスタ。PWM周期を設定してください。	TRCIOB 端子
TRCGRB (注1)	—	ジェネラルレジスタ。PWM出力の変化点を設定してください。	
TRCGRC (注1)	BFC = 0	ジェネラルレジスタ。PWM出力の変化点(トリガからのウェイト時間)を設定してください。	
TRCGRD	BFD = 0	(PWM2モードでは使用しません)	—
TRCGRD	BFD = 1	バッファレジスタ。次回のPWM出力の変化点を設定してください。 (「18.3.2 バッファ動作」参照)	TRCIOB 端子

j = A、B、C、Dのいずれか

BFC、BFD: TRCMRレジスタのビット

注1. TRCGRBレジスタとTRCGRCレジスタに同じ値を設定しないでください。

18.7.4 動作例

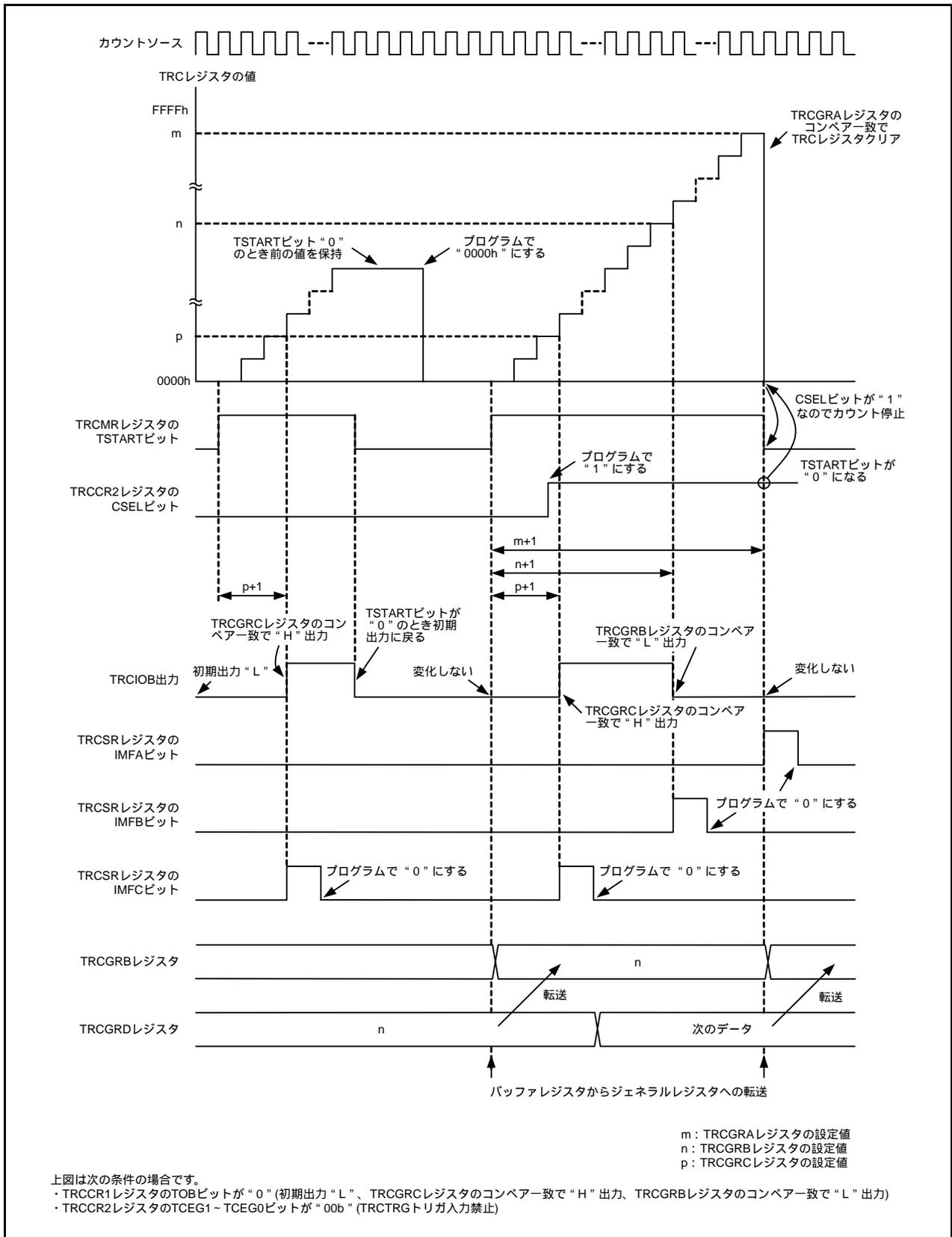


図 18.17 PWM2モードの動作例 (TRCTRGTリガ入力禁止の場合)

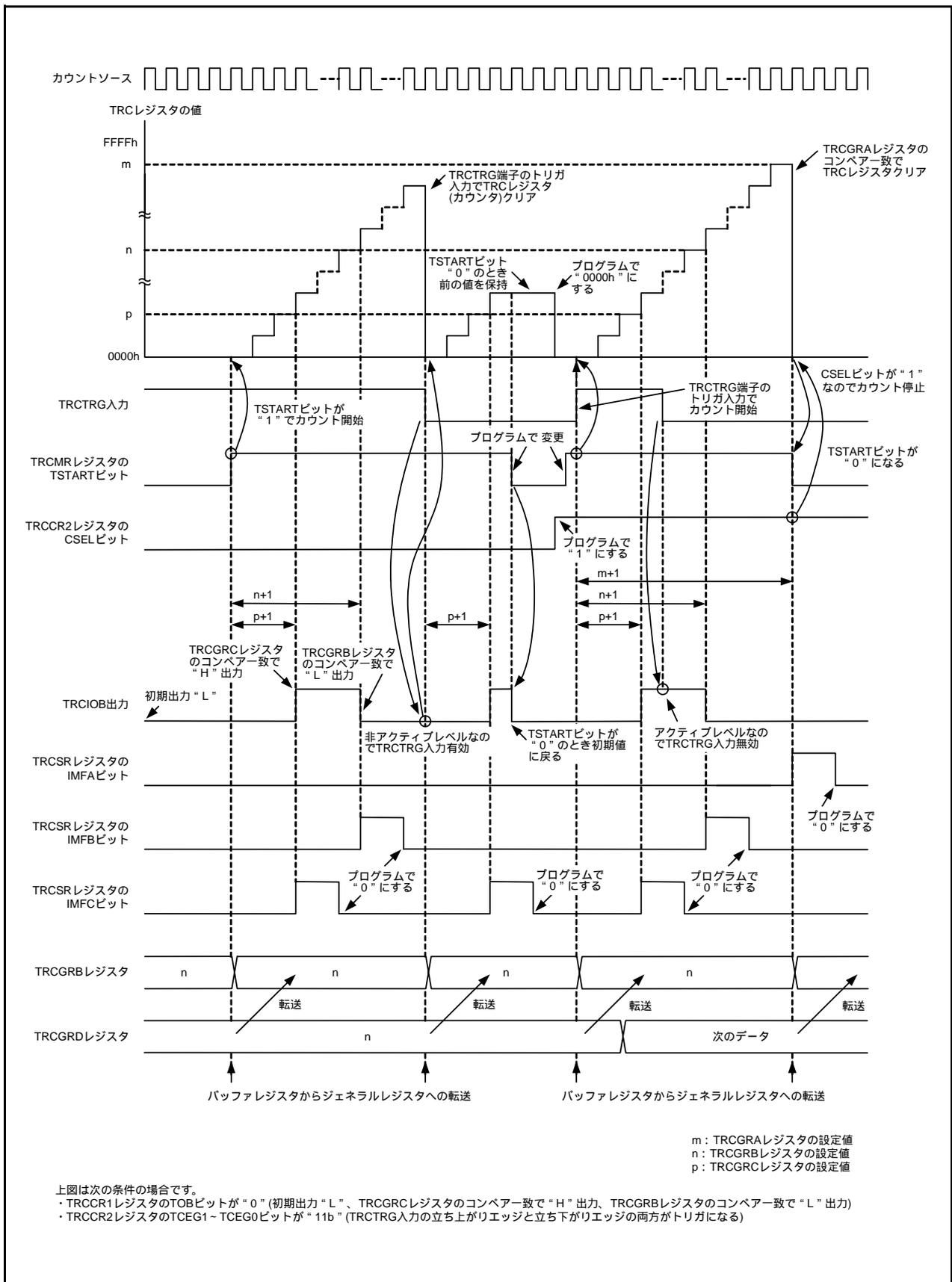


図 18.18 PWM2モードの動作例 (TRCTRGIトリガ入力許可の場合)

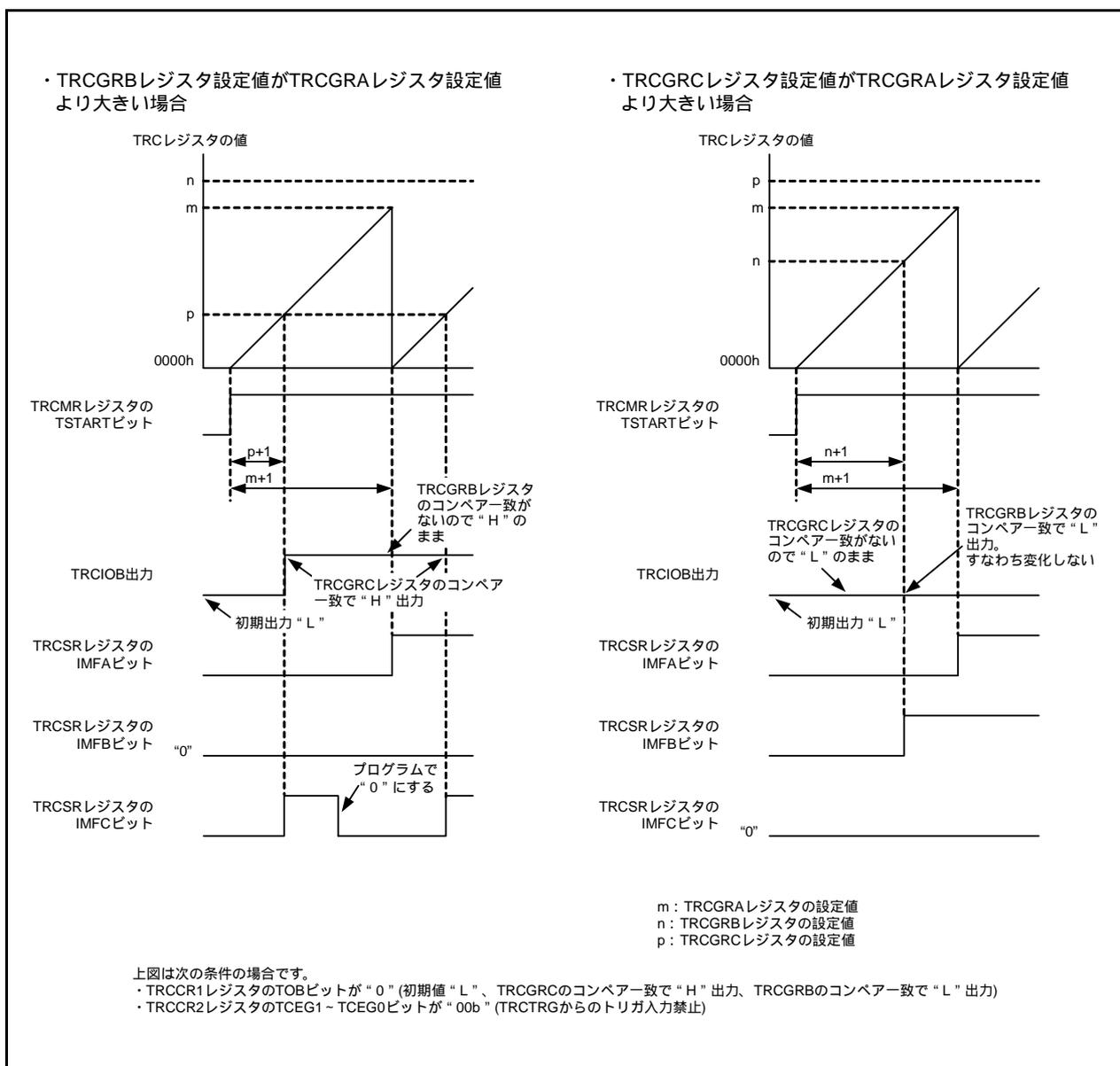


図 18.19 PWM2モードの動作例(デューティ 0%、デューティ 100%)

18.8 タイマRC割り込み

タイマRCは、5つの要因からタイマRC割り込み要求を発生します。タイマRC割り込みは1つのTRCICレジスタ(IRビット、ILVL0～ILVL2ビット)と1つのベクタを持ちます。

表 18.15 にタイマRC割り込み関連レジスタを、図 18.20 にタイマRC割り込みのブロック図を示します。

表 18.15 タイマRC割り込み関連レジスタ

タイマRC ステータスレジスタ	タイマRC 割り込み許可レジスタ	タイマRC 割り込み制御レジスタ
TRCSR	TRCIER	TRCIC

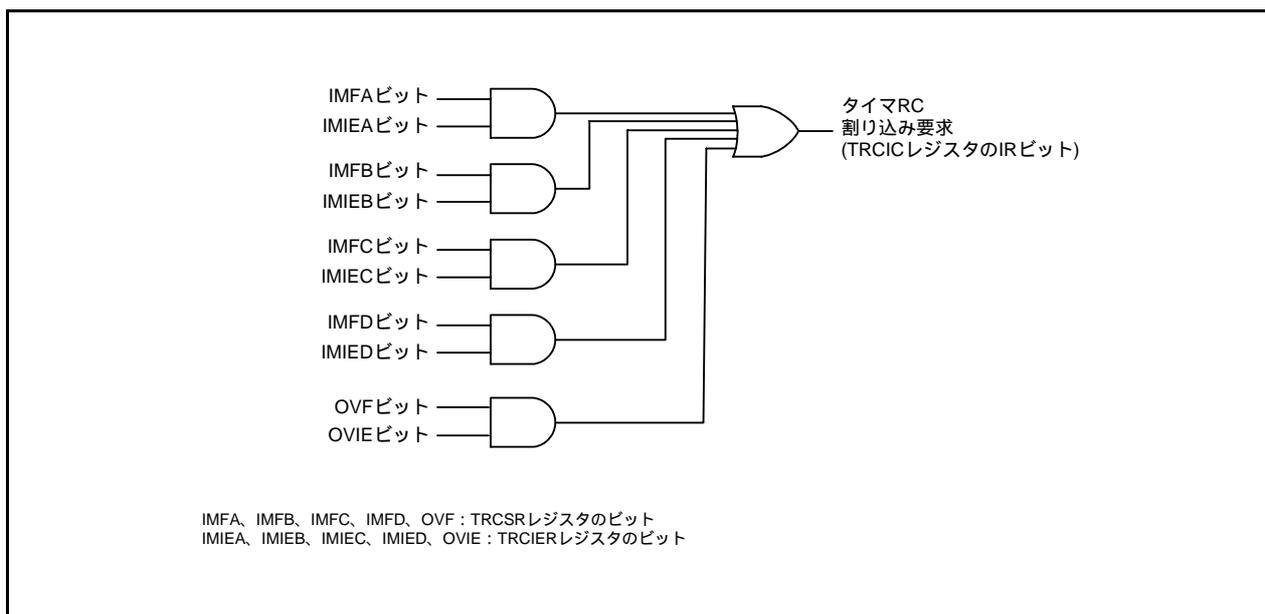


図 18.20 タイマRC割り込みのブロック図

タイマRC割り込みが、Iフラグ、IRビット、ILVL0～ILVL2ビットとIPLの関係で割り込み制御を行うことは、他のマスカブル割り込みと同様です。しかし、複数の割り込み要求要因から、1つの割り込み要因(タイマRC割り込み)を発生するため、他のマスカブル割り込みとは次のような違いがあります。

- TRCSRレジスタのビットが“1”で、それに対応するTRCIERレジスタのビットが“1”(割り込み許可)の場合、TRCICレジスタのIRビットが“1”(割り込み要求あり)になります。
- TRCSRレジスタのビットと、それに対応するTRCIERレジスタのビットのどちらか、または両方が“0”になるとIRビットが“0”(割り込み要求なし)になります。すなわち、IRビットは、いったん“1”になって、割り込みが受け付けられなかった場合も、割り込み要求を保持しません。
- IRビットが“1”になった後、別の要求要因が成立した場合、IRビットは“1”のまま変化しません。
- TRCIERレジスタの複数のビットを“1”にしている場合、どの要求要因による割り込みかは、TRCSRレジスタで判定してください。
- TRCSR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、割り込みルーチン内で“0”にしてください。“0”にする方法は「18.2.5 タイマRCステータスレジスタ(TRCSR)」を参照してください。

TRCIERレジスタは「18.2.4 タイマRC割り込み許可レジスタ(TRCIER)」を参照してください。

TRCICレジスタは「12.3 割り込み制御」、割り込みベクタは「12.1.5.2 可変ベクタテーブル」を参照してください。

18.9 タイマRC使用上の注意

18.9.1 TRCレジスタ

- TRCCR1レジスタのCCLRビットを“1”(TRCGRAレジスタとのコンペア一致でTRCレジスタをクリア)にしている場合に、次の注意事項が該当します。
TRCMRレジスタのTSTARTビットが“1”(カウント開始)の状態、プログラムでTRCレジスタに値を書き込む場合は、TRCレジスタが“0000h”になるタイミングと重ならないように書いてください。
TRCレジスタが“0000h”になるタイミングと、TRCレジスタへの書き込むタイミングが重なると、値は書き込まれず、TRCレジスタが“0000h”になります。

- TRCレジスタに書いた後、TRCレジスタを続けて読み出すと、書く前の値を読み出すことがあります。この場合は書き込みと読み出しの間で、JMP.B命令を実行してください。

```

プログラム例      MOV.W #XXXXh, TRC      ;書き込み
                   JMP.B L1      ;JMP.B命令
L1:                MOV.W TRC,DATA      ;読み出し

```

18.9.2 TRCSRレジスタ

TRCSRレジスタに書いた後、TRCSRレジスタを続けて読み出すと、書く前の値を読み出すことがあります。この場合は書き込みと読み出しの間で、JMP.B命令を実行してください。

```

プログラム例      MOV.B #XXh, TRCSR      ;書き込み
                   JMP.B L1      ;JMP.B命令
L1:                MOV.B TRCSR,DATA      ;読み出し

```

18.9.3 TRCCR1レジスタ

TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットを“111b”(fOCO-F)にするときは、CPUクロックより速いクロック周波数にfOCO-Fを設定してください。

18.9.4 カウントソース切り替え

- カウントソースを切り替える際は、カウントを停止した後、切り替えてください。
変更手順
 - (1) TRCMRレジスタのTSTARTビットを“0”(カウント停止)にする
 - (2) TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットを変更する
- カウントソースをfOCO20MからfOCO-F以外のクロックに変更し、fOCO20Mを停止させる場合は、クロック切り替え設定後、f1の2サイクル以上待つからfOCO20Mを停止させてください。
変更手順
 - (1) TRCMRレジスタのTSTARTビットを“0”(カウント停止)にする
 - (2) TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットを変更する
 - (3) f1の2サイクル以上待つ
 - (4) FRA0レジスタのFRA00ビットを“0”(高速オンチップオシレータ停止)にする
- カウントソースをfOCO-FからfOCO20M以外のクロックに変更し、fOCO-Fを停止させる場合は、クロック切り替え設定後、fOCO-Fの1サイクル+fOCO20Mの1サイクル以上待つからfOCO-Fを停止させてください。
変更手順
 - (1) TRCMRレジスタのTSTARTビットを“0”(カウント停止)にする
 - (2) TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットを変更する
 - (3) fOCO-Fの1サイクル+fOCO20Mの1サイクル以上待つ
 - (4) FRA0レジスタのFRA00ビットを“0”(高速オンチップオシレータ停止)にする

18.9.5 インพุットキャプチャ機能

- インพุットキャプチャ信号のパルス幅については、次のように設定してください。
[デジタルフィルタなしの場合]
タイマRCの動作クロックの3サイクル分以上(「表 18.1 タイマRCの動作クロック」参照)
[デジタルフィルタありの場合]
デジタルフィルタのサンプリングクロックの5サイクル分+タイマRCの動作クロックの3サイクル分以上(「図18.5 デジタルフィルタのブロック図」参照)
- TRCIOj(j = A、B、C、Dのいずれか) 端子にインพุットキャプチャ信号が入力されてから、タイマRCの動作クロックの1～2サイクル後にTRCレジスタの値をTRCGRjレジスタに転送します(デジタルフィルタなしの場合)。
- インพุットキャプチャ機能使用時、TRCIOR0、TRCIOR1レジスタのIOj0～IOj1ビット(j=A、B、C、Dのいずれか)で選択したエッジがTRCIOj端子に入力されると、TRCMRレジスタのTSTARTビットが“0”(カウント停止)のときも、TRCSRレジスタのIMFjビットが“1”になります。

18.9.6 PWM2モード時のTRCMRレジスタ

- TRCCR2レジスタのCSELビットが“1”(TRCGRAレジスタとのコンペア一致でカウント停止)のとき、TRCレジスタとTRCGRAレジスタのコンペア一致が発生するタイミングで、TRCMRレジスタに書かないでください。

19. タイマRH

注意

本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。
R8C/LA3Aグループについては「1.1.2 グループごとの相違点」を参照してください。

19.1 概要

タイマRHは、3ビットカウンタ、4ビットカウンタ、8ビットカウンタを持つタイマです。
タイマRHは次の2つのモードを持ちます。

- リアルタイムクロックモード
fC-TRHから1sを作り、秒、分、時、曜日、日、月、年(2000年から2099年まで閏年対応)をカウントするモード
- アウトプットコンペアモード
カウントソースをカウントし、コンペア一致を検出するモード

タイマRHのカウントソースは、タイマ動作の動作クロックになります。
表 19.1にタイマRHの端子構成を示します。

表 19.1 タイマRHの端子構成

端子名	割り当てる端子	入出力	機能
TRHO	P0_7	出力	モードによって機能が異なります。 詳細は各モードを参照してください。

19.2 リアルタイムクロックモード

fC-TRHから3ビットカウンタ、4ビットカウンタ、8ビットカウンタを使って1秒を作り、それを元に秒、分、時、曜日、日、月、年をカウントするモードです。また、特定の分、時、曜日との一致を検出します。図 19.1にリアルタイムクロックモードのブロック図を、表 19.2にリアルタイムクロックモードの仕様を示します。

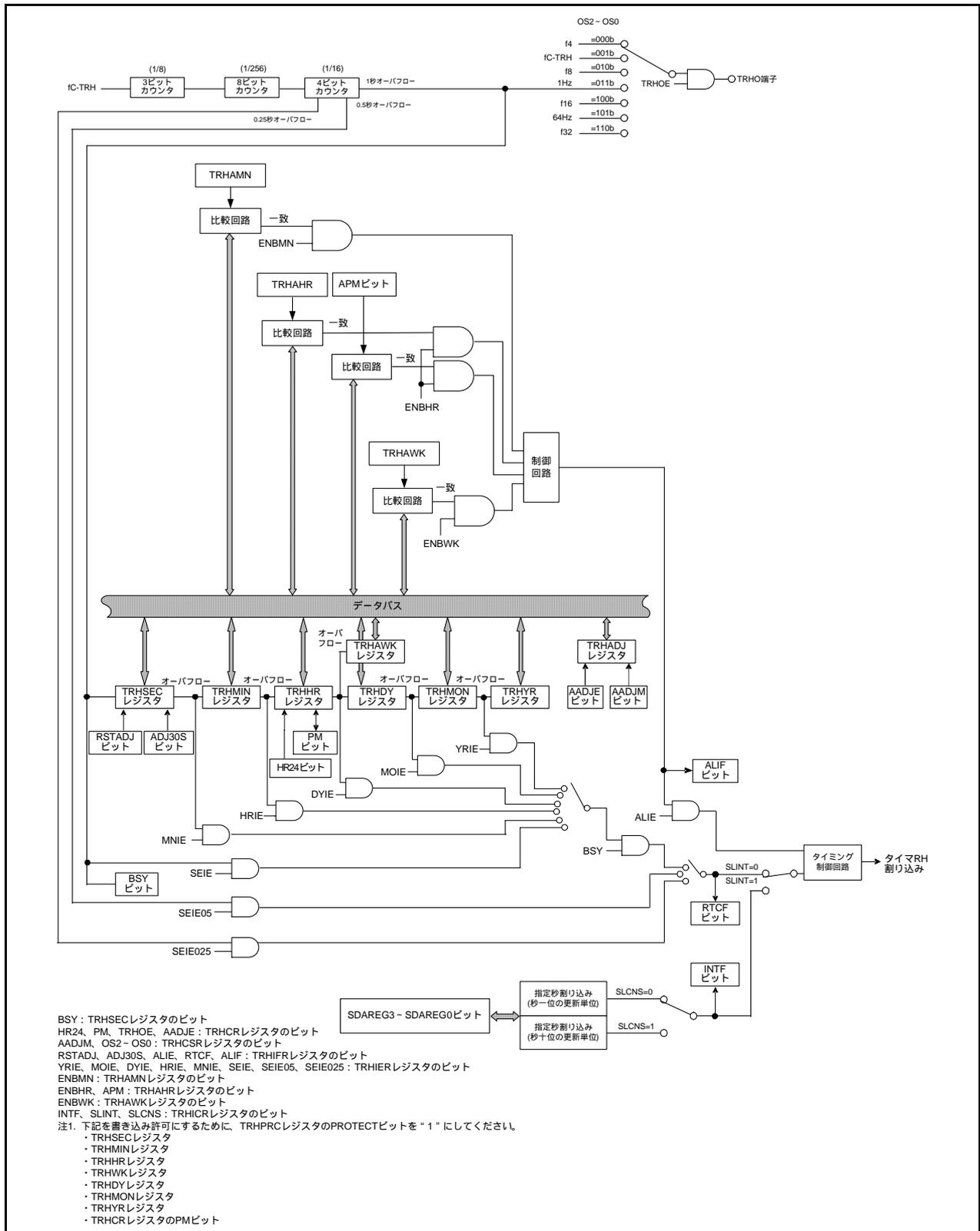


図 19.1 リアルタイムクロックモードのブロック図

表 19.2 リアルタイムクロックモードの仕様

項目	仕様
カウントソース	fC-TRH (32.768kHz)
カウント動作	アップカウント
カウント開始条件	TRHCRレジスタのRUNビットへの“1”(カウント開始)書き込み
カウント停止条件	TRHCRレジスタのRUNビットへの“0”(カウント停止)書き込み
割り込み要求発生タイミング	<p>周期割り込み 次のうち、いずれか1つを選択</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0.25秒周期 • 0.5秒周期 • 秒データの更新 • 分データの更新 • 時データの更新 • 日データの更新 • 月データの更新 • 年データの更新 <p>アラーム割り込み 時刻のデータとアラームのデータの一致 TRHICRレジスタで設定した指定秒の更新</p>
TRHO端子機能	プログラブル入出力ポート、またはf4、f8、f16、f32、1Hz、64Hz、fC-TRHのいずれかを出力
タイマの読み出し	タイマRHデータレジスタ(注1)を読むと、カウント値が読める。TRHWKレジスタ以外のタイマRHデータレジスタ(注1)の値はBCDコード。
タイマの書き込み	TRHPRCレジスタのPROTECTビットが“1”(書き込み許可)、かつTRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときタイマRHデータレジスタ(注1)とTRHCRレジスタのPMビットに書き込める。TRHWKレジスタ以外のタイマRHデータレジスタ(注1)へ書き込む値はBCDコード。
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> • 12時間モード/24時間モード切り替え機能 • アラーム機能 分、時、曜日のいずれか、またはこれらの組み合わせを検出 • 秒調整機能 • 時計誤差補正機能 自動補正機能またはソフトウェアによる補正 • クロック出力

注1. タイマRHデータレジスタ：TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、TRHMON、TRHYRレジスタ

19.2.1 モジュールスタンバイ制御レジスタ1 (MSTCR1)

アドレス 0010h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	MSTTRJ1	MSTTRJ0	MSTTRH	MSTTRB1	MSTTRB0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	MSTTRB0	タイマRB0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注1)	R/W
b1	MSTTRB1	タイマRB1スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注2)	R/W
b2	MSTTRH	タイマRHスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注3)	R/W
b3	MSTTRJ0	タイマRJ0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注4)	R/W
b4	MSTTRJ1	タイマRJ1スタンバイビット(注6)	0: アクティブ 1: スタンバイ(注5)	R/W
b5	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b6	—			
b7	—			

注1. MSTTRB0ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRB0関連レジスタ(0108h ~ 010Eh番地)へのアクセスは無効になります。

注2. MSTTRB1ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRB1関連レジスタ(0098h ~ 009Eh番地)へのアクセスは無効になります。

注3. MSTTRHビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRH関連レジスタ(0110h ~ 011Fh番地)へのアクセスは無効になります。

注4. MSTTRJ0ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRJ0関連レジスタ(0080h ~ 0086h番地)へのアクセスは無効になります。

注5. MSTTRJ1ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRJ1関連レジスタ(0088h ~ 008Eh番地)へのアクセスは無効になります。

注6. R8C/LA3Aグループは、MSTTRJ1ビットを“1”(スタンバイ)にしてください。

各スタンバイビットをスタンバイにする場合は、対応する周辺機能を停止してから変更してください。各スタンバイビットでスタンバイに設定されている周辺機能の各レジスタは読み出しと書き込みはできません。また、周辺機能へのクロックの供給も停止しています。

スタンバイからアクティブに変更する場合は、変更後に対応する周辺機能のレジスタを再設定してください。

19.2.2 タイマRH秒データレジスタ(TRHSEC)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 0110h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	BSY	SC12	SC11	SC10	SC03	SC02	SC01	SC00
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTRCRSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	設定範囲	R/W
b0	SC00	秒一位カウントビット	1秒ごとに0から9をカウント。桁上がりが発生すると、秒十位が1加算される。	0 ~ 9 (BCDコード)	R/W
b1	SC01				R/W
b2	SC02				R/W
b3	SC03				R/W
b4	SC10	秒十位カウントビット	0から5をカウントして、60秒をカウント	0 ~ 5 (BCDコード)	R/W
b5	SC11				R/W
b6	SC12				R/W
b7	BSY	タイマRHビジーフラグ	タイマRHデータレジスタ(注1)、TRHCRレジスタのPMビットの更新中“1”になります。		R

注1. タイマRHデータレジスタ：TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、TRHMON、TRHYRレジスタ

TRHPRCレジスタのPROTECT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。

SC03 ~ SC00 ビット(秒一位カウントビット)

SC12 ~ SC10 ビット(秒十位カウントビット)

BCDコードで“00”~“59”を設定してください。

TRHSECレジスタのSC12~SC10、SC03~SC00ビットは、TRHCRレジスタのRUNビット“0”(カウント停止)のときに書いてください。

また、BSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに読み出してください。

BSYビット(タイマRHビジーフラグ)

データ更新中に“1”になります。次のレジスタとビットはBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに読み出してください。

- タイマRHデータレジスタ(注1)
- TRHCRレジスタのPMビット

また、次のレジスタとビットはBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに書いてください。

- タイマRHデータレジスタ(注1)
- タイマRHアラームレジスタ(注2)
- TRHCRレジスタのPMとHR24ビット
- 補正関連レジスタとビット(注3)

注1. タイマRHデータレジスタ： TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、TRHMON、TRHYRレジスタ

注2. タイマRHアラームレジスタ： TRHAMN、TRHAHR、TRHAWKレジスタ

注3. 補正関連レジスタとビット： TRHADJレジスタ、TRHCSRレジスタのAADJMビット、TRHCRレジスタのAADJEビット

19.2.3 タイマRH分データレジスタ(TRHMIN)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 0111h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	MN7	MN12	MN11	MN10	MN03	MN02	MN01	MN00
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	設定範囲	R/W
b0	MN00	分一位カウントビット	1分ごとに0から9をカウント。桁上がりが発生すると、分十位が1加算される。	0 ~ 9 (BCDコード)	R/W
b1	MN01				R/W
b2	MN02				R/W
b3	MN03				R/W
b4	MN10	分十位カウントビット	0から5をカウントして、60分をカウント	0 ~ 5 (BCDコード)	R/W
b5	MN11				R/W
b6	MN12				R/W
b7	MN7	リアルタイムクロックモードでは“0”にしてください。			R/W

TRHPRCレジスタのPROTECT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。

MN03 ~ MN00ビット (分一位カウントビット)

MN12 ~ MN10ビット (分十位カウントビット)

BCDコードで“00” ~ “59”を設定してください。

TRHSECレジスタからの桁上がりがあると、“1”加算されます。

TRHMINレジスタのMN12 ~ MN10、MN03 ~ MN00ビットは、TRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときに書き込んでください。

また、TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに読み出してください。

19.2.4 タイマRH時データレジスタ(TRHHR)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 0112h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	HR11	HR10	HR03	HR02	HR01	HR00
リセット後の値	0	0	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	設定範囲	R/W
b0	HR00	時一位カウントビット	1時間ごとに0から9をカウント。桁上がりが発生すると、時十位が1加算される。	0 ~ 9 (BCDコード)	R/W
b1	HR01				R/W
b2	HR02				R/W
b3	HR03				R/W
b4	HR10	時十位カウントビット	TRHCRレジスタのHR24ビットが“0”(12時間モード)のとき、0から1をカウント。HR24ビットが“1”(24時間モード)のとき、0から2をカウント。	0 ~ 2 (BCDコード)	R/W
b5	HR11				R/W
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”。			—
b7	—				—

TRHPRCレジスタのPROTECT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。

HR03 ~ HR00 (時一位カウントビット)

HR11 ~ HR10 (時十位カウントビット)

TRHCRレジスタのHR24ビットが“0”(12時間モード)の場合はBCDコードで“00”~“11”を設定してください。HR24ビットが“1”(24時間モード)の場合はBCDコードで“00”~“23”を設定してください。

TRHMINレジスタからの桁上がりがあると、“1”加算されます。

TRHHRレジスタのHR11 ~ HR10、HR03 ~ HR00ビットは、TRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときに書き込んでください。

また、TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに読み出してください。

19.2.5 タイマRH曜日データレジスタ(TRHWK)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 0113h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	WK2	WK1	WK0
リセット後の値	0	0	0	0	0	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	WK0	曜日カウントビット	b2 b1 b0	R/W
b1	WK1		000: 日曜日	R/W
b2	WK2		001: 月曜日	R/W
			010: 火曜日	
011: 水曜日				
100: 木曜日				
101: 金曜日				
		110: 土曜日		
		111: 設定しないでください		
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、その値は“0”。		—
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

TRHPRCレジスタのPROTECT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。

WK2 ~ WK0ビット (曜日カウントビット)

“000b”(日曜日) ~ “110b”(土曜日)を繰り返しカウントしますので、1週間がカウントできます。
“111b”にはなりません。“111b”を設定しないでください。

TRHHRレジスタからの桁上がりがあると、“1”加算されます。

TRHWKレジスタのWK2 ~ WK0ビットは、TRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときに書き込んでください。

また、TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに読み出してください。

19.2.6 タイマRH日データレジスタ(TRHDY)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 0114h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	DY11	DY10	DY03	DY02	DY01	DY00
リセット後の値	0	0	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	1

ビット	シンボル	ビット名	機能	設定範囲	R/W
b0	DY00	日一位カウントビット	1日ごとに0から9をカウント。桁上がりが発生すると、日十位が1加算される。	0 ~ 9 (BCDコード)	R/W
b1	DY01				R/W
b2	DY02				R/W
b3	DY03				R/W
b4	DY10	日十位カウントビット	0から3をカウント。	0 ~ 3 (BCDコード)	R/W
b5	DY11				R/W
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”。			—
b7	—				—

TRHPRCレジスタのPROTECT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。

DY03 ~ DY00 ビット(日一位カウントビット)

DY11 ~ DY10 ビット(日十位カウントビット)

BCDコードで“01”~“31”を設定してください。

TRHHRレジスタからの桁上がりがあると、“1”加算されます。2000年から2099年まで、閏年の2月を含む各月の日数(28~31)をカウントします。

TRHDYレジスタのDY11~DY10、DY03~DY00ビットは、TRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときに書き込んでください。

また、TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに読み出してください。

19.2.7 タイマRH月データレジスタ(TRHMON)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 0115h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	MO10	MO03	MO02	MO01	MO00
リセット後の値	0	0	0	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	1

ビット	シンボル	ビット名	機能	設定範囲	R/W
b0	MO00	月一位カウントビット	1月ごとに0から9をカウント。桁上がりが発生すると、月十位が1加算される。	0 ~ 9 (BCDコード)	R/W
b1	MO01				R/W
b2	MO02				R/W
b3	MO03				R/W
b4	MO10	月十位カウントビット	0から1をカウント。	0 ~ 1 (BCDコード)	R/W
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“0”。			—
b6	—				
b7	—				

TRHPRCレジスタのPROTECT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。

MO03 ~ MO00ビット (月一位カウントビット)

MO10ビット (月十位カウントビット)

BCDコードで“01” ~ “12”を設定してください。

TRHDYレジスタからの桁上がりがあると、“1”加算されます。

TRHMONレジスタのMO10、MO03 ~ MO00ビットは、TRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときに書き込んでください。

また、TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに読み出してください。

19.2.8 タイマRH年データレジスタ(TRHYR)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 0116h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	YR13	YR12	YR11	YR10	YR03	YR02	YR01	YR00
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	設定範囲	R/W
b0	YR00	年一位カウントビット	1年ごとに0から9をカウント。桁上がりが発生すると、年十位が1加算される。	0 ~ 9 (BCDコード)	R/W
b1	YR01				R/W
b2	YR02				R/W
b3	YR03				R/W
b4	YR10	年十位カウントビット	0から9をカウント。	0 ~ 9 (BCDコード)	R/W
b5	YR11				R/W
b6	YR12				R/W
b7	YR13				R/W

TRHPRCレジスタのPROTECT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。

YR03 ~ YR00ビット (年一位カウントビット)

YR13 ~ YR10ビット (年十位カウントビット)

BCDコードで“00” ~ “99”を設定してください。年の千と百の位は“20”固定です。

TRHMONレジスタからの桁上がりがあると、“1”加算されます。

TRHYRレジスタのYR13 ~ YR10、YR03 ~ YR00ビットは、TRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときに書き込んでください。

また、TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに読み出してください。

19.2.9 タイマRH制御レジスタ (TRHCR)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 0117h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	RUN	HR24	PM	RTCST	CCLR	LFLAG	TRHOE	AADJE
リセット後の値	X	X	X	0	0	X	0	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	X	X	1	X	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	AADJE	タイマRH自動補正機能許可ビット	0: 自動補正機能禁止(ソフトウェアによる補正有効) 1: 自動補正機能許可(ソフトウェアによる補正無効)	R/W
b1	TRHOE	タイマRH出力許可ビット	0: TRHO出力禁止 1: TRHO出力許可	R/W
b2	LFLAG	閏年フラグ(注1)	0: 平年 1: 閏年	R
b3	CCLR	リアルタイムクロックモードでは“0”にしてください。		R/W
b4	RTCST	タイマRHリセットビット(注2)	このビットを“1”にすると対象のレジスタとビットがリセット後の値に初期化され、タイマRH制御回路が初期化される。	R/W
b5	PM	午前/午後ビット	0: 午前 1: 午後	R/W
b6	HR24	動作モード選択ビット	0: 12時間モード 1: 24時間モード	R/W
b7	RUN	タイマRH動作開始ビット	0: カウント停止 1: カウント開始	R/W

注1. RTCSTビットが“1”のとき、TRHYRレジスタは“00h”にリセットされます。

2000年は閏年なので、LFLAGビットの初期値は“1”になります。

注2. RTCSTビットを“1”にした後は、“0”にしてください。

AADJE ビット

TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに変更してください。

TRHOE ビット (タイマRH出力許可ビット)

RUNビットが“0”(カウント停止)のときに変更してください。

LFLAG ビット (閏年フラグ)

TRHYRレジスタの値が“00”または4の倍数の場合、LFLAGビットが“1”(閏年)になります。
LFLAGビットが“1”の場合、2月の日数を29日にします。

RTCRSTビット (タイマRHリセットビット)

RTCRSTビットを“1”にすると表 19.3に示すレジスタとビットをリセット後の値に初期化し、タイマRH制御回路を初期化します。なお、RTCRSTビットを“1”にした後は、必ず“0”にしてください。

表 19.3 RTCRSTビットで初期化されるレジスタとビット(注1)

レジスタ	初期化されるビット	設定値を保持するビット
タイマRHデータレジスタ(注2)	ビット0～ビット7	—
タイマRHアラームレジスタ(注3)	ビット0～ビット7	—
TRHCR	AADJE、LFLAG、PM、HR24、RUN	TRHOE、CCLR、RTCRST
TRHCSR	ビット7	ビット0～ビット6
TRHADJ	ビット0～ビット7	—
TRHIFR	ビット0～ビット2	ビット3～ビット7
TRHIER	ビット0～ビット7	—
TRHPRC	ビット0～ビット7	—
TRHICR	ビット0～ビット7	—

注1. リセット値については、各レジスタのRTCRSTビットによるリセット値を参照してください。

注2. タイマRHデータレジスタ：TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、TRHMON、TRHYRレジスタ

注3. タイマRHアラームレジスタ：TRHAMN、TRHAHR、TRHAWKレジスタ

PMビット(午前/午後ビット)

PMビットは、TRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときに書き込んでください。TRHPRCレジスタのPROTECT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、TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに読み出してください。

HR24ビットが“0”(12時間モード)の場合に有効です。

PMビットは、カウント動作中、次のように変化します。

PMビットが“1”(午後)で、11時59分59秒から、次の00時00分00秒になるとき、“0”になる。

PMビットが“0”(午前)で、11時59分59秒から、次の00時00分00秒になるとき“1”になる。

図 19.2に時刻表現の定義を示します。

< 2000年1月1日土曜日の午前0時からカウントを始めた場合 >

正午
↓

HR24ビット=1 (24時間モード)	TRHHRレジスタの内容	0	1	...	10	11	12	13	...	22	23	0	1	2	...	21	22	23	0	1	2
	PMビットの内容	0																			
HR24ビット=0 (12時間モード)	TRHHRレジスタの内容	0	1	...	10	11	0	1	...	10	11	0	1	2	...	9	10	11	0	1	2
	PMビットの内容	0(午前)					1(午後)					0(午前) ... 1(午後)					0(午前)				
TRHWKレジスタの内容		110(土)										000(日) ... 001(月)					010(火)				
TRHDYレジスタの内容		1日										2日 ... 31日					1日				
TRHMONレジスタの内容		1月										2月									
TRHYRレジスタの内容		2000年										2001年									
LFLAGビット		1																			

HR24ビット=1 (24時間モード)	TRHHRレジスタの内容	3	4	5	...	21	22	23	0	1	2	...	21	22	23	0	1	2	...		
	PMビットの内容	0																			
HR24ビット=0 (12時間モード)	TRHHRレジスタの内容	3	4	5	...	21	10	11	0	1	2	...	9	10	11	0	1	2	...		
	PMビットの内容	0(午前) ... 1(午後)					0(午前) ... 1(午後)					0(午前) ...									
TRHWKレジスタの内容		010(火) ... 010(火)					011(水) ... 000(日)					001(月) ...									
TRHDYレジスタの内容		1日 ... 29日					1日 ... 31日					1日 ...									
TRHMONレジスタの内容		2月					3月 ... 12月					1月 ...									
TRHYRレジスタの内容		2000年										2001年									
LFLAGビット		1										0									

LFLAGビット、PMビット、HR24ビット：TRHCRレジスタのビット

図 19.2 時間表現の定義

HR24ビット(動作モード選択ビット)

HR24ビットが“0”の場合、TRHHRレジスタは0~11のカウントを行い、“1”の場合、0~23のカウントを行います。HR24ビットは、RUNビットが“0”(カウント停止)のときに書き込んでください。

19.2.10 タイマRHカウントソース選択レジスタ (TRHCSR) [リアルタイムクロックモード時]

アドレス 0118h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	AADJM	OS2	OS1	OS0	CS3	CS2	CS1	CS0
リセット後の値	X	0	0	0	1	0	0	0
TRHCRレジスタの RTRCRSTビットによる リセット後の値	0	X	X	X	X	X	X	X

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CS0	カウントソース選択ビット	リアルタイムクロックモード(CS3ビット="1")では "1000b (fC-TRH)" にしてください。	R/W
b1	CS1			R/W
b2	CS2			R/W
b3	CS3			R/W
b4	OS0	タイマRH出力選択ビット	b6 b5 b4 0 0 0 : f4 0 0 1 : fC-TRH 0 1 0 : f8 0 1 1 : 1 Hz (注1、3) 1 0 0 : f16 1 0 1 : 64 Hz (注2、3) 1 1 0 : f32 1 1 1 : 設定しないでください。	R/W
b5	OS1			R/W
b6	OS2			R/W
b7	AADJM	自動補正モード選択ビット	0 : 1分毎に補正 1 : 10秒毎に補正	R/W

注1. fC-TRH = 32.768 kHzの場合

fC-TRH 32.768 kHzの場合は、1 Hzと異なる場合があります。

注2. fC-TRH = 32.768 kHzの場合

fC-TRH 32.768 kHzの場合は、64 Hzと異なる場合があります。

注3. 秒調整、時計誤差補正を使用した場合は、そのタイミングで出力周波数が異なる場合があります。

CS3 ~ CS0ビット (カウントソース選択ビット)

TRHCRレジスタのRUNビットが"0" (カウント停止)のときに変更してください。

OS2 ~ OS0ビット (タイマRH出力選択ビット)

TRHCRレジスタのRUNビットが"0" (カウント停止)のときに変更してください。

TRHCRレジスタのTRHOEビットが"1" (TRHO出力許可)の場合に有効です。

AADJMビット (自動補正モード選択ビット)

TRHCRレジスタのAADJEビットが"1" (自動補正機能許可)の場合に有効です。

TRHSECレジスタのBSYビットが"0" (データ更新中ではない)のときに変更してください。

19.2.11 タイマRH時計誤差補正レジスタ (TRHADJ)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 0119h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	PLUS	MINUS	ADJ5	ADJ4	ADJ3	ADJ2	ADJ1	ADJ0
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	ADJ0	補正值設定ビット	設定範囲：00h ~ 3Fh(00 ~ 63)	R/W
b1	ADJ1			R/W
b2	ADJ2			R/W
b3	ADJ3			R/W
b4	ADJ4			R/W
b5	ADJ5			R/W
b6	MINUS	補正カウンタビット	^{b7 b6} 00：補正しない 01：マイナス側補正 10：プラス側補正 11：設定しないでください	R/W
b7	PLUS			R/W

本レジスタはTRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに変更してください。

MINUS、PLUSビット(補正カウンタビット)

1秒のカウンタをADJ0 ~ ADJ5ビットの値によって変更します。

PLUSビットを“0”、MINUSビットを“1”にすると、内部カウンタをマイナス側に補正します。時計が進んでいるときに、遅らせることができます。

PLUSビットを“1”、MINUSビットを“0”にすると、内部カウンタをプラス側に補正します。時計が遅れているときに進めることができます。

19.2.12 タイマRH割り込みフラグレジスタ (TRHIFR)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 011Ah番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	RSTADJ	ADJ30S	ALIE	RTCF	ALIF
リセット後の値	0	0	0	0	0	X	X	X
TRHCRレジスタの RTRCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	X	X	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	ALIF	アラーム割り込みフラグ	0: 割り込み要求なし 1: 割り込み要求あり	R/W
b1	RTCF	RTC周期割り込みフラグ	0: 割り込み要求なし 1: 割り込み要求あり	R/W
b2	ALIE	アラーム割り込み許可ビット	0: アラーム割り込み禁止 1: アラーム割り込み許可	R/W
b3	ADJ30S	30秒調整ビット	このビットに“1”を書くとTRHSECレジスタの値が次のようになる。 TRHSECレジスタの値 29の場合: TRHSEC 00 TRHSECレジスタの値 30の場合: TRHSEC 00、 TRHMIN TRHMIN + 1 読んだ場合、その値は“0”。	W
b4	RSTADJ	秒カウンタリセット調整ビット	このビットに“1”を書くとTRHSECレジスタの値が“00”になり、内部カウンタが初期化される。 読んだ場合、その値は“0”。	W
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		—
b6	—	“0”。		
b7	—			

ALIFビット (アラーム割り込みフラグ)

[“0”になる条件]

読んだ後、“0”を書く。読んだ結果が“1”の場合、同じビットに“0”を書くと“0”になります。

[“1”になる条件]

タイマRHアラームレジスタ(注1)の内容とタイマRHデータレジスタ(注2)の内容が一致(「19.2.20 アラーム機能」参照)

なお、読んだ結果が“0”の場合、同じビットに“0”を書いても変化しません(読んだ後で、“0”から“1”に変化した場合、“0”を書いても“1”のままです)。“1”を書いた場合は変化しません。一致を確認するためには、タイマRHアラームレジスタ(注1)の各ENBビットを“1”にしてください。

注1. タイマRHアラームレジスタ: TRHAMN、TRHAHR、TRHAWK

注2. タイマRHデータレジスタ: TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、TRHMON、TRHYRレジスタ

RTCFビット (RTC周期割り込みフラグ)

[“0”になる条件]

読んだ後、“0”を書く。読んだ結果が“1”の場合、同じビットに“0”を書くと“0”になります。

[“1”になる条件]

TRHIERレジスタで許可した割り込みの要因が発生

なお、読んだ結果が“0”の場合、同じビットに“0”を書いても変化しません(読んだ後で、“0”から“1”に変化した場合、“0”を書いても“1”のままです)。“1”を書いた場合は変化しません。

19.2.13 タイマRH割り込み許可レジスタ (TRHIER)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 011Bh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	YRIE	MOIE	DYIE	HRIE	MNIE	SEIE	SEIE05	SEIE025
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	SEIE025	0.25秒周期割り込み許可ビット	0: 0.25秒周期割り込み禁止 1: 0.25秒周期割り込み許可	R/W
b1	SEIE05	0.5秒周期割り込み許可ビット	0: 0.5秒周期割り込み禁止 1: 0.5秒周期割り込み許可	R/W
b2	SEIE	秒周期割り込み許可ビット	0: 秒周期割り込み禁止 1: 秒周期割り込み許可	R/W
b3	MNIE	分周期割り込み許可ビット	0: 分周期割り込み禁止 1: 分周期割り込み許可	R/W
b4	HRIE	時周期割り込み許可ビット	0: 時周期割り込み禁止 1: 時周期割り込み許可	R/W
b5	DYIE	日周期割り込み許可ビット	0: 日周期割り込み禁止 1: 日周期割り込み許可	R/W
b6	MOIE	月周期割り込み許可ビット	0: 月周期割り込み禁止 1: 月周期割り込み許可	R/W
b7	YRIE	年周期割り込み許可ビット	0: 年周期割り込み禁止 1: 年周期割り込み許可	R/W

TRHIERレジスタは、TRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときに書き込んでください。

0.25秒、0.5秒、1秒、分、時、日、月、年のいずれかの周期で割り込み要求を発生させることができます。SEIE025、SEIE05、SEIE、MNIE、HRIE、DYIE、MOIE、YRIEビットのうち、いずれか1ビットを“1”(割り込み許可)にしてください(複数ビットを“1”にしないでください)。表 19.4にRTC周期割り込み要因を示します。

表 19.4 RTC周期割り込み要因

要因名	割り込み要因	割り込み許可ビット
年周期割り込み	TRHYRレジスタが更新(1年周期)される	YRIE
月周期割り込み	TRHMONレジスタが更新(1ヶ月周期)される	MOIE
日周期割り込み	TRHDYレジスタが更新(1日周期)される	DYIE
時周期割り込み	TRHHRレジスタが更新(1時間周期)される	HRIE
分周期割り込み	TRHMINレジスタが更新(1分周期)される	MNIE
秒周期割り込み	TRHSECレジスタが更新(1秒周期)される	SEIE
0.5秒周期割り込み	0.5秒周期	SEIE05
0.25秒周期割り込み	0.25秒周期	SEIE025

上記のビットで割り込みを許可した場合、周期割り込み要因が発生すると、次のようになります。

- TRHIFRレジスタのRTCFビットが“1”(周期割り込み要求あり)になる
- TRHICレジスタのIRビットが“1”(割り込み要求あり)になる

19.2.14 タイマRHアラーム分レジスタ(TRHAMN)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 011Ch番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	ENBMN	AMN6	AMN5	AMN4	AMN3	AMN2	AMN1	AMN0
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	設定範囲	R/W
b0	AMN0	分一位アラームデータビット	アラームデータ格納	0 ~ 9 (BCDコード)	R/W
b1	AMN1				R/W
b2	AMN2				R/W
b3	AMN3				R/W
b4	AMN4	分十位アラームデータビット	アラームデータ格納	0 ~ 5 (BCDコード)	R/W
b5	AMN5				R/W
b6	AMN6				R/W
b7	ENBMN	分アラーム許可ビット	0 : 分アラーム禁止 (TRHMINレジスタと比較しない) 1 : 分アラーム許可 (TRHMINレジスタと比較する)		R/W

TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)ときに書いてください。

AMN3 ~ AMN0ビット (分一位アラームデータビット)

AMN6 ~ AMN4ビット (分十位アラームデータビット)

BCDコードで“00” ~ “59”を設定してください。

19.2.15 タイマRHアラーム時レジスタ(TRHAHR)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 011Dh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	ENBHR	APM	AHR5	AHR4	AHR3	AHR2	AHR1	AHR0
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	設定範囲	R/W
b0	AHR0	時一位アラームデータ ビット	アラームデータ格納	0 ~ 9 (BCDコード)	R/W
b1	AHR1				R/W
b2	AHR2				R/W
b3	AHR3				R/W
b4	AHR4	時十位アラームデータ ビット	アラームデータ格納	0 ~ 2 (BCDコード)	R/W
b5	AHR5				R/W
b6	APM	午前/午後アラームデータ ビット	0 : 午前 1 : 午後		R/W
b7	ENBHR	時アラーム許可ビット	0 : 時アラーム禁止 (TRHHRレジスタと比較しない) 1 : 時アラーム許可 (TRHHRレジスタと比較する)		R/W

TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)ときに書いてください。

AHR3 ~ AHR0 ビット (時一位アラームデータビット)

AHR5 ~ AHR4ビット (時十位アラームデータビット)

TRHCRレジスタのHR24ビットが“0”(12時間モード)の場合はBCDコードで“00”~“11”を設定してください。HR24ビットが“1”(24時間モード)の場合はBCDコードで“00”~“23”を設定してください。

APMビット (午前/午後アラームデータビット)ビット

TRHCRレジスタのHR24ビットが“1”(24時間モード)の場合は無効です。

19.2.16 タイマRHアラーム曜日レジスタ(TRHAWK)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 011Eh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	ENBWK	—	—	—	—	AWK2	AWK1	AWK0
リセット後の値	X	0	0	0	0	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	AWK0	曜日アラームデータビット	b2 b1 b0 000: 日曜日 001: 月曜日 010: 火曜日 011: 水曜日 100: 木曜日 101: 金曜日 110: 土曜日 111: 設定しないでください	R/W
b1	AWK1			R/W
b2	AWK2			R/W
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、その値は“0”。
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	ENBWK	曜日アラーム許可ビット	0: 曜日アラーム禁止(TRHWKレジスタと比較しない) 1: 曜日アラーム許可(TRHWKレジスタと比較する)	—

TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに書いてください。

AWK2 ~ AWK0ビット (曜日アラームデータビット)

“000b”(日曜日) ~ “110b”(土曜日)を設定してください。

19.2.17 タイマRHプロテクトレジスタ(TRHPRC)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 011Fh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	PROTECT	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	X	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
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”。		—
b1	—			
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	PROTECT	プロテクトビット	時刻のデータのレジスタへの書き込み許可 0：書き込み禁止 1：書き込み許可	R/W

PROTECTビット(プロテクトビット)

次のレジスタとビットは、PROTECTビットが“1”(書き込み許可)のとき変更できます。

タイマRHデータレジスタ(注1)とTRHCRレジスタのPMビット

PROTECTビットはプログラムで“1”を書くと、その後“1”の状態が続きます。このビットで保護されるレジスタは次の手順で変更してください。

- (1) PROTECTビットに“1”を書く
- (2) PROTECTビットで保護されるレジスタに値を書く
- (3) PROTECTビットに“0”(書き込み禁止)を書く

注1. タイマRHデータレジスタ：TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、TRHMON、TRHYRレジスタ

19.2.18 タイマRH秒割り込み制御レジスタ (TRHICR)[リアルタイムクロックモード時]

アドレス 018Dh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	INTF	—	SLINT	SLCNS	SDAREG3	SDAREG2	SDAREG1	SDAREG0
リセット後の値	X	0	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	1

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	SDAREG0	指定秒割り込み値設定ビット	b3 b2 b1 b0 < SLCNS = "0" > < SLCNS = "1" > 0 0 0 0 : 設定しないでください	R/W
b1	SDAREG1		0 0 0 1 : 1秒 10秒	R/W
b2	SDAREG2		0 0 1 0 : 2秒 20秒	R/W
b3	SDAREG3		0 0 1 1 : 3秒 30秒	R/W
			0 1 0 0 : 4秒 40秒	
			0 1 0 1 : 5秒 50秒	
			0 1 1 0 : 6秒 60秒	
			0 1 1 1 : 7秒 70秒	
			1 0 0 0 : 8秒 80秒	
			1 0 0 1 : 9秒 90秒	
			1 0 1 0 : 10秒 100秒	
			1 0 1 1 : 11秒 110秒	
1 1 0 0 : 12秒 120秒				
1 1 0 1 : 13秒 130秒				
1 1 1 0 : 14秒 140秒				
1 1 1 1 : 15秒 150秒				
b4	SLCNS	カウントソース選択ビット	0 : 秒一位更新 1 : 秒十位更新	R/W
b5	SLINT	割り込み選択ビット(注1)	0 : RTC周期割り込み 1 : 指定秒割り込み	R/W
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”		—
b7	INTF	指定秒割り込みフラグ (注2)	0 : 割り込み要求なし 1 : 割り込み要求あり	R/W

注1. INTFフラグを“0”にした後、指定秒割り込みを使用しない場合はSLINTビットを“0”にしてください。

注2. INTFフラグ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。“0”を書いてください。

注3. TRHICRレジスタに書き込むと、カウンタにSDAREG0～SDAREG3をリロードします。

RTC周期割り込みを禁止の状態(TRHIERレジスタが“00h”)で使用してください。

SDAREG3～SDAREG0ビット(指定秒割り込み値設定ビット)

割り込み要求を発生させる時間を設定してください。カウントソースはSLCNSビットでTRHSECレジスタの秒一位更新時か、秒十位更新時かを選択してください。

TRHCRレジスタのRUNビットが“1”のときにTRHICRレジスタへ書いた場合、SDAREG3～SDAREG0ビットとSLCNSビットの内容でカウントを開始します。RUNビットが“0”のときに書いた場合、RUNビットを“1”にしたときにカウントを開始します。

INTFビット(指定秒割り込みフラグ)

[“0”になる条件]

読んだ後、“0”を書く。ただし、INTFビットが“0”になるまでに最大0.04ms必要です。読んだ結果が“1”の場合、同じビットに“0”を書くと“0”になります。

[“1”になる条件]

SDAREG3～SDAREG0ビットで設定した値をダウンカウントし、“0”になったとき。

なお、読んだ結果が“0”の場合、同じビットに“0”を書いても変化しません(読んだ後で、“0”から“1”に変化した場合、“0”を書いても“1”のままです)。“1”を書いた場合は変化しません。

指定秒割り込みを使用する場合は、INTFビットの状態を確認してください。

TRHCRレジスタのRUNビットが“1”(カウント開始)の状態、秒一位(または秒十位)が更新されると、カウント動作を行いますので、INTFビットは“1”になる場合があります。一度“1”になると、“0”にするか、TRHCRレジスタのRTCRSTビットで初期化するまで“1”のままとなります。

INTFビットはTRHSECレジスタのBSYビットが“1”(データ更新中) “0”(データ更新中ではない)の後、約0.04msの間に“1”になりますので、RUNビットが“1”の状態、INTFビットを“0”にする場合は、タイミングを調整してください。

19.2.19 動作例

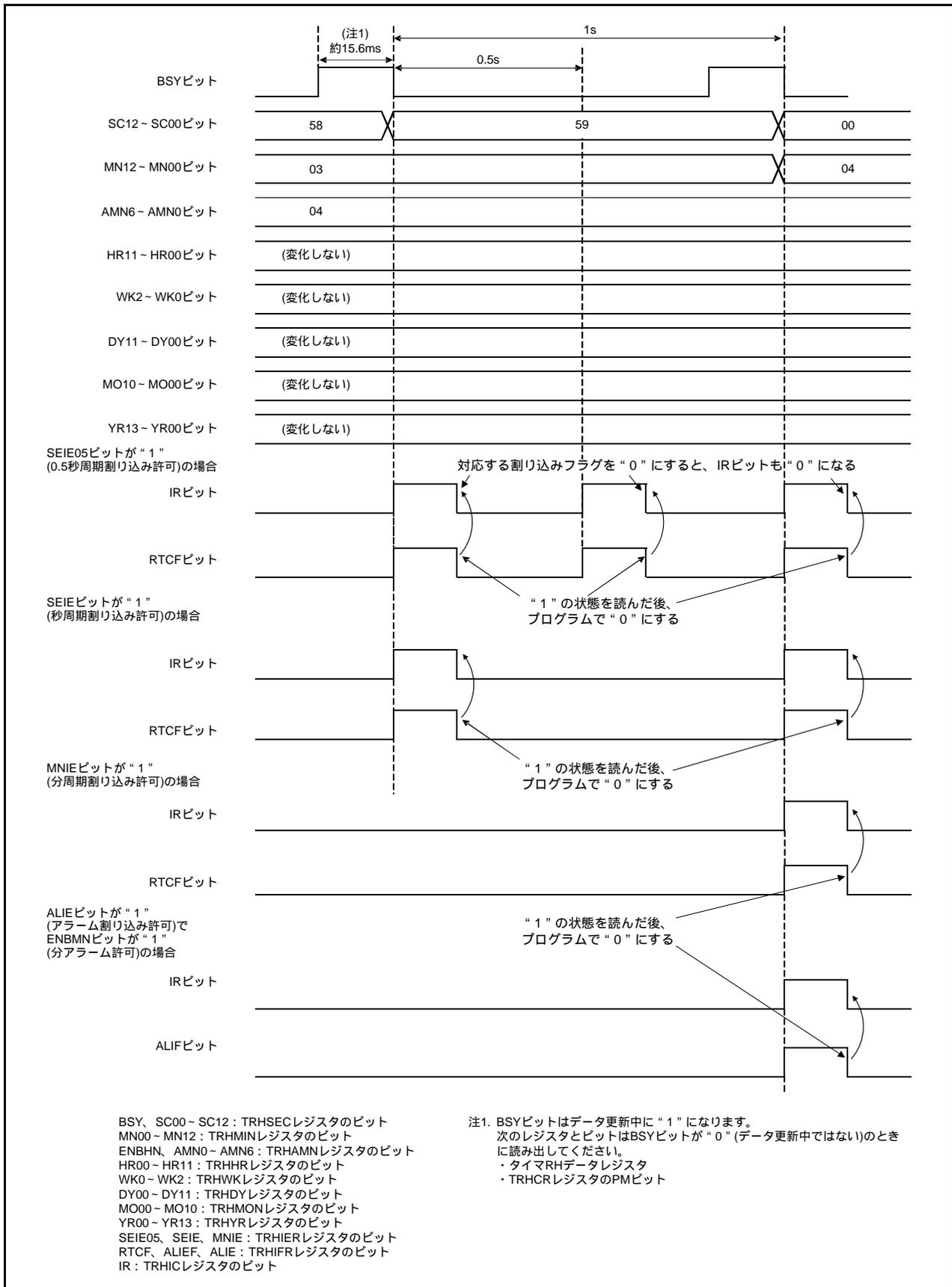


図 19.3 リアルタイムクロックモードの動作例

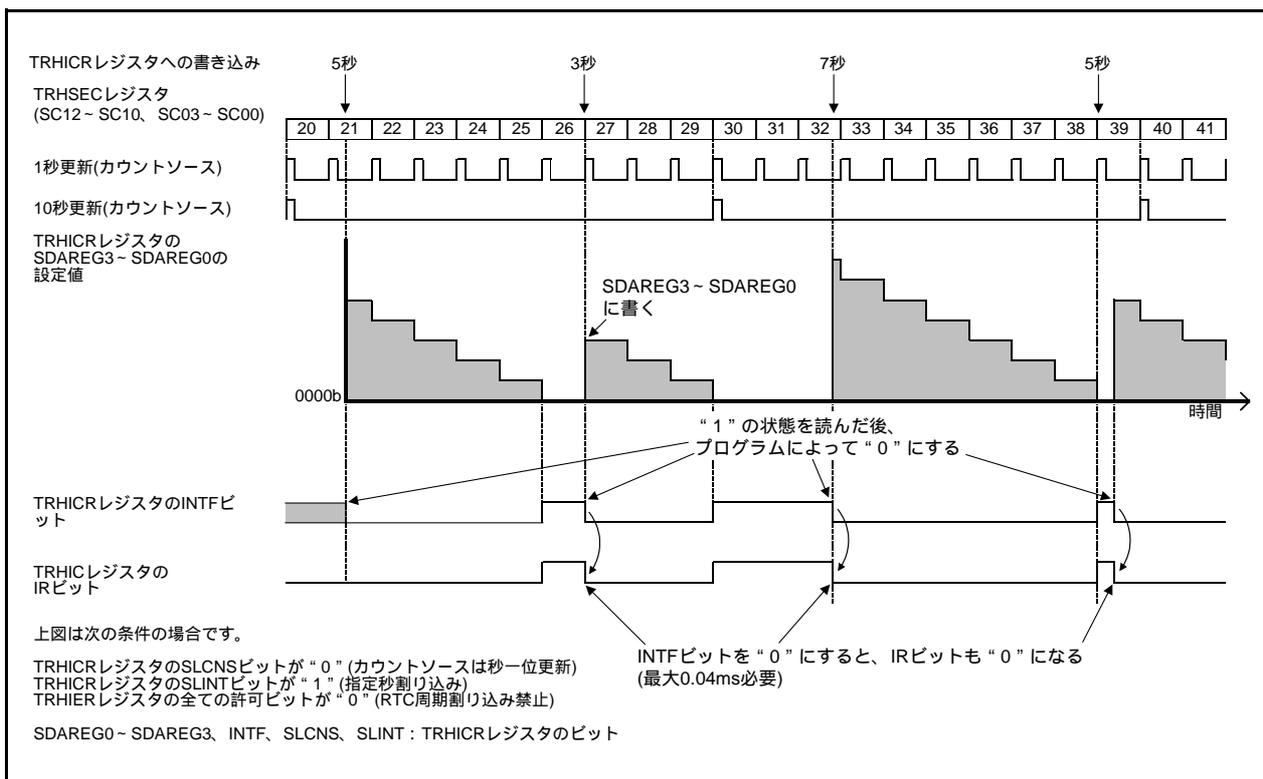


図 19.4 リアルタイムクロックモードの指定秒割り込み使用時の動作例

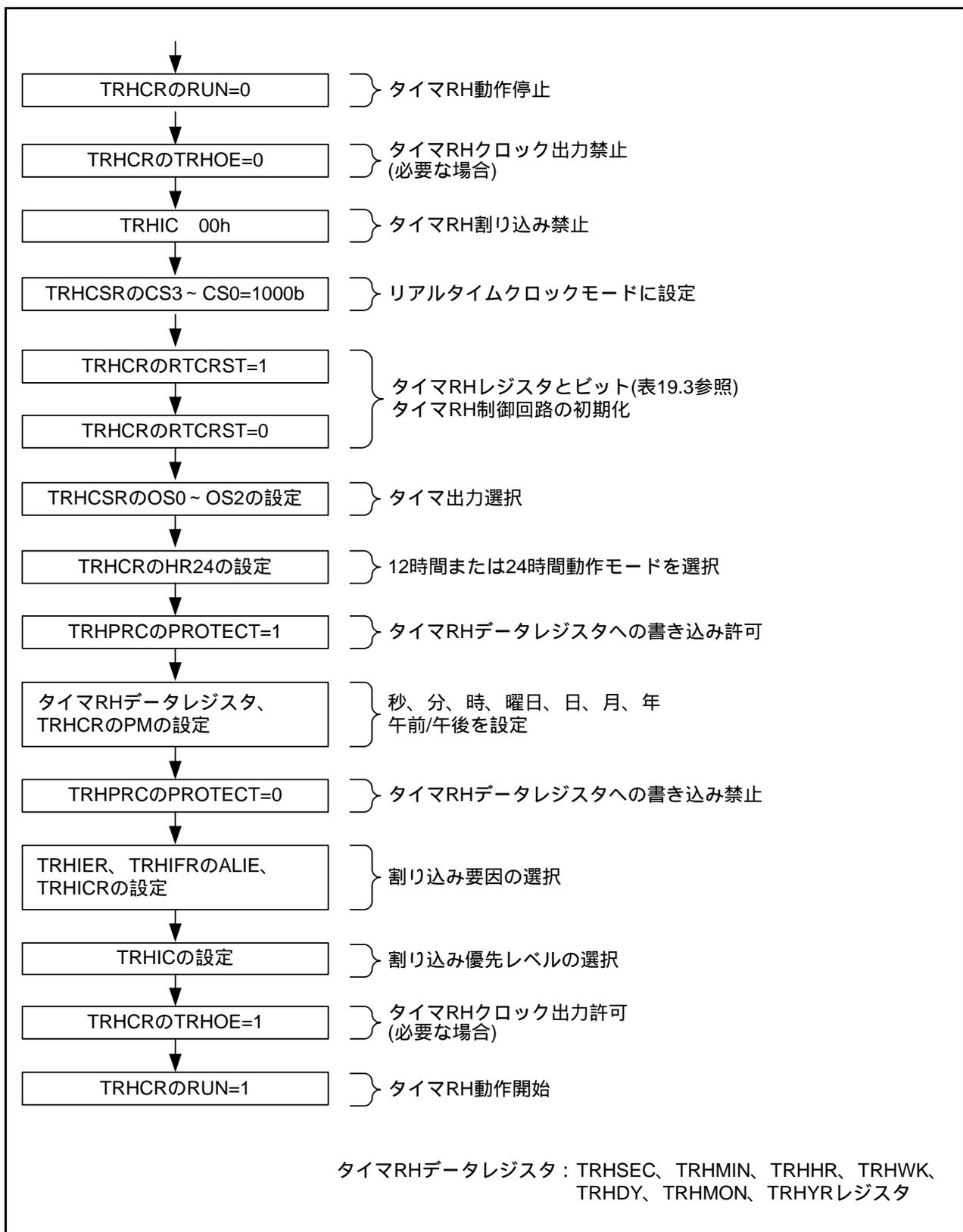


図 19.5 リアルタイムクロックモード時の設定例

19.2.20 アラーム機能

時刻のデータ(注1)とアラームデータ(注2)を比較し、一致を検出します。アラームは分、時、曜日のいずれか、またはこれらの組み合わせで発生させることができます。対応するアラームレジスタのENBビットを“1”にしてください。時は午前、午後の区別を含みます。

比較結果が一致すると、次のようになります。

- TRHIFRレジスタのALIFビットが“1”(アラーム割り込み要求あり)になる
- TRHIFRレジスタのALIEビットが“1”(アラーム割り込み許可)の場合、TRHICレジスタのIRビットが“1”(アラーム割り込み要求あり)になる

注1. 時刻データのビットは次のとおりです。

TRHMINレジスタのMN12～MN10、MN03～MN00ビット

TRHHRレジスタのHR11～HR10、HR03～HR00ビット

TRHCRレジスタのPMビット

TRHWKレジスタのWK2～WK0ビット

注2. アラームデータのビットは次のとおりです。

TRHAMNレジスタのAMN6～AMN4、AMN3～AMN0ビット

TRHAHRレジスタのAHR5～AHR4、AHR3～AHR0ビット

TRHAHRレジスタのAPMビット

TRHAWKレジスタのAWK2～AWK0ビット

図 19.6にアラーム時刻設定手順を示します。

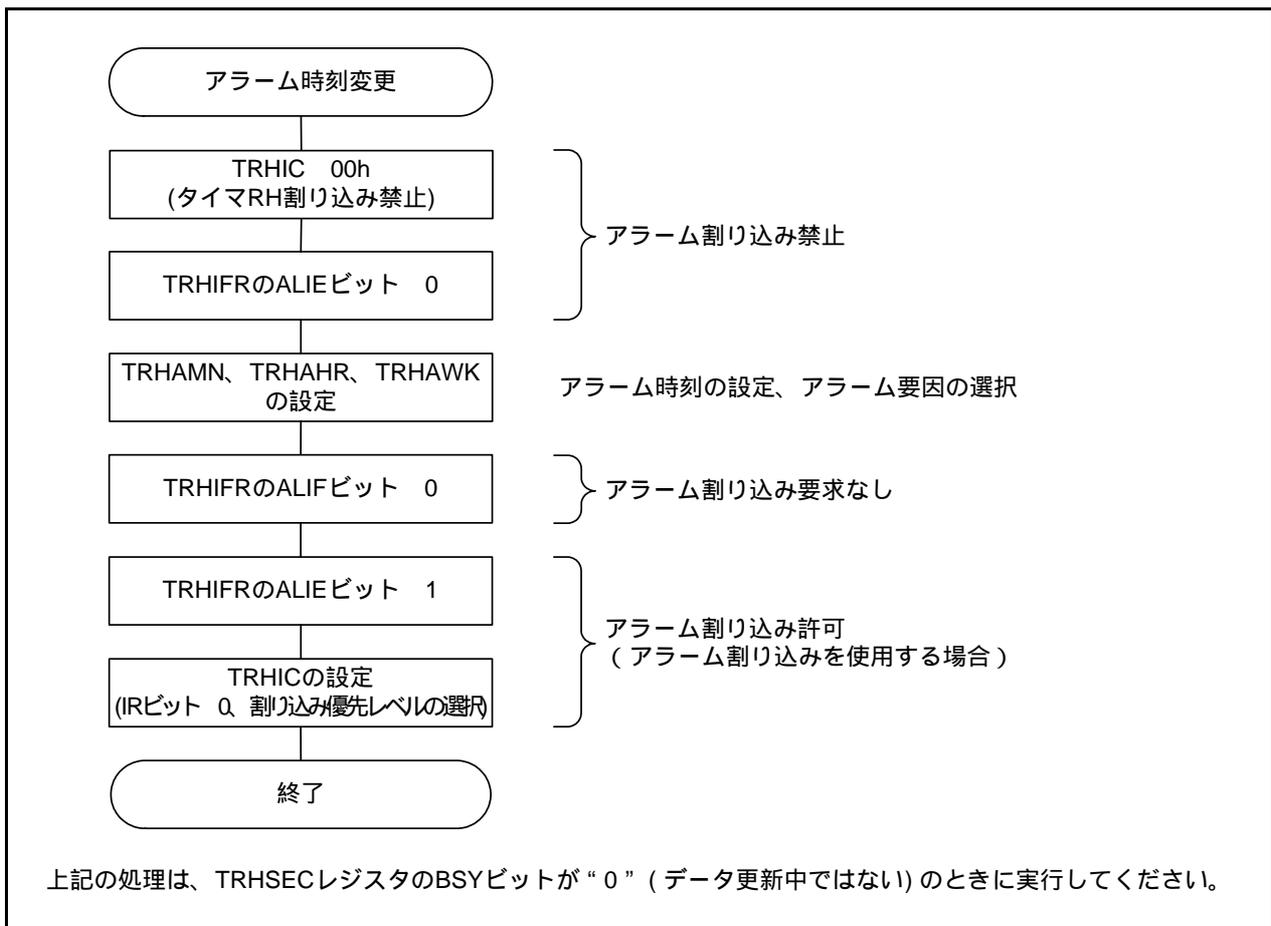


図 19.6 アラーム時刻設定手順

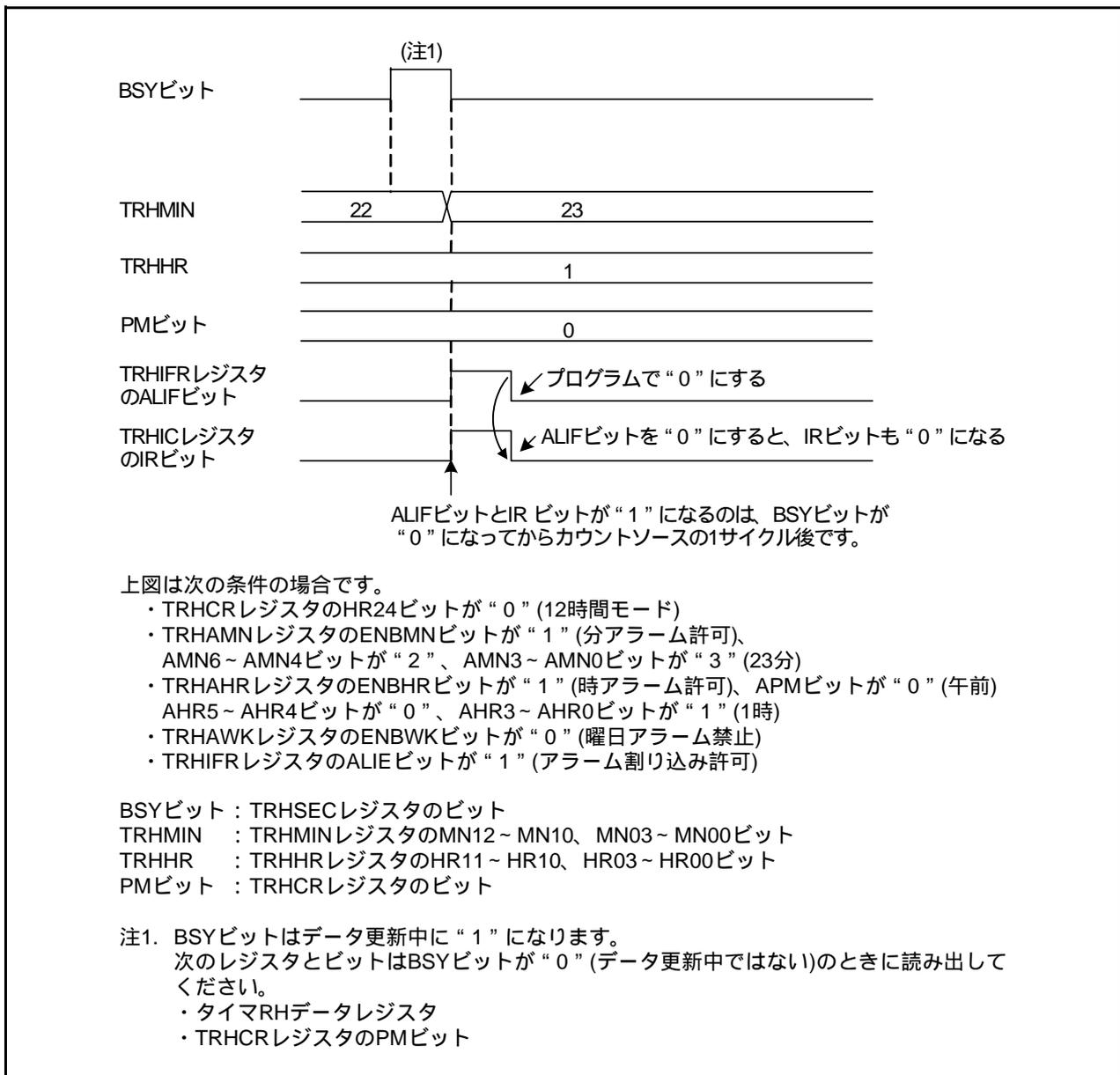


図 19.7 アラーム機能

19.2.21 秒調整機能

秒調整機能は、リセット調整機能と30秒調整機能の2種類があります。

19.2.21.1 リセット調整

TRHSECレジスタと内部カウンタ(3ビット、4ビット、8ビットカウンタ)を初期化する機能です。TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)の期間、TRHIFRレジスタのRSTADJビットに“1”を書くと、約0.1msでTRHSECレジスタが“00h”になり、内部カウンタは初期化され、カウントを再開します。BSYビットが“1”(データ更新中)の期間、RSTADJビットに“1”を書き込むと、データ更新時に、TRHSECレジスタが“00h”になり、内部カウンタは初期化され、カウントを再開します。

その他のタイマRHデータレジスタには影響を与えません。RSTADJビットに“1”を書き込んだ後、約0.2ms以上経ってからTRHSECレジスタに書いてください。

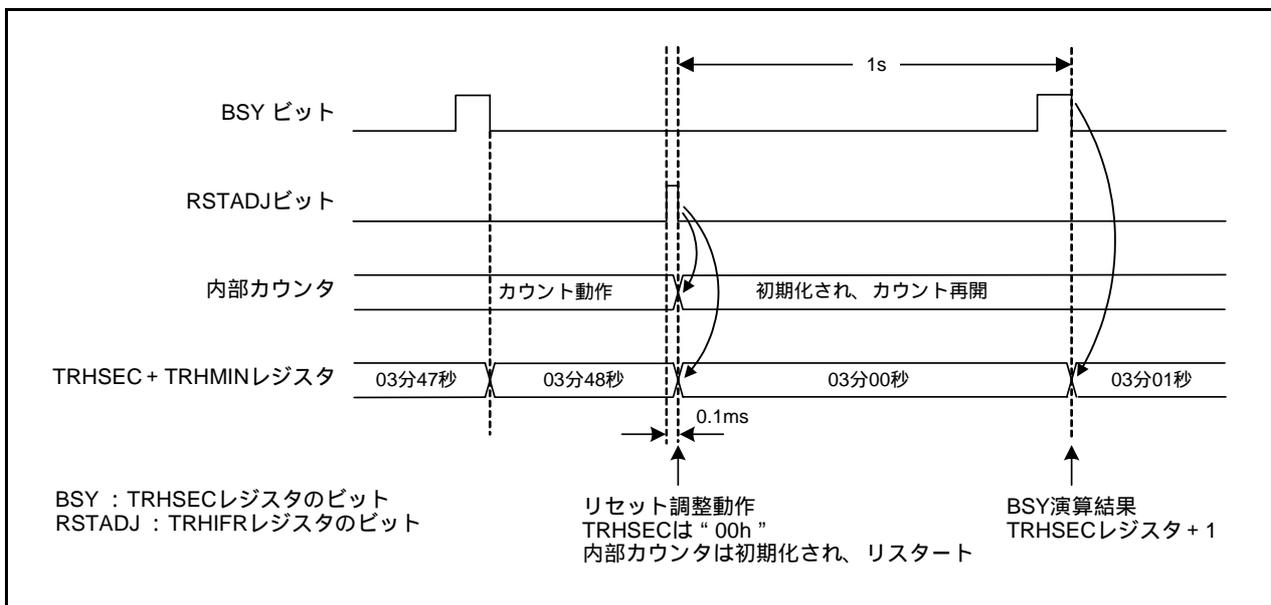


図 19.8 リセット調整発生(BSYビットが“0”の期間)

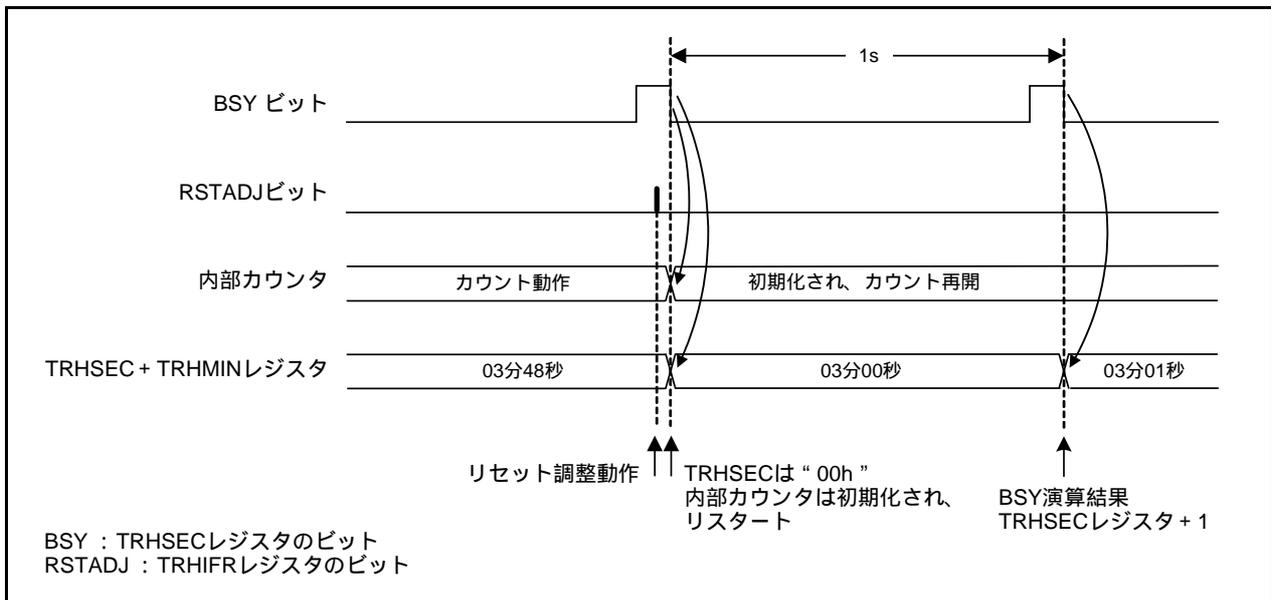


図 19.9 リセット調整発生(BSYビットが“1”の期間)

19.2.21.2 30秒調整機能

29秒以下は00秒に切り捨て、30秒以上は00秒に切り上げます。BSYビットが“0”(データ更新中ではない)の期間、TRHIFRレジスタのADJ30Sビットに“1”を書くと、データ更新時、TRHSECレジスタを30秒を基準に調整します。BSYビットが“1”(データ更新中)の期間、ADJ30Sビットに“1”を書き込むと、次回のデータ更新時にTRHSECレジスタを30秒を基準に調整します。30秒調整時、その他のタイマRHデータレジスタには影響を与えません。

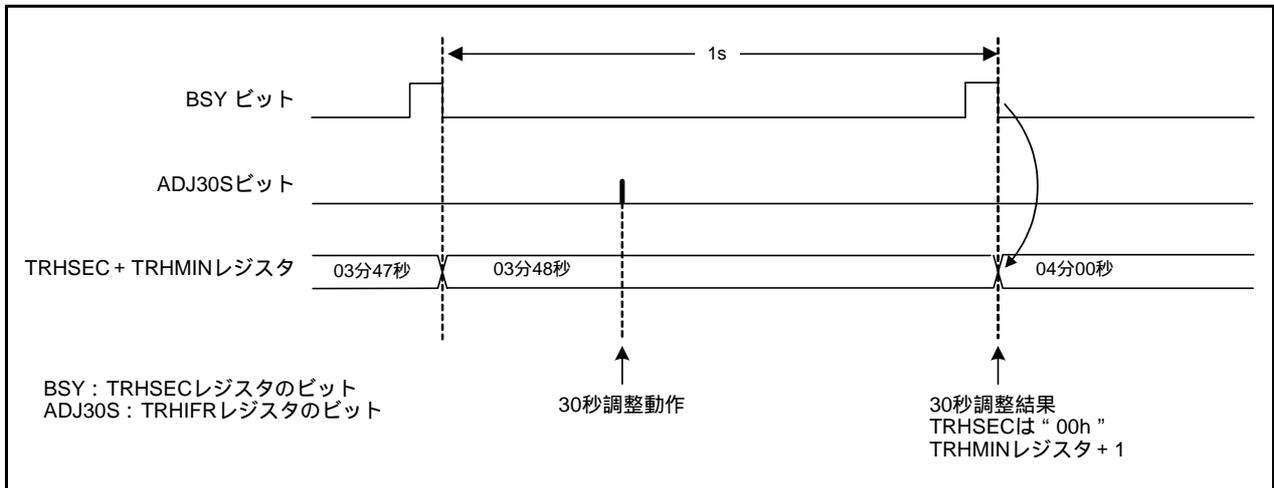


図 19.10 30秒調整発生(秒データ 30)(BSYビットが“0”の期間)

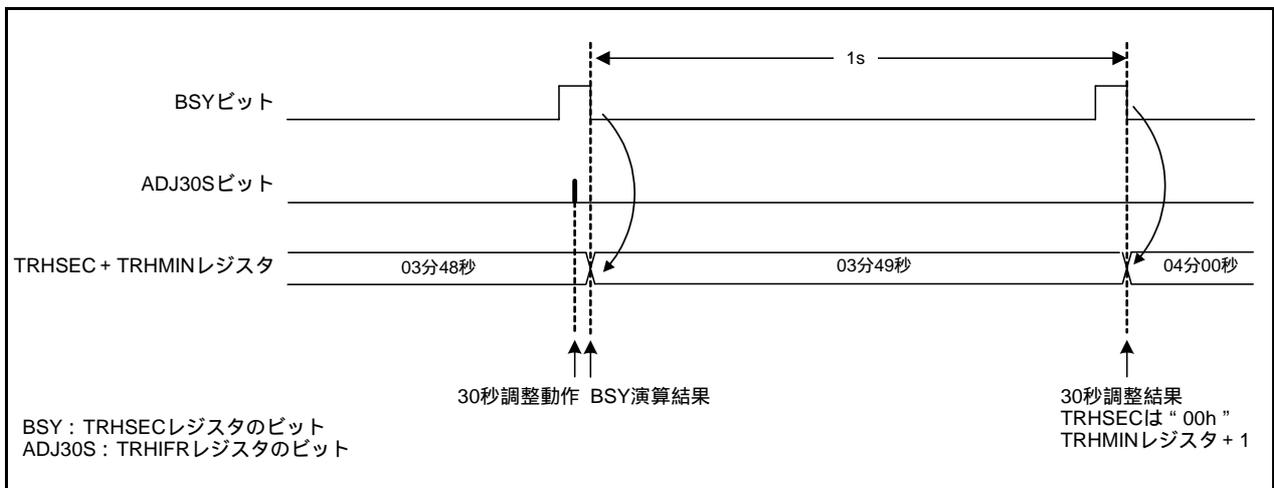


図 19.11 30秒調整発生(秒データ 30)(BSYビットが“1”の期間)

19.2.22 時計誤差補正機能

fC-TRHの周波数のずれを補正する機能です。1秒作成回路の内部カウンタは、図 19.12の基本動作に示すように32.768kHzを32768カウントします。fC-TRHが32.768kHzより大きいまたは小さい場合、カウント回数を加減することで補正できます。

TRHCRレジスタのAADJEビットで自動補正またはソフトウェアによる補正を選択してください。

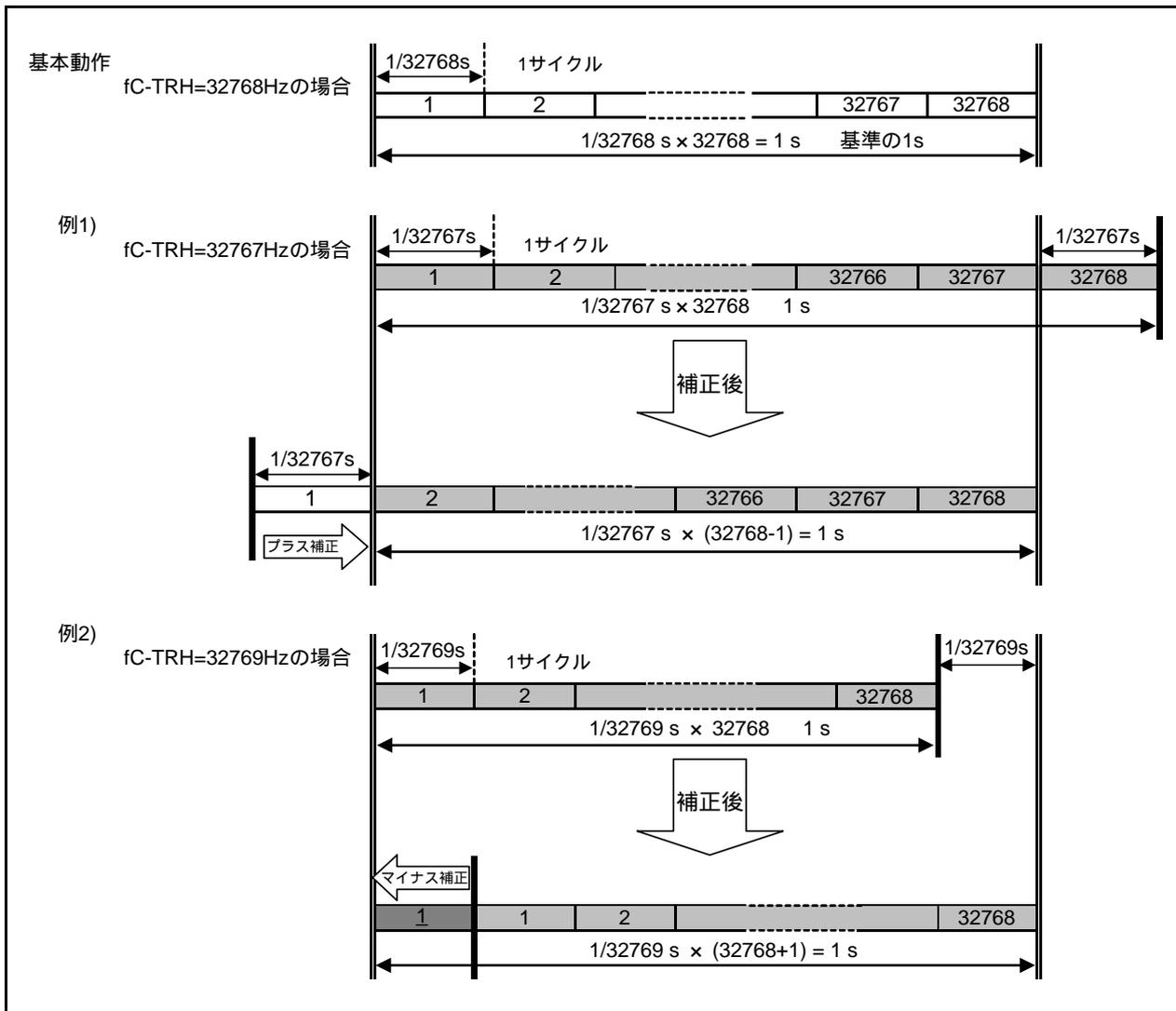


図 19.12 時計誤差補正の概要

19.2.22.1 自動補正機能

TRHCRレジスタのAADJEビットが“1”の場合、自動補正機能が有効です。

TRHCSRレジスタのAADJMビットで補正のタイミングを選択してください。TRHADJレジスタに補正值と補正内容(加減算)を設定してください。選択した補正のタイミングごとに、補正值を自動で加減算します。ただし自動補正中は、BSYビットが“1”の間(約15.6ms)とBSYビットが“1”“0”の後2msは、補正関連レジスタとビットを変更しないでください。

補正関連レジスタとビット：TRHADJレジスタ、TRHCSRレジスタのAADJMビット、
TRHCRレジスタのAADJEビット

次に例を示します。

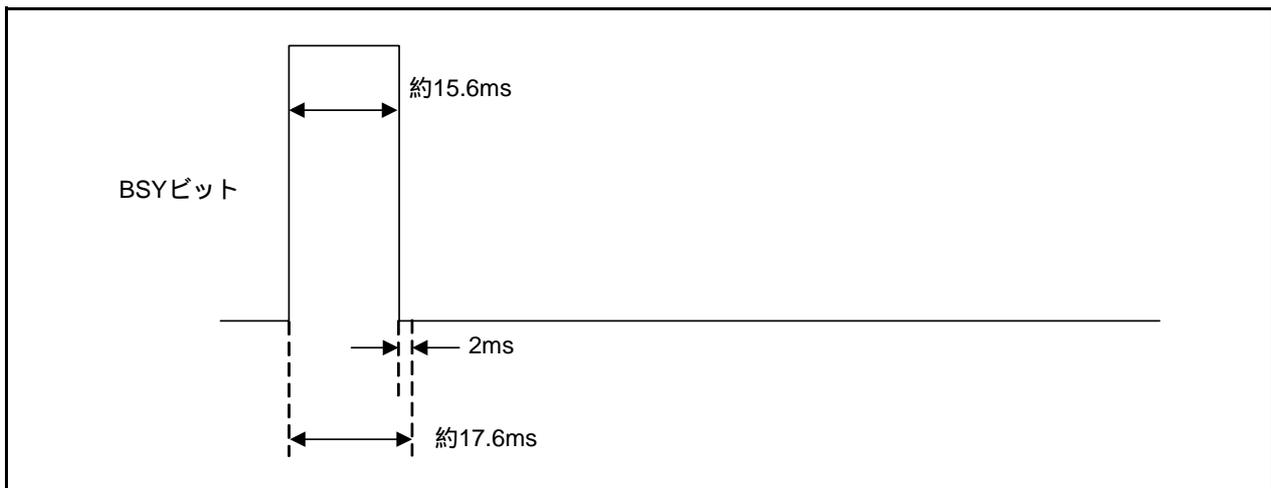


図 19.13 自動補正モード中の変更禁止区間

例1) $f_C\text{-TRH} = 32767\text{Hz}$ の場合

*1 補正方法例

1秒を作るための1サイクルが $32767\text{Hz} (= 1/32767\text{s})$ になるので、32768カウントすると、基準の1秒よりも長くなり、時計が遅くなります。

これを補正するには時計を進める必要があります、プラス側に補正值“1”を設定することで基準の1秒(カウント数を32767)に補正することができます。

1分毎に自動補正を行う場合は、プラス側に補正值60を設定します。

レジスタの設定内容

- TRHCSRレジスタのAADJMビット：“0” (1分毎に補正)
- TRHADJレジスタのPLUS、MINUSビット：“10b” (プラス側補正)
- TRHADJレジスタのADJ5 ~ ADJ0ビット：“3Ch” (60)

例2) $f_C\text{-TRH} = 32769\text{Hz}$ の場合

*2 補正方法例

1秒を作るための1サイクルが $32769\text{Hz} (= 1/32769\text{s})$ になるので、32768カウントすると、基準の1秒よりも短くなり、時計が早くなります。

これを補正するには時計を遅らせる必要があります、マイナス側に補正值“1”を設定することで基準の1秒(カウント数を32769)に補正することができます。

10秒毎に自動補正を行う場合は、マイナス側に補正值10を設定します。

レジスタの設定内容

- TRHCSRレジスタのAADJMビット：“1” (10秒毎に補正)
- TRHADJレジスタのPLUS、MINUSビット：“01b” (マイナス側補正)
- TRHADJレジスタのADJ5 ~ ADJ0ビット：“0Ah” (10)

19.2.22.2 ソフトウェアによる補正

TRHCRレジスタのAADJEビットが“0”の場合、ソフトウェアによる補正が有効です。任意のタイミングでTRHADJレジスタに補正值と補正内容(加減算)を書いてください。書き込み命令を実行したタイミングで補正を行います。

ただし、ソフトウェア補正を一度設定した後は、約62.6ms以上経ってから補正関連レジスタとビットを変更してください。

例1) $f_C\text{-TRH} = 32769\text{Hz}$ の場合

補正方法例

1秒を作るための1サイクルが $32769\text{Hz} (= 1/32769\text{s})$ になるので、32768カウントすると、基準の1秒よりも短くなり、時計が早くなります。

これを補正するには時計を遅らせる必要があり、補正值をマイナス側に“1”設定することで基準の1秒(カウント数を32769)に補正することができます。

ソフトウェアによって、1秒毎にマイナス側に補正值“1”を設定します。

レジスタの設定内容

- TRHADJレジスタのPLUS、MINUSビット：“01b”(マイナス側補正)
- TRHADJレジスタのADJ5 ~ ADJ0ビット：“01h”(補正量設定)
- 1秒毎にTRHADJレジスタに書き込む

19.2.22.3 補正モードの変更手順

以下の手順で補正モードを変更してください。

(1) ソフトウェア補正から自動補正に変更する場合

ソフトウェア補正を一度設定した後は、約62.6msは補正関連レジスタとビットを変更しないでください。また、BSYビットが“1”(データ更新中)の期間に補正関連レジスタとビットを変更しないでください。

補正関連レジスタとビット：TRHADJレジスタ、TRHCSRレジスタのAADJMビット、
TRHCRレジスタのAADJEビット

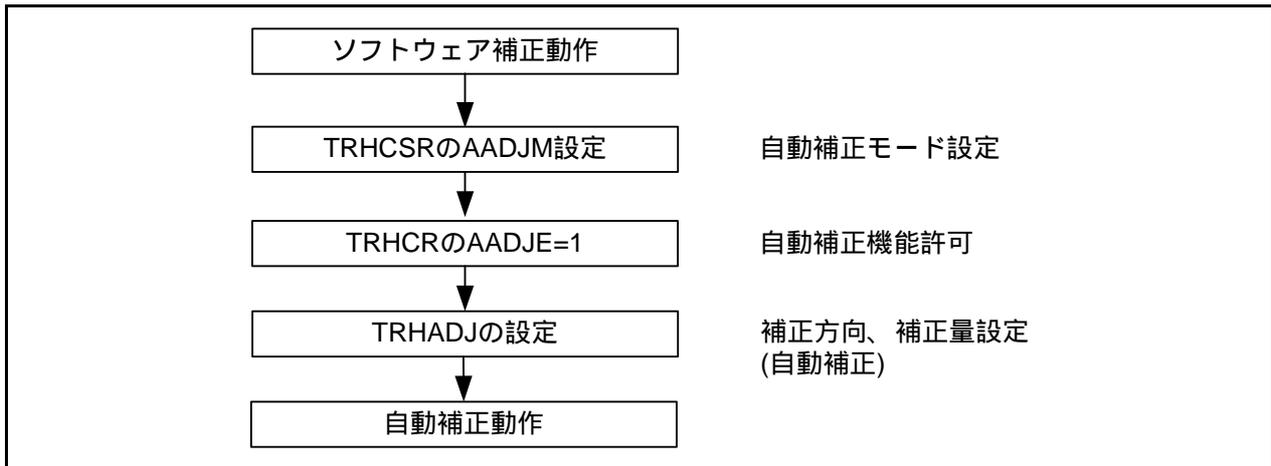


図 19.14 ソフトウェア補正から自動補正に変更する手順

(2) 自動補正からソフトウェア補正に変更する場合

BSYビットが“1”(データ更新中)の期間に補正関連レジスタとビットを変更しないでください。BSYビットが“1”(データ更新中) “0”(データ更新中ではない)の後2msは、補正関連レジスタとビットを変更しないでください(図 19.13参照)。

補正関連レジスタとビット：TRHADJレジスタ、TRHCSRレジスタのAADJMビット、
TRHCRレジスタのAADJEビット

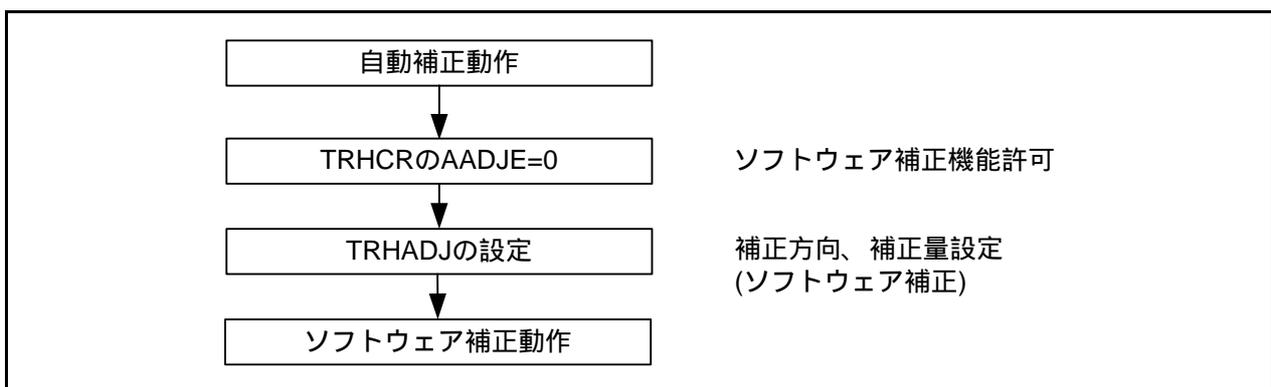


図 19.15 自動補正からソフトウェア補正に変更する手順

19.2.23 クロック出力

TRHCRレジスタのTRHOEビットが“1”(TRHO出力許可)の場合、TRHO端子からクロックを出力します。出力するクロックは、TRHCSRレジスタのOS2～OS0ビットで選択してください。

19.3 アウトプットコンペアモード

カウントソースから8ビットカウンタを使ってカウントし、8ビットカウンタとコンペア値の一致を検出するモードです。図 19.16 にアウトプットコンペアモードのブロック図を、表 19.5 にアウトプットコンペアモードの仕様を示します。

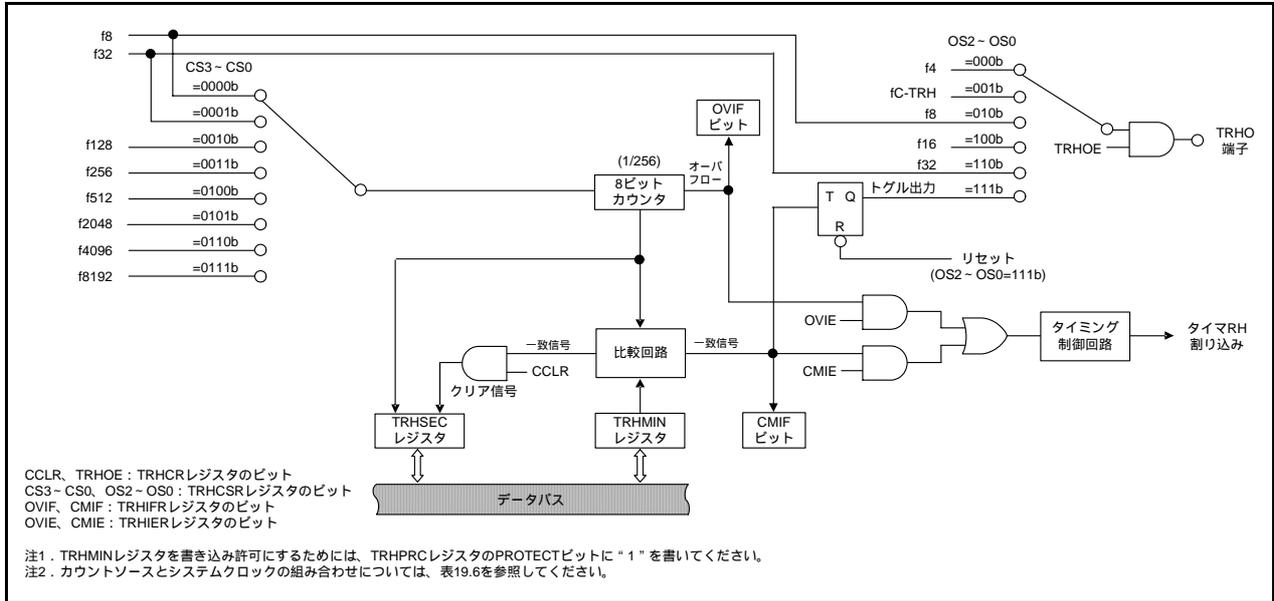


図 19.16 アウトプットコンペアモードのブロック図

表 19.5 アウトプットコンペアモードの仕様

項目	仕様
カウントソース	f8、f32、f128、f256、f512、f2048、f4096、f8192
カウント動作	アップカウント
カウント周期	<ul style="list-style-type: none"> •TRHCR レジスタのCCLR ビットが“0” (フリーランニング動作)の場合 $1/f_i \times 256$ f_i: カウントソースの周波数 •TRHCR レジスタのCCLR ビットが“1” (TRHMIN レジスタのコンペア一致でTRHSEC レジスタを“00h”にする)の場合 $1/f_i \times (n+1)$ n: TRHMIN レジスタ設定値
カウント開始条件	TRHCR レジスタのRUN ビットへの“1” (カウント開始)書き込み
カウント停止条件	TRHCR レジスタのRUN ビットへの“0” (カウント停止)書き込み
割り込み要求発生タイミング	<ul style="list-style-type: none"> •8ビットカウンタの内容とTRHMINレジスタの内容が一致したとき •8ビットカウンタがオーバーフローしたとき
TRHO 端子機能	次のいずれかを選択 <ul style="list-style-type: none"> •プログラマブル入出力ポート •f4、f8、fC-TRH、f16、f32のいずれかを出力 •コンペア一致ごとのトグル出力
タイマの読み出し	TRHSEC レジスタを読むと、8ビットカウンタの値が読める。 TRHMIN レジスタを読むと、コンペア値が読める。
タイマの書き込み	TRHSEC レジスタへの書き込みはできない。 TRHPRC レジスタのPROTECT ビットが“1” (書き込み許可)、TRHCR レジスタのRUN が“0” (カウント停止)のとき、TRHMIN レジスタに書き込める。
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> •トグル出力機能 (TRHO 出力極性を反転) •TRHSEC レジスタを“00h”にするタイミング TRHCR レジスタのCCLR ビットが“0”の場合、オーバーフロー TRHCR レジスタのCCLR ビットが“1”の場合、TRHMIN レジスタのコンペア一致 •TRHCSR レジスタのOS2 ~ OS0 に“111b”を書くと、出力レベルを“0”に初期化する。

19.3.1 タイマRHカウンタデータレジスタ(TRHSEC)[アウトプットコンペアモード時]

アドレス 0110h 番地								
ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	機能	R/W
b7 ~ b0	8ビットのカウンタデータが読めます。 タイマRHのカウントが停止しても、カウント値は保持されます。 TRHCRレジスタのCCLRビットが“0”のときは、コンペア一致しても、そのままカウントを継続し、CCLRビットが“1”のときは、TRHSECレジスタは“00h”になります。	R

19.3.2 タイマRHコンペアデータレジスタ(TRHMIN)[アウトプットコンペアモード時]

アドレス 0111h 番地								
ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	MN7	MN6	MN5	MN4	MN3	MN2	MN1	MN0
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	MN0	コンペアデータビット0	8ビットのコンペアデータを格納します。 コンペア値を書いてください。	R/W
b1	MN1	コンペアデータビット1		R/W
b2	MN2	コンペアデータビット2		R/W
b3	MN3	コンペアデータビット3		R/W
b4	MN4	コンペアデータビット4		R/W
b5	MN5	コンペアデータビット5		R/W
b6	MN6	コンペアデータビット6		R/W
b7	MN7	コンペアデータビット7		R/W

TRHCRレジスタのCCLRビットが“1”のときは、TRHMINレジスタに00hを書かないでください。

19.3.3 タイマRH制御レジスタ (TRHCR)[アウトプットコンペアモード時]

アドレス 0117h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	RUN	HR24	PM	RTCRST	CCLR	LFLAG	TRHOE	AADJE
リセット後の値	X	X	X	0	0	X	0	X
TRHCRレジスタの RTCRSTビットによる リセット後の値	0	0	0	X	X	1	X	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	AADJE	アウトプットコンペアモードでは“0”にしてください。		R/W
b1	TRHOE	タイマRH出力許可ビット	0: 出力禁止 1: 出力許可	R/W
b2	LFLAG	アウトプットコンペアモードでは“0”にしてください。		R
b3	CCLR	カウンタクリア許可ビット	0: コンペア一致によるTRHSECレジスタの初期化を禁止 1: コンペア一致によるTRHSECレジスタの初期化を許可	R/W
b4	RTCRST	タイマRHリセットビット (注1)	0: 通常動作 1: タイマRHのリセット	R/W
b5	PM	アウトプットコンペアモードでは“0”にしてください。		R/W
b6	HR24			R/W
b7	RUN	タイマRH動作開始ビット	0: カウント停止 1: カウント開始	R/W

注1. RTCRSTビットを“1”にした後は、“0”にしてください。

TRHOEビット(タイマRH出力許可ビット)

RUNビットが“0”(カウント停止)のときに変更してください。

CCLRビット(カウンタクリア許可ビット)

RUNビットが“0”(カウント停止)のときに変更してください。

TRHSECレジスタとTRHMINレジスタがコンペア一致したとき、TRHSECレジスタをリセットするかどうかを選択します。TRHCSRレジスタのCS3ビットが“0”のときのみ有効。

RTCRSTビット(タイマRHリセットビット)

RTCRSTビットを“1”にすると表19.3に示すレジスタとビットをリセット後の値に(初期化)し、タイマRH制御回路を初期化します。

19.3.4 タイマRHカウントソース選択レジスタ(TRHCSR) [アウトプットコンペアモード時]

アドレス 0118h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	AADJM	OS2	OS1	OS0	CS3	CS2	CS1	CS0
リセット後の値	X	0	0	0	1	0	0	0
TRHCRレジスタの RTCIRSTビットによる リセット後の値	0	X	X	X	X	X	X	X

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CS0	カウントソース選択ビット(注1)	アウトプットコンペアモード(CS3 = "0")では以下に設定してください。 b3 b2 b1 b0 0 0 0 0 : f8 0 0 0 1 : f32 0 0 1 0 : f128 0 0 1 1 : f256 0 1 0 0 : f512 0 1 0 1 : f2048 0 1 1 0 : f4096 0 1 1 1 : f8192 1 X X X : 設定しないでください。	R/W
b1	CS1			R/W
b2	CS2			R/W
b3	CS3			R/W
b4	OS0	タイマRH出力選択ビット	b6 b5 b4 0 0 0 : f4 0 0 1 : fC-TRH 0 1 0 : f8 0 1 1 : 設定しないでください。 1 0 0 : f16 1 0 1 : 設定しないでください。 1 1 0 : f32 1 1 1 : コンペア一致したときのトグル出力 OS2 ~ OS0ビットに"111b"を書くと、 内部出力レベルを"L"に初期化します。	R/W
b5	OS1			R/W
b6	OS2			R/W
b7	AADJM	アウトプットコンペアモードでは"0"にしてください。		R/W

X:"0"または"1"

注1. カウントソースにf8を使用する場合は、システムクロックにf4、f8、f16は使用しないでください。
カウントソースにf32を使用する場合は、システムクロックにf16は使用しないでください。
詳細については、表 19.6を参照してください。

CS3 ~ CS0ビット (カウントソース選択ビット)

TRHCRレジスタのRUNビットが"0"(カウント停止)のときに変更してください。

OS2 ~ OS0ビット (タイマRH出力選択ビット)

TRHCRレジスタのRUNビットが"0"(カウント停止)のときに変更してください。
TRHCRレジスタのTRHOEビットが"1"(TRHO出力許可)の場合に有効です。

表 19.6 カウントソースとシステムクロックの組み合わせ

システムクロック カウントソース	f1	f2	f4	f8	f16
f8			使用禁止	使用禁止	使用禁止
f32					使用禁止
f128					
f256					
f512					
f2048					
f4096					
f8192					

19.3.5 タイマRH割り込みフラグレジスタ(TRHIFR)[アウトプットコンペアモード時]

アドレス 011Ah番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	RSTADJ	ADJ30S	ALIE	OVIF	CMIF
リセット後の値	0	0	0	0	0	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	X	X	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CMIF	コンペアー一致割り込みフラグ	0: 割り込み要求なし 1: 割り込み要求あり	R/W
b1	OVIF	オーバフロー割り込みフラグ	0: 割り込み要求なし 1: 割り込み要求あり	R/W
b2	ALIE	アウトプットコンペアモードでは“0”にしてください。		R/W
b3	ADJ30S			W
b4	RSTADJ			W
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“0”		—
b6	—			
b7	—			

CMIFビット(コンペアー一致割り込みフラグ)

[“0”になる条件]

読んだ後、“0”を書く。読んだ結果が“1”の場合、同じビットに“0”を書くと“0”になります。

[“1”になる条件]

TRHSECレジスタの内容とTRHMINレジスタの内容が一致。

なお、読んだ結果が“0”の場合、同じビットに“0”を書いても変化しません(読んだ後で、“0”から“1”に変化した場合、“0”を書いても“1”のままです)。“1”を書いた場合は変化しません。

OVIFビット(オーバフロー割り込みフラグ)

[“0”になる条件]

読んだ後、“0”を書く。読んだ結果が“1”の場合、同じビットに“0”を書くと“0”になります。

[“1”になる条件]

8ビットカウンタがオーバフロー。

なお、読んだ結果が“0”の場合、同じビットに“0”を書いても変化しません(読んだ後で、“0”から“1”に変化した場合、“0”を書いても“1”のままです)。“1”を書いた場合は変化しません。

19.3.6 タイマRH割り込み許可レジスタ(TRHIER)[アウトプットコンペアモード時]

アドレス 011Bh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	YRIE	MOIE	DYIE	HRIE	MNIE	SEIE	OVIE	CMIE
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CMIE	コンペア一致割り込み許可ビット	0: コンペア一致割り込み禁止 1: コンペア一致割り込み許可	R/W
b1	OVIE	オーバフロー割り込み許可ビット	0: オーバフロー割り込み禁止 1: オーバフロー割り込み許可	R/W
b2	SEIE	アウトプットコンペアモードでは“0”にしてください。		R/W
b3	MNIE			R/W
b4	HRIE			R/W
b5	DYIE			R/W
b6	MOIE			R/W
b7	YRIE			R/W

TRHIERレジスタは、TRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときに書き込んでください。

19.3.7 タイマRHプロテクトレジスタ(TRHPRC)[アウトプットコンペアモード時]

アドレス 011Fh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	PROTECT	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0
TRHCRレジスタの RTCSTビットによる リセット後の値	X	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
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”。		—
b1	—			
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—	プロテクトビット		R/W
b7	PROTECT			

PROTECTビット(プロテクトビット)

TRHMINレジスタは、PROTECTビットが“1”(書き込み許可)のとき変更できます。

PROTECTビットはプログラムで“1”を書くと、その後“1”の状態が続きます。このビットで保護されるレジスタは次の手順で変更してください。

- (1) PROTECTビットに“1”を書く
- (2) PROTECTビットで保護されるレジスタに値を書く
- (3) PROTECTビットに“0”(書き込み禁止)を書く

19.3.8 動作例

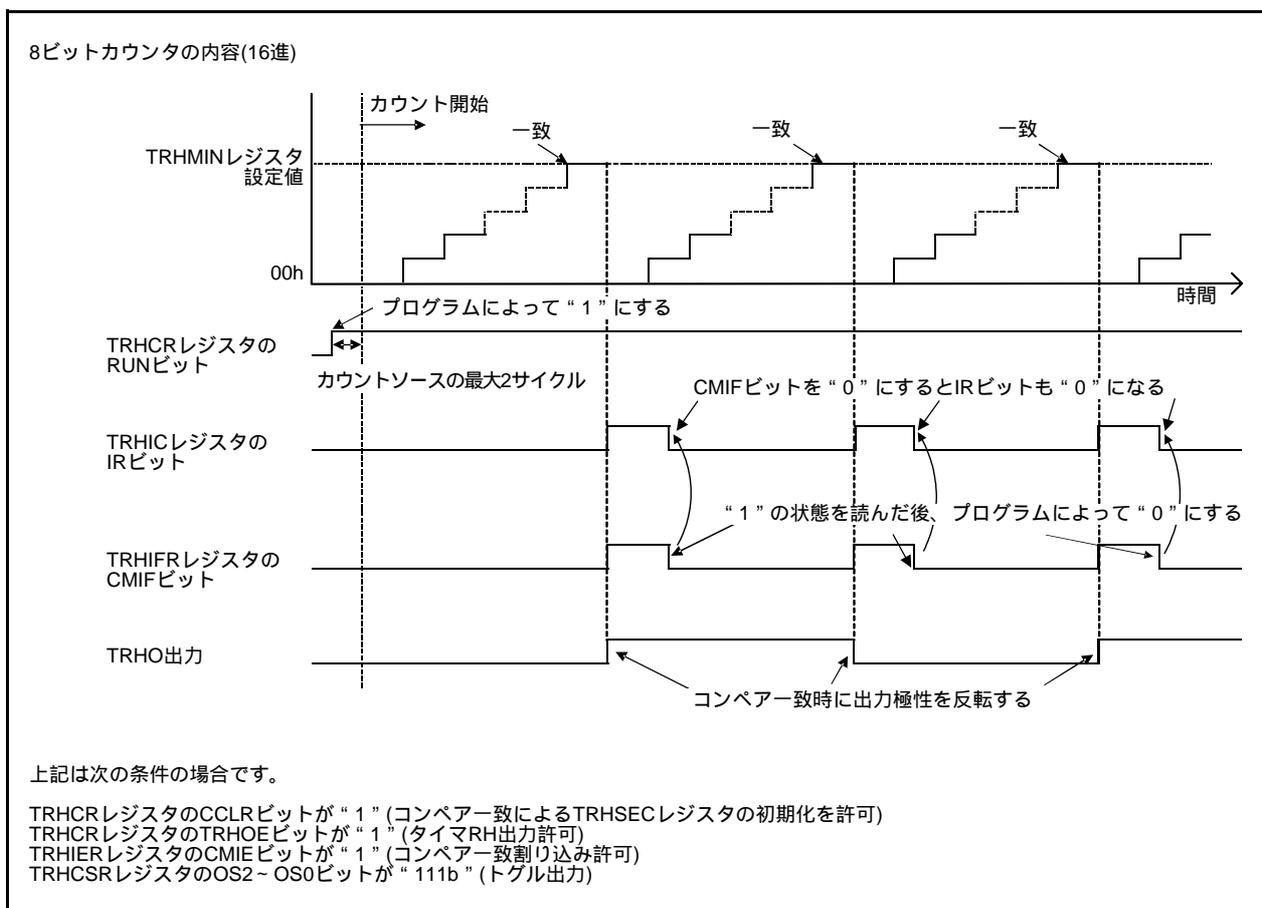


図 19.17 アウトプットコンペアモードの動作例

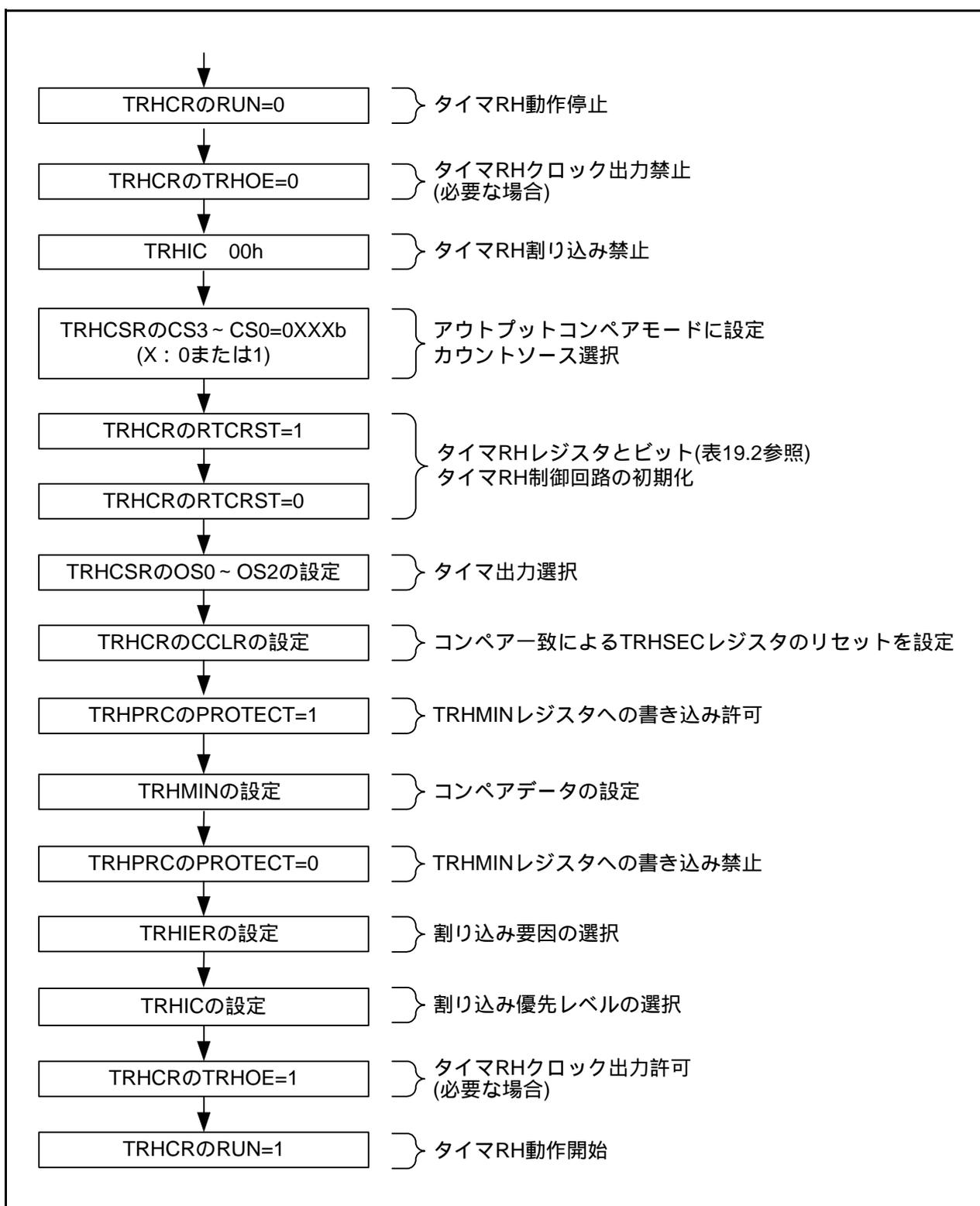


図 19.18 アウトプットモード時の設定例

19.4 タイマRH使用上の注意

19.4.1 リセット

タイマRHはリセット入力により秒、分、時、曜日、日、月、年、12時間 / 24時間、午前 / 午後、アラーム、割り込み、誤差補正の情報を格納しているレジスタがリセットされません。そのため、電源投入後はすべてのレジスタを初期設定してください。

19.4.2 カウント開始、停止

タイマRHにはカウント開始または停止を指示するためのRUNビットがTRHCRレジスタにあります。RUNビットを“1”(カウント開始)にするとタイマRHがカウントを開始し、15ビットカウンタがカウントを開始するまで、最大でカウントソースの2サイクルかかります。この間、タイマRH関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。

同様に、RUNビットを“0”(カウント停止)にするとタイマRHがカウントを停止し、15ビットカウンタがカウントを停止するまで、最大でカウントソースの2サイクル分の時間がかかります。この間、タイマRH関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。

注1. タイマRH関連レジスタ : MSTCR1、TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、TRHMON、TRHYR、TRHCR、TRHCSR、TRHADJ、TRHIFR、TRHIER、TRHAMN、TRHAHR、TRHAWK、TRHPRC、TRHICR

19.4.3 レジスタ設定

次のレジスタとビットは、TRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときに書いてください。

- タイマRHデータレジスタ(注1)
- TRHIERレジスタ
- TRHCRレジスタのTRHOE、HR24、PM、CCLRビット
- TRHCSRレジスタのCS0 ~ CS3、OS0 ~ OS2ビット

また、TRHIERレジスタは、上記のレジスタとビットの設定の最後(タイマRHカウント開始の直前)に設定してください。

図 19.5 にリアルタイムクロックモード時の設定例を示します。

注1. タイマRHデータレジスタ : TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、TRHMON、TRHYR

19.4.4 リアルタイムクロックモードの時刻読み出し手順

リアルタイムクロックモードでは、タイマRHデータレジスタ(注1)、TRHCRレジスタのHR24とPMビットは、TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに読み出してください。

また、複数のレジスタを読み出す場合、あるレジスタを読んだ後、別のレジスタを読むまでにデータが更新されると、結果的に誤った時刻を採用してしまいます。

これらを回避するための読み出し手順例を示します。

- 割り込みを使用する方法

タイマRH割り込みルーチン内で、タイマRHデータレジスタ(注1)、TRHCRレジスタのHR24とPMビットのうち、BSYビットが“0”のとき必要な内容を読み出す。

- プログラムで監視する方法1

プログラムでTRHICレジスタのIRビットを監視し、“1”(タイマRH割り込み要求発生)になったら、タイマRHデータレジスタ(注1)、TRHCRレジスタのHR24とPMビットのうち、BSYビットが“0”のときに必要な内容を読み出す。

- プログラムで監視する方法2

(1) BSYビットを監視する。

(2) BSYビットが“1”になったら、“0”になるまで監視する(BSYビットが“1”の期間は約15.6ms)。

(3) BSYビットが“0”になったら、タイマRHデータレジスタ(注1)、TRHCRレジスタのHR24とPMビットのうち、必要な内容を読み出す。

- 読み出した結果が2回同じであれば採用する方法

(1) タイマRHデータレジスタ(注1)、TRHCRレジスタのHR24とPMビットのうち、必要な内容を読み出す。

(2) (1)と同じレジスタを読み出し、内容を比較する。

(3) 一致すれば正しい値として採用する。一致しなければ読み出した値が、前回の値と一致するまで繰り返す。

なお、複数のレジスタを読み出す場合は、できるだけ連続して読み出す。

注1. タイマRHデータレジスタ : TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、
TRHMON、TRHYR

20. タイマRJ

20.1 概要

タイマRJには、タイマRJ0とタイマRJ1の2本があります。

タイマRJ0とタイマRJ1は、16ビットタイマです。

タイマRJ*i* (*i* = 0 ~ 1)は1本の入出力端子を持ちます。

タイマはそれぞれリロードレジスタとカウンタから構成されます。リロードレジスタとカウンタは同じ番地に配置されており、TRJ*i*レジスタにアクセスすると、リロードレジスタとカウンタにアクセスできます(表 20.2 ~ 表 20.6の各モードの仕様を参照)。

タイマRJ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 20.1にタイマRJ*i*のブロック図を、表 20.1にタイマRJ*i*の端子構成を示します。タイマRJ*i*は、次の5種類のモードを持ちます。

- 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
- パルス出力モード 内部カウントソースをカウントし、タイマのアンダフローで極性を反転したパルスを出力するモード
- イベントカウンタモード 外部パルスをカウントするモード
- パルス幅測定モード 外部パルスのパルス幅を測定するモード
- パルス周期測定モード 外部パルスのパルス周期を測定するモード

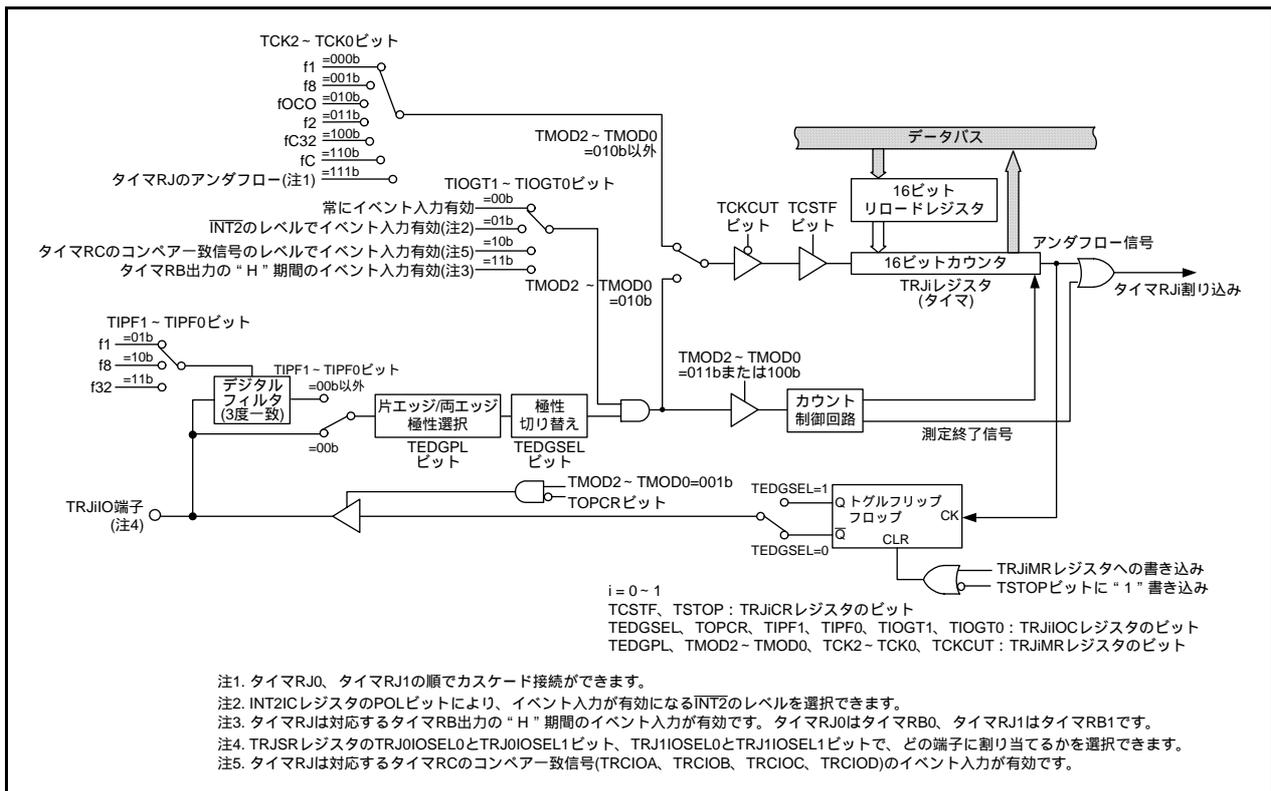


図 20.1 タイマRJ*i*のブロック図

表 20.1 タイマRJ*i*の端子構成

端子名	割り当てる端子	入出力	機能
TRJ0IO	P8_3	入出力	モードによって機能が異なります。
TRJ1IO	P8_2	入出力	詳細は各モードを参照してください。

20.2 レジスタの説明

20.2.1 モジュールスタンバイ制御レジスタ1 (MSTCR1)

アドレス 0010h 番地								
ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	MSTTRJ1	MSTTRJ0	MSTTRRH	MSTTRB1	MSTTRB0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	MSTTRB0	タイマRB0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注1)	R/W
b1	MSTTRB1	タイマRB1スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注2)	R/W
b2	MSTTRRH	タイマRHスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注3)	R/W
b3	MSTTRJ0	タイマRJ0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注4)	R/W
b4	MSTTRJ1	タイマRJ1スタンバイビット(注6)	0: アクティブ 1: スタンバイ(注5)	R/W
b5	—	予約ビット	"0" にしてください	R/W
b6	—			
b7	—			

注1. MSTTRB0ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRB0関連レジスタ(0108h ~ 010Eh番地)へのアクセスは無効になります。

注2. MSTTRB1ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRB1関連レジスタ(0098h ~ 009Eh番地)へのアクセスは無効になります。

注3. MSTTRRHビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRH関連レジスタ(0110h ~ 011Fh番地)へのアクセスは無効になります。

注4. MSTTRJ0ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRJ0関連レジスタ(0080h ~ 0086h番地)へのアクセスは無効になります。

注5. MSTTRJ1ビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRJ1関連レジスタ(0088h ~ 008Eh番地)へのアクセスは無効になります。

注6. R8C/LA3Aグループは、MSTTRJ1ビットを“1”(スタンバイ)にしてください。

各スタンバイビットをスタンバイにする場合は、対応する周辺機能を停止してから変更してください。各スタンバイビットでスタンバイに設定されている周辺機能の各レジスタは読み出しと書き込みはできません。また、周辺機能へのクロックの供給も停止しています。

スタンバイからアクティブに変更する場合は、変更後に対応する周辺機能のレジスタを再設定してください。

20.2.2 タイマRJi制御レジスタ(TRJiCR)(i = 0 ~ 1)

アドレス 0080h 番地(TRJ0CR)、0088h 番地(TRJ1CR)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	TUNDF	TEDGF	—	TSTOP	TCSTF	TSTART
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TSTART	タイマRJiカウント開始ビット(注1)	0: カウント停止 1: カウント開始	R/W
b1	TCSTF	タイマRJiカウントステータスフラグ(注1)	0: カウント停止 1: カウント中	R
b2	TSTOP	タイマRJiカウント強制停止ビット(注2)	“1”を書くとカウントが強制停止します。読んだ場合、その値は“0”。	R/W
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、その値は“0”。	—	—
b4	TEDGF	有効エッジ判定フラグ(注3、4)	0: 有効エッジなし 1: 有効エッジあり(測定期間終了)	R/W
b5	TUNDF	タイマRJiアンダフローフラグ(注3、5)	0: アンダフローなし 1: アンダフローあり	R/W
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”。	—	—
b7	—	—	—	—

注1. TSTART、TCSTF ビットの使用上の注意事項については、「20.8 タイマRJ使用上の注意」を参照してください。

注2. TSTOP ビットに“1”を書くと、TSTART ビット、TCSTF ビット、TRJi レジスタがリセット後の値になります。

注3. 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4. タイマモード、パルス出力モード、イベントカウンタモードではTEDGF ビットを使用しません。

注5. タイマモード、パルス出力モード、イベントカウンタモードでは“0”にしてください。

パルス幅測定モード、パルス周期測定モードでは、TRJiCR レジスタにMOV 命令を使用してください。このとき、TEDGF ビット、TUNDF ビットを変化させたくない場合は、これらのビットに“1”を書いてください。

20.2.3 タイマRJi I/O制御レジスタ(TRJiIOC)(i = 0 ~ 1)

アドレス 0081h 番地(TRJ0IOC)、0089h 番地(TRJ1IOC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	—	—	TOPCR	TEDGSEL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TEDGSEL	TRJiIO極性切り替えビット	動作モードによって機能が異なる	R/W
b1	TOPCR	TRJiIO出力制御ビット		R/W
b2	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
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、その値は“0”。	—	—
b4	TIPF0	TRJiIO入力フィルタ選択ビット	動作モードによって機能が異なる	R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0	TRJiIOイベント入力制御ビット		R/W
b7	TIOGT1			R/W

20.2.4 タイマRJiモードレジスタ(TRJiMR)(i = 0 ~ 1)

アドレス 0082h番地(TRJ0MR)、008Ah番地(TRJ1MR)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TCKCUT	TCK2	TCK1	TCK0	TEDGPL	TMOD2	TMOD1	TMOD0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TMOD0	タイマRJi動作モード選択ビット	b2 b1 b0 000: タイマモード 001: パルス出力モード 010: イベントカウンタモード 011: パルス幅測定モード 100: パルス周期測定モード 101: 設定しないでください 110: 設定しないでください 111: 設定しないでください	R/W
b1	TMOD1			R/W
b2	TMOD2			R/W
b3	TEDGPL	TRJiiO入力極性選択ビット	0: 片エッジ 1: 両エッジ(注1)	R/W
b4	TCK0	タイマRJiカウントソース選択ビット(注2)	b6 b5 b4 000: f1 001: f8 010: fOCO 011: f2 100: fC32 101: 設定しないでください 110: fC 111: タイマRJ0のアンダフロー (TRJ1MRレジスタ)	R/W
b5	TCK1			R/W
b6	TCK2			R/W
b7	TCKCUT	タイマRJiカウントソース遮断ビット	0: カウントソース供給 1: カウントソース遮断	R/W

注1. TEDGPLビットを“1”(両エッジ)にする場合、TRJiiOCレジスタのTEDGSELビットを“0”(立ち上がりエッジでカウント)にしてください。両エッジの設定は、イベントカウンタモードでのみ使用できます。

注2. TRJ0MRレジスタのTCK2 ~ TCK0ビットを“111b”にしないでください。

TRJiCRレジスタのTSTARTビットとTCSTFビットがともに“0”(カウント停止)のときに、TRJiMRレジスタを変更してください。

20.2.5 タイマRJi イベント端子選択レジスタ (TRJiISR)(i = 0 ~ 1)

アドレス 0083h 番地 (TRJ0ISR)、008Bh 番地 (TRJ1ISR)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	RCCPSEL2	RCCPSEL1	RCCPSEL0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	RCCPSEL0	タイマRCコンペア入力イベント 選択ビット(注1)	b1 b0 00 : TRCIOD出力を使用する 01 : TRCIOC出力を使用する 10 : TRCIOB出力を使用する 11 : TRCIOA出力を使用する	R/W
b1	RCCPSEL1			R/W
b2	RCCPSEL2	タイマRCコンペアイベント反転 ビット	0 : コンペア一致信号の“L”期間カウント 1 : コンペア一致信号の“H”期間カウント	R/W
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、その値は “0”。		—
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b6	—			
b7	—			

注1. TRJiISRレジスタのRCCPSEL0ビット～RCCPSEL1ビットによって、タイマRCのコンペア出力を選択します。

20.2.6 タイマRJi レジスタ (TRJi)(i = 0 ~ 1)

アドレス 0084h ~ 0085h 番地 (TRJ0)、008Ch ~ 008Dh 番地 (TRJ1)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1 (注1)

ビット	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1 (注1)

ビット	モード	機能	設定範囲	R/W
b15 ~ b0	タイマモード	内部カウントソースをカウント	0000h ~ FFFFh	R/W
	パルス出力モード		0000h ~ FFFFh	R/W
	イベントカウンタモード	外部カウントソースをカウント	0000h ~ FFFFh	R/W
	パルス幅測定モード	外部からの入力パルスのパルス幅を測定 (内部カウントソースをカウント)	0001h ~ FFFFh (注3)	R/W
	パルス周期測定モード	外部からの入力パルスのパルス周期を測定 (内部カウントソースをカウント)	0001h ~ FFFFh (注3)	R/W

注1. TRJICRレジスタのTSTOPビットに“1”を書くとTRJiレジスタは“FFFFh”になります。

注2. TRJiレジスタは16ビット単位でアクセスしてください。8ビット単位でアクセスしないでください。

注3. パルス幅測定モードとパルス周期測定モードでは、TRJiレジスタに0000hを設定しないでください。

20.2.7 タイマRJ端子選択レジスタ (TRJSR)

アドレス 0180h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	TRJ1IOSEL1	TRJ1IOSEL0	—	—	TRJ0IOSEL1	TRJ0IOSEL0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TRJ0IOSEL0	TRJ0IO端子選択ビット	b1 b0 00: TRJ0IO端子は使用しない 01: P8_3に割り当てる 10: 設定しないでください 11: 設定しないでください	R/W
b1	TRJ0IOSEL1			R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	—			R/W
b4	TRJ1IOSEL0	TRJ1IO端子選択ビット	b5 b4 00: TRJ1IO端子は使用しない 01: P8_2に割り当てる 10: 設定しないでください 11: 設定しないでください	R/W
b5	TRJ1IOSEL1			R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	—			R/W

タイマRJ_i (i = 0 ~ 1)の入出力端子を使用する場合は、TRJSRレジスタを設定してください。

タイマRJ_iの関連レジスタを設定する前に、TRJSRレジスタを設定してください。また、タイマRJ_iの動作中はTRJSRレジスタの設定値を変更しないでください。

20.3 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 20.2)。

表 20.2 タイマモードの仕様

項 目	仕 様
カウントソース	f1、f2、f8、fOCO、fC32、fC、タイマRJ1はタイマRJ0のアンダフロー(注1)
カウント動作	<ul style="list-style-type: none"> •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	$1/(m+1)$ m : TRJiレジスタの設定値
カウント開始条件	TRJiCRレジスタのTSTARTビットへの“1”(カウント開始)書き込み
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> •TRJiCRレジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み •TRJiCRレジスタのTSTOPビットへの“1”(カウント強制停止)書き込み
割り込み要求発生タイミング	タイマRJiのアンダフロー時 [タイマRJi割り込み]
TRJiIO端子機能	プログラマブル入出力ポート
タイマの読み出し	TRJiレジスタを読み出すと、カウント値が読み出される
タイマの書き込み	<ul style="list-style-type: none"> •カウント停止中に、TRJiレジスタに書き込むと、リロードレジスタとカウンタの両方に書き込まれる •カウント中に、TRJiレジスタに書き込むと、リロードレジスタとカウンタへ書き込まれる(「20.3.2 カウント中のタイマ書き込み制御」参照)

注1. タイマRJ0はアンダフローを選択できません。

i = 0 ~ 1

20.3.1 タイマRJi I/O制御レジスタ(TRJiIOC)(i = 0 ~ 1)[タイマモード時]

アドレス 0081h番地(TRJ0IOC)、0089h番地(TRJ1IOC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	—	—	TOPCR	TEDGSEL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TEDGSEL	TRJiiO極性切り替えビット	タイマモードでは“0”にしてください	R/W
b1	TOPCR	TRJiiO出力制御ビット		R/W
b2	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
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、その値は“0”。		—
b4	TIPF0	TRJiiO入力フィルタ選択ビット	タイマモードでは“0”にしてください	R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0	TRJiiOイベント入力制御ビット		R/W
b7	TIOGT1			R/W

20.3.2 カウント中のタイマ書き込み制御

タイマRJiはリロードレジスタとカウンタがあります。タイマに書き込む場合、リロードレジスタとカウンタの両方に値が書き込まれます。

図 20.2にタイマRJiカウント中にカウント値を書き換えた場合の動作例を示します。

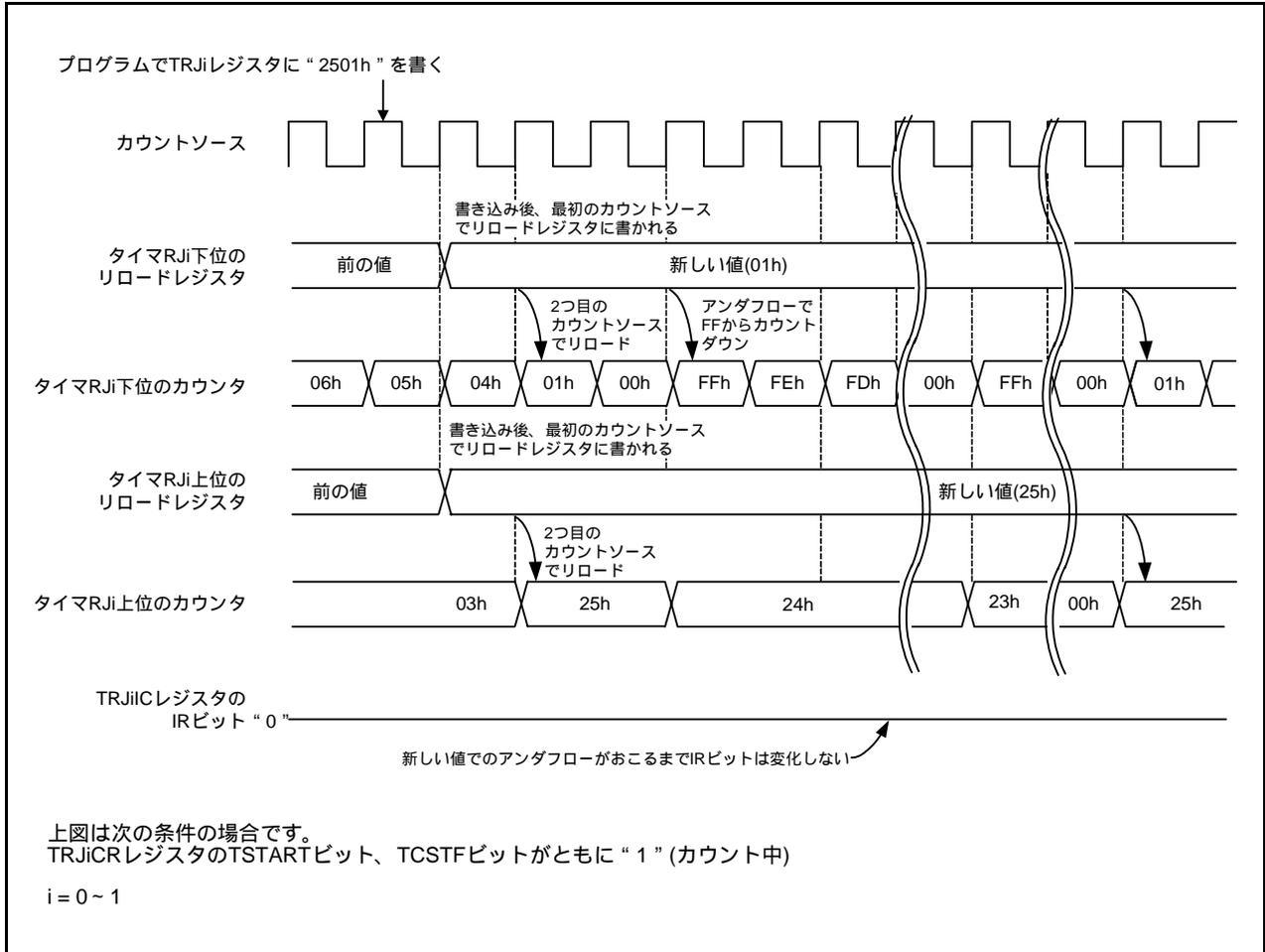


図 20.2 タイマRJiカウント中にカウント値を書き換えた場合の動作例

20.4 パルス出力モード

内部で生成されたカウントソースをカウントし、タイマがアンダフローするごとに、極性を反転したパルスをTRJiIO端子から出力するモードです(表 20.3)。

表 20.3 パルス出力モードの仕様

項 目	仕 様
カウントソース	f1、f2、f8、fOCO、fC32、fC、タイマRJ1はタイマRJ0のアンダフロー(注1)
カウント動作	<ul style="list-style-type: none"> •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	$1/(m+1)$ m : TRJiレジスタの設定値
カウント開始条件	TRJiCRレジスタのTSTARTビットへの“1”(カウント開始)書き込み
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> •TRJiCRレジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み •TRJiCRレジスタのTSTOPビットへの“1”(カウント強制停止)書き込み
割り込み要求発生タイミング	タイマRJiのアンダフロー時 [タイマRJi割り込み]
TRJiIO信号端子機能	パルス出力、またはプログラマブル出力ポート
タイマの読み出し	TRJiレジスタを読み出すと、カウント値が読み出される
タイマの書き込み	<ul style="list-style-type: none"> •カウント停止中に、TRJiレジスタに書き込むと、リロードレジスタとカウンタの両方に書き込まれる •カウント中に、TRJiレジスタに書き込むと、リロードレジスタとカウンタへ書き込まれる(「20.3.2 カウント中のタイマ書き込み制御」参照)
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> •TRJiIO出力極性切り替え機能 TRJiIOCレジスタのTEDGSELビットでパルス出力開始時のレベルを選択(注2) •パルス出力停止機能 TRJiIOCレジスタのTOPCRビットでTRJiIO端子からのパルス出力を停止 •TRJiIO端子選択機能 TRJSRレジスタのTRJiIOSEL0 ~ TRJiIOSEL1ビットでTRJiIO端子を使用するかどうかを選択

注1. タイマRJ0はアンダフローを選択できません。

注2. TRJiMRレジスタへ書き込むことで、出力パルスは出力開始時のレベルになります。

i = 0 ~ 1

20.4.1 タイマRJi I/O制御レジスタ(TRJiIOC)(i = 0 ~ 1)[パルス出力モード時]

アドレス 0081h番地(TRJ0IOC)、0089h番地(TRJ1IOC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	—	—	TOPCR	TEDGSEL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TEDGSEL	TRJii極性切り替えビット	0：“H”からTRJii出力開始 1：“L”からTRJii出力開始	R/W
b1	TOPCR	TRJii出力制御ビット	0：TRJii出力 1：I/Oポート	R/W
b2	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
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、その値は“0”。		—
b4	TIPF0	TRJii入力フィルタ選択ビット	パルス出力モードでは“0”にしてください	R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0	TRJiiイベント入力制御ビット		R/W
b7	TIOGT1			R/W

20.5 イベントカウンタモード

TRJiIO端子から入力する外部信号をカウントするモードです(表 20.4)。

表 20.4 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	TRJiIO端子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)
カウント動作	<ul style="list-style-type: none"> •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	$1/(m+1)$ m : TRJiレジスタの設定値
カウント開始条件	TRJiCRレジスタのTSTARTビットへの“1”(カウント開始)書き込み
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> •TRJiCRレジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み •TRJiCRレジスタのTSTOPビットへの“1”(カウント強制停止)書き込み
割り込み要求発生タイミング	タイマRJiのアンダフロー時 [タイマRJi割り込み]
TRJiIO信号端子機能	カウントソース入力
タイマの読み出し	TRJiレジスタを読み出すと、カウント値が読み出される
タイマの書き込み	<ul style="list-style-type: none"> •カウント停止中に、TRJiレジスタに書き込むと、リロードレジスタとカウンタの両方に書き込まれる •カウント中に、TRJiレジスタに書き込むと、リロードレジスタとカウンタへ書き込まれる(「20.3.2 カウント中のタイマ書き込み制御」参照)
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> •TRJiIO入力極性切り替え機能 TRJiIOCレジスタのTEDGSELビットでカウントソースの有効エッジを選択 •カウントソース入力端子選択機能 TRJSRレジスタのTRJiIOSEL0 ~ TRJiIOSEL1ビットでTRJiIO端子を使用するかどうかを選択 •デジタルフィルタ機能 デジタルフィルタの有無とサンプリング周波数をTRJiIOCレジスタのTIPF0 ~ TIPF1ビットで選択 •イベント入力制御機能 TRJiIO端子へのイベント入力の有効期間をTRJiIOCレジスタのTIOGT0 ~ TIOGT1ビットで選択

$i = 0 \sim 1$

20.5.1 タイマRJi I/O制御レジスタ(TRJiIOC)(i = 0 ~ 1)[イベントカウンタモード時]

アドレス 0081h番地(TRJ0IOC)、0089h番地(TRJ1IOC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	—	—	TOPCR	TEDGSEL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TEDGSEL	TRJiIO極性切り替えビット(注1)	0 : TRJiIO入力の立ち上がりエッジでカウント 1 : TRJiIO入力の立ち下がりエッジでカウント	R/W
b1	TOPCR	TRJiIO出力制御ビット	イベントカウンタモードでは“0”にしてください	R/W
b2	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
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、その値は“0”。		—
b4	TIPF0	TRJiIO入力フィルタ選択ビット(注2)	b5 b4 00 : フィルタなし 01 : フィルタあり、f1でサンプリング 10 : フィルタあり、f8でサンプリング 11 : フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0	TRJiIOイベント入力制御ビット	b7 b6 00 : 常にイベント入力有効 01 : INT2のレベルでイベント入力有効(注3) 10 : タイマRCのコンペア一致信号のレベルでイベント入力有効(注5) 11 : タイマRB出力の“H”期間のイベント入力有効(注4)	R/W
b7	TIOGT1			R/W

注1. カウント中にTEDGSELビットの設定値を変更しないでください。

注2. TRJiIO端子から同じ値を3回連続してサンプリングした時点で入力が増定します。

注3. INTENレジスタのINT2PLビットを“0”(片エッジ)にしてください。

INT2ICレジスタのPOLビットを“0”(立ち下がりエッジを選択)にすると、INT2の“H”期間のイベント入力が有効になります。POLビットを“1”(立ち上がりエッジを選択)にすると、INT2の“L”期間のイベント入力が有効になります。

注4. タイマRJは対応するタイマRB出力の“H”期間のイベント入力が有効です。タイマRJ0はタイマRB0、タイマRJ1はタイマRB1です。

注5. タイマRJは対応するタイマRCのコンペア一致信号(TRCIOA、TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD)のイベント入力が有効です。TRJiISRレジスタのRCCPSEL0ビット~RCCPSEL1ビットによって、タイマRCのコンペア出力を選択、またRCCPSEL2ビットによってタイマRCのコンペア一致信号のレベルを選択します。

20.6 パルス幅測定モード

TRJiIO端子から入力する外部信号のパルス幅を測定するモードです(表 20.5)。

図 20.3 にパルス幅測定モード時の動作例を示します。

表 20.5 パルス幅測定モードの仕様

項 目	仕 様
カウントソース	f1、f2、f8、fOCO、fC32、fC、タイマRJ1はタイマRJ0のアンダフロー(注1)
カウント動作	<ul style="list-style-type: none"> •ダウンカウント •測定パルスの“H”レベルの期間、または“L”レベルの期間のみカウントを継続 •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
カウント開始条件	TRJiCRレジスタのTSTARTビットへの“1”(カウント開始)書き込み
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> •TRJiCRレジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み •TRJiCRレジスタのTSTOPビットへの“1”(カウント強制停止)書き込み
割り込み要求発生タイミング	<ul style="list-style-type: none"> •タイマRJiのアンダフロー時 [タイマRJi割り込み] •TRJiIO入力の立ち上がり、または立ち下がり(測定期間終了)[タイマRJi割り込み]
TRJiIO信号端子機能	測定パルス入力
タイマの読み出し	TRJiレジスタを読み出すと、それぞれカウント値が読み出される
タイマの書き込み	<ul style="list-style-type: none"> •カウント停止中に、TRJiレジスタに書き込むと、リロードレジスタとカウンタの両方に書き込まれる •カウント中に、TRJiレジスタに書き込むと、リロードレジスタとカウンタへ書き込まれる(「20.3.2 カウント中のタイマ書き込み制御」参照)
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> •測定レベル設定 TRJiIOCレジスタのTEDGSELビットで“H”レベル期間、または“L”レベル期間を選択 •測定パルス入力端子選択機能 TRJSRレジスタのTRJiIOSEL0～TRJiIOSEL1ビットでTRJiIO端子を使用するかどうかを選択 •デジタルフィルタ機能 デジタルフィルタの有無とサンプリング周波数をTRJiIOCレジスタのTIPF0～TIPF1ビットで選択

注1. タイマRJ0はアンダフローを選択できません。

i = 0 ~ 1

20.6.1 タイマRJi I/O制御レジスタ (TRJiIOC)(i = 0 ~ 1)[パルス幅測定モード時]

アドレス 0081h番地 (TRJ0IOC)、0089h番地 (TRJ1IOC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	—	—	TOPCR	TEDGSEL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TEDGSEL	TRJiiO極性切り替えビット	0 : TRJiiO入力の“L”レベル幅を測定 1 : TRJiiO入力の“H”レベル幅を測定	R/W
b1	TOPCR	TRJiiO出力制御ビット	パルス幅測定モードでは“0”にしてください	R/W
b2	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
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、その値は“0”。	—	—
b4	TIPF0	TRJiiO入力フィルタ選択ビット (注1)	b5 b4 00 : フィルタなし 01 : フィルタあり、f1でサンプリング 10 : フィルタあり、f8でサンプリング 11 : フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0	TRJiiOイベント入力制御ビット	パルス幅測定モードでは“0”にしてください	R/W
b7	TIOGT1			R/W

注1. TRJiiO端子から同じ値を3回連続してサンプリングした時点で入力が増幅されます。

20.6.2 動作例

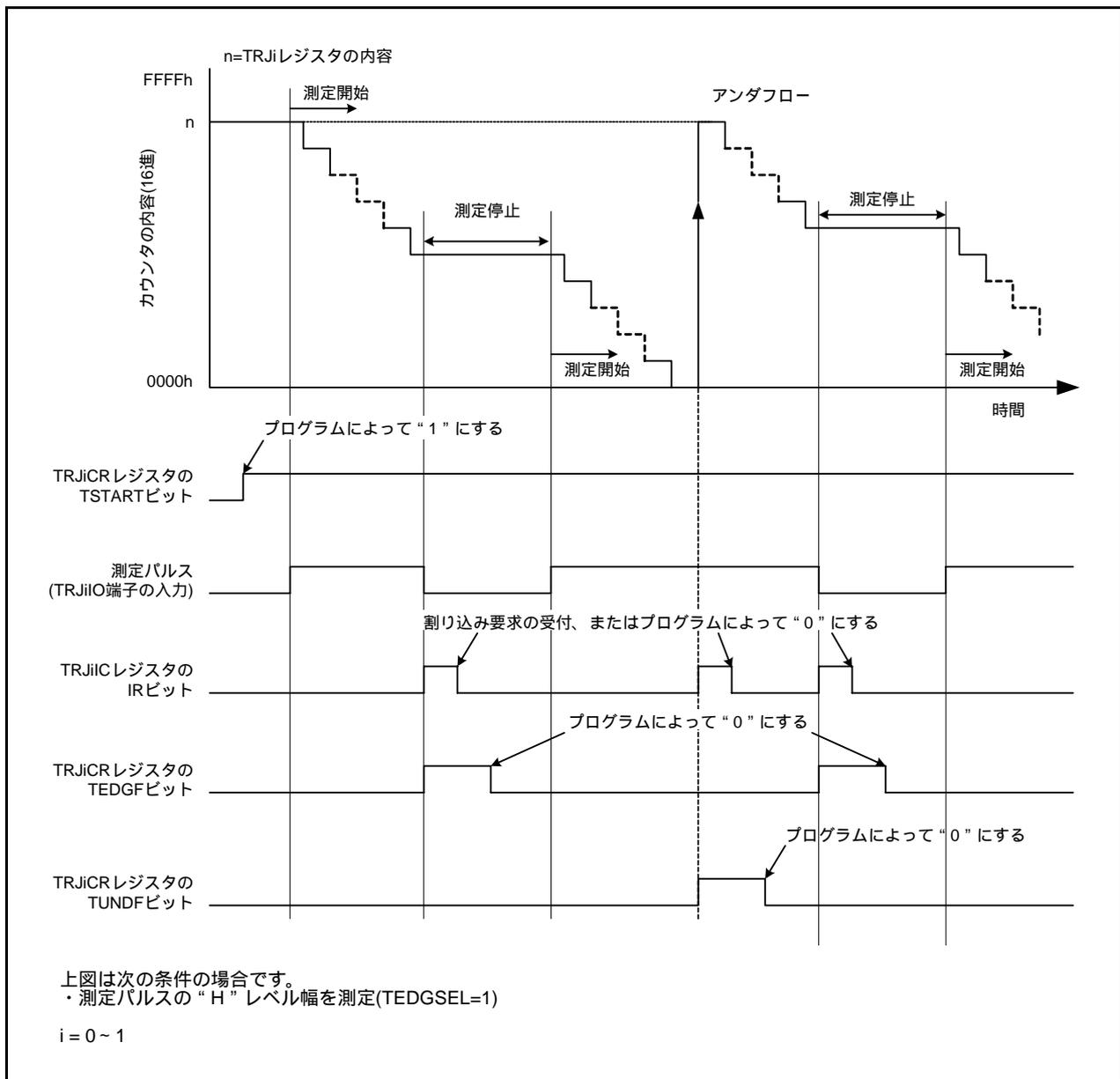


図 20.3 パルス幅測定モード時の動作例

20.7 パルス周期測定モード

TRJiIO端子から入力する外部信号のパルス周期を測定するモードです(表 20.6)。

図 20.4にパルス周期測定モード時の動作例を示します。

表 20.6 パルス周期測定モードの仕様

項 目	仕 様
カウントソース	f1、f2、f8、fOCO、fC32、fC、タイマRJ1はタイマRJ0のアンダフロー(注1)
カウント動作	<ul style="list-style-type: none"> •ダウンカウント •測定パルスの有効エッジ入力後、1回目のタイマRJiのアンダフロー時に読み出し用バッファの内容を保持し、2回目のタイマRJiのアンダフロー時にタイマRJi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
カウント開始条件	TRJiCRレジスタのTSTARTビットへの“1”(カウント開始)書き込み
カウント停止条件	<ul style="list-style-type: none"> •TRJiCRレジスタのTSTARTビットへの“0”(カウント停止)書き込み •TRJiCRレジスタのTSTOPビットへの“1”(カウント強制停止)書き込み
割り込み要求発生タイミング	<ul style="list-style-type: none"> •タイマRJiのアンダフロー時、またはリロード時 [タイマRJi割り込み] •TRJiIO入力の立ち上がり、または立ち下がり(測定期間終了)[タイマRJi割り込み]
TRJiIO端子機能	測定パルス入力
タイマの読み出し	TRJiレジスタを読み出すと、それぞれカウント値が読み出される
タイマの書き込み	<ul style="list-style-type: none"> •カウント停止中に、TRJiレジスタに書き込むと、リロードレジスタとカウンタの両方に書き込まれる •カウント中に、TRJiレジスタに書き込むと、リロードレジスタとカウンタへ書き込まれる(「20.3.2 カウント中のタイマ書き込み制御」)参照
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> •測定期間選択 TRJiIOCレジスタのTEDGSELビットで入力パルスの測定期間を選択 •測定パルス入力端子選択機能 TRJSRレジスタのTRJiIOSEL0～TRJiIOSEL1ビットでTRJiIO端子を使用するかどうかを選択 •デジタルフィルタ機能 デジタルフィルタの有無とサンプリング周波数をTRJiIOCレジスタのTIPF0～TIPF1ビットで選択

注1. タイマRJ0はアンダフローを選択できません。

i = 0 ~ 1

20.7.1 タイマRJi I/O制御レジスタ (TRJiIOC)(i = 0 ~ 1)[パルス周期測定モード時]

アドレス 0081h番地 (TRJ0IOC)、0089h番地 (TRJ1IOC)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	—	—	TOPCR	TEDGSEL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TEDGSEL	TRJiIO極性切り替えビット	0 : 測定パルスの立ち上がりから立ち上がり間測定 1 : 測定パルスの立ち下がりから立ち下がり間測定	R/W
b1	TOPCR	TRJiIO出力制御ビット	パルス周期測定モードでは“0”にしてください	R/W
b2	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
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、その値は“0”。	—	—
b4	TIPF0	TRJiIO入力フィルタ選択ビット (注1)	b5 b4 00 : フィルタなし 01 : フィルタあり、f1でサンプリング 10 : フィルタあり、f8でサンプリング 11 : フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0	TRJiIOイベント入力制御ビット	パルス周期測定モードでは“0”にしてください	R/W
b7	TIOGT1			R/W

注1. TRJiIO端子から同じ値を3回連続してサンプリングした時点で入力が増大します。

20.7.2 動作例

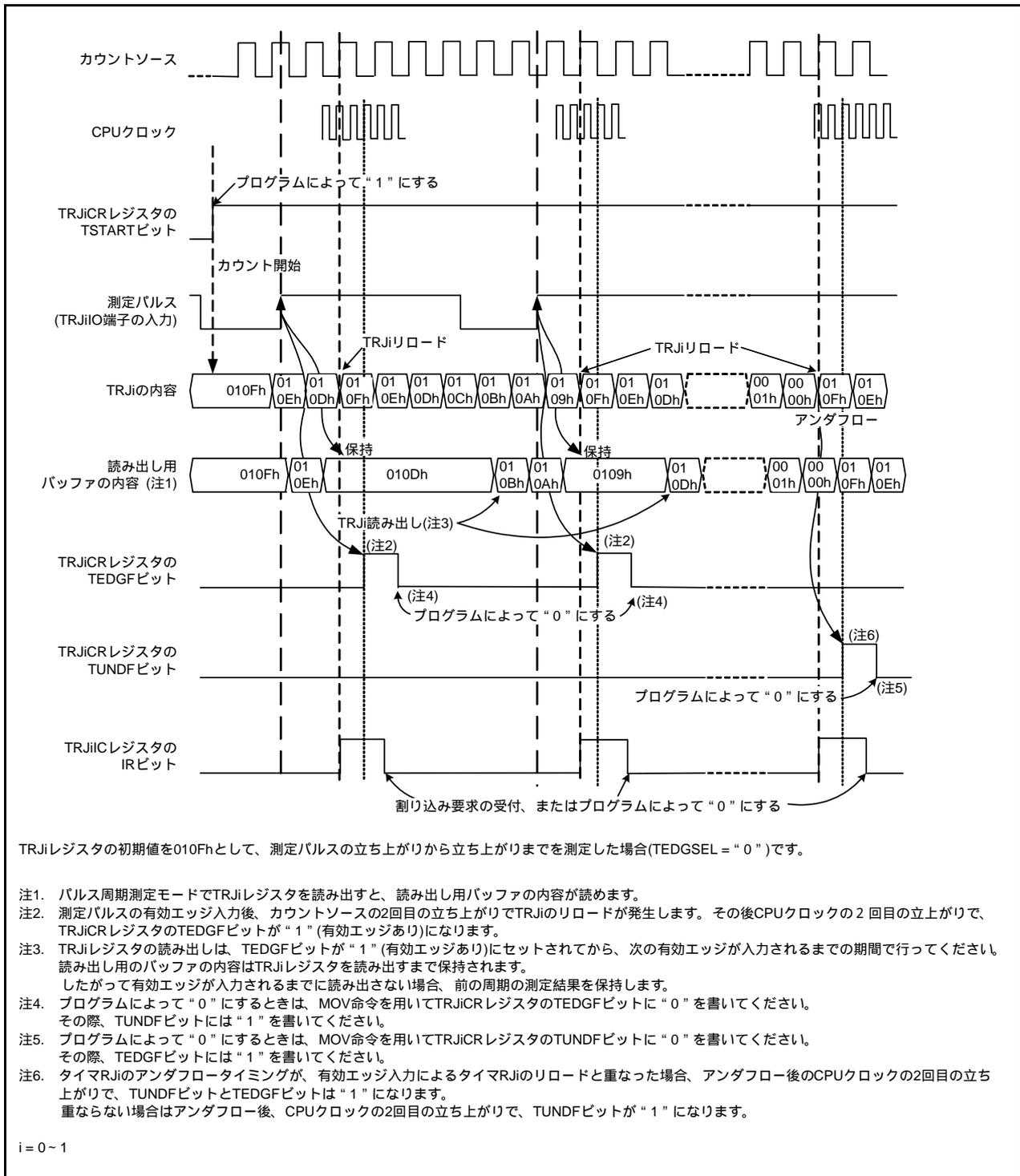


図 20.4 パルス周期測定モード時の動作例

20.8 タイマRJ使用上の注意

- リセット後、タイマはカウントを停止しています。タイマに値を設定した後、カウントを開始してください。
- タイマは16ビット単位で読み出してください。
- パルス幅測定モードおよびパルス周期測定モードで使用する TRJiCR レジスタの TEDGF ビットと TUNDF ビットは、プログラムで“0”を書くと“0”になり、“1”を書いても変化しません。TRJiCR レジスタにリードモディファイライト命令を使用した場合、命令実行中に TEDGF ビット、TUNDF ビットが“1”になっても“0”にする場合があります。このとき、“0”にしたいTEDGFビット、TUNDFビットにはMOV命令で“1”を書いてください。
- 他のモードからパルス幅測定モードおよびパルス周期測定モードに変更したとき、TEDGFビットとTUNDFビットは不定です。TEDGFビットとTUNDFビットに“0”を書いてから、タイマRJiのカウントを開始してください。
- カウント開始後に初めて発生するタイマRJiのアンダフロー信号で、TEDGFビットが“1”になる場合があります。
- パルス周期測定モードを使用する場合は、カウント開始直後にタイマRJiレジスタの2周期以上の時間を空けて、TEDGFビットを“0”にしてから使用してください。
- カウント停止中にTSTARTビットに“1”を書いた後は、カウントソースの0～1サイクルの間、TCSTFビットは“0”になっています。
TCSTFビットが“1”になるまで、TCSTFビットを除くタイマRJi関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。
TCSTFビットが“1”になった後の最初のカウントソースの有効エッジからカウントを開始します。
カウント中にTSTARTビットに“0”を書いた後は、カウントソースの0～1サイクルの間、TCSTFビットは“1”になっています。TCSTFビットが“0”になったときカウントは停止します。
TCSTFビットが“0”になるまで、TCSTFビットを除くタイマRJi関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。

注1. タイマRJi関連レジスタ：TRJiCR、TRJiOC、TRJiMR、TRJi

- カウント中(TCSTFビットが“1”)にTRJiレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をカウントソースの3周期以上空けてください。
- パルス幅測定モードとパルス周期測定モードでは、TRJiレジスタ(i=0～1)に0000hを設定しないでください。

21. シリアルインタフェース(UART0)

シリアルインタフェースはUART0の1チャンネルで構成しています。

21.1 概要

UART0は専用の転送クロック発生用タイマを持ち、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)の2種類のモードを持ちます。

図 21.1 に UART0 のブロック図を、図 21.2 に UART0 送受信部のブロック図、表 21.1 に UART0 の端子構成を示します。

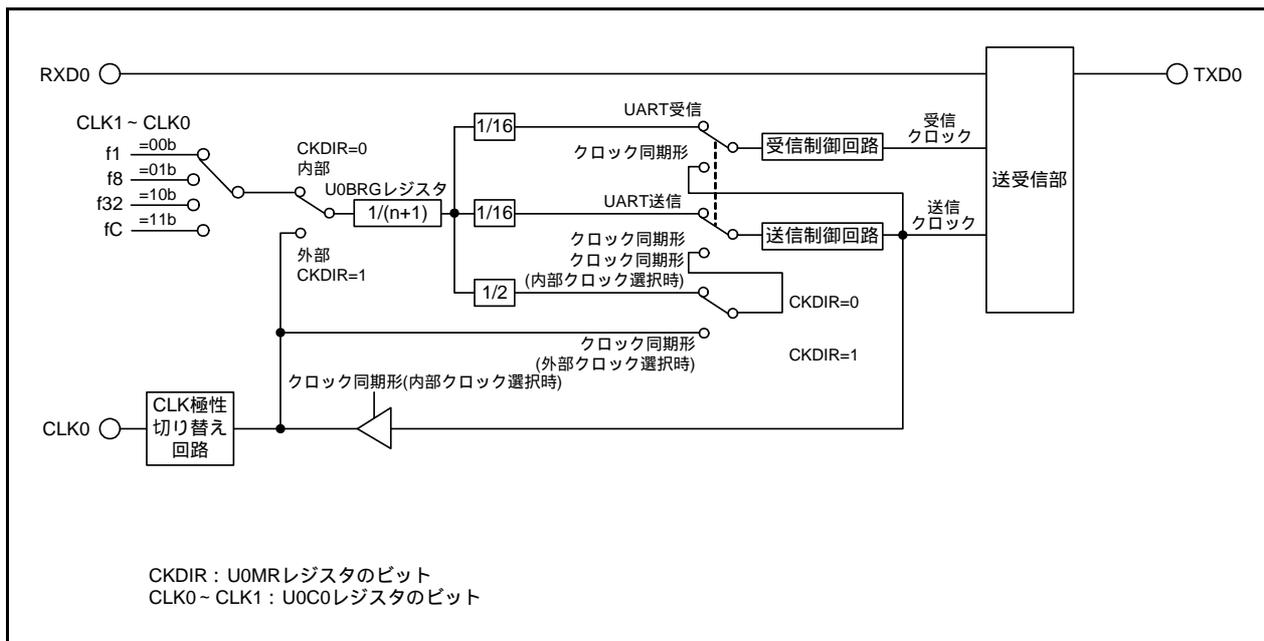


図 21.1 UART0のブロック図

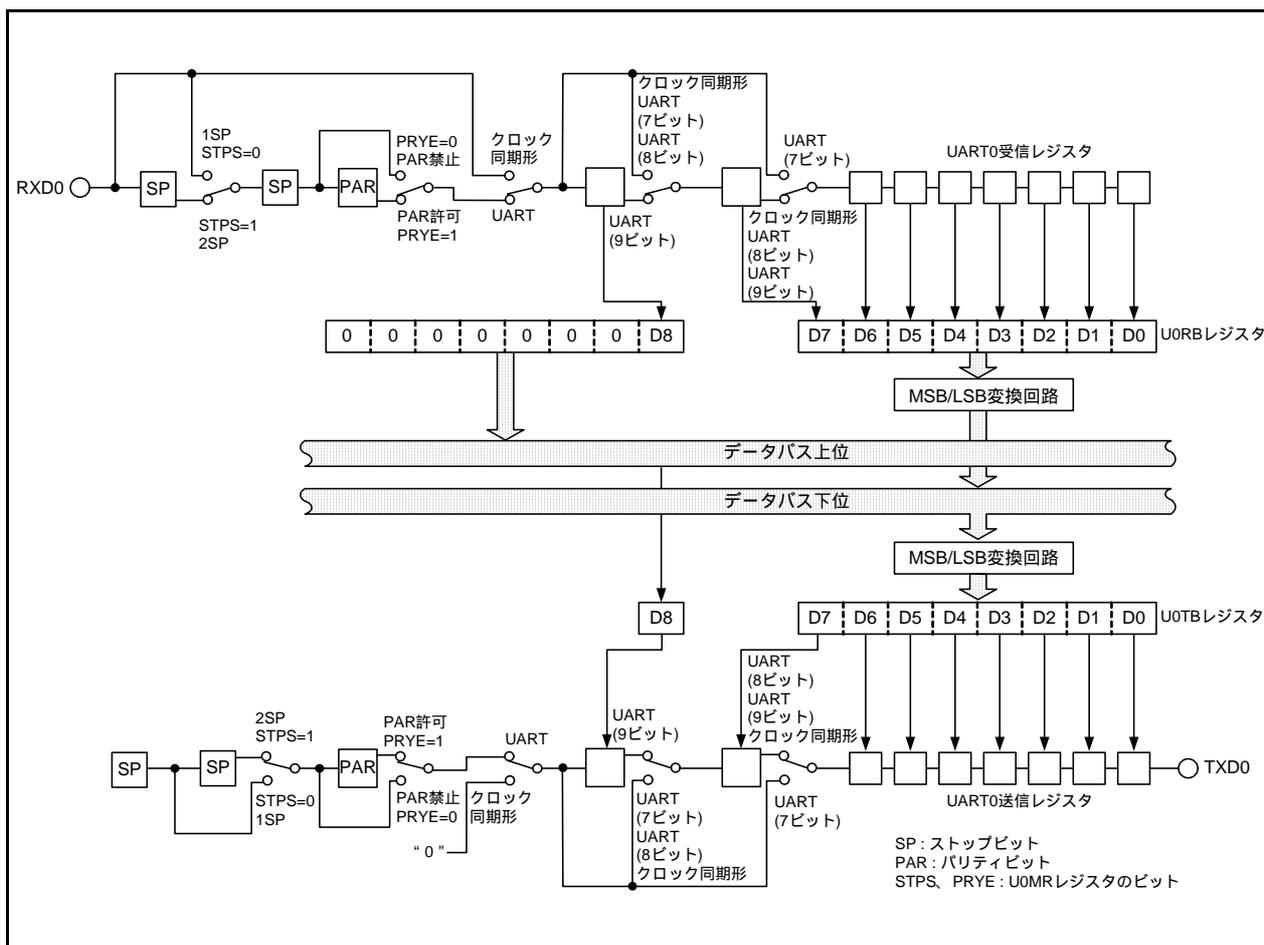


図 21.2 UART0送受信部のブロック図

表 21.1 UART0の端子構成

端子名	割り当てる端子	入出力	機能
TXD0	P8_5	出力	シリアルデータ出力
RXD0	P8_6	入力	シリアルデータ入力
CLK0	P8_4	入出力	転送クロック入出力

21.2 レジスタの説明

21.2.1 モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)

アドレス	0008h 番地							
ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	MSTADC	—	MSTTRC	MSTLCD	MSTIIC	—	MSTURTO	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	MSTURTO	UART0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注1)	R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	MSTIIC	SSU、I ² Cバススタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注2)	R/W
b4	MSTLCD	LCDスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注3)	R/W
b5	MSTTRC	タイマRCスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注4)	R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	MSTADC	A/Dスタンバイビット(注5)	0: アクティブ 1: スタンバイ	R/W

注1. MSTURTOビットが“1”(スタンバイ)のとき、UART0関連レジスタ(00A0h ~ 00A7h番地)へのアクセスは無効になります。

注2. MSTIICビットが“1”(スタンバイ)のとき、SSU、I²C関連レジスタ(0193h ~ 19Dh番地)へのアクセスは無効になります。

注3. MSTLCDビットが“1”(スタンバイ)のとき、LCD関連レジスタ(0200h ~ 0237h番地)へのアクセスは無効になります。

注4. MSTTRCビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRC関連レジスタ(0120h ~ 0133h番地)へのアクセスは無効になります。

注5. MSTADCビットが“1”(スタンバイ)のとき、A/D関連レジスタ(00C0h ~ 00D9h番地、00DCh ~ 00DFh番地)へのアクセスは無効になります。

温度センサ使用時は、MSTADCビットを“0”(アクティブ)にしてください。

各スタンバイビットをスタンバイにする場合は、対応する周辺機能を停止してから変更してください。各スタンバイビットでスタンバイに設定されている周辺機能の各レジスタは読み出しと書き込みはできません。また、周辺機能へのクロックの供給も停止しています。

スタンバイからアクティブに変更する場合は、変更後に対応する周辺機能のレジスタを再設定してください。

21.2.2 UART0送受信モードレジスタ(U0MR)

アドレス 00A0h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	PRYE	PRY	STPS	CKDIR	SMD2	SMD1	SMD0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	SMD0	シリアルI/Oモード選択ビット (注1、2)	b2 b1 b0 000: シリアルインタフェースは無効 001: クロック同期形シリアルI/Oモード 100: UARTモード転送データ長7ビット 101: UARTモード転送データ長8ビット 110: 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	R/W
b1	SMD1			R/W
b2	SMD2			R/W
b3	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	R/W
b4	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	R/W
b5	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	R/W
b6	PRYE	パリティ許可ビット	0: パリティ禁止 1: パリティ許可	R/W
b7	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W

注1. SMD2 ~ SMD0ビットを“000b”(シリアルインタフェース無効)にするときはU0C1レジスタのTEビットを“0”(送信禁止)、REビットを“0”(受信禁止)にしてください。

注2. SMD2 ~ SMD0ビットが“001b”(クロック同期形シリアルI/Oモード)のとき、U0RBレジスタのエラーフラグ(FER、PER、SUMビット)は無効です。読んだ場合、その値は不定です。

21.2.3 UART0ビットレートレジスタ(U0BRG)

アドレス 00A1h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	機能	設定範囲	R/W
b7 ~ b0	設定値をnとすると、U0BRGはカウントソースをn+1分周する	00h ~ FFh	W

U0BRGレジスタは、送受信停止中に書いてください。

U0BRGレジスタは、MOV命令を使用して書いてください。

U0C0レジスタのCLK0 ~ CLK1ビットを設定した後、U0BRGレジスタに書いてください。

21.2.4 UART0送信バッファレジスタ (U0TB)

アドレス 00A3h ~ 00A2h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	シンボル	機能	R/W
b0	—	送信データ(D8 ~ D0)	W
b1	—		
b2	—		
b3	—		
b4	—		
b5	—		
b6	—		
b7	—		
b8	—		
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、その値は不定。	—
b10	—		
b11	—		
b12	—		
b13	—		
b14	—		
b15	—		

転送データ長が9ビットの場合、U0TBレジスタの上位バイト 下位バイトの順で書いてください。
U0TBレジスタはMOV命令を使用して書いてください。

21.2.5 UART0送受信制御レジスタ0 (U0C0)

アドレス 00A4h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	UFORM	CKPOL	NCH	—	TXEPT	—	CLK1	CLK0
リセット後の値	0	0	0	0	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CLK0	BRGカウンタソース選択ビット(注1)	b1 b0 00 : f1を選択 01 : f8を選択 10 : f32を選択 11 : fCを選択	R/W
b1	CLK1			R/W
b2	—			予約ビット
b3	TXEPT	送信レジスタ空フラグ	0 : 送信レジスタにデータあり(送信中) 1 : 送信レジスタにデータなし(送信完了)	R
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”。		—
b5	NCH	データ出力選択ビット	0 : TXD0端子はCMOS出力 1 : TXD0端子はNチャンネルオープンドレイン出力	R/W
b6	CKPOL	CLK極性選択ビット	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 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	R/W
b7	UFORM	転送フォーマット選択ビット	0 : LSBファースト 1 : MSBファースト	R/W

注1. BRGカウンタソースを変更した場合は、U0BRGレジスタを再設定してください。

21.2.6 UART0送受信制御レジスタ1 (U0C1)

アドレス 00A5h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	U0RRM	U0IRS	RI	RE	TI	TE
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	1	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TE	送信許可ビット	0 : 送信禁止 1 : 送信許可	R/W
b1	TI	送信バッファ空フラグ	0 : U0TBにデータあり 1 : U0TBにデータなし	R
b2	RE	受信許可ビット	0 : 受信禁止 1 : 受信許可	R/W
b3	RI	受信完了フラグ(注1)	0 : U0RBにデータなし 1 : U0RBにデータあり	R
b4	U0IRS	UART0送信割り込み要因選択ビット	0 : 送信バッファ空(TI = 1) 1 : 送信完了(TXEPT = 1)	R/W
b5	U0RRM	UART0連続受信モード許可ビット(注2)	0 : 連続受信モード禁止 1 : 連続受信モード許可	R/W
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”。		—
b7	—			

注1. RIビットはU0RBレジスタの上位バイトを読み出したとき、“0” になります。

注2. UARTモード時、U0RRMビットは“0” (連続受信モード禁止) にしてください。

21.2.7 UART0受信バッファレジスタ(U0RB)

アドレス 00A7h ~ 00A6h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
シンボル	SUM	PER	FER	OER	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	—	受信データ(D7 ~ D0)	R
b1	—			
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			
b8	—	—	受信データ(D8)	R
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、その値は不定。		—
b10	—			
b11	—			
b12	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	R
b13	FER	フレーミングエラーフラグ(注1、2)	0: フレーミングエラーなし 1: フレーミングエラー発生	R
b14	PER	パリティエラーフラグ(注1、2)	0: パリティエラーなし 1: パリティエラー発生	R
b15	SUM	エラーサムフラグ(注1、2)	0: エラーなし 1: エラー発生	R

注1. SUM、PER、FER、OERビットは、U0MRレジスタのSMD2 ~ SMD0ビットを“000b”(シリアルインタフェースは無効)にしたとき、またはU0C1レジスタのREビットを“0”(受信禁止)にしたとき、“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U0RBレジスタの上位バイトを読み出したとき、“0”になります。

UiMRレジスタのSMD2 ~ SMD0ビットを“000b”にするときは、UiC1レジスタのTEビットを“0”(送信禁止)、REビットを“0”(受信禁止)にしてください。

注2. UiMRレジスタのSMD2 ~ SMD0ビットが“001b”(クロック同期形シリアルI/Oモード)のとき、これらのエラーフラグは無効です。読んだ場合、その値は不定です。

U0RBレジスタは必ず16ビット単位で読み出してください。

21.2.8 UART0端子選択レジスタ(U0SR)

アドレス 0188h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	CLK0SEL1	CLK0SEL0	RXD0SEL1	RXD0SEL0	TXD0SEL1	TXD0SEL0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	TXD0SEL0	TXD0端子選択ビット	b1 b0 00: TXD0端子は使用しない 01: P8_5に割り当てる 10: 設定しないでください 11: 設定しないでください	R/W
b1	TXD0SEL1			R/W
b2	RXD0SEL0	RXD0端子選択ビット	b3 b2 00: RXD0端子は使用しない 01: P8_6に割り当てる 10: 設定しないでください 11: 設定しないでください	R/W
b3	RXD0SEL1			R/W
b4	CLK0SEL0	CLK0端子選択ビット	b5 b4 00: CLK0端子は使用しない 01: P8_4に割り当てる 10: 設定しないでください 11: 設定しないでください	R/W
b5	CLK0SEL1			R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	—			

U0SRレジスタは、UART0の入出力をどの端子に割り当てるかを選択するレジスタです。UART0の入出力端子を使用する場合は、U0SRレジスタを設定してください。

UART0の関連レジスタを設定する前に、U0SRレジスタを設定してください。また、UART0の動作中はU0SRレジスタの設定値を変更しないでください。

21.3 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 21.2にクロック同期形シリアルI/Oモードの仕様を、表 21.3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 21.2 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	<ul style="list-style-type: none"> 転送データ長 8ビット
転送クロック	<ul style="list-style-type: none"> U0MR レジスタのCKDIRビットが“0”(内部クロック) : $f_i/(2(n+1))$ $f_i = f_1, f_8, f_{32}, f_C$ $n = U0BRG$レジスタの設定値 00h ~ FFh CKDIRビットが“1”(外部クロック) : CLK0端子からの入力
送信開始条件	<ul style="list-style-type: none"> 送信開始には、以下の条件が必要です(注1)。 U0C1レジスタのTEビットが“1”(送信許可) U0C1レジスタのTIビットが“0”(U0TBレジスタにデータあり)
受信開始条件	<ul style="list-style-type: none"> 受信開始には、以下の条件が必要です(注1)。 U0C1レジスタのREビットが“1”(受信許可) U0C1レジスタのTEビットが“1”(送信許可) U0C1レジスタのTIビットが“0”(U0TBレジスタにデータあり)
割り込み要求発生タイミング	<ul style="list-style-type: none"> 送信する場合、次の条件のいずれかを選択できます。 -U0IRSビットが“0”(送信パツファ空) : U0TBレジスタからUART0送信レジスタへデータ転送時(送信開始時) -U0IRSビットが“1”(送信完了) : UART0送信レジスタからデータ送信完了時 受信する場合 UART0受信レジスタから、U0RBレジスタへデータ転送時(受信完了時)
エラー検出	<ul style="list-style-type: none"> オーバランエラー(注2) U0RBレジスタを読む前に次のデータ受信を開始し、次データの7ビット目を受信すると発生
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> 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 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 連続受信モード選択 U0RBレジスタを読み出す動作により、同時に受信許可状態になる

注1. 外部クロックを選択している場合、U0C0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、U0RBレジスタの受信データ(b0 ~ b8)は不定になります。

表 21.3 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 (注1)

レジスタ	ビット	機能
U0TB	b0 ~ b7	送信データを設定してください
U0RB	b0 ~ b7	受信データが読めます
	OER	オーバランエラーフラグ
U0BRG	b0 ~ b7	ビットレートを設定してください
U0MR	SMD2 ~ SMD0	“001b” 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
U0C0	CLK1 ~ CLK0	U0BRGレジスタのカウンタソースを選択してください
	TXEPT	送信レジスタ空フラグ
	NCH	TXD0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
U0C1	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
	U0IRS	UART0送信割り込み要因を選択してください
	U0RRM	連続受信モードを使用する場合、“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、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。

表 21.4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。

UART0の動作モード選択後、転送開始までは、TXD0端子は“H”レベルを出力します(U0C0レジスタのNCHビットが“1”(Nチャンネルオープンドレイン出力)の場合、ハイインピーダンス状態)。

表 21.4 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

端子名	機能	選択方法
TXD0(P8_5)	シリアルデータ出力	U0SRレジスタのTXD0SEL1 ~ TXD0SEL0ビット = 01b Nチャンネルオープンドレイン出力選択時は PD8レジスタのPD8_5ビット = 0 (受信だけを行うときはTXD0SEL1 ~ TXD0SEL0ビット = 00bと設定することで、P8_5をポートとして使用可)
RXD0(P8_6)	シリアルデータ入力	U0SRレジスタのRXD0SEL1 ~ RXD0SEL0ビット = 01b PD8レジスタのPD8_6ビット = 0 (送信だけを行うときはRXD0SEL1 ~ RXD0SEL0ビット = 00bと設定することで、P8_6をポートとして使用可)
CLK0(P8_4)	転送クロック出力	U0SRレジスタのCLK0SEL1 ~ CLK0SEL0ビット = 01b U0MRレジスタのCKDIRビット = 0 (内部クロック)
	転送クロック入力	U0SRレジスタのCLK0SEL1 ~ CLK0SEL0ビット = 01b U0MRレジスタのCKDIRビット = 1 (外部クロック) PD8レジスタのPD8_4ビット = 0

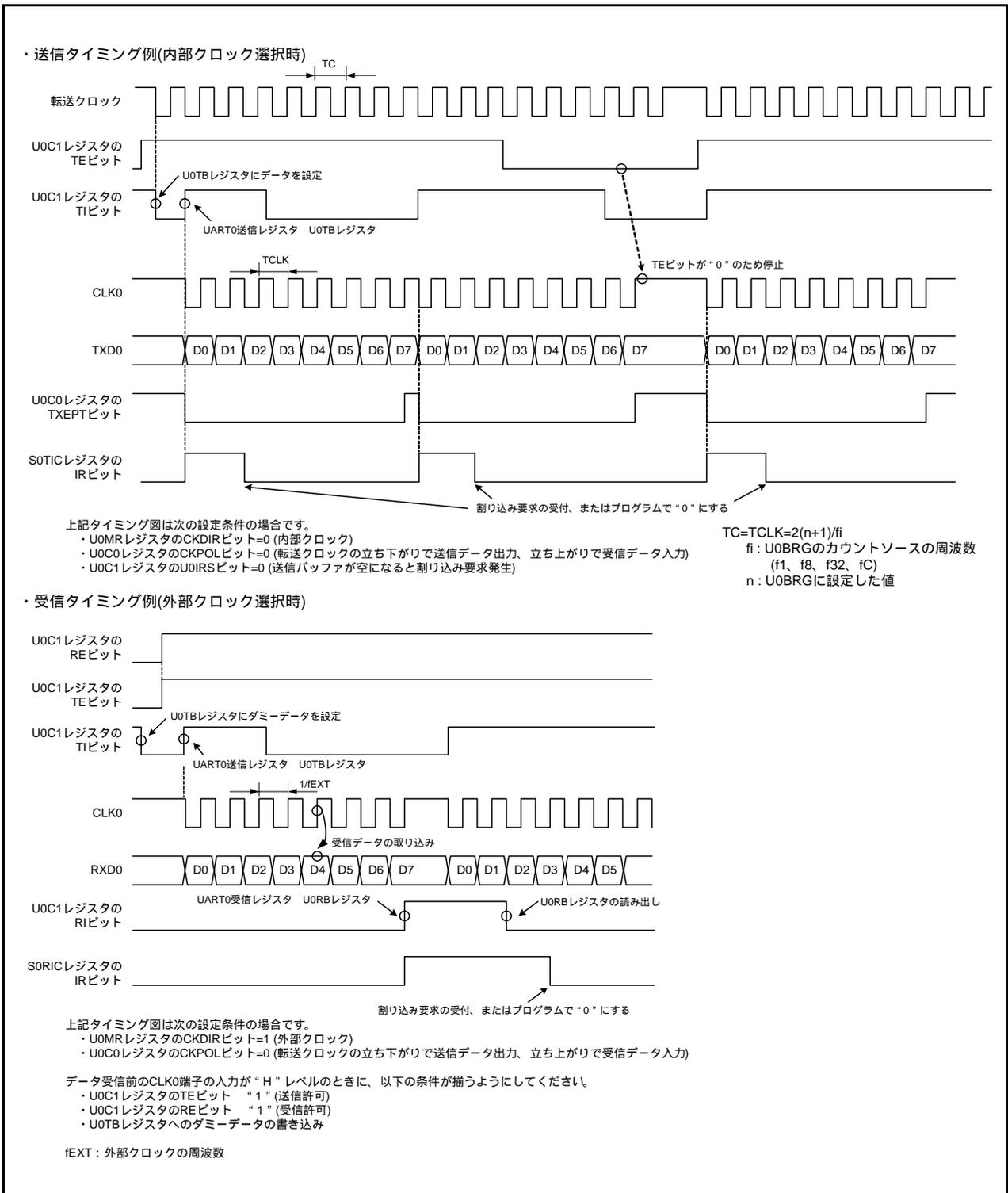


図 21.3 クロック同期形シリアルI/Oモード時の送受信タイミング例

21.3.1 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を途中終了させた場合、または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。

- (1) U0C1レジスタのTEビットを“0”(送信禁止)、REビットを“0”(受信禁止)にする。
- (2) U0MRレジスタのSMD2～SMD0ビットを“000b”(シリアルインタフェースは無効)にする。
- (3) U0MRレジスタのSMD2～SMD0ビットを“001b”(クロック同期形シリアルI/Oモード)にする。
- (4) U0C1レジスタのTEビットを“1”(送信許可)、REビットを“1”(受信許可)にする。

21.3.2 極性選択機能

図 21.4 に転送クロックの極性を示します。U0C0 レジスタの CKPOL ビットによって転送クロックの極性を選択できます。

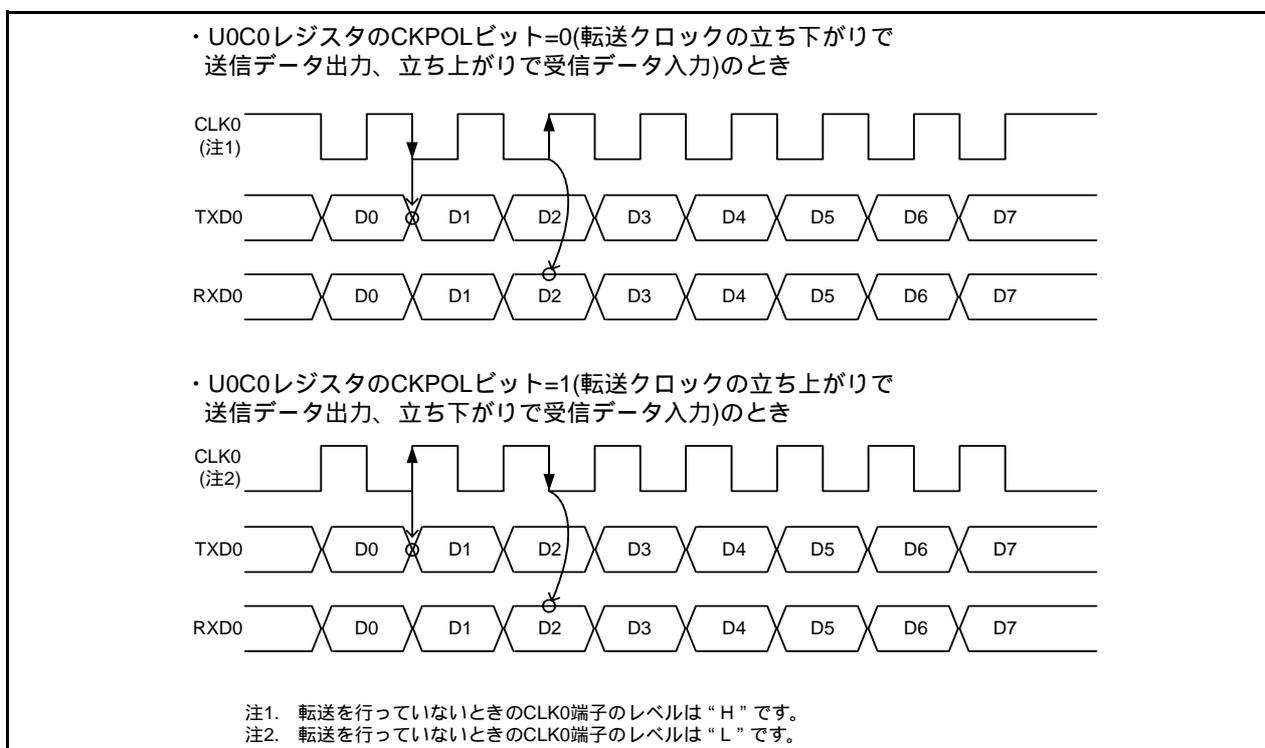


図 21.4 転送クロックの極性

21.3.3 LSBファースト、MSBファースト選択

図 21.5 に転送フォーマットを示します。U0C0 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。

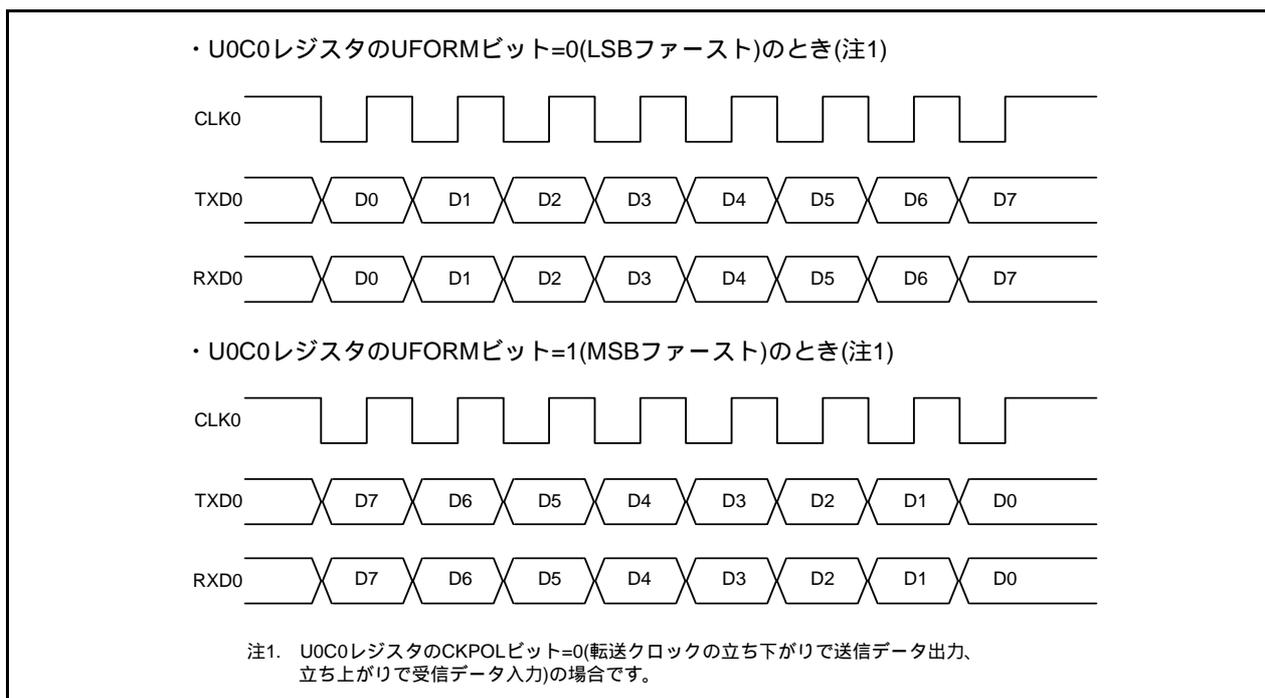


図 21.5 転送フォーマット

21.3.4 連続受信モード

U0C1レジスタのU0RRMビットを“1”(連続受信モード許可)に設定することによって、連続受信モードになります。連続受信モードでは、U0RBレジスタを読むことでU0C1レジスタのTIビットが“0”(U0TBにデータあり)になります。U0RRMビットが“1”の場合、プログラムでU0TBレジスタにダミーデータを書かないでください。

21.4 クロック非同期形シリアルI/O(UART)モード

クロック非同期形シリアルI/Oモードは、任意のビットレート、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 21.5 にクロック非同期形シリアルI/Oモードの仕様を、表 21.6 にUARTモード時の使用レジスタと設定値を示します。

表 21.5 クロック非同期形シリアルI/Oモードの仕様

項目	仕様
転送データフォーマット	<ul style="list-style-type: none"> •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 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、なし選択可 •ストップビット 1ビット、2ビット 選択可
転送クロック	<ul style="list-style-type: none"> •U0MRレジスタのCKDIRビットが“0”(内部クロック) : $f_j/(16(n+1))$ $f_j = f_1, f_8, f_{32}, f_C$ $n = U0BRG$レジスタの設定値 00h ~ FFh •CKDIRビットが“1”(外部クロック) : $f_{EXT}/(16(n+1))$ f_{EXT}はCLK0端子からの入力 $n = U0BRG$レジスタの設定値 00h ~ FFh
送信開始条件	<ul style="list-style-type: none"> •送信開始には、以下の条件が必要です。 U0C1レジスタのTEビットが“1”(送信許可) U0C1レジスタのTIビットが“0”(U0TBレジスタにデータあり)
受信開始条件	<ul style="list-style-type: none"> •受信開始には、以下の条件が必要です。 U0C1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	<ul style="list-style-type: none"> •送信する場合、次の条件のいずれかを選択できます。 -U0C1レジスタのU0IRSビットが“0”(送信バッファ空) : U0TBレジスタからUART0送信レジスタへデータ転送時(送信開始時) -U0IRSビットが“1”(送信完了) : UART0送信レジスタからデータ送信完了時 •受信する場合 UART0受信レジスタから、U0RBレジスタへデータ転送時(受信完了時)
エラー検出	<ul style="list-style-type: none"> •オーバランエラー(注1) U0RB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(注2) •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

注1. オーバランエラーが発生した場合、U0RBレジスタの受信データ(b0 ~ b8)は不定になります。

注2. フレーミングエラーフラグ、パリティエラーフラグは、UART0受信レジスタからU0RBレジスタにデータが転送されるときに“1”になります。

表 21.6 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
U0TB	b0 ~ b8	送信データを設定してください(注1)
U0RB	b0 ~ b8	受信データが読めます(注2)
	OER、FER、PER、SUM	エラーフラグ
U0BRG	b0 ~ b7	ビットレートを設定してください
U0MR	SMD2 ~ SMD0	転送データが7ビットの場合、“100b”を設定してください。 転送データが8ビットの場合、“101b”を設定してください。 転送データが9ビットの場合、“110b”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。
U0C0	CLK1 ~ CLK0	U0BRGレジスタのカウントソースを選択してください。
	TXEPT	送信レジスタ空フラグ
	NCH	TXD0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せん。 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。
U0C1	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
	U0IRS	UART0送信割り込み要因を選択してください。
	U0RRM	“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b0 ~ b6、転送データ長8ビット：ビットb0 ~ b7、転送データ長9ビット：ビットb0 ~ b8

注2. 転送データ長7ビットの場合のビットb7 ~ b8、転送データ長8ビットの場合のビットb8の内容は不定です。

表 21.7にUARTモード時の入出力端子の機能を示します。なお、UART0の動作モード選択後、転送開始までは、TXD0端子は“H”レベルを出力します(NCHビットが“1”(U0C0レジスタのNチャンネルオープンドレイン出力)の場合、ハイインピーダンス状態)。

表 21.7 UARTモード時の入出力端子の機能

端子名	機能	選択方法
TXD0(P8_5)	シリアルデータ出力	U0SRレジスタのTXD0SEL1 ~ TXD0SEL0ビット = 01b Nチャンネルオープンドレイン出力選択時は PD8レジスタのPD8_5ビット = 0 (受信だけを行うときはTXD0SEL1 ~ TXD0SEL0ビット = 00bと設定することで、P8_5をポートとして使用可)
RXD0(P8_6)	シリアルデータ入力	U0SRレジスタのRXD0SEL1 ~ RXD0SEL0ビット = 01b PD8レジスタのPD8_6ビット = 0 (送信だけを行うときはRXD0SEL1 ~ RXD0SEL0ビット = 00bと設定することで、P8_6をポートとして使用可)
CLK0(P8_4)	プログラマブル入出力ポート	U0SRレジスタのCLK0SEL1 ~ CLK0SEL0ビット = 00b (CLK0端子は使用しない)
	転送クロック入力	U0SRレジスタのCLK0SEL1 ~ CLK0SEL0ビット = 01b U0MRレジスタのCKDIRビット = 1 (外部クロック) PD8レジスタのPD8_4ビット = 0

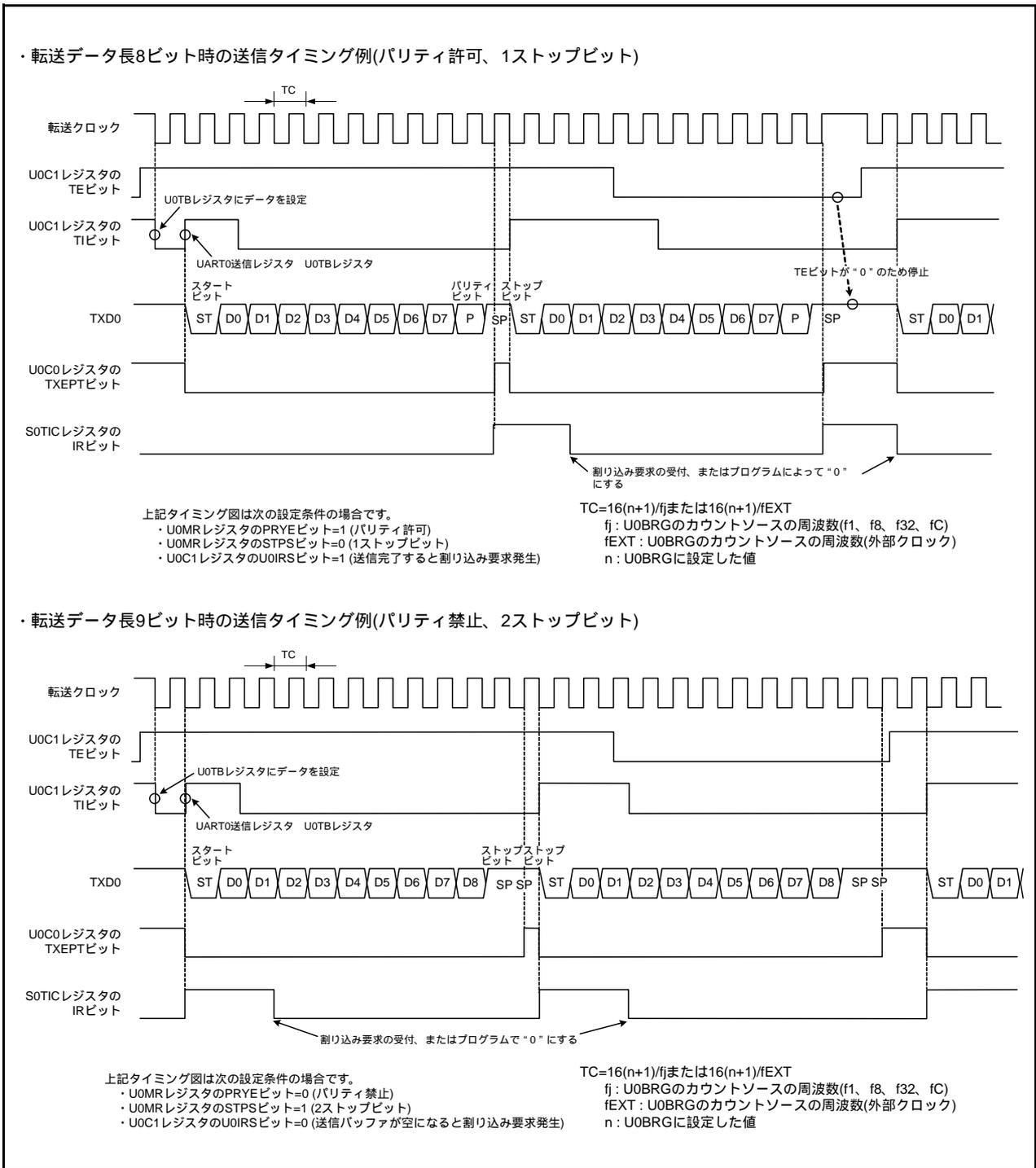


図 21.6 UARTモード時の送信タイミング

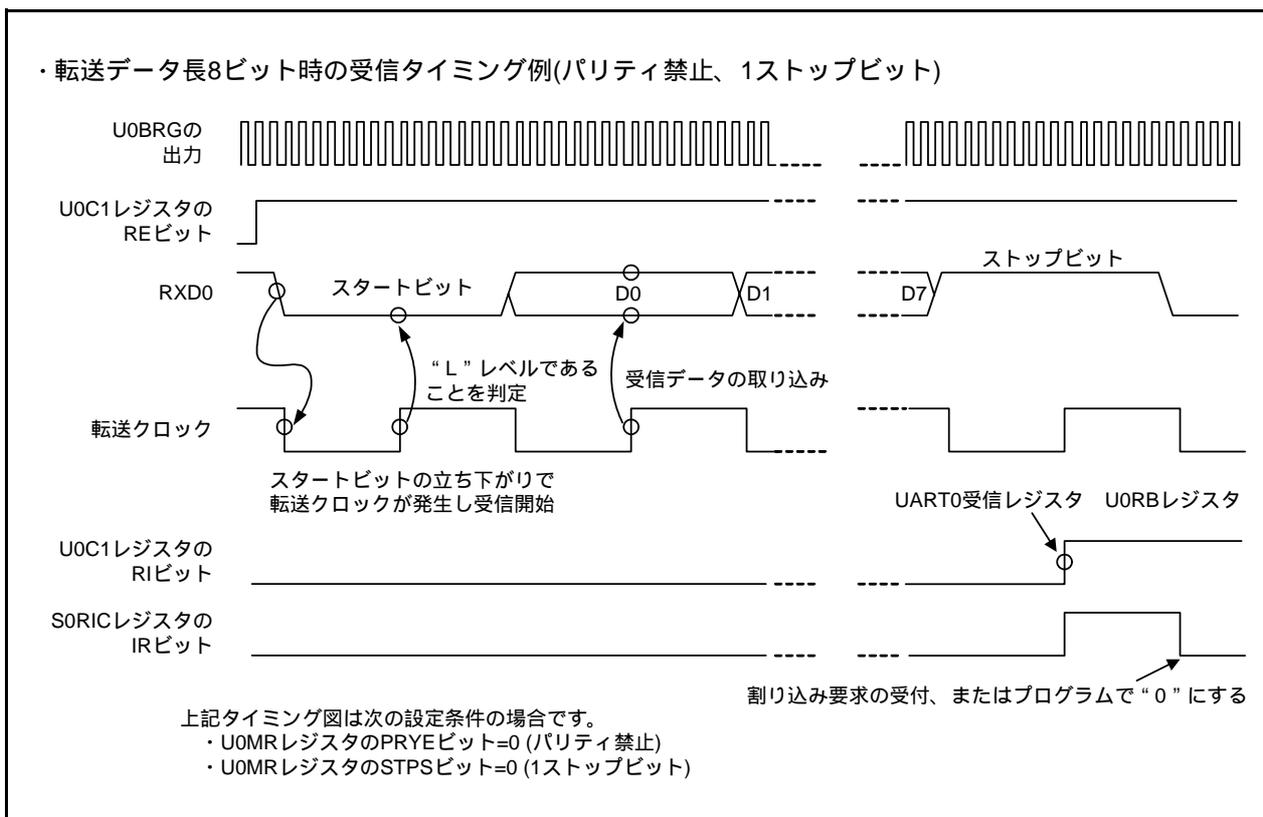


図 21.7 UARTモード時の受信タイミング例

21.4.1 ビットレート

UARTモードではU0BRGレジスタで分周した周波数の16分周がビットレートになります。

< UARTモード >	
・ 内部クロック選択時	
$\text{U0BRGレジスタへの設定値} = \frac{f_j}{\text{ビットレート} \times 16} - 1$	
f _j : U0BRGレジスタのカウンタソースの周波数(f ₁ 、f ₈ 、f ₃₂ 、f _C)	
・ 外部クロック選択時	
$\text{U0BRGレジスタへの設定値} = \frac{f_{\text{EXT}}}{\text{ビットレート} \times 16} - 1$	
f _{EXT} : U0BRGレジスタのカウンタソースの周波数(外部クロック)	

図 21.8 U0BRG レジスタの設定値の算出式

表 21.8 UARTモード時のビットレート設定例(内部クロック選択時)

ビット レート (bps)	U0BRGの カウンタ ソース	システムクロック = 20 MHz			システムクロック = 18.432 MHz (注1)			システムクロック = 8 MHz		
		U0BRGの 設定値	実時間 (bps)	設定 誤差 (%)	U0BRGの 設定値	実時間 (bps)	設定 誤差 (%)	U0BRGの 設定値	実時間 (bps)	設定 誤差 (%)
1200	f8	129 (81h)	1201.92	0.16	119 (77h)	1200.00	0.00	51 (33h)	1201.92	0.16
2400	f8	64 (40h)	2403.85	0.16	59 (3Bh)	2400.00	0.00	25 (19h)	2403.85	0.16
4800	f8	32 (20h)	4734.85	- 1.36	29 (1Dh)	4800.00	0.00	12 (0Ch)	4807.69	0.16
9600	f1	129 (81h)	9615.38	0.16	119 (77h)	9600.00	0.00	51 (33h)	9615.38	0.16
14400	f1	86 (56h)	14367.82	- 0.22	79 (4Fh)	14400.00	0.00	34 (22h)	14285.71	- 0.79
19200	f1	64 (40h)	19230.77	0.16	59 (3Bh)	19200.00	0.00	25 (19h)	19230.77	0.16
28800	f1	42 (2Ah)	29069.77	0.94	39 (27h)	28800.00	0.00	16 (10h)	29411.76	2.12
38400	f1	32 (20h)	37878.79	- 1.36	29 (1Dh)	38400.00	0.00	12 (0Ch)	38461.54	0.16
57600	f1	21 (15h)	56818.18	- 1.36	19 (13h)	57600.00	0.00	8 (08h)	55555.56	- 3.55
115200	f1	10 (0Ah)	113636.36	- 1.36	9 (09h)	115200.00	0.00	-	-	-

注1. 高速オンチップオシレータに対して、FR18S0レジスタの調整値をFRC0レジスタに、FR18S1レジスタの調整値をFRC1レジスタに書き込んでください。
システムクロックに高速オンチップオシレータを選択し、FRA2レジスタのFRA22 ~ FRA20ビットを“000b”(1分周モード)にした場合です。

21.4.2 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を途中終了させた場合、または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。

- (1) U0C1レジスタのTEビットを“0”(送信禁止)、REビットを“0”(受信禁止)にする。
- (2) U0MRレジスタのSMD2～SMD0ビットを“000b”(シリアルインタフェースは無効)にする。
- (3) U0MRレジスタのSMD2～SMD0ビットを“100b”(UARTモード転送データ長7ビット)、“101b”(UARTモード転送データ長8ビット)、“110b”(UARTモード転送データ長9ビット)のいずれかにする。
- (4) U0C1レジスタのTEビットを“1”(送信許可)、REビットを“1”(受信許可)にする。

21.5 シリアルインタフェース(UART0)使用上の注意

- 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モードにかかわらず、U0RBレジスタを読み出すときは、必ず16ビット単位で読み出してください。
U0RBレジスタのPER、FERビットとU0C1レジスタのRIビットは、U0RBレジスタの上位バイトを読み出したとき、“0”になります。
受信エラーはU0RBレジスタを読み出し後、読み出した値で確認してください。

< 受信バッファレジスタを読み出すプログラム例 >

```
MOV.W 00A6H, R0 ; U0RBレジスタの読み出し
```

- 転送データビット長9ビットのクロック非同期形シリアルI/Oモードで、U0TBレジスタに書くときは、上位バイト 下位バイトの順で、8ビット単位で書いてください。

< 送信バッファレジスタに書き込むプログラム例 >

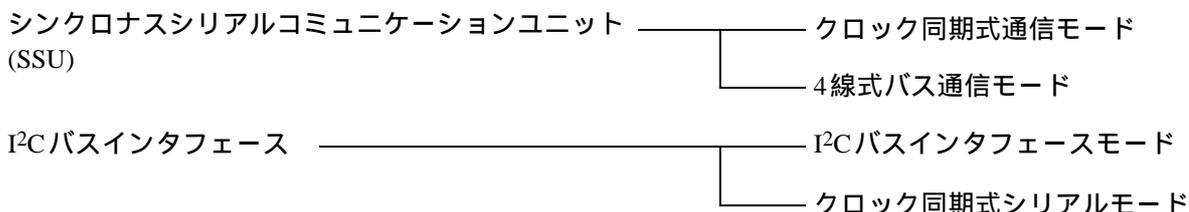
```
MOV.B #XXH, 00A3H ; U0TBレジスタの上位バイトへの書き込み
```

```
MOV.B #XXH, 00A2H ; U0TBレジスタの下位バイトへの書き込み
```

22. クロック同期形シリアルインタフェース

クロック同期形シリアルインタフェースは、次の構成です。

クロック同期形シリアルインタフェース



クロック同期形シリアルインタフェースは、0193h～019Dh番地のレジスタを使用します。同じ番地でもモードによってレジスタやビットの名称、シンボル、機能が違います。詳細は各機能のレジスタの説明を参照してください。

なお、クロック同期式通信モードとクロック同期式シリアルモードの違いは転送クロックの選択肢、クロック出力形式、データ出力形式の選択肢などです。

22.1 モード選択

クロック同期形シリアルインタフェースは4種類のモードを持ちます。

表 22.1 にモード選択に関わるビットを示します。各モードの詳細は「23. シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット (SSU)」および「24. I²Cバスインタフェース」を参照してください。

表 22.1 モード選択

SSUICSR レジスタの IICSELビット	0198h番地のビット7 (ICCR1レジスタの ICEビット)	019Dh番地のビット0 (SSMR2レジスタの SSUMSビット、 SARレジスタのFSビット)	機能名	モード
0	0	0	シンクロナスシリアル コミュニケーション ユニット	クロック同期式通信 モード
0	0	1		4線式バス通信モード
1	1	0	I²Cバスインタフェース	I²Cバスインタフェース モード
1	1	1		クロック同期式シリアル モード

23. シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット (SSU)

注意

本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。
R8C/LA3Aグループについては「1.4 ピン配置図」を参照してください。

23.1 概要

シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット (SSU) は、クロック同期式のシリアルデータ通信が可能です。

表 23.1 にシンクロナスシリアルコミュニケーションユニットの仕様を、図 23.1 にシンクロナスシリアルコミュニケーションユニットブロック図を示します。

表 23.1 シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットの仕様

項目	仕様
転送データフォーマット	<ul style="list-style-type: none"> 転送データ長 8～16ビット 送信部および受信部がバッファ構造のため、シリアルデータの連続送信、連続受信が可能
動作モード	<ul style="list-style-type: none"> クロック同期式通信モード 4線式バス通信モード(双方向通信モード含む)
マスタ/スレーブデバイス	選択可能
入出力端子	SSCK(入出力)：クロック入出力端子 SSI(入出力)：データ入出力端子 SSQ(入出力)：データ入出力端子 SCS(入出力)：チップセレクト入出力端子
転送クロック	<ul style="list-style-type: none"> SSCRHレジスタのMSSビットが“0”(スレーブデバイスとして動作)のとき外部クロック(SSCK端子から入力) SSCRHレジスタのMSSビットが“1”(マスタデバイスとして動作)のとき内部クロック(f1/256、f1/128、f1/64、f1/32、f1/16、f1/8、f1/4から選択できる、SSCK端子から出力) クロック極性と位相を選択できる
受信エラーの検出	<ul style="list-style-type: none"> オーバランエラーを検出 受信時にオーバランエラーが発生し、異常終了したことを示す。SSSRレジスタのRDRFビットが“1”(SSRDRレジスタにデータあり)の状態、次のシリアルデータ受信を完了したとき、SSSRレジスタのORERビットが“1”(オーバランエラー発生)になる
マルチマスタエラーの検出	<ul style="list-style-type: none"> コンフリクトエラーを検出 SSMR2レジスタのSSUMSビットが“1”(4線式バス通信モード)、SSCRHレジスタのMSSビットが“1”(マスタデバイスとして動作)の状態でシリアル通信を開始しようとしたとき、SCS端子入力が“L”であればSSSRレジスタのCEビットが“1”(コンフリクトエラー発生)になる。 SSMR2レジスタのSSUMSビットが“1”(4線式バス通信モード)、SSCRHレジスタのMSSビットが“0”(スレーブデバイスとして動作)で転送途中にSCS端子入力が“L”から“H”に変化したとき、SSSRレジスタのCEビットが“1”になる。
割り込み要求	5種類(送信終了、送信データエンプティ、受信データフル、オーバランエラー、コンフリクトエラー)(注1)
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> データ転送方向 MSBファーストまたはLSBファーストを選択 SSCKクロック極性 クロック停止時のレベルを“L”か“H”かを選択 SSCKクロック位相 データ変化およびデータ取り込みのエッジを選択

注1. 割り込みベクタテーブルはシンクロナスシリアルコミュニケーションユニットの1つです。

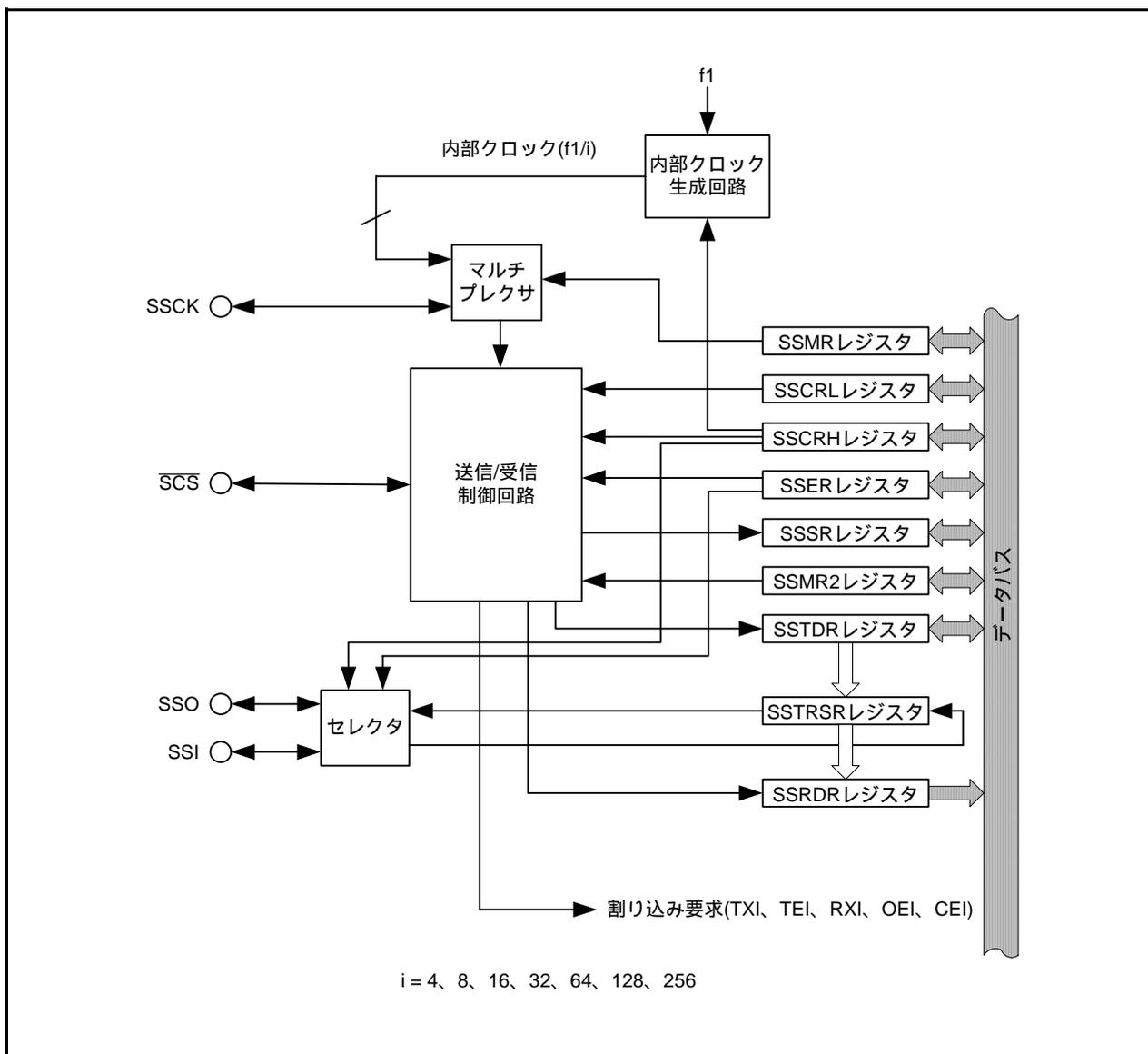


図 23.1 シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットブロック図

表 23.2 シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットの端子構成

端子名	割り当てる端子	入出力	機能
SSI	P8_1、P0_5	入出力	データ入出力
SCS	P8_0、P0_6	入出力	チップセレクト入出力
SSCK	P8_2、P0_4	入出力	クロック入出力
SSO	P8_3、P0_3	入出力	データ入出力

23.2 レジスタの説明

23.2.1 モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)

アドレス 0008h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	MSTADC	—	MSTTRC	MSTLCD	MSTIIC	—	MSTURTO	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	MSTURTO	UART0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注1)	R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	MSTIIC	SSU、I ² Cバススタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注2)	R/W
b4	MSTLCD	LCDスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注3)	R/W
b5	MSTTRC	タイマRCスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注4)	R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	MSTADC	A/Dスタンバイビット(注5)	0: アクティブ 1: スタンバイ	R/W

注1. MSTURTOビットが“1”(スタンバイ)のとき、UART0関連レジスタ(00A0h ~ 00A7h番地)へのアクセスは無効になります。

注2. MSTIICビットが“1”(スタンバイ)のとき、SSU、I²C関連レジスタ(0193h ~ 19Dh番地)へのアクセスは無効になります。

注3. MSTLCDビットが“1”(スタンバイ)のとき、LCD関連レジスタ(0200h ~ 0237h番地)へのアクセスは無効になります。

注4. MSTTRCビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRC関連レジスタ(0120h ~ 0133h番地)へのアクセスは無効になります。

注5. MSTADCビットが“1”(スタンバイ)のとき、A/D関連レジスタ(00C0h ~ 00D9h番地、00DCh ~ 00DFh番地)へのアクセスは無効になります。

温度センサ使用時は、MSTADCビットを“0”(アクティブ)にしてください。

各スタンバイビットをスタンバイにする場合は、対応する周辺機能を停止してから変更してください。各スタンバイビットでスタンバイに設定されている周辺機能の各レジスタは読み出しと書き込みはできません。また、周辺機能へのクロックの供給も停止しています。

スタンバイからアクティブに変更する場合は、変更後に対応する周辺機能のレジスタを再設定してください。

23.2.2 SSU/IIC端子選択レジスタ(SSUIICSR)

アドレス 018Ch番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	SSOSEL0	SCSSEL0	SSCKSEL0	SSISEL0	—	—	—	IICSEL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	IICSEL	SSU/I ² Cバス切り替えビット	0 : SSU機能を選択 1 : I ² Cバス機能を選択	R/W
b1	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	SSISEL0	SSI端子選択ビット	0 : P8_1に割り当てる 1 : P0_5に割り当てる	R/W
b5	SSCKSEL0	SSCK/SCL端子選択ビット	0 : P8_2に割り当てる 1 : P0_4に割り当てる	R/W
b6	SCSSEL0	SCS端子選択ビット	0 : P8_0に割り当てる 1 : P0_6に割り当てる	R/W
b7	SSOSEL0	SSO/SDA端子選択ビット	0 : P8_3に割り当てる 1 : P0_3に割り当てる	R/W

23.2.3 SSビットカウンタレジスタ(SSBR)

アドレス 0193h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	BS3	BS2	BS1	BS0
リセット後の値	1	1	1	1	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	BS0	SSUデータ転送長設定ビット(注1)	b3 b2 b1 b0 0 0 0 0 : 16ビット 1 0 0 0 : 8ビット 1 0 0 1 : 9ビット 1 0 1 0 : 10ビット 1 0 1 1 : 11ビット 1 1 0 0 : 12ビット 1 1 0 1 : 13ビット 1 1 1 0 : 14ビット 1 1 1 1 : 15ビット	R/W
b1	BS1			R/W
b2	BS2			R/W
b3	BS3			R/W
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“1”。
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. SSUの動作中は、BS0～BS3ビットに書かないでください。

SSBRレジスタを設定するときは、SSERレジスタのREビットを“0”(受信禁止)、TEビットを“0”(送信禁止)にしてください。

BS0～BS3ビット(SSUデータ転送長設定ビット)

SSUデータ転送長として8～16ビットが使用できます。

23.2.4 SS送信データレジスタ (SSTDR)

アドレス 0195h ~ 0194h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1

ビット	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1

ビット	シンボル	機能	R/W
b15 ~ b0	—	送付データを保管。(注1) SSTRSRレジスタの空きが検出されると、保管されている送信データがSSTRSRレジスタへ転送されて、送信が開始する。 SSTRSRレジスタからデータを送信中に、SSTDRレジスタに次の送信データを書いておくと、連続して送信できる。 SSMRレジスタのMLSビットが“1”(LSBファーストでデータ転送)の場合、SSTDRレジスタに書いた後、読むとMSBとLSBが反転したデータが読まれます。	R/W

注1. SSBPレジスタでSSUデータ転送長を9ビット以上に設定する場合、SSTDRレジスタを16ビット単位でアクセスしてください。

23.2.5 SS受信データレジスタ(SSRDR)

アドレス 0197h ~ 0196h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1

ビット	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1

ビット	シンボル	機能	R/W
b15 ~ b0	—	受信データを保管。(注1、2) SSTRSRレジスタが1バイトのデータを受信すると、SSRDRレジスタへ受信データが転送されて、受信動作が終了する。このとき、次の受信が可能になる。 このようにSSTRSRレジスタとSSRDRレジスタの2つのレジスタによって、連続受信が可能である。	R

注1. SSSRレジスタのORERビットが“1”(オーバランエラー発生)になったとき、SSRDRレジスタはオーバランエラー発生前の受信データを保持します。オーバランエラー発生時の受信データは、破棄されます。

注2. SSBDRレジスタでSSUデータ転送長を9ビット以上に設定する場合、SSRDRレジスタを16ビット単位でアクセスしてください。

23.2.6 SS制御レジスタH(SSCRH)

アドレス 0198h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	RSSTP	MSS	—	—	CKS2	CKS1	CKS0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CKS0	転送クロック選択ビット(注1)	b2 b1 b0	R/W
b1	CKS1		0 0 0 : f1/256	R/W
b2	CKS2		0 0 1 : f1/128	R/W
			0 1 0 : f1/64	R/W
		0 1 1 : f1/32		
		1 0 0 : f1/16		
		1 0 1 : f1/8		
		1 1 0 : f1/4		
		1 1 1 : 設定しないでください		
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、その値は“0”。		—
b4	—			
b5	MSS	マスタ/スレーブデバイス選択ビット(注2)	0 : スレーブデバイスとして動作 1 : マスタデバイスとして動作	R/W
b6	RSSTP	受信シングルストップビット(注3)	0 : 1バイトのデータ受信後も受信動作を継続 1 : 1バイトのデータ受信後、受信動作が終了	R/W
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. MSSビットが“1”(マスタデバイスとして動作)のときに、設定されたクロックが使用されます。

注2. MSSビットが“1”(マスタデバイスとして動作)のとき、SSCK端子は転送クロック出力端子になります。SSSRレジスタのCEビットが“1”(コンフリクトエラー発生)になると、MSSビットは“0”(スレーブデバイスとして動作)になります。

注3. MSSビットが“0”(スレーブデバイスとして動作)のとき、RSSTPビットは無効です。

23.2.7 SS制御レジスタL (SSCRL)

アドレス 0199h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	SOL	SOLP	—	—	SRES	—
リセット後の値	0	1	1	1	1	1	0	1

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
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“1”。		—
b1	SRES	SSU制御部リセットビット	このビットに“1”を書くと、SSU制御部およびSSTRSRレジスタが初期化される。SSU内部レジスタ(注1)の値は保持される。	R/W
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“1”。		—
b3	—			—
b4	SOLP	SOLライトプロテクトビット(注2)	“0”を書くとSOLビットによって出力レベルが変更できる。 “1”を書いても無効。読んだ場合、その値は“1”。	R/W
b5	SOL	シリアルデータ出力値設定ビット	読んだ場合 0：シリアルデータ出力が“L” 1：シリアルデータ出力が“H” 書いた場合(注2、3) 0：データ出力を“L”にする 1：データ出力を“H”にする	R/W
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“1”。		—
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. SSBP、SSCRH、SSCRL、SSMR、SSER、SSSR、SSMR2、SSTD、SSRDRの各レジスタ。

注2. シリアルデータ送信後のデータ出力は、送信されたシリアルデータの最終ビットの値を保持します。

シリアルデータの送信前後にSOLビットの内容を書き換えると、その時点からデータ出力に反映されます。

SOLビットに書くときは、MOV命令を使用してSOLPビットに“0”、SOLビットに“0”または“1”を同時に書いてください。

注3. データ転送中はSOLビットに書かないでください。

23.2.8 SSモードレジスタ (SSMR)

アドレス 019Ah番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	MLS	CPOS	CPHS	—	BC3	BC2	BC1	BC0
リセット後の値	0	0	0	1	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	BC0	ビットカウンタ3~0	b3 b2 b1 b0 0000: 残り16ビット	R
b1	BC1		0001: 残り1ビット	R
b2	BC2		0010: 残り2ビット	R
b3	BC3		0011: 残り3ビット	R
			0100: 残り4ビット	
			0101: 残り5ビット	
			0110: 残り6ビット	
			0111: 残り7ビット	
			1000: 残り8ビット	
			1001: 残り9ビット	
			1010: 残り10ビット	
			1011: 残り11ビット	
			1100: 残り12ビット	
			1101: 残り13ビット	
			1110: 残り14ビット	
			1111: 残り15ビット	
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“1”。		—
b5	CPHS	SSCKクロック位相選択ビット(注1)	0: 奇数エッジでデータ変化 (偶数エッジでデータ取り込み) 1: 偶数エッジでデータ変化 (奇数エッジでデータ取り込み)	R/W
b6	CPOS	SSCKクロック極性選択ビット(注1)	0: クロック停止時、“H” 1: クロック停止時、“L”	R/W
b7	MLS	MSBファースト/LSBファースト選択ビット	0: MSBファーストでデータ転送 1: LSBファーストでデータ転送	R/W

注1. CPHS、CPOSビットの設定については「23.3.1.1 転送クロックの極性、位相とデータの関係」を参照してください。
SSMR2レジスタのSSUMSビットが“0”(クロック同期式通信モード)のとき、CPHSビットを“0”、CPOSビットを“0”にしてください。

23.2.9 SS許可レジスタ (SSER)

アドレス 019Bh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TIE	TEIE	RIE	TE	RE	—	—	CEIE
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CEIE	コンフリクトエラー割り込み許可ビット	0: コンフリクトエラー割り込み要求禁止 1: コンフリクトエラー割り込み要求許可	R/W
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“0”。		—
b2	—			
b3	RE	受信許可ビット	0: 受信禁止 1: 受信許可	R/W
b4	TE	送信許可ビット	0: 送信禁止 1: 送信許可	R/W
b5	RIE	受信割り込み許可ビット	0: 受信データフルおよびオーバーランエラー割り込み要求禁止 1: 受信データフルおよびオーバーランエラー割り込み要求許可	R/W
b6	TEIE	送信終了割り込み許可ビット	0: 送信終了割り込み要求禁止 1: 送信終了割り込み要求許可	R/W
b7	TIE	送信割り込み許可ビット	0: 送信データエンプティ割り込み要求禁止 1: 送信データエンプティ割り込み要求許可	R/W

23.2.10 SSステータスレジスタ (SSSR)

アドレス 019Ch番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TDRE	TEND	RDRF	—	—	ORER	—	CE
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CE	コンフリクトエラーフラグ(注1)	0: コンフリクトエラーなし 1: コンフリクトエラー発生(注2)	R/W
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“0”。		—
b2	ORER	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(注3)	R/W
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、その値は“0”。		—
b4	—			—
b5	RDRF	受信データレジスタフルフラグ(注1、4)	0: SSRDR レジスタにデータなし 1: SSRDR レジスタにデータあり	R/W
b6	TEND	送信終了フラグ(注1、5)	0: 送信データの最後尾ビットの送信時、TDRE ビットが“0” 1: 送信データの最後尾ビットの送信時、TDRE ビットが“1”	R/W
b7	TDRE	送信データ空フラグ(注1、5、6)	0: SSTDR レジスタから SSTRSR レジスタにデータ転送されていない 1: SSTDR レジスタから SSTRSR レジスタにデータ転送された	R/W

- 注1. CE、ORER、RDRF、TEND、TDRE ビットへの“1”書き込みは無効です。これらのビットを“0”にするには、“1”を読んだ後、“0”を書いてください。
- 注2. SSMR2レジスタのSSUMSビットが“1”(4線式バス通信モード)、SSCRHレジスタのMSSビットが“1”(マスタデバイスとして動作)の状態ではシリアル通信を開始しようとしたとき、SCS端子入力が“L”であればCEビットが“1”になります。「23.5.4 SCS端子制御とアービトレーション」を参照してください。
- 注3. SSMR2レジスタのSSUMSビットが“1”(4線式バス通信モード)、SSCRHレジスタのMSSビットが“0”(スレーブデバイスとして動作)で転送途中でSCS端子入力が“L”から“H”に変化したとき、CEビットが“1”になります。
- 注4. 受信時にオーバランエラーが発生し、異常終了したことを示します。RDRFビットが“1”(SSRDRレジスタにデータあり)の状態、次のシリアルデータ受信を完了したとき、ORERビットが“1”になります。ORERビットが“1”(オーバランエラー発生)になった後、“1”の状態では受信はできません。またMSSビットが“1”(マスタデバイスとして動作)の状態では、送信もできません。
- 注5. RDRFビットはSSRDRレジスタからデータを読み出したとき、“0”になります。
- 注6. TEND、TDREビットはSSTDRレジスタにデータを書いたとき、“0”になります。SSTDRレジスタに書いた直後にこれらのビットを読み出す場合は、書き込みと読み出しの命令間に、NOP命令を3つ以上挿入してください。
- 注7. TDREビットはSSERレジスタのTEビットを“1”(送信許可)にしたとき、“1”になります。

SSSRレジスタを連続してアクセスする場合、アクセスする命令間にNOP命令を1つ以上挿入してください。

23.2.11 SSモードレジスタ2 (SSMR2)

アドレス 019Dh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	BIDE	SCKS	CSS1	CSS0	SCKOS	SOOS	CSOS	SSUMS
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	SSUMS	SSUモード選択ビット(注1)	0: クロック同期式通信モード 1: 4線式バス通信モード	R/W
b1	CSOS	SCS端子オープンドレイン出力選択ビット	0: CMOS出力 1: Nチャンネルオープンドレイン出力	R/W
b2	SOOS	シリアルデータオープンドレイン出力選択ビット(注1)	0: CMOS出力(注5) 1: Nチャンネルオープンドレイン出力	R/W
b3	SCKOS	SSCK端子オープンドレイン出力選択ビット	0: CMOS出力 1: Nチャンネルオープンドレイン出力	R/W
b4	CSS0	SCS端子選択ビット(注2)	b5 b4 00: ポートとして機能 01: SCS入力端子として機能 10: SCS出力端子として機能(注3) 11: SCS出力端子として機能(注3)	R/W
b5	CSS1			R/W
b6	SCKS	SSCK端子選択ビット	0: ポートとして機能 1: シリアルクロック端子として機能	R/W
b7	BIDE	双方向モード許可ビット(注1、4)	0: 標準モード(データ入力とデータ出力を2端子使用して通信) 1: 双方向モード(データ入力とデータ出力を1端子使用して通信)	R/W

注1. データ入出力端子の組み合わせは、「23.3.2.1 データ入出力端子とSSシフトレジスタの関係」を参照してください。

注2. SSUMSビットが“0”(クロック同期式通信モード)のとき、CSS0、CSS1ビットの内容にかかわらず、SCS端子はポートとして機能します。

注3. 転送開始前は、SCS入力端子として機能します。

注4. SSUMSビットが“0”(クロック同期式通信モード)のとき、BIDEビットは無効です。

注5. SOOSビットが“0”(CMOS出力)のとき、SSI端子およびSSO端子に対応するポート方向レジスタのビットを“0”(入力モード)にしてください。

23.3 複数モードに関わる共通事項

23.3.1 転送クロック

転送クロックを7種類の内部クロック (f1/256、f1/128、f1/64、f1/32、f1/16、f1/8、f1/4) と、外部クロックから選択できます。

シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットを使用する場合はまず、SSMR2レジスタのSCKSビットを“1”にして、SSCK端子をシリアルクロック端子として選択してください。

SSCRHレジスタのMSSビットが“1”(マスタデバイスとして動作)のときは内部クロックが選択され、SSCK端子が出力になります。転送が開始すると、SSCRHレジスタのCKS0 ~ CKS2で選択された転送レートのクロックが、SSCK端子から出力されます。

SSCRHレジスタのMSSビットが“0”(スレーブデバイスとして動作)のときは外部クロックが選択され、SSCK端子は入力になります。

23.3.1.1 転送クロックの極性、位相とデータの関係

SSMR2レジスタのSSUMSビットとSSMRレジスタのCPHS、CPOSビットの組み合わせで、転送クロックの極性、位相および転送データの関係が変わります。図 23.2 に転送クロックの極性、位相および転送データの関係を示します。

また、SSMRレジスタのMLSビットの設定により、MSBファーストで転送するかLSBファーストで転送するかを選択できます。MLSビットが“1”のときは、LSBから始まり最後にMSBの順で転送されます。MLSビットが“0”のときは、MSBから始まり最後にLSBの順で転送されます。

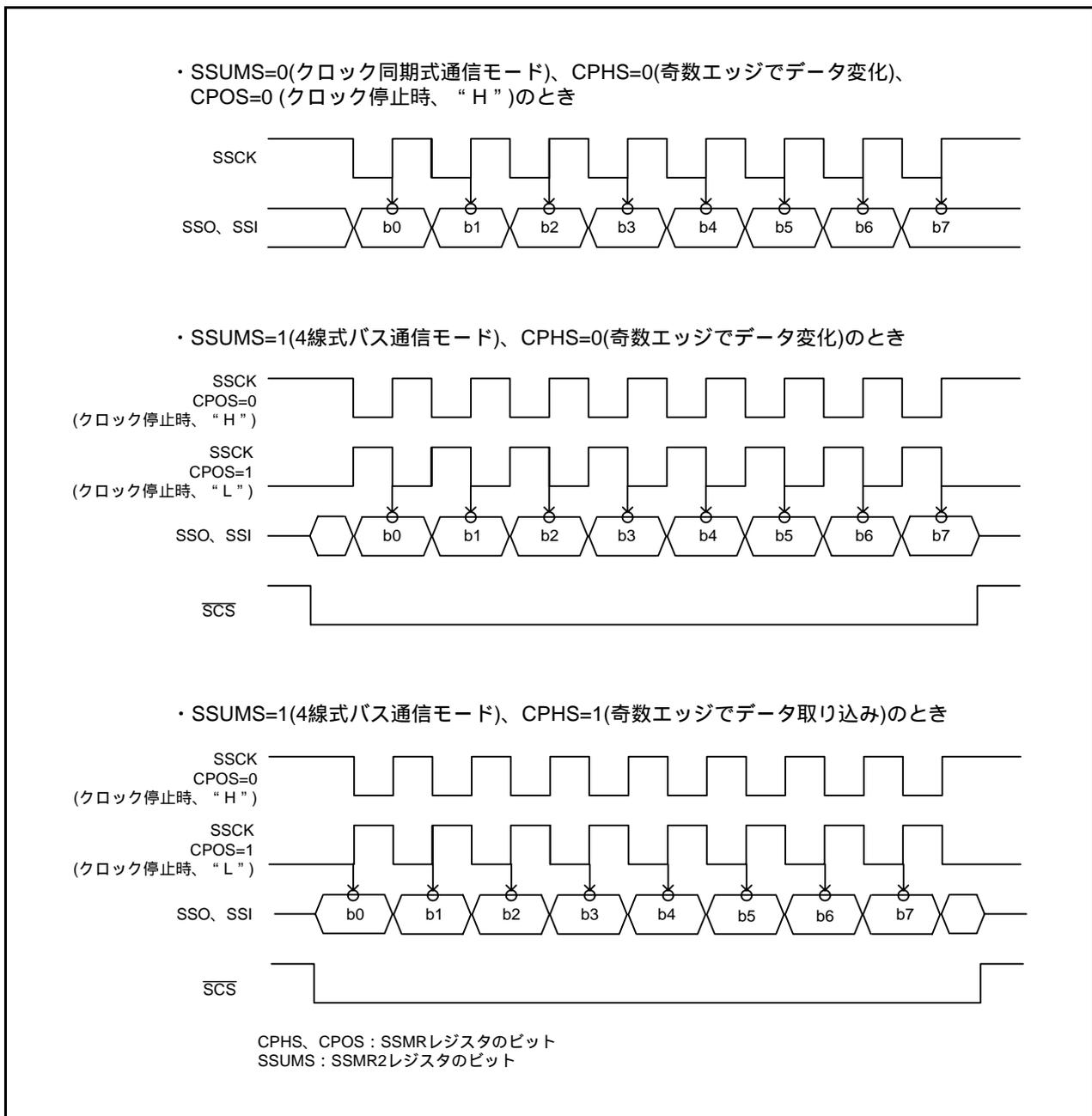


図 23.2 転送クロックの極性、位相および転送データの関係

23.3.2 SSシフトレジスタ (SSTRSR)

SSTRSRレジスタはシリアルデータを送受信するシフトレジスタです。

SSTDRレジスタからSSTRSRレジスタに送信データが転送されるとき、SSMRレジスタのMLSビットが“0”(MSBファースト)の場合は、SSTDRレジスタのビット0がSSTRSRレジスタのビット0に転送されます。MLSビットが“1”(LSBファースト)の場合は、SSTDRレジスタのビット7がSSTRSRレジスタのビット0に転送されます。

23.3.2.1 データ入出力端子とSSシフトレジスタの関係

SSCRHレジスタのMSSビットとSSMR2レジスタのSSUMSビットとの組み合わせにより、データ入出力端子とSSTRSRレジスタの接続関係が変わります。また、SSMR2レジスタのBIDEビットによっても接続関係が変わります。図23.3にデータ入出力端子とSSTRSRレジスタの接続関係を示します。

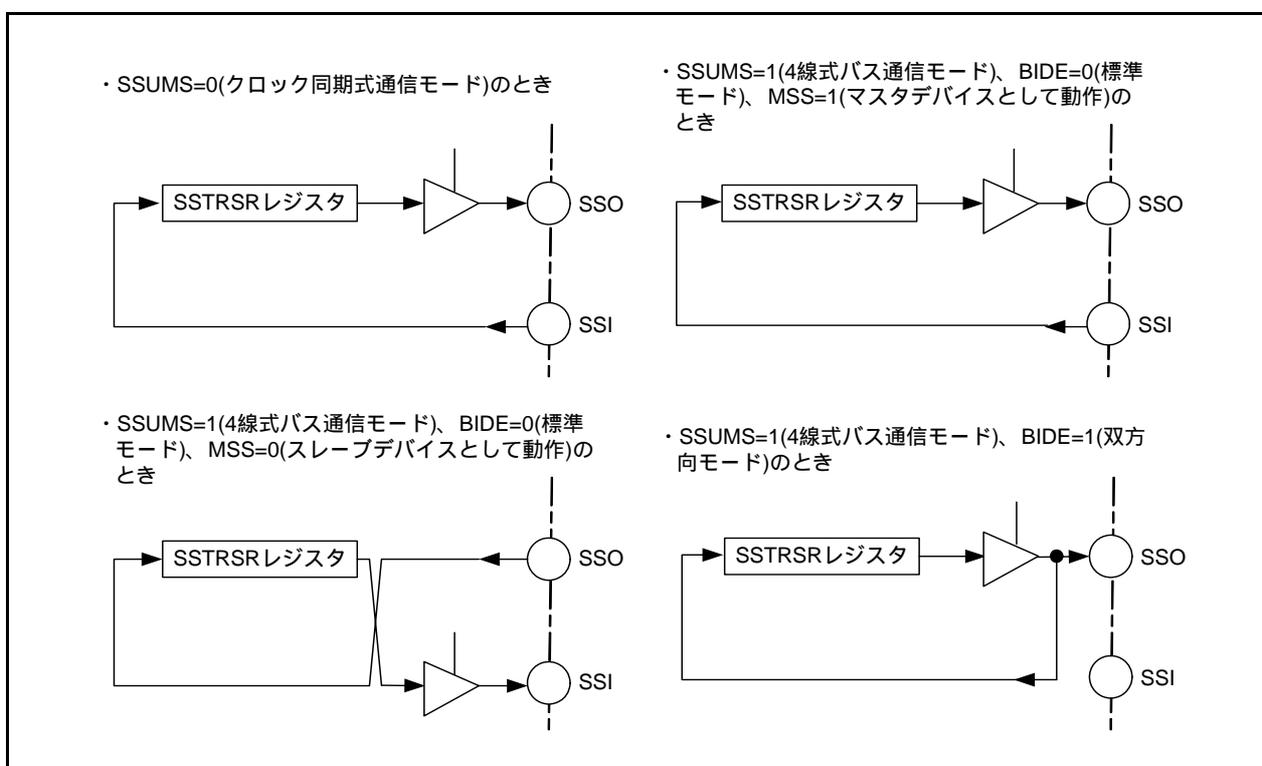


図 23.3 データ入出力端子とSSTRSRレジスタの接続関係

23.3.3 割り込み要求

シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットの割り込み要求には、送信データエンプティ、送信終了、受信データフル、オーバランエラー、コンフリクトエラー割り込み要求があります。これらの割り込み要求はシンクロナスシリアルコミュニケーションユニット割り込みベクタテーブルに割り付けられているため、フラグによる要因の判別が必要です。表 23.3 にシンクロナスシリアルコミュニケーションユニットの割り込み要求を示します。

表 23.3 シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットの割り込み要求

割り込み要求	略称	発生条件
送信データエンプティ	TXI	TIE = 1かつTDRE = 1
送信終了	TEI	TEIE = 1かつTEND = 1
受信データフル	RXI	RIE = 1かつRDRF = 1
オーバランエラー	OEI	RIE = 1かつORER = 1
コンフリクトエラー	CEI	CEIE = 1かつCE = 1

CEIE、RIE、TEIE、TIE : SSERレジスタのビット

ORER、RDRF、TEND、TDRE : SSSRレジスタのビット

表 23.3 の発生条件が満たされたとき、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット割り込み要求が発生します。シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット割り込みルーチンで、それぞれの割り込み要因を“0”にしてください。

ただし、TDRE ビット および TEND ビットは SSTDR レジスタに送信データを書くことで、RDRF ビットは SSRDR レジスタを読むことで自動的に“0”になります。特に TDRE ビットは SSTDR レジスタに送信データを書いたとき、同時に再度 TDRE ビットが“1”(SSTDR レジスタから SSTRSR レジスタにデータ転送された)になり、さらに TDRE ビットを“0”(SSTDR レジスタから SSTRSR レジスタにデータ転送されていない)にすると、余分に1バイト送信する場合があります。

23.3.4 各通信モードと端子機能

シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットは各通信モードでSSCRHレジスタのMSSビットと、SSERレジスタのRE、TEビットの設定により、入出力端子の機能が変わります。表 23.4 に通信モードと入出力端子の関係を示します。

表 23.4 通信モードと入出力端子の関係

通信モード	ビットの設定					端子の状態			
	SSUMS	BIDE	MSS	TE	RE	SSI	SSO	SSCK	
クロック同期式通信モード	0	無効	0	0	1	入力	-(注1)	入力	
				1	0	-(注1)	出力	入力	
				1	1	入力	出力	入力	
			1	0	1	入力	-(注1)	出力	出力
				1	0	-(注1)	出力	出力	出力
				1	1	入力	出力	出力	出力
4線式バス通信モード	1	0	0	0	1	-(注1)	入力	入力	
				1	0	出力	-(注1)	入力	
				1	1	出力	入力	入力	
			1	0	1	入力	-(注1)	出力	出力
				1	0	-(注1)	出力	出力	出力
				1	1	入力	出力	出力	出力
4線式バス(双方向)通信モード(注2)	1	1	0	0	1	-(注1)	入力	入力	
				1	0	-(注1)	出力	入力	
			1	0	1	-(注1)	入力	出力	出力
				1	0	-(注1)	出力	出力	出力

注1. プログラマブル入出力ポートとして使用できます。

注2. 4線式バス(双方向)通信モード時は、TEおよびREビットを共に“1”にしないでください。

SSUMS、BIDE : SSMR2レジスタのビット

MSS : SSCRHレジスタのビット

TE、RE : SSERレジスタのビット

23.4 クロック同期式通信モード

23.4.1 クロック同期式通信モードの初期化

図 23.4 にクロック同期式通信モードの初期化を示します。データの送信/受信前に、SSERレジスタのTEビットを“0” (送信禁止)、REビットを“0” (受信禁止)にして初期化してください。

なお、通信モードの変更、通信フォーマットの変更などの場合には、TEビットを“0”、REビットを“0”にしてから変更してください。

REビットを“0”にしても、RDRF、ORERの各フラグ、およびSSRDRレジスタの内容は保持されます。

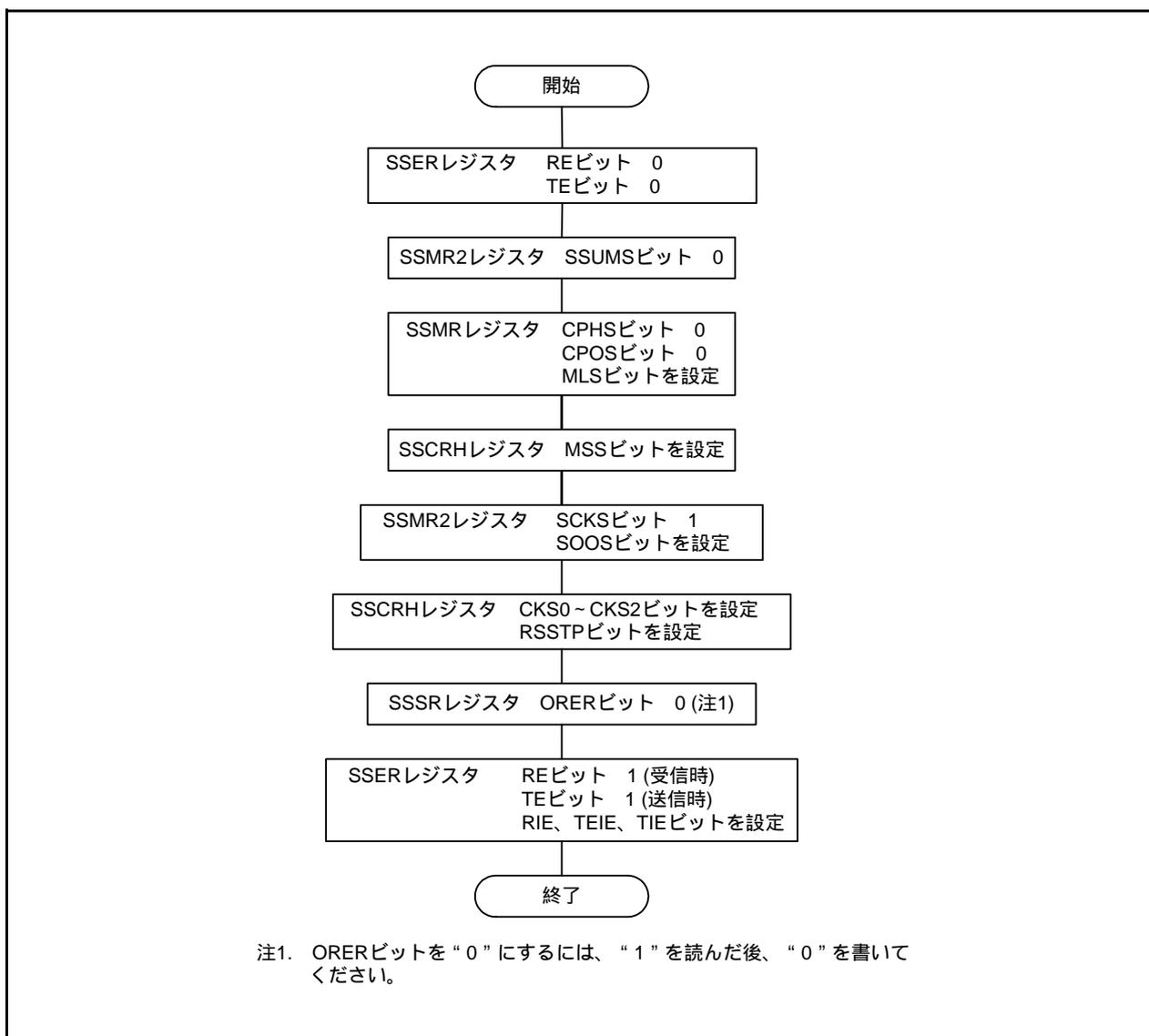


図 23.4 クロック同期式通信モードの初期化

23.4.2 データ送信

図 23.5 にデータ送信時の動作例(クロック同期式通信モード、SSUデータ転送長8ビット)を示します。データ送信時は以下のように動作します(SSBRレジスタでデータ転送長を8～16ビットの範囲で、設定することができます)。

シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットはマスタデバイスに設定したとき、同期クロックとデータを出力します。スレーブデバイスに設定したとき、入力クロックに同期してデータを出力します。

SSERレジスタのTEビットを“1”(送信許可)にした後、SSTD Rレジスタに送信データを書くと、自動的にSSSRレジスタのTDREビットが“0”(SSTD RレジスタからSSTRSRレジスタにデータ転送されていない)になり、SSTD RレジスタからSSTRSRレジスタにデータが転送されます。その後、TDREビットが“1”(SSTD RレジスタからSSTRSRレジスタにデータ転送された)になり、送信を開始します。このとき、SSERレジスタのTIEビットが“1”の場合、TXI割り込み要求が発生します。

TDREビットが“0”の状態では1フレームの転送が終わると、SSTD RレジスタからSSTRSRレジスタにデータが転送され、次フレームの送信を開始します。TDREビットが“1”の状態では8ビット目が送出されると、SSSRレジスタのTENDビットが“1”(送信データの最後尾ビットの送信時、TDREビットが“1”)になり、その状態を保持します。このときSSERレジスタのTEIEビットが“1”(送信終了割り込み要求許可)の場合、TEI割り込み要求が発生します。送信終了後、SSCK端子は“H”に固定されます。

なお、SSSRレジスタのORERビットが“1”(オーバランエラー発生)の状態では、送信できません。送信の前には、ORERビットが“0”(オーバランエラーなし)であることを確認してください。

図 23.6 にデータ送信のフローチャート例(クロック同期式通信モード)を示します。

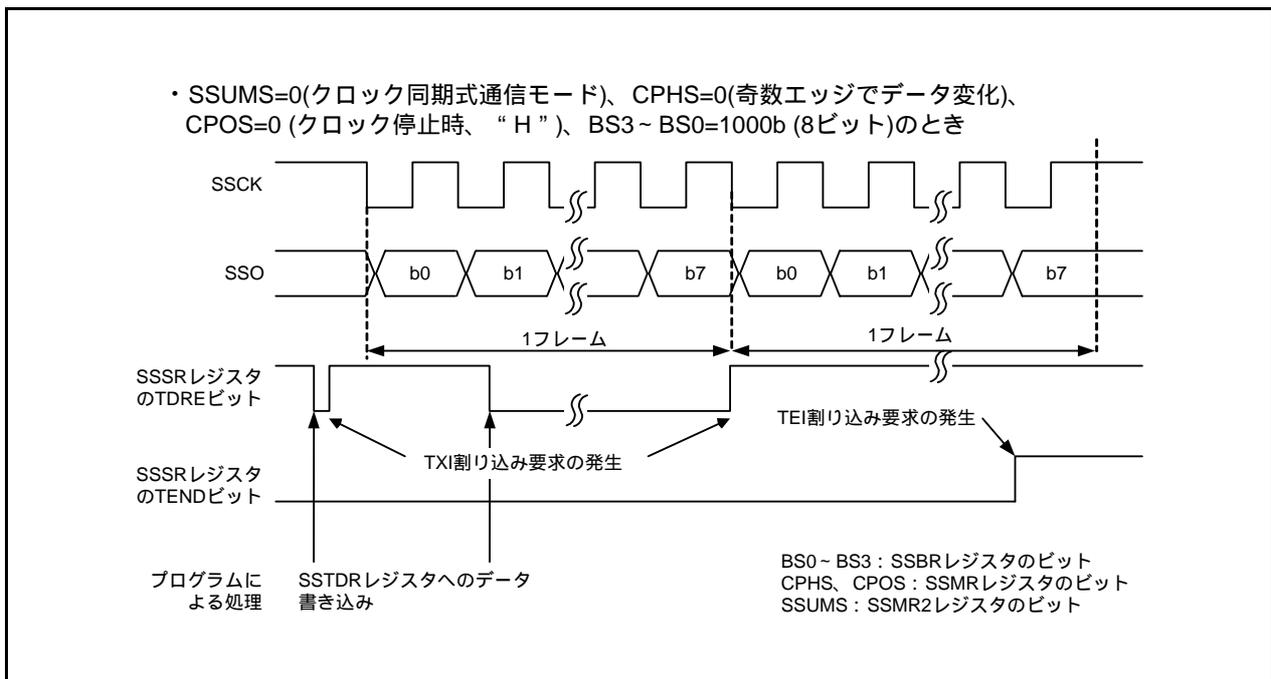


図 23.5 データ送信時の動作例(クロック同期式通信モード、SSUデータ転送長8ビット)

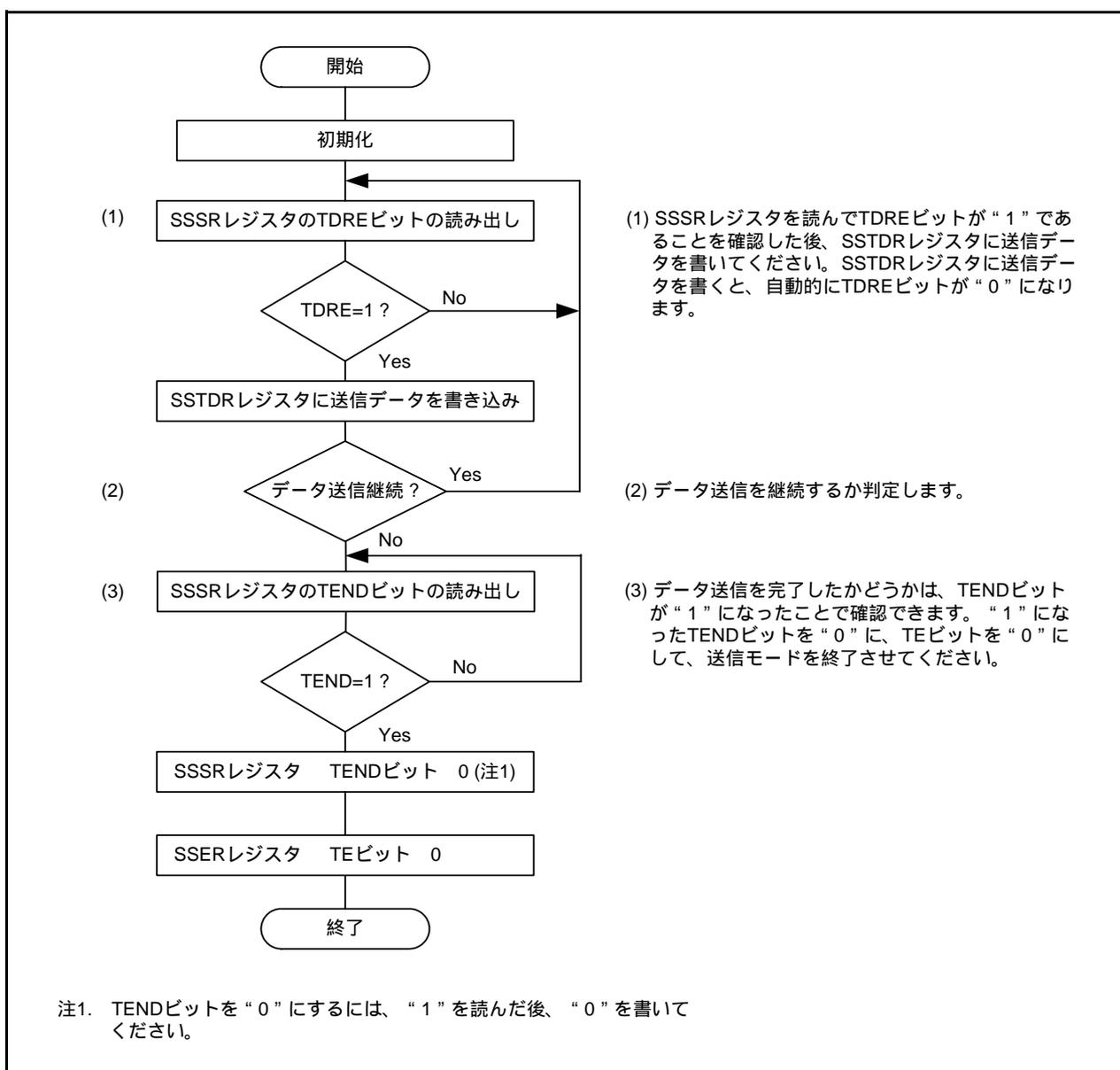


図 23.6 データ送信のフローチャート例(クロック同期式通信モード)

23.4.3 データ受信

図 23.7にデータ受信時の動作例(クロック同期式通信モード、SSUデータ転送長8ビット)を示します。データ受信時は以下のように動作します(SSBRレジスタでデータ転送長を8～16ビットの範囲で、設定することができます)。

シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットはマスタデバイスに設定したとき、同期クロックを出力し、データを入力します。スレーブデバイスに設定したとき、入力クロックに同期してデータを入力します。

マスタデバイスに設定したときは、最初にSSRDRレジスタをダミーリードすることで受信クロックを出力し、受信を開始します。

8ビットのデータ受信後、SSSRレジスタのRDRFビットが“1”(SSRDRレジスタにデータあり)になり、SSRDRレジスタに受信データが格納されます。このとき、SSERレジスタのRIEビットが“1”(RXIおよびOEI割り込み要求許可)の場合、RXI割り込み要求が発生します。SSRDRレジスタを読むと、自動的にRDRFビットは“0”(SSRDRレジスタにデータなし)になります。

マスタデバイスに設定し受信を終了する場合には、SSCRHレジスタのRSSTPビットを“1”(1バイトのデータ受信後、受信動作が終了)にした後、受信したデータを読んでください。これにより、8ビット分クロックを出力し停止します。その後、SSERレジスタのREビットを“0”(受信禁止)に、RSSTPビットを“0”(1バイトのデータ受信後も受信動作を継続)にし、最後に受信したデータを読んでください。REビットが“1”(受信許可)の状態ではSSRDRレジスタを読むと、受信クロックを再度出力してしまいます。

RDRFビットが“1”の状態では8クロック目が立ち上がると、SSSRレジスタのORERビットが“1”(オーバーランエラー発生)になり、オーバーランエラー(OEI)が発生し、停止します。なお、ORERビットが“1”の状態では受信できません。受信再開の前には、ORERビットが“0”であることを確認してください。

図 23.8にデータ受信のフローチャート例(MSS = 1)(クロック同期式通信モード)を示します。

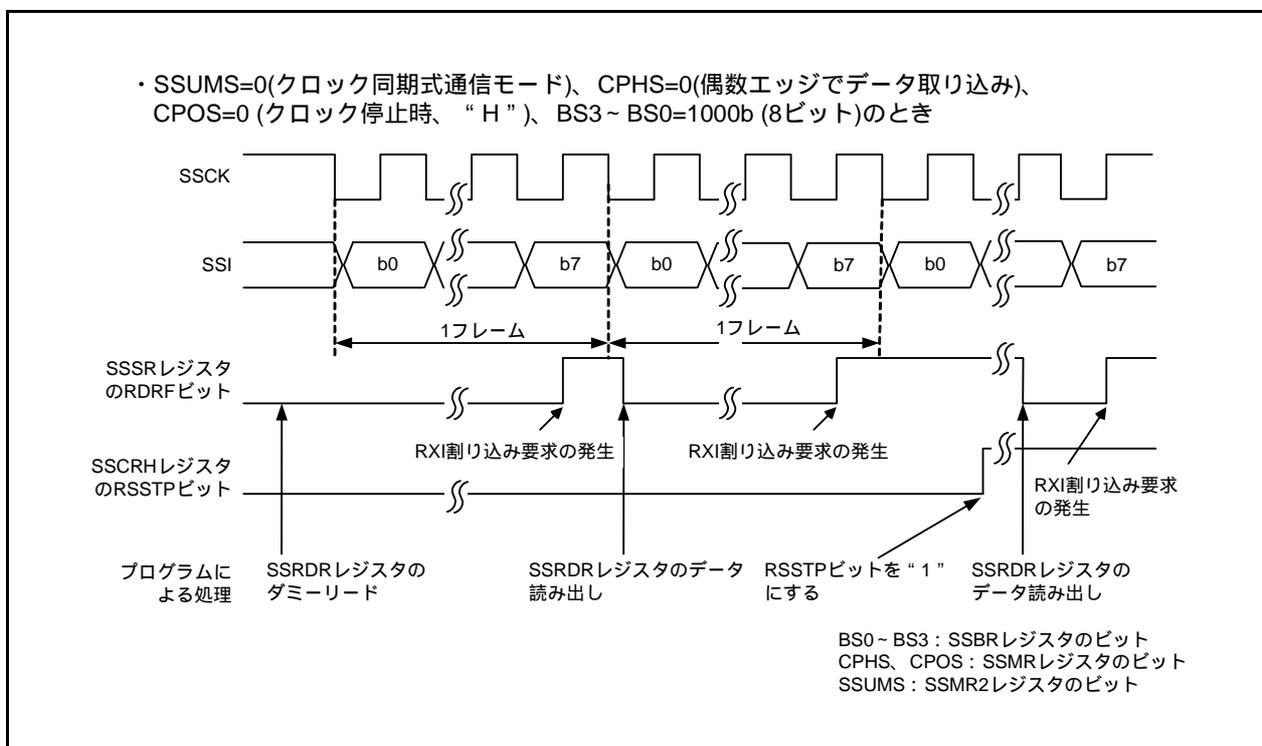


図 23.7 データ受信時の動作例(クロック同期式通信モード、SSUデータ転送長8ビット)

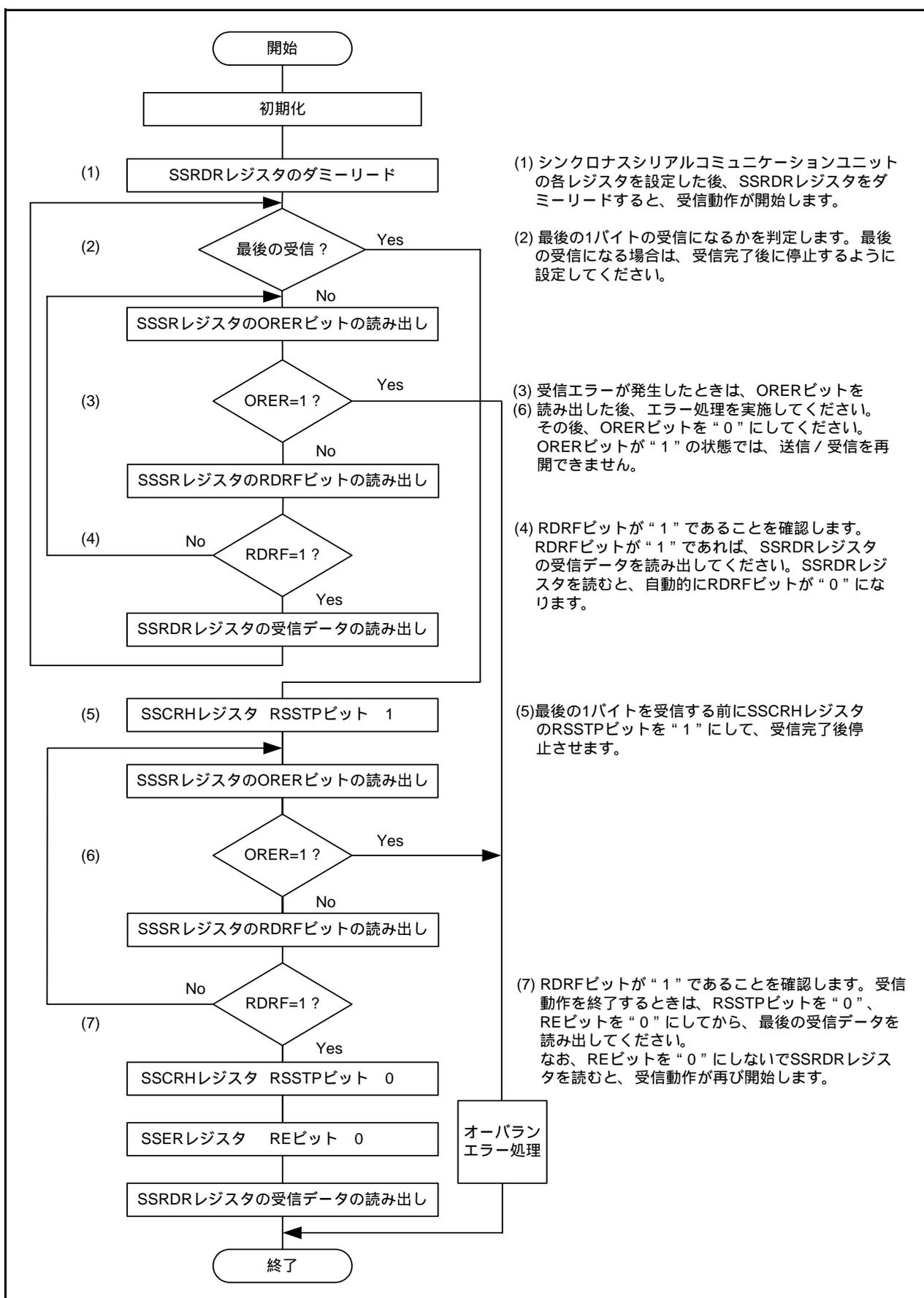


図 23.8 データ受信のフローチャート例(MSS = 1)(クロック同期式通信モード)

23.4.3.1 データ送受信

データ送受信は前述のデータ送信とデータ受信の複合的な動作になります。

SSTDRレジスタに送信データを書くと、送受信は開始されます。また、TDREビットが“1”(SSTDRレジスタからSSTRSRレジスタにデータ転送された)の状態最終転送クロック(SSBRレジスタでデータ転送長を8~16ビットの範囲で、設定することができます)が立ち上がった場合、またはORERビットが“1”(オーバランエラー発生)になった場合、送受信動作は停止します。

なお、送信モード(TE=1)あるいは受信モード(RE=1)から、送受信モード(TE=RE=1)に切り替える場合は、一度TEビットを“0”(送信禁止)、REビットを“0”(受信禁止)にしてから変更してください。また、TENDビットが“0”(送信データの最後尾ビットの送信時、TDREビットが“0”)、RDRFビットが“0”(SSRDRレジスタにデータなし)、ORERビットが“0”(オーバランエラーなし)であることを確認した後、TEおよびREビットを“1”(送信許可/受信許可)にしてください。

図23.9にデータ送受信のフローチャート例(クロック同期式通信モード)を示します。

なお、送受信モード(TE=RE=1)から送受信モードを解除する場合、SSRDRレジスタを読んだ後、送受信モードを解除すると、クロックが出力される場合があります。これを回避するため、次のいずれかの手順で設定してください。

- まずREビットを“0”にして、その後、TEビットを“0”にする
- TEビットとREビットを同時に“0”にする

その後、受信モード(TE=0、RE=1)にする場合は、SSCRLレジスタのSRESビットに“1”を書いた後、“0”にしてSSU制御部およびSSTRSRレジスタを初期化してから、REビットを“1”にしてください。

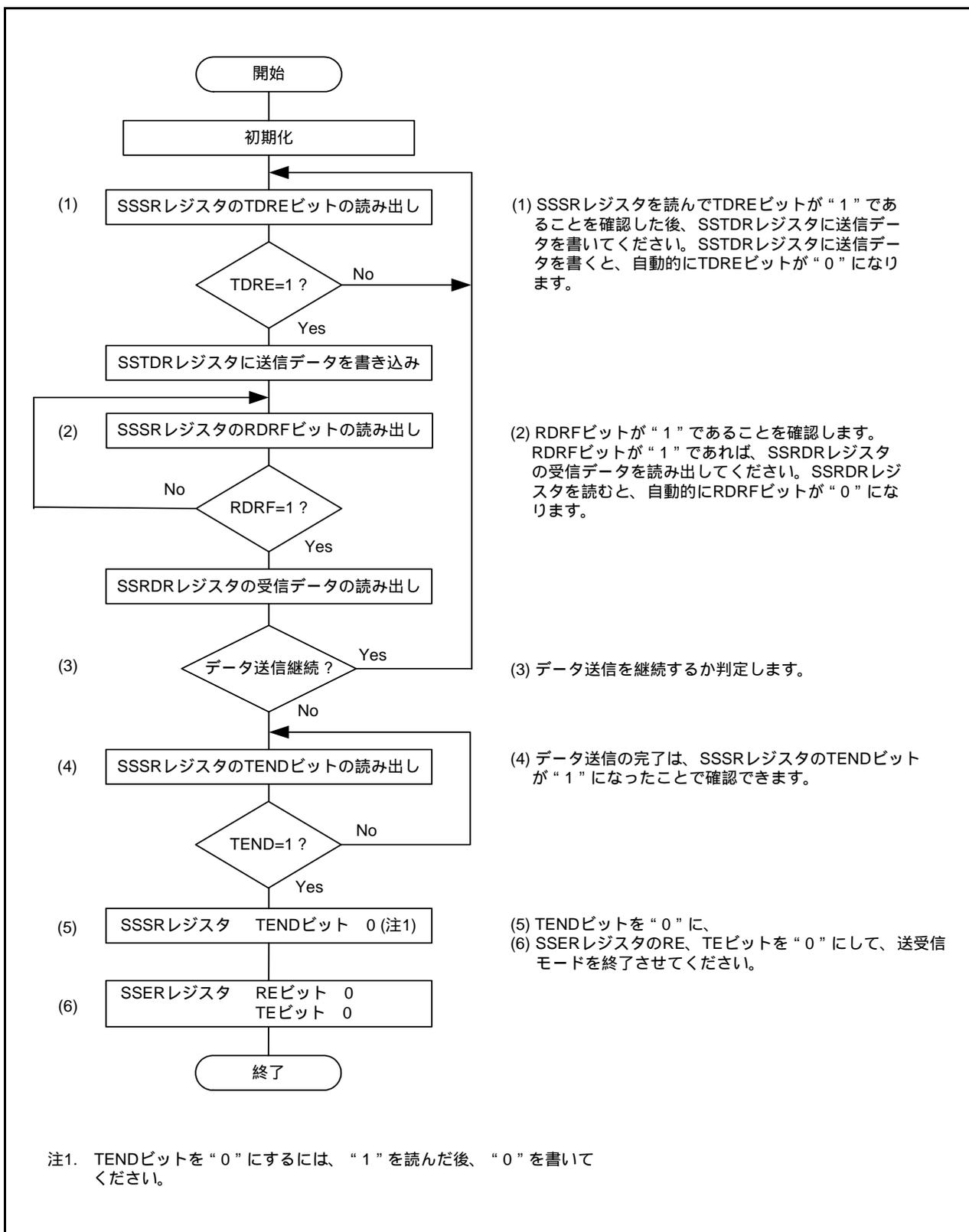


図 23.9 データ送受信のフローチャート例(クロック同期式通信モード)

23.5 4線式バス通信モード

4線式バス通信モードは、クロックライン、データ入力ライン、データ出力ライン、チップセレクトラインの4本のバスを使用して通信するモードです。このモードにはデータ入力ラインとデータ出力ラインを1端子で行う双方向モードも含まれます。

データ入力ラインとデータ出力ラインは、SSCRHレジスタのMSSビットおよびSSMR2レジスタのBIDEビットの設定により、変わります。詳細は「23.3.2.1 データ入出力端子とSSシフトレジスタの関係」を参照してください。また、このモードではクロックの極性、位相とデータの間をSSMRレジスタのCPOSビットおよびCPHSビットにより、設定できます。詳細は「23.3.1.1 転送クロックの極性、位相とデータの関係」を参照してください。

チップセレクトラインは、マスタデバイスの場合は出力制御、スレーブデバイスの場合は入力制御します。マスタデバイスの場合はSSMR2レジスタのCSS1ビットを“1”にしてSCS端子を出力制御するか、あるいは汎用ポートを出力制御することができます。スレーブデバイスの場合はSSMR2レジスタのCSS1、CSS0ビットを“01b”にしてSCS端子を入力として機能させます。

4線式バス通信モードでは、標準的にSSMRレジスタのMLSビットを“0”にして、MSBファーストで通信を行います。

23.5.1 4線式バス通信モードの初期化

図 23.10 に4線式バス通信モードの初期化を示します。データの送信/受信前に、SSERレジスタのTEビットを“0”(送信禁止)、REビットを“0”(受信禁止)して初期化してください。

なお、通信モードの変更、通信フォーマットの変更などの場合には、TEビットを“0”、REビットを“0”にしてから変更してください。

REビットを“0”にしても、RDRF、ORERの各フラグ、およびSSRDRレジスタの内容は保持されます。

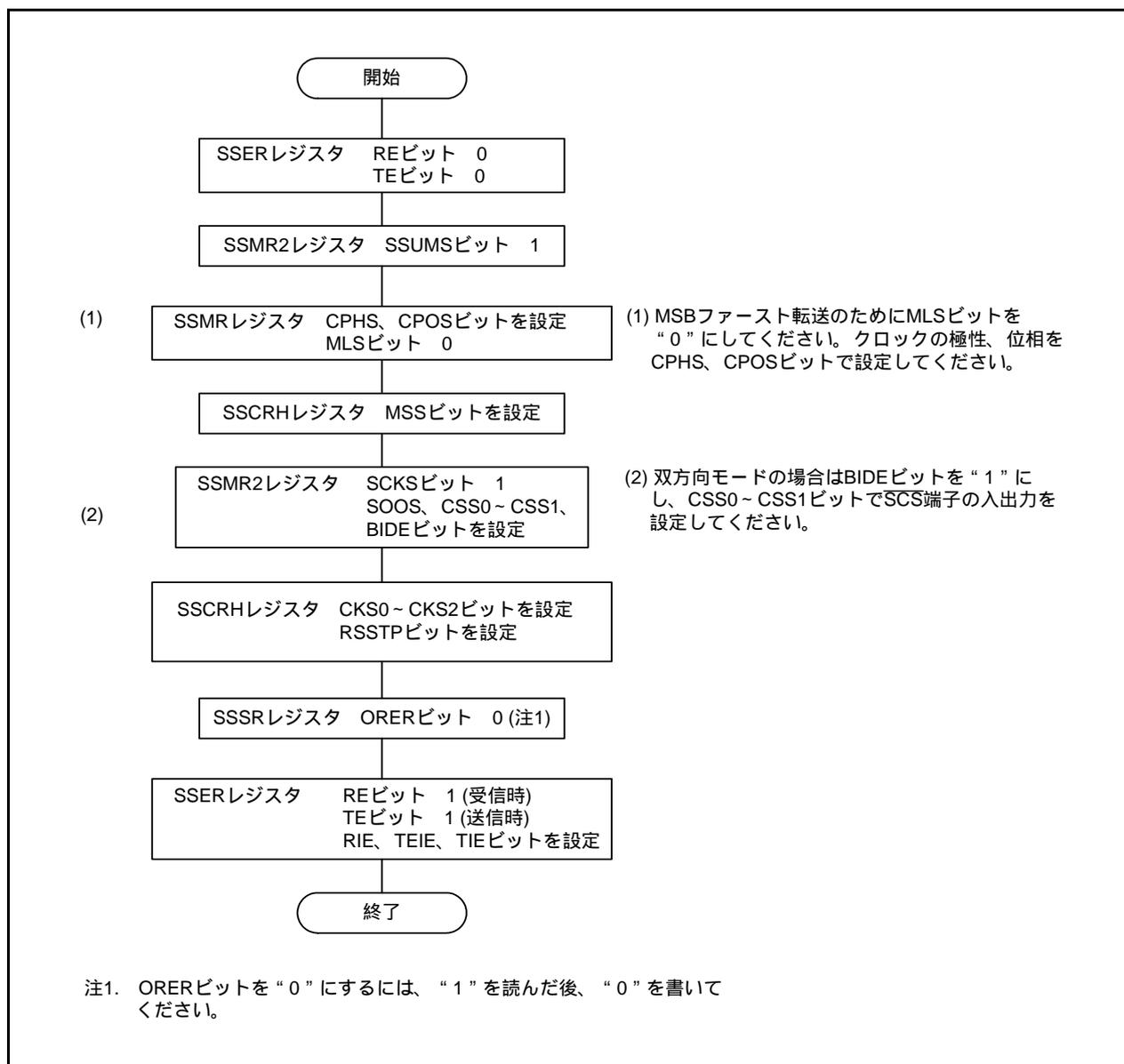


図 23.10 4線式バス通信モードの初期化

23.5.2 データ送信

図 23.11 にデータ送信時の動作例(4線式バス通信モード、SSUデータ転送長8ビット)を示します。データ送信時は以下のように動作します(SSBRレジスタでデータ転送長を8~16ビットの範囲で、設定することができます)。

シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットはマスタデバイスに設定したとき、同期クロックとデータを出力します。スレーブデバイスに設定したとき、SCS端子が“L”入力状態で入力クロックに同期してデータを出力します。

SSERレジスタのTEビットを“1”(送信許可)にした後、SSTDRレジスタに送信データを書くと、自動的にSSSRレジスタのTDREビットが“0”(SSTDRレジスタからSSTRSRレジスタにデータ転送されていない)になり、SSTDRレジスタからSSTRSRレジスタにデータが転送されます。その後、TDREビットが“1”(SSTDRレジスタからSSTRSRレジスタにデータ転送された)になり、送信を開始します。このとき、SSERレジスタのTIEビットが“1”の場合、TXI割り込み要求を発生します。

TDREビットが“0”の状態では1フレームの転送が終わると、SSTDRレジスタからSSTRSRレジスタにデータが転送され、次フレームの送信を開始します。TDREが“1”の状態では8ビット目が送出されると、SSSRレジスタのTENDビットが“1”(送信データの最後尾ビットの送信時、TDREビットが“1”)になり、その状態を保持します。このときSSERレジスタのTEIEビットが“1”(送信終了割り込み要求許可)の場合、TEI割り込み要求を発生します。送信終了後、SSCK端子は“H”に固定され、SCS端子は“H”になります。SCS端子が“L”のまま連続的に送信する場合、8ビット目が送出される前に次の送信データをSSTDRレジスタに書いてください。

なお、SSSRレジスタのORERビットが“1”(オーバランエラー発生)の状態では、送信できません。送信の前には、ORERビットが“0”(オーバランエラーなし)であることを確認してください。

クロック同期式通信モードとの違いは、マスタデバイス時にSCS端子がハイインピーダンス状態では、SSO端子がハイインピーダンス状態となり、スレーブデバイス時にSCS端子が“H”入力状態では、SSI端子がハイインピーダンス状態となることです。

フローチャート例はクロック同期式通信モードと同じです(「図 23.6 データ送信のフローチャート例(クロック同期式通信モード)」参照)。

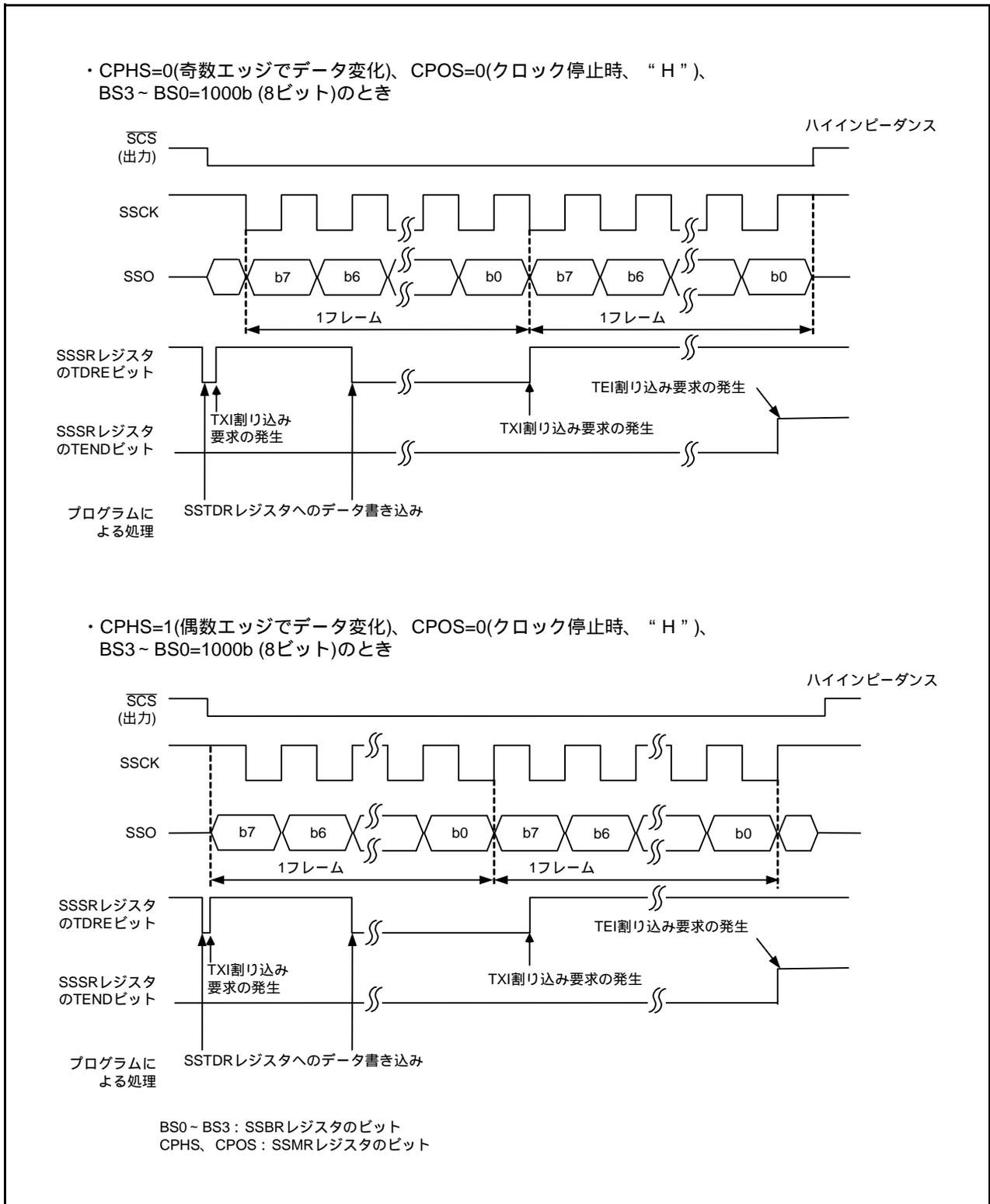


図 23.11 データ送信時の動作例(4線式バス通信モード、SSUデータ転送長8ビット)

23.5.3 データ受信

図 23.12 にデータ受信時の動作例(4線式バス通信モード、SSUデータ転送長8ビット)を示します。データ受信時は以下のように動作します(SSBRレジスタでデータ転送長を8~16ビットの範囲で、設定することができます)。

シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットはマスタデバイスに設定したとき、同期クロックを出力し、データを入力します。スレーブデバイスに設定したとき、SCS端子が“L”入力状態で入力クロックに同期してデータを入力します。

マスタデバイスに設定したときは、最初にSSRDRレジスタをダミーリードすることで受信クロックを出力し、受信を開始します。

8ビットのデータ受信後、SSSRレジスタのRDRFビットが“1”(SSRDRレジスタにデータあり)になり、SSRDRレジスタに受信データが格納されます。このとき、SSERレジスタのRIEビットが“1”(RXIおよびOEI割り込み要求許可)の場合、RXI割り込み要求を発生します。SSRDRレジスタを読むと、自動的にRDRFビットは“0”(SSRDRレジスタにデータなし)になります。

マスタデバイスに設定し受信を終了する場合には、SSCRHレジスタのRSSTPビットを“1”(1バイトのデータ受信後、受信動作が終了)にした後、受信したデータを読んでください。これにより、8ビット分クロックを出力し停止します。その後、SSERレジスタのREビットを“0”(受信禁止)に、RSSTPビットを“0”(1バイトのデータ受信後も受信動作を継続)にし、最後に受信したデータを読んでください。REビットが“1”(受信許可)状態でSSRDRレジスタを読むと、受信クロックを再度出力してしまいます。

RDRFビットが“1”の状態では8クロック目が立ち上がると、SSSRレジスタのORERビットが“1”(オーバランエラー発生)になり、オーバランエラー(OEI)が発生し、停止します。なお、ORERビットが“1”の状態では受信できません、受信再開の前には、ORERビットが“0”(オーバランエラーなし)であることを確認してください。

RDRFビット、ORERビットが“1”になるタイミングは、SSMRレジスタのCPHSビットの設定により異なります。このタイミングを図 23.12 に示します。CPHSビットを“1”(奇数エッジでデータ取り込み)にした場合、フレームの途中でビットが“1”になるので、受信終了時には注意してください。

フローチャート例はクロック同期式通信モードと同じです(「図 23.8 データ受信のフローチャート例(MSS = 1)(クロック同期式通信モード)」参照)。

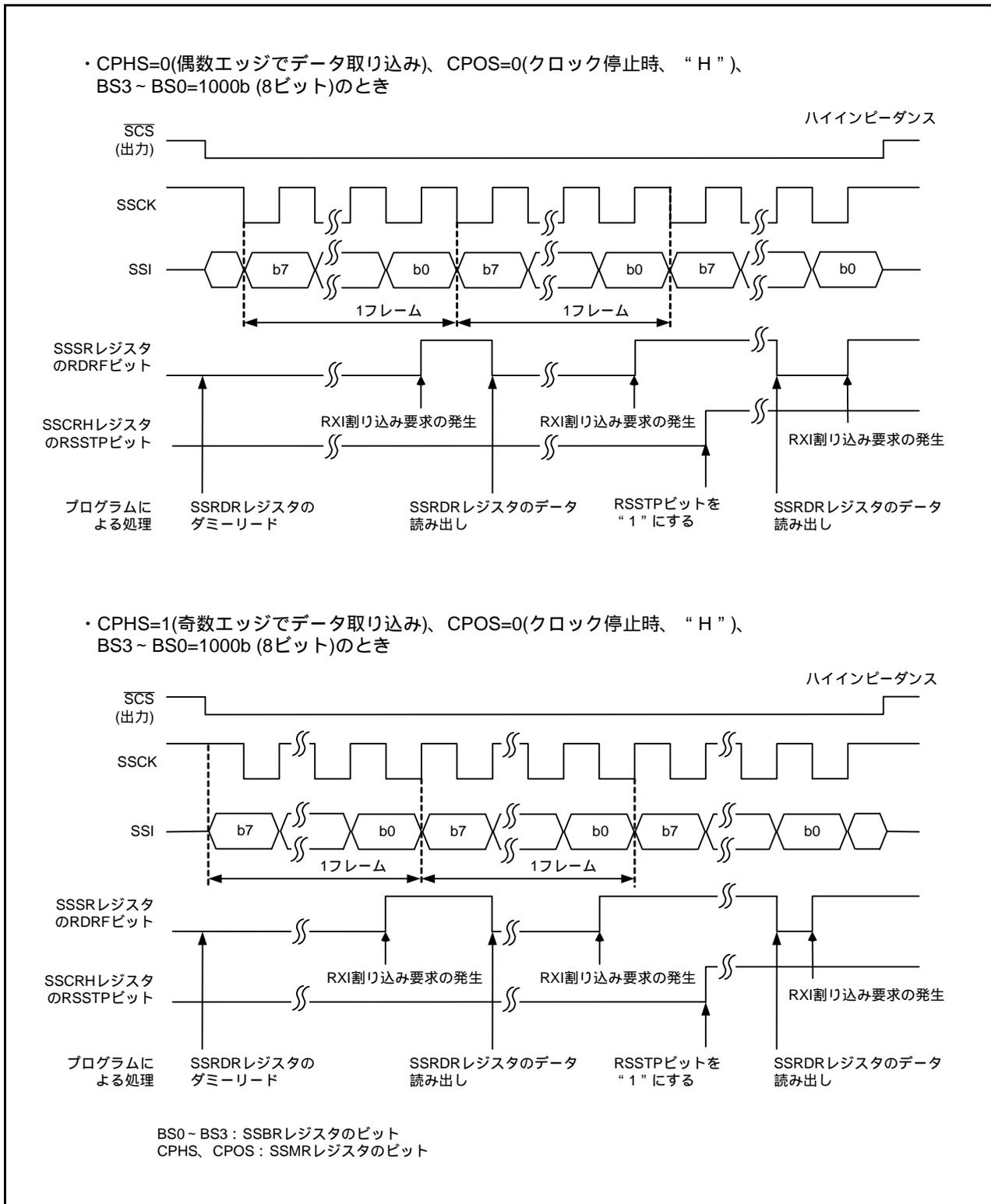


図 23.12 データ受信時の動作例(4線式バス通信モード、SSUデータ転送長8ビット)

23.5.4 $\overline{\text{SCS}}$ 端子制御とアービトレーション

SSMR2レジスタのSSUMSビットを“1”(4線式バス通信モード)、CSS1ビットを“1”(SCS出力端子として機能)にした場合には、SSCRHレジスタのMSSビットを“1”(マスタデバイスとして動作)にしてからシリアル転送を開始する前に、 $\overline{\text{SCS}}$ 端子のアービトレーションをチェックします。この期間に同期化した内部SCS信号が“L”になったことを検出すると、SSSRレジスタのCEビットが“1”(コンフリクトエラー発生)になり、自動的にMSSビットが“0”(スレーブデバイスとして動作)になります。

図 23.13 にアービトレーションチェックタイミングを示します。

なお、CEビットが“1”の状態では、以後の送信動作ができません。したがって、送信をスタートする前に、CEビットを“0”(コンフリクトエラーなし)にしてください。

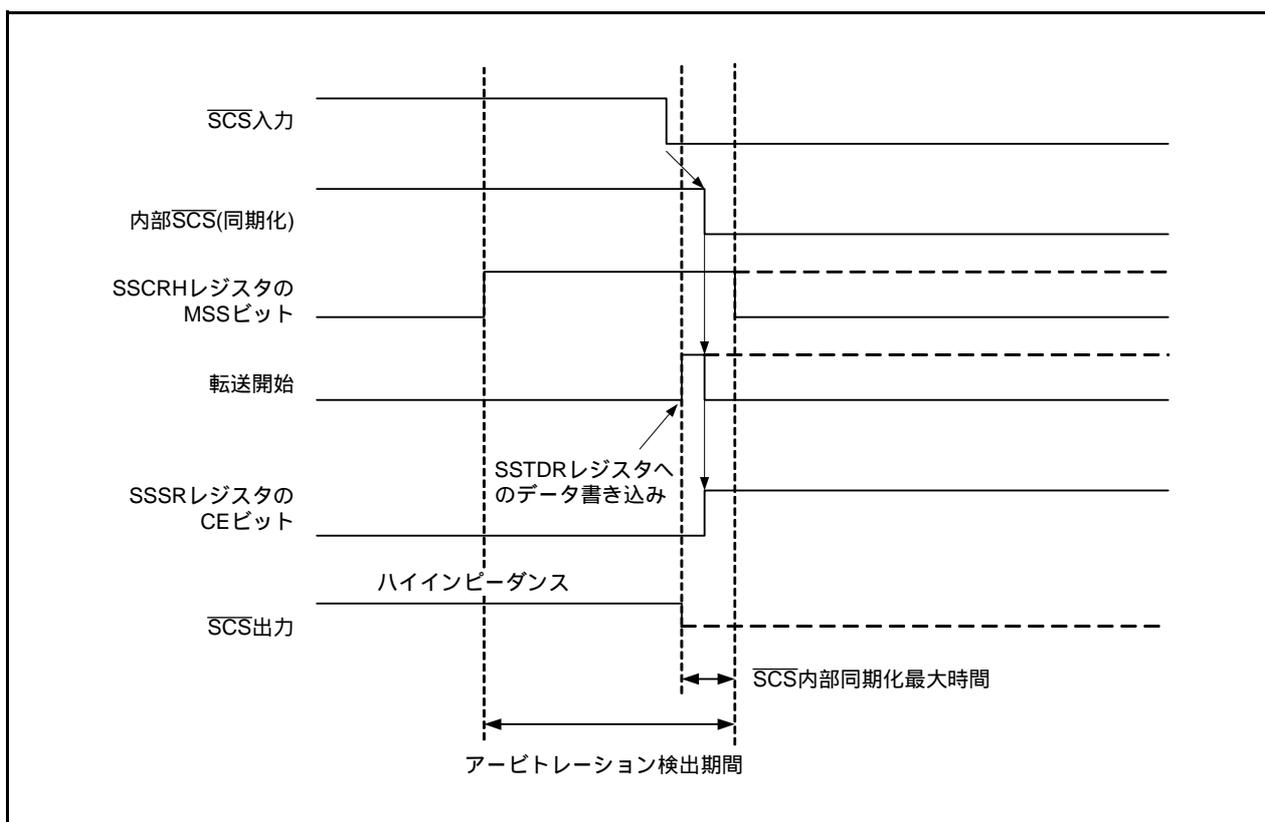


図 23.13 アービトレーションチェックタイミング

23.6 シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット(SSU)使用上の注意

シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットを使用する場合には、SSUICSRレジスタのIICSELビットを“0”(SSU機能を選択)にしてください。

24. I²Cバスインタフェース**注意**

本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。
R8C/LA3Aグループについては「1.4 ピン配置図」を参照してください。

24.1 概要

I²Cバスインタフェースは、フィリップス社I²Cバス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。

表 24.1にI²Cバスインタフェースの仕様、図 24.1にI²Cバスインタフェースブロック図、図 24.2にSCL、SDA端子の外部回路接続例、表 24.2にI²Cバスインタフェースの端子構成を示します。

表 24.1 I²Cバスインタフェースの仕様

項目	仕様
通信フォーマット	<ul style="list-style-type: none"> •I²Cバスフォーマット <ul style="list-style-type: none"> -マスタ/スレーブデバイスの選択可能 -連続送信、連続受信が可能(シフトレジスタ、送信データレジスタ、受信データレジスタがそれぞれ独立しているため) -マスタモードでは開始条件、停止条件の自動生成 -送信時、アクノリッジビットを自動ロード -ビット同期、ウェイト機能内蔵(マスタモードではビットごとにSCLの状態をモニタして自動的に同期を取る。転送準備ができていない場合、SCLを“L”にして待機させる。) -SCL、SDA端子の直接駆動(Nチャンネルオープンドレイン出力)が可能 •クロック同期式シリアルフォーマット <ul style="list-style-type: none"> 連続送信、連続受信が可能(シフトレジスタ、送信データレジスタ、受信データレジスタがそれぞれ独立しているため)
入出力端子	SCL(入出力)：シリアルクロック入出力端子 SDA(入出力)：シリアルデータ入出力端子
転送クロック	<ul style="list-style-type: none"> •ICCR1レジスタのMSTビットが“0”(スレーブモード)のとき 外部クロック(SCL端子から入力) •ICCR1レジスタのMSTビットが“1”(マスタモード)のとき ICCR1レジスタのCKS0～CKS3ビットおよびPINSRレジスタのIICTCTWIビット、IICTCHALFビットで選択する内部クロック(SCL端子から出力)
受信エラーの検出	<ul style="list-style-type: none"> •オーバーランエラーを検出(クロック同期式シリアルフォーマット) 受信時にオーバーランエラーが発生したことを示す。ICSRレジスタのRDRFビットが“1”(ICDRRレジスタにデータあり)の状態、次のデータの最終ビットを受信したとき、ALビットが“1”になる
割り込み要因	<ul style="list-style-type: none"> •I²Cバスフォーマット……………6種類(注1) 送信データエンプティ(スレーブアドレス一致時を含む)、送信終了、受信データフル(スレーブアドレス一致時を含む)、アービトレーションロスト、NACK検出、停止条件検出 •クロック同期式シリアルフォーマット……………4種類(注1) 送信データエンプティ、送信終了、受信データフル、オーバーランエラー
選択機能	<ul style="list-style-type: none"> •I²Cバスフォーマット 受信時、アクノリッジの出力レベルを選択可能 •クロック同期式シリアルフォーマット データ転送方向にMSBファーストまたはLSBファーストを選択可能 •SDAのデジタル遅延 PINSRレジスタのSDADLY0～SDADLY1ビットでSDA端子のデジタル遅延値を選択可能

注1. 割り込みベクタテーブルはI²Cバスインタフェースの1つです。

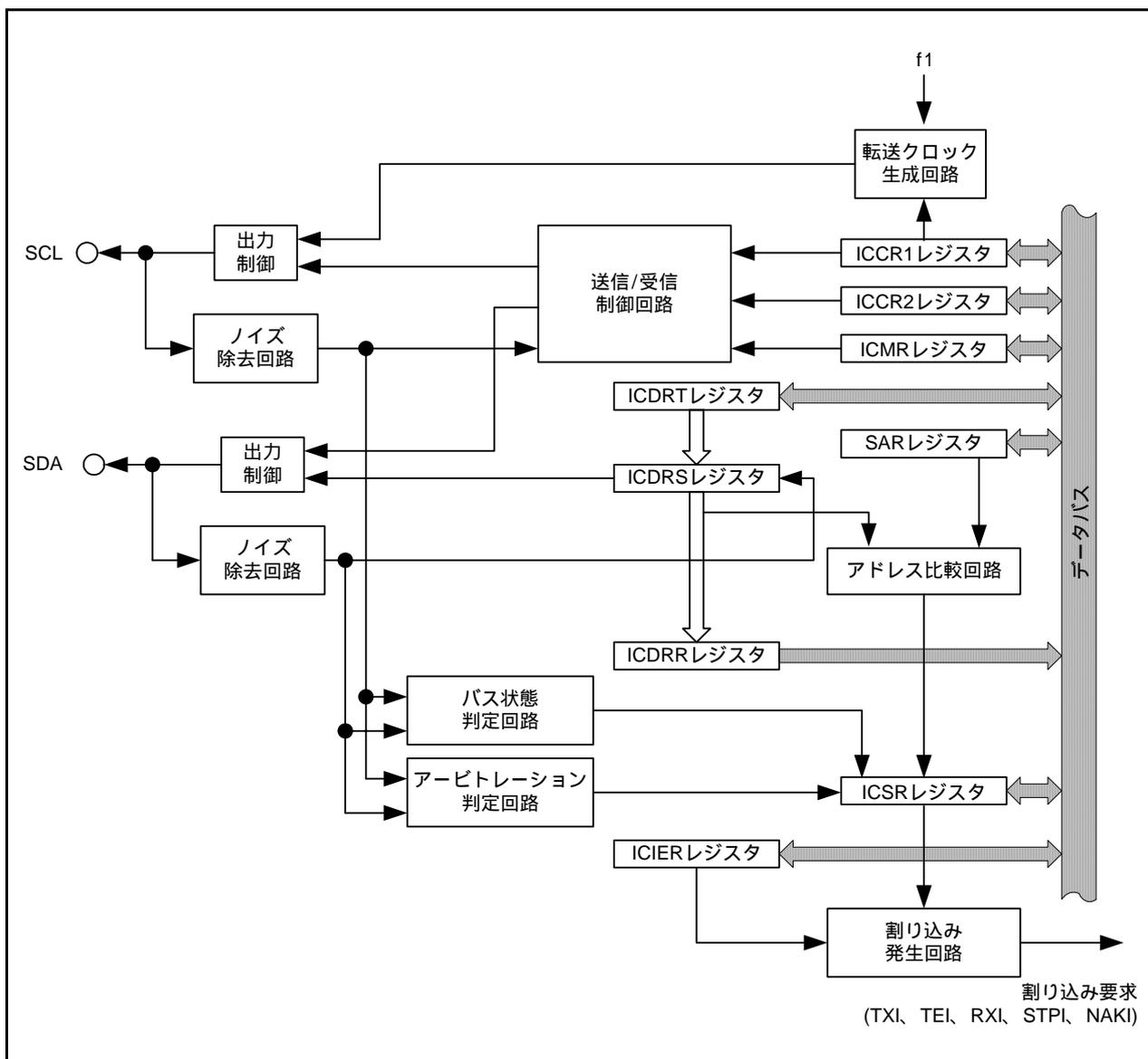


図 24.1 I²Cバスインタフェースブロック図

表 24.2 I²Cバスインタフェースの端子構成

端子名	割り当てる端子	機能
SCL	P8_2、P0_4	クロック入出力
SDA	P8_3、P0_3	データ入出力

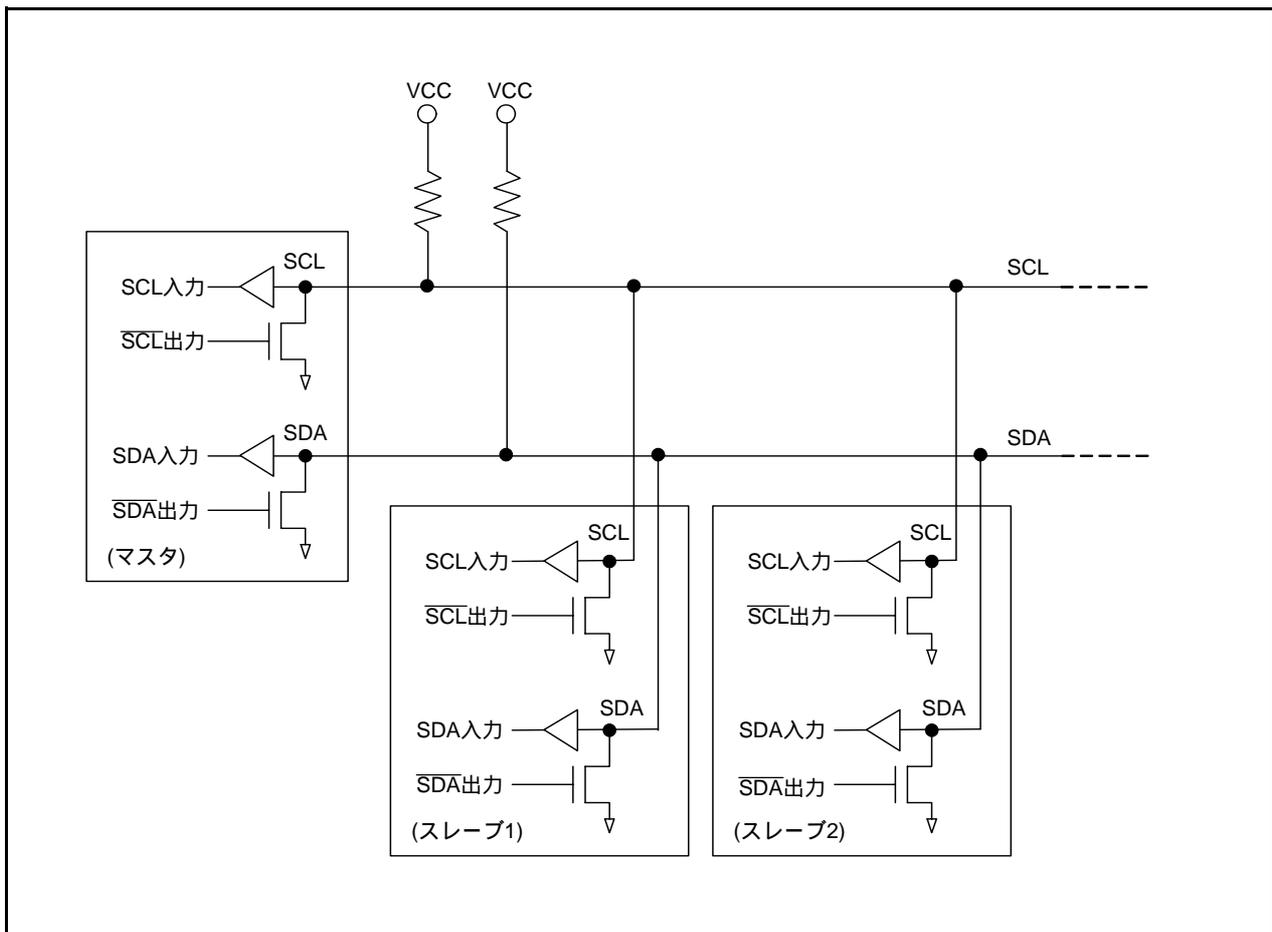


図 24.2 SCL、SDA端子の外部回路接続例

24.2 レジスタの説明

24.2.1 モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)

アドレス 0008h 番地								
ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	MSTADC	—	MSTTRC	MSTLCD	MSTIIC	—	MSTURTO	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	MSTURTO	UART0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注1)	R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	MSTIIC	SSU、I ² Cバススタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注2)	R/W
b4	MSTLCD	LCDスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注3)	R/W
b5	MSTTRC	タイマRCスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注4)	R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	MSTADC	A/Dスタンバイビット(注5)	0: アクティブ 1: スタンバイ	R/W

注1. MSTURTOビットが“1”(スタンバイ)のとき、UART0関連レジスタ(00A0h ~ 00A7h番地)へのアクセスは無効になります。

注2. MSTIICビットが“1”(スタンバイ)のとき、SSU、I²C関連レジスタ(0193h ~ 19Dh番地)へのアクセスは無効になります。

注3. MSTLCDビットが“1”(スタンバイ)のとき、LCD関連レジスタ(0200h ~ 0237h番地)へのアクセスは無効になります。

注4. MSTTRCビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRC関連レジスタ(0120h ~ 0133h番地)へのアクセスは無効になります。

注5. MSTADCビットが“1”(スタンバイ)のとき、A/D関連レジスタ(00C0h ~ 00D9h番地、00DCh ~ 00DFh番地)へのアクセスは無効になります。

温度センサ使用時は、MSTADCビットを“0”(アクティブ)にしてください。

各スタンバイビットをスタンバイにする場合は、対応する周辺機能を停止してから変更してください。各スタンバイビットでスタンバイに設定されている周辺機能の各レジスタは読み出しと書き込みはできません。また、周辺機能へのクロックの供給も停止しています。

スタンバイからアクティブに変更する場合は、変更後に対応する周辺機能のレジスタを再設定してください。

24.2.2 SSU/IIC端子選択レジスタ(SSUIICSR)

アドレス 018Ch番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	SSOSEL0	SCSSEL0	SSCKSEL0	SSISEL0	—	—	—	IICSEL
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	IICSEL	SSU/I ² Cバス切り替えビット	0 : SSU機能を選択 1 : I ² Cバス機能を選択	R/W
b1	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	SSISEL0	SSI端子選択ビット	0 : P8_1に割り当てる 1 : P0_5に割り当てる	R/W
b5	SSCKSEL0	SSCK/SCL端子選択ビット	0 : P8_2に割り当てる 1 : P0_4に割り当てる	R/W
b6	SCSSEL0	SCS端子選択ビット	0 : P8_0に割り当てる 1 : P0_6に割り当てる	R/W
b7	SSOSEL0	SSO/SDA端子選択ビット	0 : P8_3に割り当てる 1 : P0_3に割り当てる	R/W

24.2.3 入出力機能端子選択レジスタ(PINSR)

アドレス 018Fh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	SDADLY1	SDADLY0	IICTCHALF	IICTCTWI	IOINSEL	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	—			
b2	—			
b3	IOINSEL	I/Oポート入力機能 選択ビット	0 : I/Oポートの入力機能はPDi (i=0、2、3、5、7~9)レジスタに依存 PDiレジスタのPDi _j (j=0~7)ビットが“0” (入力モード)のとき、端子の入力レベルを読む PDiレジスタのPDi _j ビットが“1” (出力モード)のとき、ポートラッチを読む 1 : I/Oポートの入力機能はPDiレジスタに関係なく、端子の入力レベルを読む	R/W
b4	IICTCTWI	I ² C転送レート2倍 選択ビット(注1)	0 : ICCR1レジスタのCKS0~CKS3ビットの設定値通りの転送レート 1 : ICCR1レジスタのCKS0~CKS3ビットの設定値の2倍の転送レート	R/W
b5	IICTCHALF	I ² C転送レート1/2倍 選択ビット(注1)	0 : ICCR1レジスタのCKS0~CKS3ビットの設定値通りの転送レート 1 : ICCR1レジスタのCKS0~CKS3ビットの設定値の1/2倍の転送レート	R/W
b6	SDADLY0	SDA端子デジタル遅延 選択ビット	b7 b6 00 : 3 × f1サイクルのデジタル遅延 01 : 11 × f1サイクルのデジタル遅延 10 : 19 × f1サイクルのデジタル遅延 11 : 設定しないでください	R/W
b7	SDADLY1			R/W

注1. I²Cバス機能時はIICTCTWI、IICTCHALFビットを共に“1”にしないでください。また、SSU機能時は両方とも“0”にしてください。

24.2.4 IICバス送信データレジスタ(ICDRT)

アドレス 0194h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1

ビット	機能	R/W
b7 ~ b0	送信データを保管。 ICDRSレジスタの空きが検出されると、保管されている送信データがICDRSレジスタへ転送されて、送信が開始します。 ICDRSレジスタからデータを送信中に、ICDRTレジスタに次の送信データを書いておくと、連続して送信できます。 ICMRレジスタのMLSビットが“1(LSBファーストでデータ転送)”の場合、ICDRTレジスタに書いた後、読み出すとMSBとLSBが反転したデータが読み出されます。	R/W

24.2.5 IICバス受信データレジスタ(ICDRR)

アドレス 0196h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	1	1	1	1	1	1	1	1

ビット	機能	R/W
b7 ~ b0	受信データを保管。 ICDRSレジスタが1バイトのデータを受信すると、ICDRRレジスタへ受信データが転送されて、次の受信が可能になります。	R

24.2.6 IICバス制御レジスタ1(ICCR1)

アドレス 0198h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	ICE	RCVD	MST	TRS	CKS3	CKS2	CKS1	CKS0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CKS0	転送クロック選択ビット3~0(注1)	b3 b2 b1 b0	R/W
b1	CKS1		0 0 0 0 : f1/28	R/W
b2	CKS2		0 0 0 1 : f1/40	R/W
b3	CKS3		0 0 1 0 : f1/48	R/W
			0 0 1 1 : f1/64	
		0 1 0 0 : f1/80		
		0 1 0 1 : f1/100		
		0 1 1 0 : f1/112		
		0 1 1 1 : f1/128		
		1 0 0 0 : f1/56		
		1 0 0 1 : f1/80		
		1 0 1 0 : f1/96		
		1 0 1 1 : f1/128		
		1 1 0 0 : f1/160		
		1 1 0 1 : f1/200		
		1 1 1 0 : f1/224		
		1 1 1 1 : f1/256		
b4	TRS	送信/受信選択ビット(注2、3、6)	b5 b4	R/W
b5	MST	マスタ/スレーブ選択ビット(注5、6)	0 0 : スレーブ受信モード(注4)	R/W
			0 1 : スレーブ送信モード	
			1 0 : マスタ受信モード	
			1 1 : マスタ送信モード	
b6	RCVD	受信禁止ビット	TRS = 0 (受信モード)の状態ではICDRRレジスタを 読んだ後、 0 : 次の受信動作を継続 1 : 次の受信動作を禁止	R/W
b7	ICE	I ² Cバスインタフェース許可ビット (注7)	0 : 本モジュールは機能停止状態 (SCL、SDA端子はポート機能) 1 : 本モジュールは転送動作可能状態 (SCL、SDA端子はバス駆動状態)	R/W

注1. マスタモードでは必要な転送レートに合わせて設定してください。転送レートについては、「表 24.3 転送レート例(1)、表 24.4 転送レート例(2)」を参照してください。スレーブモードでは、送信モード時のデータセットアップ時間の確保に使用されます。この時間はCKS3 = 0のとき10Tcyc、CKS3 = 1のとき20Tcycとなります。(1Tcyc = 1/f1(s))

注2. TRSビットは転送フレーム間で書き換えてください。

注3. スレーブ受信モードで開始条件後の7ビットがSARレジスタに設定したスレーブアドレスと一致し、8ビット目が“1”の場合、TRSビットが“1”(送信モード)になります。

注4. I²Cバスフォーマットのマスタモードでバス競合負けすると、MSTおよびTRSビットが“0”になり、スレーブ受信モードになります。

注5. クロック同期式シリアルフォーマットのマスタ受信モードでオーバランエラーが発生した場合、MSTビットが“0”になり、スレーブ受信モードになります。

注6. マルチマスタで使用する場合、TRSおよびMSTビットの設定にはMOV命令を使用してください。

注7. I²Cバスインタフェース動作中に、ICEビットに“0”、またはICCR2レジスタのIICRSTビットに“1”を書くと、ICCR2レジスタのBBSYビットとICSRレジスタのSTOPビットが不定になる場合があります。「24.9 I²Cバスインタフェース使用上の注意」を参照してください。

24.2.7 IICバス制御レジスタ2(ICCR2)

アドレス 0199h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	BBSY	SCP	SDAO	SDAOP	SCLO	—	IICRST	—
リセット後の値	0	1	1	1	1	1	0	1

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
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“1”。		—
b1	IICRST	I ² Cバス制御部リセットビット (注5)	I ² Cバスの動作中に、通信不具合等によりハングアップしたとき、“1”を書くとポートの設定、レジスタの初期化をせずに、I ² Cバスの制御部をリセットします。	R/W
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“1”。		—
b3	SCLO	SCLモニタフラグ	0：SCL端子は“L” 1：SCL端子は“H”	R
b4	SDAOP	SDAOライトプロテクトビット	SDAOビットを書き換えるとき、同時に“0”を書いてください。(注1) 読んだ場合、その値は“1”。	R/W
b5	SDAO	SDA出力値制御ビット	読んだ場合 0：SDA端子出力が“L” 1：SDA端子出力が“H” 書いた場合(注1、2) 0：SDA端子出力を“L”に変更する。 1：SDA端子出力をハイインピーダンスに変更する (外部プルアップ抵抗によって、“H”出力)。	R/W
b6	SCP	開始/停止条件発行禁止ビット	BBSYビットに書くとき、同時に“0”を書いてください。(注3) 読んだ場合、その値は“1”。“1”書き込みは無効になります。	R/W
b7	BBSY	バスビジービット(注4、5)	読んだ場合 0：バスが開放状態(SCL信号が“H”の状態ですDA信号が“L”から“H”に変化) 1：バスが占有状態(SCL信号が“H”の状態ですDA信号が“H”から“L”に変化) 書いた場合(注3) 0：停止条件を発行 1：開始条件を発行	R/W

注1. SDAOビットを書き換える場合は、同時にSDAOPビットに“0”をMOV命令を使用して書いてください。

注2. 転送動作中に書かないでください。

注3. マスタモード時に有効です。BBSYビットに書く場合は、同時にSCPビットに“0”をMOV命令を使用して書いてください。開始条件の再発行時も、同様に実施してください。

注4. クロック同期シリアルフォーマット時は無効です。

注5. I²Cバスインタフェース動作中に、ICCR1レジスタのICEビットに“0”、またはIICRSTビットに“1”を書くと、BBSYビットとICSRレジスタのSTOPビットが不定になる場合があります。「24.9 I²Cバスインタフェース使用上の注意」を参照してください。

24.2.8 IICバスモードレジスタ(ICMR)

アドレス 019Ah番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	MLS	WAIT	—	—	BCWP	BC2	BC1	BC0
リセット後の値	0	0	0	1	1	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	BC0	ビットカウンタ2~0	I ² Cバスフォーマット(読み出し時は残りの転送ビット数、書き込み時は次に転送するデータのビット数)(注1、2) b2 b1 b0 000: 9ビット(注3) 001: 2ビット 010: 3ビット 011: 4ビット 100: 5ビット 101: 6ビット 110: 7ビット 111: 8ビット クロック同期式シリアルフォーマット(読み出し時は残りの転送ビット数、書き込み時は常に“000b”を書いてください。) b2 b1 b0 000: 8ビット 001: 1ビット 010: 2ビット 011: 3ビット 100: 4ビット 101: 5ビット 110: 6ビット 111: 7ビット	R/W
b1	BC1			R/W
b2	BC2			R/W
b3	BCWP	BCライトプロテクトビット	BC0~BC2ビットを書き換えるとき、同時に“0”を書いてください。(注2、4) 読んだ場合、その値は“1”。	R/W
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“1”。		—
b5	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
b6	WAIT	ウェイト挿入ビット(注5)	0: ウェイトなし(データとアクノリッジを連続して転送) 1: ウェイトあり(データの最終ビットのクロックが立ち下がった後、2転送クロック分“L”を延長)	R/W
b7	MLS	MSBファースト/LSBファースト選択ビット	0: MSBファーストでデータ転送(注6) 1: LSBファーストでデータ転送	R/W

注1. 転送フレーム間で書き換えてください。“000b”以外の値を書くときは、SCL信号が“L”のときに書いてください。

注2. BC0~BC2ビットに書く場合は、同時にBCWPビットに“0”をMOV命令を使用して書いてください。

注3. アクノリッジを含むデータ転送終了後、BC2~BC0ビットは自動的に“000b”になります。開始条件検出時、BC2~BC0ビットは自動的に“000b”になります。

注4. クロック同期式シリアルフォーマット時は書き換えしないでください。

注5. I²Cバスフォーマットのマスタモード時に、設定値が有効です。I²Cバスフォーマットのスレーブモード時およびクロック同期シリアルフォーマット時は無効です。

注6. I²Cバスフォーマット時は、“0”にしてください。

24.2.9 IICバス割り込み許可レジスタ (ICIER)

アドレス 019Bh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TIE	TEIE	RIE	NAKIE	STIE	ACKE	ACKBR	ACKBT
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	ACKBT	送信アクノリッジ選択ビット	0: 受信モード時、アクノリッジのタイミングで“0”を送出 1: 受信モード時、アクノリッジのタイミングで“1”を送出	R/W
b1	ACKBR	受信アクノリッジビット	0: 送信モード時、受信デバイスから受け取ったアクノリッジビットが“0” 1: 送信モード時、受信デバイスから受け取ったアクノリッジビットが“1”	R
b2	ACKE	アクノリッジビット判定選択ビット	0: 受信アクノリッジの内容を無視して連続的に転送 1: 受信アクノリッジが“1”の場合、転送中止	R/W
b3	STIE	停止条件検出割り込み許可ビット	0: 停止条件検出割り込み要求禁止 1: 停止条件検出割り込み要求許可(注2)	R/W
b4	NAKIE	NACK受信割り込み許可ビット	0: NACK受信割り込み要求およびアービトレーションロスト/オーバーランエラー割り込み要求禁止 1: NACK受信割り込み要求およびアービトレーションロスト/オーバーランエラー割り込み要求許可(注1)	R/W
b5	RIE	受信割り込み許可ビット	0: 受信データフルおよびオーバーランエラー割り込み要求禁止 1: 受信データフルおよびオーバーランエラー割り込み要求許可(注1)	R/W
b6	TEIE	送信終了割り込み許可ビット	0: 送信終了割り込み要求禁止 1: 送信終了割り込み要求許可	R/W
b7	TIE	送信割り込み許可ビット	0: 送信データエンプティ割り込み要求禁止 1: 送信データエンプティ割り込み要求許可	R/W

注1. オーバランエラー割り込み要求はクロック同期フォーマット時です。

注2. ICSRレジスタのSTOPビットが“0”のとき、STIEビットを“1”(停止条件検出割り込み要求許可)にしてください。

24.2.10 IICバスステータスレジスタ(ICSR)

アドレス 019Ch番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	TDRE	TEND	RDRF	NACKF	STOP	AL	AAS	ADZ
リセット後の値	0	0	0	0	X	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	ADZ	ゼネラルコールアドレス認識フラグ(注1、2)	ゼネラルコールアドレス検出したとき、“1”になります	R/W
b1	AAS	スレーブアドレス認識フラグ(注1)	スレーブ受信モードで開始条件直後の第1フレームがSARレジスタのSVA0～SVA6と一致した場合、“1”になります(スレーブアドレス検出、ゼネラルコールアドレス検出)	R/W
b2	AL	アービトレーションロストフラグ/オーバランエラーフラグ(注1)	I ² Cバスフォーマットの場合、マスタモード時にバス競合負けしたことを示します。次のときに“1”になります(注3) <ul style="list-style-type: none"> マスタ送信モード時、SCL信号の立ち上がりで内部SDA信号とSDA端子のレベルが不一致のとき マスタ送信/受信モード時、開始条件検出時にSDA端子が“H”のとき クロック同期フォーマットの場合、オーバランエラーが発生したことを示します。次のときに“1”になります <ul style="list-style-type: none"> RDRFビットが“1”の状態、次のデータの最終ビットを受信したとき 	R/W
b3	STOP	停止条件検出フラグ(注1、7)	フレームの転送の完了後に停止条件を検出したとき、“1”になります	R/W
b4	NACKF	ノーアクノリッジ検出フラグ(注1、4)	送信時、受信デバイスからアクノリッジがなかったとき、“1”になります	R/W
b5	RDRF	受信データレジスタフルフラグ(注1、5)	ICDRSレジスタからICDRRレジスタに受信データが転送されたとき、“1”になります。	R/W
b6	TEND	送信終了フラグ(注1、6)	I ² Cバスフォーマットの場合、TDREビットが“1”の状態SCL信号の9クロック目が立ち上がったとき、“1”になります。 クロック同期フォーマットの場合、送信フレームの最終ビットを送出したとき、“1”になります。	R/W
b7	TDRE	送信データ空フラグ(注1、6)	次のときに“1”になります。 <ul style="list-style-type: none"> ICDRTレジスタからICDRSレジスタにデータ転送されて、ICDRTレジスタが空になったとき ICCR1レジスタのTRSビットを“1”(送信モード)にしたとき 開始条件(再送含む)を発行したとき スレーブ受信モードからスレーブ送信モードに変わったとき 	R/W

注1. 各ビットは“1”を読んだ後、“0”を書くと“0”になります。

注2. I²Cバスフォーマットのスレーブ受信モードのとき有効です。

注3. 複数のマスタがほぼ同時にバスを占有しようとしたときに、I²CバスインタフェースはSDAをモニタし、自分が出したデータと異なった場合、ALフラグを“1”にして、バスが他のマスタによって占有されたことを示します。

注4. NACKFビットはICIERレジスタのACKEビットが“1”(受信アクノリッジが“1”の場合、転送中止)のとき有効です。

注5. RDRFビットはICDRRレジスタからデータを読み出したとき、“0”になります。

注6. TEND、TDREビットはICDRTレジスタにデータを書いたとき、“0”になります。

ICDRTレジスタに書いた直後にこれらのビットを読み出す場合は、書き込みと読み出しの命令間に、NOP命令を3つ以上挿入してください。

注7. I²Cバスインタフェース動作中に、ICCR1レジスタのICEビットに“0”、またはICCR2レジスタのIICRSTビットに“1”を書くと、ICCR2レジスタのBBSYビットとSTOPビットが不定になる場合があります。「24.9 I²Cバスインタフェース使用上の注意」を参照してください。

ICSRレジスタを連続してアクセスする場合、アクセスする命令間にNOP命令を1つ以上挿入してください。

24.2.11 スレーブアドレスレジスタ(SAR)

アドレス 019Dh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	SVA6	SVA5	SVA4	SVA3	SVA2	SVA1	SVA0	FS
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	FS	フォーマット選択ビット	0: I ² Cバスフォーマット 1: クロック同期式シリアルフォーマット	R/W
b1	SVA0	スレーブアドレス6~0	I ² Cバスに接続する他のスレーブデバイスと異なるアドレスを設定してください。 I ² Cバスフォーマットのスレーブモード時、開始条件後に送られてくる第1フレームの上位7ビットと、SVA0~SVA6が一致したとき、スレーブデバイスとして動作します。	R/W
b2	SVA1			R/W
b3	SVA2			R/W
b4	SVA3			R/W
b5	SVA4			R/W
b6	SVA5			R/W
b7	SVA6			R/W

24.2.12 IICバスシフトレジスタ(ICDRS)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—

ビット	機能	R/W
b7~b0	データを送受信するシフトレジスタ。 送信時はICRDTレジスタから送信データがICDRSレジスタに転送され、データがSDA端子から送出されます。 受信時は1バイトのデータの受信が終了すると、データがICDRSレジスタからICDRRレジスタへ転送されます。	—

24.3 複数モードに関わる共通事項

24.3.1 転送クロック

ICCR1レジスタのMSTビットが“0”(スレーブモード)のとき、転送クロックはSCL端子から入力される外部クロックです。

ICCR1レジスタのMSTビットが“1”(マスタモード)のとき、転送クロックはICCR1レジスタのCKS0～CKS3ビットおよびPINSRレジスタのIICTCTWIビット、IICTCHALFビットで選択された内部クロックになり、SCL端子から出力されます。表24.3、表24.4に転送レート例を示します。

表 24.3 転送レート例(1)

PINSRレジスタ		ICCR1レジスタ				転送 クロック	転送レート				
IICTCHALF	IICTCTWI	CKS3	CKS2	CKS1	CKS0		f1 = 5MHz	f1 = 8MHz	f1 = 10MHz	f1 = 16MHz	f1 = 20MHz
0	0	0	0	0	0	f1/28	179kHz	286kHz	357kHz	571kHz	714kHz
					1	f1/40	125kHz	200kHz	250kHz	400kHz	500kHz
			1	0	0	f1/48	104kHz	167kHz	208kHz	333kHz	417kHz
					1	f1/64	78.1kHz	125kHz	156kHz	250kHz	313kHz
			1	1	0	f1/80	62.5kHz	100kHz	125kHz	200kHz	250kHz
					1	f1/100	50.0kHz	80.0kHz	100kHz	160kHz	200kHz
		1	0	0	0	f1/112	44.6kHz	71.4kHz	89.3kHz	143kHz	179kHz
					1	f1/128	39.1kHz	62.5kHz	78.1kHz	125kHz	156kHz
				1	0	f1/56	89.3kHz	143kHz	179kHz	286kHz	357kHz
					1	f1/80	62.5kHz	100kHz	125kHz	200kHz	250kHz
		1	1	0	0	f1/96	52.1kHz	83.3kHz	104kHz	167kHz	208kHz
					1	f1/128	39.1kHz	62.5kHz	78.1kHz	125kHz	156kHz
				1	0	f1/160	31.3kHz	50.0kHz	62.5kHz	100kHz	125kHz
					1	f1/200	25.0kHz	40.0kHz	50.0kHz	80.0kHz	100kHz
		1	1	0	f1/224	22.3kHz	35.7kHz	44.6kHz	71.4kHz	89.3kHz	
				1	f1/256	19.5kHz	31.3kHz	39.1kHz	62.5kHz	78.1kHz	

表 24.4 転送レート例(2)

PINSR レジスタ		ICCR1 レジスタ				転送 クロック	転送レート						
IICTCHALF	IICTCTWI	CKS3	CKS2	CKS1	CKS0		f1 = 5MHz	f1 = 8MHz	f1 = 10MHz	f1 = 16MHz	f1 = 20MHz		
0	1	0	0	0	0	f1/28	358kHz	572kHz	714kHz	1142kHz	1428kHz		
					1	f1/40	250kHz	400kHz	500kHz	800kHz	1000kHz		
				1	0	f1/48	208kHz	334kHz	416kHz	666kHz	834kHz		
					1	f1/64	156kHz	250kHz	312kHz	500kHz	626kHz		
			1	0	0	f1/80	125kHz	200kHz	250kHz	400kHz	500kHz		
					1	f1/100	100kHz	160kHz	200kHz	320kHz	400kHz		
				1	0	f1/112	89kHz	143kHz	179kHz	286kHz	358kHz		
					1	f1/128	78kHz	125kHz	156kHz	250kHz	312kHz		
		1	0	0	0	f1/56	179kHz	286kHz	358kHz	572kHz	714kHz		
					1	f1/80	125kHz	200kHz	250kHz	400kHz	500kHz		
				1	0	f1/96	104kHz	167kHz	208kHz	334kHz	416kHz		
					1	f1/128	78kHz	125kHz	156kHz	250kHz	312kHz		
			1	0	0	f1/160	63kHz	100kHz	125kHz	200kHz	250kHz		
					1	f1/200	50kHz	80kHz	100kHz	160kHz	200kHz		
				1	0	f1/224	45kHz	71kHz	89kHz	143kHz	179kHz		
					1	f1/256	39kHz	63kHz	78kHz	125kHz	156kHz		
		1	0	0	0	0	0	f1/28	90kHz	143kHz	179kHz	286kHz	357kHz
							1	f1/40	63kHz	100kHz	125kHz	200kHz	250kHz
						1	0	f1/48	52kHz	84kHz	104kHz	167kHz	209kHz
							1	f1/64	39kHz	63kHz	78kHz	125kHz	157kHz
					1	0	0	f1/80	31kHz	50kHz	63kHz	100kHz	125kHz
							1	f1/100	25kHz	40kHz	50kHz	80kHz	100kHz
						1	0	f1/112	22kHz	36kHz	45kHz	72kHz	90kHz
							1	f1/128	20kHz	31kHz	39kHz	63kHz	78kHz
1	0			0	0	f1/56	45kHz	72kHz	90kHz	143kHz	179kHz		
					1	f1/80	31kHz	50kHz	63kHz	100kHz	125kHz		
				1	0	f1/96	26kHz	42kHz	52kHz	84kHz	104kHz		
					1	f1/128	20kHz	31kHz	39kHz	63kHz	78kHz		
	1			0	0	f1/160	16kHz	25kHz	31kHz	50kHz	63kHz		
					1	f1/200	13kHz	20kHz	25kHz	40kHz	50kHz		
				1	0	f1/224	11kHz	18kHz	22kHz	36kHz	45kHz		
					1	f1/256	10kHz	16kHz	20kHz	31kHz	39kHz		

24.3.2 SDA端子デジタル遅延選択

PINSRレジスタのSDADLY0 ~ SDADLY1ビットで、SDA端子のデジタル遅延値を選択できます。
 図24.3にSDA端子のデジタル遅延の動作例を示します。

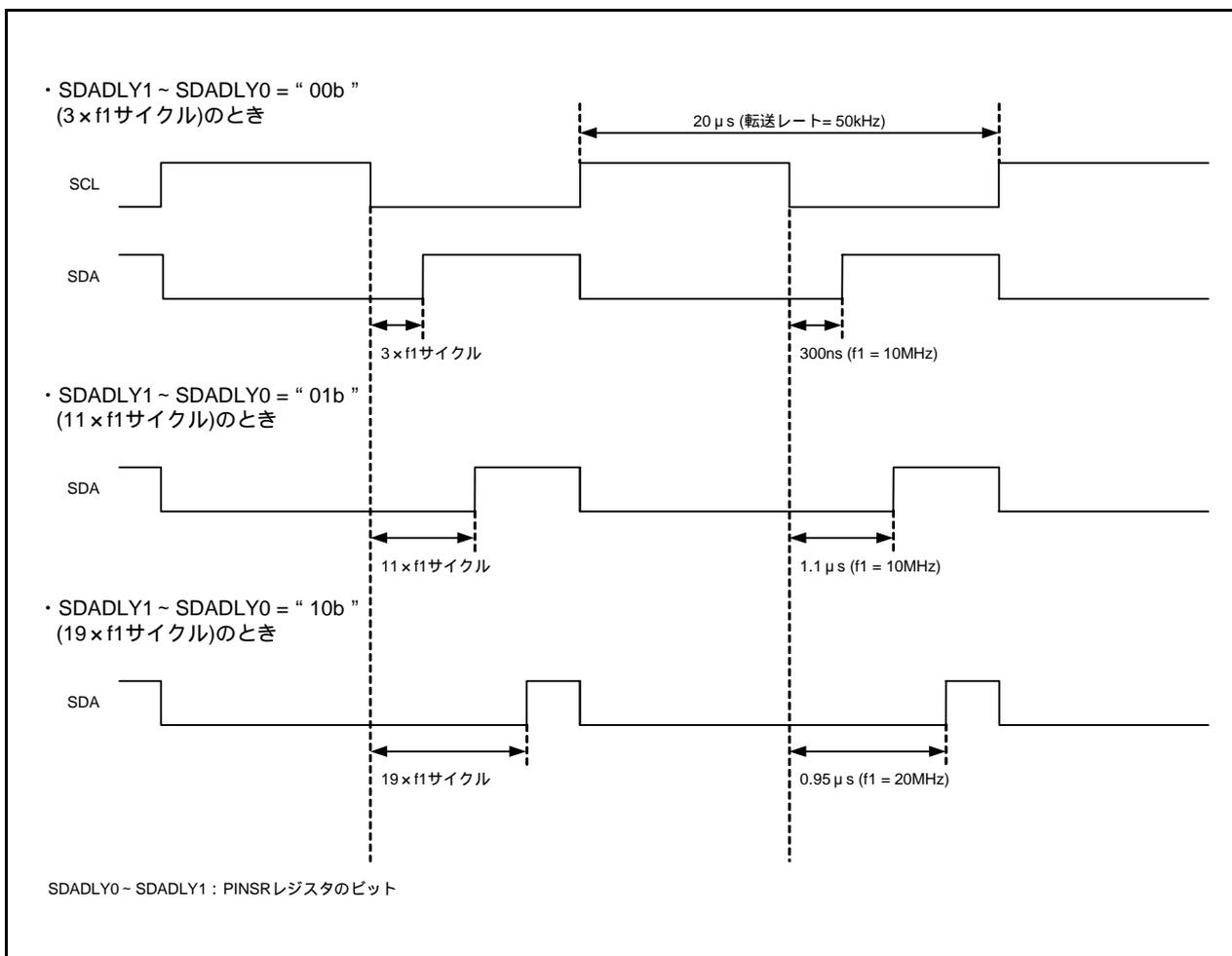


図 24.3 SDA端子のデジタル遅延の動作例

24.3.3 割り込み要求

I²Cバスインタフェースの割り込み要求は、I²Cバスフォーマット時に6種類、クロック同期式シリアルフォーマット時に4種類あります。表 24.5にI²Cバスインタフェースの割り込み要求を示します。

これらの割り込み要求はI²Cバスインタフェース割り込みベクタテーブルに割り付けられているため、各ビットによる要因の判別が必要です。

表 24.5 I²Cバスインタフェースの割り込み要求

割り込み要求		発生条件	フォーマット	
			I ² Cバス	クロック同期式シリアル
送信データエンプティ	TXI	TIE = 1かつTDRE = 1	有効	有効
送信終了	TEI	TEIE = 1かつTEND = 1	有効	有効
受信データフル	RXI	RIE = 1かつRDRF = 1	有効	有効
停止条件検出	STPI	STIE = 1かつSTOP = 1	有効	無効
NACK検出	NAKI	NAKIE = 1かつAL = 1 (またはNAKIE = 1かつNACKF = 1)	有効	無効
アービトレーションロスト/ オーバーランエラー			有効	有効

STIE、NAKIE、RIE、TEIE、TIE : ICIERレジスタのビット

AL、STOP、NACKF、RDRF、TEND、TDRE : ICSRレジスタのビット

表 24.5の発生条件が満たされたとき、I²Cバスインタフェース割り込み要求が発生します。I²Cバスインタフェース割り込みルーチンで、それぞれの割り込み発生条件を“0”にしてください。

ただし、TDREビットおよびTENDビットはICDRTレジスタに送信データを書くことで、RDRFビットはICDRRレジスタを読むことで、自動的に“0”になります。特にTDREビットはICDRTレジスタに送信データを書いたとき“0”になり、ICDRTレジスタからICDRSレジスタにデータ転送されたときにTDREビットが“1”になり、さらにTDREビットを“0”にすると、余分に1バイト送信する場合があります。

また、STIEビットを“1”(停止条件検出割り込み要求許可)にするのは、STOPビットが“0”のときにしてください。

24.4 I²Cバスインタフェースモード

24.4.1 I²Cバスフォーマット

SARレジスタのFSビットを“0”にすると、I²Cバスフォーマットで通信します。

図24.4にI²Cバスフォーマットとバスタイミングを示します。開始条件に続く第1フレームは、常に8ビット構成になります。

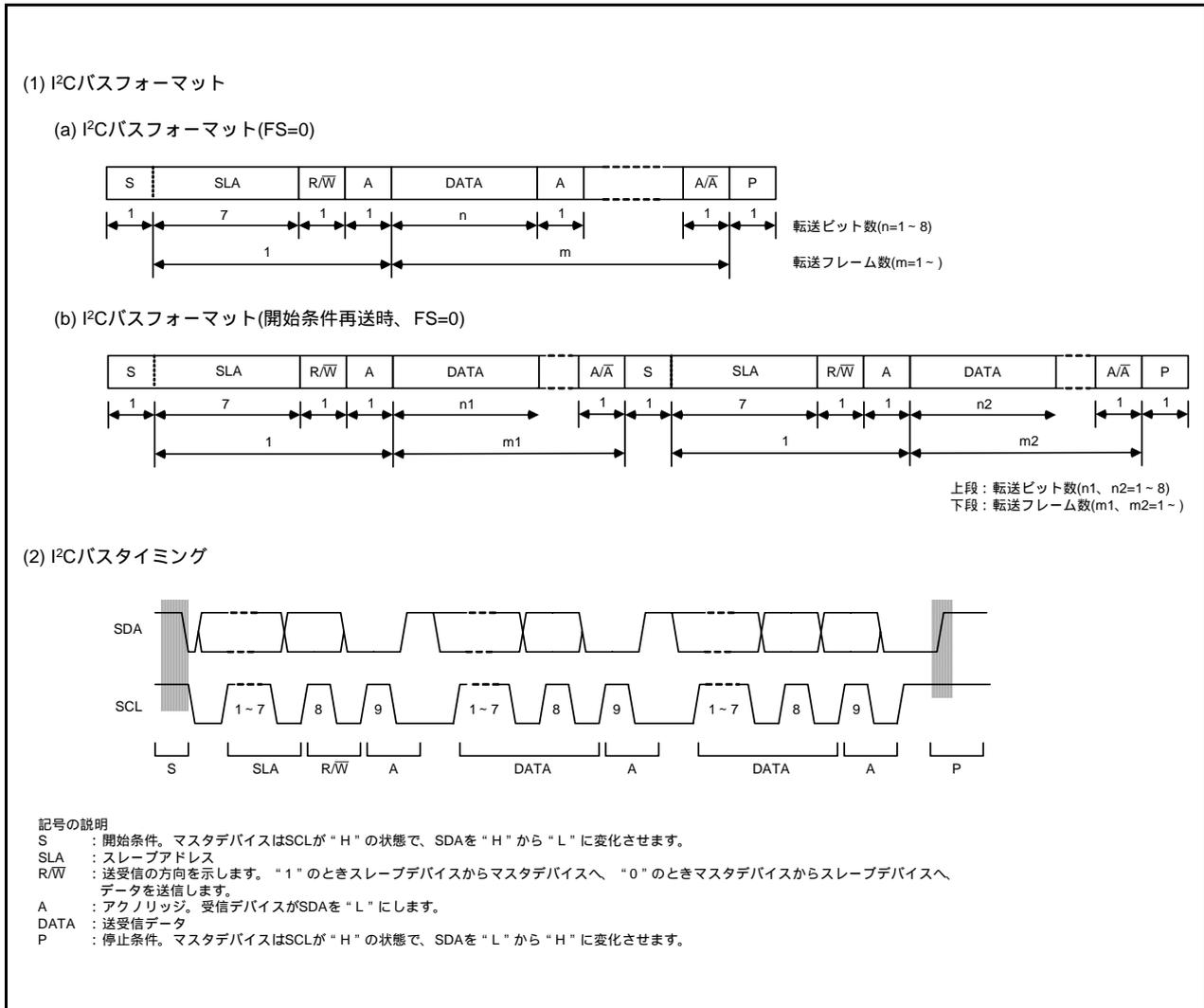


図24.4 I²Cバスフォーマットとバスタイミング

24.4.2 マスタ送信動作

マスタ送信モードでは、マスタデバイスが送信クロックと送信データを出力し、スレーブデバイスがアクノリッジを返します。図 24.5、図 24.6 にマスタ送信モードの動作タイミング (I²C バスインタフェースモード) を示します。

以下にマスタ送信モードの送信手順と動作を示します。

- (1) ICSR レジスタの STOP ビットを初期化するために “0” にしてください。その後、ICCR1 レジスタの ICE ビットを “1” (転送動作可能状態) にしてください。その後、ICMR レジスタの WAIT、MLS ビット、ICCR1 レジスタの CKS0 ~ CKS3 ビットなどを設定してください(初期設定)。
- (2) ICCR2 レジスタの BBSY ビットを読んで、バスが開放状態であることを確認後、ICCR1 レジスタの TRS、MST ビットをマスタ送信モードに設定してください。その後、BBSY = 1 と SCP = 0 を MOV 命令で書いてください(開始条件発行)。これにより開始条件を生成します。
- (3) ICSR レジスタの TDRE ビットが “1” であることを確認した後、ICDRT レジスタに送信データ (1 バイト目はスレーブアドレスと R/W を示すデータ) を書いてください。このとき TDRE ビットは自動的に “0” になり、ICDRT レジスタから ICDRS レジスタにデータが転送されて、再び TDRE ビットが “1” になります。
- (4) TDRE ビットが “1” の状態で 1 バイト送信が完了し、送信クロックの 9 クロック目の立ち上がりで ICSR レジスタの TEND ビットが “1” になります。ICIER レジスタの ACKBR ビットを読んで、スレーブデバイスが選択されたことを確認した後、2 バイト目のデータを ICDRT レジスタに書いてください。ACKBR ビットが “1” のときはスレーブデバイスが認識されていないため、停止条件を発行してください。停止条件の発行は、BBSY = 0 と SCP = 0 を MOV 命令で書くことで行われます。なおデータの準備ができるまで、または停止条件を発行するまでは SCL が “L” に固定されます。
- (5) 2 バイト目以降の送信データは、TDRE ビットが “1” になるたびに、ICDRT レジスタにデータを書いてください。
- (6) 送信するバイト数を ICDRT レジスタに書いたとき、その後は TDRE ビットが “1” の状態で TEND ビットが “1” になるまで待ってください。または、ICIER レジスタの ACKE ビットが “1” (受信アクノリッジが “1” の場合、転送中止) の状態で、受信デバイスからの NACK (ICSR レジスタの NACKF = 1) を待ってください。その後、停止条件を発行して TEND ビット、あるいは NACKF ビットを “0” にしてください。
- (7) ICSR レジスタの STOP ビットが “1” になったとき、スレーブ受信モードに戻してください。

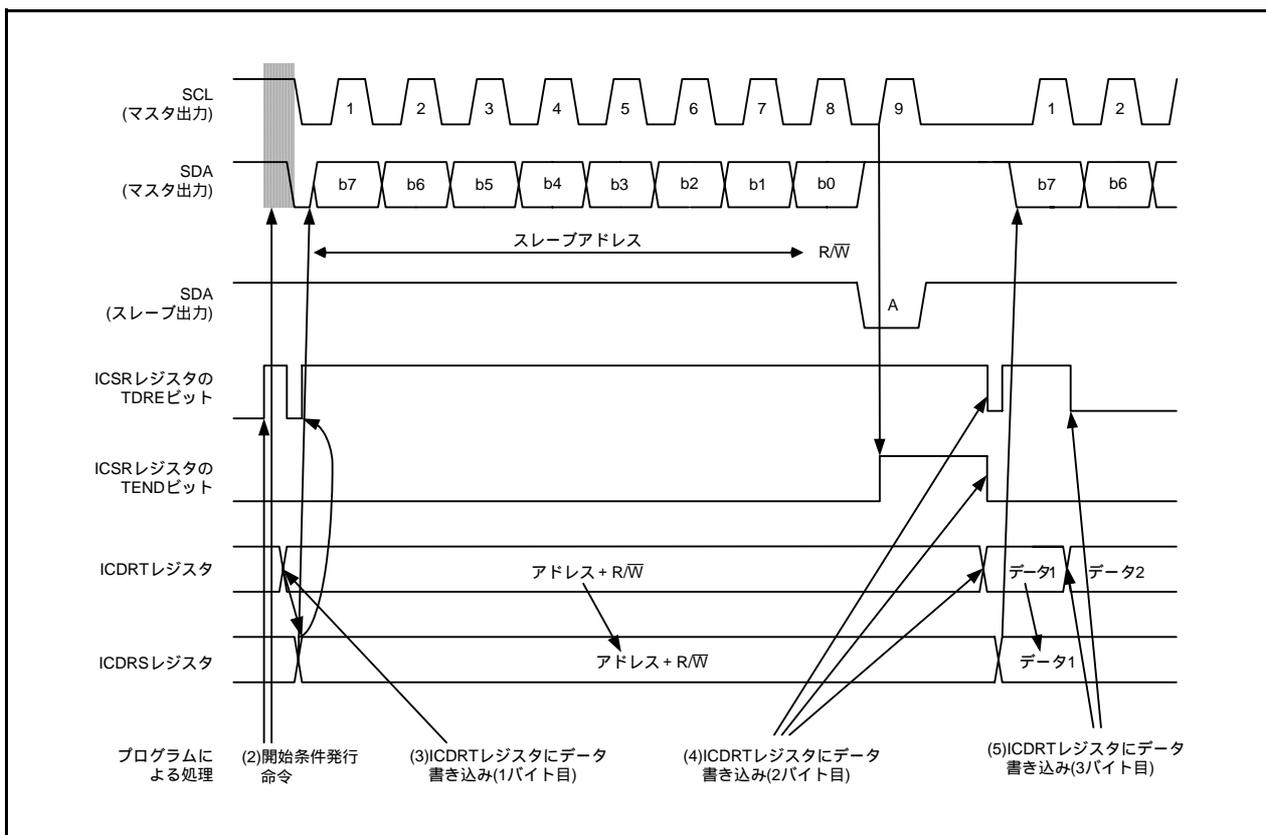


図 24.5 マスタ送信モードの動作タイミング(I²Cバスインタフェースモード)(1)

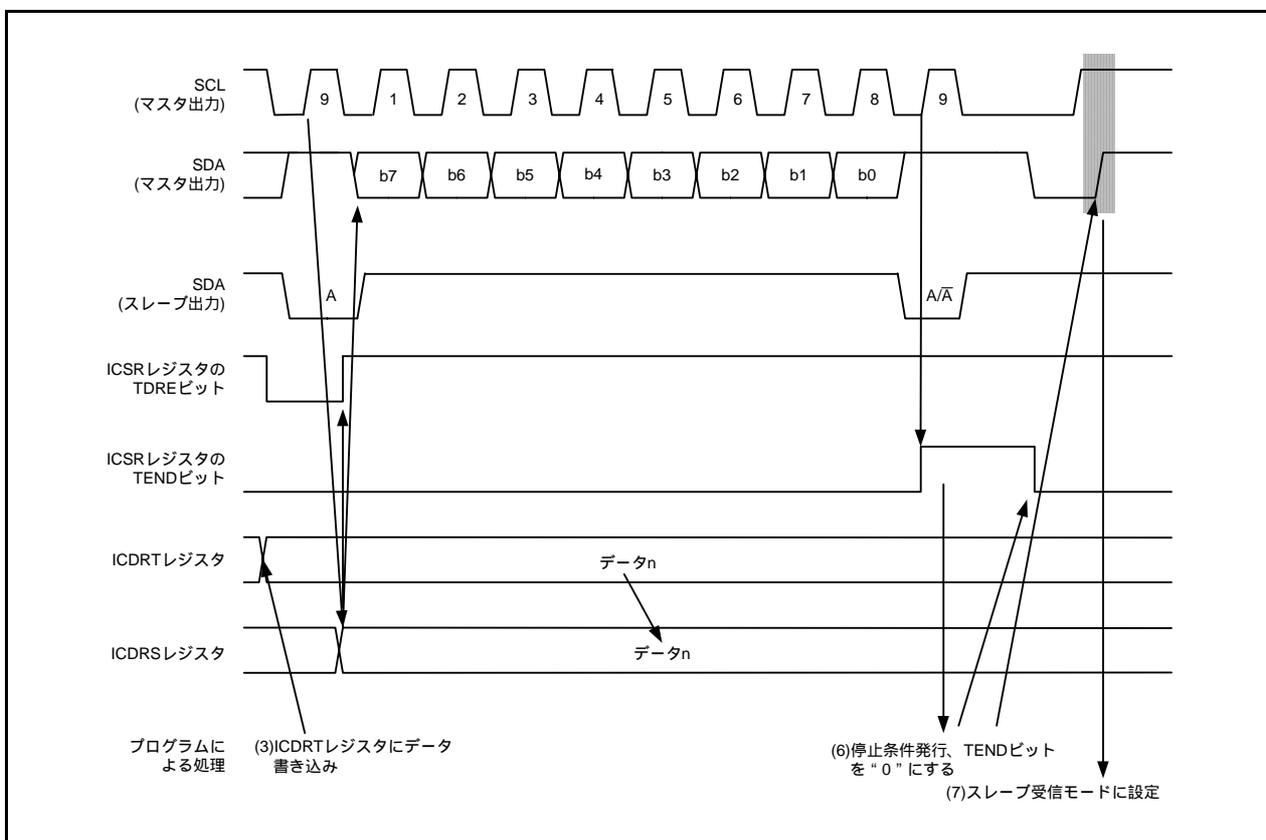


図 24.6 マスタ送信モードの動作タイミング(I²Cバスインタフェースモード)(2)

24.4.3 マスタ受信動作

マスタ受信モードでは、マスタデバイスが受信クロックを出力し、スレーブデバイスからデータを受信してアクノリッジを返します。図 24.7、図 24.8にマスタ受信モードの動作タイミング(I²Cバスインタフェースモード)を示します。

以下にマスタ受信モードの受信手順と動作を示します。

- (1) ICSRレジスタのTENDビットを“0”にした後、ICCR1レジスタのTRSビットを“0”にして、マスタ送信モードからマスタ受信モードに切り替えてください。その後、ICSRレジスタのTDREビットを“0”にしてください。
- (2) ICDRRレジスタをダミーリードすると受信を開始し、内部クロックに同期して受信クロックを出力し、データを受信します。マスタデバイスは受信クロックの9クロック目に、ICIERレジスタのACKBTビットで設定したレベルを、SDAに出力します。
- (3) 1フレームのデータ受信が終了し、受信クロックの9クロック目の立ち上がりで、ICSRレジスタのRDRFビットが“1”になります。このとき、ICDRRレジスタを読むと、受信したデータを読み出すことができ、同時にRDRFビットは“0”になります。
- (4) RDRFビットが“1”になるたびにICDRRレジスタを読むことで、連続的に受信できます。なお、別処理でRDRFビットが“1”になった状態で、ICDRRレジスタの読み出しが遅れて8クロック目が立ち下がった場合、ICDRRレジスタを読むまでSCLが“L”に固定されます。
- (5) 次の受信が最終フレームの場合、ICDRRレジスタを読む前にICCR1レジスタのRCVDビットを“1”(次の受信動作を禁止)にしてください。これにより次の受信後、停止条件発行可能状態になります。
- (6) 受信クロックの9クロック目の立ち上がりでRDRFビットが“1”になったとき、停止条件を発行してください。なお、停止条件発行または開始条件の再発行がSCLの9クロック目の立ち下がり重なった場合、9クロック目の後に、SCLが1クロック余分に出力されます。「24.9 I²Cバスインタフェース使用上の注意」を参照してください。
- (7) ICSRレジスタのSTOPビットが“1”になったとき、ICDRRレジスタを読んでください。その後、RCVDビットを“0”(次の受信動作を継続)にしてください。
- (8) スレーブ受信モードに戻してください。

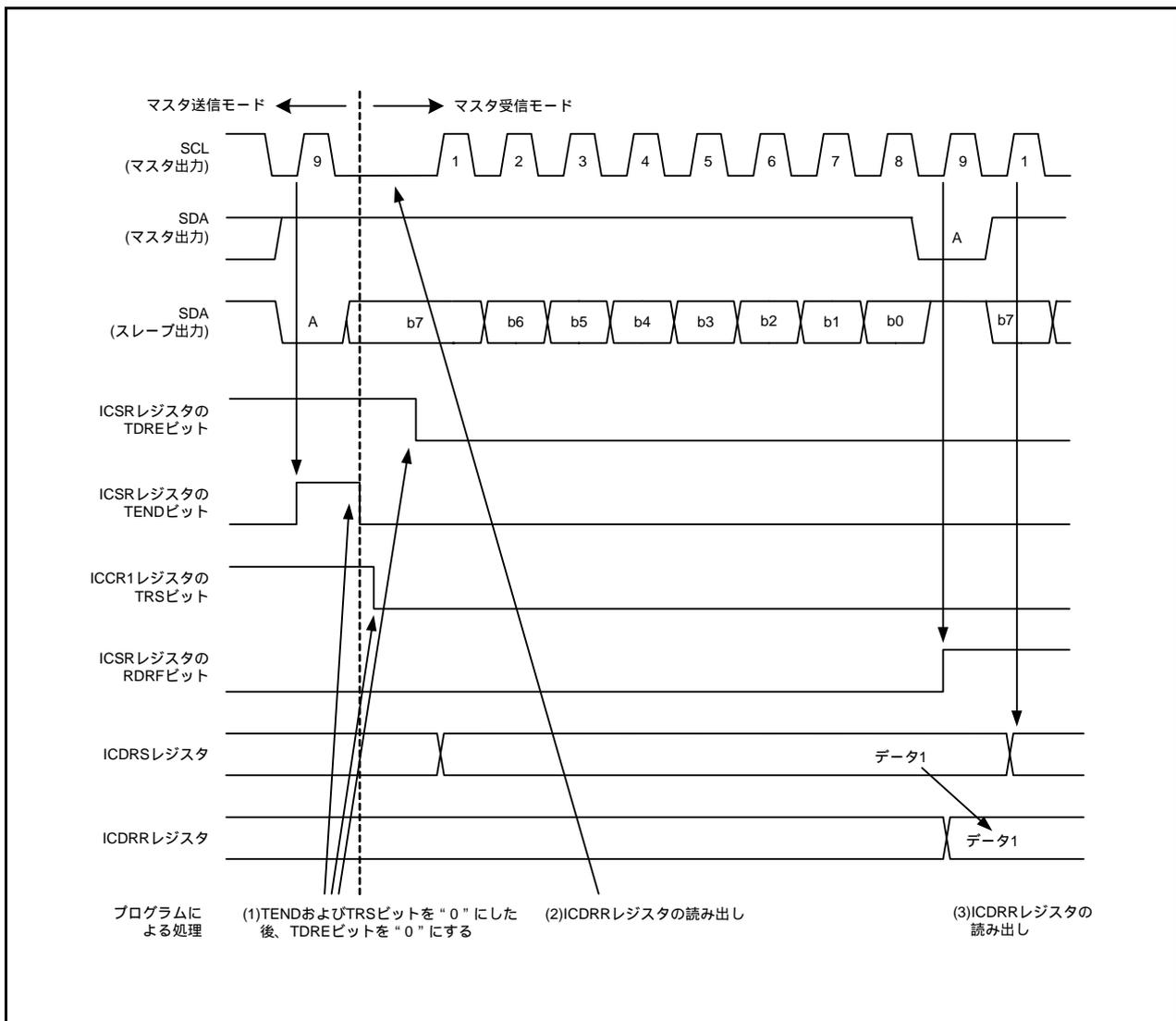


図 24.7 マスタ受信モードの動作タイミング(I²Cバスインタフェースモード)(1)

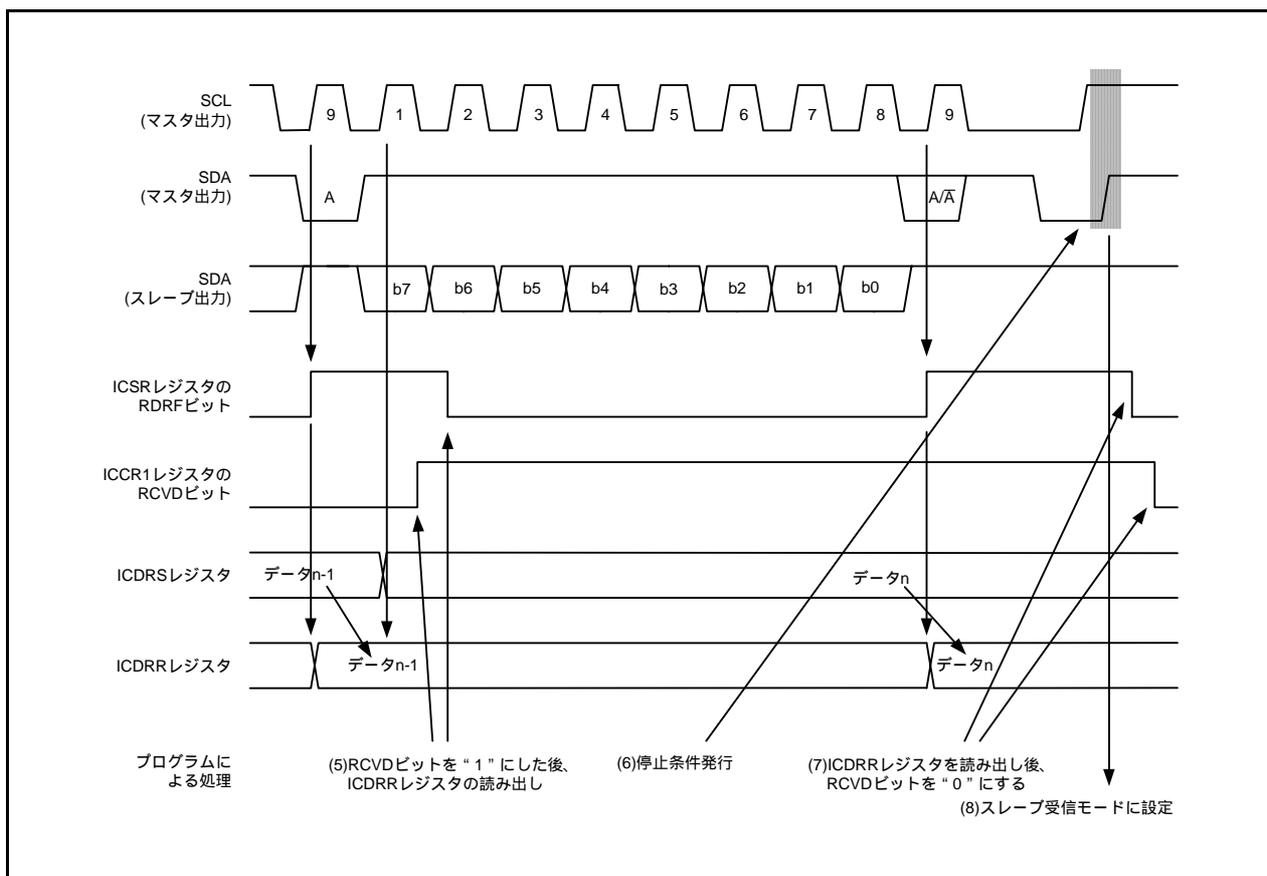


図 24.8 マスタ受信モードの動作タイミング(I²Cバスインタフェースモード)(2)

24.4.4 スレーブ送信動作

スレーブ送信モードでは、スレーブデバイスが送信データを出力し、マスタデバイスが受信クロックを出力してアクノリッジを返します。図 24.9、図 24.10 にスレーブ送信モードの動作タイミング(I²Cバスインタフェースモード)を示します。

以下にスレーブ送信モードの送信手順と動作を示します。

- (1) ICCR1 レジスタのICE ビットを“1”(転送動作可能状態)にしてください。その後、ICMR レジスタのWAIT、MLS ビット、ICCR1 レジスタのCKS0 ~ CKS3 ビットなどを設定してください(初期設定)。次にICCR1 レジスタのTRS、MST ビットを“0”にして、スレーブ受信モードでスレーブアドレスが一致するまで待ってください。
- (2) 開始条件を検出した後の第1フレームでスレーブアドレスが一致したとき、9クロック目の立ち上がりで、スレーブデバイスはICIER レジスタのACKBT ビットで設定したレベルをSDAに出力します。このとき、8ビット目のデータ(R/W)が“1”のとき、TRS ビットおよびICSR レジスタのTDRE ビットが“1”になり、自動的にスレーブ送信モードに切り替わります。TDRE ビットが“1”になるたびにICDRT レジスタに送信データを書くと、連続送信が可能です。
- (3) 最終送信データをICDRT レジスタに書いた後にTDRE ビットが“1”になったとき、TDRE ビットが“1”の状態でもICSR レジスタのTEND ビットが“1”になるまで待ってください。TEND ビットが“1”になったら、TEND ビットを“0”にしてください。
- (4) 終了処理のためTRS ビットを“0”にし、ICDRR レジスタをダミーリードしてください。これによりSCLが開放されます。
- (5) TDRE ビットを“0”にしてください。

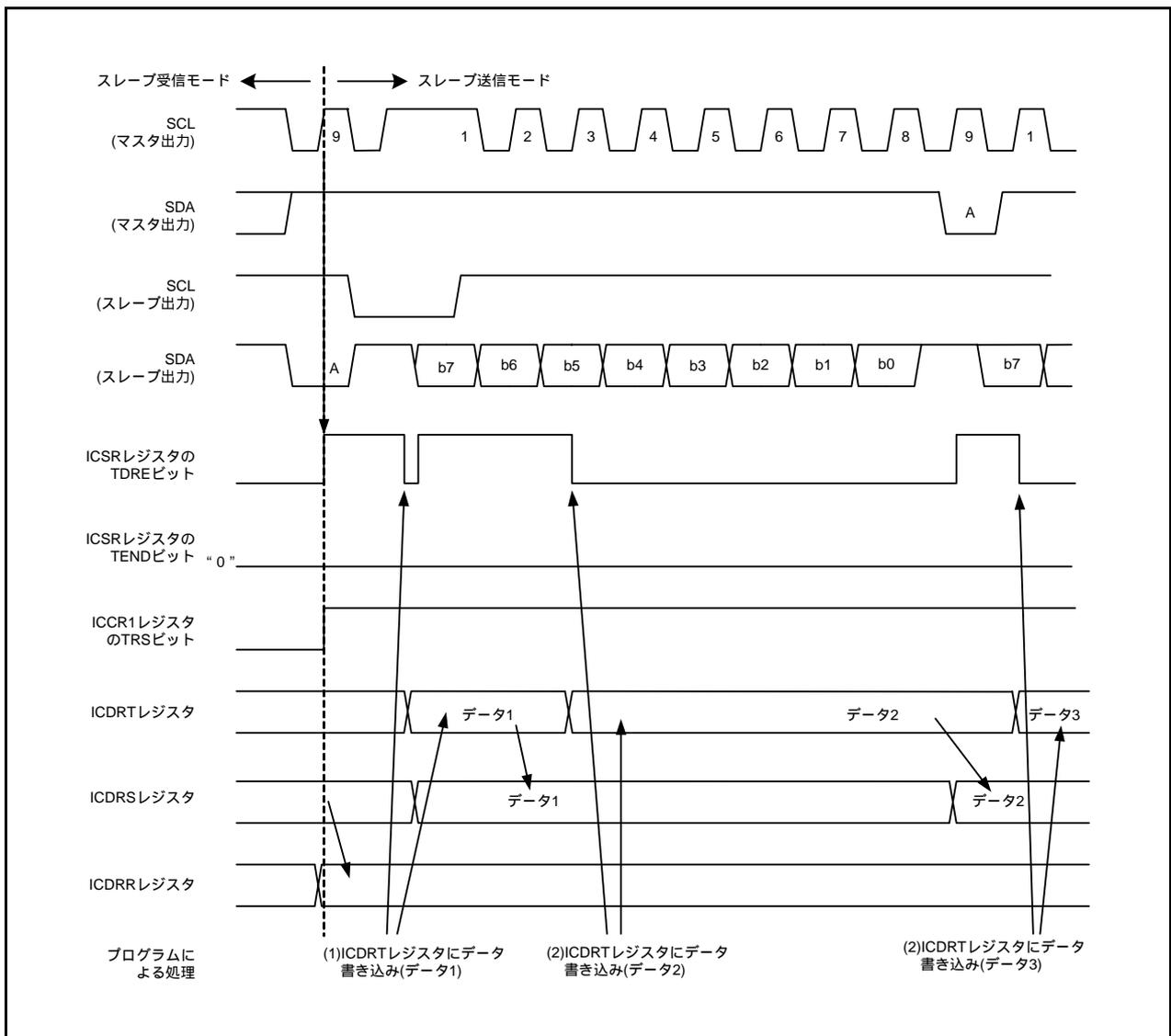


図 24.9 スレーブ送信モードの動作タイミング(I²Cバスインタフェースモード)(1)

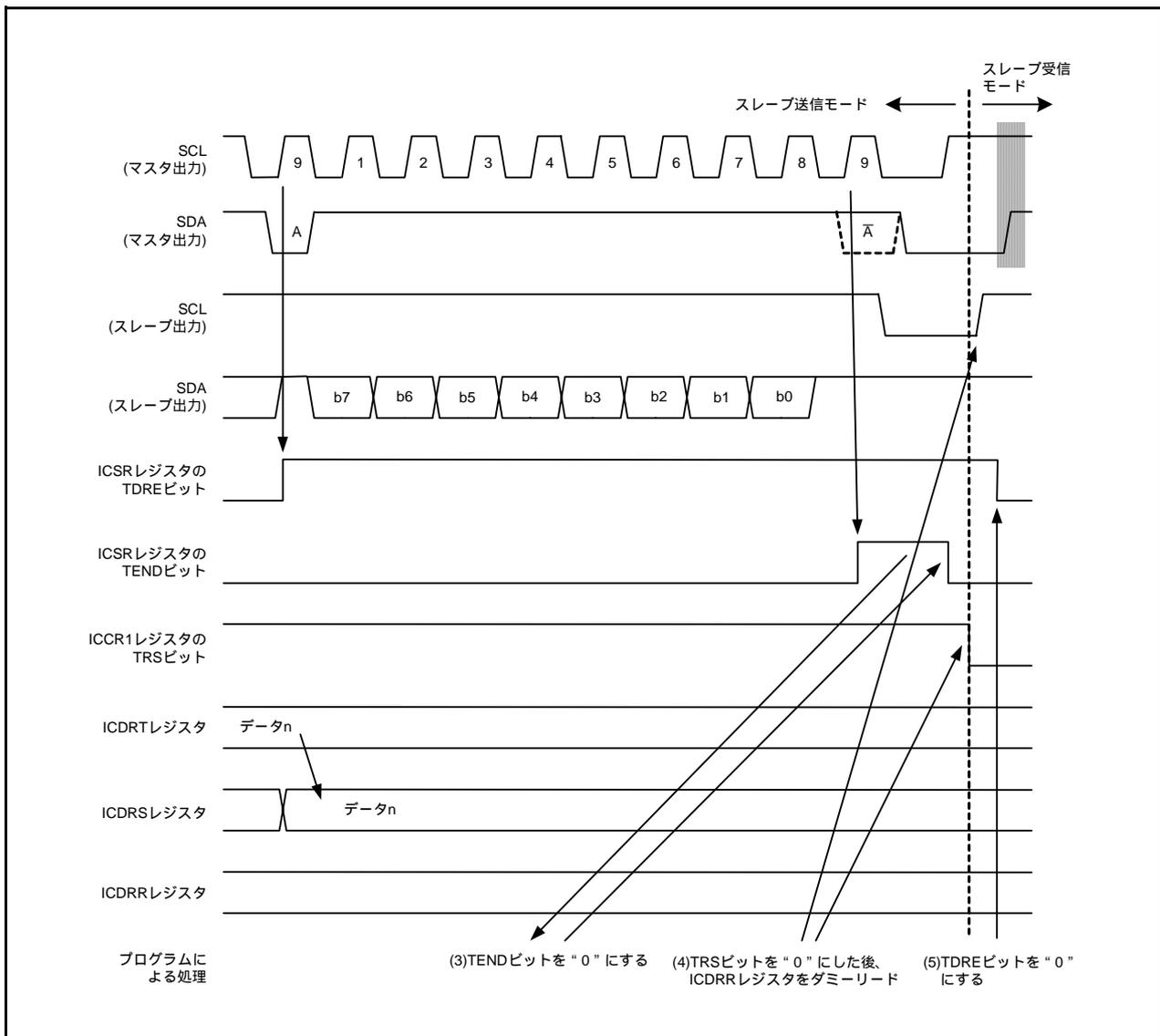


図 24.10 スレーブ送信モードの動作タイミング(I²Cバスインタフェースモード)(2)

24.4.5 スレーブ受信動作

スレーブ受信モードでは、マスタデバイスが送信クロックと送信データを出力し、スレーブデバイスがアクノリッジを返します。図 24.11、図 24.12 にスレーブ受信モードの動作タイミング (I²C バスインタフェースモード) を示します。

以下にスレーブ受信モードの受信手順と動作を示します。

- (1) ICCR1 レジスタの ICE ビットを “1” (転送動作可能状態) にしてください。その後、ICMR レジスタの WAIT、MLS ビット、ICCR1 レジスタの CKS0 ~ CKS3 ビットなどを設定してください (初期設定)。次に ICCR1 レジスタの TRS、MST ビットを “0” にして、スレーブ受信モードでスレーブアドレスが一致するまで待ってください。
- (2) 開始条件を検出した後の第1フレームでスレーブアドレスが一致したとき、9クロック目の立ち上がりで、スレーブデバイスは ICIER レジスタの ACKBT ビットで設定したレベルを SDA に出力します。同時に ICSR レジスタの RDRF ビットが “1” になりますので、ICDRR レジスタをダミーリード (読み出したデータはスレーブアドレス+R/Wを示すので不要) してください。
- (3) RDRF ビットが “1” になるたびに、ICDRR レジスタを読んでください。RDRF ビットが “1” の状態で8クロック目が立ち下がると、ICDRR レジスタを読むまで SCL が “L” に固定されま。ICDRR レジスタを読む前に行ったマスタデバイスに返すアクノリッジの設定変更は、次の転送フレームに反映されま。
- (4) 最終バイトの読み出しも、同様に ICDRR レジスタを読むことで行います。

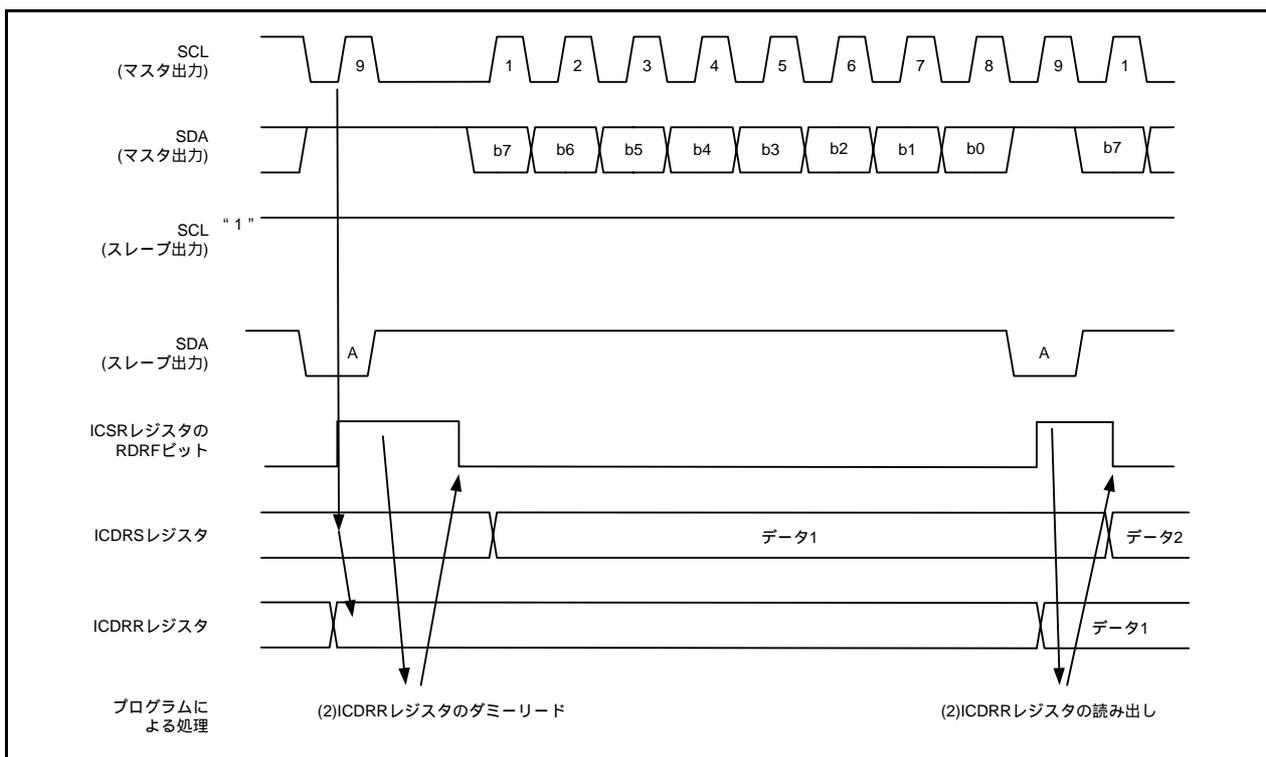


図 24.11 スレーブ受信モードの動作タイミング(I²Cバスインタフェースモード)(1)

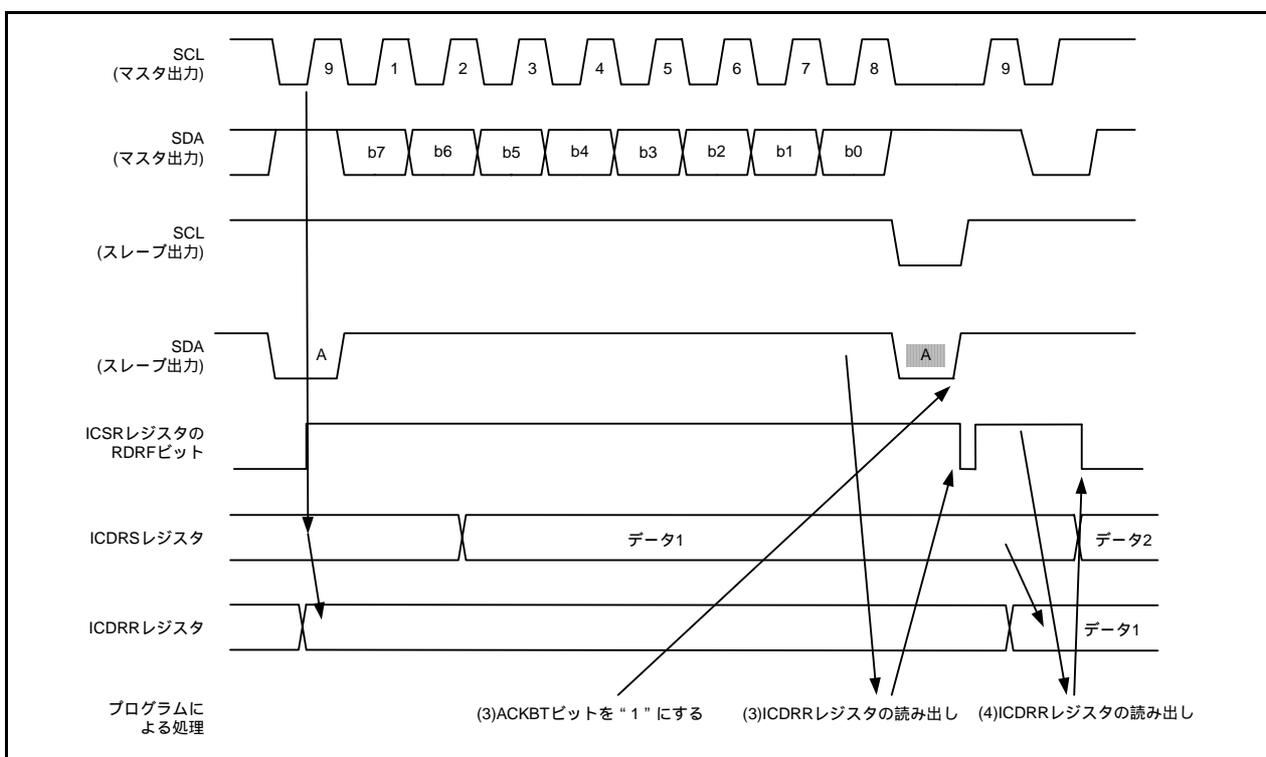


図 24.12 スレーブ受信モードの動作タイミング(I²Cバスインタフェースモード)(2)

24.5 クロック同期式シリアルモード

24.5.1 クロック同期式シリアルフォーマット

SARレジスタのFSビットを“1”にすると、クロック同期式シリアルフォーマットで通信します。
図 24.13にクロック同期式シリアルフォーマットの転送フォーマットを示します。

ICCR1レジスタのMSTビットが“1”(マスタモード)のときSCLから転送クロック出力となり、MSTビットが“0”(スレーブモード)のとき外部クロック入力となります。

転送データはSCLクロックの立ち下がりから立ち上がりまで出力され、SCLクロックの立ち上がりエッジのデータの確定が実施されます。データの転送順はICMRレジスタのMLSビットにより、MSBファーストかLSBファーストかを選択可能です。また、ICCR2レジスタのSDAOビットにより、転送待機中にSDAの出力レベルを変更することができます。

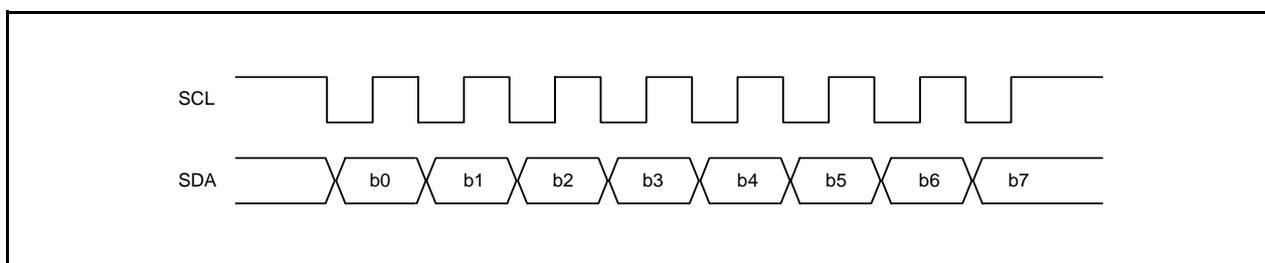


図 24.13 クロック同期式シリアルフォーマットの転送フォーマット

24.5.2 送信動作

送信モードでは転送クロックの立ち下がりに同期して、送信データをSDAから出力します。転送クロックはICCR1レジスタのMSTビットが“1”(マスタモード)のとき出力、MSTビットが“0”(スレーブモード)のとき入力となります。

図 24.14 に送信モードの動作タイミング(クロック同期式シリアルモード)を示します。

以下に送信モードの手順と動作を示します。

- (1) ICCR1レジスタのICEビットを“1”(転送動作可能状態)にしてください。その後、ICCR1レジスタのCKS0～CKS3ビット、MSTビットなどを設定してください(初期設定)。
- (2) ICCR1レジスタのTRSビットを“1”にして送信モードにしてください。これにより、ICSRレジスタのTDREビットが“1”になります。
- (3) TDREビットが“1”であることを確認した後、ICDRTレジスタに送信データを書いてください。これによりICDRTレジスタからICDRSレジスタにデータが転送され、自動的にTDREビットが“1”になります。TDREビットが“1”になるたびにICDRTレジスタにデータを書くと、連続送信が可能です。なお、送信モードから受信モードに切り替える場合、TDREビットが“1”の状態ではTRSビットを“0”にしてください。

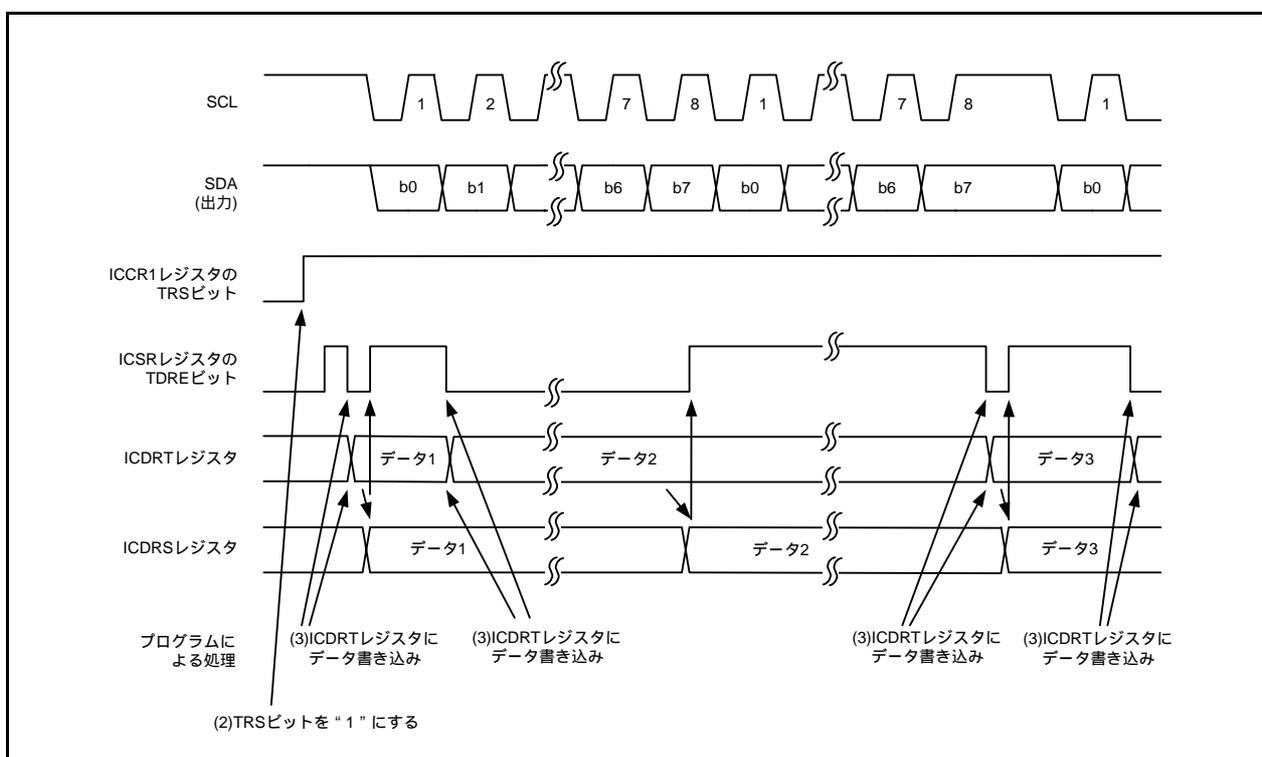


図 24.14 送信モードの動作タイミング(クロック同期式シリアルモード)

24.5.3 受信動作

受信モードでは転送クロックの立ち上がりで、データをラッチします。転送クロックはICCR1レジスタのMSTビットが“1”(マスターモード)のとき出力、MSTビットが“0”(スレーブモード)のとき入力となります。

図 24.15に受信モードの動作タイミング(クロック同期式シリアルモード)を示します。

以下に受信モードの手順と動作を示します。

- (1) ICCR1レジスタのICEビットを“1”(転送動作可能状態)にしてください。その後、ICCR1レジスタのCKS0～CKS3ビット、MSTビットなどを設定してください(初期設定)。
- (2) 転送クロックを出力時、MSTビットを“1”にしてください。これにより受信クロックの出力を開始します。
- (3) 受信が完了すると、ICDRSレジスタからICDRRレジスタにデータが転送され、ICSRレジスタのRDRFビットが“1”になります。MSTビットが“1”のときは次バイトデータが受信可能状態のため、連続してクロックを出力します。RDRFビットが“1”になるたびにICDRRレジスタを読むことで、連続的に受信可能です。RDRFビットが“1”の状態で8クロック目が立上がるとオーバランを検出し、ICSRレジスタのALビットが“1”になります。このときICDRRレジスタには、前の受信データが保持されています。
- (4) MSTビットが“1”のとき、受信を停止するためには、ICCR1レジスタのRCVDビットを“1”(次の受信動作を禁止)にしてから、ICDRRレジスタを読んでください。これにより次バイトデータの受信完了後、SCLが“H”に固定されます。

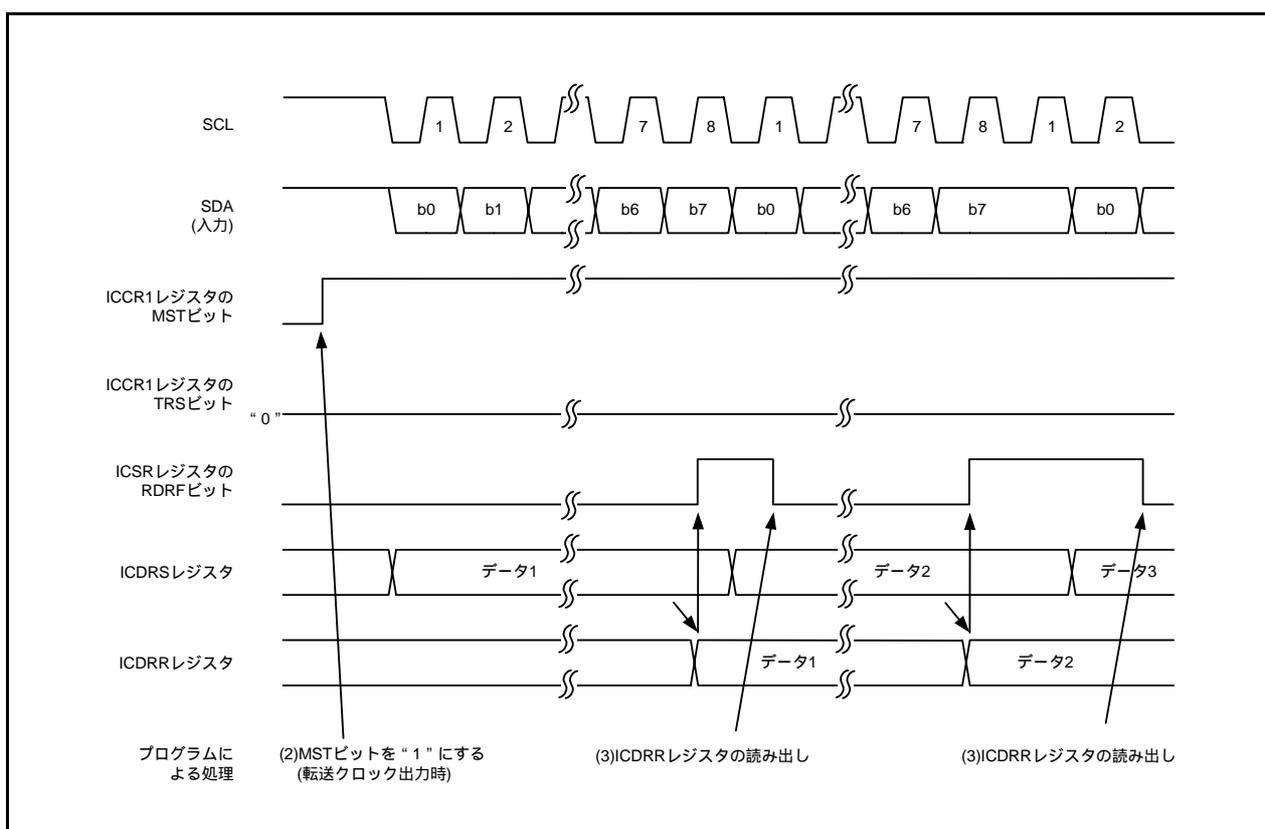


図 24.15 受信モードの動作タイミング(クロック同期式シリアルモード)

24.6 レジスタ設定例

I²Cバスインタフェースを使用する場合のレジスタ設定例を図 24.16 ~ 図 24.19 に示します。

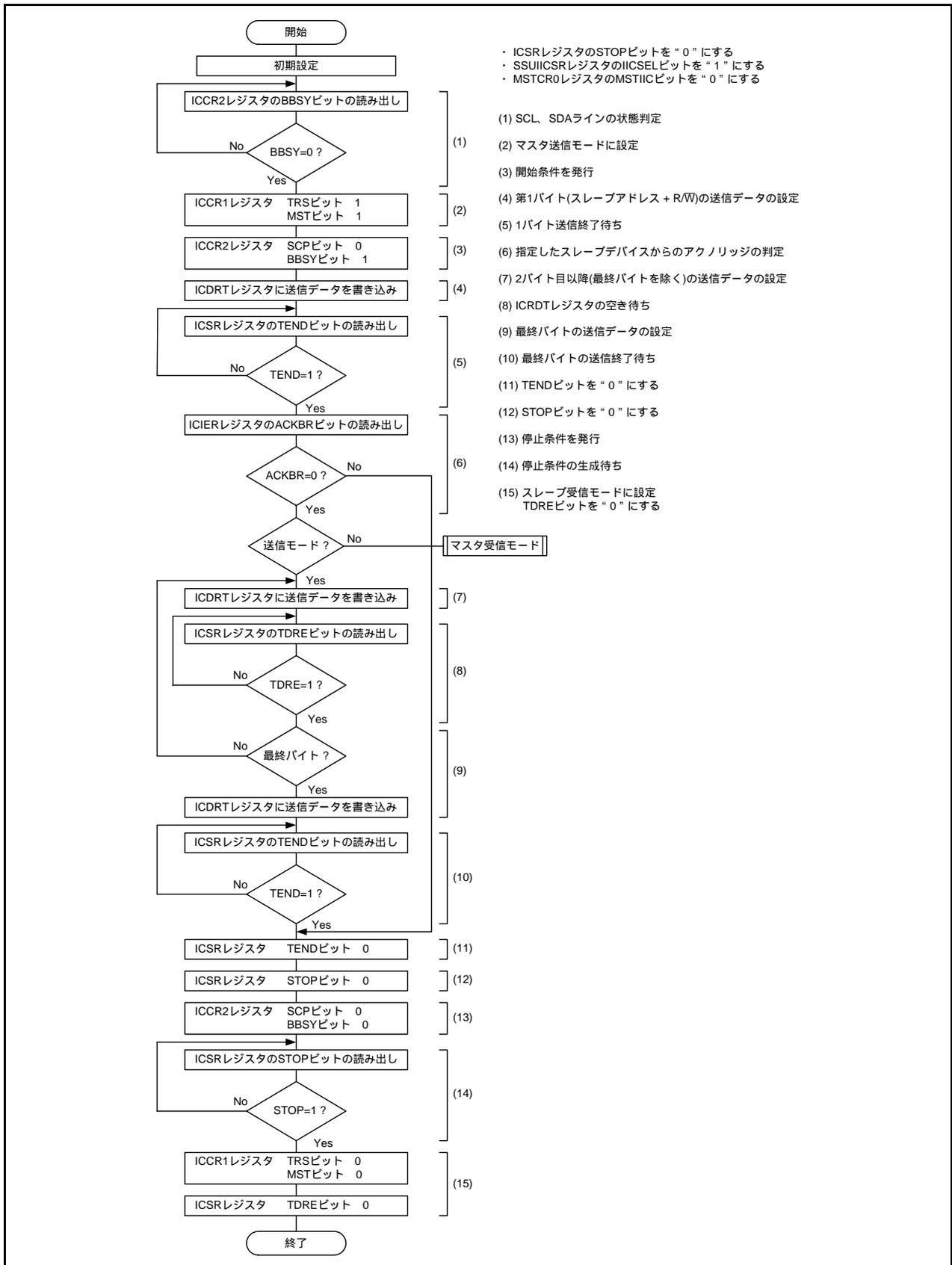
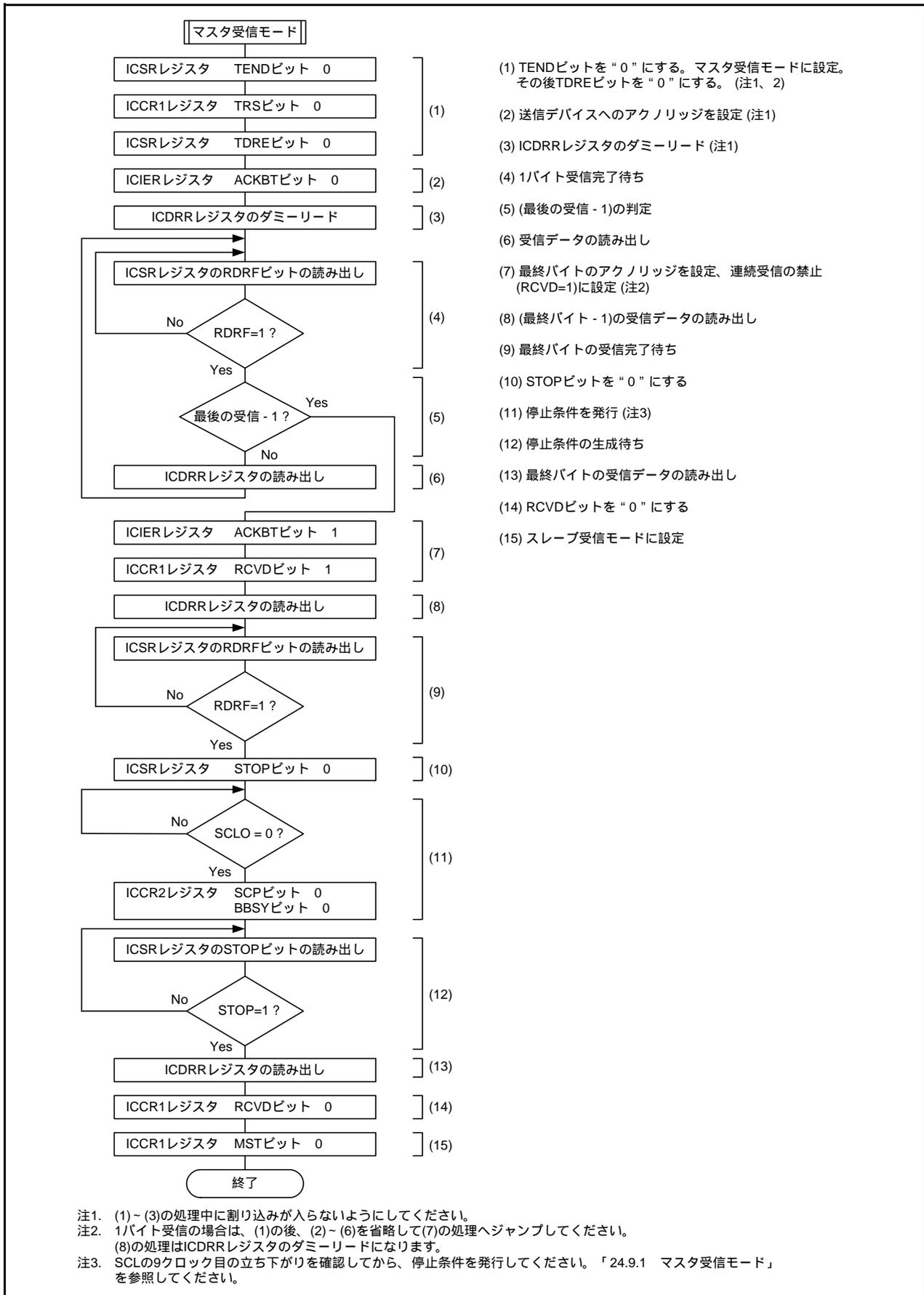


図 24.16 マスタ送信モードのレジスタ設定例(I²Cバスインタフェースモード)

図 24.17 マスタ受信モードのレジスタ設定例(I²Cバスインタフェースモード)

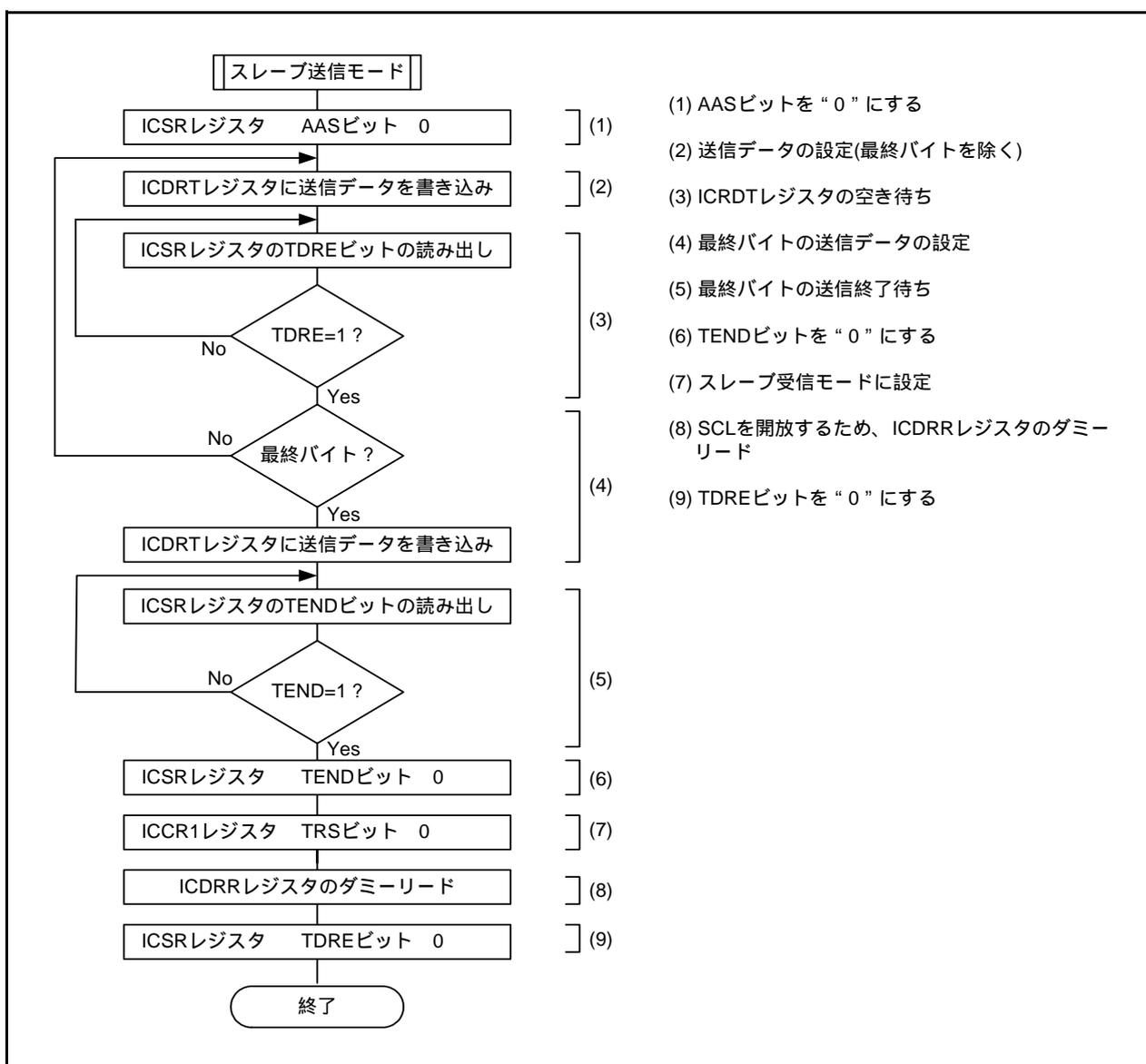


図 24.18 スレーブ送信モードのレジスタ設定例(I²Cバスインタフェースモード)

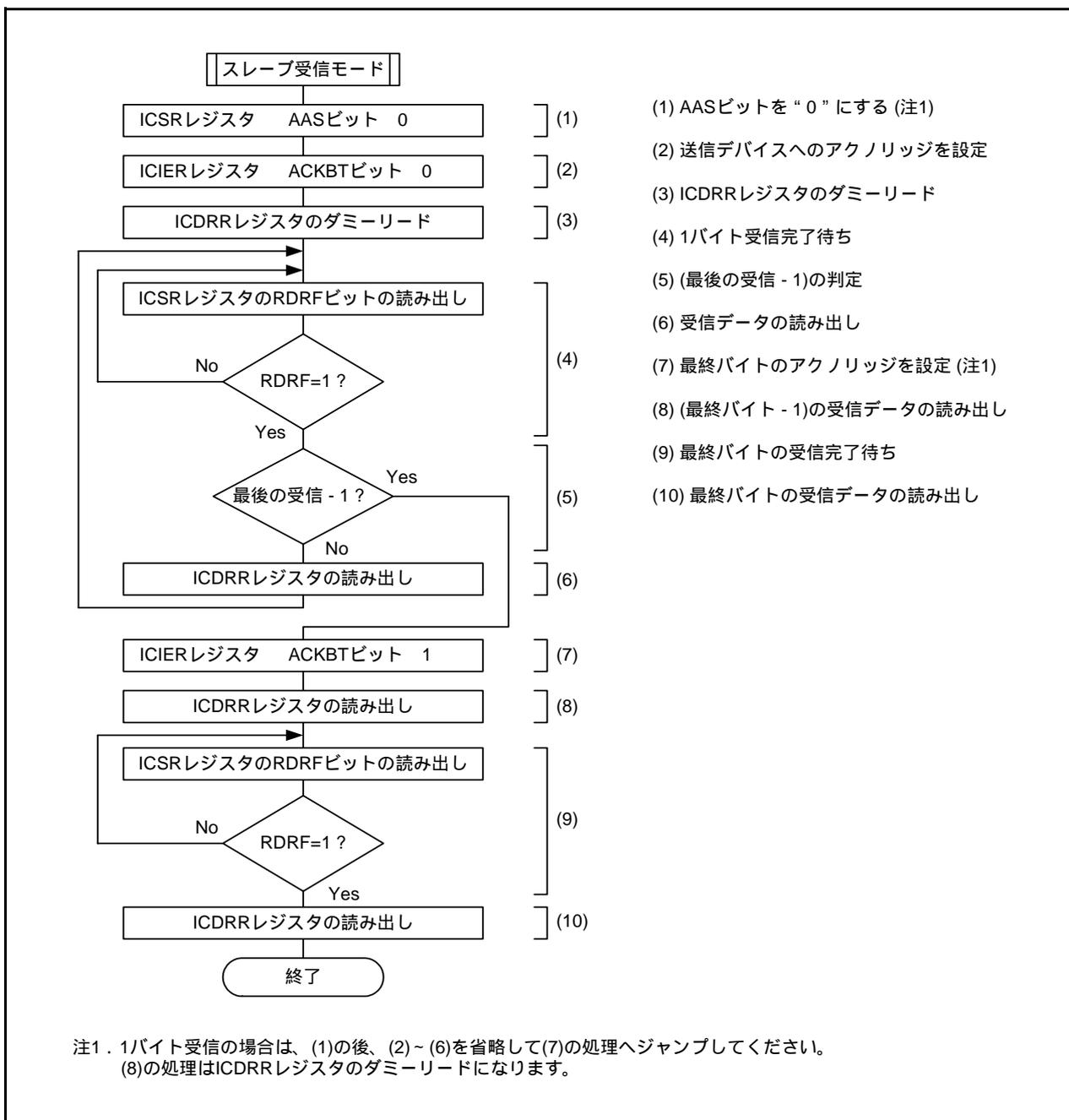


図 24.19 スレーブ受信モードのレジスタ設定例(I²Cバスインタフェースモード)

24.7 ノイズ除去回路

SCL端子およびSDA端子の状態は、ノイズ除去回路を経由して内部に取り込まれます。図24.20にノイズ除去回路のブロック図を示します。

ノイズ除去回路は2段直列に接続されたラッチ回路と一致検出回路で構成されます。SCL端子入力信号(またはSDA端子入力信号)が f_1 でサンプリングされ、2つのラッチ出力が一致したとき初めて後段へそのレベルを伝えます。一致しない場合は前の値を保持します。

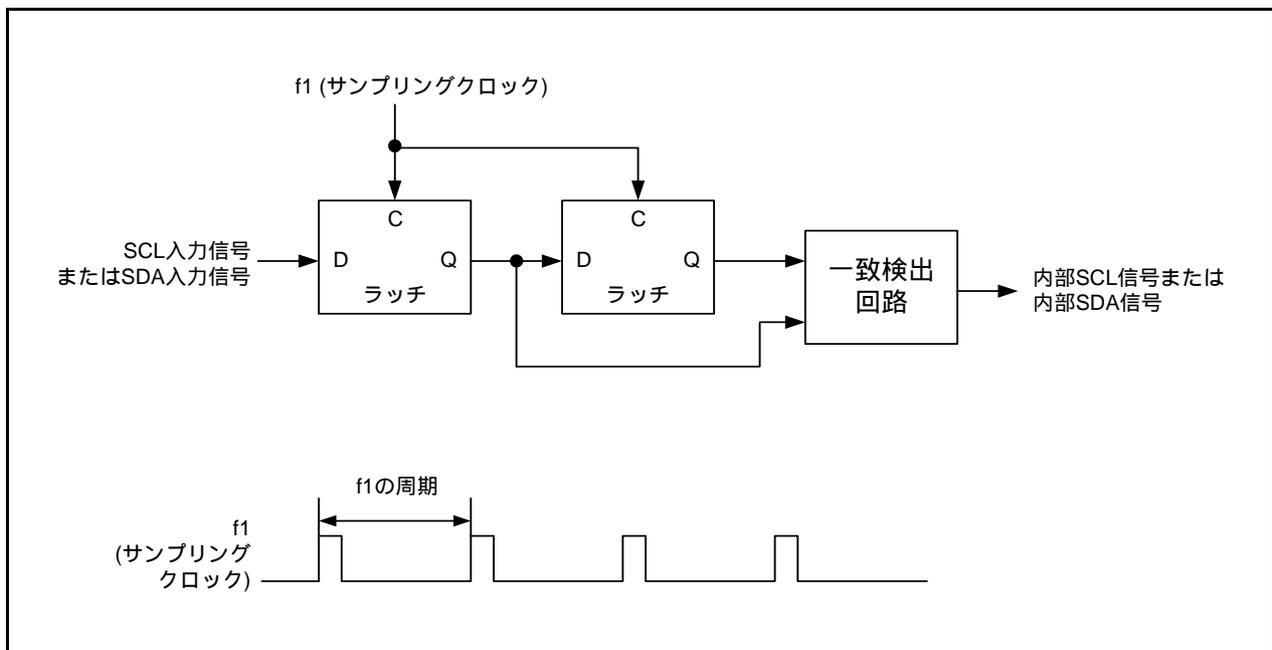


図 24.20 ノイズ除去回路のブロック図

24.8 ビット同期回路

I²Cバスインタフェースをマスタモードに設定時、

- スレーブデバイスによりSCLが“L”に保持された場合
 - SCLラインの負荷(負荷容量、プルアップ抵抗)によりSCLの立ち上がりが遅くなった場合
- の2つの状態で“H”期間が短くなる可能性があるため、SCLをモニタしてビットごとに同期をとりながら通信します。

図 24.21 にビット同期回路のタイミングを、表 24.6 にSCLを“L”出力からハイインピーダンスにした後、SCLをモニタするまでの時間を示します。

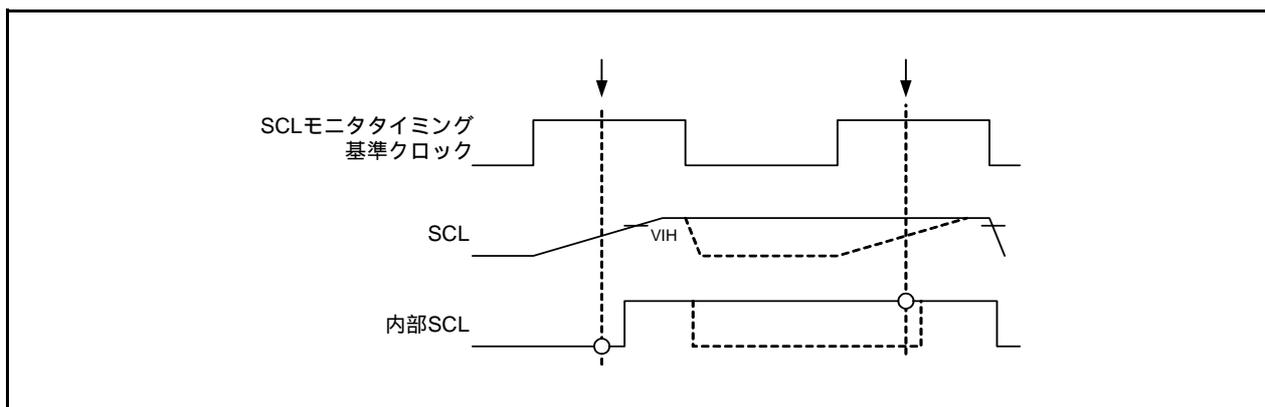


図 24.21 ビット同期回路のタイミング

表 24.6 SCLを“L”出力からハイインピーダンスにした後、SCLをモニタするまでの時間

ICCR1 レジスタ		SCL をモニタする時間
CKS3	CKS2	
0	0	7.5Tcyc
	1	19.5Tcyc
1	0	17.5Tcyc
	1	41.5Tcyc

1Tcyc = 1/f1(s)

24.9 I²Cバスインタフェース使用上の注意

I²Cバスインタフェースを使用する場合には、SSUICSRレジスタのIICSELビットを“1”(I²Cバスインタフェース機能を選択)にしてください。

24.9.1 マスタ受信モード

マスタ受信完了後、停止条件発行または開始条件の再発行がSCLの9クロック目の立ち下がりとなった場合、9クロック目の後に、SCLが1クロック余分に出力されます。

24.9.1.1 対策

マスタ受信完了後、SCLの9クロック目の立ち下がりを確認してから、停止条件を発行または開始条件を再発行してください。

SCLの9クロック目の立ち下がり、次の方法で確認してください。

ICSRレジスタのRDRFビット(受信データレジスタフルフラグ)が“1”になったことを確認後、ICCR2レジスタのSCLOビット(SCLモニタフラグ)が“0”(SCL端子は“L”)になったことを確認してください。

24.9.2 ICCR1レジスタのICEビットおよびICCR2レジスタのIICRSTビット

I²Cバスインタフェース動作中に、ICEビットに“0”、またはIICRSTビットに“1”を書くと、ICCR2レジスタのBBSYビットとICSRレジスタのSTOPビットが不定になる場合があります。

24.9.2.1 ビットが不定になる条件

- マスタ送信モード(ICCR1レジスタのMST、TRSビットが“1”)において、本モジュールがI²Cのバスを占有しているとき。
- マスタ受信モード(MSTビットが“1”、TRSビットが“0”)において、本モジュールがI²Cのバスを占有しているとき。
- スレーブ送信モード(MSTビットが“0”、TRSビットが“1”)において、本モジュールがデータ送信中のとき。
- スレーブ受信モード(MST、TRSビットが“0”)において、本モジュールがアクノリッジを送信しているとき。

24.9.2.2 対策

- 開始条件(SCLが“H”のときのSDA立ち下がり)が入力されると、BBSYビットは“1”になります。
- 停止条件(SCLが“H”のときのSDA立ち上がり)が入力されると、BBSYビットは“0”になります。
- マスタ送信モードにおいて、SCL、SDAともに“H”の状態、BBSYビットに“1”、SCPビットに“0”を書き、開始条件(SCLが“H”のときのSDA立ち下がり)が出力されると、BBSYビットは“1”になります。
- マスタ送信モードまたはマスタ受信モードにおいて、SDAが“L”の状態、かつ本モジュール以外にSCLを“L”にするデバイスがない状態で、BBSYビットに“0”、SCPビットに“0”を書き、停止条件(SCLが“H”のときのSDA立ち上がり)が出力されると、BBSYビットは“0”になります。
- SARレジスタのFSビットに“1”を書くと、BBSYビットは“0”になります。

24.9.2.3 IICRST ビットの補足説明

- IICRSTビットに“1”を書くと、ICCR2レジスタのSDAOビットおよびSCLOビットは“1”になります。
- マスタ送信モードおよびスレーブ送信モードにおいて、IICRST ビットに“1”を書くと、ICSRレジスタのTDRE ビットは“1”になります。
- IICRSTビットによるI²Cバス制御部のリセット期間中は、BBSYビット、SCPビット、SDAOビットへの書き込みは無効ですので、書き込み前にIICRST ビットに“0”を書いてください。
- IICRSTビットに“1”を書いても、BBSYビットは“0”になりません。しかし、SCL、SDAの状態によっては、停止条件(SCLが“H”のときのSDA立ち上がり)が生成され、そのことにより、BBSYビットが“0”になる場合があります。
同様に、他のビットにも影響が発生する場合があります。
- IICRSTビットによるI²Cバス制御部のリセット期間中は、データの送受信を停止します。しかし、開始条件、停止条件、バス競合負けを検出する機能は動作しています。そのため、SCL、SDA端子へ入力された信号によっては、ICCR1レジスタ、ICCR2レジスタ、ICSRレジスタの値が更新される場合があります。

25. A/Dコンバータ

注意

本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。
R8C/LA3Aグループについては「1.1.2 グループごとの相違点」を参照してください。

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、ゲインアンプを経由してアナログ入力電圧をA/D変換することも可能です。アナログ入力は、P7_0 ~ P7_2、P8_4 ~ P8_7と端子を共用しています。

また、拡張機能として、温度センサ出力電圧をA/D変換することが可能です。

温度センサについては「25.9 温度センサ」、ゲインアンプについては「表29.5 ゲインアンプの特性」を参照してください。

25.1 概要

表25.1にA/Dコンバータの性能を、図25.1にA/Dコンバータのブロック図を示します。

表 25.1 A/Dコンバータの性能

項目	性能
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)	0 V ~ AVCC
ゲインアンプ選択(注4)	ゲイン1、2、4、6、8選択可能
動作クロック AD(注2)	fAD、fADの2分周、fADの4分周、fADの8分周 (fAD = f1またはfOCO-F)
分解能	8ビットまたは10ビット選択可能
絶対精度	AVCC = Vref = 5 V、AD = 20MHzのとき <ul style="list-style-type: none"> • 分解能8ビットの場合 ±2LSB • 分解能10ビットの場合 ±3LSB AVCC = Vref = 3.0 V、AD = 10MHzのとき <ul style="list-style-type: none"> • 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0、繰り返しモード1、単掃引モード、繰り返し掃引モード
アナログ入力端子	7本(AN0 ~ AN6)
A/D変換開始条件	<ul style="list-style-type: none"> • ソフトウェアトリガ • タイマRH • タイマRC • 外部トリガ (「25.3.3 A/D変換開始条件」参照)
1端子あたりの変換速度(注3) (AD = fADのとき)	最短44 ADサイクル

注1. アナログ入力電圧が基準電圧を超えた場合、A/D変換結果は10ビットモードでは3FFh、8ビットモードではFFhになります。

注2. 動作クロック ADは「表29.3 A/Dコンバータの特性」を参照してください。

注3. 分解能8ビット、10ビット共に1端子あたりの変換速度は最短44 ADサイクルになります。

注4. ゲインアンプにはオフセットがあります。
増幅した値がVCCを超えないようにしてください。

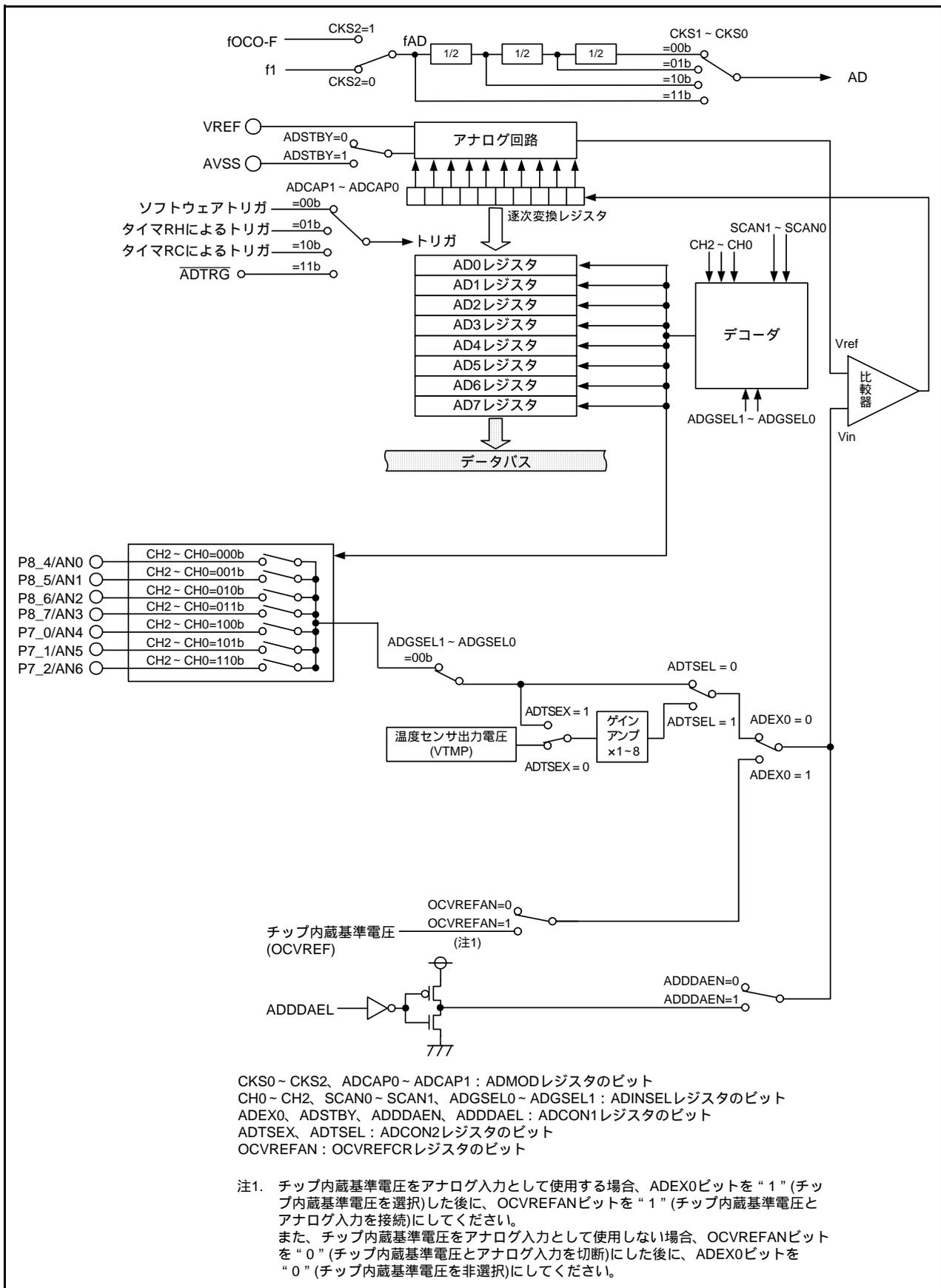


図 25.1 A/Dコンバータのブロック図

25.2 レジスタの説明

25.2.1 モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)

アドレス 0008h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	MSTADC	—	MSTTRC	MSTLCD	MSTIIC	—	MSTURTO	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	MSTURTO	UART0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注1)	R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	MSTIIC	SSU、I ² Cバススタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注2)	R/W
b4	MSTLCD	LCDスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注3)	R/W
b5	MSTTRC	タイマRCスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注4)	R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	MSTADC	A/Dスタンバイビット(注5)	0: アクティブ 1: スタンバイ	R/W

注1. MSTURTOビットが“1”(スタンバイ)のとき、UART0関連レジスタ(00A0h ~ 00A7h番地)へのアクセスは無効になります。

注2. MSTIICビットが“1”(スタンバイ)のとき、SSU、I²C関連レジスタ(0193h ~ 19Dh番地)へのアクセスは無効になります。

注3. MSTLCDビットが“1”(スタンバイ)のとき、LCD関連レジスタ(0200h ~ 0237h番地)へのアクセスは無効になります。

注4. MSTTRCビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRC関連レジスタ(0120h ~ 0133h番地)へのアクセスは無効になります。

注5. MSTADCビットが“1”(スタンバイ)のとき、A/D関連レジスタ(00C0h ~ 00D9h番地、00DCh ~ 00DFh番地)へのアクセスは無効になります。

温度センサ使用時は、MSTADCビットを“0”(アクティブ)にしてください。

各スタンバイビットをスタンバイにする場合は、対応する周辺機能を停止してから変更してください。各スタンバイビットでスタンバイに設定されている周辺機能の各レジスタは読み出しと書き込みはできません。また、周辺機能へのクロックの供給も停止しています。

スタンバイからアクティブに変更する場合は、変更後に対応する周辺機能のレジスタを再設定してください。

25.2.2 チップ内蔵基準電圧制御レジスタ (OCVREFCR)

アドレス 0026h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	OCVREFAN
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	OCVREFAN	チップ内蔵基準電圧 - アナログ 入力接続ビット(注1)	0: チップ内蔵基準電圧とアナログ入力を切断 1: チップ内蔵基準電圧とアナログ入力を接続	R/W
b1	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. チップ内蔵基準電圧をアナログ入力として使用する場合、ADCON1 レジスタの ADEX0 ビットを“1”(チップ内蔵基準電圧を選択)にした後に、OCVREFAN ビットを“1”(チップ内蔵基準電圧とアナログ入力を接続)にしてください。

また、チップ内蔵基準電圧をアナログ入力として使用しない場合、OCVREFAN ビットを“0”(チップ内蔵基準電圧とアナログ入力を切断)にした後に、ADEX0 ビットを“0”(拡張アナログ入力を非選択)にしてください。温度センサ使用時は、OCVREFAN ビットを“0”(チップ内蔵基準電圧とアナログ入力を切断)にしてください。

OCVREFCR 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。

A/D変換中にOCVREFCR レジスタの内容を書き換えた場合、変換結果は不定になります。

25.2.3 A/Dレジスタ*i* (AD*i*)(*i* = 0 ~ 7)

アドレス 00C1h ~ 00C0h番地(AD0)、00C3h ~ 00C2h番地(AD1)、00C5h ~ 00C4h番地(AD2)、
00C7h ~ 00C6h番地(AD3)、00C9h ~ 00C8h番地(AD4)、00CBh ~ 00CAh番地(AD5)、
00CDh ~ 00CCh番地(AD6)、00CFh ~ 00CEh番地(AD7)(注1)

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	X	X	X	X	X	X	X	X

ビット	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	X	X

ビット	機能		R/W
	10ビットモードの場合 (ADCON1レジスタのBITSビット=“1”)	8ビットモードの場合 (ADCON1レジスタのBITSビット=“0”)	
b0	A/D変換結果の下位8ビット	A/D変換結果	R
b1			
b2			
b3			
b4			
b5			
b6			
b7			
b8	A/D変換結果の上位2ビット	読んだ場合、その値は“0”。	R
b9			
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“0”。		—
b11			
b12			
b13			
b14			
b15	予約ビット	読んだ場合、その値は不定。	R

注1. AD7レジスタは、繰り返しモード1でのみ使用できます。

A/D変換中にADCON1、ADMOD、ADINSEL、OCVREFCRレジスタのいずれかの内容を書き換えた場合、変換結果は不定になります。

10ビットモードかつ繰り返しモード0、繰り返しモード1、繰り返し掃引モードで使用する場合、AD*i*レジスタは16ビット単位でアクセスしてください。8ビット単位でアクセスしないでください。

A/D変換完了後、1サイクル以上待ってからA/D変換結果を読み出してください。

25.2.4 A/Dモードレジスタ(ADM0D)

アドレス 00D4h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	ADCAP1	ADCAP0	MD2	MD1	MD0	CKS2	CKS1	CKS0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CKS0	分周選択ビット	b1 b0 00 : fADの8分周 01 : fADの4分周 10 : fADの2分周 11 : fADの1分周(分周なし)	R/W
b1	CKS1			R/W
b2	CKS2	クロック源選択ビット(注1)	0 : f1を選択 1 : fOCO-Fを選択	R/W
b3	MD0	A/D動作モード選択ビット(注2)	b5 b4 b3 000 : 単発モード 001 : 設定しないでください 010 : 繰り返しモード0 011 : 繰り返しモード1 100 : 単掃引モード 101 : 設定しないでください 110 : 繰り返し掃引モード 111 : 設定しないでください	R/W
b4	MD1			R/W
b5	MD2			R/W
b6	ADCAP0	A/D変換トリガ選択ビット	b7 b6 00 : ソフトウェアトリガ(ADCON0レジスタのADSTビット)によるA/D変換開始 01 : タイマRHからの変換トリガによるA/D変換開始 10 : タイマRCからの変換トリガによるA/D変換開始 11 : 外部トリガ(ADTRG)によるA/D変換開始	R/W
b7	ADCAP1			R/W

注1. CKS2ビットを変更したときは、ADの3サイクル以上経過した後にA/D変換を開始してください。

注2. 温度センサ使用時は、単発モード、繰り返しモード0、繰り返しモード1のいずれかで使用してください。単掃引モード、繰り返し掃引モードを選択しないでください。

A/D変換中にADM0Dレジスタの内容を書き換えた場合、変換結果は不定になります。

25.2.5 A/D入力選択レジスタ(ADINSEL)

アドレス 00D5h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	ADGSEL1	ADGSEL0	SCAN1	SCAN0	—	CH2	CH1	CH0
リセット後の値	1	1	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	CH0	アナログ入力端子選択ビット	「表 25.2 アナログ入力端子選択」参照	R/W
b1	CH1			R/W
b2	CH2			R/W
b3	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b4	SCAN0	A/D掃引端子数選択ビット	b5 b4 00 : 2端子 01 : 4端子 10 : 6端子 11 : 7端子	R/W
b5	SCAN1			R/W
b6	ADGSEL0	A/D入力グループ選択ビット	b7 b6 00 : AN0 ~ AN6を選択 01 : 設定しないでください 10 : 設定しないでください 11 : アナログ入力端子非選択	R/W
b7	ADGSEL1			R/W

A/D変換中にADINSELレジスタの内容を書き換えた場合、変換結果は不定になります。

表 25.2 アナログ入力端子選択

CH2 ~ CH0ビット	ADGSEL1 ~ ADGSEL0ビット = 00b
000b	AN0
001b	AN1
010b	AN2
011b	AN3
100b	AN4
101b	AN5
110b	AN6
111b	設定しないでください

25.2.6 A/D制御レジスタ0 (ADCON0)

アドレス 00D6h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	ADST
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	ADST	A/D変換開始フラグ	0 : A/D変換停止 1 : A/D変換開始	R/W
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“0”。		—
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

ADSTビット (A/D変換開始フラグ)

【“1”になる条件】A/D変換開始時およびA/D変換中

【“0”になる条件】A/D変換停止時

25.2.7 A/D制御レジスタ1 (ADCON1)

アドレス 00D7h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	ADDDAEL	ADDDAEN	ADSTBY	BITS	—	—	—	ADEX0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	ADEX0	チップ内蔵基準電圧選択ビット(注1)	0: チップ内蔵基準電圧を非選択 1: チップ内蔵基準電圧を選択(注2、6、7)	R/W
b1	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	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	R/W
b5	ADSTBY	A/Dスタンバイビット(注3)	0: A/D動作停止(スタンバイ)(注4) 1: A/D動作可能	R/W
b6	ADDDAEN	A/D断線検出アシスト機能許可ビット(注5、7)	0: 禁止 1: 許可	R/W
b7	ADDDAEL	A/D断線検出アシスト方式選択ビット(注5)	0: 変換前ディスチャージ 1: 変換前プリチャージ	R/W

- 注1. チップ内蔵基準電圧をアナログ入力として使用する場合、ADEX0ビットを“1”(チップ内蔵基準電圧を選択)にした後に、OCVREFCRレジスタのOCVREFANビットを“1”(チップ内蔵基準電圧とアナログ入力を接続)にしてください。
また、チップ内蔵基準電圧をアナログ入力として使用しない場合、OCVREFANビットを“0”(チップ内蔵基準電圧とアナログ入力を切断)にした後に、ADEX0ビットを“0”(チップ内蔵基準電圧を非選択)にしてください。
温度センサ使用時は、ADEX0ビットを“0”(チップ内蔵基準電圧を非選択)にしてください。
- 注2. 単掃引モード、繰り返し掃引モードでは設定しないでください。
- 注3. ADSTBYビットを“0”(A/D動作停止)から“1”(A/D動作可能)にしたときは、ADの1サイクル以上経過した後にA/D変換を開始してください。
- 注4. スタンバイにする前に、A/D機能を停止してください。ADSTBYビットが“1”(スタンバイ)のとき、A/D関連レジスタ(00C0h ~ 00CFh、00D4h ~ 00D7h番地)へのアクセスは無効になります。
- 注5. A/D断線検出アシスト機能を許可にするためには、ADDDAENビットを“1”(許可)にした後、ADDDAELビットで変換開始状態を選択してください。
断線時の変換結果は、外付け回路によって変化します。本機能はシステムに合わせた評価を十分に行った上で、使用してください。
- 注6. チップ内蔵基準電圧を使用する場合(ADEX0 = 1)、ADINSELレジスタのCH2 ~ CH0ビットを“000b”にしてください。
- 注7. チップ内蔵基準電圧を使用する場合(ADEX0 = 1)、ADDDAENビットを“0”(A/D断線検出アシスト機能を禁止)にしてください。

A/D変換中にADCON1レジスタの内容を書き換えた場合、変換結果は不定になります。

25.2.8 A/D制御レジスタ2 (ADCON2)

アドレス 00DDh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	ADTSEL	ADTSEN	—	—	ADTSEX	ADTSG2	ADTSG1	ADTSG0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	ADTSG0	ゲイン選択ビット(注5)	b2 b1 b0 000: ゲイン1 (増幅率 1倍) 001: ゲイン2 (増幅率 2倍) 010: ゲイン4 (増幅率 4倍) 011: ゲイン6 (増幅率 6倍) 100: ゲイン8 (増幅率 8倍) 101: 選択しないでください 110: 選択しないでください 111: 選択しないでください	R/W
b1	ADTSG1			R/W
b2	ADTSG2			R/W
				R/W
b3	ADTSEX	ゲインアンプ入力切り替えビット	0: 内蔵温度センサ(注3) 1: アナログ入力端子	R/W
b4	—	予約ビット	"0" にしてください	R/W
b5	—			
b6	ADTSEN	ゲインアンプ動作開始ビット (注1、2、3)	0: 動作停止 1: 動作開始	R/W
b7	ADTSEL	アナログ入力切り替えビット(注4)	0: アナログ入力端子 1: ゲインアンプ出力	R/W

- 注1. 消費電流低減のため、ゲインアンプを使用しない場合は、ADTSENビットを“0”にしてください。
- 注2. ゲインアンプはADTSENビットを“1”(動作開始)にすると、動作を開始します。動作開始設定から最大200 μ s後に電圧が安定します。あらかじめ電圧を安定させてから、A/D変換を開始してください。
- 注3. 温度センサはADTSEXビットを“0”(内蔵温度センサ)かつADTSENビットを“1”(動作開始)にすると、動作を開始します。動作開始設定から最大200 μ s後に電圧が安定するのを待ってから、A/D変換を開始してください。
- 注4. 温度センサ使用時は、ADTSELビットを“1”(ゲインアンプ出力)にしてください。
- 注5. 増幅した値がVCCを超えないようにしてください。

A/D変換中にADCON2レジスタの内容を書き換えた場合、変換結果は不定になります。
ゲインアンプにはオフセットがあります。

25.3 複数モードに関わる共通事項

25.3.1 入出力端子

アナログ入力はAN0 ~ AN6で、P7_0 ~ P7_2、P8_4 ~ P8_7端子を共用しています。

AN_i (i = 0 ~ 6)端子を入力で使用する場合、端子に対応するポート方向ビットを“0”(入力モード)にしてください。

A/D動作モードを変更する場合は、アナログ入力端子を再選択してください。

25.3.2 A/D変換サイクル数

図25.2にA/D変換タイミング図を、図25.3にA/D変換サイクル数(AD = fADのとき)を示します。

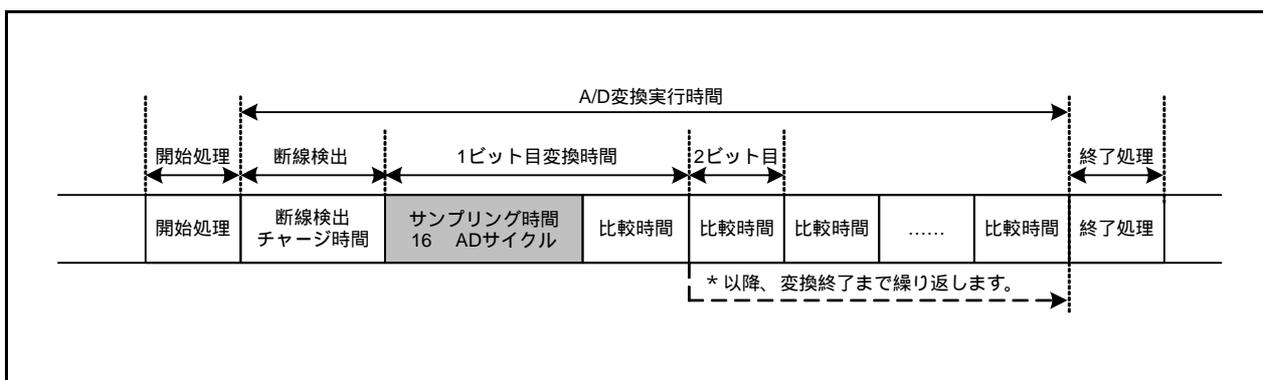
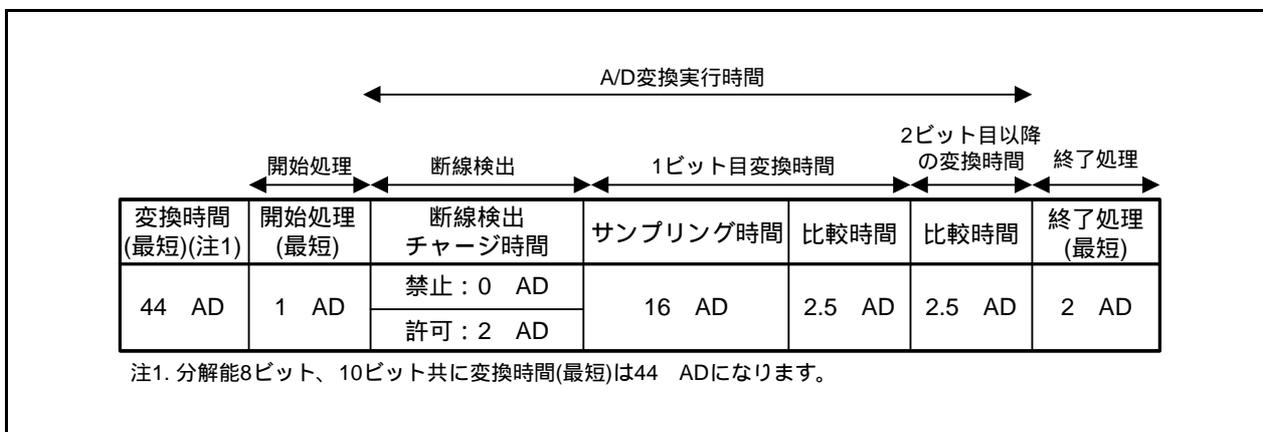


図 25.2 A/D変換タイミング図



注1. 分解能8ビット、10ビット共に変換時間(最短)は44 ADになります。

図 25.3 A/D変換サイクル数(AD = fADのとき)

表 25.3 に各 A/D 変換項目のサイクル数を示します。A/D 変換時間は次のとおりです。

開始処理時間は AD の選択によって変わります。

ADCON0 レジスタの ADST ビットに “1” (A/D 変換開始) を書くと、開始処理時間経過後に A/D 変換を始めます。A/D 変換を始めるまでに ADST ビットを読むと “0” (A/D 変換停止) を読み出します。

複数端子または複数回 A/D 変換を実行するモードでは、1 端子の A/D 変換実行時間と、次の A/D 変換実行時間の間に、実行間処理時間が入ります。

単発モード、単掃引モードでは、終了処理時間に ADST ビットが “0” になると同時に、最後の A/D 変換結果が ADi レジスタに入ります。

- 単発モードの場合

開始処理時間 + A/D 変換実行時間 + 終了処理時間

- 単掃引モードで 2 端子を選択した場合

開始処理時間 + (A/D 変換実行時間 + 実行間処理時間 + A/D 変換実行時間) + 終了処理時間

単掃引モード、繰り返し掃引モード時、SCAN1 ~ SCAN0 ビット = “11b” (7 端子) にした場合、A/D 変換実行時間は、8 端子分の時間になります。

表 25.3 各 A/D 変換項目のサイクル数

A/D 変換項目		サイクル数
開始処理時間	AD = fAD	fAD の 1 ~ 2 サイクル
	AD = fAD の 2 分周	fAD の 2 ~ 3 サイクル
	AD = fAD の 4 分周	fAD の 3 ~ 4 サイクル
	AD = fAD の 8 分周	fAD の 5 ~ 6 サイクル
A/D 変換実行時間	断線検出禁止	AD の 40 サイクル + fAD の 1 ~ 3 サイクル
	断線検出許可	AD の 42 サイクル + fAD の 1 ~ 3 サイクル
実行間処理時間		AD の 1 サイクル
終了処理時間		fAD の 2 ~ 3 サイクル

25.3.3 A/D変換開始条件

A/D変換開始トリガはソフトウェアトリガと、タイマRHの割り込み要求からのトリガ、タイマRCからのトリガと、外部トリガがあります。

図25.4にA/D変換開始制御部のブロック図を示します。

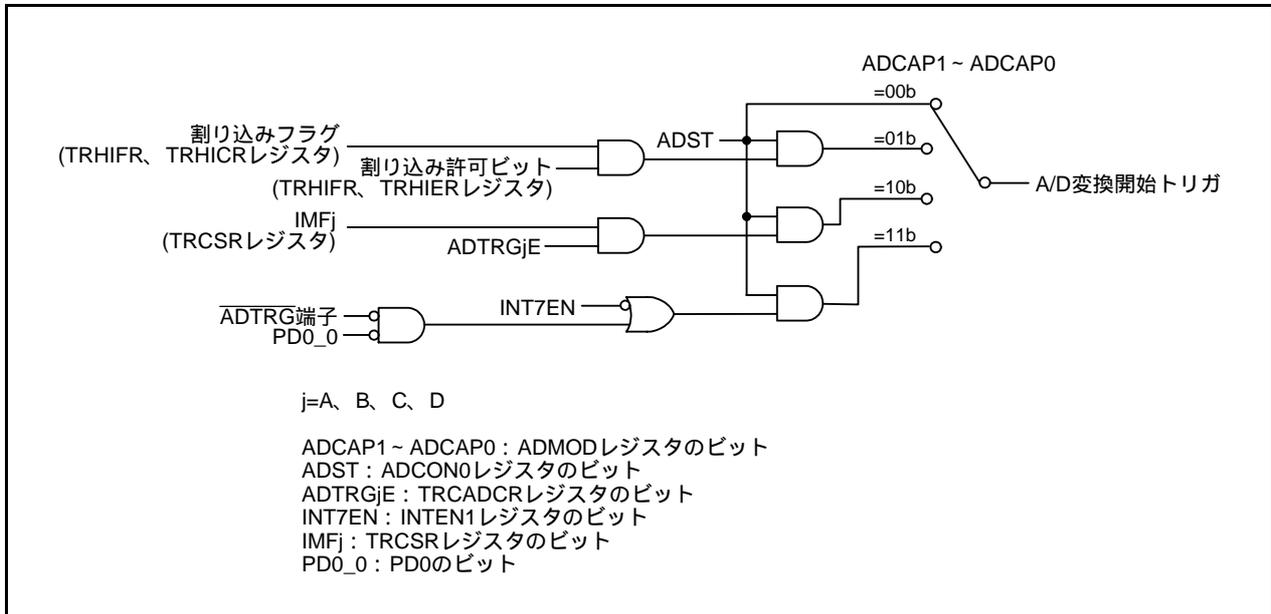


図25.4 A/D変換開始制御部のブロック図

25.3.3.1 ソフトウェアトリガ

ADMODレジスタのADCAP1 ~ ADCAP0ビットが“00b” (ソフトウェアトリガ) の場合です。ADCON0レジスタのADSTビットを“1” (A/D変換開始) にするとA/D変換を開始します。

25.3.3.2 タイマRHの割り込み要求からのトリガ

ADMODレジスタのADCAP1 ~ ADCAP0ビットが“01b” (タイマRH) の場合です。この機能を使用する場合は次のようにしてください。

- TRHICレジスタのILVL0 ~ ILVL2ビットが“000b” (割り込み禁止)
- ADMODレジスタのADCAP1 ~ ADCAP0ビットが“01b” (タイマRH)
- タイマRHを使用
- TRHIERレジスタの対応する割り込み許可ビットが“1”
- ADCON0レジスタのADSTビットが“1” (A/D変換開始)

上記の状態、TRHIFRレジスタまたはTRHICRレジスタの対応する割り込みフラグが“0”から“1”になると、A/D変換を開始します。

タイマRHの割り込み要求の詳細は「12. 割り込み」、「19. タイマRH」を参照してください。

25.3.3.3 タイマRCからのトリガ

ADMODレジスタのADCAP1 ~ ADCAP0ビットが“10b”(タイマRC)の場合です。
この機能を使用する場合は次のようにしてください。

- ADMODレジスタのADCAP1 ~ ADCAP0ビットが“10b”(タイマRC)
- タイマRCをアウトプットコンペア機能(タイマモード、PWMモード、PWM2モード)で使用
- TRCADCRレジスタのADTRGjEビット(j = A、B、C、D)が“1”(TRCGRjレジスタのコンペア一致でA/Dトリガ発生)
- ADCON0レジスタのADSTビットが“1”(A/D変換開始)

上記の状態、TRCSRレジスタのIMFjビットが“0”から“1”になると、A/D変換を開始します。
タイマRC、アウトプットコンペア機能(タイマモード、PWMモード、PWM2モード)の詳細は「18. タイマRC」、「18.5 タイマモード(アウトプットコンペア機能)」、「18.6 PWMモード」、および「18.7 PWM2モード」を参照してください。

25.3.3.4 外部トリガ

ADMODレジスタのADCAP1 ~ ADCAP0ビットが“11b”(外部トリガ(ADTRG))の場合です。
この機能を使用する場合は次のようにしてください。

- ADMODレジスタのADCAP1 ~ ADCAP0ビットを“11b”(外部トリガ(ADTRG))にする。
- INTEN1レジスタのINT7ENビットを“1”(INT7入力許可)にする。
- ポート方向レジスタの入力設定
PD0レジスタのPD0_0ビットを“0”(入力モード)にする。
- INT7のデジタルフィルタをINTF1レジスタのINT7F1 ~ INT7F0ビットで選択する。
- ADCON0レジスタのADSTビットを“1”(A/D変換開始)にする。

なお、INT7ICレジスタのPOLビットとINTEN1レジスタのINT7PLビットの選択と、ADTRG端子入力の変更に従って、INT7ICレジスタのIRビットが“1”(割り込み要求あり)になります(「12.8 割り込み使用上の注意」参照)。

割り込みの詳細は「12. 割り込み」を参照してください。

上記の状態、ADTRG端子の入力を“H”から“L”にするとA/D変換を開始します。

25.3.4 A/D変換結果

A/D変換した結果はADiレジスタ(i=0~6)に格納されます。A/D変換完了後、1サイクル以上待つてからA/D変換結果を読み出してください。使用するA/D動作モードによって、格納されるADiレジスタは違います。ADiレジスタはリセット後不定です。値は書き込めません。

繰り返しモード0では割り込み要求は発生しません。1回目のA/D変換終了は、A/D変換時間が経過したことをプログラムで判定してください。

単発モード、繰り返しモード1、単掃引モード、繰り返し掃引モードでは、A/D変換終了などのタイミングで割り込み要求が発生します(ADICレジスタのIRビットが“1”になります)。

ただし、繰り返しモード1、繰り返し掃引モードでは、割り込み要求発生後もA/D変換を続けます。次のA/D変換が終了するとADiレジスタに値を上書きしますので、それまでにADiレジスタを読み出してください。

単発モード、単掃引モードで、ADMODレジスタのADCAPI~ADCAPOビットが“00b”(ソフトウェアトリガ)の場合は、ADCON0レジスタのADSTビットでもA/D変換終了、掃引終了を判定できます。

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、割り込み要求は発生しません。また、A/D変換していないADiレジスタも、不定になる場合があります。

プログラムでADSTビットを“0”にした場合は、すべてのADiレジスタの値を使用しないでください。

25.3.5 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ADSTBYビットを“0”(A/D動作停止(スタンバイ))にすると、アナログ回路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、ADSTBYビットを“1”(A/D動作可能)にして、ADの1サイクル以上経過した後で、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ADSTBY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ADSTBYビットを“0”(A/D動作停止(スタンバイ))にしないでください。

25.3.6 チップ内蔵基準電圧(OCVREF)

単発モード、繰り返しモード0、繰り返しモード1では、チップ内蔵基準電圧(OCVREF)をアナログ入力として使用できます。

チップ内蔵基準電圧を使用することにより、VREFの変動を確認することができます。ADCON1レジスタのADEX0ビットとOCVREFCRレジスタのOCVREFANビットで選択してください。

単発モード、繰り返しモード0でのチップ内蔵基準電圧のA/D変換結果は、AD0レジスタに格納されます。

25.3.7 ゲインアンプ

ゲインアンプ(ゲイン1、2、4、6、8)はADCON2レジスタのADTSG0~ADTSG2ビットで選択できます。ゲインアンプにはオフセットがあります。増幅した値がVCCを超えないようにしてください。

ゲインアンプについては「表 25.9 温度センサの性能」を参照してください。

25.3.8 A/D断線検出アシスト機能

A/D変換の動作時に、前に変換したチャンネルのアナログ入力電圧の回り込みによる影響を抑制するため、変換開始前にチョッパンプキャパシタの電荷を所定の状態 (AVCC または GND) に固定する機能を内蔵しています。この機能により、アナログ入力端子に接続した配線の、より確実な断線検出が可能になります。

図 25.5 に AVCC 側での A/D 断線検出例 (変換前プリチャージを選択) を示し、図 25.6 に AVSS 側での A/D 断線検出例 (変換前ディスチャージを選択) を示します。

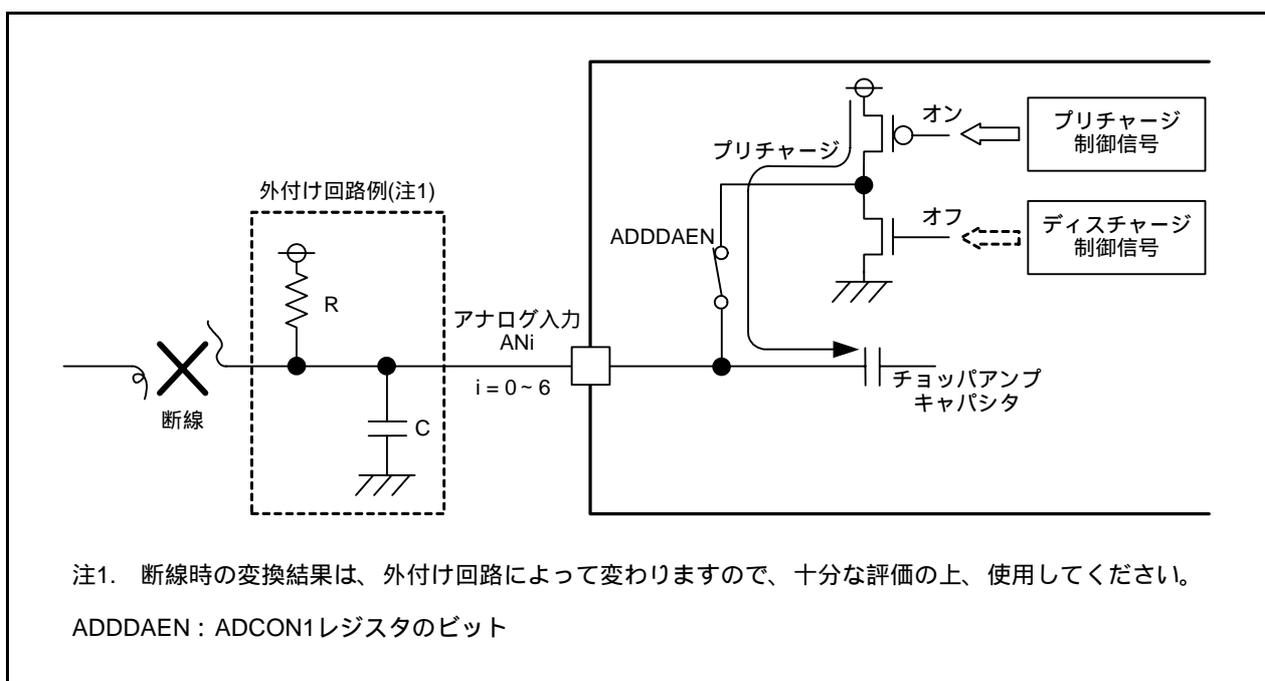


図 25.5 AVCC 側での A/D 断線検出例 (変換前プリチャージを選択)

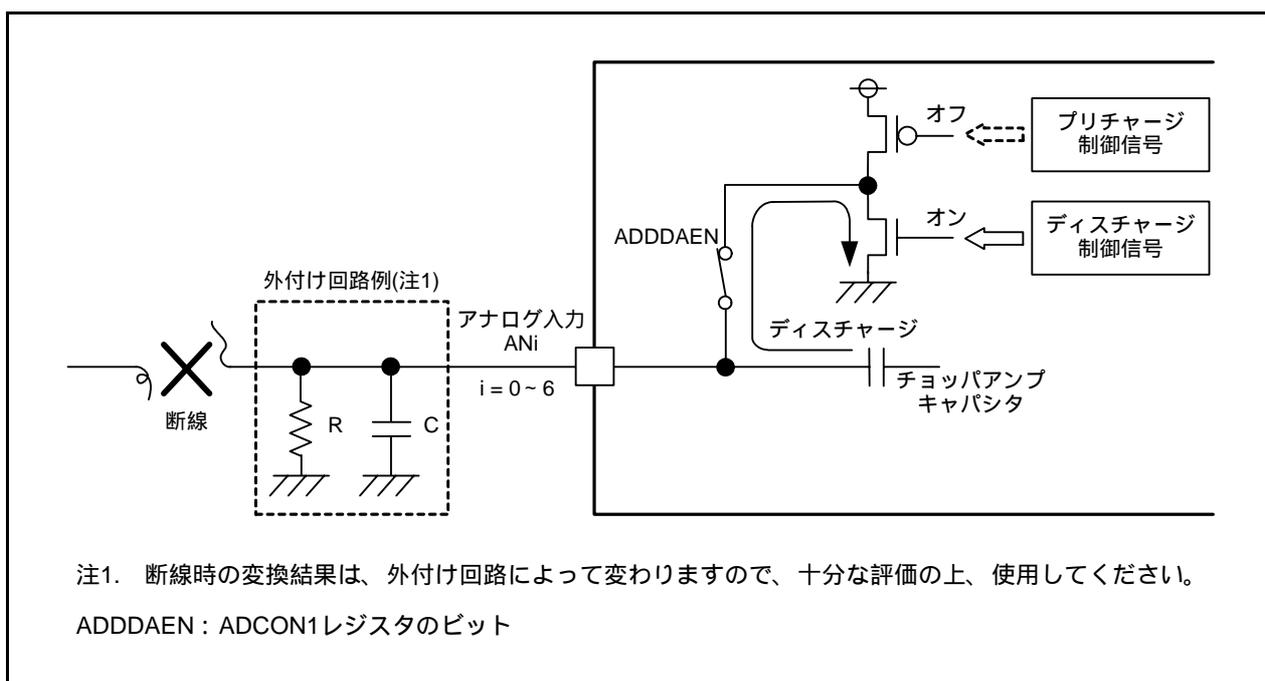


図 25.6 AVSS 側での A/D 断線検出例 (変換前ディスチャージを選択)

25.4 単発モード

AN0 ~ AN6、OCVREFまたは温度センサ出力電圧(VTMP)から選択した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 25.4に単発モードの仕様を示します。

表 25.4 単発モードの仕様

項目	仕様
機能	ADINSELレジスタのCH2 ~ CH0ビットとADGSEL1 ~ ADGSEL0ビット、ADCON2レジスタのADTSEXビットとADTSELビット、またはADCON1レジスタのADEX0ビットで選択した端子の入力電圧を1回A/D変換する
分解能	8ビットまたは10ビット
A/D変換開始条件	<ul style="list-style-type: none"> ソフトウェアトリガ タイマRH タイマRC 外部トリガ (「25.3.3 A/D変換開始条件」参照)
A/D変換停止条件	<ul style="list-style-type: none"> A/D変換終了(ADMODレジスタのADCAP1 ~ ADCAP0ビットが“00b”(ソフトウェアトリガ)の場合、ADCON0レジスタのADSTビットが“0”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 ~ AN6、OCVREFまたはVTMPから1端子を選択
A/D変換結果の格納レジスタ	AD0レジスタ : AN0、OCVREF、VTMP (注1) AD1レジスタ : AN1、VTMP (注1) AD2レジスタ : AN2、VTMP (注1) AD3レジスタ : AN3、VTMP (注1) AD4レジスタ : AN4、VTMP (注1) AD5レジスタ : AN5、VTMP (注1) AD6レジスタ : AN6、VTMP (注1)
A/D変換値の読み出し	選択した端子に対応したAD0レジスタ ~ AD6レジスタの読み出し

注1. 温度センサ出力電圧のA/D変換結果は、ADINSELレジスタのCH0 ~ CH2ビットとADGSEL1 ~ ADGSEL0ビットで選択している端子に対応するAD0レジスタ ~ AD6レジスタに格納されます。

25.5 繰り返しモード0

AN0 ~ AN6、OCVREFまたは温度センサ出力電圧 (VTMP) から選択した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 25.5に繰り返しモード0の仕様を示します。

表 25.5 繰り返しモード0の仕様

項目	仕様
機能	ADINSELレジスタのCH2 ~ CH0ビットとADGSEL1 ~ ADGSEL0ビット、ADCON2レジスタのADTSEXビットとADTSELビット、またはADCON1レジスタのADEX0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
分解能	8ビットまたは10ビット
A/D変換開始条件	<ul style="list-style-type: none"> • ソフトウェアトリガ • タイマRH • タイマRC • 外部トリガ (「25.3.3 A/D変換開始条件」参照)
A/D変換停止条件	ADCON0レジスタのADSTビットを“0”にする
割り込み要求発生タイミング	発生しない
アナログ入力端子	AN0 ~ AN6、OCVREFまたはVTMPから1端子を選択
A/D変換結果の格納レジスタ	AD0レジスタ：AN0、OCVREF、VTMP (注1) AD1レジスタ：AN1、VTMP (注1) AD2レジスタ：AN2、VTMP (注1) AD3レジスタ：AN3、VTMP (注1) AD4レジスタ：AN4、VTMP (注1) AD5レジスタ：AN5、VTMP (注1) AD6レジスタ：AN6、VTMP (注1)
A/D変換値の読み出し	選択した端子に対応したAD0レジスタ ~ AD6レジスタの読み出し

注1. 温度センサ出力電圧のA/D変換結果は、ADINSELレジスタのCH0 ~ CH2ビットとADGSEL0 ~ ADGSEL1ビットで選択している端子に対応するAD0レジスタ ~ AD6レジスタに格納されます。

25.6 繰り返しモード1

AN0 ~ AN6、OCVREFまたは温度センサ出力電圧(VTMP)から選択した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 25.6に繰り返しモード1の仕様を、図 25.7に繰り返しモード1時の動作例を示します。

表 25.6 繰り返しモード1の仕様

項目	仕様
機能	ADINSELレジスタのCH2 ~ CH0ビットとADGSEL1 ~ ADGSEL0ビット、ADCON2レジスタのADTSEXビットとADTSELビット、またはADCON1レジスタのADEX0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
分解能	8ビットまたは10ビット
A/D変換開始条件	<ul style="list-style-type: none"> • ソフトウェアトリガ • タイマRH • タイマRC • 外部トリガ (「25.3.3 A/D変換開始条件」参照)
A/D変換停止条件	ADCON0レジスタのADSTビットを“0”にする
割り込み要求発生タイミング	AD7レジスタにA/D変換結果が格納されたとき
アナログ入力端子	AN0 ~ AN6、OCVREFまたはVTMPから1端子を選択
A/D変換結果の格納レジスタ	AD0レジスタ：1回目のA/D変換結果、9回目のA/D変換結果、... AD1レジスタ：2回目のA/D変換結果、10回目のA/D変換結果、... AD2レジスタ：3回目のA/D変換結果、11回目のA/D変換結果、... AD3レジスタ：4回目のA/D変換結果、12回目のA/D変換結果、... AD4レジスタ：5回目のA/D変換結果、13回目のA/D変換結果、... AD5レジスタ：6回目のA/D変換結果、14回目のA/D変換結果、... AD6レジスタ：7回目のA/D変換結果、15回目のA/D変換結果、... AD7レジスタ：8回目のA/D変換結果、16回目のA/D変換結果、...
A/D変換値の読み出し	AD0レジスタ ~ AD7レジスタの読み出し

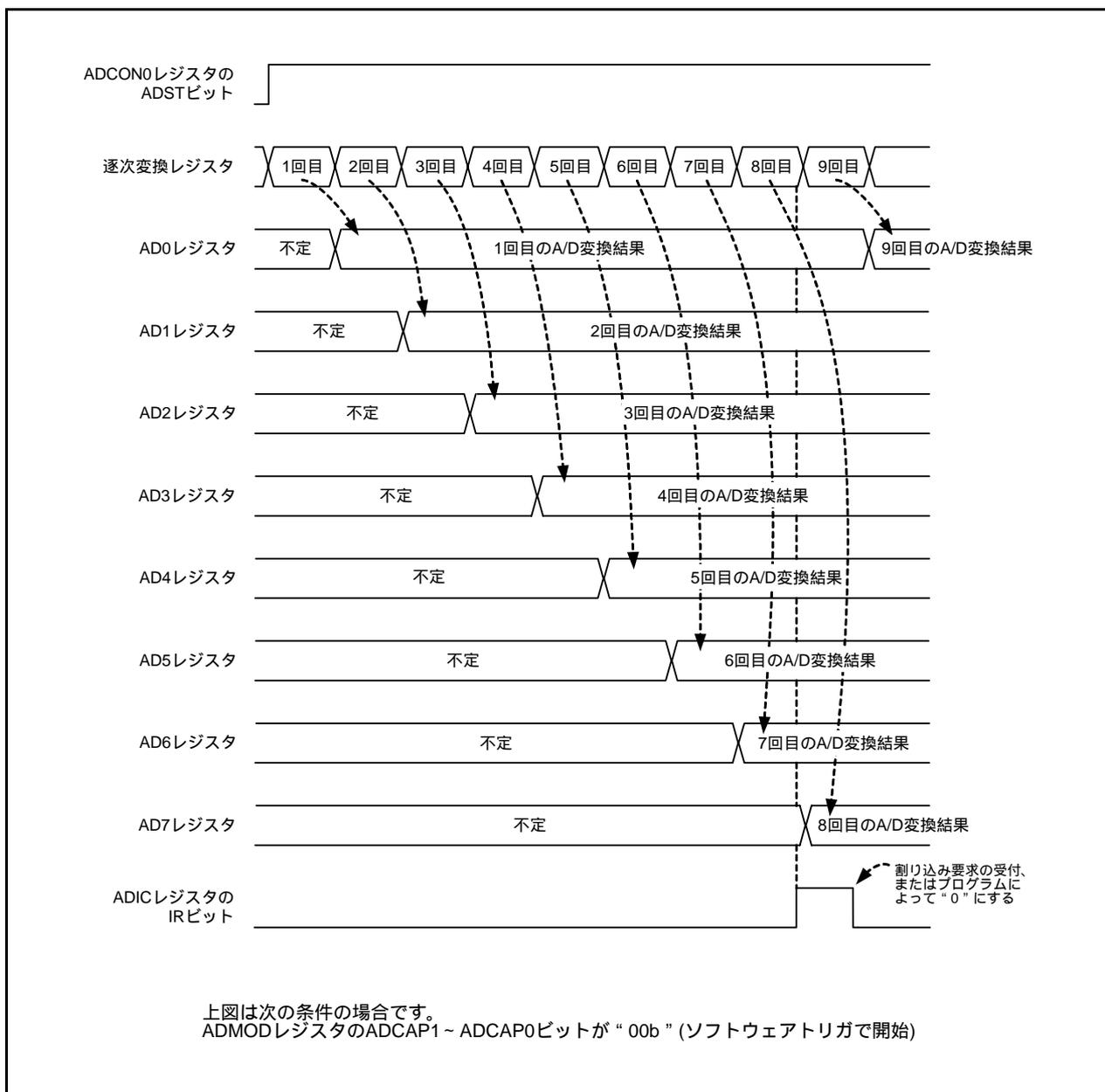


図 25.7 繰り返しモード1時の動作例

25.7 単掃引モード

AN0 ~ AN6から選択した2本、4本、6本または7本の端子の入力電圧を、1回ずつA/D変換するモードです。

表 25.7に単掃引モードの仕様を、図 25.8に単掃引モード時の動作例を示します。

表 25.7 単掃引モードの仕様

項目	仕様
機能	ADINSELレジスタのADGSEL1 ~ ADGSEL0ビットとSCAN1 ~ SCAN0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
分解能	8ビットまたは10ビット
A/D変換開始条件	<ul style="list-style-type: none"> ソフトウェアトリガ タイマRH タイマRC 外部トリガ (「25.3.3 A/D変換開始条件」参照)
A/D変換停止条件	<ul style="list-style-type: none"> 2端子を選択している場合、選択した2端子のA/D変換終了(ADCON0レジスタのADSTビットが“0”になる) 4端子を選択している場合、選択した4端子のA/D変換終了(ADSTビットが“0”になる) 6端子を選択している場合、選択した6端子のA/D変換終了(ADSTビットが“0”になる) 7端子を選択している場合、選択した7端子のA/D変換終了(ADSTビットが“0”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	<ul style="list-style-type: none"> 2端子を選択している場合、選択した2端子のA/D変換終了時 4端子を選択している場合、選択した4端子のA/D変換終了時 6端子を選択している場合、選択した6端子のA/D変換終了時 7端子を選択している場合、選択した7端子のA/D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 ~ AN6 (7端子)(注1) (SCAN1 ~ SCAN0ビットとADGSEL1 ~ ADGSEL0ビットで選択)
A/D変換結果の格納レジスタ	AD0レジスタ : AN0 AD1レジスタ : AN1 AD2レジスタ : AN2 AD3レジスタ : AN3 AD4レジスタ : AN4 AD5レジスタ : AN5 AD6レジスタ : AN6
A/D変換値の読み出し	選択した端子に対応したAD0レジスタ ~ AD6レジスタの読み出し

注1. A/D変換実行時間は、8端子分の時間になります。

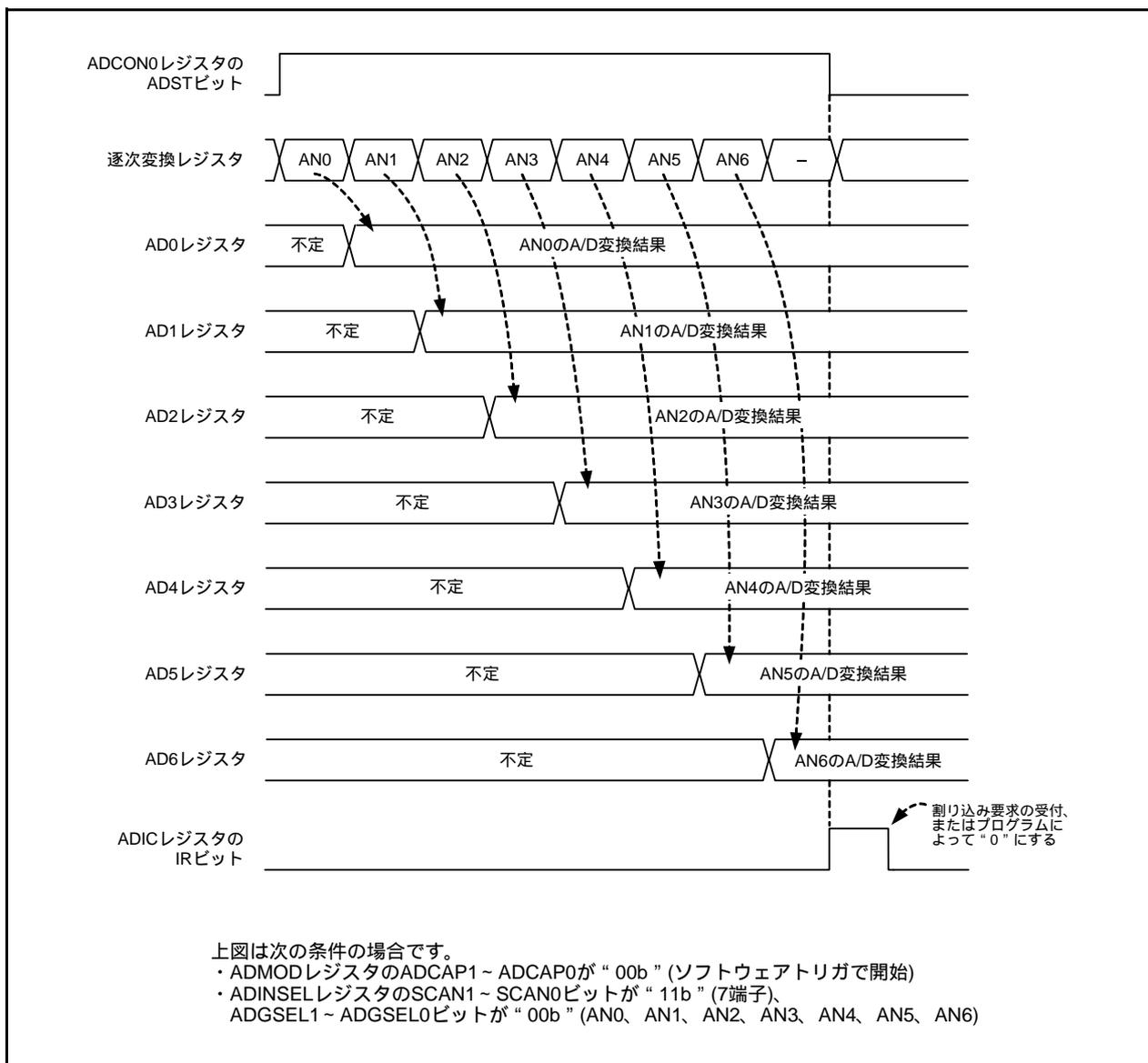


図 25.8 単掃引モード時の動作例

25.8 繰り返し掃引モード

AN0～AN6から選択した2本、4本、6本または7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 25.8に繰り返し掃引モードの仕様を、図 25.9に繰り返し掃引モード時の動作例を示します。

表 25.8 繰り返し掃引モードの仕様

項目	仕様
機能	ADINSELレジスタのADGSEL1～ADGSEL0ビットとSCAN1～SCAN0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
分解能	8ビットまたは10ビット
A/D変換開始条件	<ul style="list-style-type: none"> • ソフトウェアトリガ • タイマRH • タイマRC • 外部トリガ (「25.3.3 A/D変換開始条件」参照)
A/D変換停止条件	ADCON0レジスタのADSTビットを“0”にする
割り込み要求発生タイミング	<ul style="list-style-type: none"> • 2端子を選択している場合、選択した2端子のA/D変換終了時 • 4端子を選択している場合、選択した4端子のA/D変換終了時 • 6端子を選択している場合、選択した6端子のA/D変換終了時 • 7端子を選択している場合、選択した7端子のA/D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～AN6 (7端子)(注1) (SCAN1～SCAN0ビットとADGSEL1～ADGSEL0ビットで選択)
A/D変換結果の格納レジスタ	AD0レジスタ：AN0 AD1レジスタ：AN1 AD2レジスタ：AN2 AD3レジスタ：AN3 AD4レジスタ：AN4 AD5レジスタ：AN5 AD6レジスタ：AN6
A/D変換値の読み出し	選択した端子に対応したAD0レジスタ～AD6レジスタの読み出し

注1. A/D変換実行時間は、8端子分の時間になります。

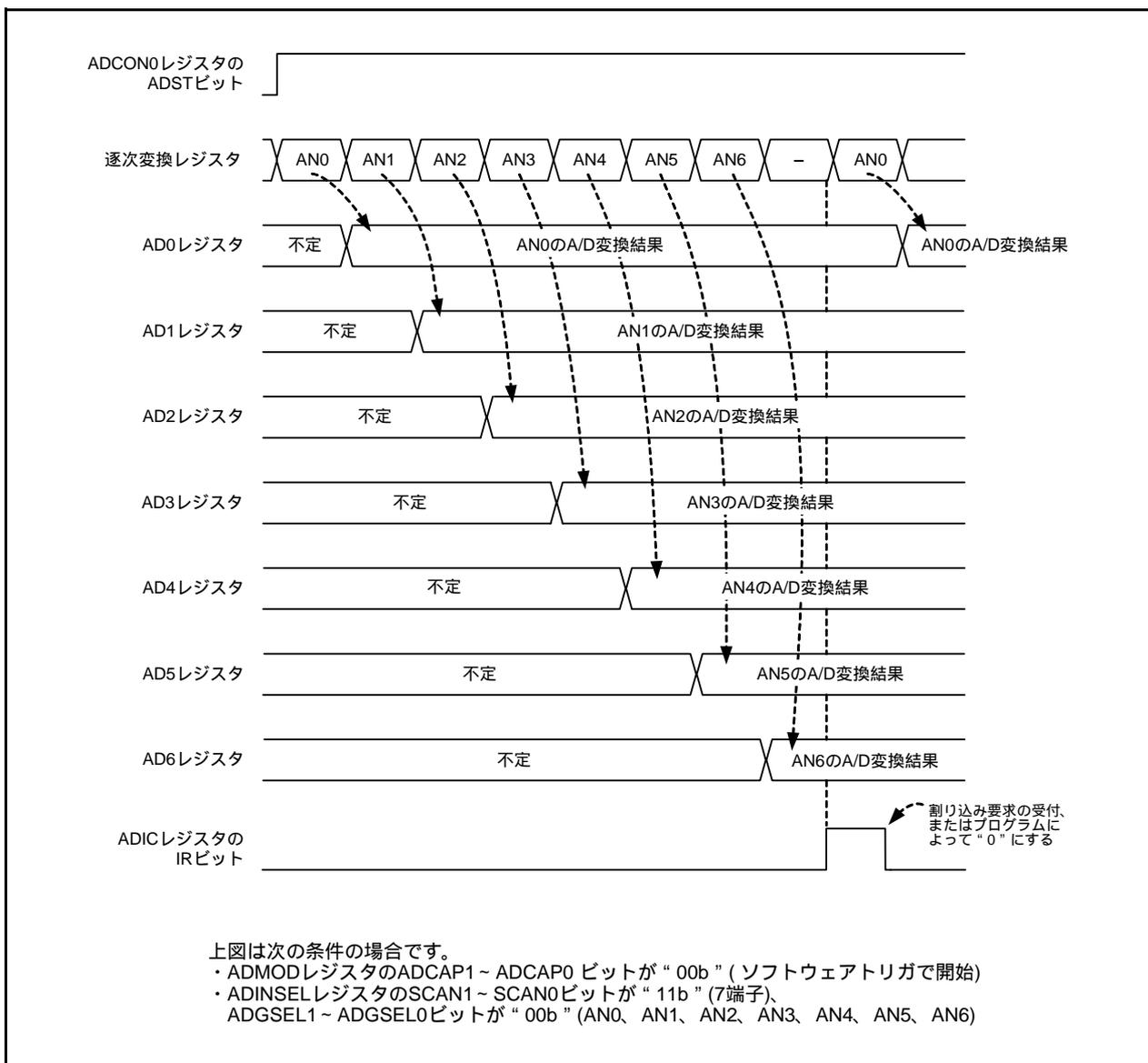


図 25.9 繰り返し掃引モード時の動作例

25.9 温度センサ

温度に比例して減少する電圧(温度係数標準値: $-2.1 \text{ mV/}^\circ\text{C}$)を発生させる温度センサ回路が1回路あります。温度センサ出力電圧はゲインアンプを経由してA/D変換することが可能です。

表 25.9に温度センサの性能を、図 25.10にゲイン1選択時の温度センサ出力電圧の温度特性(標準特性)を示します。

表 25.9 温度センサの性能

項目	性能
測定温度範囲	$-20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン)
温度センサ出力電圧温度係数	標準値 $-2.1 \text{ mV/}^\circ\text{C}$
温度センサ出力電圧常温特性	標準値 600 mV (周囲温度 = 25°C)
ゲインアンプ選択	ゲイン1、2、4、6、8選択可能(注1) 「表29.5 ゲインアンプの特性」参照
A/D変換電圧/周波数条件	$1.8 \text{ V} \leq V_{\text{ref}} = AV_{\text{CC}} \leq 5.5 \text{ V}$ AD: $1 \text{ MHz} \sim 5 \text{ MHz}$
スタートアップ時間	最大 $200 \mu\text{s}$
分解能	8ビットまたは10ビット選択可能
絶対精度	「表29.3 A/Dコンバータの特性」参照
動作モード	単発モード、繰り返しモード0、繰り返しモード1
A/D変換開始条件	「表 25.1 A/Dコンバータの性能」参照
A/D変換結果	「25.3.4 A/D変換結果」参照

注1. ゲインアンプにはオフセットがあります。
増幅した値がVCCを超えないようにしてください。

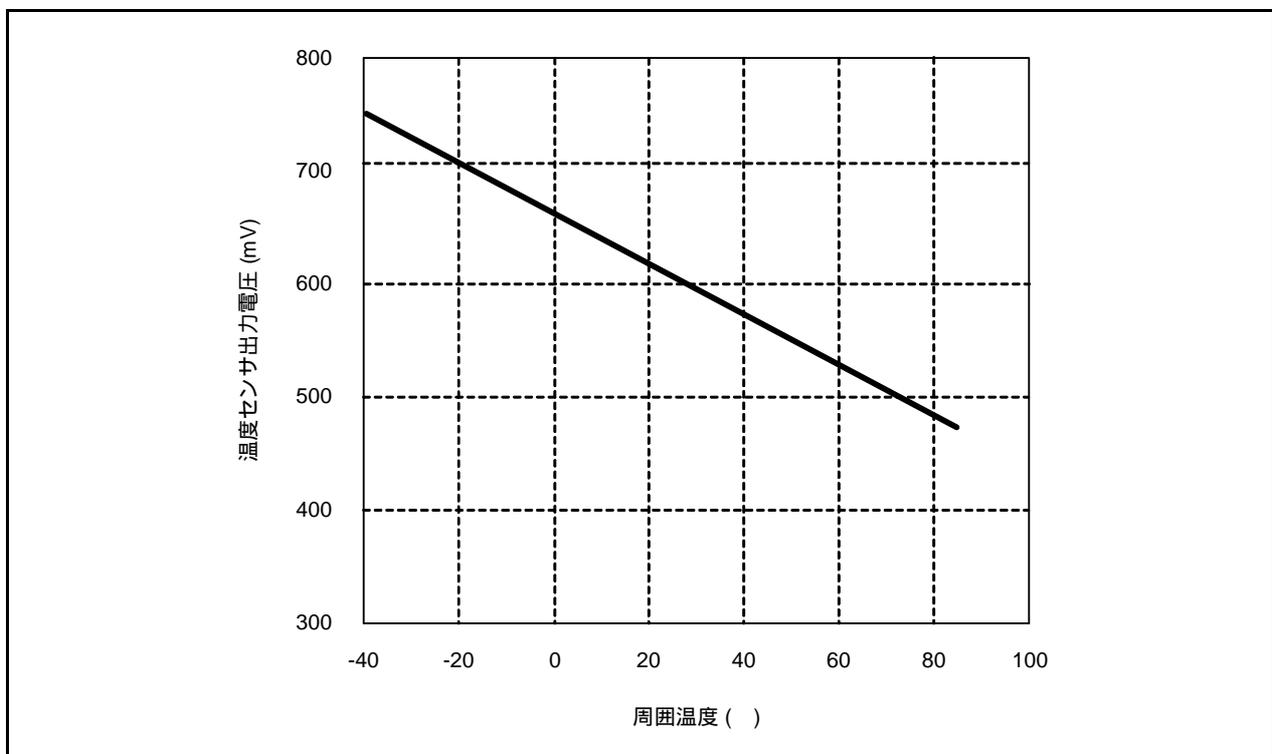


図 25.10 ゲイン1選択時の温度センサ出力電圧の温度特性(標準特性)

25.9.1 温度センサの設定手順

図 25.11 に A/D 変換開始までの温度センサ設定手順例を示します。

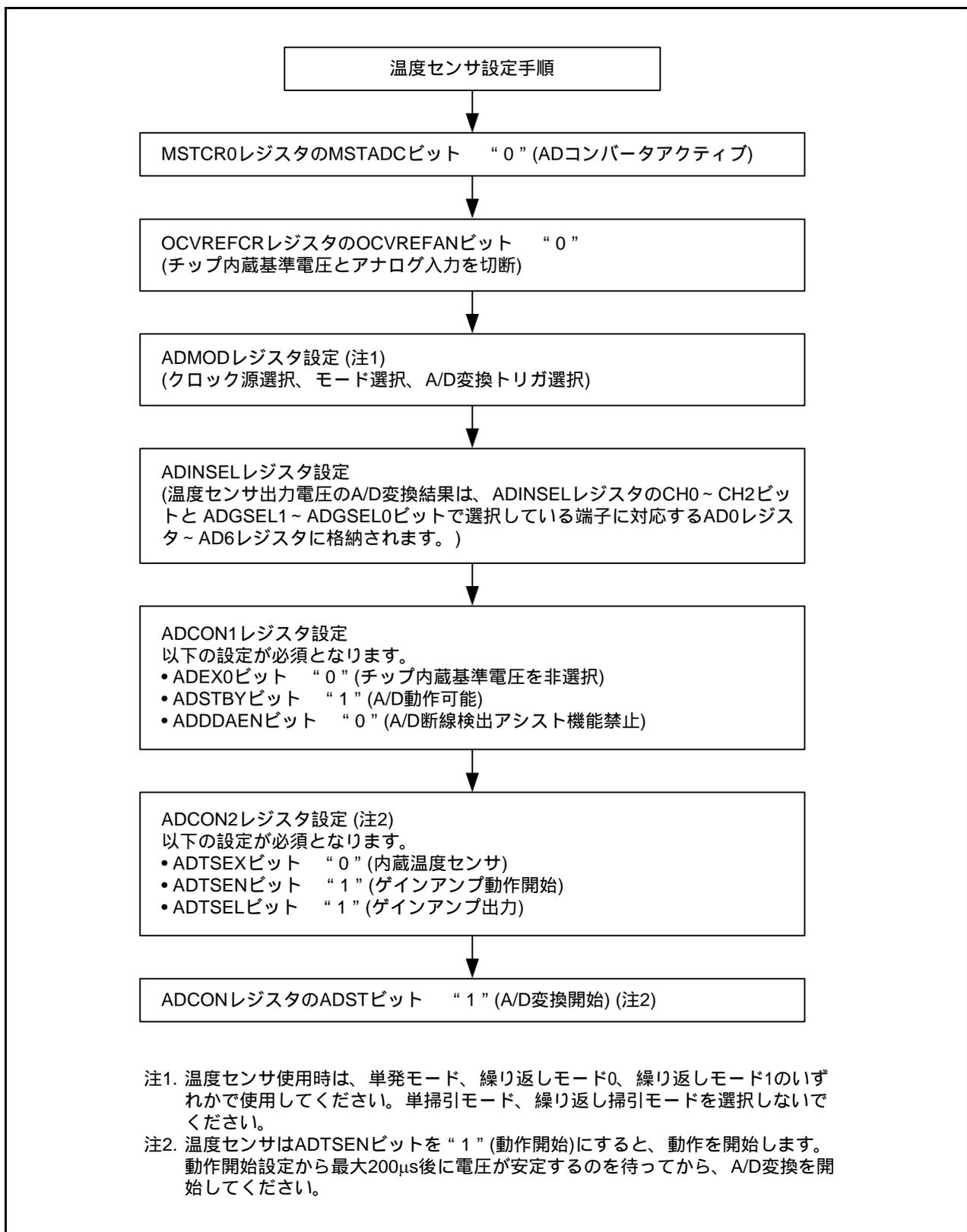


図 25.11 温度センサ設定手順例

25.10 A/D変換時のセンサ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25.12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、分解能を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。

$$VC \text{は一般に } VC = VIN \left\{ 1 - e^{-\frac{1}{C(R0+R)}t} \right\}$$

$$t = T \text{のとき、 } VC = VIN - \frac{X}{Y}VIN = VIN \left(1 - \frac{X}{Y} \right) \text{より、}$$

$$e^{-\frac{1}{C(R0+R)}T} = \frac{X}{Y}$$

$$-\frac{1}{C(R0+R)}T = \ln \frac{X}{Y}$$

$$\text{よって、 } R0 = -\frac{T}{C \times \ln \frac{X}{Y}} - R$$

図25.12にアナログ入力端子と外部センサ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。

AD = 20MHzのとき、T = 0.8 μs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 = 0.8 μs、R = 10kΩ、C = 6.0pF、X = 0.1、Y = 1024だから、

$$R0 = -\frac{0.8 \times 10^{-6}}{6.0 \times 10^{-12} \times \ln \frac{0.1}{1024}} - 10 \times 10^3 \approx 4.4 \times 10^3$$

したがって、A/Dコンバータの精度(誤差)を0.1LSB以下にするセンサ回路の出力インピーダンスR0は最大4.4k になります。

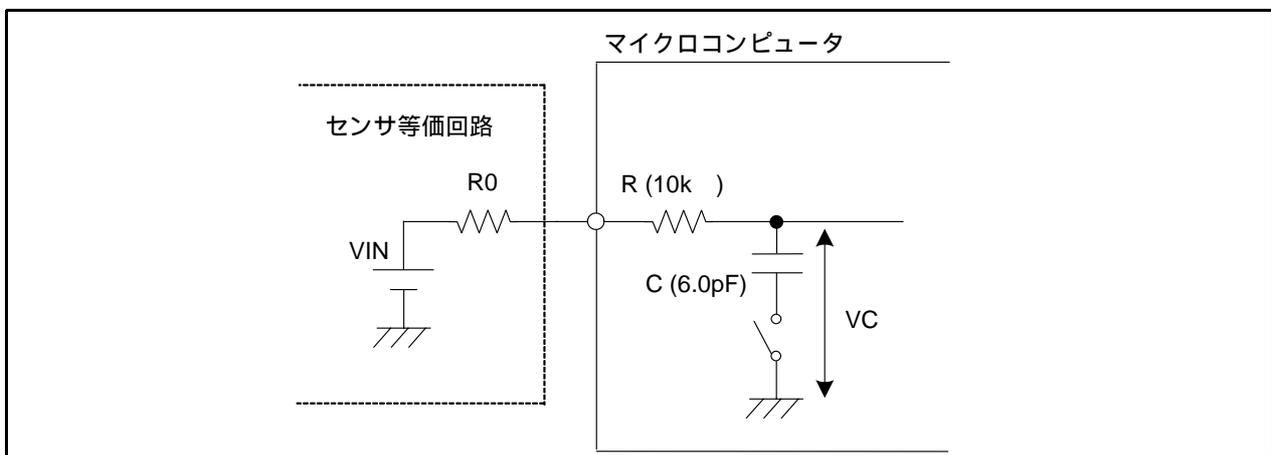


図25.12 アナログ入力端子と外部センサの等価回路例

25.11 A/Dコンバータ使用上の注意

25.11.1 A/Dコンバータ

- ADMODレジスタ、ADINSELレジスタ、ADCON0レジスタ(ADSTビットを除く)、ADCON1レジスタ、OCVREFCRレジスタに対する書き込みは、A/D変換停止時(トリガ発生前)に行ってください。
- 繰り返しモード0、繰り返しモード1、繰り返し掃引モードで使用する場合、A/D変換中のCPUクロックには、A/Dコンバータの動作クロック AD以上の周波数を選択してください。
ADにfOCO-Fを選択しないでください。
- VREF端子とAVSS端子間に0.1 μ Fのコンデンサを接続してください。
- A/D変換中はストップモードに移行しないでください。
- A/D変換中はCM0レジスタのCM02ビットの状態("1"(ウェイトモード時、周辺機能クロックを停止する)、“0”(ウェイトモード時、周辺機能クロックを停止しない))にかかわらず、ウェイトモードに移行しないでください。
- A/D変換中はFMR0レジスタのFMSTPビットを“1”(フラッシュメモリ停止)、およびFMR27ビットを“1”(低消費電流リードモード許可)にすると、A/D変換結果が不定になるため、この設定をしないでください。
- fOCO-Fが停止しているときは、ADMODレジスタのCKS2ビットを変更しないでください。
- 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、割り込み要求は発生しません。また、A/D変換していないAD_i($i=0\sim 7$)レジスタも、不定になる場合があります。
プログラムでADSTビットを“0”にした場合は、すべてのAD_iレジスタの値を使用しないでください。
- A/Dコンバータを使用するときは、A/D変換結果の平均化処理を推奨します。
- 単掃引モード、繰り返し掃引モード時、SCAN1～SCAN0ビット = “11b”(7端子)にした場合、A/D変換実行時間は、8端子分の時間になります。

25.11.2 温度センサ

- 温度センサはADTSENビットを“1”(動作開始)にすると、動作を開始します。動作開始設定から最大200 μ s後に電圧が安定するのを待ってから、A/D変換を開始してください。
- 温度センサ出力電圧のA/D変換結果には、温度センサ出力電圧のばらつきとA/Dコンバータ絶対精度誤差が含まれるため、温度センサの性能(表 25.9参照)やゲイン1選択時の温度センサ出力電圧の温度特性(標準特性)(図 25.10参照)に対して誤差が発生することがあります。
- マイコンの周辺環境によっては、被測定体から温度センサ回路への熱伝導性が変動するため、温度センサ出力電圧の反応時間や精度に影響をおよぼします。システムに合わせた評価を十分に行った上で使用してください。
- ゲインアンプによって増幅された温度センサ出力電圧が基準電圧を超えた場合、正しくA/D変換することができません。
- 温度センサ出力電圧を端子から出力することはできません。

26. コンパレータB

注意

本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。
R8C/LA3Aグループについては「1.1.2 グループごとの相違点」を参照してください。

コンパレータBはリファレンス入力電圧と、アナログ入力電圧を比較します。コンパレータB1とコンパレータB3の独立した2つのコンパレータです。

26.1 概要

リファレンス入力電圧とアナログ入力電圧の比較結果を、ソフトウェアで読めます。リファレンス入力電圧としてIVREF_i(*i* = 1、3)端子への入力を使用できます。

表26.1にコンパレータBの仕様、図26.1にコンパレータBのブロック図、表26.2に入出力端子を示します。

表26.1 コンパレータBの仕様

項目	仕様
アナログ入力電圧	IVCMP _i 端子への入力電圧
リファレンス入力電圧	IVREF _i 端子への入力電圧
比較結果	INTCMPレジスタのINT _i COUTビットの読み出し
割り込み要求発生タイミング	比較結果が変化したとき
選択機能	デジタルフィルタ機能 デジタルフィルタの有無、サンプリング周波数を選択できる

i = 1、3

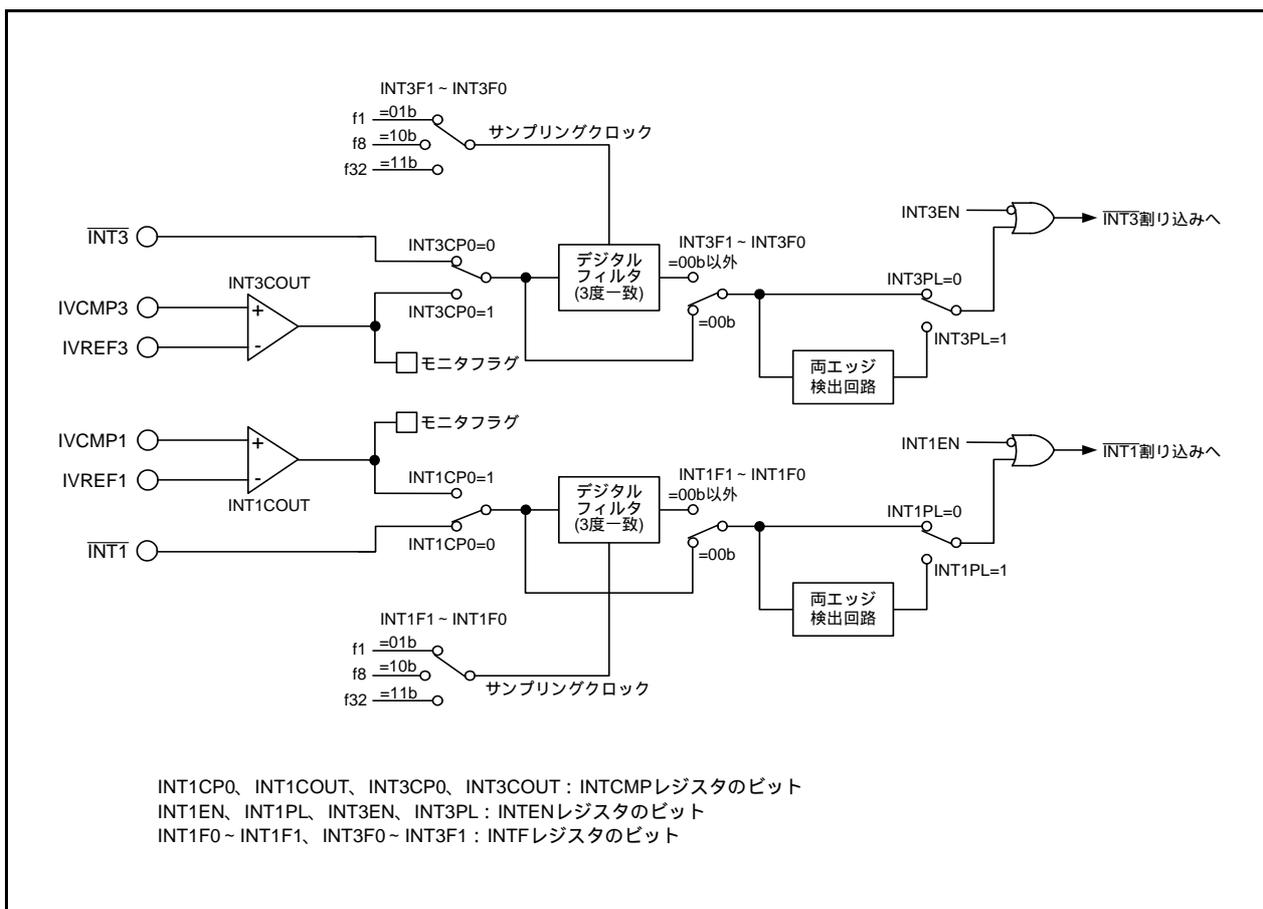


図26.1 コンパレータBのブロック図

表26.2 入出力端子

端子名	入出力	機能
IVCMP1	入力	コンパレータB1用アナログ端子
IVREF1	入力	コンパレータB1用リファレンス電圧端子
IVCMP3	入力	コンパレータB3用アナログ端子
IVREF3	入力	コンパレータB3用リファレンス電圧端子

26.2 レジスタの説明

26.2.1 コンパレータB制御レジスタ0(INTCMP)

アドレス 01F8h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	INT3COUT	—	—	INT3CP0	INT1COUT	—	—	INT1CP0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	INT1CP0	コンパレータB1動作許可ビット	0: コンパレータB1動作禁止 1: コンパレータB1動作許可	R/W
b1	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b2	—			
b3	INT1COUT	コンパレータB1モニタフラグ	0: IVCMP1 < IVREF1またはコンパレータB1動作禁止 1: IVCMP1 > IVREF1	R
b4	INT3CP0	コンパレータB3動作許可ビット	0: コンパレータB3動作禁止 1: コンパレータB3動作許可	R/W
b5	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b6	—			
b7	INT3COUT	コンパレータB3モニタフラグ	0: IVCMP3 < IVREF3またはコンパレータB3動作禁止 1: IVCMP3 > IVREF3	R

26.2.2 外部入力許可レジスタ0 (INTEN)

アドレス 01FAh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	INT3PL	INT3EN	INT2PL	INT2EN	INT1PL	INT1EN	INT0PL	INT0EN
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	INT0EN	INT0入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b1	INT0PL	INT0入力極性選択ビット(注1、2)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W
b2	INT1EN	INT1入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b3	INT1PL	INT1入力極性選択ビット(注1、2)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W
b4	INT2EN	INT2入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b5	INT2PL	INT2入力極性選択ビット(注1、2)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W
b6	INT3EN	INT3入力許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b7	INT3PL	INT3入力極性選択ビット(注1、2)	0: 片エッジ 1: 両エッジ	R/W

注1. INTiPLビット(i=0~3)を“1”(両エッジ)にする場合、INTiICレジスタのPOLビットを“0”(立ち下がりエッジを選択)にしてください。

注2. INTENレジスタを変更すると、INTiIC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。「12.8.4 割り込み要因の変更」を参照してください。

26.2.3 INT入力フィルタ選択レジスタ0 (INTF)

アドレス 01FCh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	INT3F1	INT3F0	INT2F1	INT2F0	INT1F1	INT1F0	INT0F1	INT0F0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	INT0F0	INT0入力フィルタ選択ビット	b1 b0 00: フィルタなし 01: フィルタあり、f1でサンプリング 10: フィルタあり、f8でサンプリング 11: フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b1	INT0F1			R/W
b2	INT1F0	INT1入力フィルタ選択ビット	b3 b2 00: フィルタなし 01: フィルタあり、f1でサンプリング 10: フィルタあり、f8でサンプリング 11: フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b3	INT1F1			R/W
b4	INT2F0	INT2入力フィルタ選択ビット	b5 b4 00: フィルタなし 01: フィルタあり、f1でサンプリング 10: フィルタあり、f8でサンプリング 11: フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b5	INT2F1			R/W
b6	INT3F0	INT3入力フィルタ選択ビット	b7 b6 00: フィルタなし 01: フィルタあり、f1でサンプリング 10: フィルタあり、f8でサンプリング 11: フィルタあり、f32でサンプリング	R/W
b7	INT3F1			R/W

26.3 動作説明

コンパレータB1とコンパレータB3はそれぞれ独立して動作できます。動作は同じです。表26.3にコンパレータB関連レジスタの設定手順を示します。

表26.3 コンパレータB関連レジスタの設定手順

順番	レジスタ	ビット	設定値
1	IVCMPi、IVREFi	端子の機能選択。「7.6 ポートの設定」参照。 ただし、順番2以降に示されるレジスタ、ビット以外を設定してください。	
2	INTF	フィルタ有無、サンプリングクロック選択	
3	INTCMP	INTiCPO	1 (動作許可)
4	コンパレータ安定時間(最大100 μ s)待ち		
5	INTEN	INTiEN	割り込みを使用する場合：1 (割り込み許可)
		INTiPL	割り込みを使用する場合：入力極性選択
6	INTiIC	ILVL2 ~ ILVL0	割り込みを使用する場合：割り込み優先レベル選択
		IR	割り込みを使用する場合：0 (割り込み要求なし：初期化)

i = 1, 3

図26.2にコンパレータBi(i = 1, 3)の動作例を示します。

リファレンス入力よりアナログ入力の電圧が高い場合は、INTCMPレジスタのINTiCOUTビットが“1”になり、リファレンス入力よりアナログ入力の電圧が低い場合は、INTiCOUTビットが“0”になります。

コンパレータBi割り込みを使用する場合は、INTENレジスタのINTiENビットを“1”(割り込み許可)にしてください。このとき比較結果が変化すれば、コンパレータBi割り込み要求が発生します。割り込みについては「26.4 コンパレータB1、コンパレータB3割り込み」を参照してください。

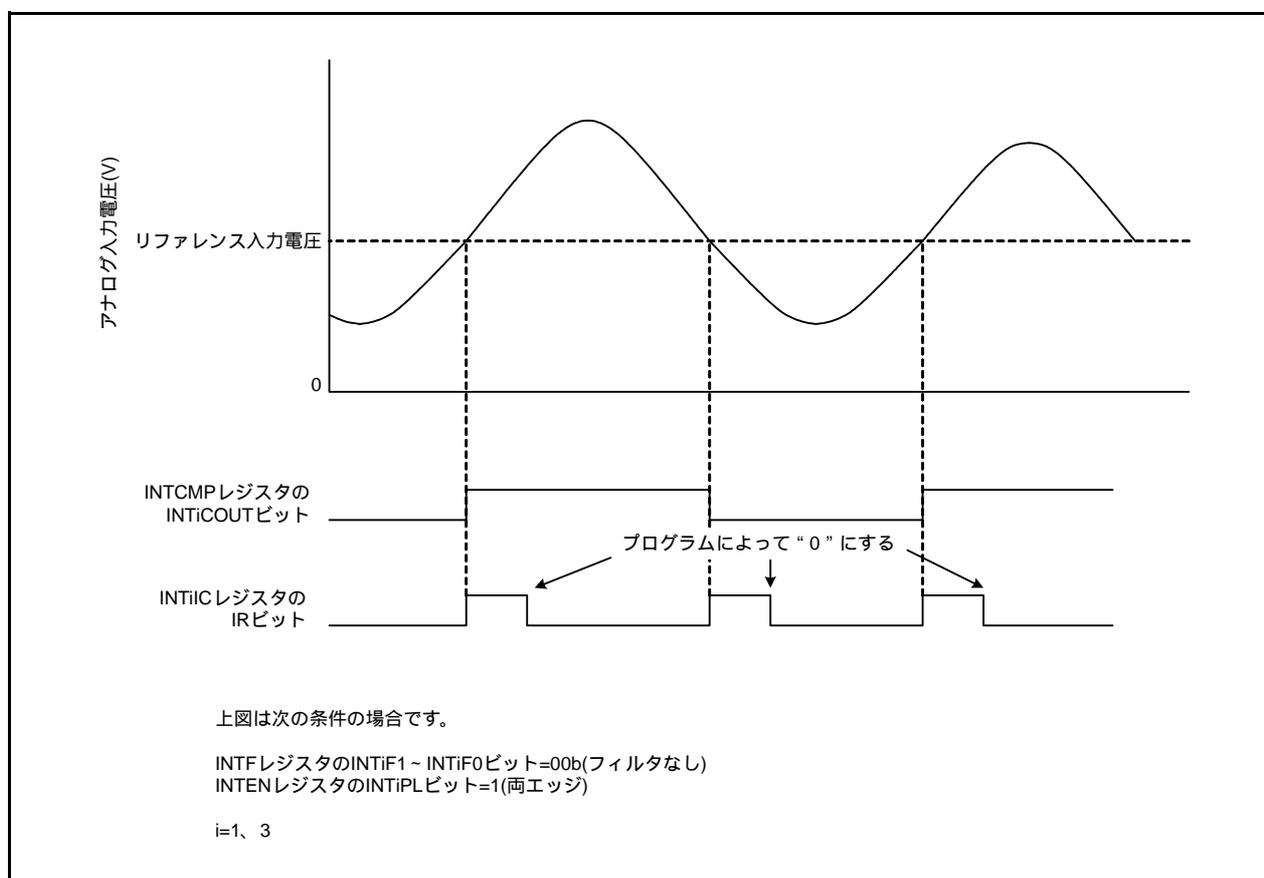


図26.2 コンパレータBi(i = 1, 3)の動作例

26.4 コンパレータB1、コンパレータB3割り込み

コンパレータBはコンパレータB1、およびコンパレータB3の2つの割り込み要求を発生します。コンパレータBi(i = 1, 3)割り込みはINTi(i = 1, 3)入力による割り込みと同一のINTiICレジスタ(IRビット、ILVL0 ~ ILVL2ビット)と、それぞれ1つの割り込みベクタを持ちます。

コンパレータBi割り込みを使用するときはINTENレジスタのINTiENビットを“1”(割り込み許可)にしてください。さらに極性をINTENレジスタのINTiPLビットとINTiICレジスタのPOLビットで選択できます。

また、3種類のサンプリングクロックを持つデジタルフィルタを通して入力することも可能です。

27. LCD駆動制御回路

注意

本章ではR8C/LA5Aグループについて説明します。
R8C/LA3Aグループについては「1.1.2 グループごとの相違点」を参照してください。

27.1 概要

LCD(液晶表示素子)の駆動制御回路です。

セグメント出力は最大27本、コモン出力は最大4本使用でき、最大96画素までLCD表示を行うことができます。

セグメント出力端子、コモン出力端子、LCD用電源入力端子はI/Oポートの機能を兼用しています。LCD機能を使用しないときはI/Oポートとして使用できます。

これらのLCD表示機能端子はグループごとに搭載する数が異なります。表27.1にグループごとに備えるLCD表示機能端子を示します。

以下の説明ではLCD表示機能端子数が最多のR8C/LA5Aグループについて説明します。R8C/LA3Aグループについては、表27.1に対応した端子しか備えないことに留意願います。

表27.1 グループごとに備えるLCD表示機能端子

兼用I/Oポート	R8C/LA3Aグループ コモン出力：最大4本 セグメント出力：最大11本								R8C/LA5Aグループ コモン出力：最大4本 セグメント出力：最大27本							
	SEG 15	SEG 14	SEG 13	SEG 12	SEG 11	SEG 10	SEG 9	SEG 8	SEG 15	SEG 14	SEG 13	SEG 12	SEG 11	SEG 10	SEG 9	SEG 8
P0	—	—	—	—	—	—	—	—	SEG 7	SEG 6	SEG 5	SEG 4	SEG 3	SEG 2	SEG 1	SEG 0
P2	SEG 15	SEG 14	SEG 13	SEG 12	SEG 11	SEG 10	SEG 9	SEG 8	SEG 15	SEG 14	SEG 13	SEG 12	SEG 11	SEG 10	SEG 9	SEG 8
P3	—	—	—	—	—	—	—	—	SEG 23	SEG 22	SEG 21	SEG 20	SEG 19	SEG 18	SEG 17	SEG 16
P5	—	VL3 (注2)	VL2 (注2)	VL1 (注2)	COM 0	COM 1 SEG 26	COM 2 SEG 25	COM 3 SEG 24	—	VL3 (注2)	VL2 (注2)	VL1 (注2)	COM 0	COM 1 SEG 26	COM 2 SEG 25	COM 3 SEG 24

注1. “—”はLCD表示機能はありません。これらの端子は、LSE0、LSE2、LSE5レジスタの対応するビットを“0”にしてください。

注2. LCD駆動制御回路を使用する場合は、LSE5レジスタの対応するビットを“1”にしてください。

表27.2にLCD駆動制御回路の仕様概要、図27.1にLCD駆動制御回路のブロック図を示します。

表27.2 LCD駆動制御回路の仕様概要

項目	仕様																											
セグメント出力	<ul style="list-style-type: none"> 最大27本(SEG0 ~ SEG26) I/Oポートとして使用するか、セグメント出力端子として使用するかを、LSE0 ~ LSE2レジスタのLSE00 ~ LSE23ビットと、LSE5レジスタのLCOM0 ~ LCOM2ビットで、1端子ごとに制御可。 																											
コモン出力	<ul style="list-style-type: none"> 最大4本(COM0 ~ COM3) 使用するコモン出力端子はLCR0レジスタのLDTY0 ~ LDTY1ビットで選択可。 I/Oポートとして使用するか、コモン出力端子として使用するかを、LSE5レジスタのLCOM0 ~ LCOM3ビットで制御可。 																											
LCD用電源入力端子	<ul style="list-style-type: none"> I/Oポートとして使用するか、LCD用電源入力端子として使用するかを、LSE5レジスタのLVLP1 ~ LVLP3ビットで制御可。ただし、VL1 ~ VL3端子の設定は同時にしてください。 																											
最大表示素子数	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">デューティ</th> <th colspan="2">LCR0レジスタ</th> <th rowspan="2">コモン端子</th> <th rowspan="2">最大表示素子数</th> </tr> <tr> <th>LDTY1</th> <th>LDTY0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>スタティック</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>COM0</td> <td>27ドットまたは8セグメントLCD3桁</td> </tr> <tr> <td>1/2</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>COM0 ~ COM1</td> <td>52ドットまたは8セグメントLCD6桁</td> </tr> <tr> <td>1/3</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>COM0 ~ COM2</td> <td>95ドットまたは8セグメントLCD9桁</td> </tr> <tr> <td>1/4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>COM0 ~ COM3</td> <td>96ドットまたは8セグメントLCD12桁</td> </tr> </tbody> </table>	デューティ	LCR0レジスタ		コモン端子	最大表示素子数	LDTY1	LDTY0	スタティック	0	0	COM0	27ドットまたは8セグメントLCD3桁	1/2	0	1	COM0 ~ COM1	52ドットまたは8セグメントLCD6桁	1/3	1	0	COM0 ~ COM2	95ドットまたは8セグメントLCD9桁	1/4	1	1	COM0 ~ COM3	96ドットまたは8セグメントLCD12桁
デューティ	LCR0レジスタ		コモン端子	最大表示素子数																								
	LDTY1	LDTY0																										
スタティック	0	0	COM0	27ドットまたは8セグメントLCD3桁																								
1/2	0	1	COM0 ~ COM1	52ドットまたは8セグメントLCD6桁																								
1/3	1	0	COM0 ~ COM2	95ドットまたは8セグメントLCD9桁																								
1/4	1	1	COM0 ~ COM3	96ドットまたは8セグメントLCD12桁																								
LCD駆動タイミング	<p>LCD駆動タイミングを決める内部信号LCDCKの周波数：</p> $f(\text{LCDCK}) = \frac{\text{LCDクロックソース周波数}}{n \times \text{分周比}}$ <p style="text-align: right;">注. f32選択時 n=32 fC-LCD選択時 n=4</p> <p>LCR2レジスタのOTPCCKビットが“1”(有効)のときの内部信号LCDCKの周波数：</p> $f(\text{LCDCK}) = \frac{\text{LCDクロックソース周波数}}{4 \times \text{分周比} \times \text{オプションクロック分周比}}$ <p>フレーム周波数：</p> $f(\text{FR}) = \frac{f(\text{LCDCK}) \times \text{デューティ}}{2}$																											
バイアス制御	<p>外付け分割抵抗の使用により制御可。</p> <ul style="list-style-type: none"> LCD用電源端子VL1 ~ VL3に外付け分割抵抗を使用してLCD駆動電圧を印加する。 VL1 ~ VL3にはLCR0レジスタのLBAS0ビットで設定したバイアス値に従って以下に示す電圧値を印加する。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>バイアス値</th> <th>電圧値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/3バイアス</td> <td>VL3 = VLCD VL2 = 2/3 VLCD VL1 = 1/3 VLCD</td> </tr> <tr> <td>1/2バイアス</td> <td>VL3 = VLCD VL2 = VL1 = 1/2 VLCD</td> </tr> </tbody> </table> <p>VLCD : LCD電源電圧</p>	バイアス値	電圧値	1/3バイアス	VL3 = VLCD VL2 = 2/3 VLCD VL1 = 1/3 VLCD	1/2バイアス	VL3 = VLCD VL2 = VL1 = 1/2 VLCD																					
バイアス値	電圧値																											
1/3バイアス	VL3 = VLCD VL2 = 2/3 VLCD VL1 = 1/3 VLCD																											
1/2バイアス	VL3 = VLCD VL2 = VL1 = 1/2 VLCD																											
LCD表示データレジスタ	<p>LRA0L ~ LRA26LレジスタのCOM0 ~ COM3ビットに、各セグメント出力に対応するコモン出力データを書き込む。</p> <p>27バイト</p> <p>各ビットを“1”にすると対応するセグメントが点灯、“0”にすると消灯。</p>																											
LCD表示周期による割り込み	<ul style="list-style-type: none"> LCR4レジスタのLINT0ビットで割り込みを許可。 LCR4レジスタのLINTS0ビットで割り込み発生タイミングを選択可。 LINTS0が“0”のとき、各フレームの立ち下がりで割り込みが発生。 LINTS0が“1”のとき、LCDCKの立ち下がりで割り込みが発生。 メモリ性液晶パネル駆動中は、2フレーム終了後にフレーム割り込みが発生します。 																											
リセット後の端子状態	<ul style="list-style-type: none"> SEG0 ~ SEG26 : ハイインピーダンス COM0 ~ COM3 : ハイインピーダンス VL1 ~ VL3 : ハイインピーダンス 																											

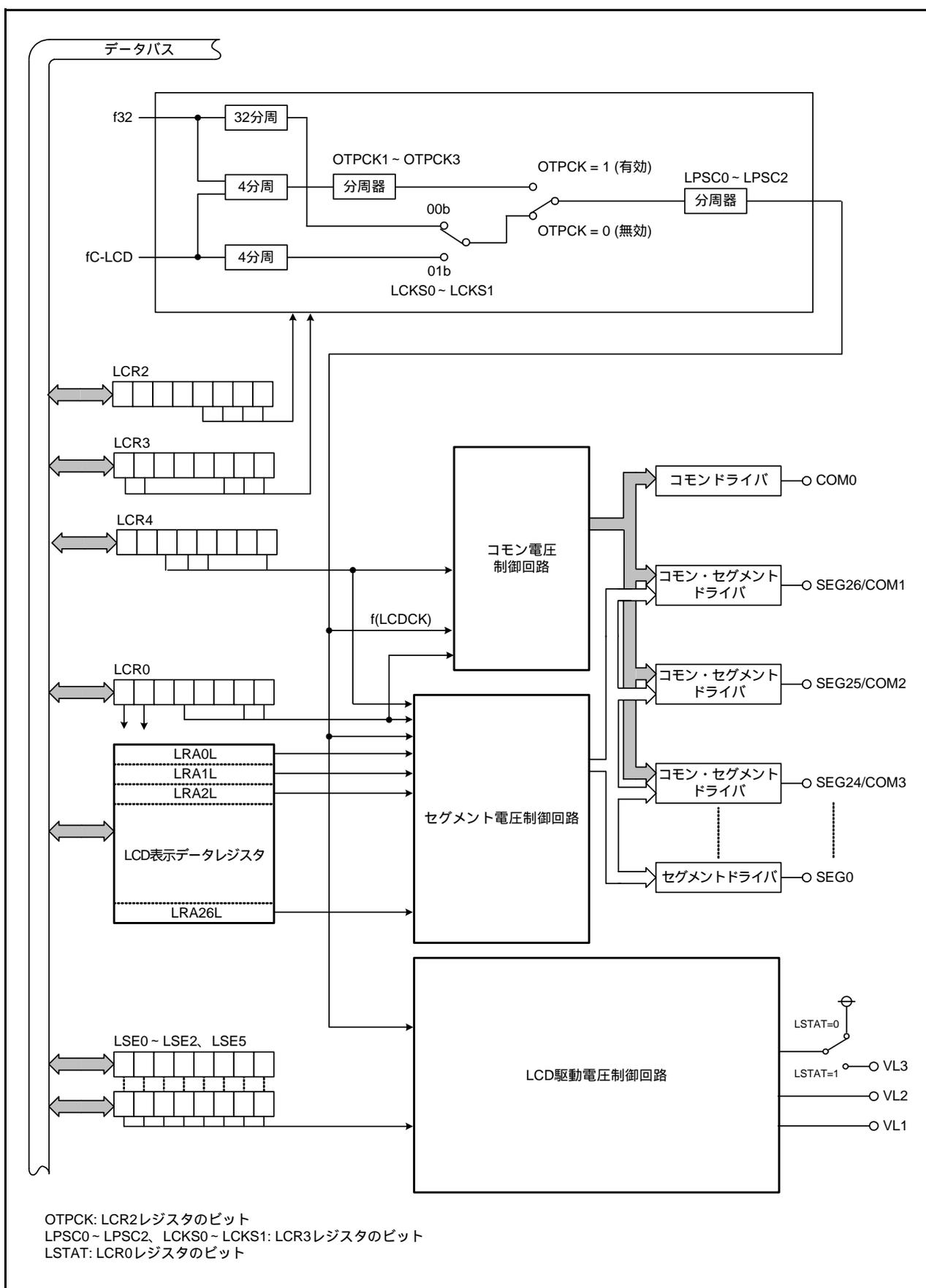


図 27.1 LCD駆動制御回路のブロック図

27.2 レジスタの説明

27.2.1 モジュールスタンバイ制御レジスタ0 (MSTCR0)

アドレス 0008h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	MSTADC	—	MSTTRC	MSTLCD	MSTIIC	—	MSTURTO	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	MSTURTO	UART0スタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注1)	R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b3	MSTIIC	SSU、I ² Cバススタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注2)	R/W
b4	MSTLCD	LCDスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注3)	R/W
b5	MSTTRC	タイマRCスタンバイビット	0: アクティブ 1: スタンバイ(注4)	R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	MSTADC	A/Dスタンバイビット(注5)	0: アクティブ 1: スタンバイ	R/W

注1. MSTURTOビットが“1”(スタンバイ)のとき、UART0関連レジスタ(00A0h ~ 00A7h番地)へのアクセスは無効になります。

注2. MSTIICビットが“1”(スタンバイ)のとき、SSU、I²C関連レジスタ(0193h ~ 19Dh番地)へのアクセスは無効になります。

注3. MSTLCDビットが“1”(スタンバイ)のとき、LCD関連レジスタ(0200h ~ 0237h番地)へのアクセスは無効になります。

注4. MSTTRCビットが“1”(スタンバイ)のとき、タイマRC関連レジスタ(0120h ~ 0133h番地)へのアクセスは無効になります。

注5. MSTADCビットが“1”(スタンバイ)のとき、A/D関連レジスタ(00C0h ~ 00D9h番地、00DCh ~ 00DFh番地)へのアクセスは無効になります。

温度センサ使用時は、MSTADCビットを“0”(アクティブ)にしてください。

各スタンバイビットをスタンバイにする場合は、対応する周辺機能を停止してから変更してください。各スタンバイビットでスタンバイに設定されている周辺機能の各レジスタは読み出しと書き込みはできません。また、周辺機能へのクロックの供給も停止しています。

スタンバイからアクティブに変更する場合は、変更後に対応する周辺機能のレジスタを再設定してください。

27.2.2 LCD制御レジスタ(LCR0)

アドレス 0200h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	LSTAT	LDSPE	—	LBAS0	—	—	LDTY1	LDTY0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	LDTY0	デューティ選択ビット	b1 b0 00: スタティック (COM0、SEG24 ~ SEG26使用) 01: 1/2デューティ (COM0 ~ COM1、SEG24 ~ SEG25使用) 10: 1/3デューティ (COM0 ~ COM2、SEG24使用) 11: 1/4デューティ (COM0 ~ COM3使用)	R/W
b1	LDTY1			R/W
b2	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b3	—			
b4	LBAS0	LCDバイアス選択ビット	0: 1/2バイアス 1: 1/3バイアス	R/W
b5	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b6	LDSPE	LCD表示許可ビット	0: LCDパネル消灯 1: LCDパネル点灯	R/W
b7	LSTAT	LCD制御開始ビット	0: LCD制御停止 1: LCD制御開始(注1)	R/W

注1. LCR4レジスタのLCTZSが“1”のとき、表示終了後自動的に“0”になります。

27.2.3 LCDオプションクロック制御レジスタ(LCR2)

アドレス 0202h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	OTPCK3	OTPCK2	OTPCK1	OTPCK
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	OTPCK	オプションクロック選択ビット	0:無効 1:有効	R/W
b1	OTPCK1	オプションクロック分周ビット(注1)	b3 b2 b1 0 0 0:2分周 0 0 1:3分周 0 1 0:4分周 0 1 1:5分周 1 0 0:6分周 1 0 1:7分周 1 1 0:8分周 1 1 1:9分周	R/W
b2	OTPCK2			R/W
b3	OTPCK3			R/W
b4	—			予約ビット
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注1. OTPCKビットが“1”のとき有効です。

LCR2レジスタは、シチズンセイミツ株式会社製メモリ性液晶パネル用にLCD駆動波形を最適化します。
OTPCKビットが“1”(有効)のときの内部信号LCDCKの周波数

$$f(\text{LCDCK}) = \frac{\text{LCDクロックソース周波数}}{4 \times \text{分周比} \times \text{オプションクロック分周比}}$$

27.2.4 LCDクロック制御レジスタ(LCR3)

アドレス 0203h番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	LCKS1	LCKS0	—	—	—	LPSC2	LPSC1	LPSC0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	LPSC0	分周比選択ビット	b2 b1 b0 0 0 0:分周なし 0 0 1:2分周 0 1 0:4分周 0 1 1:8分周 1 0 0:16分周 1 0 1:32分周 1 1 0:64分周 1 1 1:128分周	R/W
b1	LPSC1			R/W
b2	LPSC2			R/W
b3	—			予約ビット
b4	—			
b5	—			
b6	LCKS0	LCDクロックソース選択ビット	b7 b6 0 0: f32 0 1: fC-LCD 1 0: 設定しないでください。 1 1: 設定しないでください。	R/W
b7	LCKS1			R/W

27.2.5 LCD表示制御レジスタ(LCR4)

アドレス 0204h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	COMEXP	LCTZS	LINTE	—	—	LINTS0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	LINTS0	割り込みタイミング選択ビット	0: フレーム割り込み 1: LCDCK 割り込み	R/W
b1	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b2	—			
b3	LINTE	カウンタ割り込み許可ビット	0: 禁止 1: 許可	R/W
b4	LCTZS	表示波形切り替えビット(注1)	0: セグメントパネル用駆動波形 1: メモリ性液晶パネル用駆動波形(注1)	R/W
b5	COMEXP	メモリ性液晶パネル用 COM出力設定ビット	0: P2_7はSEG15 1: P2_7はCOMEXP 波形	R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W
b7	—			

注1. LCTZSビットは、シチズンセイミツ株式会社製メモリ性液晶パネル用にLCD駆動波形を最適化します。
LCD駆動中はLCTZSビットの設定値を変更しないでください。

27.2.6 LCDポート選択レジスタ0(LSE0)

アドレス 0206h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	LSE07	LSE06	LSE05	LSE04	LSE03	LSE02	LSE01	LSE00
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	LSE00	LCDポート選択ビット0	0: ポートP0_0 1: SEG0	R/W
b1	LSE01	LCDポート選択ビット1	0: ポートP0_1 1: SEG1	R/W
b2	LSE02	LCDポート選択ビット2	0: ポートP0_2 1: SEG2	R/W
b3	LSE03	LCDポート選択ビット3	0: ポートP0_3 1: SEG3	R/W
b4	LSE04	LCDポート選択ビット4	0: ポートP0_4 1: SEG4	R/W
b5	LSE05	LCDポート選択ビット5	0: ポートP0_5 1: SEG5	R/W
b6	LSE06	LCDポート選択ビット6	0: ポートP0_6 1: SEG6	R/W
b7	LSE07	LCDポート選択ビット7	0: ポートP0_7 1: SEG7	R/W

27.2.7 LCDポート選択レジスタ1 (LSE1)

アドレス 0207h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	LSE15	LSE14	LSE13	LSE12	LSE11	LSE10	LSE09	LSE08
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	LSE08	LCDポート選択ビット8	0: ポートP2_0 1: SEG8	R/W
b1	LSE09	LCDポート選択ビット9	0: ポートP2_1 1: SEG9	R/W
b2	LSE10	LCDポート選択ビット10	0: ポートP2_2 1: SEG10	R/W
b3	LSE11	LCDポート選択ビット11	0: ポートP2_3 1: SEG11	R/W
b4	LSE12	LCDポート選択ビット12	0: ポートP2_4 1: SEG12	R/W
b5	LSE13	LCDポート選択ビット13	0: ポートP2_5 1: SEG13	R/W
b6	LSE14	LCDポート選択ビット14	0: ポートP2_6 1: SEG14	R/W
b7	LSE15	LCDポート選択ビット15	0: ポートP2_7 1: SEG15/COMEXP(注1)	R/W

注1. SEG15端子とCOMEXP端子はLCR4レジスタのCOMEXPビットで選択できます。
COMEXP端子は、メモリ性液晶パネル用LCDコモン出力端子です。メモリ性液晶パネルの仕様によっては、非画素用のコモン信号として使用します。

27.2.8 LCDポート選択レジスタ2 (LSE2)

アドレス 0208h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	LSE23	LSE22	LSE21	LSE20	LSE19	LSE18	LSE17	LSE16
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	LSE16	LCDポート選択ビット16	0: ポートP3_0 1: SEG16	R/W
b1	LSE17	LCDポート選択ビット17	0: ポートP3_1 1: SEG17	R/W
b2	LSE18	LCDポート選択ビット18	0: ポートP3_2 1: SEG18	R/W
b3	LSE19	LCDポート選択ビット19	0: ポートP3_3 1: SEG19	R/W
b4	LSE20	LCDポート選択ビット20	0: ポートP3_4 1: SEG20	R/W
b5	LSE21	LCDポート選択ビット21	0: ポートP3_5 1: SEG21	R/W
b6	LSE22	LCDポート選択ビット22	0: ポートP3_6 1: SEG22	R/W
b7	LSE23	LCDポート選択ビット23	0: ポートP3_7 1: SEG23	R/W

27.2.9 LCDポート選択レジスタ5 (LSE5)

アドレス 020Bh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	LVLP3	LVLP2	LVLP1	LCOM3	LCOM2	LCOM1	LCOM0
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	LCOM0	LCDCOMポート選択ビット0	0: ポート P5_0 1: COM3/SEG24 (注2)	R/W
b1	LCOM1	LCDCOMポート選択ビット1	0: ポート P5_1 1: COM2/SEG25 (注2)	R/W
b2	LCOM2	LCDCOMポート選択ビット2	0: ポート P5_2 1: COM1/SEG26 (注2)	R/W
b3	LCOM3	LCDCOMポート選択ビット3	0: ポート P5_3 1: COM0	R/W
b4	LVLP1	LCDVLポート選択ビット1(注1)	0: ポート P5_4 1: VL1	R/W
b5	LVLP2	LCDVLポート選択ビット2(注1)	0: ポート P5_5 1: VL2	R/W
b6	LVLP3	LCDVLポート選択ビット3(注1)	0: ポート P5_6 1: VL3	R/W
b7	—	予約ビット	“0” にしてください。	R/W

注1. LCD駆動制御回路を使用する場合は、LSE5レジスタの対応するビットを“1”にしてください。

注2. LCR0レジスタのLDTY0 ~ LDTY1ビットで選択したデューティによって、自動的にCOMMON出力とセグメント出力が切り替えられます。

27.3 データレジスタの説明

LCD表示データレジスタの各ビットに“1”を書き込むと、LCDパネルの対応するセグメントが点灯し、“0”を書き込むと消灯します。

シンボル	アドレス	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
		COM7	COM6	COM5	COM4	COM3	COM2	COM1	COM0	
LRA0L	0210h					SEG0				
LRA1L	0211h					SEG1				
LRA2L	0212h					SEG2				
LRA3L	0213h					SEG3				
LRA4L	0214h					SEG4				
LRA5L	0215h					SEG5				
LRA6L	0216h					SEG6				
LRA7L	0217h					SEG7				
LRA8L	0218h					SEG8				
LRA9L	0219h					SEG9				
LRA10L	021Ah					SEG10				
LRA11L	021Bh					SEG11				
LRA12L	021Ch					SEG12				
LRA13L	021Dh	設定しないでください				SEG13				
LRA14L	021Eh					SEG14				
LRA15L	021Fh					SEG15				
LRA16L	0220h					SEG16				
LRA17L	0221h					SEG17				
LRA18L	0222h					SEG18				
LRA19L	0223h					SEG19				
LRA20L	0224h					SEG20				
LRA21L	0225h					SEG21				
LRA22L	0226h					SEG22				
LRA23L	0227h					SEG23				
LRA24L	0228h					SEG24				
LRA25L	0229h					SEG25				
LRA26L	022Ah					SEG26				

図27.2 LCD表示データレジスタ

27.4 LCD駆動制御

表27.3と表27.4に駆動制御の手順の概要を示します。

表27.3 LCD駆動制御手順とセグメント、コモン端子の状態(通常)

手順	セグメント、コモン端子の状態
<pre> graph TD A([リセット]) --> B[LSE0~LSE2, LSE5レジスタの設定 ・セグメント出力端子、コモン出力端子、LCD用電源入力端子を選択] B --> C[LRA0L~LRA26Lレジスタの初期設定 ・SEG端子出力データの初期値設定] C --> D[LCR3レジスタの設定 ・LCKS0~LCKS1ビット：LCDクロックソースを選択 ・LPSC0~LPSC2ビット：分周比を選択] D --> E[LCR0レジスタの設定 ・LSTATビット：LCD制御を開始 ・LDSPEビット：LCD表示を許可 ・LBAS0ビット：バイアスを選択 ・LDTY0~LDTY1ビット：デューティを選択] E --> F[LRA0L~LRA26Lレジスタの設定 ・SEG端子出力データを設定] F --> E </pre>	<ul style="list-style-type: none"> •I/Oポート(入力) •ハイインピーダンス状態 (プルアップ制御レジスタに依存) <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> •ハイインピーダンス <p>LCD制御の開始により、</p> <ul style="list-style-type: none"> •PiPURレジスタ(i=0、2、3、5、7~9)内容は無効。 •LDSPEビットが“0”のとき、セグメント出力端子、コモン出力端子は“L”出力。 •LDSPEビットが“1”のとき、セグメント出力端子、コモン出力端子はLCD表示データレジスタの内容を出力。

表27.4 LCD駆動制御手順とセグメント、コモン端子の状態(メモリ性液晶パネルの場合)

手順	セグメント、コモン端子の状態
<pre> graph TD A([リセット]) --> B[LSE0~LSE2, LSE5レジスタの設定 ・セグメント出力端子、コモン出力端子、LCD用電源入力端子を選択] B --> C[LRA0L~LRA26Lレジスタの初期設定 ・SEG端子出力データの初期値設定] C --> D[LCR2レジスタの設定 ・OTPCCKビット：オプションクロックを選択 ・OTPCCK1~OTPCCK3ビット：分周を選択] D --> E[LCR3レジスタの設定 ・LCKS0~LCKS1ビット：LCDクロックソースを選択 ・LPSC0~LPSC2ビット：分周比を選択] E --> F[LCR4レジスタの設定 ・LCTZSビット：メモリ性液晶パネル用駆動波形を選択 ・COMEXPビット：P4_7はCOMEXP波形を選択] F --> G[LCR0レジスタの設定 ・LBAS0ビット：バイアスを選択 ・LDTY0~LDTY1ビット：デューティを選択] G --> H[LRA0L~LRA26Lレジスタの設定 ・SEG端子出力データを設定] H --> I[LCR0レジスタの設定 ・LSTATビット：LCD制御を開始 ・LDSPEビット：LCD表示を許可] I --> G </pre>	<p>•I/Oポート(入力) •ハイインピーダンス状態 (プルアップ制御レジスタに依存)</p> <p>•ハイインピーダンス</p> <p>↓</p> <p>LCD制御の開始により、</p> <ul style="list-style-type: none"> •PiPURレジスタ(i=0、2、3、5、7~9)内容は無効。 •LDSPEビットが“0”のとき、セグメント出力端子、コモン出力端子は“L”出力。 •LDSPEビットが“1”のとき、セグメント出力端子、コモン出力端子はLCD表示データレジスタの内容を出力。

27.4.1 セグメント出力端子の選択

セグメント出力端子SEG0～SEG26、コモン出力端子COM0～COM3、およびLCD用電源端子VL1～VL3はすべてI/Oポートと兼用です。これらの端子はリセット後は、すべてI/Oポートになりますので、LCD表示のセグメント出力、コモン出力、またはLCD用電源に使用する端子は対応するLSE_iビット($i = 00 \sim 26$)、LCOM_jビット($j = 0 \sim 3$)、またはLVL_{Pk}ビット($k = 1 \sim 3$)を“1”にしてください。セグメント出力、コモン出力、またはLCD用電源に使用しない端子はLSE_iビット、LCOM_jビット、またはLVL_{Pk}ビットを“0”(I/Oポート)にしてください。I/Oポートとして使用しない場合は、I/Oポートの未使用端子の処理(「表7.51 未使用端子の処理例」参照)を行ってください。

27.4.2 LCDクロック選択

LCDクロックソースとしてf₃₂、f_{C-LCD}のいずれかをLCKS0～LCKS1ビットで選択、分周比を分周なし～128分周からLPSC0～LPSC2ビットで選択します。

27.4.3 バイアス制御

LCD用電源入力端子VL1～VL3に分割抵抗を外付けして、LCD駆動電圧を印加します。図27.3に外付け分割抵抗使用時の端子接続と電圧レベルを示します。

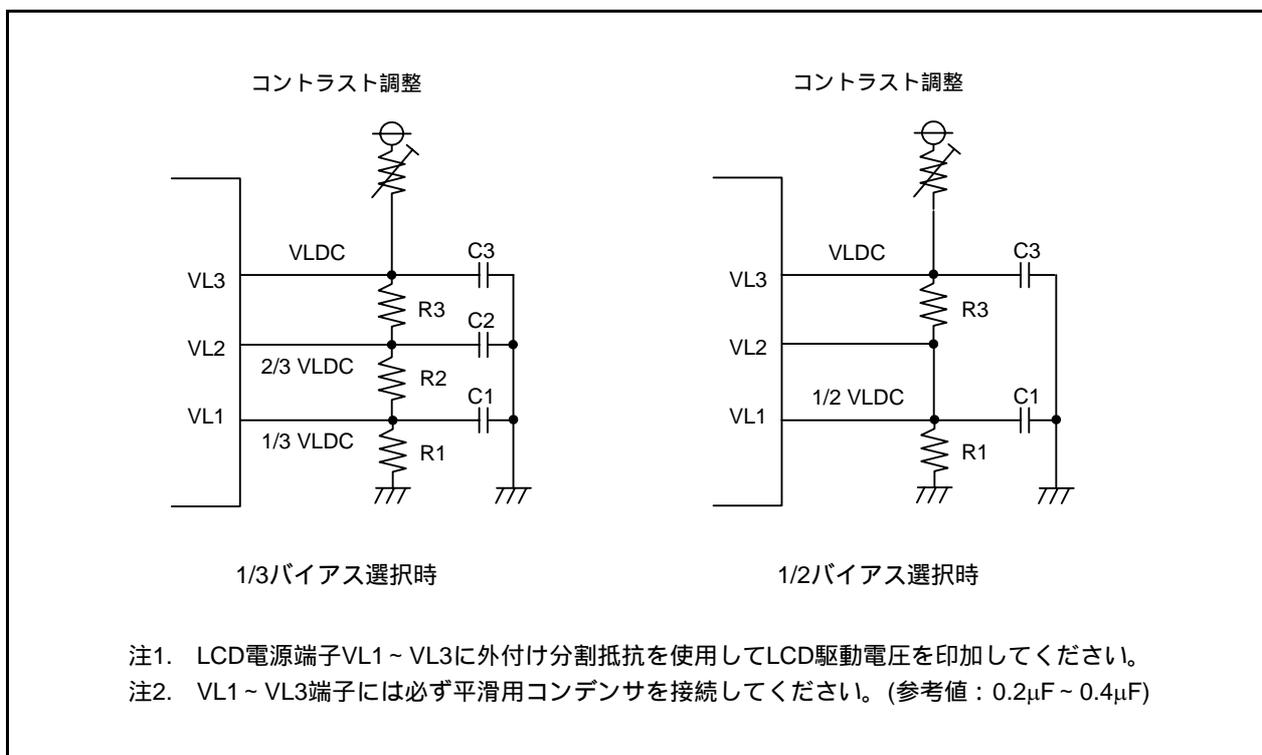


図27.3 外付け分割抵抗使用時の端子接続と電圧レベル

27.4.4 LCDデータ表示

LCR0レジスタのLBAS0ビットでバイアスを、LDTY0～LDTY1ビットでデューティを選択します。LDSPEビットを“1”にしてLCD表示を許可し、LSTATビットを“1”にするとLCD表示が開始されます。LCD表示データはLCD表示データレジスタに設定します。

LCD表示データレジスタの内容を変更することによってLCD表示内容が変更されます。メモリ性液晶パネル駆動中にはLCD表示データレジスタの内容を変更しないでください。

27.4.5 ストップモードおよびパワーオフ2モード時の端子の状態

ストップモードおよびパワーオフ2モード時、LSE0～LSE5レジスタのLSE00～LSE26ビット、LCOM0～LCOM3ビット、LVLP1～LVLP3ビットで選択したLCD表示機能端子は、表27.5に示す状態に移行します。表27.3に示すLCD駆動制御手順のLCR0レジスタを設定したときと同じ動作でLCD制御が再開されます。

表 27.5 ストップモードおよびパワーオフ2モード時のLCD表示機能端子の状態

端子名	端子の状態
SEG0～SEG26	“L”出力
COM0～COM3	“L”出力
VL1～VL3	ハイインピーダンス状態

27.4.6 パワーオフ0モード時の端子の状態

パワーオフ0モード時、LSE0～LSE7レジスタのLSE00～LSE26ビット、LCOM0～LCOM3ビット、LVLP1～LVLP3ビットで選択したLCD表示機能端子は、表27.6に示す状態に移行します。表27.3に示すリセットから動作します。

表 27.6 パワーオフ0モード時のLCD表示機能端子の状態

端子名	端子の状態
SEG0～SEG26	“L”出力
COM0～COM3	
VL1～VL3	ハイインピーダンス状態

27.5 LCD駆動波形

27.5.1 セグメントパネル駆動波形

LCD駆動波形を図27.4～図27.12に示します。

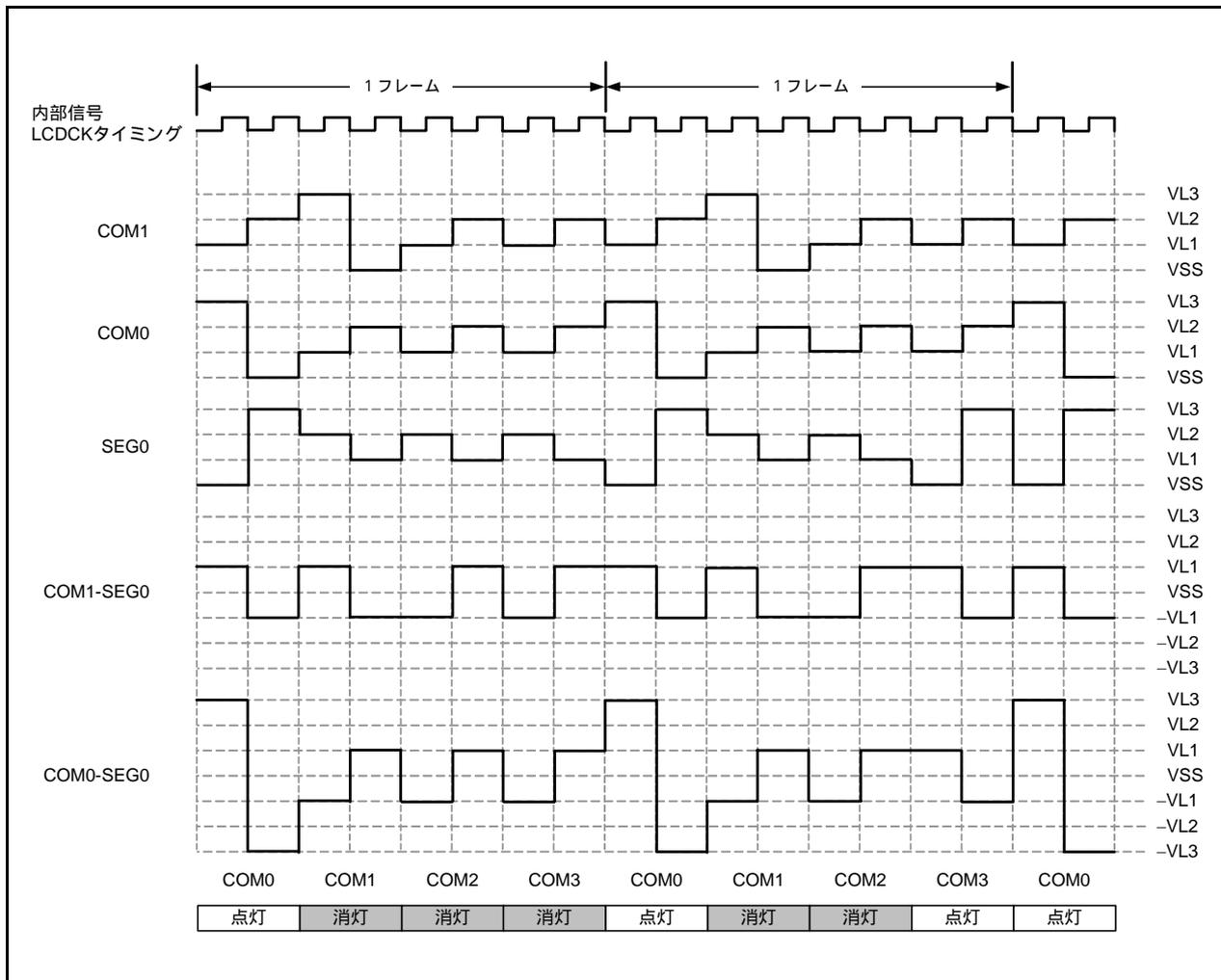


図27.4 LCD駆動波形(1/4デューティ、1/3バイアス)

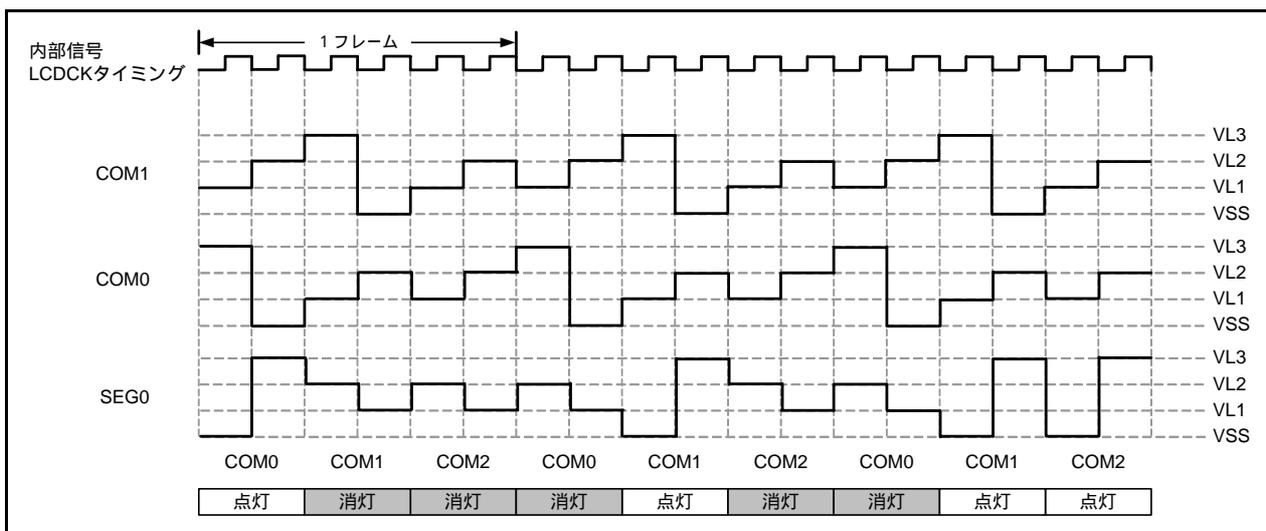


図27.5 LCD駆動波形(1/3デューティ、1/3バイアス)

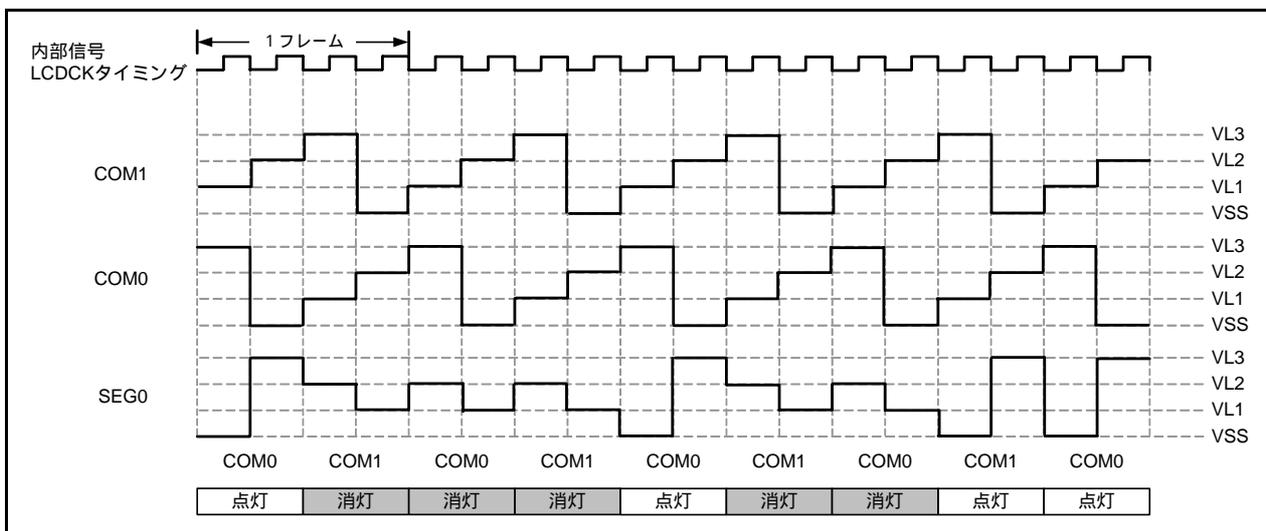


図27.6 LCD駆動波形(1/2デューティ、1/3バイアス)

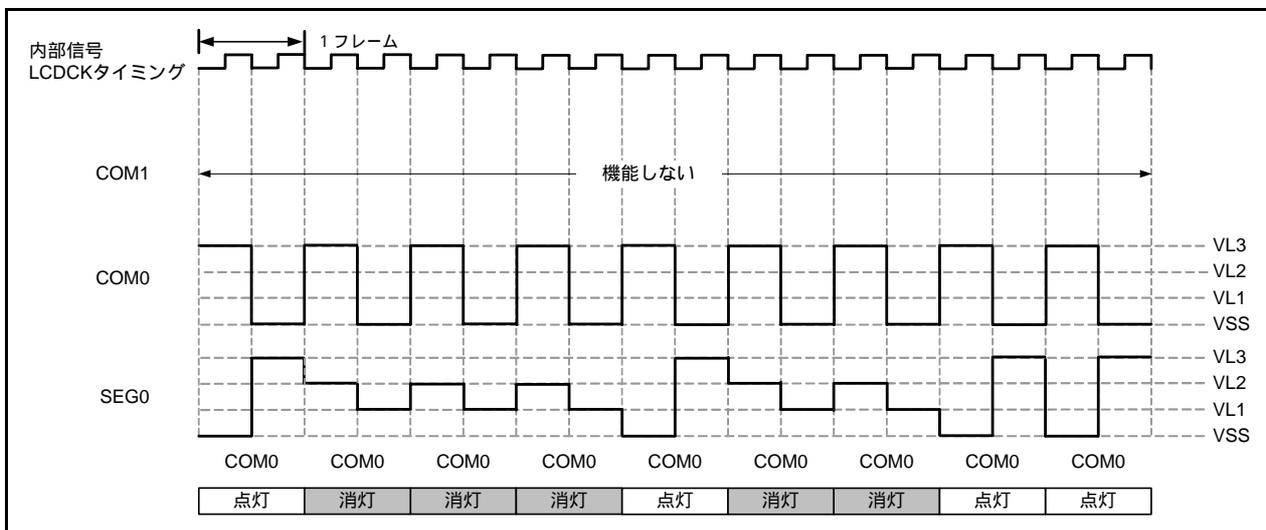


図27.7 LCD駆動波形(スタティック、1/3バイアス)

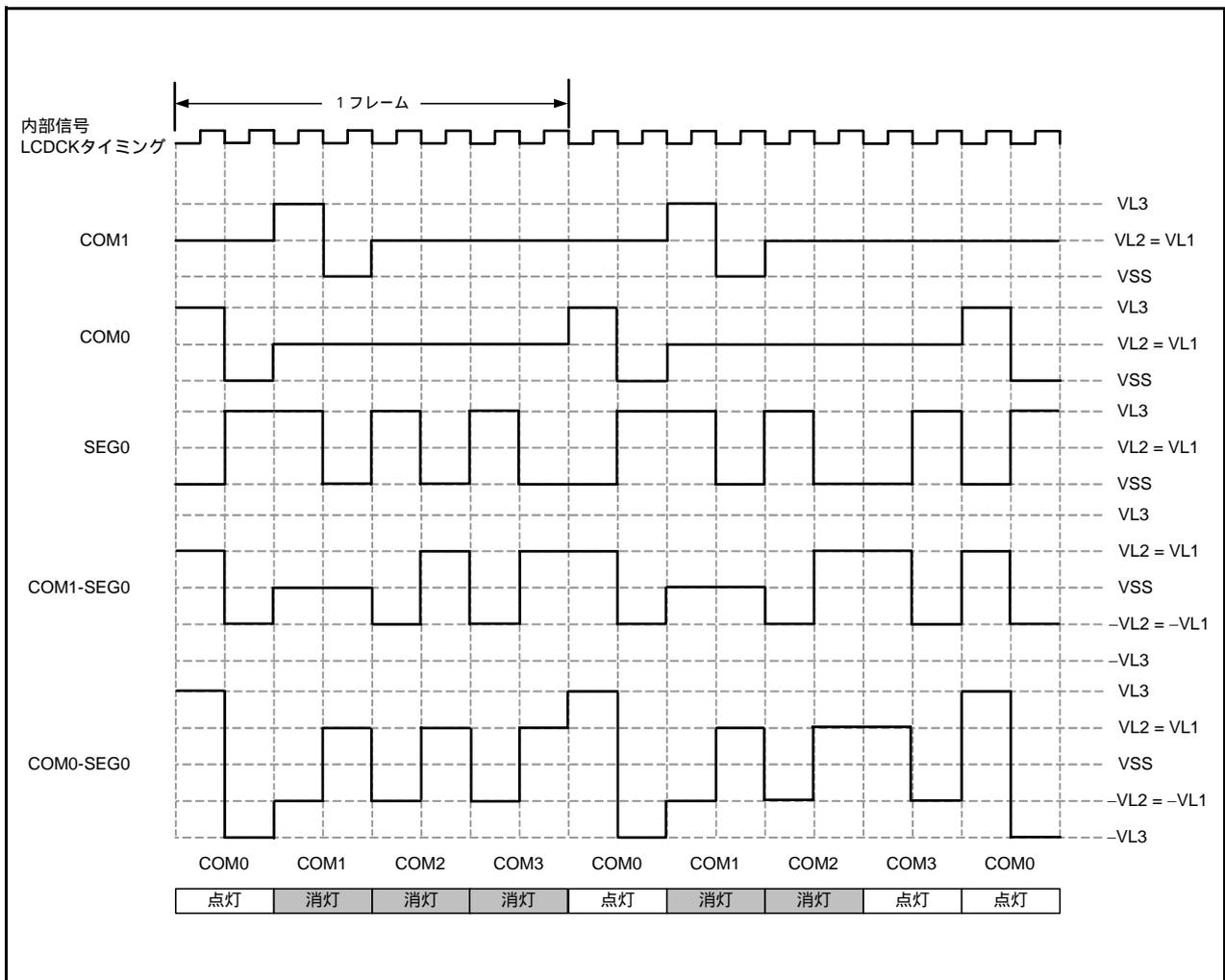


図27.8 LCD駆動波形(1/4デューティ、1/2バイアス)

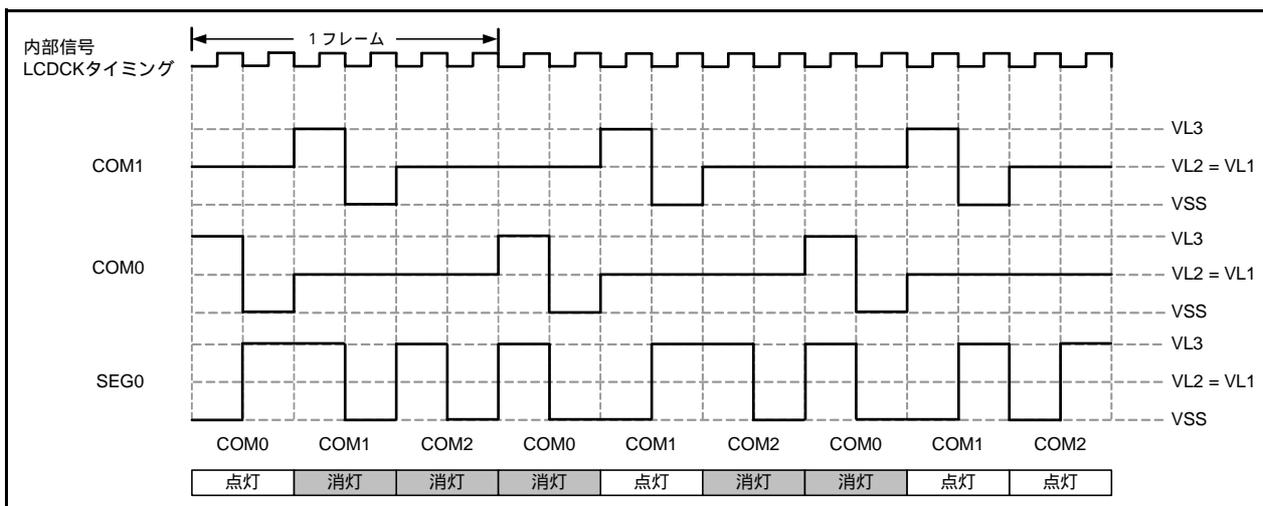


図27.9 LCD駆動波形(1/3デューティ、1/2バイアス)

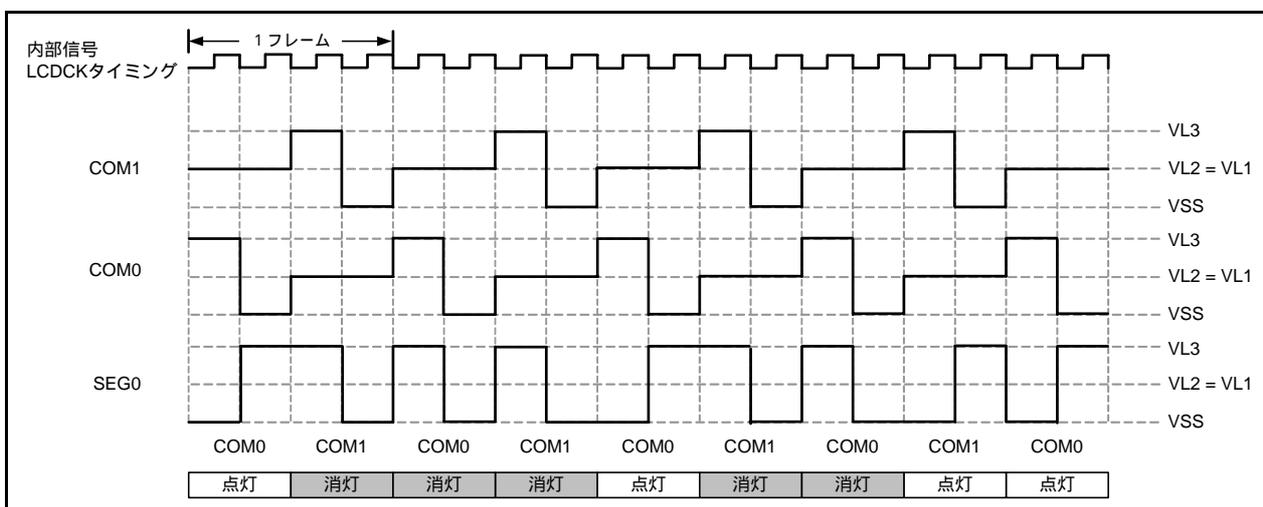


図27.10 LCD駆動波形(1/2デューティ、1/2バイアス)

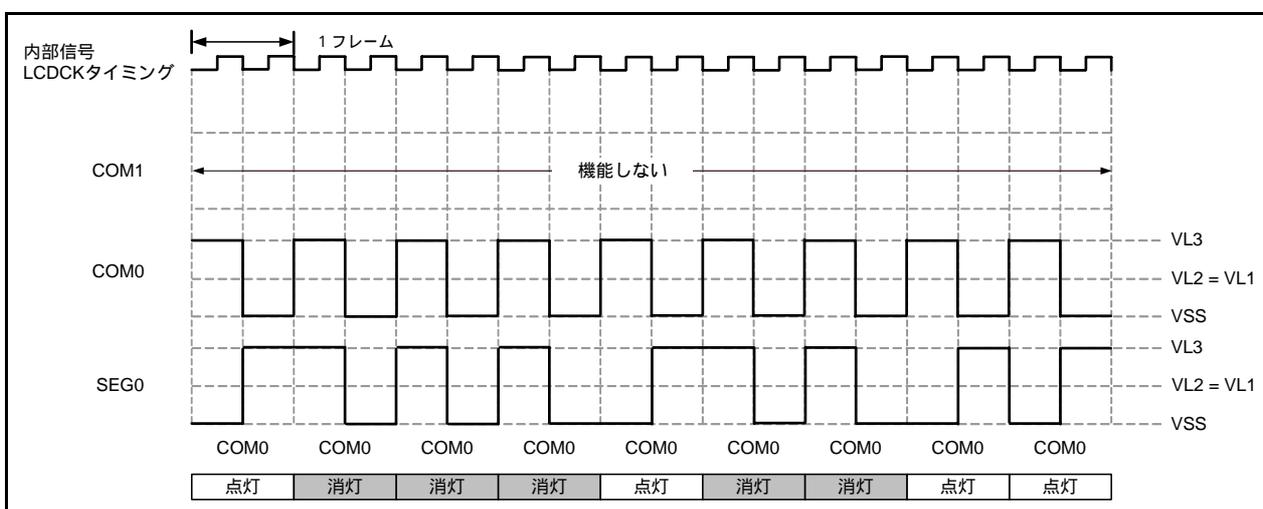


図27.11 LCD駆動波形(スタティック、1/2バイアス)

27.5.2 メモリ性液晶パネル用駆動波形

LCD駆動波形を図27.12に示します。

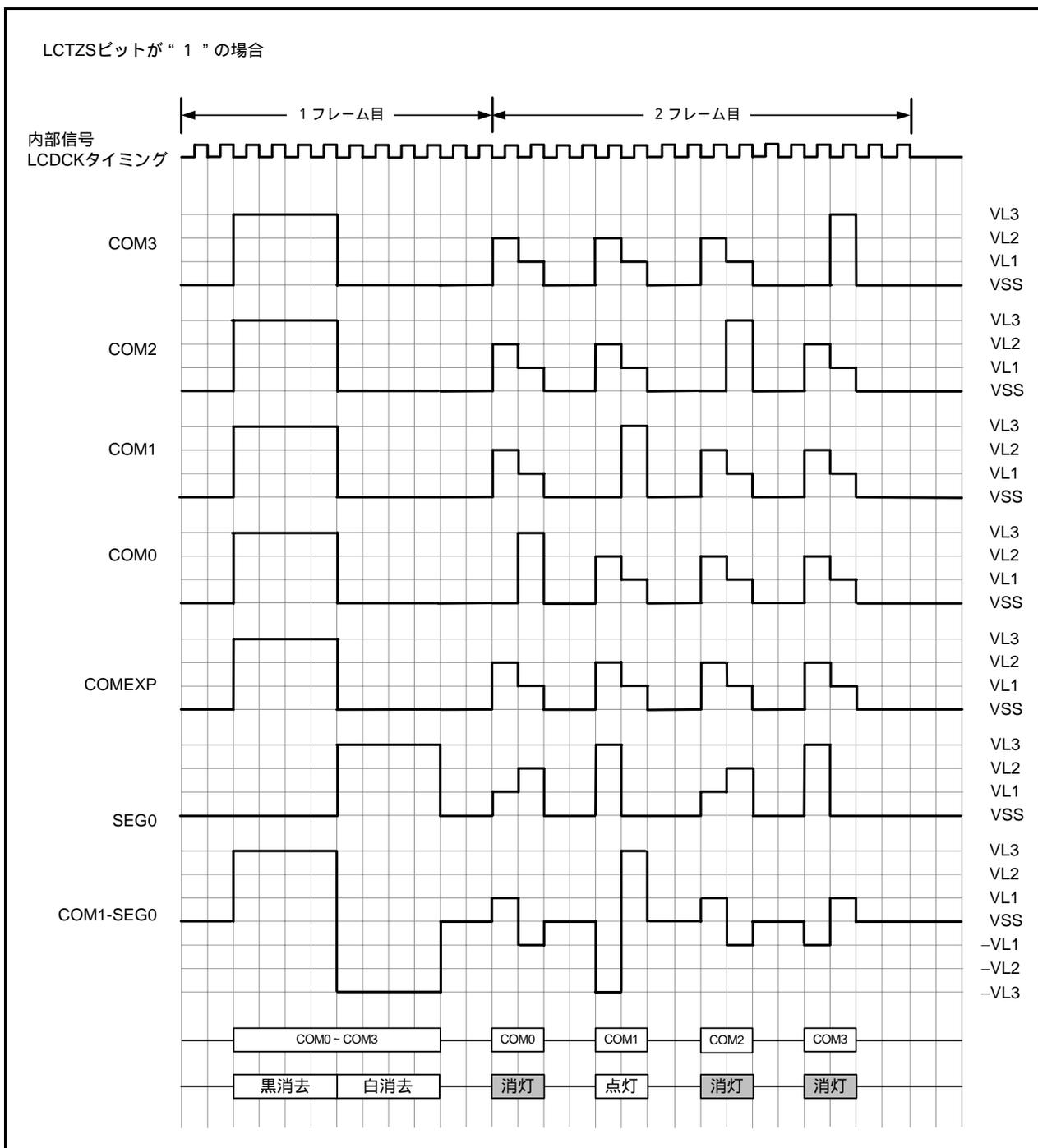


図27.12 LCD駆動波形(1/4デューティ、1/3バイアス)

27.5.3 割り込み制御波形

割り込み制御波形を図27.13に示します。

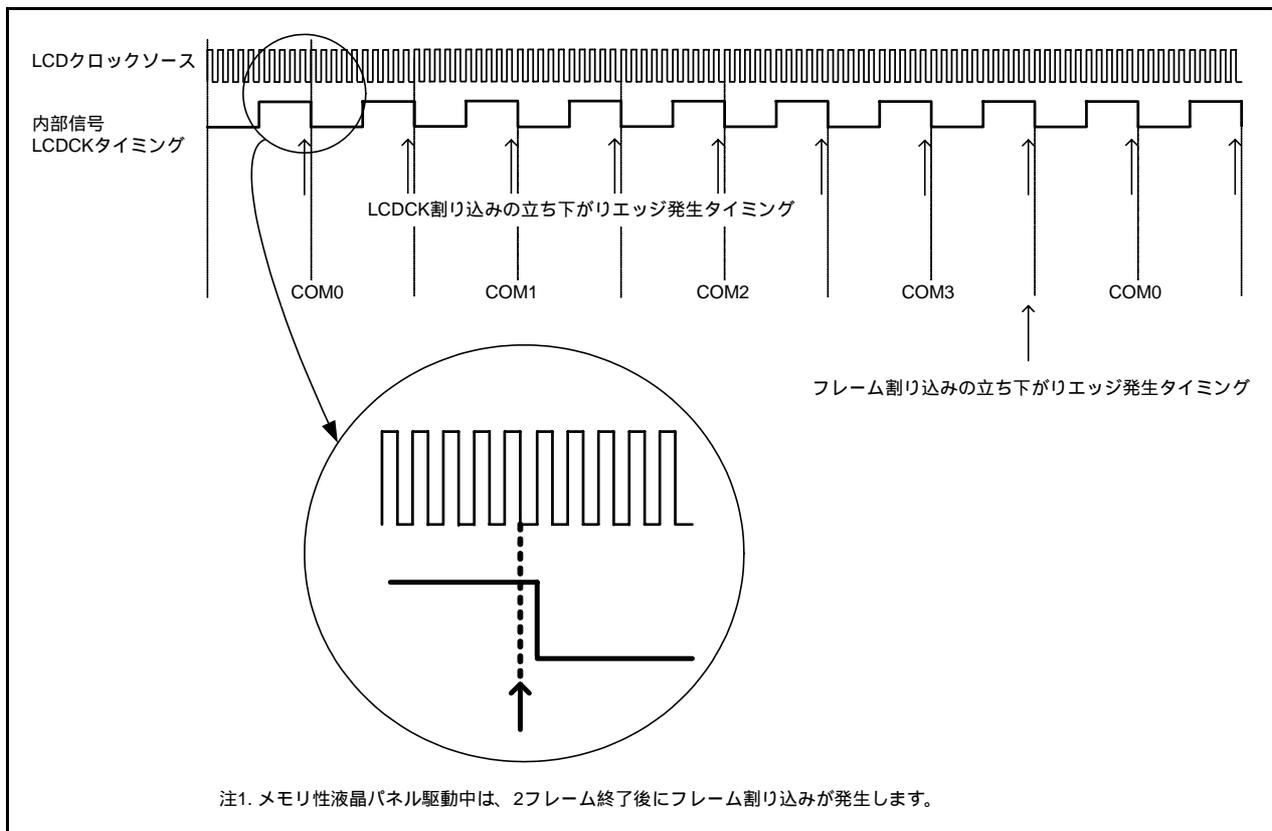


図27.13 割り込み制御波形

27.6 LCD駆動制御回路使用上の注意

27.6.1 分割抵抗を外付けする場合

R1 ~ R3の参考値は10k ~ 200k です。これらの参考値は、使用するLCDパネル、セグメント端子数、コモン端子数、フレーム周波数、使用環境に依存します。システムに合わせた評価を十分に行った上で、値を調整して決定してください(図27.3を参照してください)。

28. フラッシュメモリ

フラッシュメモリは、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の3つの書き換えモードがあります。

28.1 概要

表 28.1 にフラッシュメモリの性能概要を示します(表 28.1 に示す以外の項目は「表 1.4 ~ 表 1.6 の仕様概要」を参照してください)。

表 28.1 フラッシュメモリの性能概要

項目		性能
フラッシュメモリの動作モード		3モード(CPU書き換え、標準シリアル入出力、パラレル入出力)
消去ブロック分割		図 28.1 を参照してください。
プログラム方式		バイト単位
イレーズ方式		ブロック消去
プログラム、イレーズ制御方式(注1)		ソフトウェアコマンドによるプログラム、イレーズ制御
書き換え制御方式	ブロック0~5 (プログラムROM)(注4)	ロックビットによるブロック単位の書き換えプロテクト制御
	ブロックA、B (データフラッシュ)	FMR1レジスタのFMR14、FMR15ビットによるブロックA、Bに対する個別の書き換え制御
コマンド数		7コマンド
プログラム、イレーズ回数(注3)	ブロック0~5 (プログラムROM)(注4)	10,000回
	ブロックA、B (データフラッシュ)	10,000回
IDコードチェック機能		標準シリアル入出力モード対応
ROMコードプロテクト		パラレル入出力モード対応

注1. プログラムROMのプログラム、イレーズを実行する場合は、電源電圧VCC = 1.8 V ~ 5.5 Vの条件で行ってください。

注2. データフラッシュのプログラム、イレーズを実行する場合は、電源電圧VCC = 1.8 V ~ 5.5 Vの条件で行ってください。

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 = 10,000回)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、1K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バイト書き込みを1024回に分けて行った場合、そのブロックをイレーズするとプログラム/イレーズ回数1回と数えます。100回以上の書き換えを実施する場合は、実質的な書き換え回数を減少させるために、空き領域がなくなるまでプログラムを実施してからイレーズを行うようにすることと、特定ブロックのみの書き換えは避け、各ブロックへのプログラム、イレーズ回数を平準化するように書き換えを実施してください。また、ブロックごとに何回イレーズを実施したかを情報として残していただき、制限回数を設けていただくことをお勧めします。

注4. 製品によってブロック数およびブロックの分割が異なります。詳細は「図 28.1 R8C/LA3Aグループ、R8C/LA5Aグループ(計2グループ)のフラッシュメモリのブロック図」を参照してください。

表 28.2 フラッシュメモリ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
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	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	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
書き換えできる領域	ユーザROM	ユーザROM	ユーザROM
書き換えプログラム	ユーザプログラム	標準ブートプログラム	

28.2 メモリ配置

フラッシュメモリは、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 28.1 にR8C/LA3Aグループ、R8C/LA5Aグループ(計2グループ)のフラッシュメモリのブロック図を示します。

ユーザROM領域にはプログラムROMとデータフラッシュがあります。

プログラムROM： 主にプログラムを格納するためのフラッシュメモリ

データフラッシュ： 主に書き換えが必要なデータを格納するためのフラッシュメモリ

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、またはパラレル入出力モードで書き換えられます。

ブートROM領域は出荷時に標準シリアル入出力モードの書き換え制御プログラム(標準ブートプログラム)が格納されています。ブートROM領域は、ユーザROM領域とは別に存在します。

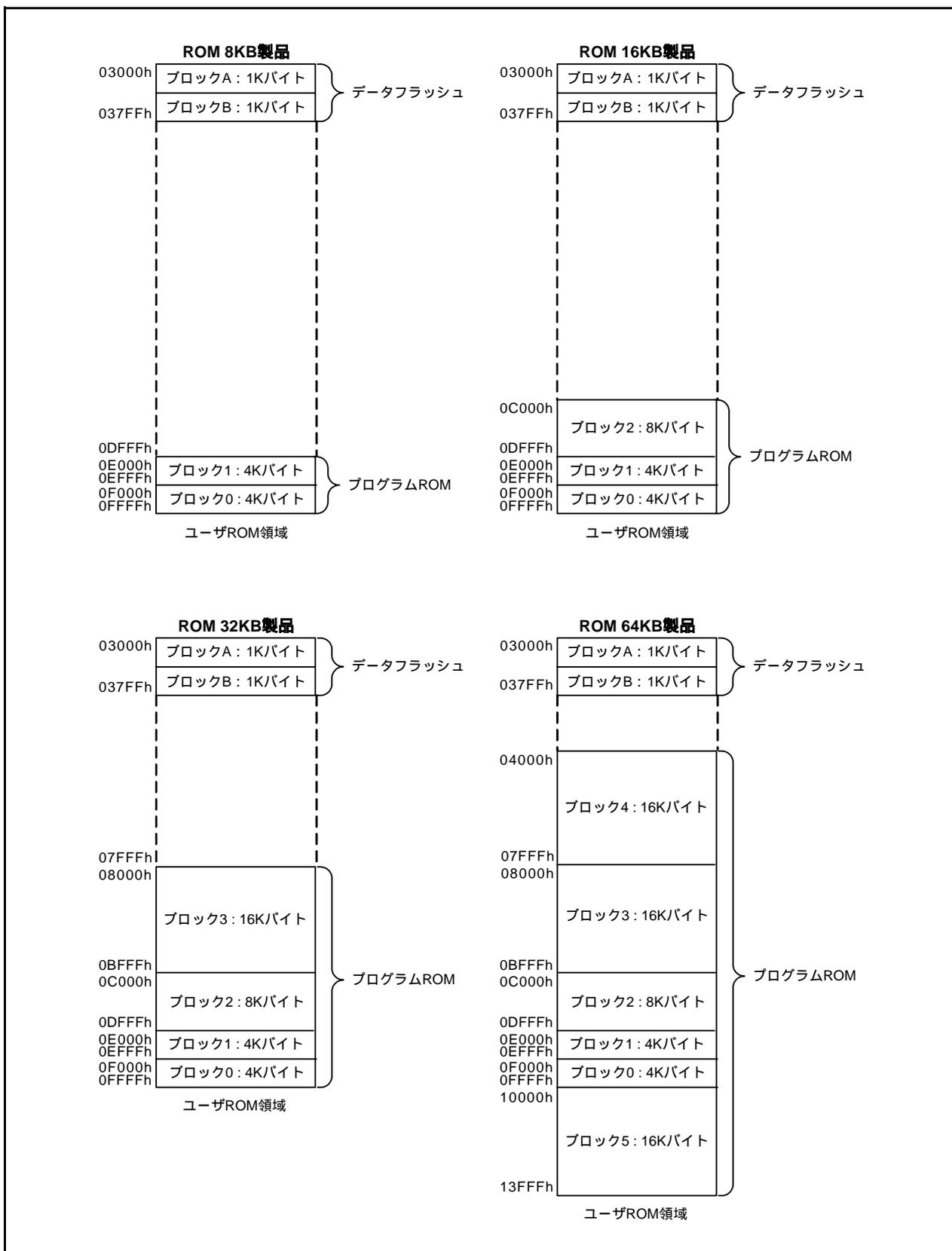


図 28.1 R8C/LA3Aグループ、R8C/LA5Aグループ(計2グループ)のフラッシュメモリのブロック図

28.3 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、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、パラレル入出力モードにはROMコードプロテクト機能があります。

28.3.1 IDコードチェック機能

IDコードチェック機能は、標準シリアル入出力モードで使用します。リセットベクタの3バイト(0FFFCh ~ 0FFFEh番地)が“FFFFFFh”ではない場合、シリアルライターやオンチップデバッグエミュレー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、シリアルライターやオンチップデバッグエミュレータから送られてくるコマンドは受け付けません。IDコードチェック機能の詳細は、「13. IDコード領域」を参照してください。

28.3.2 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使用時、OFSレジスタを使用して、フラッシュメモリの内容の読み出し、書き換え、消去を禁止する機能です。

オプション機能選択領域の詳細は「14. オプション機能選択領域」を参照してください。

ROMCRビットに“1”、ROMCP1ビットに“0”を書くと、ROMコードプロテクトが有効になり、内蔵フラッシュメモリの内容の読み出し、書き換えが禁止されます。

一度、ROMコードプロテクトを有効にすると、パラレル入出力モードでは、内蔵フラッシュメモリの内容を書き換えできません。ROMコードプロテクトを解除する場合は、CPU書き換えモードまたは標準シリアル入出力モードを使用して、OFSレジスタを含むブロックを消去してください。

28.3.3 オプション機能選択レジスタ(OFS)

アドレス 0FFFFh番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	CSPROINI	LVDAS	VDSEL1	VDSEL0	ROMCP1	ROMCR	—	WDTON
リセット後の値	ユーザの設定値(注1)							

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	WDTON	ウォッチドッグタイマ起動選択ビット	0: リセット後、ウォッチドッグタイマは自動的に起動 1: リセット後、ウォッチドッグタイマは停止状態	R/W
b1	—	予約ビット	“1” にしてください	R/W
b2	ROMCR	ROMコードプロテクト解除ビット	0: ROMコードプロテクト解除 1: ROMCP1ビット有効	R/W
b3	ROMCP1	ROMコードプロテクトビット	0: ROMコードプロテクト有効 1: ROMコードプロテクト解除	R/W
b4	VDSEL0	電圧検出0レベル選択ビット(注2)	b5 b4 0 0: 3.80Vを選択 (Vdet0_3) 0 1: 2.85Vを選択 (Vdet0_2) 1 0: 2.35Vを選択 (Vdet0_1) 1 1: 1.90Vを選択 (Vdet0_0)	R/W
b5	VDSEL1			R/W
b6	LVDAS	電圧検出0回路起動ビット(注3)	0: リセット後、電圧監視0リセット有効 1: リセット後、電圧監視0リセット無効	R/W
b7	CSPROINI	リセット後カウントソース保護モード選択ビット	0: リセット後、カウントソース保護モード有効 1: リセット後、カウントソース保護モード無効	R/W

注1. OFSレジスタはフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。

OFSレジスタに追加書き込みをしないでください。OFSレジスタを含むブロックを消去すると、OFSレジスタは“FFh”になります。

ブランク出荷時の出荷時、OFSレジスタは“FFh”です。ユーザでの書き込み後は、書き込んだ値になります。書き込み出荷時の出荷時、OFSレジスタの値は、ユーザがプログラムで設定した値です。

注2. VDSEL0～VDSEL1ビットで選択した電圧検出0レベルは、電圧監視0リセットおよびパワーオンリセットの両機能に、同じレベルで設定されます。

注3. パワーオンリセット、電圧監視0リセットを使用する場合、LVDASビットを“0”(リセット後、電圧監視0リセット有効)にしてください。

OFSレジスタの設定例は、「14.3.1 オプション機能選択領域の設定例」を参照してください。

LVDASビット(電圧検出0回路起動ビット)

電圧検出0回路で監視するVdet0電圧は、VDSEL0～VDSEL1ビットで選択されます。

28.4 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。ソフトウェアコマンドは、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、消去動作もしくは書き込み動作を一時中断するサスペンド機能（プログラムサスペンド、イレーズサスペンド）を持ちます。サスペンド中は、フラッシュメモリの読み出しができません。また、イレーズサスペンドに限り、フラッシュメモリのプログラムも可能です。

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 28.3にEW0モードとEW1モードの違いを示します。

表 28.3 EW0モードとEW1モードの違い

項目	EW0モード	EW1モード
フラッシュメモリの動作モード	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	ユーザROM
書き換え制御プログラムを実行できる領域	RAM(書き換え制御プログラムを転送して実行)	ユーザROMまたはRAM
書き換えられる領域	ユーザROM	ユーザROM 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		プログラム、ブロックコマンド 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
プログラム、ブロックイレーズ後、サスペンド移行後のモード	リードアレイモード	リードアレイモード
プログラム、ブロックイレーズ実行中のCPUの状態	動作	プログラム、ブロックイレーズ実行中、CPUはホールド状態(入出力ポートはコマンド実行前の状態を保持)
フラッシュメモリのステータス検知	プログラムでFSTレジスタのFST7、FST5、FST4ビットを読む	プログラムでFSTレジスタのFST7、FST5、FST4ビットを読む
イレーズサスペンドへの移行条件	<ul style="list-style-type: none"> プログラムでFMR2レジスタのFMR20、FMR21ビットを“1”にする FMR2レジスタのFMR20とFMR22ビットが“1”かつ許可されたマスクابل割り込み要求が発生 	FMR2レジスタのFMR20とFMR22ビットが“1”かつ許可されたマスクابل割り込み要求が発生
プログラムサスペンドの移行条件	<ul style="list-style-type: none"> プログラムでFMR2レジスタのFMR20、FMR21ビットを“1”にする FMR2レジスタのFMR20とFMR22ビットが“1”かつ許可されたマスクابل割り込み要求が発生 	FMR2レジスタのFMR20とFMR22ビットが“1”かつ許可されたマスクابل割り込み要求が発生
CPUクロック	最大20MHz	最大20MHz

28.4.1 フラッシュメモリステータスレジスタ(FST)

アドレス 01B2h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	FST7	FST6	FST5	FST4	FST3	LBDATA	BSYAEI	RDYSTI
リセット後の値	1	0	0	0	0	X	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	RDYSTI	フラッシュレディステータス割り込み要求フラグ(注1、4)	0: フラッシュレディステータス割り込み要求なし 1: フラッシュレディステータス割り込み要求あり	R/W
b1	BSYAEI	フラッシュアクセスエラー割り込み要求フラグ(注2、4)	0: フラッシュアクセスエラー割り込み要求なし 1: フラッシュアクセスエラー割り込み要求あり	R/W
b2	LBDATA	LBDATA モニタフラグ	0: ロック状態 1: 非ロック状態	R
b3	FST3	プログラムサスペンドステータスフラグ	0: プログラムサスペンド以外 1: プログラムサスペンド中	R
b4	FST4	プログラムエラーフラグ(注3)	0: プログラムエラーなし 1: プログラムエラーあり	R
b5	FST5	イレーズエラー/ブランクチェックエラーフラグ(注3)	0: イレーズエラー/ブランクチェックエラーなし 1: イレーズエラー/ブランクチェックエラーあり	R
b6	FST6	イレーズサスペンドステータスフラグ	0: イレーズサスペンド以外 1: イレーズサスペンド中	R
b7	FST7	レディ/ビジーステータスフラグ	0: ビジー 1: レディ	R

- 注1. プログラムでRDYSTIビットを“1”(フラッシュレディステータス割り込み要求あり)にできません。RDYSTIビットに“0”(フラッシュレディステータス割り込み要求なし)を書く場合は、書く前に読んでください(ダミーリード)。このビットを確認する場合には、FMR0レジスタのRDYSTIEビットを“1”(フラッシュレディステータス割り込み許可)にしてください。
- 注2. プログラムでBSYAEIビットを“1”(フラッシュアクセスエラー割り込み要求あり)にできません。BSYAEIビットに“0”(フラッシュアクセスエラー割り込み要求なし)を書く場合は、書く前に読んでください(ダミーリード)。このビットを確認する場合には、FMR0レジスタのBSYAEIEビットを“1”(フラッシュアクセスエラー割り込み許可)あるいはFMR0レジスタのCMDERIEビットを“1”(イレーズ/ライトエラー割り込み許可)にしてください。
- 注3. コマンドエラー時にも“1”(エラーあり)になります。
- 注4. このビットが“1”のとき、FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にしないでください。

RDYSTIビット(フラッシュレディステータス割り込み要求フラグ)

FMR0レジスタのRDYSTIEビットが“1”(フラッシュレディステータス割り込み許可)で、自動書き込みまたは自動消去が終了、もしくはサスペンドモードに移行したときにRDYSTIビットが“1”(フラッシュレディステータス割り込み要求あり)になります。

割り込み処理の中で、RDYSTIビットを“0”(フラッシュレディステータス割り込み要求なし)にしてください。

[“0”になる条件]

割り込み処理のプログラムで“0”にしてください。

[“1”になる条件]

FMR0レジスタのRDYSTIEビットが“1”のときに、ビジーからレディに遷移すると、RDYSTIビットは“1”になります。

ビジーからレディに変化するの、次の状態のときです。

- ・フラッシュメモリのイレーズ/プログラム終了
- ・サスペンド受付
- ・強制終了完了
- ・ロックビットプログラム終了
- ・リードロックビットステータス終了
- ・ブランクチェック終了
- ・フラッシュメモリ停止が解除され、フラッシュメモリ読み出し可能となったとき

BSYAEIビット(フラッシュアクセスエラー割り込み要求フラグ)

FMR0レジスタのBSYAEIEビットが“1”(フラッシュアクセスエラー割り込み許可)で、自動書き込みまたは自動消去状態のブロックへアクセスした場合、またはFMR0レジスタのCMDERIEビットが“1”(イレース/ライトエラー割り込み許可)のときに、イレースエラーまたはプログラムエラーが発生した場合に、BSYAEIビットが“1”(フラッシュアクセスエラー割り込み要求あり)になります。

割り込み処理の中で、BSYAEIビットを“0”(フラッシュアクセスエラー割り込み要求なし)にしてください。

[“0”になる条件]

- (1) 割り込み処理のプログラムで“0”にしてください。
- (2) クリアステータスレジスタコマンドを実行してください。

[“1”になる条件]

- (1) FMR0レジスタのBSYAEIEビットが“1”のときに、フラッシュメモリがビジー状態で、イレース/ライトを実行している領域を読み/書きする。
または、プログラムROM領域をイレース/ライト中にデータフラッシュ領域をリードする。
(ただし、両者共に読み出し値は不定。書き込みは無効。)
- (2) FMR0レジスタのCMDERIEビットが“1”(イレース/ライトエラー割り込み許可)のときに、コマンドシーケンスエラー、イレースエラー、ブランクチェックエラーまたはプログラムエラーが発生した場合。

LBDATAビット(LBDATAモニタフラグ)

ロックビットの状態を示す読み出し専用ビットです。ロックビットの状態を確認するためには、リードロックビットステータスコマンドを実行し、FST7ビットが“1”(レディ)になった後、LBDATAビットを読んでください。

更新条件は、プログラム、イレース、リードロックビットステータスのコマンド発行時です。リードロックビットステータスコマンドを入力すると、FST7ビットが“0”(ビジー)になります。FST7ビットが“1”(レディ)になった時点でLBDATAビットにロックビットの状態が格納されます。次のコマンドが入力されるまで、LBDATAビットのデータは保持されます。

FST3ビット(プログラムサスペンドステータスフラグ)

サスペンド状態を示す読み出し専用のビットです。プログラムサスペンドリクエストを受け付け、サスペンド状態に移行すると“1”になります。それ以外のときは“0”となります。

FST4ビット(プログラムエラーフラグ)

自動書き込みの状況を示す読み出し専用のビットです。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「28.4.11 フルステータスチェック」を参照してください。

FST5ビット(イレースエラー/ブランクチェックエラーフラグ)

自動消去またはブロックブランクチェックコマンドの状況を示す読み出し専用のビットです。イレースエラーまたはブランクチェック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「28.4.11 フルステータスチェック」を参照してください。

FST6ビット(イレースサスペンドステータスフラグ)

サスペンドの状態を示す読み出し専用のビットです。イレースサスペンドリクエストを受け付け、サスペンド状態に移行すると“1”になります。それ以外のときは“0”となります。

FST7ビット(レディ/ビジーステータスフラグ)

FST7ビットが“0”(ビジー)のとき、フラッシュメモリは次の状態です。

- プログラム中
- イレーズ中
- ロックビットプログラム中
- リードロックビットステータス中
- ブロックブランクチェック中
- 強制停止動作中
- フラッシュメモリ停止中
- フラッシュメモリ復帰中

それ以外の場合は、FST7ビットが“1”(レディ)になります。

28.4.2 フラッシュメモリ制御レジスタ0(FMR0)

アドレス 01B4h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	RDYSTIE	BSYAEIE	CMDERIE	CMDRST	FMSTP	FMR02	FMR01	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	FMR01	CPU書き換えモード選択ビット (注1、4)	0: CPU書き換えモード無効 1: CPU書き換えモード有効	R/W
b2	FMR02	EW1モード選択ビット(注1)	0: EW0モード 1: EW1モード	R/W
b3	FMSTP	フラッシュメモリ停止ビット(注2)	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)	R/W
b4	CMDRST	イレーズ/ライトシーケンスリセット ビット(注3)	CMDRSTビットを“1”にすると、イレーズ/ライトシーケンスはリセットされ、イレーズ/ライトを強制停止させることができます。 読み出した場合は、“0”が読み出されます。	R/W
b5	CMDERIE	イレーズ/ライトエラー割り込み許可 ビット	0: イレーズ/ライトエラー割り込み禁止 1: イレーズ/ライトエラー割り込み許可	R/W
b6	BSYAEIE	フラッシュアクセスエラー割り込み 許可ビット	0: フラッシュアクセスエラー割り込み禁止 1: フラッシュアクセスエラー割り込み許可	R/W
b7	RDYSTIE	フラッシュレディステータス割り込 み許可ビット	0: フラッシュレディステータス割り込み禁止 1: フラッシュレディステータス割り込み許可	R/W

- 注1. このビットを“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。また、“0”を書いた後、“1”を書くまでの間は割り込みを禁止にしてください。
- 注2. FMSTPビットはRAMに転送したプログラムで書いてください。FMSTPビットはFMR01ビットが“1”(CPU書き換えモード有効)のとき、有効です。FMSTPビットを“1”(フラッシュメモリ停止)にする場合は、FSTレジスタのFST7ビットが“1”(レディ)のとき、設定してください。
- 注3. CMDRSTビットはFMR01ビットが“1”(CPU書き換えモード有効)かつFSTレジスタのFST7ビットが“0”(ビジー)のとき、有効です。
- 注4. FMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にする場合は、FSTレジスタのRDYSTIビットが“0”(フラッシュレディステータス割り込み要求なし)、かつBSYAEIビットが“0”(フラッシュアクセスエラー割り込み要求なし)のとき、設定してください。

FMR01ビット(CPU書き換えモード選択ビット)

FMR01ビットを“1”(CPU書き換えモード有効)にすると、ソフトウェアコマンドの受け付けが可能になります。

FMR02ビット(EW1モード選択ビット)

FMR02ビットを“1”(EW1モード)にすると、EW1モードになります。

FMSTPビット(フラッシュメモリ停止ビット)

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、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RAMに転送したプログラムで書いてください。

高速オンチップオシレータモード、低速オンチップオシレータモード(XINクロック停止)、低速クロックモード(XINクロック停止)でさらに低消費電力にする場合、FMSTPビットを“1”にしてください。詳細は「10.8.10 フラッシュメモリの停止」を参照してください。

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レジスタを設定する必要がありません。

また、FMSTPビットが“1”のとき(FMSTPビットを“1”から“0”へ変更直後のビジー中(FST7ビットが“0”の期間)も含む)は、同時に低消費電流リードモードにしないでください。

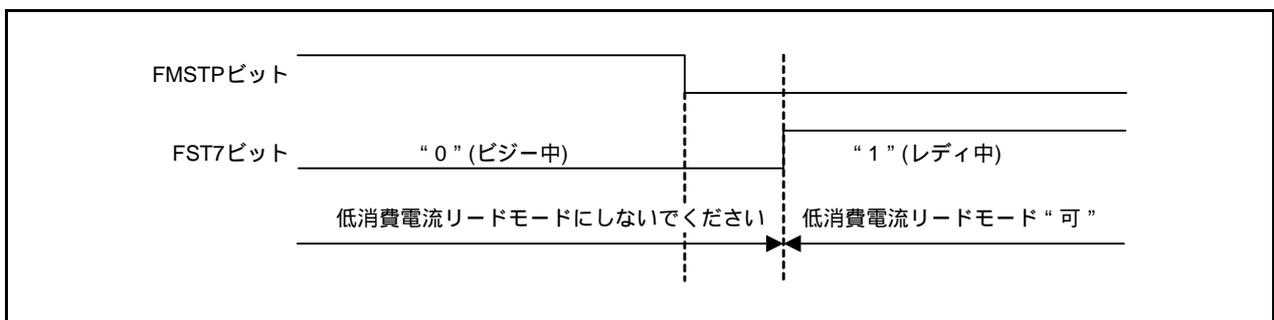


図 28.2 低消費電流リードモードへの移行

CMDRSTビット(イレース/ライトシーケンスリセットビット)

フラッシュメモリのシーケンスを初期化し、プログラム、ブロックイレースコマンドを強制停止させるためのビットです。

FMR0レジスタのCMDRSTビットによりプログラム、ブロックイレースコマンドを強制停止した場合、FSTレジスタのFST7ビットが“1”(レディ)に復帰後、クリアステータスレジスタコマンドを実行してください。再度同じアドレスにプログラムする場合は、ブロックイレースコマンドを再度実行し、ブロックイレースが正常に終わったことを確認した上で、プログラムを行ってください。プログラム、ブロックイレースコマンドを強制停止したアドレスおよびブロックがプログラム領域の場合、FMR1レジスタのFMR13ビットを“1”(ロックビット無効)にした後で、ブロックイレースコマンドを再度実行してください。

また、イレースサスペンド中にCMDRSTビットを“1”(イレース/ライト停止)にすると、サスペンドの状態も初期化されるため、ブロックイレースをサスペンドしていたブロックに対しても、ブロックイレースを再度実行してください。

CMDRSTビットを“1”(イレース/ライト停止)にしてから、 $t_d(\text{CMDRST-READY})$ 後に、実行中のコマンドが強制停止され、フラッシュメモリが読み出し可能になります。

CMDERIE ビット(イレース/ライトエラー割り込み許可ビット)

次のエラーが発生したときに、フラッシュコマンドエラー割り込みを発生させることを許可するビットです。

- プログラムエラー
- ブロックイレースエラー
- コマンドシーケンスエラー
- ブロックブランクチェックエラー

CMDERIE ビットを“1”(イレース/ライトエラー割り込み許可)にし、上記エラーが発生すると割り込みが発生します。

フラッシュコマンドエラー割り込みが発生した場合は、割り込み処理の中でクリアステータスレジスタコマンドを実行してください。

CMDERIE ビットを“0”(イレース/ライトエラー割り込み禁止)から“1”(イレース/ライトエラー割り込み許可)にする場合には、次のようにしてください。

- (1) クリアステータスレジスタコマンドを実行する。
- (2) CMDERIE ビットを“1”にする。

BSYAEIE ビット(フラッシュアクセスエラー割り込み許可ビット)

書き換え中のフラッシュメモリに対して、アクセスした場合に、フラッシュアクセスエラー割り込みを発生させることを許可するビットです。

BSYAEIE ビットを“0”(フラッシュアクセスエラー割り込み禁止)から“1”(フラッシュアクセスエラー割り込み許可)にする場合には、次のようにしてください。

- (1) FSTレジスタのBSYAEI ビットを読む(ダミーリード)。
- (2) BSYAEI ビットに“0”(フラッシュアクセスエラー割り込み要求なし)を書く。
- (3) BSYAEIE ビットを“1”(フラッシュアクセスエラー割り込み許可)にする。

RDYSTIE ビット(フラッシュレディステータス割り込み許可ビット)

フラッシュシーケンスがビジーからレディ状態になったときに、フラッシュレディステータス割り込みを発生させることを許可するビットです。

RDYSTIE ビットを“0”(フラッシュレディステータス割り込み禁止)から“1”(フラッシュレディステータス割り込み許可)にする場合には、次のようにしてください。

- (1) FSTレジスタのRDYSTI ビットを読む(ダミーリード)。
- (2) RDYSTI ビットに“0”(フラッシュレディステータス割り込み要求なし)を書く。
- (3) RDYSTIE ビットを“1”(フラッシュレディステータス割り込み許可)にする。

28.4.3 フラッシュメモリ制御レジスタ1(FMR1)

アドレス 01B5h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	FMR15	FMR14	FMR13	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	X	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b1	—			R
b2	—			R/W
b3	FMR13	ロックビット無効選択ビット(注1)	0: ロックビット有効 1: ロックビット無効	R/W
b4	FMR14	データフラッシュブロックA書き換え禁止ビット(注2、3)	0: 書き換え許可(ソフトウェアコマンド受付可能) 1: 書き換え禁止(ソフトウェアコマンドを受付ない、エラーにもならない)	R/W
b5	FMR15	データフラッシュブロックB書き換え禁止ビット(注2、3)	0: 書き換え許可(ソフトウェアコマンド受付可能) 1: 書き換え禁止(ソフトウェアコマンドを受付ない、エラーにもならない)	R/W
b6	—	予約ビット	“0” にしてください	R/W
b7	—			

注1. FMR13 ビットを“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。また、“0”を書いた後、“1”を書くまでの間は割り込みを禁止にしてください。

注2. このビットを“0”にするときは、“1”を書いた後、続けて“0”を書いてください。また、“1”を書いた後、“0”を書くまでの間は割り込みを禁止にしてください。

注3. FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にすると“0”になります。

FMR13ビット(ロックビット無効選択ビット)

FMR13ビットを“1”(ロックビット無効)にすると、ロックビットを無効にできます。“0”にすると、ロックビットが有効になります。ロックビットについては「28.4.9 データ保護機能」を参照してください。

FMR13ビットは、ロックビット機能を無効にするだけであり、ロックビットデータは変化しません。ただし、FMR13ビットを“1”にした状態でブロックイレーズコマンドを実行すると、“0”(ロック状態)であったロックビットデータは、消去終了後には“1”(非ロック状態)になります。

[“0”になる条件]

次の条件が成立した時点で“0”になります。

- プログラムコマンド終了時点
- イレーズコマンド終了時点
- サスペンド移行時点
- コマンドシーケンスエラー発生時点
- FMR0レジスタのFMR01ビットが“0”(CPU書き換えモード無効)になった場合
- FMR0レジスタのFMSTPビットが“1”(フラッシュメモリ停止)になった場合
- FMR0レジスタのCMDRSTビットが“1”(イレーズ/ライト停止)になった場合

[“1”になる条件]

プログラムで“1”にしてください。

FMR14ビット(データフラッシュブロックA書き換え禁止ビット)

FMR14ビットが“0”のとき、データフラッシュのブロックAはプログラムコマンド、ブロックイレースコマンドを受け付けます。

FMR15ビット(データフラッシュブロックB書き換え禁止ビット)

FMR15ビットが“0”のとき、データフラッシュのブロックBはプログラムコマンド、ブロックイレースコマンドを受け付けます。

28.4.4 フラッシュメモリ制御レジスタ2(FMR2)

アドレス 01B6h 番地								
ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	FMR27	—	—	—	—	FMR22	FMR21	FMR20
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	FMR20	サスペンド許可ビット(注1)	0: サスペンド禁止 1: サスペンド許可	R/W
b1	FMR21	サスペンドリクエストビット(注2)	0: リスタート 1: サスペンドリクエスト	R/W
b2	FMR22	割り込み要求サスペンドリクエスト許可ビット(注1)	0: 割り込み要求でサスペンドリクエスト禁止 1: 割り込み要求でサスペンドリクエスト許可	R/W
b3	—	何も配置されていない。書く場合、“0”を書いてください。		—
b4	—	予約ビット	“0”にしてください	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	FMR27	低消費電流リードモード許可ビット(注1、3)	0: 低消費電流リードモード禁止 1: 低消費電流リードモード許可	R/W

- 注1. このビットを“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。また、“0”を書いた後、“1”を書くまでの間は、割り込みを禁止にしてください。
- 注2. FMR21ビットを“0”(リスタート)にする場合は、FMR0レジスタのFMR01ビットが“1”(CPU書き換えモード有効)のとき、設定してください。
- 注3. 次のいずれかの設定をした後、FMR27ビットを“1”にしてください。
- ・CPUクロックを低速オンチップオシレータクロックの4分周、8分周または16分周に設定
 - ・CPUクロックをXCINクロックの1分周(分周なし)、2分周、4分周または8分周に設定
- ウェイトモードまたはストップモードへ移行するときは、FMR27ビットを“0”(低消費電流リードモード禁止)にした後、移行してください。FMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)の状態、ウェイトモードまたはストップモードへ移行しないでください。

FMR20ビット(サスペンド許可ビット)

FMR20ビットを“1”(許可)にすると、サスペンド機能が許可されます。

FMR21ビット(サスペンドリクエストビット)

FMR21ビットを“1”にすると、サスペンドモードに移行します。FMR22ビットが“1”(割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)の場合、許可された割り込みの割り込み要求が発生すると、FMR21ビットは自動的に“1”(サスペンドリクエスト)になり、サスペンドモードに移行します。自動消去を再開するときは、FMR21ビットを“0”(リスタート)にしてください。

[“0”になる条件]

プログラムで“0”にしてください。

[“1”になる条件]

- ・割り込み要求発生時に、FMR22ビットが“1”(割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)のとき。
- ・プログラムで“1”にしてください。

FMR22ビット(割り込み要求サスペンドリクエスト許可ビット)

FMR22ビットを“1”(割り込みでサスペンドリクエスト許可)にすると、自動消去中に、割り込み要求が発生したときに、自動的にFMR21ビットを“1”(サスペンドリクエスト)にします。

EW1モードでユーザROM領域を書き換え中にサスペンドを使用するときに、“1”にしてください。

FMR27ビット(低消費電流リードモード許可ビット)

低速クロックモード(XINクロック停止)、低速オンチップオシレータモード(XINクロック停止)のときに、FMR27ビットを“1”(低消費電流リードモード許可)にすると、フラッシュメモリ読み出し時の消費電流を低減できます。詳細は「10.8.11 低消費電流リードモード」を参照してください。

CPUクロックが次のいずれかのとき、低消費電流リードモードを使用できます。

- CPUクロックが低速オンチップオシレータクロックの4分周、8分周または16分周
- CPUクロックがXCINクロックの1分周(分周なし)、2分周、4分周または8分周

ただし、選択したCPUクロックの周波数が3kHz以下のときは、低消費電流リードモードを使用しないでください。CPUクロック分周比を設定した後、FMR27ビットを“1”にしてください。

CPUクロック分周比を設定した後、FMR27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ときは、FMR27ビットを“0”(低消費電流リードモード禁止)にした後、移行してください。FMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)の状態、ウェイトモードまたはストップモードへ移行しないでください。

なお、FMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)のとき、プログラム、ブロックイレーズ、ロックビットプログラムコマンドを実行しないでください。また、FMSTPビットを“1”(フラッシュメモリ停止)から“0”(フラッシュメモリ動作)にする場合は、FMR27ビットが“0”(低消費電流リードモード禁止)のときに行ってください。

28.4.5 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、FMR0レジスタのFMR02ビットが“0”なので、EW0モードになります。

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、FSTレジスタで確認できます。

自動書き込み中、自動消去中にサスペンドに移行する場合は、FMR20ビットを“1”(サスペンド許可)、FMR21ビットを“1”(サスペンドリクエスト)にしてください。次に、FSTレジスタのFST7ビットが“1”(レディ)になったことを確認し、FST3ビットが“1”(プログラムサスペンド中)もしくはFST6ビットが“1”(イレーズサスペンド中)になったことを確認後、フラッシュメモリにアクセスしてください(FST3ビットが“0”になった場合は書き込み終了、FST6ビットが“0”になった場合は消去終了です)。

FMR2レジスタのFMR21ビットを“0”(リスタート)にすると、自動書き込み、自動消去を再開します。また、自動書き込み、自動消去の再開を確認する場合は、FSTレジスタのFST7ビットが“0”になったことを確認し、FST3ビットが“0”(プログラムサスペンド以外)、もしくはFST6ビットが“0”(イレーズサスペンド以外)になったことを確認してください。

28.4.6 EW1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)にした後、FMR02ビットを“1”(EW1モード)にすると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、FSTレジスタで確認できます。

サスペンド機能を有効にする場合には、FMR2レジスタのFMR20ビットを“1”(サスペンド許可)にしてからプログラム、ブロックイレーズコマンドを実行してください。ユーザROM領域を自動消去中にサスペンドに移行する場合は、FMR2レジスタのFMR22ビットを“1”(割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)にしてください。また、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状態にしてください。

割り込み要求が発生すると、FMR2レジスタのFMR21ビットは自動的に“1”(サスペンドリクエスト)になり、td(SR-SUS)後に、自動書き込み、自動消去が中断されます。割り込み処理終了後、FMR21ビットを“0”(リスタート)にして自動書き込み、自動消去を再開させてください。

28.4.7 サスペンド動作

サスペンド機能は自動書き込み、自動消去の途中で、その動作を一時中断する機能です。

自動書き込み、自動消去を中断したとき、次の動作が実行できます。（「表 28.4 サスペンド中に実行できる動作」参照）

- プログラムサスペンドを確認する場合、FST7ビットが“1”（レディ）となったことを確認後、FST3ビットが“1”（プログラムサスペンド中）になったことで、サスペンドしたことを確認してください。（FST3ビットが“0”（プログラムサスペンド以外）となったときは、書き込み終了です。）
- イレーズサスペンドを確認する場合、FST7ビットが“1”（レディ）となったことを確認後、FST6ビットが“1”（イレーズサスペンド中）になったことで、サスペンドしたことを確認してください。（FST6ビットが“0”（イレーズサスペンド以外）となったときは、消去終了です。）

図 28.3 にイレーズサスペンド動作に関するタイミング(EW0モード)を示します。

表 28.4 サスペンド中に実行できる動作

		サスペンド中の動作											
		データフラッシュ (サスペンド移行前の イレーズ実行ブロック)			データフラッシュ (サスペンド移行前の イレーズ未実行ブロック)			プログラムROM (サスペンド移行前の イレーズ実行ブロック)			プログラムROM (サスペンド移行前の イレーズ未実行ブロック)		
		イレーズ	プログラム	リード	イレーズ	プログラム	リード	イレーズ	プログラム	リード	イレーズ	プログラム	リード
サスペンド 移行前の イレーズ 実行領域	データ フラッシュ	×	×	×	×						×		
	プログラム ROM				×			×	×	×	×		
サスペンド 移行前の プログラム 実行領域	データ フラッシュ	×	×	×	×	×					×	×	
	プログラム ROM				×	×		×	×	×	×	×	

注1. はサスペンド機能を使用することで動作可能、×は動作禁止、は組み合わせなし

注2. イレーズはブロックイレーズを、プログラムはプログラム、ロックビットプログラム、リードロックビットステータスの各コマンドを実行できます。

クリアステータスレジスタコマンドは、FSTレジスタのFST7ビットが“1”（レディ）で実行できます。

サスペンド中、ブロックブランクチェックは動作禁止です。

注3. サスペンド移行直後は、リードアレイモードになります。

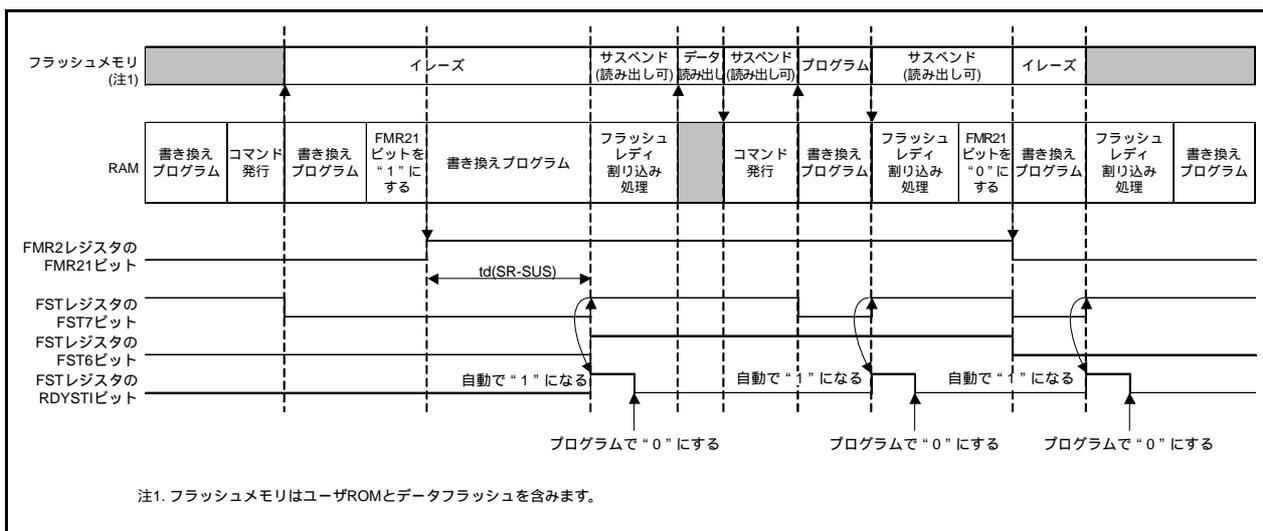


図 28.3 イレーズサスペンド動作に関するタイミング(EW0モード)

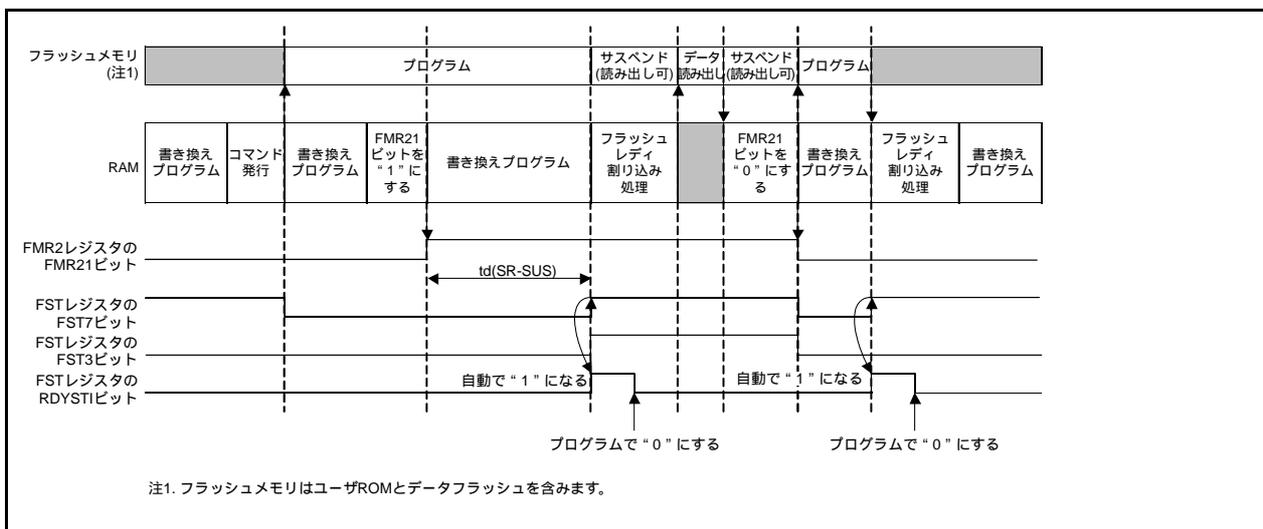


図 28.4 プログラムサスペンド動作に関するタイミング(EW0モード)

28.4.8 各モードの設定と解除方法

図 28.5 にEW0モードの設定と解除方法を、図 28.6 にEW1モードの設定と解除方法を示します。

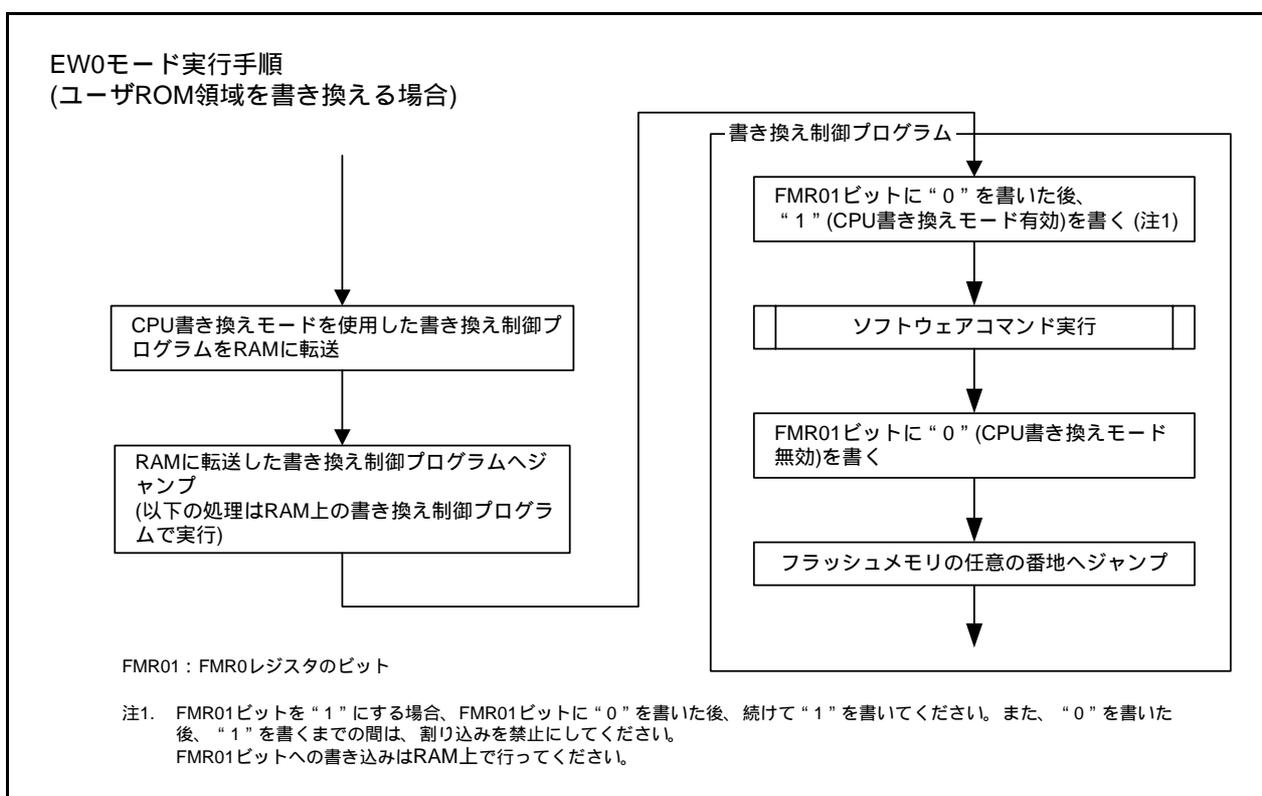


図 28.5 EW0モードの設定と解除方法

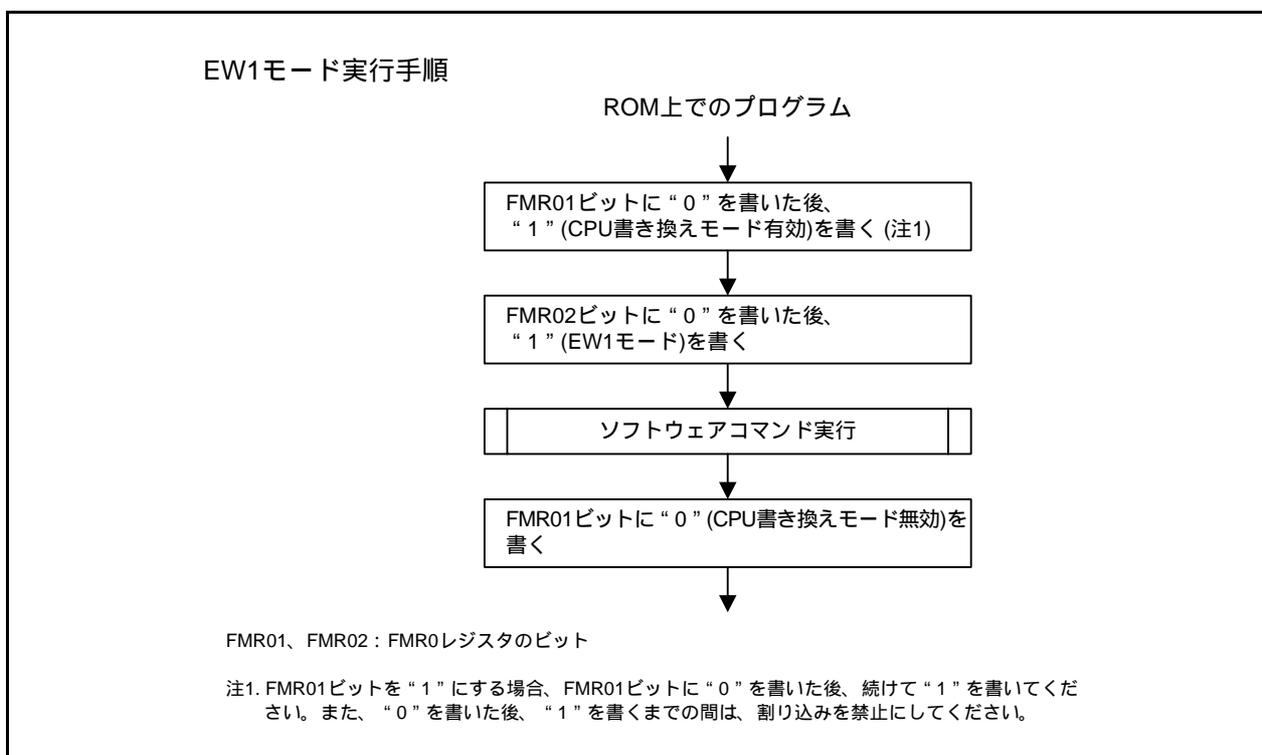


図 28.6 EW1モードの設定と解除方法

28.4.9 データ保護機能

フラッシュメモリのプログラムROMの各ブロックは、不揮発性のロックビットを持っています。ロックビットは、FMR1レジスタのFMR13ビットが“0”(ロックビット有効)のときに有効です。ロックビットにより、ブロックごとにプログラム、イレーズを禁止(ロック)できます。したがって、誤ってデータを書いたり、消したりすることを防げます。ロックビットによるブロックの状態を次に示します。

- ロックビットデータが“0”のとき：ロック状態(そのブロックはプログラム、イレーズできない)
- ロックビットデータが“1”のとき：非ロック状態(そのブロックはプログラム、イレーズできる)

ロックビットデータは、ロックビットプログラムコマンドを実行すると、“0”(ロック状態)に、ブロックを消去すると“1”(非ロック状態)になります。ロックビットデータだけをコマンドで“1”にすることはできません。

ロックビットデータは、リードロックビットステータスコマンドで読めます。

FMR13ビットを“1”(ロックビット無効)にすると、ロックビットの機能が無効になり、全ブロックが非ロック状態になります(各ロックビットデータは変化しません)。FMR13ビットを“0”にすると、ロックビットの機能が有効になります(ロックビットデータは保持されています)。

FMR13ビットが“1”の状態、ブロックイレーズコマンドを実行すると、ロックビットにかかわらず、対象となるブロックが消去されます。消去終了後、イレーズ対象のブロックのロックビットは“1”になります。

各コマンドの詳細は、「28.4.10 ソフトウェアコマンド」を参照してください。

FMR13ビットは自動消去終了後、“0”になります。FMR13ビットは以下のいずれかの条件が成立した場合に“0”になります。別のロック状態のブロックをイレーズまたは、プログラムする場合は、再度、FMR13ビットを“1”にし、ブロックイレーズコマンドまたは、プログラムコマンドを実行してください。

- FSTレジスタのFST7ビットが“0”(ビジー)から“1”(レディ)になった場合
- コマンドシーケンスエラーが発生した場合
- FMR0レジスタのFMR01ビットが“0”(CPU書き換えモード無効)になった場合
- FMR0レジスタのFMSTPビットが“1”(フラッシュメモリ停止)になった場合
- FMR0レジスタのCMDRSTビットが“1”(イレーズ/ライト停止)になった場合

図 28.7にFMR13ビットの動作に関するタイミングを示します。

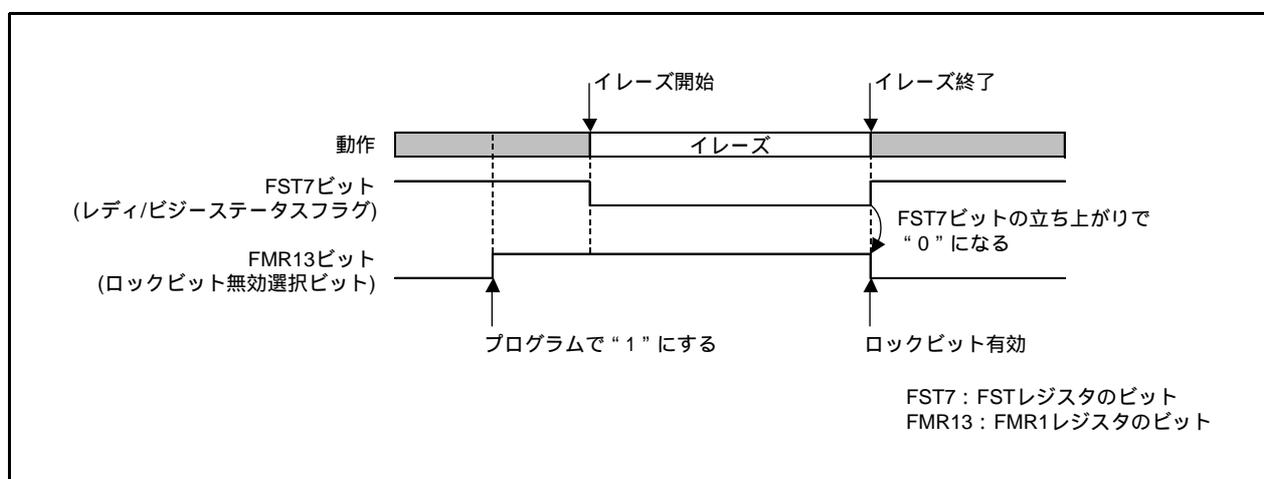


図 28.7 FMR13ビットの動作に関するタイミング

28.4.10 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8ビット単位で行ってください。

なお、ソフトウェアコマンド一覧で示されるコマンド以外を、入力しないようにしてください。

表 28.5 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	モード	アドレス	データ
リードアレイ	ライト	x	FFh			
クリアステータスレジスタ	ライト	x	50h			
プログラム(バイト単位)	ライト	WA	40h	ライト	WA	WD
ブロックイレーズ	ライト	x	20h	ライト	BA	D0h
ロックビットプログラム	ライト	BT	77h	ライト	BT	D0h
リードロックビットステータス	ライト	x	71h	ライト	BT	D0h
ブロックブランクチェック	ライト	x	25h	ライト	BA	D0h

WA：書き込み番地(ワード単位でプログラムを実行する場合は、偶数番地を指定してください。)

WD：書き込みデータ

BA：ブロックの任意の番地

BT：ブロックの先頭番地

x：ユーザROM領域内の任意の番地

28.4.10.1 リードアレイ

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“FFh”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8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。

また、リセット解除後、プログラム、ブロックイレーズ、ブロックブランクチェック、リードロックビットステータス、クリアステータスレジスタコマンド後、もしくはイレーズサスペンド移行後はリードアレイモードになります。

28.4.10.2 クリアステータスレジスタ

FSTレジスタのFST4～FST5ビットを“0”にするコマンドです。

第1バスサイクルで“50h”を書くと、FSTレジスタのFST4～FST5ビットが“0”になります。

28.4.10.3プログラム

1バイトでフラッシュメモリにデータを書くコマンドです。

書き込み番地に第1バスサイクルで“40h”を書き、第2バスサイクルで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番地にしてください。

自動書き込み終了はFSTレジスタのFST7ビットで確認できます。FST7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、FSTレジスタのFST4ビットで自動書き込みの結果を知ることができます。

(「28.4.11 フルステータスチェック」参照)

すでにプログラムされた番地に対する追加書き込みはしないでください。

プログラムROMの各ブロックはロックビットによりプログラムコマンドを禁止できます。

また、FMR1レジスタのFMR14ビットが“1”(書き換え禁止)のときはデータフラッシュブロックAに対するプログラムコマンド、FMR15ビットが“1”(書き換え禁止)のときはデータフラッシュブロックBに対するプログラムコマンドが受け付けられません。

図28.8にプログラムフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み禁止)を、図28.9にEW0モードのプログラムフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み禁止かつサスペンド許可)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番地に対して、このコマンドを実行しないでください。

FMR0レジスタのRDYSTIEビットが“1”(フラッシュレディステータス割り込み許可)のときは、自動書き込み終了でフラッシュレディステータス割り込みを発生させることができます。RDYSTIEビットが“1”かつFMR2レジスタのFMR20ビットが“1”(サスペンド許可)のときにFMR21ビットが“1”(サスペンドリクエスト)に変化した場合、自動書き込みが中断され、フラッシュレディステータス割り込みが発生します。割り込みルーチンの中でFST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。

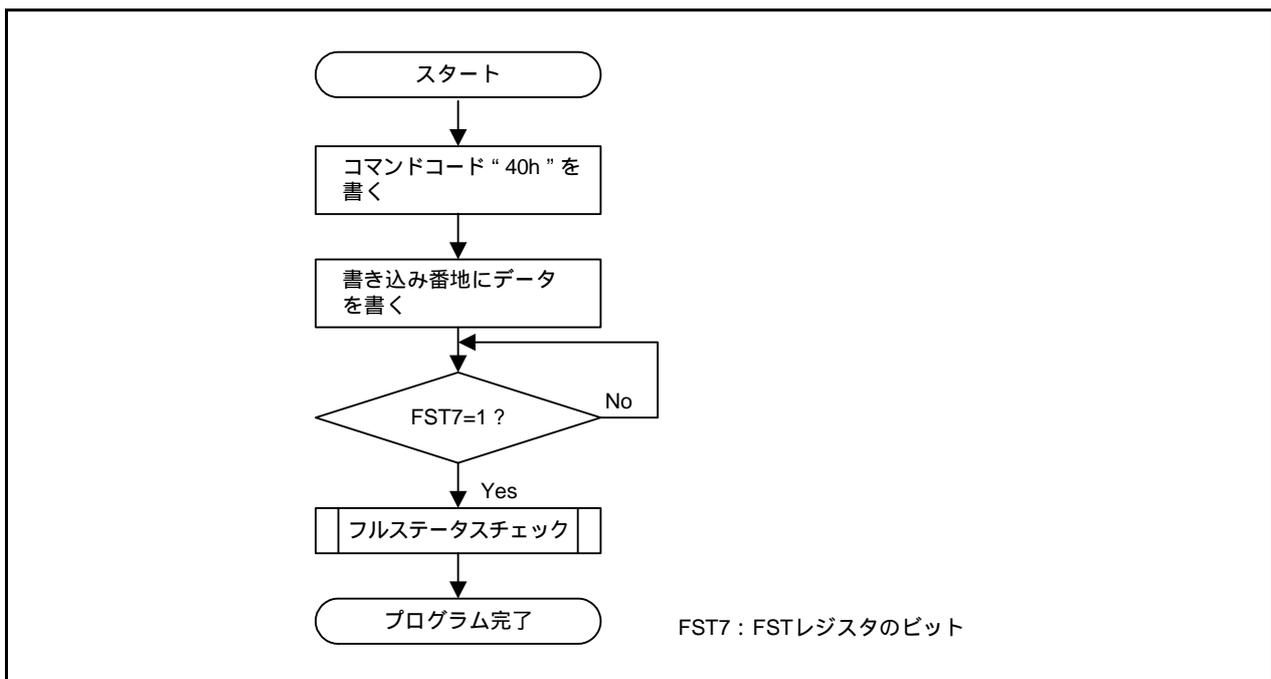


図 28.8 プログラムフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み禁止)

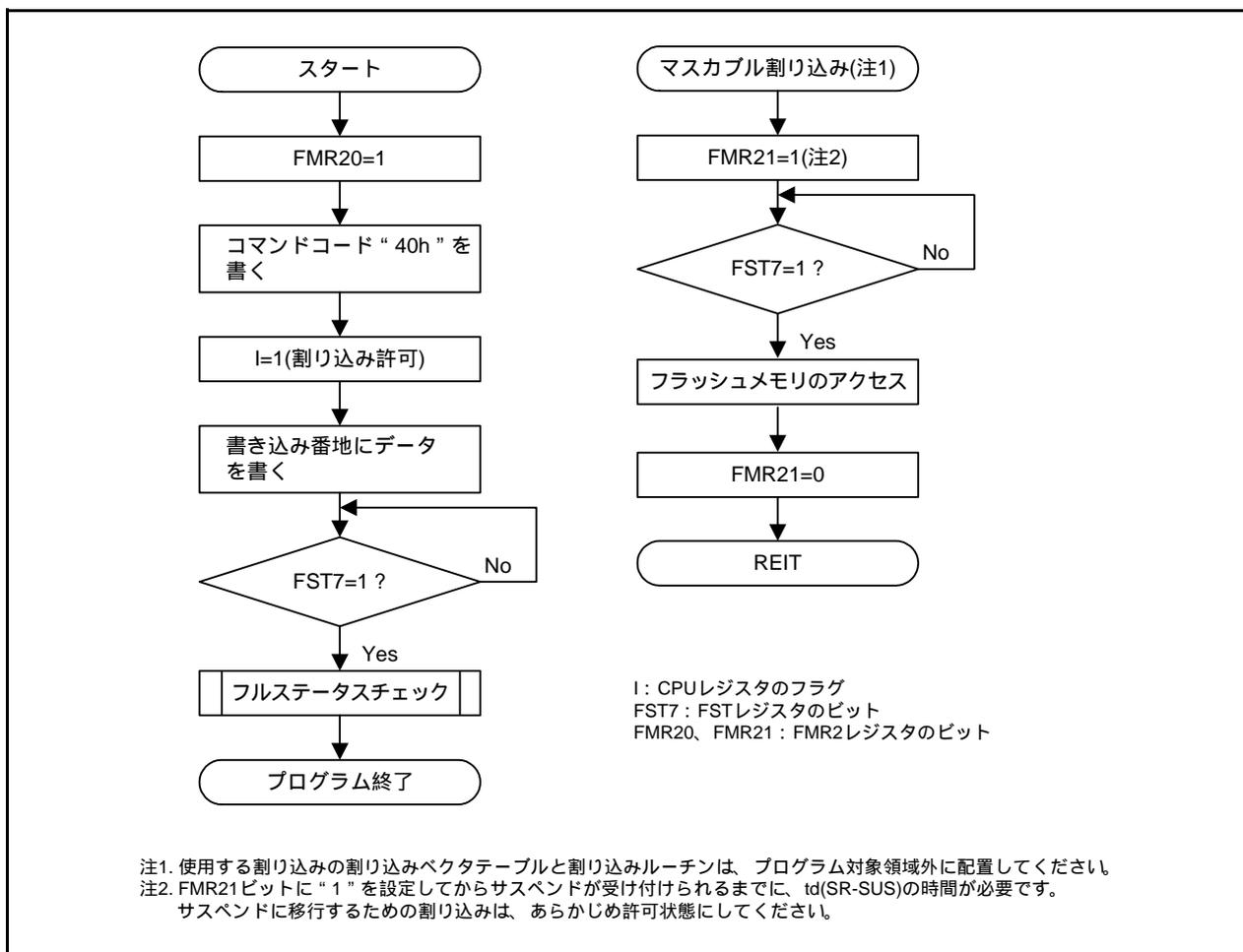


図 28.9 EW0モードのプログラムフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み禁止かつサスペンド許可)

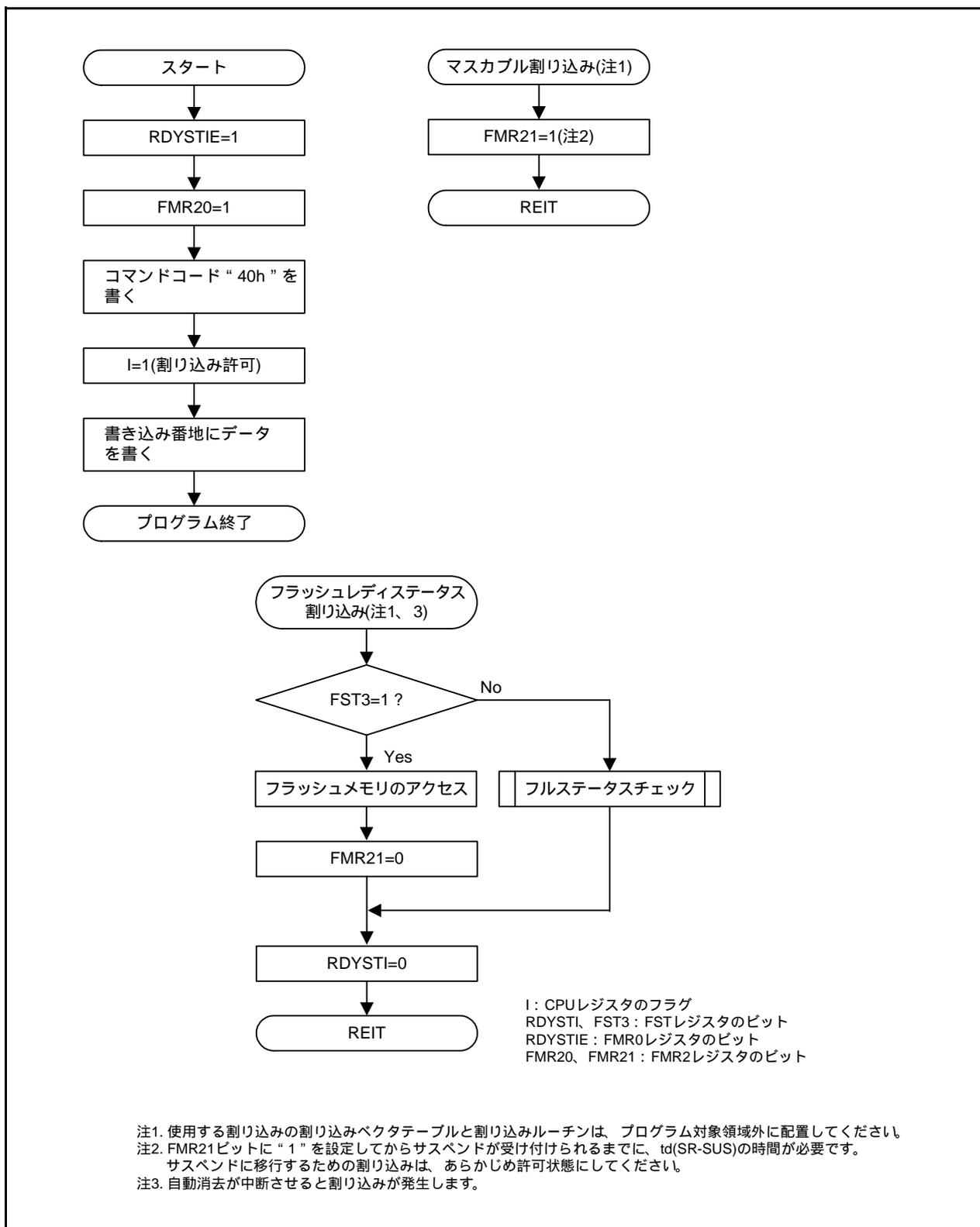


図 28.10 EWOモードのプログラムフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み許可かつサスペンド許可)

FMR22ビットを“1”(割り込みでサスペンドリクエスト許可)にすると、自動消去中に、割り込み要求が発生したときに、自動的にFMR21ビットを“1”(サスペンドリクエスト)にします。EW1モードでユーザROM領域を書き換え中にサスペンドを使用するときに、“1”にしてください。

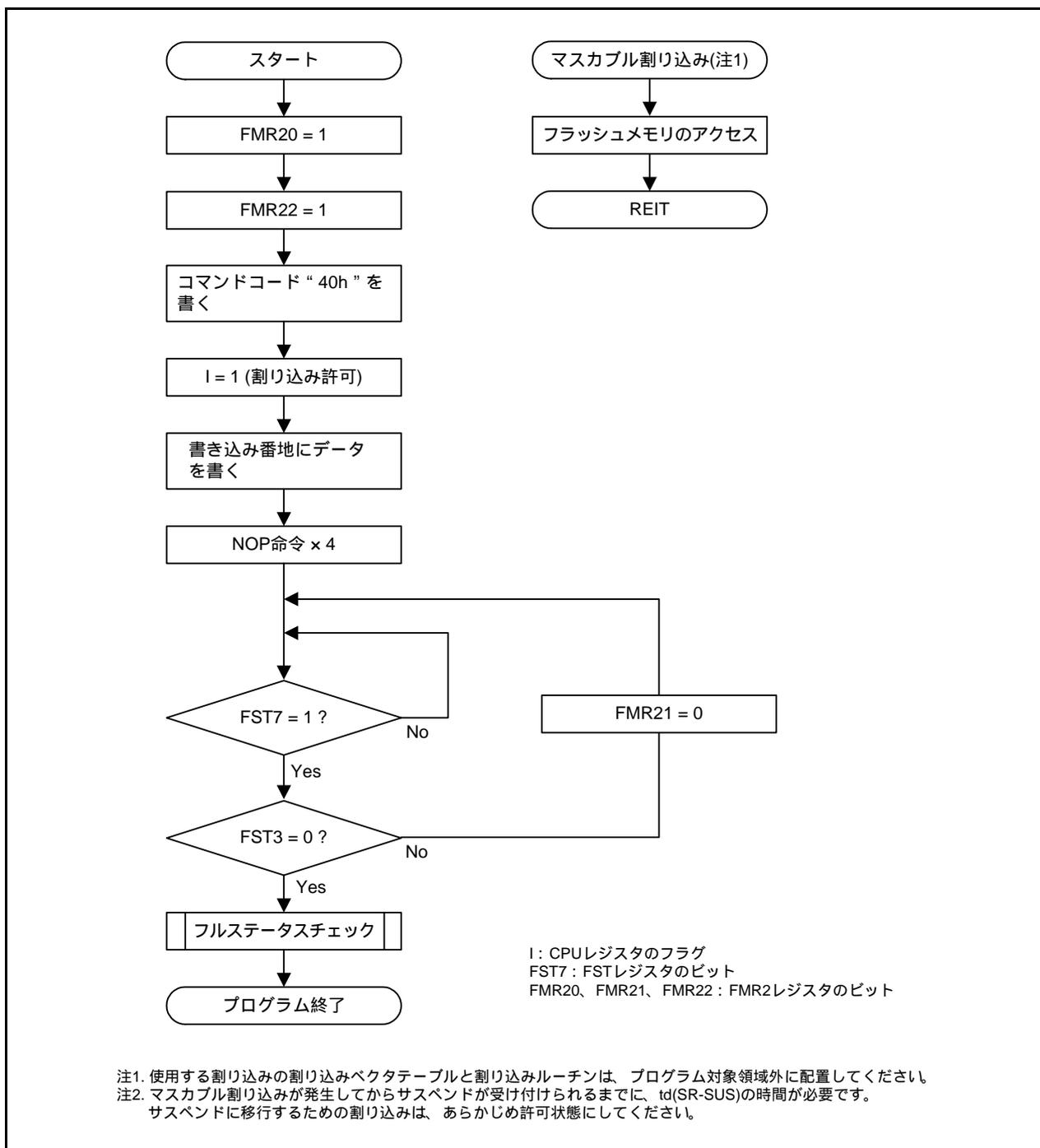


図 28.11 EW1モードのプログラムフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み禁止かつサスペンド許可)

28.4.10.4 ブロックイレーズ

第1バスサイクルで“20h”、第2バスサイクルで“D0h”をブロックの任意の番地を書く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、FSTレジスタのFST7ビットで確認できます。FST7ビットは、自動消去期間中は“0”、終了後は“1”になります。また、自動消去の終了後、ブロック内のデータはすべて“FFh”になります。

自動消去終了後、FSTレジスタのFST5ビットで、自動消去の結果を知ることができます。(「28.4.11 フルステータスチェック」参照)

プログラムROMの各ブロックはロックビットによりブロックイレーズコマンドを禁止できます。

また、FMR1レジスタのFMR14ビットが“1”(書き換え禁止)のときはデータフラッシュブロックAに対するブロックイレーズコマンド、FMR15ビットが“1”(書き換え禁止)のときはデータフラッシュブロックBに対するブロックイレーズコマンドが受け付けられません。

図28.12にEW0モードのブロックイレーズフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み禁止)を、図28.13にEW0モードのブロックイレーズフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み禁止かつサスペンド許可)を、図28.14にEW0モードのブロックイレーズフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み許可かつサスペンド許可)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。

FMR0レジスタのRDYSTIEビットが“1”(フラッシュレディステータス割り込み許可)のときは、自動消去終了でフラッシュレディステータス割り込みを発生させることができます。RDYSTIEビットが“1”かつFMR2レジスタのFMR20ビットが“1”(サスペンド許可)のときは、FMR21ビットが“1”(サスペンドリクエスト)に変化した場合、自動消去が中断され、フラッシュレディステータス割り込みが発生します。割り込みルーチンの中でFSTレジスタを読み出すことにより、自動消去の結果を知ることができます。

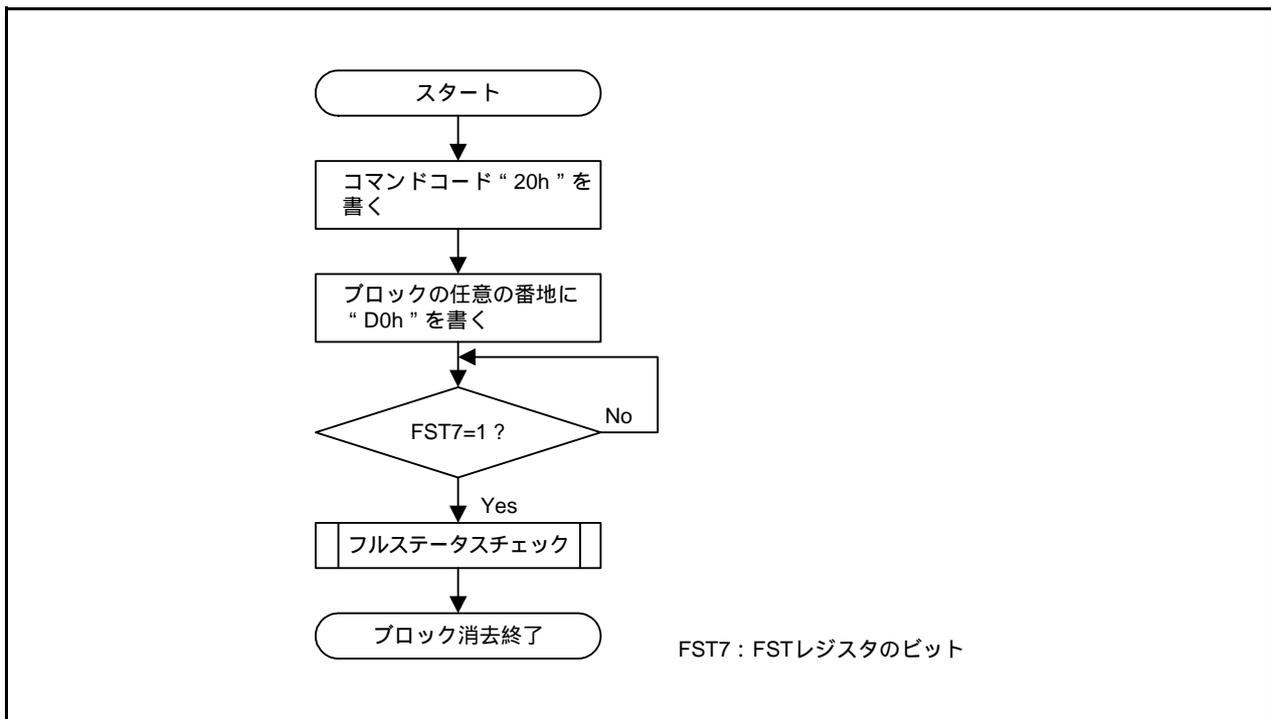


図 28.12 EW0モードのブロックイレーズフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み禁止)

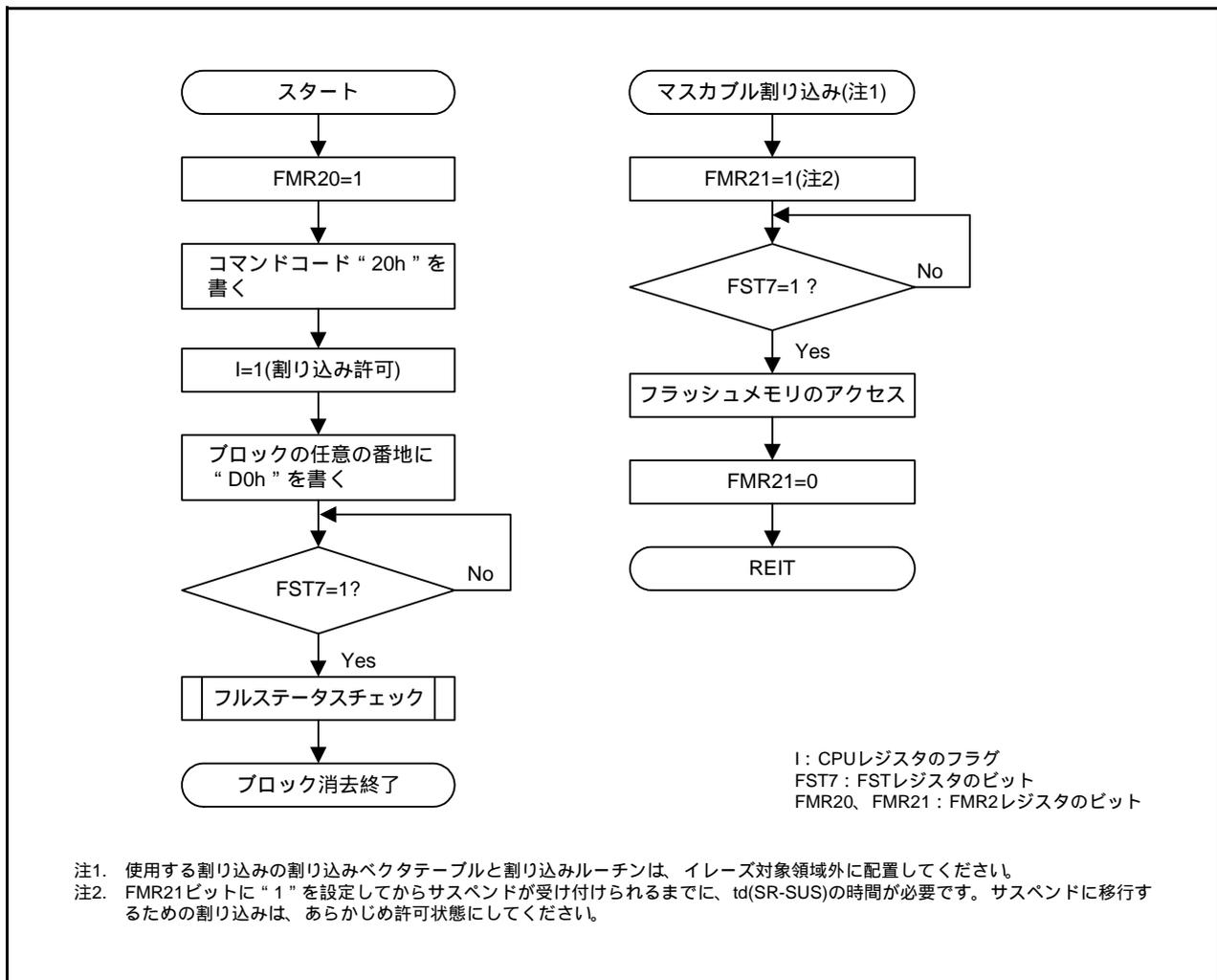


図 28.13 EW0モードのブロックイレーズフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み禁止かつサスペンド許可)

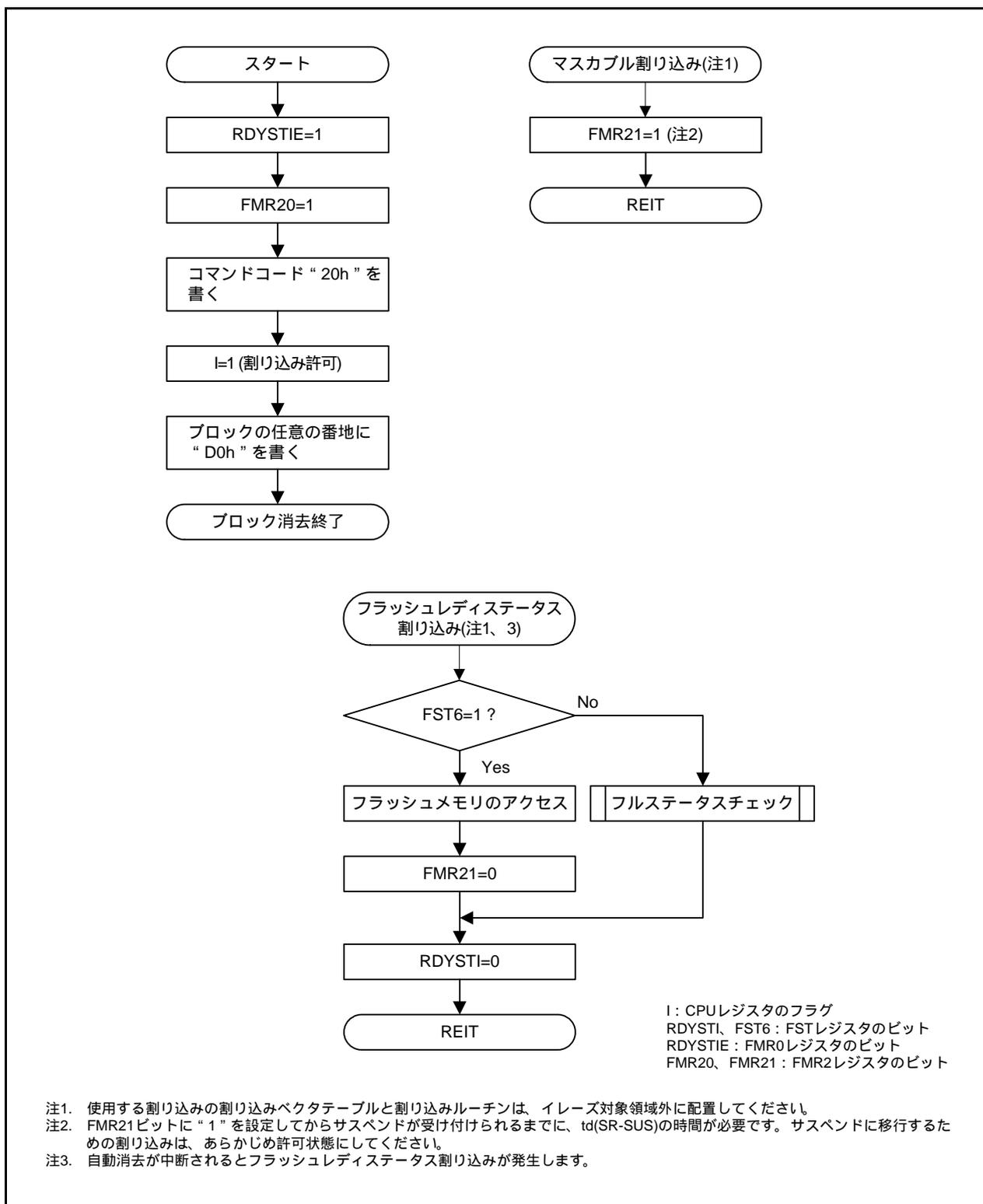


図 28.14 EW0モードのブロックイレーズフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み許可かつサスペンド許可)

注1. 使用する割り込みの割り込みベクタテーブルと割り込みルーチンは、イレーズ対象領域外に配置してください。
 注2. FMR21ビットに“1”を設定してからサスペンドが受け付けられるまでに、td(SR-SUS)の時間が必要です。サスペンドに移行するための割り込みは、あらかじめ許可状態にしてください。
 注3. 自動消去が中断されるとフラッシュレディステータス割り込みが発生します。

FMR22ビットを“1”(割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)にすると、自動消去中に、割り込み要求が発生したときに、自動的にFMR21ビットを“1”(サスペンドリクエスト)にします。EW1モードでユーザROM領域を書き換え中にサスペンドを使用するときに、“1”にしてください。

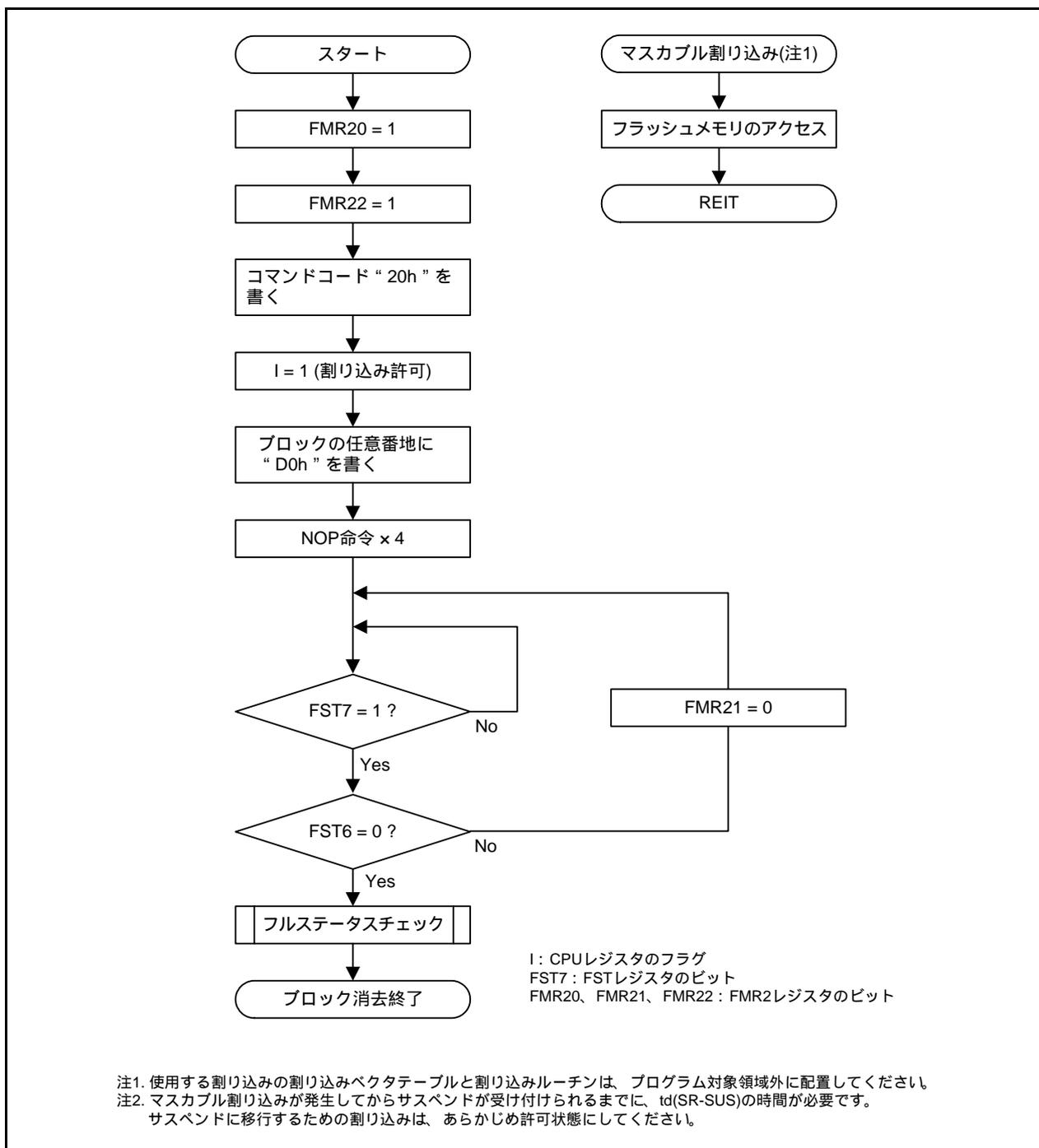


図 28.15 EW1モードのブロックイレーズフローチャート(フラッシュレディステータス割り込み禁止かつサスペンド許可)

28.4.10.5 ロックビットプログラム

プログラムROM領域内の任意のブロックのロックビットを“0”(ロック状態)にするコマンドです。

第1バスサイクルで“77h”、第2バスサイクルで“D0h”をブロックの先頭番地には書くと、指定されたブロックのロックビットに“0”が書かれます。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ブロックの先頭番地と同一番地にしてください。

図28.16にロックビットプログラムフローチャートを示します。ロックビットの状態(ロックビットデータ)は、リードロックビットステータスコマンドで読めます。

ロックビットの書き込みの終了は、FSTレジスタのFST7ビットで確認できます。

なお、ロックビットの機能、ロックビットを“1”(非ロック状態)にする方法については「28.4.9 データ保護機能」を参照してください。

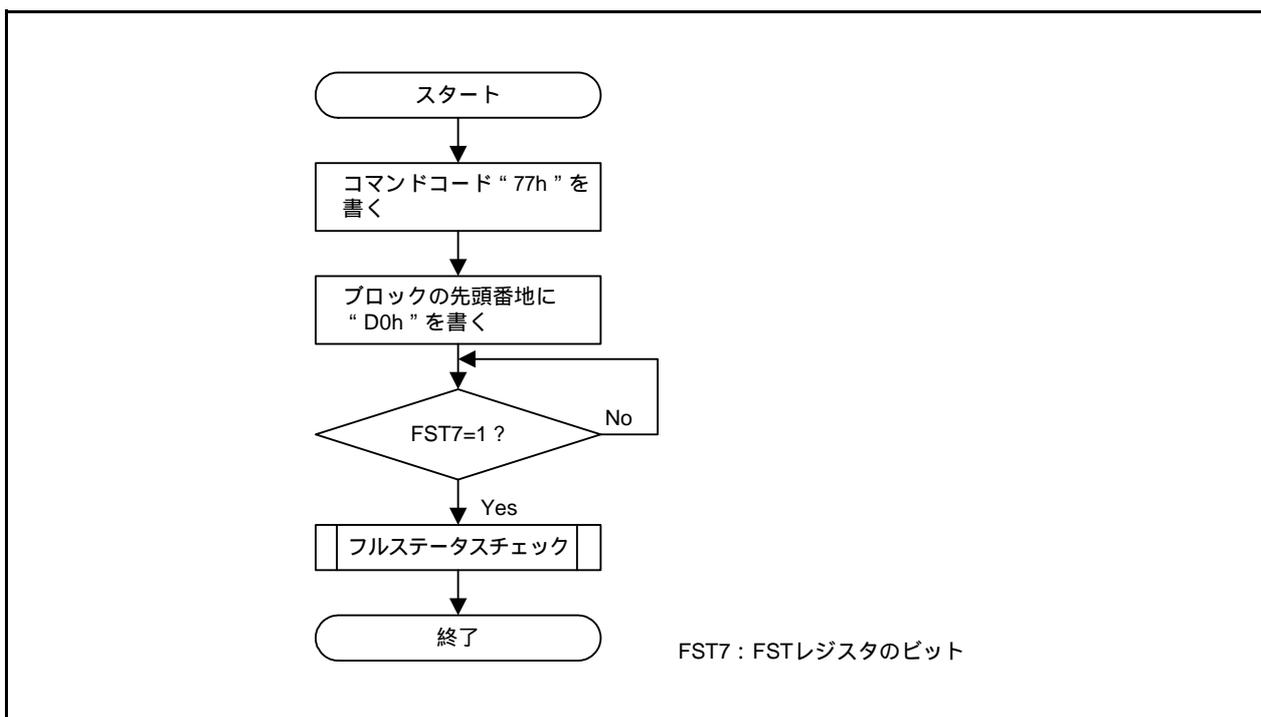


図 28.16 ロックビットプログラムフローチャート

28.4.10.6リードロックビットステータス

プログラムROM領域内の任意のブロックのロックビットの状態を読むコマンドです。

第1バスサイクルで“71h”、第2バスサイクルでブロックの先頭番地に“D0h”を書くと、指定されたブロックのロックビットの状態が、FSTレジスタのLBDATAビットに格納されます。FSTレジスタのFST7ビットが“1”（レディ）になった後、LBDATAビットを読んでください。

図28.17にリードロックビットステータスフローチャートを示します。

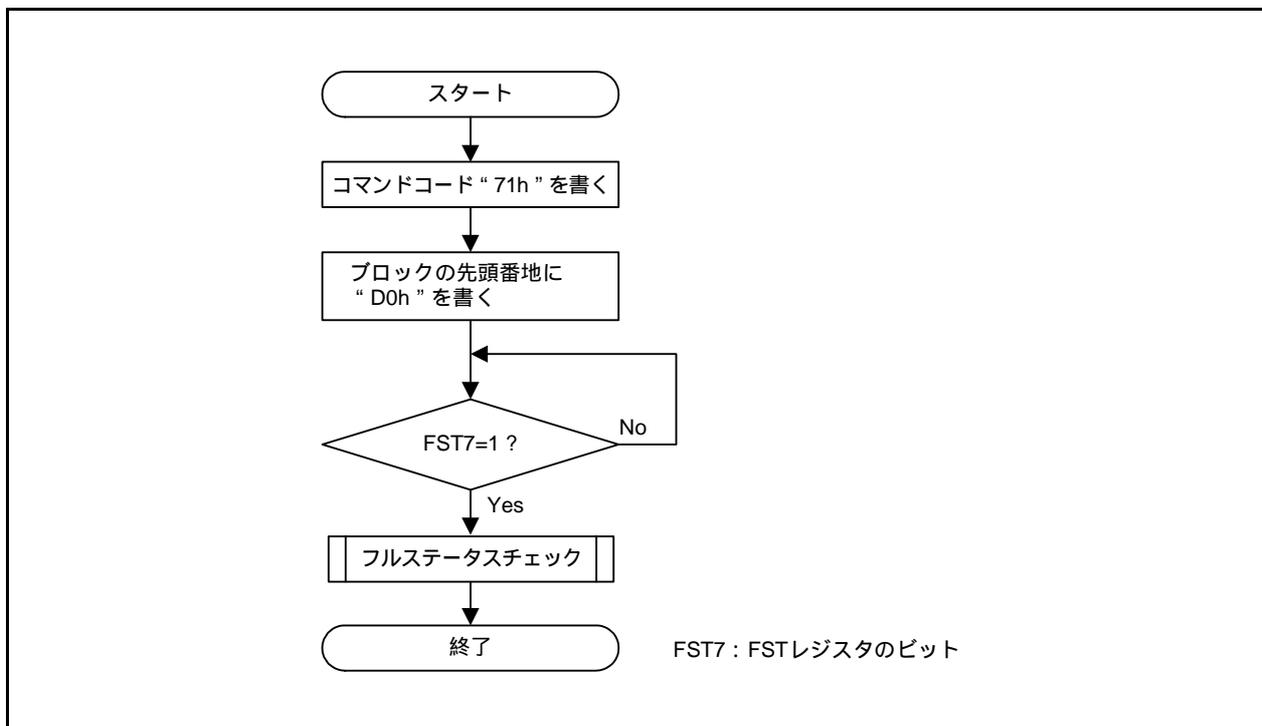


図 28.17 リードロックビットステータスフローチャート

28.4.10.7ブロックブランクチェック

任意のブロック内のすべての番地が、ブランクデータ“FFh”であることを確認するコマンドです。

第1バスサイクルで“25h”、第2バスサイクルでブロックの任意の番地に“D0h”を書くと、指定されたブロック内のブランクチェックを開始します。ブランクチェックの終了は、FSTレジスタのFST7ビットで確認できます。FST7ビットは、ブランクチェック期間中は“0”、終了後は“1”になります。

ブランクチェック終了後、FSTレジスタのFST5ビットで、ブランクチェックの結果を知ることができます。（「28.4.11 フルステータスチェック」参照）。なお、このコマンドはチェックしたいブロックが書き込みされていないことをチェックするためのものであり、イレーズの正常終了の確認にはフルステータスチェックを行ってください。

FST6ビットが“1”（イレーズサスペンド中）のときは、ブロックブランクチェックコマンドを実行しないでください。

図28.18にブロックブランクチェックフローチャートを示します。

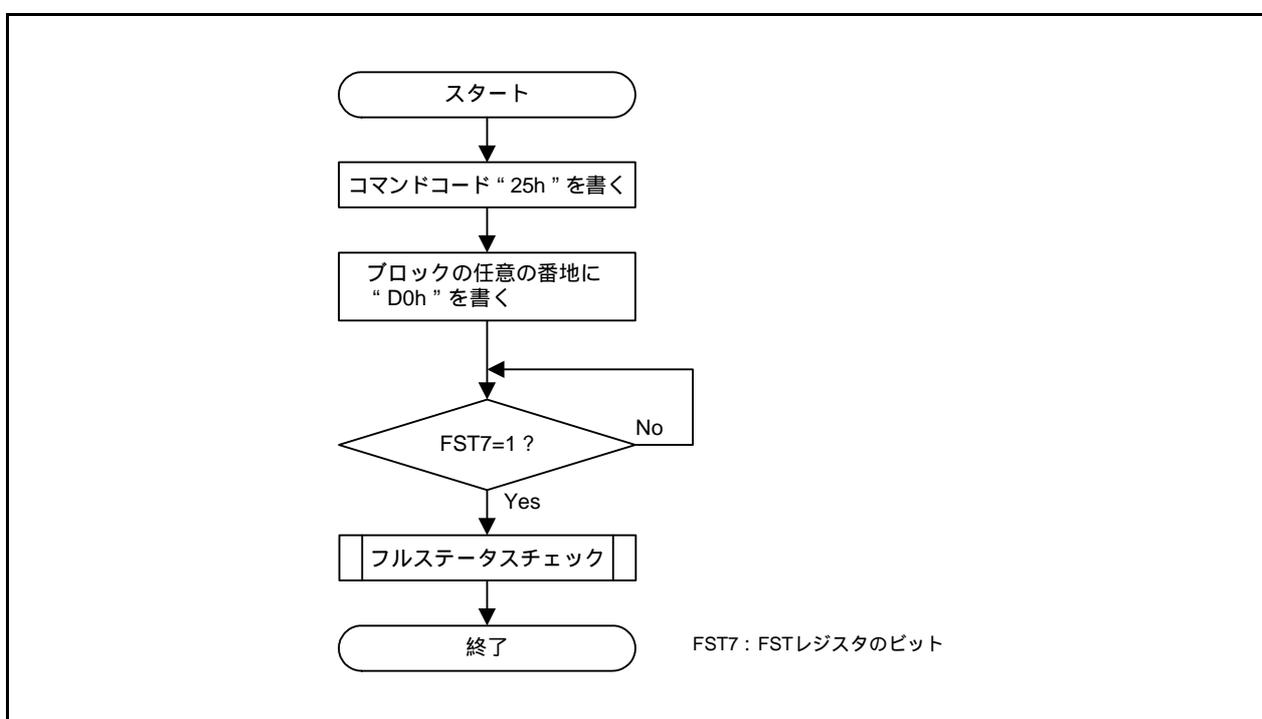


図 28.18 ブロックブランクチェックフローチャート

なお、本コマンドはライターメカ向けを想定したものであり、一般ユーザ向けのコマンドではありません。

28.4.11 フルステータスチェック

エラーが発生すると、FSTレジスタのFST4～FST5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 28.6 にエラーとFSTレジスタの状態を、図 28.19 に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を示します。

表 28.6 エラーとFSTレジスタの状態

FSTレジスタの状態		エラー	エラー発生条件
FST5	FST4		
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(“D0h”または“FFh”)以外のデータを書いたとき(注1) • イレーズサスペンド中のイレーズコマンドを実行 • プログラムサスペンド中のプログラムコマンドを実行もしくはイレーズコマンドを実行 • サスペンド中のブロックへのコマンドを実行
1	0	イレーズエラー	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ったとき
		ブランクチェックエラー	ブロックブランクチェックコマンドを実行し、ブランクデータ“FFh”以外のデータを読み出したとき
0	1	プログラムエラー	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ったとき
		ロックビットプログラムエラー	ロックビットコマンドを実行し、ロックビットが“0”(ロック状態)にならなかったとき

注1. これらのコマンドの第2バスサイクルで“FFh”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。

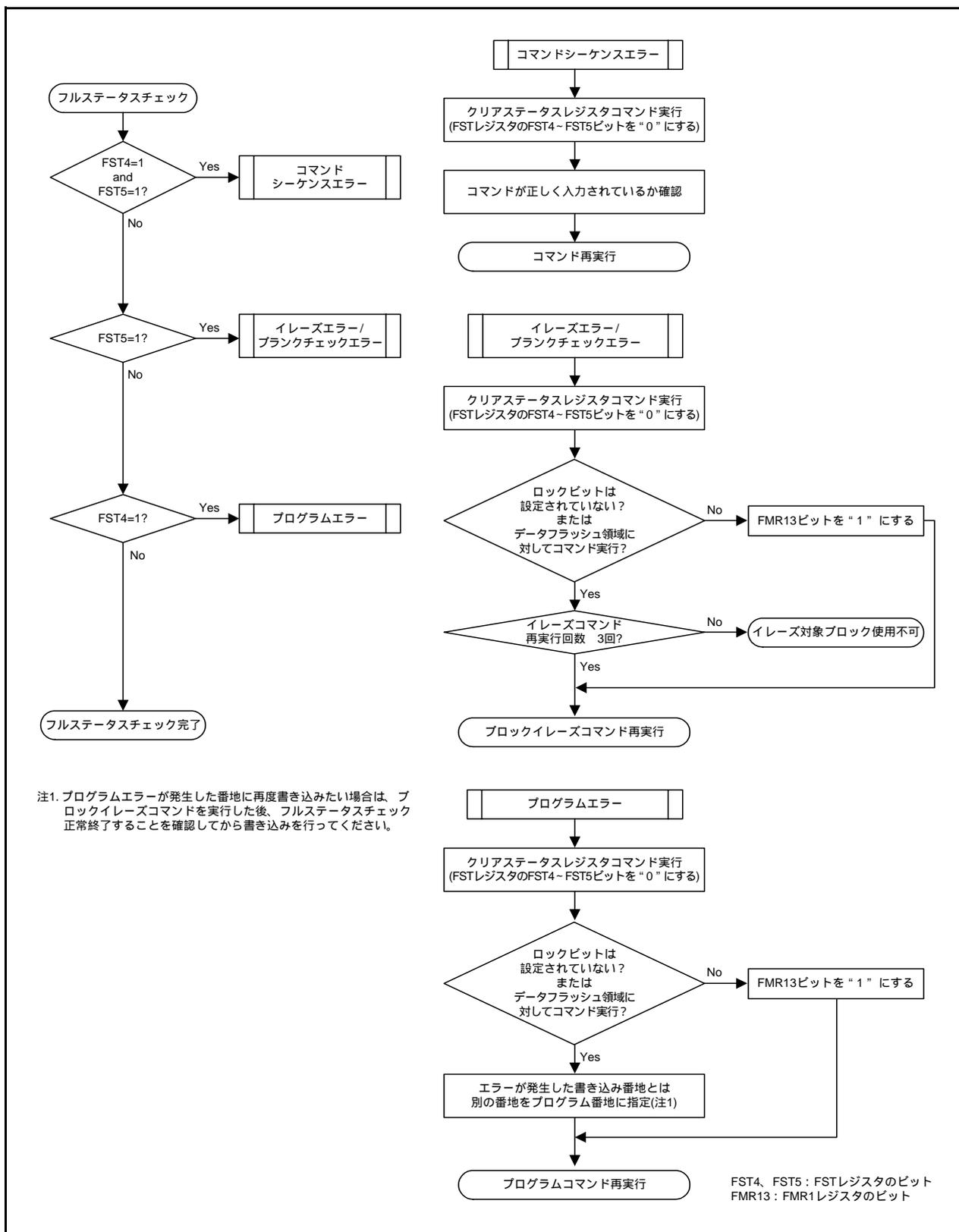


図 28.19 フルステータスチェックフローチャート、各エラー発生時の対処方法

28.5 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、本マイコンに対応したシリアルライタを使用して、マイコン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。

標準シリアル入出力モードには3つのモードがあります。

- 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を用いてシリアルライタと接続
- 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を用いてシリアルライタと接続
- 標準シリアル入出力モード3..... 特別なクロック非同期形シリアル I/O を用いてシリアルライタと接続

本マイコンは標準シリアル入出力モード2と標準シリアル入出力モード3を使用できます。

シリアルライタとの接続例は「付録2. シリアルライタとの接続例」を参照してください。シリアルライタについては、各メーカーにお問い合わせください。また、シリアルライタの操作方法については、シリアルライタのユーザズマニュアルを参照してください。

表 28.7に端子の機能説明(フラッシュメモリ標準シリアル入出力モード2)を、図 28.20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、表 28.8に端子の機能説明(フラッシュメモリ標準シリアル入出力モード3)を、図 28.21に標準シリアル入出力モード3を使用する場合の端子処理例を示します。

なお、表 28.8に示した端子処理を行い、ライタを使ってフラッシュメモリを書き換えた後、シングルチップモードでフラッシュメモリ上のプログラムを動作させる場合は、MODE端子に“H”を入力して、ハードウェアリセットしてください。

28.5.1 IDコードチェック機能

シリアル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。

IDコードチェック機能の詳細は、「13. IDコード領域」を参照してください。

表 28.7 端子の機能説明(フラッシュメモリ標準シリアル入出力モード2)

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、VSSには0Vを入力してください。
RESET	リセット入力	入力	リセット入力端子です。
P9_0/XIN	P9_0入力/クロック入力	入力	オンチップオシレータクロックで動作させる場合、発振回路を接続する必要はありません。ユーザシステムにおいて外付け発振子を接続する場合でも、動作に影響しません。
P9_1/XOUT	P9_1入力/クロック出力	入出力	
XCIN	クロック入力	入力	
XCOUT	クロック出力	入出力	
VREF	基準電圧	入力	“H”を入力してください。
MODE	MODE	入出力	“L”を入力してください。
P8_5	TXD出力	出力	シリアルデータの出力端子です。
P8_6	RXD入力	入力	シリアルデータの入力端子です。
その他の入出力ポート端子		入力	“H”を入力、“L”を出力、または開放してください。

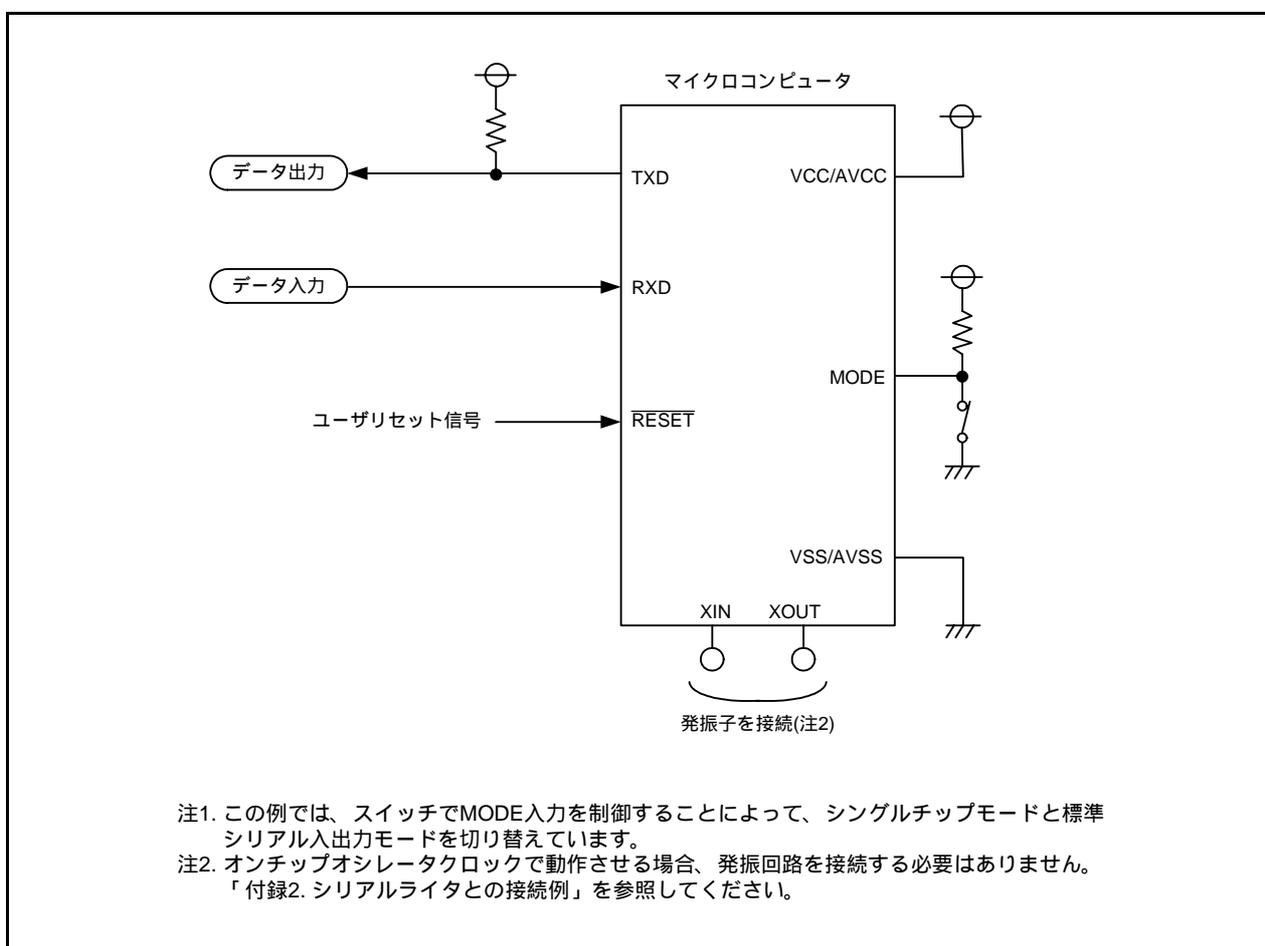


図 28.20 標準シリアル入出力モード2を使用する場合の端子処理例

表 28.8 端子の機能説明(フラッシュメモリ標準シリアル入出力モード3)

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、VSSには0Vを入力してください。
RESET	リセット入力	入力	リセット入力端子です。
P9_0/XIN	P9_0入力/クロック入力	入力	オンチップオシレータクロックで動作させる場合、発振回路を接続する必要はありません。ユーザシステムにおいて外付け発振子を接続する場合でも、動作に影響しません。
P9_1/XOUT	P9_1入力/クロック出力	入出力	
XCIN	クロック入力	入力	
XCOU	クロック出力	入出力	
VREF	基準電圧	入力	“H”を入力してください。
MODE	MODE	入出力	シリアルデータの入出力端子です。フラッシュライタに接続してください。
その他の入出力ポート端子		入力	“H”を入力、“L”を出力、または開放してください。

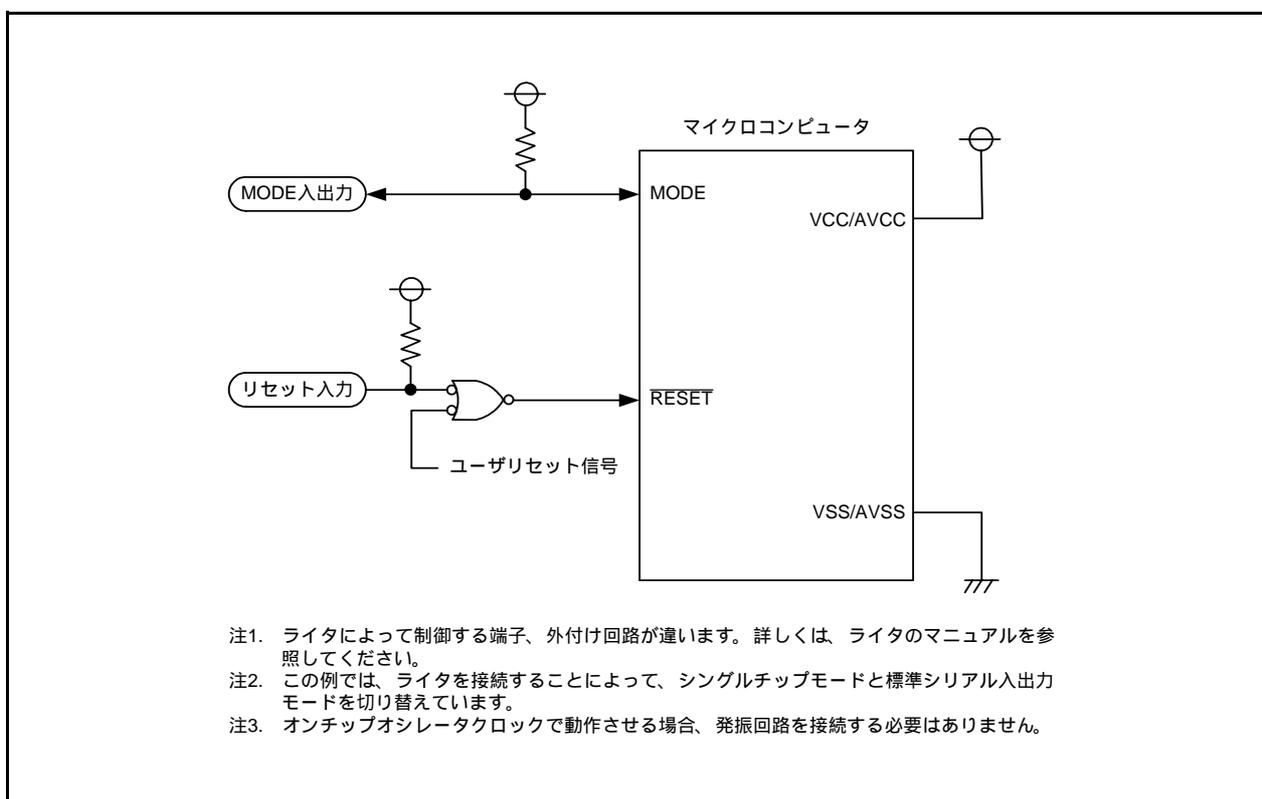


図 28.21 標準シリアル入出力モード3を使用する場合の端子処理例

28.6 パラレル入出力モード

パラレル入出力モードは内蔵フラッシュメモリに対する操作(リード、プログラム、イレーズなど)に必要なソフトウェアコマンド、アドレス、データをパラレルに入出力するモードです。

本マイコンに対応したパラレルライターを使用してください。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。

パラレル入出力モードでは、図 28.1 に示すユーザROM領域の書き換えができます。

28.6.1 ROMコードプロテクト機能

ROMコードプロテクトはフラッシュメモリの読み出し、書き換えを禁止する機能です(「28.3.2 ROMコードプロテクト機能」参照)。

28.7 フラッシュメモリ使用上の注意

28.7.1 CPU書き換えモード

28.7.1.1 使用禁止命令

EW0モードでプログラムROM領域を書き換え中は、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、BRK命令

28.7.1.2 割り込み

表28.9～表28.10にCPU書き換えモード時の割り込みを示します。

表28.9 CPU書き換えモード時の割り込み(1)

モード	イレース/ ライト対象	状態	マスカブル割り込み	
EW0	データ フラッシュ	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	割り込み要求を受け付けると、割り込み処理を実行します。FMR22ビットが“1” (割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)の場合は、自動でFMR21ビットが“1” (サスペンドリクエスト)になります。フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断します。 FMR22ビットが“0” (割り込み要求でサスペンドリクエスト禁止)でサスペンドが必要な場合は、割り込み処理内でFMR21ビットを“1”にしてください。フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断します。 自動消去中断中は自動消去実行ブロック以外の読み出し、書き込みができません。 自動書き込み中断中は自動書き込み実行ブロック以外のブロックの読み出しができません。 FMR21ビットを“0” (リスタート)にすることで、自動消去もしくは自動書き込みを再開することができます。	
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)	自動消去、自動書き込みは実行したまま、割り込み処理を実行します。	
	プログラム ROM	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	割り込み要求を受け付けると、割り込み処理を実行します。FMR22ビットが“1” (割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)の場合は、自動でFMR21ビットが“1” (サスペンドリクエスト)になります。フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断します。 FMR22ビットが“0” (割り込み要求でサスペンドリクエスト禁止)でサスペンドが必要な場合は、割り込み処理内でFMR21ビットを“1”にしてください。フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断します。 自動消去中断中は自動消去実行ブロック以外の読み出し、書き込みができません。 自動書き込み中断中は自動書き込み実行ブロック以外のブロックの読み出しができません。 FMR21ビットを“0” (リスタート)にすることで、自動消去もしくは自動書き込みを再開することができます。	
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)	自動消去、自動書き込みは実行したまま、割り込み処理を実行します。	
	EW1	データ フラッシュ	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	FMR22ビットが“1” (割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)の場合は、割り込み要求を受け付けると自動でFMR21ビットが“1” (サスペンドリクエスト)になり、フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断し、割り込み処理を実行します。 自動消去中断中は自動消去実行ブロック以外の読み出し、書き込みができません。 自動書き込み中断中は自動書き込み実行ブロック以外のブロックの読み出しができません。 FMR21ビットを“0” (リスタート)にすることで、自動消去もしくは自動書き込みを再開することができます。 また、FMR22ビットが“0” (割り込み要求でサスペンドリクエスト禁止)の場合は自動消去、自動書き込みが優先され、割り込み要求が待たされます。 自動消去、自動書き込みが終了した後、割り込み処理を実行します。
			自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)	自動消去、自動書き込みが優先され、割り込み要求が待たされます。 自動消去、自動書き込みが終了した後、割り込み処理を実行します。
プログラム ROM		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	FMR22ビットが“1” (割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)の場合は、割り込み要求を受け付けると自動でFMR21ビットが“1” (サスペンドリクエスト)になり、フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断し、割り込み処理を実行します。 自動消去中断中は自動消去実行ブロック以外の読み出し、書き込みができません。 自動書き込み中断中は自動書き込み実行ブロック以外のブロックの読み出しができません。 FMR21ビットを“0” (リスタート)にすることで、自動消去もしくは自動書き込みを再開することができます。 また、FMR22ビットが“0” (割り込み要求でサスペンドリクエスト禁止)の場合は自動消去、自動書き込みが優先され、割り込み要求が待たされます。 自動消去、自動書き込みが終了した後、割り込み処理を実行します。	
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)	自動消去、自動書き込みが優先され、割り込み要求が待たされます。 自動消去、自動書き込みが終了した後、割り込み処理を実行します。	

FMR21、FMR22 : FMR2レジスタのビット

表28.10 CPU書き換えモード時の割り込み(2)

モード	イレーズ/ ライト対象	状態	・ウォッチドックタイマ ・発振停止検出 ・電圧監視2 ・電圧監視1 (注1)	・未定義命令 ・INTO命令 ・BRK命令 ・シングルステップ (注1)
EW0	データ フラッシュ	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	割り込み要求を受け付けると、すぐに自動消去または自動書き込みは強制停止し、フラッシュメモリをリセットします。一定時間後にフラッシュメモリが再起動した後、割り込み処理を開始します。 自動消去中のブロックまたは自動書き込み中のアドレスは強制停止されるために正常値が読み出せなくなる場合がありますので、フラッシュメモリが再起動した後、再度自動消去を実行し、正常終了することを確認して下さい。ウォッチドックタイマはコマンド動作中も停止しないため、割り込み要求が発生する可能性があります。サスペンド機能を使用して、定期的にウォッチドックタイマを初期化してください。	自動消去、自動書き込み中は使用しないでください。
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)		
	プログラム ROM	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)		
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)		
EW1	データ フラッシュ	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	割り込み要求を受け付けると、すぐに自動消去または自動書き込みは強制停止し、フラッシュメモリをリセットします。一定時間後にフラッシュメモリが再起動した後、割り込み処理を開始します。 自動消去中のブロックまたは自動書き込み中のアドレスは強制停止されるために正常値が読み出せなくなる場合がありますので、フラッシュメモリが再起動した後、再度自動消去を実行し、正常終了することを確認して下さい。ウォッチドックタイマはコマンド動作中も停止しないため、割り込み要求が発生する可能性があります。サスペンド機能を使用して、定期的にウォッチドックタイマを初期化してください。	自動消去、自動書き込み中は使用できません。
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)		
	プログラム ROM	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)		
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)		

FMR21、FMR22 : FMR2レジスタのビット

注1. ブロック0には固定ベクタが配置されているので、ブロック0を自動消去中はノンマスカブル割り込みを使用しないでください。

28.7.1.3 アクセス方法

次のビットを“1”にするときは、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。また、“0”を書いた後、“1”を書くまでの間は、割り込みを禁止にしてください。

- FMR0レジスタのFMR01、FMR02ビット
- FMR1レジスタのFMR13ビット
- FMR2レジスタのFMR20、FMR22、FMR27ビット

また、次のビットを“0”にするときは、対象となるビットに“1”を書いた後、続けて“0”を書いてください。また、“1”を書いた後、“0”を書くまでの間は、割り込みを禁止にしてください。

- FMR1レジスタのFMR14、FMR15ビット

28.7.1.4 ユーザROM領域の書き換え

EW0モードを使用し、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。このブロックの書き換えは、標準シリアル入出力モードを使用してください。

28.7.1.5 プログラム

既にプログラムされた番地に対する追加書き込みはしないでください。

28.7.1.6 ストップモード、ウェイトモードへの移行

イレーズサスペンド中に、ストップモード、ウェイトモードに移行しないでください。

FSTレジスタのFST7ビットが“0”(ビジー(書き込み、消去実行中))の場合、ストップモード、ウェイトモードに移行しないでください。

FMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)の状態、ストップモード、ウェイトモードへ移行しないでください。

28.7.1.7 フラッシュメモリのプログラム電圧、イレーズ電圧

プログラムROMのプログラム、イレーズを実行する場合は、電源電圧VCC = 1.8 ~ 5.5 Vの条件で行ってください。1.8 V未満では、プログラム、イレーズを実行しないでください。

28.7.1.8 ブロックブランクチェック

イレーズサスペンド中にブロックブランクチェックコマンドを実行しないでください。

28.7.1.9 低消費電流リードモード

低速クロックモード、低速オンチップオシレータモードのときに、FMR2レジスタのFMR27ビットを“1”(低消費電流リードモード許可)にすると、フラッシュメモリ読み出し時の消費電流を低減できます。

CPUクロックが次のいずれかのとき、低消費電流リードモードを使用できます。

- CPUクロックが低速オンチップオシレータクロックの4分周、8分周または16分周
- CPUクロックがXCINクロックの1分周(分周なし)、2分周、4分周または8分周

ただし、選択したCPUクロックの周波数が3kHz以下のときは、低消費電流リードモードを使用しないでください。

CPUクロック分周比を設定した後、FMR27ビットを“1”(低消費電流リードモード許可)にしてください。消費電力を低減する方法は、「10.8 消費電力の低減」を参照してください。

ウェイトモードまたはストップモードへ移行するときは、FMR27ビットを“0”(低消費電流リードモード禁止)にした後、移行してください。FMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)の状態、ウェイトモードまたはストップモードへ移行しないでください。

29. 電気的特性

29.1 絶対最大定格

表29.1 絶対最大定格

記号	項目		測定条件	定格値	単位
V _{cc} /AV _{cc}	電源電圧			- 0.3 ~ 6.5	V
V _i	入力電圧	XIN	XIN-XOUT発振時 (発振バッファ ON時)(注1)	- 0.3 ~ 1.9	V
		XIN	XIN-XOUT発振停止時 (発振バッファ OFF時)(注1)	- 0.3 ~ V _{cc} + 0.3	V
		P5_4/VL1		- 0.3 ~ VL2(注2)	V
		P5_5/VL2		VL1 ~ VL3	V
		P5_6/VL3		VL2 ~ 6.5	V
		その他の端子		- 0.3 ~ V _{cc} + 0.3	V
V _o	出力電圧	XOUT	XIN-XOUT発振時 (発振バッファ ON時)(注1)	- 0.3 ~ 1.9	V
		XOUT	XIN-XOUT発振停止時 (発振バッファ OFF時)(注1)	- 0.3 ~ V _{cc} + 0.3	V
		COM0 ~ COM3		- 0.3 ~ VL3	V
		SEG0 ~ SEG26		- 0.3 ~ VL3	V
		その他の端子		- 0.3 ~ V _{cc} + 0.3	V
P _d	消費電力		- 40 Topr 85	500	mW
T _{opr}	動作周囲温度			- 20 ~ 85(Nバージョン)/ - 40 ~ 85(Dバージョン)	
T _{stg}	保存温度			- 65 ~ 150	

注1. 各動作のためのレジスタ設定は「7. I/Oポート」、「9. クロック発生回路」を参照してください。

注2. ただし、VL1はVCC以下の電圧にしてください。

29.2 推奨動作条件

表29.2 推奨動作条件
(指定のない場合は、 $V_{cc} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目		測定条件	規格値			単位		
				最小	標準	最大			
V_{cc}/AV_{cc}	電源電圧			1.8	—	5.5	V		
V_{ss}/AV_{ss}	電源電圧			—	0	—	V		
V_{IH}	“H”入力電圧	CMOS入力以外		4.0 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	0.8 V_{cc}	—	V_{cc}	V	
				2.7 V $V_{cc} < 4.0\text{ V}$	0.8 V_{cc}	—	V_{cc}	V	
				1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	0.9 V_{cc}	—	V_{cc}	V	
		CMOS入力	入力レベル切り替え機能 (I/Oポート)	入力レベル選択: 0.35 V_{cc}	4.0 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	0.5 V_{cc}	—	V_{cc}	V
					2.7 V $V_{cc} < 4.0\text{ V}$	0.55 V_{cc}	—	V_{cc}	V
					1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	0.65 V_{cc}	—	V_{cc}	V
			入力レベル選択: 0.5 V_{cc}	4.0 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	0.65 V_{cc}	—	V_{cc}	V	
				2.7 V $V_{cc} < 4.0\text{ V}$	0.7 V_{cc}	—	V_{cc}	V	
				1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	0.8 V_{cc}	—	V_{cc}	V	
			入力レベル選択: 0.7 V_{cc}	4.0 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	0.85 V_{cc}	—	V_{cc}	V	
				2.7 V $V_{cc} < 4.0\text{ V}$	0.85 V_{cc}	—	V_{cc}	V	
				1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	0.85 V_{cc}	—	V_{cc}	V	
V_{IL}	“L”入力電圧	CMOS入力以外		4.0 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	0	—	0.2 V_{cc}	V	
				2.7 V $V_{cc} < 4.0\text{ V}$	0	—	0.2 V_{cc}	V	
				1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	0	—	0.05 V_{cc}	V	
		CMOS入力	入力レベル切り替え機能 (I/Oポート)	入力レベル選択: 0.35 V_{cc}	4.0 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	0	—	0.2 V_{cc}	V
					2.7 V $V_{cc} < 4.0\text{ V}$	0	—	0.2 V_{cc}	V
					1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	0	—	0.2 V_{cc}	V
			入力レベル選択: 0.5 V_{cc}	4.0 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	0	—	0.4 V_{cc}	V	
				2.7 V $V_{cc} < 4.0\text{ V}$	0	—	0.3 V_{cc}	V	
				1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	0	—	0.2 V_{cc}	V	
			入力レベル選択: 0.7 V_{cc}	4.0 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	0	—	0.55 V_{cc}	V	
				2.7 V $V_{cc} < 4.0\text{ V}$	0	—	0.45 V_{cc}	V	
				1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	0	—	0.35 V_{cc}	V	
$I_{OH}(\text{sum})$	“H”尖頭総出力電流	全端子の $I_{OH}(\text{peak})$ の総和		—	—	-160	mA		
$I_{OH}(\text{sum})$	“H”平均総出力電流	全端子の $I_{OH}(\text{avg})$ の総和		—	—	-80	mA		
$I_{OH}(\text{peak})$	“H”尖頭出力電流	ポートP8 (注2)		—	—	-40	mA		
		その他の端子		—	—	-10	mA		
$I_{OH}(\text{avg})$	“H”平均出力電流(注1)	ポートP8 (注2)		—	—	-20	mA		
		その他の端子		—	—	-5	mA		
$I_{OL}(\text{sum})$	“L”尖頭総出力電流	全端子の $I_{OL}(\text{peak})$ の総和		—	—	160	mA		
$I_{OL}(\text{sum})$	“L”平均総出力電流	全端子の $I_{OL}(\text{avg})$ の総和		—	—	80	mA		
$I_{OL}(\text{peak})$	“L”尖頭出力電流	ポートP8 (注2)		—	—	40	mA		
		その他の端子		—	—	10	mA		
$I_{OL}(\text{avg})$	“L”平均出力電流(注1)	ポートP8 (注2)		—	—	20	mA		
		その他の端子		—	—	5	mA		
$f(XIN)$	XINクロック入力発振周波数		2.7 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	2	—	20	MHz		
			1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	2	—	8	MHz		
$f(XCIN)$	XCIN発振周波数		1.8 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	—	32.768	—	kHz		
	XCIN外部クロック入力周波数		1.8 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	—	—	50	kHz		
$f(OCO20M)$	タイマRCのカウントソース(注3)		2.7 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	18.432	—	20	MHz		
$f(OCO-F)$	$f(OCO-F)$ 周波数		2.7 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	—	—	20	MHz		
			1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	—	—	8	MHz		
—	システムクロック周波数		2.7 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	—	—	20	MHz		
			1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	—	—	8	MHz		
$f(BCLK)$	CPUクロック周波数		2.7 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	0	—	20	MHz		
			1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	0	—	8	MHz		

注1. 平均出力電流は100msの期間内での平均値です。

注2. P8DRRレジスタで出力トランジスタの駆動能力をHighにした場合です。駆動能力をLowにした場合は、その他の端子の値になります。

注3. $f(OCO20M)$ は $V_{cc} = 2.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ の範囲で、タイマRCのカウントソースとして使用することができます。

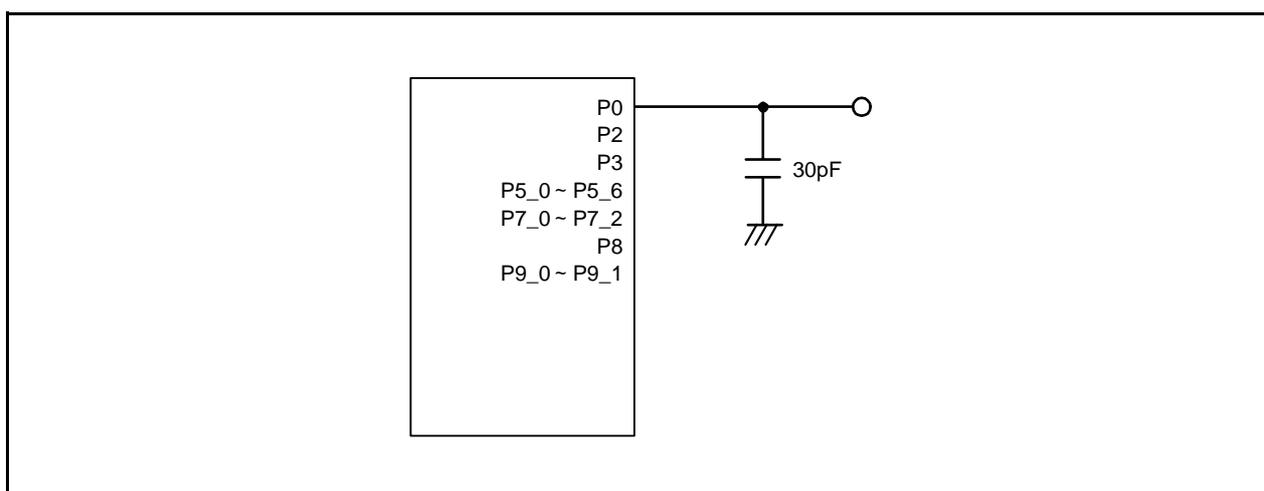


図29.1 ポートP0、P2、P3、P5_0 ~ P5_6、P7_0 ~ P7_2、P8、P9_0 ~ P9_1のタイミング測定回路

29.3 周辺機能の特性

表29.3 A/Dコンバータの特性

(指定のない場合は、 $V_{CC}/AV_{CC} = V_{REF} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $V_{SS} = 0\text{ V}$ 、 $T_{OPR} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/
 $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目		測定条件	規格値			単位
				最小	標準	最大	
—	分解能		$V_{REF} = AV_{CC}$	—	—	10	Bit
—	絶対精度(注2)	10ビットモード	$V_{REF} = AV_{CC} = 5.0\text{ V}$ AN0 ~ AN6入力	—	—	± 3	LSB
			$V_{REF} = AV_{CC} = 2.2\text{ V}$ AN0 ~ AN6入力	—	—	± 5	LSB
			$V_{REF} = AV_{CC} = 1.8\text{ V}$ AN0 ~ AN6入力	—	—	± 5	LSB
	8ビットモード	$V_{REF} = AV_{CC} = 5.0\text{ V}$ AN0 ~ AN6入力	—	—	± 2	LSB	
		$V_{REF} = AV_{CC} = 2.2\text{ V}$ AN0 ~ AN6入力	—	—	± 2	LSB	
		$V_{REF} = AV_{CC} = 1.8\text{ V}$ AN0 ~ AN6入力	—	—	± 2	LSB	
AD	A/D変換クロック		4.0 V $V_{REF} = AV_{CC}$ 5.5 V(注1)	1	—	20	MHz
			3.2 V $V_{REF} = AV_{CC}$ 5.5 V(注1)	1	—	16	MHz
			2.7 V $V_{REF} = AV_{CC}$ 5.5 V(注1)	1	—	10	MHz
			1.8 V $V_{REF} = AV_{CC}$ 5.5 V(注1)	1	—	8	MHz
—	許容信号源インピーダンス			—	3	—	k
tCONV	変換時間	10ビットモード	$V_{REF} = AV_{CC} = 5.0\text{ V}$ 、AD = 20MHz	2.2	—	—	μs
		8ビットモード	$V_{REF} = AV_{CC} = 5.0\text{ V}$ 、AD = 20MHz	2.2	—	—	μs
tSAMP	サンプリング時間		AD = 20MHz	0.8	—	—	μs
I _{REF}	V _{REF} 電流		$V_{CC} = 5\text{ V}$ 、XIN = f1 = AD = 20MHz	—	45	—	μA
V _{REF}	基準電圧			1.8	—	AV _{CC}	V
V _{IA}	アナログ入力電圧(注3)			0	—	V _{REF}	V
OCVREF	チップ内蔵基準電圧		2MHz AD 4MHz	1.53	1.70	1.87	V

注1. ウェイトモード時、ストップモード時、パワーオフモード時、フラッシュメモリの停止時、および低消費電流リードモード時では、A/D変換結果が不定になります。(これらの状態のときのA/D変換処理、およびA/D変換中のこれらの状態への遷移はしないでください。)

注2. 周辺機能停止時。

注3. アナログ入力電圧が基準電圧を超えた場合、A/D変換結果は10ビットモードでは3FFh、8ビットモードではFFhになります。

表29.4 温度センサの特性

(指定のない場合は、 $V_{SS} = 0\text{ V}$ 、 $T_{OPR} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
V _{TMP}	温度センサ出力電圧	1.8 V $V_{REF} = AV_{CC}$ 5.5 V AD = 1.0MHz ~ 5.0MHz 周囲温度 = 25	550	600	650	mV
—	温度係数	1.8 V $V_{REF} = AV_{CC}$ 5.5 V AD = 1.0MHz ~ 5.0MHz 周囲温度 = 25	—	-2.1	—	mV/
—	スタートアップ時間	1.8 V $V_{REF} = AV_{CC}$ 5.5 V AD = 1.0MHz ~ 5.0MHz	—	—	200	μs
I _{TMP}	動作電流	1.8 V $V_{REF} = AV_{CC}$ 5.5 V AD = 1.0MHz ~ 5.0MHz	—	100	—	μA

表29.5 ゲインアンプの特性

(指定のない場合は、 $V_{SS} = 0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
V _{GAIN}	ゲインアンプ動作範囲		0.4	—	$V_{CC} - 1.0$	V
φ _{AD}	A/D変換クロック		1	—	5	MHz

表29.6 コンパレータBの特性

(指定のない場合は、 $V_{CC} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
V _{ref}	IVREF1、IVREF3入力基準電圧		0	—	$V_{CC} - 1.4$	V
V _I	IVCMP1、IVCMP3入力電圧		-0.3	—	$V_{CC} + 0.3$	V
—	オフセット		—	5	100	mV
t _d	コンパレータ出力遅延時間(注1)	$V_I = V_{ref} \pm 100\text{ mV}$	—	—	1	μs
I _{CMP}	コンパレータ動作電流	$V_{CC} = 5.0\text{ V}$	—	12	—	μA

注1. デジタルフィルタ無効時。

表29.7 フラッシュメモリ(プログラムROM)の特性
(指定のない場合は、Vcc = 1.8 V ~ 5.5 V、Topr = 0 ~ 60)

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
—	プログラム、イレーズ回数(注1)		10,000(注2)	—	—	回
—	バイトプログラム時間		—	80	—	μs
—	ブロックイレーズ時間		—	0.12	—	s
t _d (SR-SUS)	サスペンドへの遷移時間		—	—	0.25 + CPUクロック × 3サイクル	ms
—	サスペンドからイレーズの再開までの時間		—	—	30 + CPUクロック × 1サイクル	μs
t _d (CMDRST-READY)	コマンド強制停止実行から読み出し可能になるまでの時間		—	—	30 + CPUクロック × 1サイクル	μs
—	書き込み、消去電圧		1.8	—	5.5	V
—	読み出し電圧		1.8	—	5.5	V
—	書き込み、消去時の温度		0	—	60	
—	データ保持時間(注6)	周囲温度 = 85	10	—	—	年

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 = 1,000)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、1K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バイト書き込みを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しないでください(上書き禁止)。

注2. プログラム/イレーズ後のすべての電気的特性を保証する回数です。(保証は1 ~ “最小” 値の範囲です。)

注3. 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、書き込み番地を順にずらしていくなどして、バ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16バイト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。ブロックごと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します。

注4. 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5. 不良率につきましては、ルネサスエレクトロニクス、ルネサスエレクトロニクス販売または特约店にお問い合わせください。

注6. 電源電圧またはクロックが印加されていない時間を含みます。

表29.8 フラッシュメモリ(データフラッシュ ブロックA~ブロックB)の特性
(指定のない場合は、Vcc = 1.8 V ~ 5.5 V、Topr = - 20 ~ 85 (Nバージョン)/ - 40 ~ 85 (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
—	プログラム、イレーズ回数(注1)		10,000(注2)	—	—	回
—	バイトプログラム時間 (プログラム/イレーズ回数 10,000回)		—	150	—	μs
—	ブロックイレーズ時間 (プログラム/イレーズ回数 10,000回)		—	0.05	1	s
td(SR-SUS)	サスペンドへの遷移時間		—	—	0.25 + CPUクロック × 3サイクル	ms
—	サスペンドからイレーズの再開までの 時間		—	—	30 + CPUクロック × 1サイクル	μs
td(CMDRST-READY)	コマンド強制停止実行から読み出し 可能になるまでの時間		—	—	30 + CPUクロック × 1サイクル	μs
—	書き込み、消去電圧		1.8	—	5.5	V
—	読み出し電圧		1.8	—	5.5	V
—	書き込み、消去時の温度		- 20(注6)	—	85	
—	データ保持時間(注7)	周囲温度 = 85	10	—	—	年

- 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 = 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、1K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バイト書き込みを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しないでください(上書き禁止)。
- 注2. プログラム/イレーズ後のすべての電気的特性を保証する回数です。(保証は1 ~ “最小”値の範囲です。)
- 注3. 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、書き込み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16バイト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、さら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、ブロックごと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します。
- 注4. 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5. 不良率につきましては、ルネサスエレクトロニクス、ルネサスエレクトロニクス販売または特約店にお問い合わせください。
- 注6. Dバージョンは - 40。
- 注7. 電源電圧またはクロックが印加されていない時間を含みます。

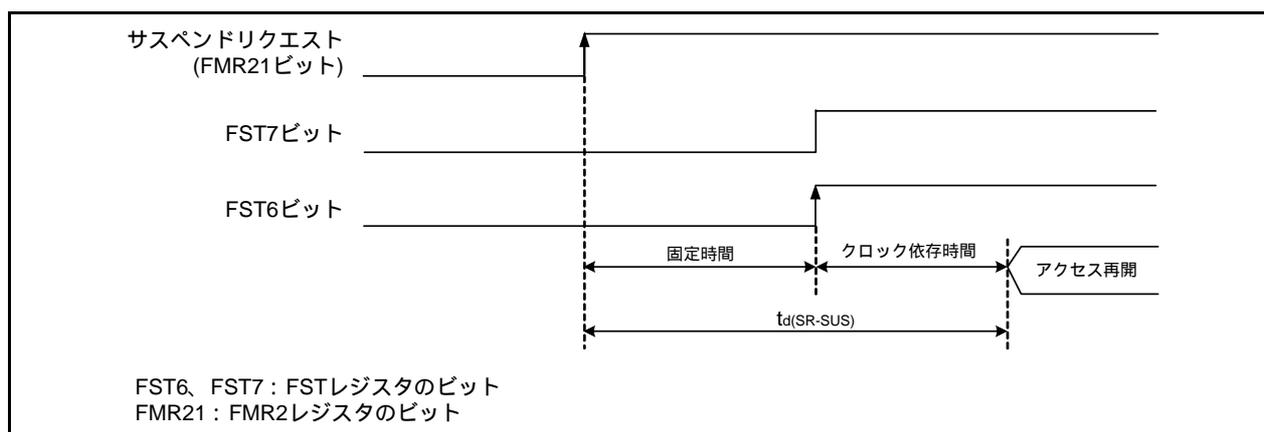


図29.2 サスペンドへの遷移時間

表29.9 電圧検出0回路の特性

(指定のない場合は、Vcc = 1.8 V ~ 5.5 V、Topr = - 20 ~ 85 (Nバージョン)/ - 40 ~ 85 (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位		
			最小	標準	最大			
Vdet0	電圧検出レベルVdet0_0(注1)		1.8	1.90	2.05	V		
	電圧検出レベルVdet0_1(注1)		2.15	2.35	2.50	V		
	電圧検出レベルVdet0_2(注1)		2.70	2.85	3.05	V		
	電圧検出レベルVdet0_3(注1)		3.55	3.80	4.05	V		
—	電圧検出0回路反応時間(注3)	動作時	Vcc = 5 V (Vdet0_0 - 0.1) V に下げたとき		—	50	500	μs
		ストップモード時	Vcc = 5 V (Vdet0_0 - 0.1) V に下げたとき		—	100	500	μs
—	電圧検出回路の自己消費電流	VCA25 = 1、Vcc = 5.0 V		—	1.5	—	μA	
td(E-A)	電圧検出回路動作開始までの待ち時間(注2)		—	—	100	μs		

注1. 電圧検出レベルはOFSレジスタのVDSEL0 ~ VDSEL1ビットで選択してください。

注2. VCA2レジスタのVCA25ビットを“0”にした後、再度“1”にした場合の、電圧検出回路が動作するまでに必要な時間です。

注3. Vdet0を通過した時点から、電圧監視0リセットが発生するまでの時間です。

表29.10 電圧検出1回路の特性

(指定のない場合は、Vcc = 1.8 V ~ 5.5 V、Topr = - 20 ~ 85 (Nバージョン)/ - 40 ~ 85 (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位		
			最小	標準	最大			
Vdet1	電圧検出レベルVdet1_0(注1)	Vcc立ち下がり時	2.00	2.20	2.40	V		
	電圧検出レベルVdet1_1(注1)	Vcc立ち下がり時	2.15	2.35	2.55	V		
	電圧検出レベルVdet1_2(注1)	Vcc立ち下がり時	2.30	2.50	2.70	V		
	電圧検出レベルVdet1_3(注1)	Vcc立ち下がり時	2.45	2.65	2.85	V		
	電圧検出レベルVdet1_4(注1)	Vcc立ち下がり時	2.60	2.80	3.00	V		
	電圧検出レベルVdet1_5(注1)	Vcc立ち下がり時	2.75	2.95	3.15	V		
	電圧検出レベルVdet1_6(注1)	Vcc立ち下がり時	2.85	3.10	3.40	V		
	電圧検出レベルVdet1_7(注1)	Vcc立ち下がり時	3.00	3.25	3.55	V		
	電圧検出レベルVdet1_8(注1)	Vcc立ち下がり時	3.15	3.40	3.70	V		
	電圧検出レベルVdet1_9(注1)	Vcc立ち下がり時	3.30	3.55	3.85	V		
	電圧検出レベルVdet1_A(注1)	Vcc立ち下がり時	3.45	3.70	4.00	V		
	電圧検出レベルVdet1_B(注1)	Vcc立ち下がり時	3.60	3.85	4.15	V		
	電圧検出レベルVdet1_C(注1)	Vcc立ち下がり時	3.75	4.00	4.30	V		
	電圧検出レベルVdet1_D(注1)	Vcc立ち下がり時	3.90	4.15	4.45	V		
	電圧検出レベルVdet1_E(注1)	Vcc立ち下がり時	4.05	4.30	4.60	V		
	電圧検出レベルVdet1_F(注1)	Vcc立ち下がり時	4.20	4.45	4.75	V		
	—	電圧検出1回路のVcc立ち上がり時のヒステリシス幅	Vdet1_0 ~ Vdet1_5選択時	—	0.07	—	V	
Vdet1_6 ~ Vdet1_F選択時			—	0.10	—	V		
—	電圧検出1回路反応時間(注2)	動作時	Vcc = 5 V (Vdet1_0 - 0.1) V に下げたとき		—	60	150	μs
		ストップモード時	Vcc = 5 V (Vdet1_0 - 0.1) V に下げたとき		—	250	500	μs
—	電圧検出回路の自己消費電流	VCA26 = 1、Vcc = 5.0 V		—	1.7	—	μA	
td(E-A)	電圧検出回路動作開始までの待ち時間(注3)		—	—	100	μs		

注1. 電圧検出レベルはVD1LSレジスタのVD1S0 ~ VD1S3ビットで選択してください。

注2. Vdet1を通過した時点から、電圧監視1割り込み要求が発生するまでの時間です。

注3. VCA2レジスタのVCA26ビットを“0”にした後、再度“1”にした場合の、電圧検出回路が動作するまでに必要な時間です。

表29.11 電圧検出2回路の特性

(指定のない場合は、 $V_{cc} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $Topr = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位	
			最小	標準	最大		
Vdet2	電圧検出レベルVdet2_0	Vcc立ち下がり時	3.70	4.0	4.30	V	
—	電圧検出2回路のVcc立ち上がり時のヒステリシス幅		—	0.10	—	V	
—	電圧検出2回路反応時間(注1)	動作時	Vcc = 5 V (Vdet2_0 - 0.1) Vに下げたとき	—	20	150	μs
—		ストップモード時	Vcc = 5 V (Vdet2_0 - 0.1) Vに下げたとき	—	200	500	μs
—	電圧検出回路の自己消費電流	VCA27 = 1、Vcc = 5.0 V	—	1.7	—	μA	
td(E-A)	電圧検出回路動作開始までの待ち時間(注2)		—	—	100	μs	

注1. Vdet2を通過した時点から、電圧監視2割り込み要求が発生するまでの時間です。

注2. VCA2レジスタのVCA27ビットを“0”にした後、再度“1”にした場合の、電圧検出回路が動作するまでに必要な時間です。

表29.12 パワーオンリセット回路の特性(注1)

(指定のない場合は、 $Topr = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
trth	外部電源Vccの立ち上がり傾き		0	—	50000	mV/ms

注1. パワーオンリセットを使用する場合には、OFSレジスタのLVDASビットを“0”にして電圧監視0リセットを有効にしてください。

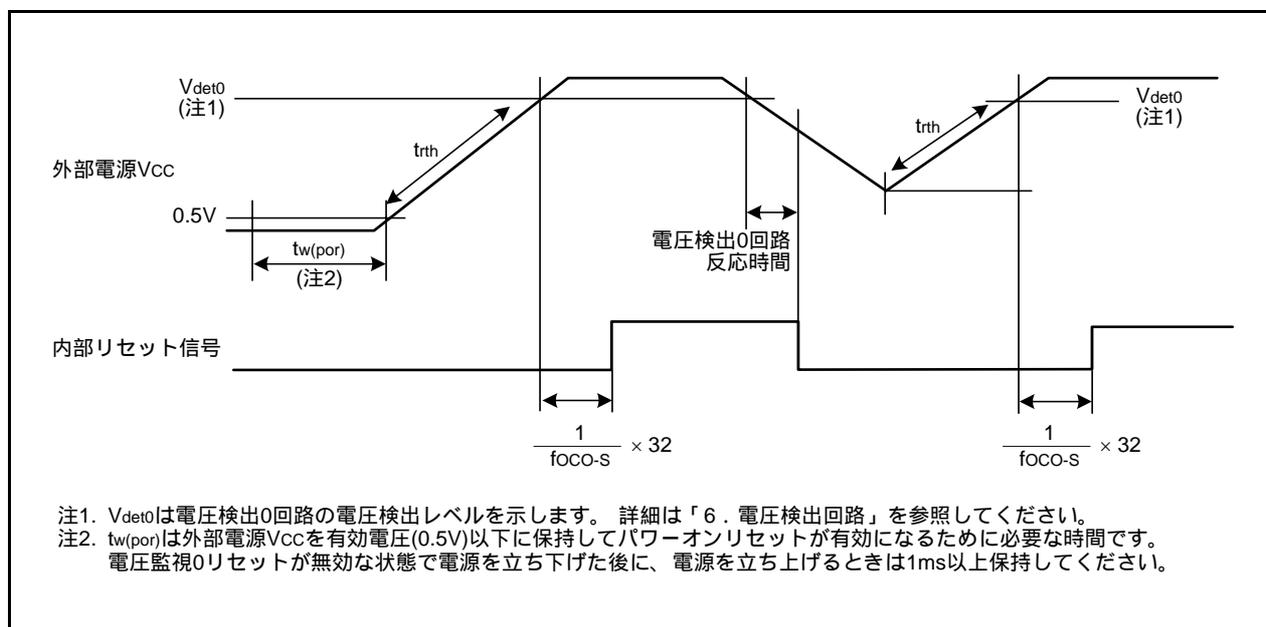


図29.3 パワーオンリセット回路の特性

表29.13 高速オンチップオシレータ発振回路の特性

(指定のない場合は、 $V_{cc} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
—	リセット解除時の高速オンチップオシレータ発振周波数	$V_{cc} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ - 20 T_{opr} 85	19.2	20	20.8	MHz
		$V_{cc} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ - 40 T_{opr} 85	19.0	20	21.0	MHz
	FRA4レジスタの補正値をFRA1レジスタに、かつFRA5レジスタの補正値をFRA3レジスタに書き込んだときの高速オンチップオシレータ発振周波数(注1)	$V_{cc} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ - 20 T_{opr} 85	17.694	18.432	19.169	MHz
		$V_{cc} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ - 40 T_{opr} 85	17.510	18.432	19.353	MHz
—	発振安定時間		—	5	30	μs
—	発振時の自己消費電流	$V_{cc} = 5.0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$	—	530	—	μA

注1. シリアルインタフェースをUARTモードで使用時に、9600bps、38400bpsなどのビットレートの設定誤差を、0%にすることができます。

表29.14 低速オンチップオシレータ発振回路の特性

(指定のない場合は、 $V_{cc} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
fOCO-S	低速オンチップオシレータ発振周波数		60	125	250	kHz
—	発振安定時間		—	—	35	μs
—	発振時の自己消費電流	$V_{cc} = 5.0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$	—	2	—	μA
fOCO-WDT	ウォッチドッグタイマ用低速オンチップオシレータ発振周波数		60	125	250	kHz
—	発振安定時間		—	—	35	μs
—	発振時の自己消費電流	$V_{cc} = 5.0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$	—	2	—	μA

表29.15 電源回路の特性

(指定のない場合は、 $V_{cc} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$)

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
$t_d(P-R)$	電源投入時の内部電源安定時間(注1)		—	—	2000	μs

注1. 電源投入時に、内部電源発生回路が安定するまでの待ち時間です。

表29.16 LCD駆動制御回路の特性

(指定のない場合は、 $V_{CC} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $V_{SS} = 0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/
 $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
VLCD	LCD電源電圧	VLCD = VL3	2.2	—	5.5	V
VL2	VL2電圧		VL1	—	VL3	V
VL1	VL1電圧		1	—	VL2(注2)	V
f(FR)	フレーム周波数		50	—	180	Hz
ILCD	LCD駆動制御回路電流		—	(注1)	—	μA

注1. 表29.19 DC特性(2)、表29.21 DC特性(4)、表29.23 DC特性(6)を参照してください。

注2. ただし、VL1はVCC以下の電圧にしてください。

表29.17 パワーオフモードの特性

(指定のない場合は、 $V_{CC} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $V_{SS} = 0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/
 $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
—	パワーオフモード動作電源電圧		1.8	—	5.5	V

29.4 DC特性

表29.18 DC特性(1) [4.0 V V_{cc} 5.5 V](指定のない場合は、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位		
			最小	標準	最大			
VOH	“H”出力電圧	ポートP8 (注1)	$V_{cc} = 5\text{ V}$	$I_{OH} = -20\text{ mA}$	$V_{cc} - 2.0$	—	V_{cc}	V
		その他の端子	$V_{cc} = 5\text{ V}$	$I_{OH} = -5\text{ mA}$	$V_{cc} - 2.0$	—	V_{cc}	V
VOL	“L”出力電圧	ポートP8 (注1)	$V_{cc} = 5\text{ V}$	$I_{OL} = 20\text{ mA}$	—	—	2.0	V
		その他の端子	$V_{cc} = 5\text{ V}$	$I_{OL} = 5\text{ mA}$	—	—	2.0	V
VT+-VT-	ヒステリシス	INT0、INT1、INT2、 INT3、INT5、INT7、 KI0、KI1、KI2、KI3、 KI4、KI5、KI6、KI7、 TRCIOA、TRCIOB、 TRCIOC、TRCIOD、 TRJ0IO、TRJ1IO、 TRCTRG、TRCCLK、 ADTRG、 RXD0、CLK0、SSI、 SCL、SDA、SSO			0.05	0.5	—	V
		RESET、WKUP0			0.1	0.8	—	V
I _{IH}	“H”入力電流	$V_I = 5\text{ V}$ 、 $V_{cc} = 5\text{ V}$			—	—	5.0	$\mu\text{ A}$
I _{IL}	“L”入力電流	$V_I = 0\text{ V}$ 、 $V_{cc} = 5\text{ V}$			—	—	- 5.0	$\mu\text{ A}$
RPULLUP	プルアップ抵抗	$V_I = 0\text{ V}$ 、 $V_{cc} = 5\text{ V}$			20	40	80	k
R _{fXIN}	帰還抵抗	XIN			—	2.0	—	M
R _{fXCIN}	帰還抵抗	XCIN			—	14	—	M
V _{RAM}	RAM保持電圧	ストップモード時			1.8	—	—	V

注1. P8DRRレジスタで出力トランジスタの駆動能力をHighにした場合です。駆動能力をLowにした場合は、その他の端子の値になります。

表29.19 DC特性(2) [4.0V Vcc 5.5V]
(指定のない場合は、Topr = -20 ~ 85 (Nバージョン) / -40 ~ 85 (Dバージョン))

記号	項目	測定条件								規格値		単位	
		発振回路		オンチップオシレータ		CPU	低消費電力設定	その他		最小	標準 (注3)		最大
		XIN(注2)	XCIN	高速(OCO-F)	低速	クロック							
Icc	電源電流 (注1)	高速クロックモード	20MHz	停止	停止	125kHz	分周なし	—		—	4.7	10	mA
			16MHz	停止	停止	125kHz	分周なし	—		—	3.9	8	mA
			10MHz	停止	停止	125kHz	分周なし	—		—	2.3	—	mA
		20MHz	停止	停止	停止	分周なし	FMR27 = "1" MSTCR0 = BEh MSTCR1 = 3Fh	フラッシュメモリ停止 RAM上のプログラム動作 モジュールスタンバイ設定許可	—	3.1	—	mA	
		20MHz	停止	停止	125kHz	8分周	—		—	1.8	—	mA	
		16MHz	停止	停止	125kHz	8分周	—		—	1.5	—	mA	
		10MHz	停止	停止	125kHz	8分周	—		—	1.0	—	mA	
		高速オンチップオシレータモード	停止	停止	20MHz	125kHz	分周なし	—		—	5.0	11	mA
			停止	停止	20MHz	125kHz	8分周	—		—	2.1	—	mA
			停止	停止	4MHz	125kHz	16分周	MSTCR0 = BEh MSTCR1 = 3Fh		—	0.9	—	mA
	低速オンチップオシレータモード	停止	停止	停止	125kHz	分周なし	FMR27 = "1" VCA20 = "0"		—	110	320	μA	
		停止	停止	停止	125kHz	8分周	FMR27 = "1" VCA20 = "0"		—	63	220	μA	
	低速クロックモード	停止	32kHz	停止	停止	分周なし	FMR27 = "1" VCA20 = "0"		—	60	220	μA	
		停止	32kHz	停止	停止	分周なし	FMSTP = "1" VCA20 = "0"	フラッシュメモリ停止 RAM上のプログラム動作	—	46	—	μA	
	ウェイトモード	停止	停止	停止	125kHz	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" VCA20 = "1"	WAIT命令実行中 周辺クロック動作	—	9.0	50	μA	
		停止	停止	停止	125kHz	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" VCA20 = "1" CM02 = "1" CM01 = "1"	WAIT命令実行中 周辺クロック停止	—	2.8	33	μA	
		停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" VCA20 = "1" CM02 = "1" CM01 = "0"	WAIT命令実行中 周辺クロック停止 タイマRH動作 (リアルタイム クロックモード)	LCD駆動制御回路(注4) 外付け分割抵抗使用時	—	4.6	—	μA
		停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" VCA20 = "1" CM02 = "1" CM01 = "1"	WAIT命令実行中 周辺クロック停止 タイマRH動作 (リアルタイムクロックモード)		—	2.4	—	μA
		停止	停止	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" CM10 = "1"	Topr=25 周辺クロック停止		—	0.5	2.2	μA
	ストップモード	停止	停止	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" CM10 = "1"	Topr=85 周辺クロック停止		—	1.2	—	μA
		停止	停止	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" CM10 = "1"	Topr=25 周辺クロック停止		—	0.5	2.2	μA
	パワーオフモード	停止	停止	停止	停止	—	—	パワーオフ0 Topr=25		—	0.01	0.1	μA
		停止	停止	停止	停止	—	—	パワーオフ0 Topr=85		—	0.03	—	μA
		停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" CM10 = "1"	パワーオフ2 Topr=25		—	1.8	6.4	μA
停止		32kHz	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" CM10 = "1"	パワーオフ2 Topr=85		—	2.7	—	μA	

注1. Vcc = 4.0V ~ 5.5V、シングルチップモードで、出力端子は開放、その他の端子はVss。

注2. XINは方形波入力。

注3. Vcc = 5.0V。

注4. VLCD = Vcc、VL3 ~ VL1に外付け分割抵抗を使用、1/3バイアス、1/4デューティ、f(FR) = 64Hz、SEG0 ~ SEG26選択、セグメント出力端子およびコモン出力端子は開放。規格値には外付け分割抵抗に流れる電流を含みません。

表29.20 DC特性(3) [2.7 V $V_{CC} < 4.0$ V](指定のない場合は、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位	
			最小	標準	最大		
VOH	“H”出力電圧	ポートP8 (注1)	$I_{OH} = -5\text{mA}$	$V_{CC} - 0.5$	—	V_{CC}	V
		その他の端子	$I_{OH} = -1\text{mA}$	$V_{CC} - 0.5$	—	V_{CC}	V
VOL	“L”出力電圧	ポートP8 (注1)	$I_{OL} = 5\text{mA}$	—	—	0.5	V
		その他の端子	$I_{OL} = 1\text{mA}$	—	—	0.5	V
VT+-VT-	ヒステリシス	$\overline{\text{INT0}}$ 、 $\overline{\text{INT1}}$ 、 $\overline{\text{INT2}}$ 、 $\overline{\text{INT3}}$ 、 $\overline{\text{INT5}}$ 、 $\overline{\text{INT7}}$ 、 $\overline{\text{KI0}}$ 、 $\overline{\text{KI1}}$ 、 $\overline{\text{KI2}}$ 、 $\overline{\text{KI3}}$ 、 $\overline{\text{KI4}}$ 、 $\overline{\text{KI5}}$ 、 $\overline{\text{KI6}}$ 、 $\overline{\text{KI7}}$ 、 $\overline{\text{TRCIOA}}$ 、 $\overline{\text{TRCIOB}}$ 、 $\overline{\text{TRCIOC}}$ 、 $\overline{\text{TRCIOD}}$ 、 $\overline{\text{TRJ0IO}}$ 、 $\overline{\text{TRJ1IO}}$ 、 $\overline{\text{TRCTRG}}$ 、 $\overline{\text{TRCCLK}}$ 、 $\overline{\text{ADTRG}}$ 、 $\overline{\text{RXD0}}$ 、 $\overline{\text{CLK0}}$ 、 $\overline{\text{SSI}}$ 、 $\overline{\text{SCL}}$ 、 $\overline{\text{SDA}}$ 、 $\overline{\text{SSO}}$		0.05	0.4	—	V
		$\overline{\text{RESET}}$ 、 $\overline{\text{WKUP0}}$		0.1	0.8	—	V
I _{IH}	“H”入力電流	$V_I = 3\text{V}$ 、 $V_{CC} = 3\text{V}$		—	—	5.0	μA
I _{IL}	“L”入力電流	$V_I = 0\text{V}$ 、 $V_{CC} = 3\text{V}$		—	—	- 5.0	μA
R _{PULLUP}	プルアップ抵抗	$V_I = 0\text{V}$ 、 $V_{CC} = 3\text{V}$		25	80	140	k
R _{I_{XIN}}	帰還抵抗	XIN		—	2.0	—	M
R _{I_{XCIN}}	帰還抵抗	XCIN		—	14	—	M
V _{RAM}	RAM保持電圧	ストップモード時		1.8	—	—	V

注1. P8DRRレジスタで出力トランジスタの駆動能力をHighにした場合です。駆動能力をLowにした場合は、その他の端子の値になります。

表29.21 DC特性(4) [2.7 V $V_{cc} < 4.0$ V](指定のない場合は、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件								規格値		単位	
		発振回路		オンチップオシレータ		CPU	低消費電力設定	その他		最小	標準 (注3)		最大
		XIN(注2)	XCIN	高速(OCO-F)	低速	クロック							
I _{cc}	電源 電流 (注1)	高速 クロックモード	20MHz	停止	停止	125kHz	分周なし	—		—	4.7	10	mA
			10MHz	停止	停止	125kHz	分周なし	—		—	2.3	6	mA
			20MHz	停止	停止	停止	分周なし	FMR27 = "1" MSTCR0 = BEh MSTCR1 = 3Fh	フラッシュメモリ停止 RAM上のプログラム動作 モジュールスタンバイ設定許可	—	2.9	—	mA
		20MHz	停止	停止	125kHz	8分周	—		—	1.8	—	mA	
		10MHz	停止	停止	125kHz	8分周	—		—	1.0	—	mA	
		高速オンチップ オシレータモード	停止	停止	20MHz	125kHz	分周なし	—		—	5.0	11	mA
	停止		停止	20MHz	125kHz	8分周	—		—	2.1	—	mA	
	停止		停止	10MHz	125kHz	分周なし	—		—	2.9	—	mA	
	停止		停止	10MHz	125kHz	8分周	—		—	1.5	—	mA	
	停止		停止	4MHz	125kHz	16分周	MSTCR0 = BEh MSTCR1 = 3Fh		—	0.9	—	mA	
	低速オンチップ オシレータモード		停止	停止	停止	125kHz	分周なし	FMR27 = "1" VCA20 = "0"		—	106	300	μA
		停止	停止	停止	125kHz	8分周	FMR27 = "1" VCA20 = "0"		—	54	200	μA	
	低速 クロックモード	停止	32kHz	停止	停止	分周なし	FMR27 = "1" VCA20 = "0"		—	54	200	μA	
		停止	32kHz	停止	停止	分周なし	FMSTP = "1" VCA20 = "0"	フラッシュメモリ停止 RAM上のプログラム動作	—	36	—	μA	
	ウェイトモード	停止	停止	停止	125kHz	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" VCA20 = "1"	WAIT命令実行中 周辺クロック動作	—	9.0	50	μA	
		停止	停止	停止	125kHz	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" VCA20 = "1" CM02 = "1" CM01 = "1"	WAIT命令実行中 周辺クロック停止	—	2.5	31	μA	
		停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" VCA20 = "1" CM02 = "1" CM01 = "0"	WAIT命令実行中 周辺クロック停止 タイマRH動作 (リアルタイム クロックモード)	LCD駆動制御回路(注4) 外付け分割抵抗使用時	—	3.1	—	μA
		停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" VCA20 = "1" CM02 = "1" CM01 = "1"	WAIT命令実行中 周辺クロック停止 タイマRH動作 (リアルタイムクロックモード)		—	1.7	—	μA
		停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" CM10 = "1"	Topr=25 周辺クロック停止		—	0.5	2.2	μA
	ストップモード	停止	停止	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" CM10 = "1"	Topr=85 周辺クロック停止		—	1.2	—	μA
停止		停止	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" CM10 = "1"	Topr=25 周辺クロック停止		—	0.5	2.2	μA	
パワーオフモード	停止	停止	停止	停止	—	—	パワーオフ0 Topr=25		—	0.01	0.1	μA	
	停止	停止	停止	停止	—	—	パワーオフ0 Topr=85		—	0.02	—	μA	
	停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" CM10 = "1"	パワーオフ2 Topr=25		—	1.3	4.5	μA	
	停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = "0" VCA26 = "0" VCA25 = "0" CM10 = "1"	パワーオフ2 Topr=85		—	2.2	—	μA	

注1. $V_{cc} = 2.7$ V ~ 4.0 V、シングルチップモードで、出力端子は開放、その他の端子はV_{ss}。

注2. XINは方形波入力。

注3. $V_{cc} = 3.0$ V。注4. VLCD = V_{cc}、VL3 ~ VL1に外付け分割抵抗を使用、1/3バイアス、1/4デューティ、f(FR) = 64Hz、SEG0 ~ SEG26選択、セグメント出力端子およびコモン出力端子は開放。規格値には外付け分割抵抗に流れる電流を含みません。

表29.22 DC特性(5) [1.8 V $V_{CC} < 2.7$ V]
 (指定のない場合は、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位	
			最小	標準	最大		
VOH	“H”出力電圧	ポートP8(注1)	$I_{OH} = -2\text{mA}$	$V_{CC} - 0.5$	—	V_{CC}	V
		その他の端子	$I_{OH} = -1\text{mA}$	$V_{CC} - 0.5$	—	V_{CC}	V
VOL	“L”出力電圧	ポートP8(注1)	$I_{OL} = 2\text{mA}$	—	—	0.5	V
		その他の端子	$I_{OL} = 1\text{mA}$	—	—	0.5	V
VT+-VT-	ヒステリシス	$\overline{\text{INT0}}$ 、 $\overline{\text{INT1}}$ 、 $\overline{\text{INT2}}$ 、 $\overline{\text{INT3}}$ 、 $\overline{\text{INT5}}$ 、 $\overline{\text{INT7}}$ 、 $\overline{\text{KI0}}$ 、 $\overline{\text{KI1}}$ 、 $\overline{\text{KI2}}$ 、 $\overline{\text{KI3}}$ 、 $\overline{\text{KI4}}$ 、 $\overline{\text{KI5}}$ 、 $\overline{\text{KI6}}$ 、 $\overline{\text{KI7}}$ 、 TRCIOA、TRCIOB、 TRCIOC、TRCIOD、 TRJ0IO、TRJ1IO、 TRCTRG、TRCCLK、 ADTRG、 RXD0、CLK0、SSI、 SCL、SDA、SSO		0.05	0.4	—	V
		$\overline{\text{RESET}}$ 、 $\overline{\text{WKUP0}}$		0.1	0.8	—	V
I _{IH}	“H”入力電流	$V_I = 1.8\text{V}$ 、 $V_{CC} = 1.8\text{V}$		—	—	4.0	μA
I _{IL}	“L”入力電流	$V_I = 0\text{V}$ 、 $V_{CC} = 1.8\text{V}$		—	—	-4.0	μA
RPULLUP	プルアップ抵抗	$V_I = 0\text{V}$ 、 $V_{CC} = 1.8\text{V}$		85	220	500	k
R _{I_{XIN}}	帰還抵抗	XIN		—	2.0	—	M
R _{I_{XCIN}}	帰還抵抗	XCIN		—	14	—	M
V _{RAM}	RAM保持電圧	ストップモード時		1.8	—	—	V

注1. P8DRRレジスタで出力トランジスタの駆動能力をHighにした場合です。駆動能力をLowにした場合は、その他の端子の値になります。

表29.23 DC特性(6) [1.8 V $V_{cc} < 2.7 V$]
 (指定のない場合は、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	測定条件							規格値			単位	
		発振回路		オンチップオシレータ		CPU クロック	低消費電力設定	その他	最小	標準 (注3)	最大		
		XIN(注2)	XCIN	高速(OCO-F)	低速								
I _{cc}	電源 電流 (注1)	高速 クロックモード	8MHz	停止	停止	125kHz	分周なし	—	—	2.1	—	mA	
			8MHz	停止	停止	125kHz	8分周	—	—	0.9	—	mA	
	高速オンチップ オシレータモード	停止	停止	5MHz	125kHz	分周なし	—	—	1.8	5	mA		
		停止	停止	5MHz	125kHz	8分周	—	—	1.1	—	mA		
		停止	停止	4MHz	125kHz	16分周	MSTCR0 = BEh MSTCR1 = 3Fh	—	0.9	—	mA		
		停止	停止	4MHz	125kHz	16分周	MSTCR0 = BEh MSTCR1 = 3Fh	—	0.9	—	mA		
	低速オンチップ オシレータモード	停止	停止	停止	125kHz	分周なし	FMR27 = " 1 " VCA20 = " 0 "	—	106	300	μA		
		停止	停止	停止	125kHz	8分周	FMR27 = " 1 " VCA20 = " 0 "	—	54	200	μA		
	低速 クロックモード	停止	32kHz	停止	停止	分周なし	FMR27 = " 1 " VCA20 = " 0 "	—	54	200	μA		
		停止	32kHz	停止	停止	分周なし	FMSTP = " 1 " VCA20 = " 0 "	フラッシュメモリ停止 RAM上のプログラム動作	—	36	—	μA	
	ウェイトモード	停止	停止	停止	125kHz	—	VCA27 = " 0 " VCA26 = " 0 " VCA25 = " 0 " VCA20 = " 1 " CM02 = " 1 " CM01 = " 1 "	WAIT命令実行中 周辺クロック動作	—	9.0	50	μA	
		停止	停止	停止	125kHz	—	VCA27 = " 0 " VCA26 = " 0 " VCA25 = " 0 " VCA20 = " 1 " CM02 = " 1 " CM01 = " 1 "	WAIT命令実行中 周辺クロック停止	—	2.5	31	μA	
		停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = " 0 " VCA26 = " 0 " VCA25 = " 0 " VCA20 = " 1 " CM02 = " 1 " CM01 = " 0 "	WAIT命令実行中 周辺クロック停止 タイマRH動作 (リアルタイム クロックモード)	LCD駆動制御回路(注4) 外付け分割抵抗使用時	—	2.4	—	μA
		停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = " 0 " VCA26 = " 0 " VCA25 = " 0 " VCA20 = " 1 " CM02 = " 1 " CM01 = " 1 "	WAIT命令実行中 周辺クロック停止 タイマRH動作 (リアルタイムクロックモード)	—	1.7	—	μA	
	ストップモード	停止	停止	停止	停止	—	VCA27 = " 0 " VCA26 = " 0 " VCA25 = " 0 " CM10 = " 1 "	Topr=25 周辺クロック停止	—	0.5	2.2	μA	
		停止	停止	停止	停止	—	VCA27 = " 0 " VCA26 = " 0 " VCA25 = " 0 " CM10 = " 1 "	Topr=85 周辺クロック停止	—	1.2	—	μA	
	パワーオフモード	停止	停止	停止	停止	—	—	パワーオフ0 Topr=25	—	0.01	0.1	μA	
		停止	停止	停止	停止	—	—	パワーオフ0 Topr=85	—	0.02	—	μA	
		停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = " 0 " VCA26 = " 0 " VCA25 = " 0 " CM10 = " 1 "	パワーオフ2 Topr=25	—	1.2	4	μA	
		停止	32kHz	停止	停止	—	VCA27 = " 0 " VCA26 = " 0 " VCA25 = " 0 " CM10 = " 1 "	パワーオフ2 Topr=85	—	2	—	μA	

注1. $V_{cc} = 1.8 V \sim 2.7 V$ 、シングルチップモードで、出力端子は開放、その他の端子はV_{ss}。

注2. XINは方形波入力。

注3. $V_{cc} = 2.2 V$ 。

注4. VLCD = V_{cc}、VL3 ~ VL1に外付け分割抵抗を使用、1/3バイアス、1/4デューティ、f(FR) = 64Hz、SEG0 ~ SEG26選択、セグメント出力端子およびコモン出力端子は開放。規格値には外付け分割抵抗に流れる電流を含みません。

29.5 AC特性

表29.24 シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット(SSU)のタイミング条件
 (指定のない場合は、 $V_{cc} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $V_{ss} = 0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/
 $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目		測定条件	規格値			単位
				最小	標準	最大	
tSUCYC	SSCKクロックサイクル時間			4	—	—	tCYC (注1)
tHI	SSCKクロック“H”パルス幅			0.4	—	0.6	tSUCYC
tLO	SSCKクロック“L”パルス幅			0.4	—	0.6	tSUCYC
tRISE	SSCKクロック立ち上がり時間	マスタ		—	—	1	tCYC (注1)
		スレーブ		—	—	1	μs
tFALL	SSCKクロック立ち下がり時間	マスタ		—	—	1	tCYC (注1)
		スレーブ		—	—	1	μs
tSU	SSO、SSIデータ入力セットアップ時間			100	—	—	ns
tH	SSO、SSIデータ入力ホールド時間			1	—	—	tCYC (注1)
tLEAD	SCSセットアップ時間	スレーブ		1tCYC+50	—	—	ns
tLAG	SCSホールド時間	スレーブ		1tCYC+50	—	—	ns
tOD	SSO、SSIデータ出力遅延時間			—	—	1tCYC + 20	ns
tSA	SSIスレーブアクセス時間		2.7 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	—	—	1.5tCYC + 100	ns
			1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	—	—	1.5tCYC + 200	ns
tOR	SSIスレーブアウト開放時間		2.7 V $V_{cc} = 5.5\text{ V}$	—	—	1.5tCYC + 100	ns
			1.8 V $V_{cc} < 2.7\text{ V}$	—	—	1.5tCYC + 200	ns

注1. 1tCYC = 1/f1 (s)

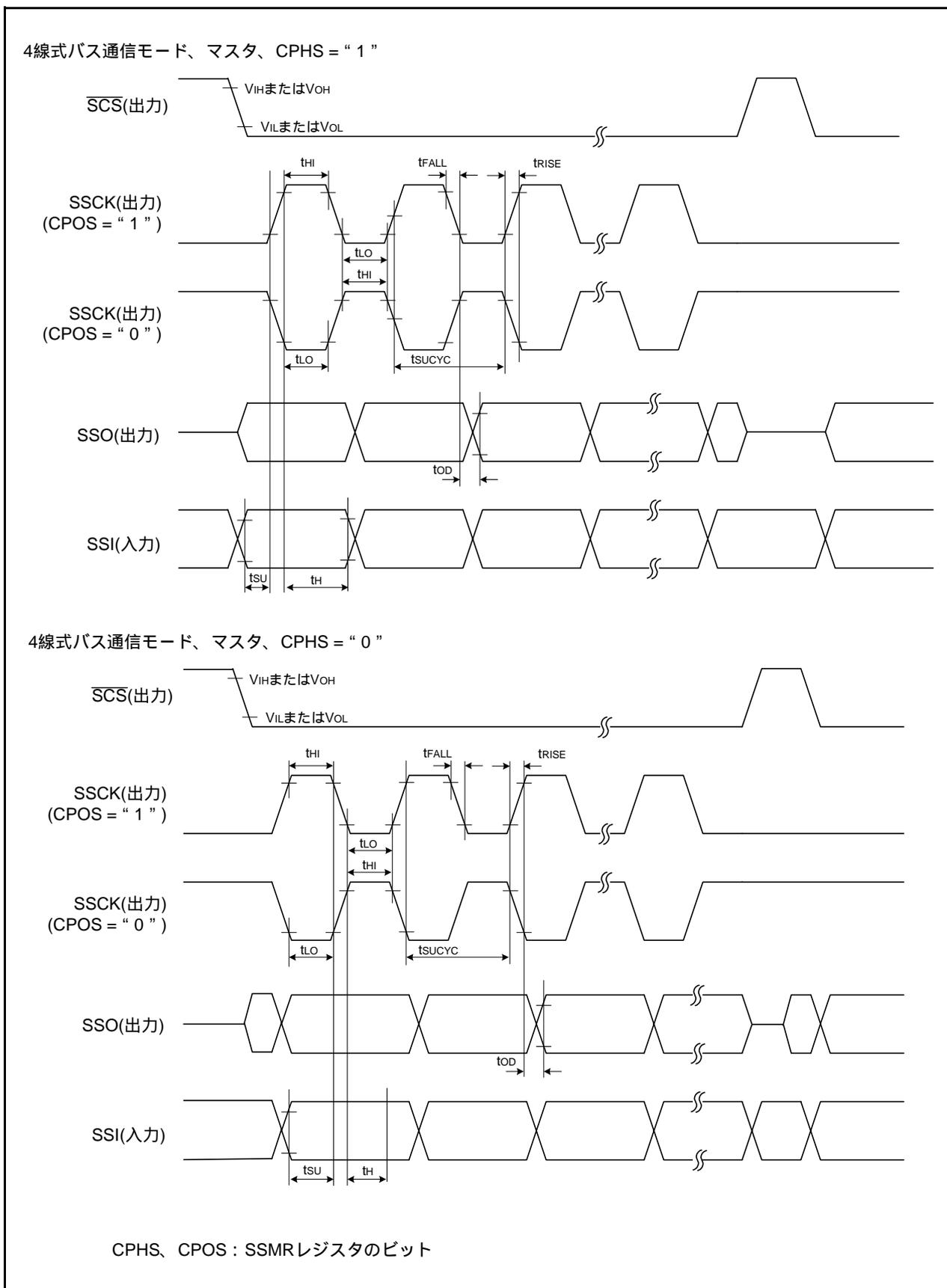


図29.4 シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット(SSU)の入出力タイミング(マスタ)

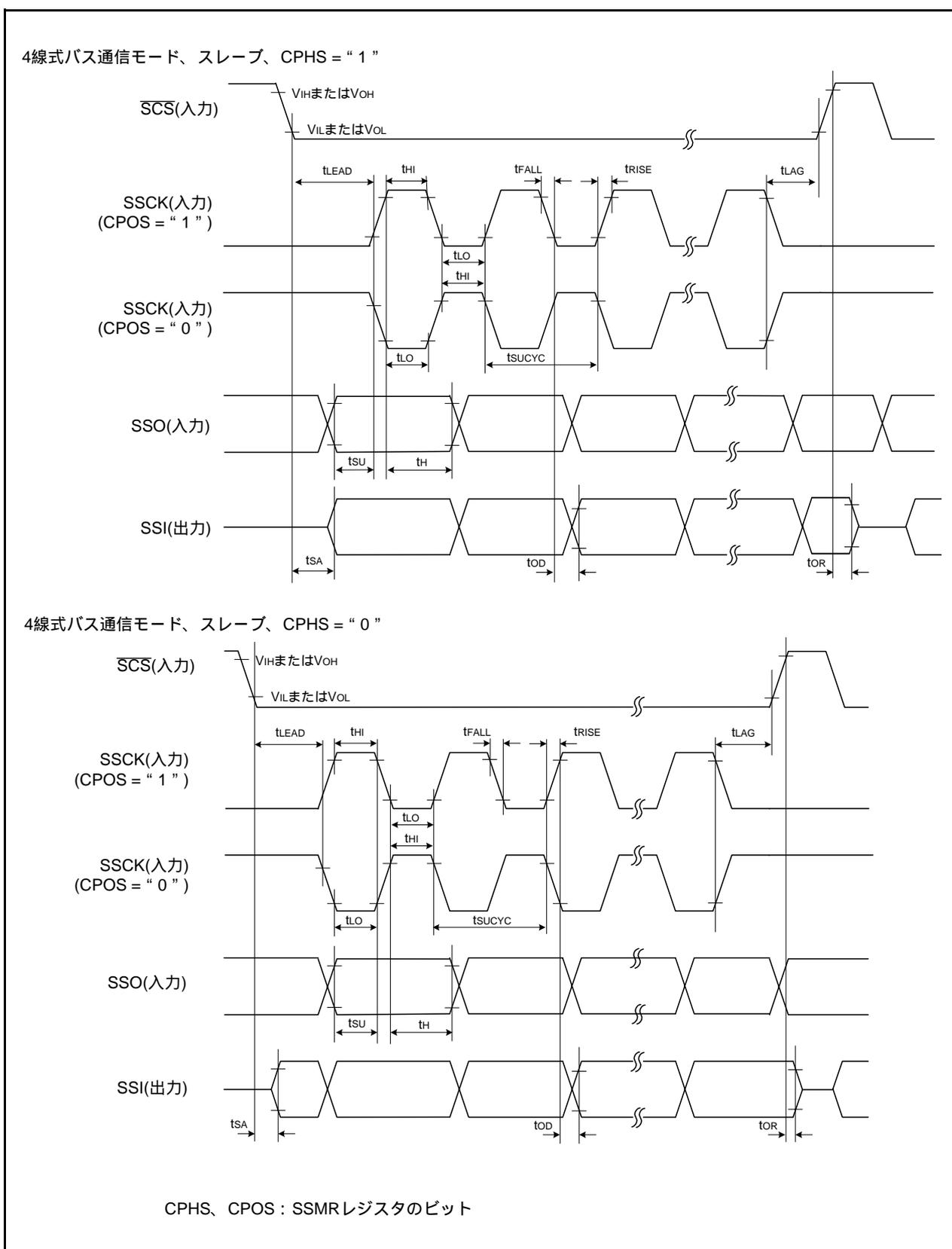


図29.5 シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット(SSU)の入出力タイミング(スレーブ)

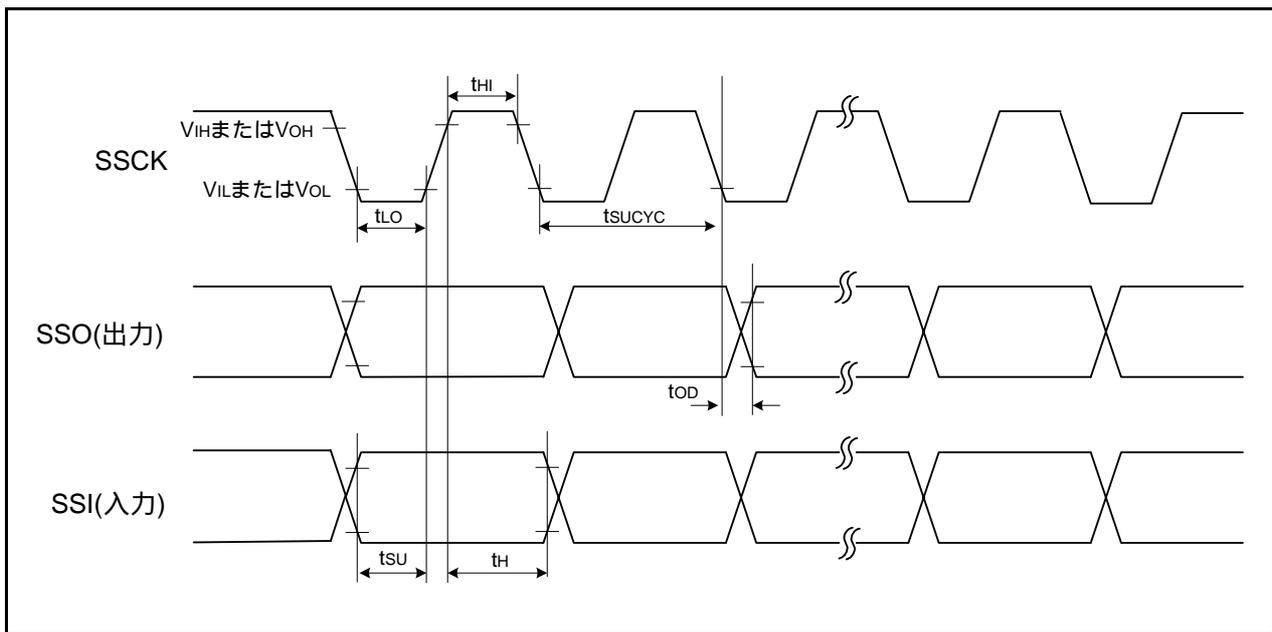


図29.6 シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット(SSU)の入出力タイミング(クロック同期式通信モード)

表29.25 I²Cバスインタフェースのタイミング条件

(指定のない場合は、V_{cc} = 1.8 V ~ 5.5 V、V_{ss} = 0 V、T_{opr} = - 20 ~ 85 (Nバージョン)/
- 40 ~ 85 (Dバージョン))

記号	項目	測定条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
t _{SCL}	SCL入力サイクル時間		12tcyc + 600(注1)	—	—	ns
t _{SCLH}	SCL入力“H”パルス幅		3tcyc + 300(注1)	—	—	ns
t _{SCLL}	SCL入力“L”パルス幅		5tcyc + 500(注1)	—	—	ns
t _{sf}	SCL、SDA入力立ち下がり時間		—	—	300	ns
t _{SP}	SCL、SDA入カスパイクパルス除去時間		—	—	1tcyc(注1)	ns
t _{BUF}	SDA入力バスフリー時間		5tcyc(注1)	—	—	ns
t _{STAH}	開始条件入力ホールド時間		3tcyc(注1)	—	—	ns
t _{STAS}	再送開始条件入力セットアップ時間		3tcyc(注1)	—	—	ns
t _{STOP}	停止条件入力セットアップ時間		3tcyc(注1)	—	—	ns
t _{SDAS}	データ入力セットアップ時間		1tcyc + 40(注1)	—	—	ns
t _{SDAH}	データ入力ホールド時間		10	—	—	ns

注1. 1tcyc = 1/f₁ (s)

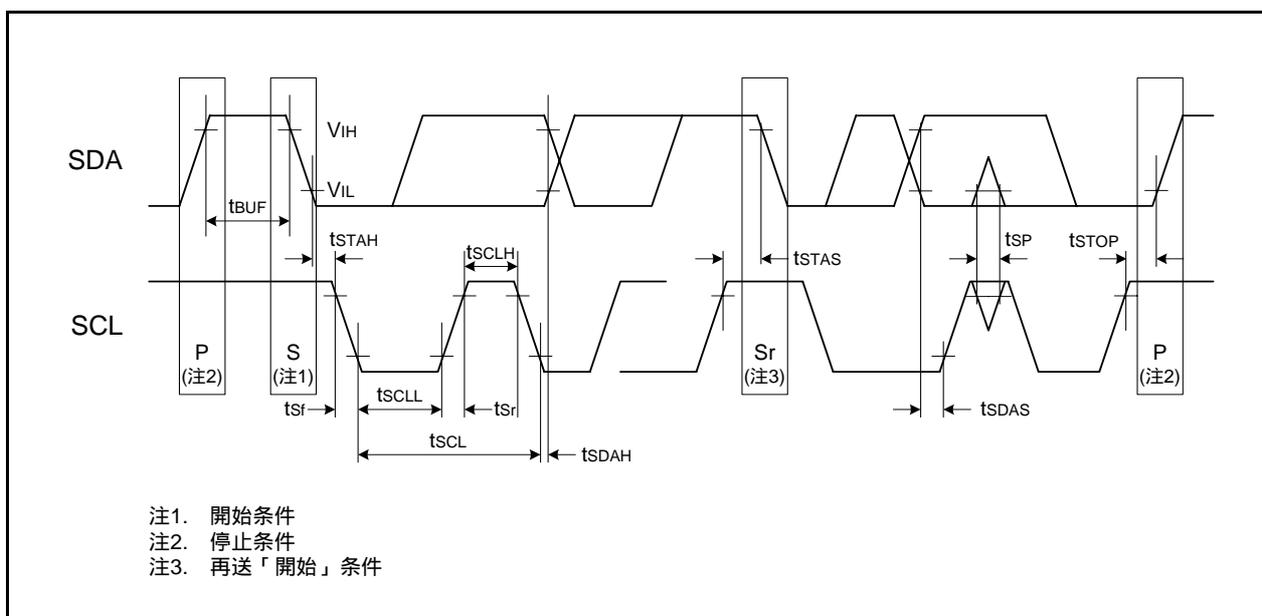
図29.7 I²Cバスインタフェースの入出力タイミング

表29.26 外部クロック入力(XIN、XCIN)のタイミング条件

(指定のない場合は、 $V_{ss} = 0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	規格値						単位
		$V_{cc} = 2.2\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		$V_{cc} = 3\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		$V_{cc} = 5\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	
$t_{c(XIN)}$	XIN入力サイクル時間	200	—	50	—	50	—	ns
$t_{WH(XIN)}$	XIN入力“H”パルス幅	90	—	24	—	24	—	ns
$t_{WL(XIN)}$	XIN入力“L”パルス幅	90	—	24	—	24	—	ns
$t_{c(XCIN)}$	XCIN入力サイクル時間	20	—	20	—	20	—	$\mu\text{ s}$
$t_{WH(XCIN)}$	XCIN入力“H”パルス幅	10	—	10	—	10	—	$\mu\text{ s}$
$t_{WL(XCIN)}$	XCIN入力“L”パルス幅	10	—	10	—	10	—	$\mu\text{ s}$

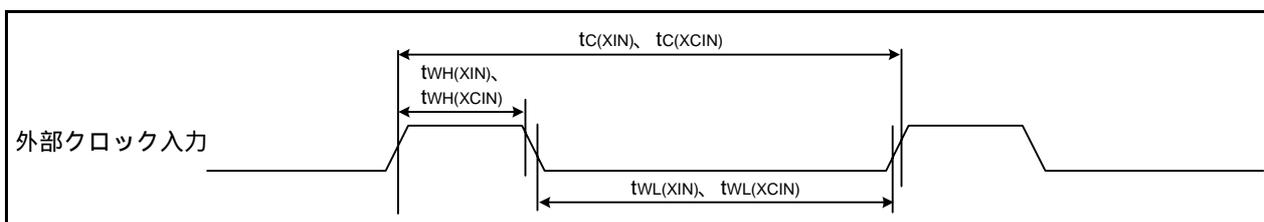


図29.8 外部クロック入力のタイミング

表29.27 TRJiIO ($i = 0 \sim 1$)のタイミング条件

(指定のない場合は、 $V_{ss} = 0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	規格値						単位
		$V_{cc} = 2.2\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		$V_{cc} = 3\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		$V_{cc} = 5\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	
$t_{c(TRJIO)}$	TRJiIO入力サイクル時間	500	—	300	—	100	—	ns
$t_{WH(TRJIO)}$	TRJiIO入力“H”パルス幅	200	—	120	—	40	—	ns
$t_{WL(TRJIO)}$	TRJiIO入力“L”パルス幅	200	—	120	—	40	—	ns

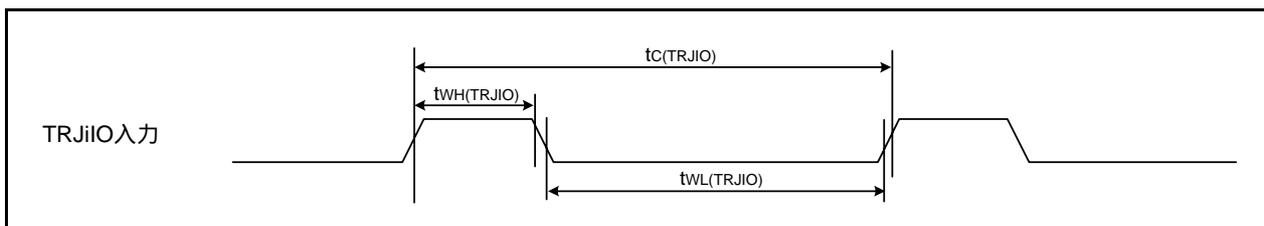


図29.9 TRJiIOの入力タイミング

表29.28 シリアルインタフェースのタイミング条件
(指定のない場合は、 $V_{SS} = 0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	規格値						単位
		$V_{CC} = 2.2\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		$V_{CC} = 3\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		$V_{CC} = 5\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	
$t_{c(CK)}$	CLK0入力サイクル時間	800	—	300	—	200	—	ns
$t_w(CKH)$	CLK0入力“H”パルス幅	400	—	150	—	100	—	ns
$t_w(CKL)$	CLK0入力“L”パルス幅	400	—	150	—	100	—	ns
$t_d(C-Q)$	TXD0出力遅延時間	—	200	—	80	—	50	ns
$t_h(C-Q)$	TXD0ホールド時間	0	—	0	—	0	—	ns
$t_{su}(D-C)$	RXD0入力セットアップ時間	150	—	70	—	50	—	ns
$t_h(C-D)$	RXD0入力ホールド時間	90	—	90	—	90	—	ns

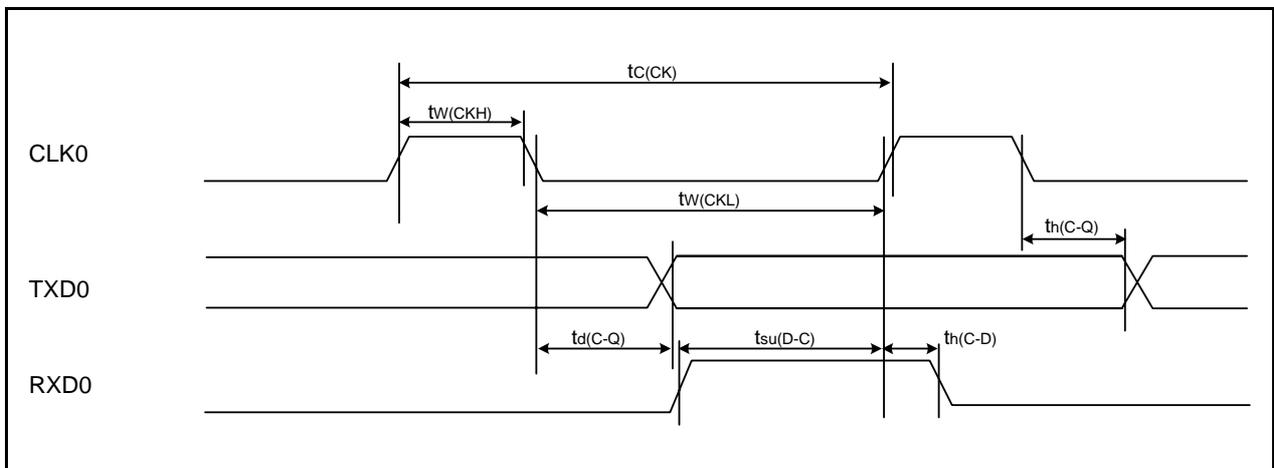


図29.10 シリアルインタフェースの入出力タイミング

表29.29 外部割り込み \overline{INT}_i ($i = 0 \sim 3, 5, 7$)、キー入力割り込み \overline{Kli} ($i = 0 \sim 7$)のタイミング条件
(指定のない場合は、 $V_{SS} = 0\text{ V}$ 、 $T_{opr} = -20 \sim 85$ (Nバージョン)/ $-40 \sim 85$ (Dバージョン))

記号	項目	規格値						単位
		$V_{CC} = 2.2\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		$V_{CC} = 3\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		$V_{CC} = 5\text{ V}$ 、 $T_{opr} = 25$		
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	
$t_w(INH)$	\overline{INT}_i 入力“H”パルス幅、 \overline{Kli} 入力“H”パルス幅	1000 (注1)	—	380 (注1)	—	250 (注1)	—	ns
$t_w(INL)$	\overline{INT}_i 入力“L”パルス幅、 \overline{Kli} 入力“L”パルス幅	1000 (注2)	—	380 (注2)	—	250 (注2)	—	ns

注1. \overline{INT}_i 入力フィルタ選択ビットでフィルタありを選択した場合、 \overline{INT}_i 入力“H”パルス幅の最小値は(1/デジタルフィルタサンプリング周波数×3)と最小値のいずれか値の大きい方となります。

注2. \overline{INT}_i 入力フィルタ選択ビットでフィルタありを選択した場合、 \overline{INT}_i 入力“L”パルス幅の最小値は(1/デジタルフィルタサンプリング周波数×3)と最小値のいずれか値の大きい方となります。

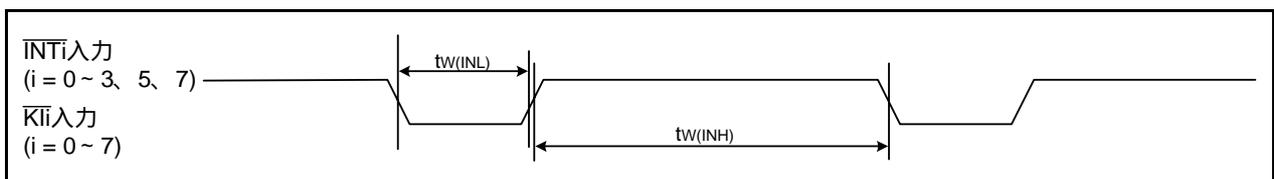


図29.11 外部割り込み \overline{INT}_i およびキー入力割り込み \overline{Kli} の入力タイミング

30. 使用上の注意事項

30.1 クロック発生回路使用上の注意

30.1.1 発振停止検出機能

XINクロックの周波数が2MHz未満の場合、発振停止検出機能は使用できませんので、OCDレジスタのOCD1～OCD0ビットを“00b”にしてください。また、OCD3ビットは、XINクロックの発振安定確認には使用できません。

30.1.2 発振回路定数

ユーザシステムにおける最適発振回路定数は、発振子メーカーにご相談の上、決定してください。

30.1.3 XCINクロック

XCINクロックを使用する場合は、CM03ビットをいったん“1”(停止)にした後、“0”(発振)にしてください。

R8C/LA3Aグループの場合は、以下の参考プログラム例に従って設定してください。

- XCIN発振回路を使用する場合のプログラム例

```
BSET      3, CM0      ; XCINクロック停止
BSET      2, CM3      ; XCIN切り替え
BCLR      3, CM0      ; XCINクロック発振
```

- XCIN発振回路に外部クロックを使用する場合のプログラム例

```
BSET      3, CM0      ; XCINクロック停止
BSET      2, CM1      ; XCIN-XCOOUT内蔵帰還抵抗無効
BSET      4, CM0      ; XCIN外部クロック入力許可
BSET      2, CM3      ; XCIN切り替え
BCLR      3, CM0      ; XCINクロック発振
```

- XCIN発振回路を使用しない場合のプログラム例

```
BSET      3, CM0      ; XCINクロック停止
BSET      2, CM1      ; XCIN-XCOOUT内蔵帰還抵抗無効
```

30.2 パワーコントロール使用上の注意

30.2.1 ストップモード

ストップモードに移行する場合、FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にした後、CM0レジスタのCM00ビットを“0”に、CM1レジスタのCM10ビットを“1”にしてください。命令キューはCM10ビットを“1”にする命令から、4バイト先読みしてプログラムが停止します。CM10ビットを“1”にする命令の直後にJMP.B命令を入れた後、NOP命令を最低4つ入れてください。

• ストップモードに移行するプログラム例

```

BCLR      1, FMR0      ; CPU書き換えモード無効
BCLR      7, FMR2      ; 低消費電流リードモード禁止
BSET      0, PRCR      ; CM0、CM1レジスタへの書き込み許可
FSET      I           ; 割り込み許可
BSET      0, CM1       ; ストップモード
JMP.B     LABEL_001
LABEL_001:
NOP
NOP
NOP
NOP

```

30.2.2 ウェイトモード

ウェイトモードへ移行するときは、FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)ならびにFMR27ビットを“0”(低消費電流リードモード禁止)にした後、移行してください。

FMR01ビットが“1”(CPU書き換えモード有効)あるいはFMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)の状態、ウェイトモードへ移行しないでください。

CM30ビットを“1”にしてウェイトモードに移行する場合は、Iフラグを“0”(マスカブル割り込み禁止)にしてください。WAIT命令でウェイトモードに移行する場合は、Iフラグを“1”(マスカブル割り込み許可)にしてください。命令キューはCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にする命令、またはWAIT命令から4バイト先読みしてプログラムが停止します。CM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にする命令、またはWAIT命令の後にはNOP命令を最低4つ入れてください。

• WAIT命令を実行するプログラム例

```

BCLR      1, FMR0      ; CPU書き換えモード無効
BCLR      7, FMR2      ; 低消費電流リードモード禁止
FSET      I           ; 割り込み許可
WAIT      ; ウェイトモード
NOP
NOP
NOP
NOP

```

• CM30ビットを“1”を実行するプログラム例

```

BCLR      1, FMR0      ; CPU書き換えモード無効
BCLR      7, FMR2      ; 低消費電流リードモード禁止
BSET      0, PRCR      ; CM3レジスタへの書き込み許可
FCLR      I           ; 割り込み禁止
BSET      0, CM3       ; ウェイトモード
NOP
NOP
NOP
NOP
BCLR      0, PRCR      ; CM3レジスタへの書き込み禁止
FSET      I           ; 割り込み許可

```

30.2.3 VCA20ビットによる内部電源低消費操作

VCA20 ビットは低速クロックモードまたは低速オンチップオシレータモードで“1”にしてから、ウェイトモードに移行してください。

CM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にしてウェイトモードにする場合のVCA20ビットによる内部電源低消費操作設定は図10.8に示す手順に従ってください。

WAIT命令を実行してウェイトモードにする場合のVCA20ビットによる内部電源低消費操作設定は図10.9に示す手順に従ってください。

30.2.4 パワーオフ0モード

パワーオフ0モードに移行する場合、FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にした後、POMCR0レジスタにアクセスしてください。POMCR0レジスタにアクセスしてからパワーオフ0モードへ移行するまでに遅延がありますので、NOP命令を最低4つ入れてください。

パワーオフ0モードへの移行処理中は、WKUP0端子およびWKUP1端子(入力有効時)は“H”にしてください。移行処理中に“L”に変化した場合、パワーオフ0モードへは移行せずに、プログラムの実行を続けます。このとき、POMCR0レジスタのフラグ(POM00、POM01)が“1”(検出)になります。

・パワーオフ0モードに移行するプログラム例

```

BCLR      1, FMR0           ; CPU書き換えモード無効
MOV.B     #02H, POMCR0     ; パワーオフ0、WUKPI入力有効を選択。
MOV.B     #88H, POMCR0     ; 固定値
MOV.B     #15H, POMCR0     ; 固定値
MOV.B     #92H, POMCR0     ; 固定値
MOV.B     #25H, POMCR0     ; 固定値
NOP
NOP
NOP
NOP
NOP                       ; パワーオフ0モードへ移行
WAIT      ; ウェイトモード
BSET      1, PRCR          ; ソフトウェアリセット
BSET      3, PM0

```

パワーオフ0モードの解除後の動作は通常のリセットシーケンスと同じです。そのため、パワーオフ0モード移行直後にパワーオフ0モードを解除すると、リセットシーケンスとリセット後のプログラム動作により、消費電力を低減できません。パワーオフ0モード移行と解除の間隔についてはシステムレベルで十分評価してください。

30.2.5 パワーオフ2モード

パワーオフ2モードに移行する場合、FMR0レジスタのFMR01ビットを“0”(CPU書き換えモード無効)にした後、CM0レジスタのCM00ビットを“1”、CM02～CM01ビットを“11b”にしてから、CM1レジスタのCM10ビットを“1”にしてください。命令キューはCM10ビットを“1”にする命令から、4バイト先読みしてプログラムが停止します。

CM10ビットを“1”にする命令の直後にJMP.B命令を入れた後、NOP命令を最低4つ入れてください。

・パワーオフ2モードに移行するプログラム例

```

BCLR      1, FMR0           ; CPU書き換えモード無効
BCLR      7, FMR2           ; 低消費電流リードモード禁止
BSET      0, PRCR          ; CM0、CM1レジスタへの書き込み許可
FSET      1                ; 割り込み許可
BSET      0, CM0           ; パワーオフ2モード選択
BSET      1, CM0           ;
BSET      2, CM0           ;
BSET      0, CM1           ; パワーオフ2モード
JMP.B     LABEL_001
LABEL_001:
NOP
NOP
NOP
NOP

```

30.3 割り込み使用上の注意

30.3.1 00000h番地の読み出し

プログラムで00000h番地を読まないでください。マスク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00000h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”(割り込み要求なし)になります。

プログラムで00000h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が発生することがあります。

30.3.2 SPの設定

割り込みを受け付ける前に、SPに値を設定してください。リセット後、SPは“0000h”です。そのため、SP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。

30.3.3 外部割り込み、キー入力割り込み

$\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$ 、 $\overline{\text{INT5}}$ 、 $\overline{\text{INT7}}$ 端子、 $\overline{\text{KI0}} \sim \overline{\text{KI7}}$ 端子に入力する信号には、CPUの動作クロックに関係なく電気的特性の外部割り込み $\overline{\text{INTi}}$ 入力($i = 0 \sim 3, 5, 7$)に示す“L”レベル幅、または“H”レベル幅が必要です。(詳細は「表29.29 外部割り込み $\overline{\text{INTi}}$ ($i = 0 \sim 3, 5, 7$)キー入力割り込み $\overline{\text{KIi}}$ ($i = 0 \sim 7$)のタイミング条件」を参照。)

30.3.4 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・タイミングに関与する場合は、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 30.1 に割り込み要因の変更手順例を示します。

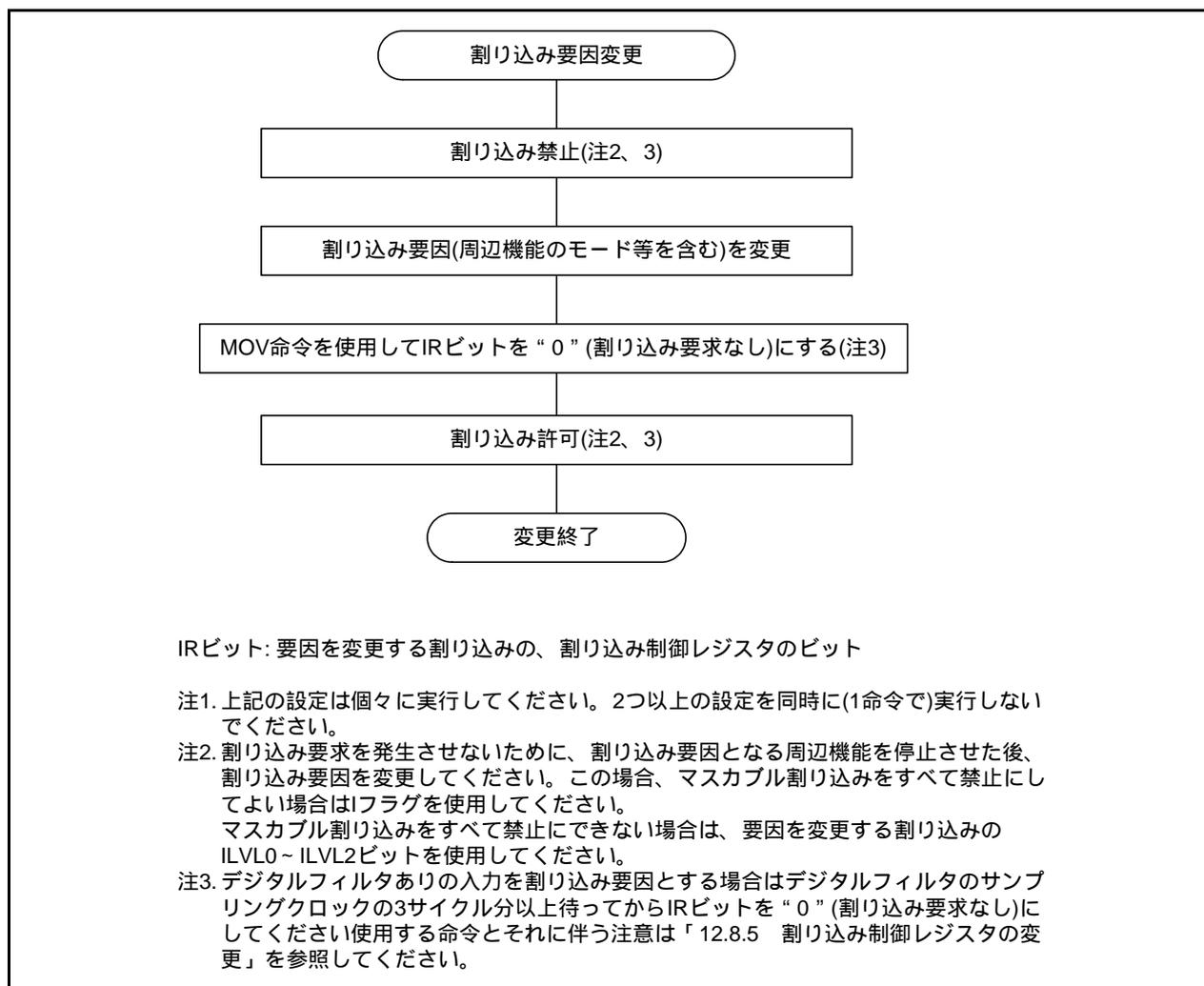


図 30.1 割り込み要因の変更手順例

30.3.5 割り込み制御レジスタの変更

- (a) 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。
- (b) 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。

- (c) 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従って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(b)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, 0056H     ; TRJ0ICレジスタを“00h”にする
  NOP
  NOP
  FSET    I                ; 割り込み許可
```

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, 0056H     ; TRJ0ICレジスタを“00h”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, 0056H     ; TRJ0ICレジスタを“00h”にする
  POPC    FLG             ; 割り込み許可
```

30.4 IDコード領域使用上の注意

30.4.1 IDコード領域の設定例

IDコード領域はフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。次に設定例を示します

- IDコード領域すべてに“55h”を設定する場合

```
.org 00FFDCH
.lword dummy | (55000000h) ; UND
.lword dummy | (55000000h) ; INTO
.lword dummy ; BREAK
.lword dummy | (55000000h) ; ADDRESS MATCH
.lword dummy | (55000000h) ; SET SINGLE STEP
.lword dummy | (55000000h) ; WDT
.lword dummy | (55000000h) ; ADDRESS BREAK
.lword dummy | (55000000h) ; RESERVE
```

(プログラムの書式はコンパイラによって異なります。コンパイラのマニュアルで確認してください。)

30.5 オプション機能選択領域使用上の注意

30.5.1 オプション機能選択領域の設定例

オプション機能選択領域はフラッシュメモリ上にあり、SFRではありません。ROMデータとして、プログラムで適切な値を設定してください。次に設定例を示します。

- OFSレジスタに“FFh”を設定する場合

```
.org 00FFFCB
.lword reset | (0FF000000h) ; RESET
```

(プログラムの書式はコンパイラによって異なります。コンパイラのマニュアルで確認してください。)

- OFS2レジスタに“FFh”を設定する場合

```
.org 00FFDBH
.byte 0FFh
```

(プログラムの書式はコンパイラによって異なります。コンパイラのマニュアルで確認してください。)

30.6 タイマRB使用上の注意

- リセット後、タイマはカウントを停止しています。タイマとプリスケアラに値を設定した後、カウントを開始してください。
- プリスケアラとタイマは16ビット単位で読み出しても、マイクロコンピュータ内部では1バイトずつ順に読み出します。そのため、この2つのレジスタを読み出す間にタイマ値が更新される可能性があります。
- プログラマブルワンショット発生モードおよびプログラマブルウェイトワンショット発生モード時、TRBiCRレジスタのTSTARTビットを“0”にしてカウントを停止したとき、またはTRBiOCRレジスタのTOSSPビットを“1”にしてワンショット停止にしたとき、タイマはリロードレジスタの値をリロードし停止します。タイマのカウント値は、タイマ停止前に読み出してください。
- カウント停止中にTSTARTビットに“1”(カウント開始)を書いた後は、カウントソースの1~2サイクルの間、TCSTFビットは“0”(カウント停止)になっています。
TCSTFビットが“1”(カウント中)になるまで、TCSTFビットを除くタイマR*Bi*関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。
カウント中にTSTARTビットに“0”(カウント停止)を書いた後は、カウントソースの1~2サイクルの間、TCSTFビットは“1”になっています。TCSTFビットが“0”(カウント停止)になったときカウントは停止します。
TCSTFビットが“0”(カウント停止)になるまで、TCSTFビットを除くタイマR*Bi*関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。

注1. タイマR*Bi*関連レジスタ: TRBiCR、TRBiOCR、TRBiIOC、TRBiMR、TRBiPRE、TRBiSC、TRBiPR

- カウント中にTRBiCRレジスタのTSTOPビットに“1”を書くと、すぐにタイマRBは停止します。
- TRBiOCRレジスタのTOSSTビットまたはTOSSPビットに“1”を書くと、カウントソースの1~2サイクル後にTOSSTFビットが変化します。TOSSTビットに“1”を書いてからTOSSTFビットが“1”になるまでの期間にTOSSPビットに“1”を書いた場合、内部の状態によってTOSSTFビットが“0”になる場合と、“1”になる場合があります。TOSSPビットに“1”を書いてからTOSSTFビットが“0”になるまでの期間にTOSSTビットに“1”を書いた場合も同様に、TOSSTFビットは“0”になるか“1”になるかわかりません。
- タイマR*Bi*のアンダフロー信号をタイマRBのカウントソースにする場合、タイマR*Bi*はタイマモード、パルス出力モード、またはイベントカウンタモードに設定してください。

30.6.1 タイマモード

カウント中(TRBiCRレジスタ($i = 0 \sim 1$)のTCSTFビットが“1”)にTRBiPREレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込む場合は、下記の点に注意してください。

- TRBiPREレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をカウントソースクロックの3周期以上空けてください。
- TRBiPRレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をプリスケアラのアンダフローの3周期以上空けてください。

30.6.2 プログラマブル波形発生モード

カウント中(TRBiCRレジスタ($i = 0 \sim 1$)のTCSTFビットが“1”)にTRBiPREレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込む場合は、下記の点に注意してください。

- TRBiPREレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をカウントソースクロックの3周期以上空けてください。
- TRBiPRレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をプリスケアラのアンダフローの3周期以上空けてください。

30.6.3 プログラマブルワンショット発生モード

カウント中(TRBiCRレジスタ($i = 0 \sim 1$)のTCSTFビットが“1”)にTRBiPREレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込む場合は下記の点に注意してください。

- TRBiPREレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をカウントソースクロックの3周期以上空けてください。
- TRBiPRレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をプリスケアラのアンダフローの3周期以上空けてください。

30.6.4 プログラマブルウェイトワンショット発生モード

カウント中(TRBiCRレジスタ($i = 0 \sim 1$)のTCSTFビットが“1”)にTRBiPREレジスタ、TRBiPRレジスタに書き込む場合は下記の点に注意してください。

- TRBiPREレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をカウントソースクロックの3周期以上空けてください。
- TRBiPRレジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をプリスケアラのアンダフローの3周期以上空けてください。

30.7 タイマRC使用上の注意

30.7.1 TRCレジスタ

- TRCCR1レジスタのCCLRビットを“1”(TRCGRAレジスタとのコンペア一致でTRCレジスタをクリア)にしている場合に、次の注意事項が該当します。
TRCMRレジスタのTSTARTビットが“1”(カウント開始)の状態、プログラムでTRCレジスタに値を書き込む場合は、TRCレジスタが“0000h”になるタイミングと重ならないように書いてください。
TRCレジスタが“0000h”になるタイミングと、TRCレジスタへの書き込むタイミングが重なると、値は書き込まれず、TRCレジスタが“0000h”になります。
- TRCレジスタに書いた後、TRCレジスタを続けて読み出すと、書く前の値を読み出すことがあります。この場合は書き込みと読み出しの間で、JMP.B命令を実行してください。

```

プログラム例      MOV.W #XXXXh, TRC          ; 書き込み
                   JMP.B L1          ; JMP.B命令
L1:                MOV.W TRC,DATA    ; 読み出し

```

30.7.2 TRCSRレジスタ

TRCSRレジスタに書いた後、TRCSRレジスタを続けて読み出すと、書く前の値を読み出すことがあります。この場合は書き込みと読み出しの間で、JMP.B命令を実行してください。

```

プログラム例      MOV.B #XXh, TRCSR      ; 書き込み
                   JMP.B L1          ; JMP.B命令
L1:                MOV.B TRCSR,DATA      ; 読み出し

```

30.7.3 TRCCR1レジスタ

TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットを“111b”(fOCO-F)にするときは、CPUクロックより速いクロック周波数にfOCO-Fを設定してください。

30.7.4 カウントソース切り替え

- カウントソースを切り替える際は、カウントを停止した後、切り替えてください。
変更手順
 - (1) TRCMRレジスタのTSTARTビットを“0”(カウント停止)にする
 - (2) TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットを変更する
- カウントソースをfOCO20MからfOCO-F以外のクロックに変更し、fOCO20Mを停止させる場合は、クロック切り替え設定後、f1の2サイクル以上待ってからfOCO20Mを停止させてください。
変更手順
 - (1) TRCMRレジスタのTSTARTビットを“0”(カウント停止)にする
 - (2) TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットを変更する
 - (3) f1の2サイクル以上待つ
 - (4) FRA0レジスタのFRA00ビットを“0”(高速オンチップオシレータ停止)にする
- カウントソースをfOCO-FからfOCO20M以外のクロックに変更し、fOCO-Fを停止させる場合は、クロック切り替え設定後、fOCO-Fの1サイクル+fOCO20Mの1サイクル以上待ってからfOCO-Fを停止させてください。
変更手順
 - (1) TRCMRレジスタのTSTARTビットを“0”(カウント停止)にする
 - (2) TRCCR1レジスタのTCK2～TCK0ビットを変更する
 - (3) fOCO-Fの1サイクル+fOCO20Mの1サイクル以上待つ
 - (4) FRA0レジスタのFRA00ビットを“0”(高速オンチップオシレータ停止)にする

30.7.5 インพุットキャプチャ機能

- インพุットキャプチャ信号のパルス幅については、次のように設定してください。
[デジタルフィルタなしの場合]
タイマRCの動作クロックの3サイクル分以上(「表 18.1 タイマRCの動作クロック」参照)
[デジタルフィルタありの場合]
デジタルフィルタのサンプリングクロックの5サイクル分+タイマRCの動作クロックの3サイクル分以上(「図 18.5 デジタルフィルタのブロック図」参照)
- TRCIOj(j = A、B、C、Dのいずれか) 端子にインพุットキャプチャ信号が入力されてから、タイマRCの動作クロックの1～2サイクル後にTRCレジスタの値をTRCGRjレジスタに転送します(デジタルフィルタなしの場合)。
- インพุットキャプチャ機能使用時、TRCIOR0、TRCIOR1レジスタのIOj0～IOj1ビット(j=A、B、C、Dのいずれか)で選択したエッジがTRCIOj端子に入力されると、TRCMRレジスタのTSTARTビットが“0”(カウント停止)のときも、TRCSRレジスタのIMFjビットが“1”になります。

30.7.6 PWM2モード時のTRCMRレジスタ

- TRCCR2レジスタのCSELビットが“1”(TRCGRAレジスタとのコンペア一致でカウント停止)のとき、TRCレジスタとTRCGRAレジスタのコンペア一致が発生するタイミングで、TRCMRレジスタに書かないでください。

30.8 タイマRH使用上の注意

30.8.1 リセット

タイマRHはリセット入力により秒、分、時、曜日、日、月、年、12時間 / 24時間、午前 / 午後、アラーム、割り込み、誤差補正の情報を格納しているレジスタがリセットされません。そのため、電源投入後はすべてのレジスタを初期設定してください。

30.8.2 カウント開始、停止

タイマRHにはカウント開始または停止を指示するためのRUNビットがTRHCRレジスタにあります。RUNビットを“1”(カウント開始)にするとタイマRHがカウントを開始し、15ビットカウンタがカウントを開始するまで、最大でカウントソースの2サイクルかかります。この間、タイマRH関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。

同様に、RUNビットを“0”(カウント停止)にするとタイマRHがカウントを停止し、15ビットカウンタがカウントを停止するまで、最大でカウントソースの2サイクル分の時間がかかります。この間、タイマRH関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。

注1. タイマRH関連レジスタ : MSTCR1、TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、TRHMON、TRHYR、TRHCR、TRHCSR、TRHADJ、TRHIFR、TRHIER、TRHAMN、TRHAHR、TRHAWK、TRHPRC、TRHICR

30.8.3 レジスタ設定

次のレジスタとビットは、TRHCRレジスタのRUNビットが“0”(カウント停止)のときに書いてください。

- タイマRHデータレジスタ(注1)
- TRHIERレジスタ
- TRHCRレジスタのTRHOE、HR24、PM、CCLRビット
- TRHCSRレジスタのCS0 ~ CS3、OS0 ~ OS2ビット

また、TRHIERレジスタは、上記のレジスタとビットの設定の最後(タイマRHカウント開始の直前)に設定してください。

図 19.5 にリアルタイムクロックモード時の設定例を示します。

注1. タイマRHデータレジスタ : TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、TRHMON、TRHYR

30.8.4 リアルタイムクロックモードの時刻読み出し手順

リアルタイムクロックモードでは、タイマRHデータレジスタ(注1)、TRHCRレジスタのHR24とPMビットは、TRHSECレジスタのBSYビットが“0”(データ更新中ではない)のときに読み出してください。

また、複数のレジスタを読み出す場合、あるレジスタを読んだ後、別のレジスタを読むまでにデータが更新されると、結果的に誤った時刻を採用してしまいます。

これらを回避するための読み出し手順例を示します。

- 割り込みを使用する方法

タイマRH割り込みルーチン内で、タイマRHデータレジスタ(注1)、TRHCRレジスタのHR24とPMビットのうち、BSYビットが“0”のとき必要な内容を読み出す。

- プログラムで監視する方法1

プログラムでTRHICレジスタのIRビットを監視し、“1”(タイマRH割り込み要求発生)になったら、タイマRHデータレジスタ(注1)、TRHCRレジスタのHR24とPMビットのうち、BSYビットが“0”のときに必要な内容を読み出す。

- プログラムで監視する方法2

(1) BSYビットを監視する。

(2) BSYビットが“1”になったら、“0”になるまで監視する(BSYビットが“1”の期間は約15.6ms)。

(3) BSYビットが“0”になったら、タイマRHデータレジスタ(注1)、TRHCRレジスタのHR24とPMビットのうち、必要な内容を読み出す。

- 読み出した結果が2回同じであれば採用する方法

(1) タイマRHデータレジスタ(注1)、TRHCRレジスタのHR24とPMビットのうち、必要な内容を読み出す。

(2) (1)と同じレジスタを読み出し、内容を比較する。

(3) 一致すれば正しい値として採用する。一致しなければ読み出した値が、前回の値と一致するまで繰り返す。

なお、複数のレジスタを読み出す場合は、できるだけ連続して読み出す。

注1. タイマRHデータレジスタ : TRHSEC、TRHMIN、TRHHR、TRHWK、TRHDY、
TRHMON、TRHYR

30.9 タイマRJ使用上の注意

- リセット後、タイマはカウントを停止しています。タイマに値を設定した後、カウントを開始してください。
- タイマは16ビット単位で読み出してください。
- パルス幅測定モードおよびパルス周期測定モードで使用する TRJiCR レジスタの TEDGF ビットと TUNDF ビットは、プログラムで“0”を書くと“0”になり、“1”を書いても変化しません。TRJiCR レジスタにリードモディファイライト命令を使用した場合、命令実行中に TEDGF ビット、TUNDF ビットが“1”になっても“0”にする場合があります。このとき、“0”にしたい TEDGF ビット、TUNDF ビットには MOV 命令で“1”を書いてください。
- 他のモードからパルス幅測定モードおよびパルス周期測定モードに変更したとき、TEDGF ビットと TUNDF ビットは不定です。TEDGF ビットと TUNDF ビットに“0”を書いてから、タイマRJiのカウントを開始してください。
- カウント開始後に初めて発生するタイマRJiのアンダフロー信号で、TEDGF ビットが“1”になる場合があります。
- パルス周期測定モードを使用する場合は、カウント開始直後にタイマRJiレジスタの2周期以上の時間を空けて、TEDGF ビットを“0”にしてから使用してください。
- カウント停止中に TSTART ビットに“1”を書いた後は、カウントソースの0～1サイクルの間、TCSTF ビットは“0”になっています。
TCSTF ビットが“1”になるまで、TCSTF ビットを除くタイマRJi関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。
TCSTF ビットが“1”になった後の最初のカウントソースの有効エッジからカウントを開始します。
カウント中に TSTART ビットに“0”を書いた後は、カウントソースの0～1サイクルの間、TCSTF ビットは“1”になっています。TCSTF ビットが“0”になったときカウントは停止します。
TCSTF ビットが“0”になるまで、TCSTF ビットを除くタイマRJi関連レジスタ(注1)をアクセスしないでください。

注1. タイマRJi関連レジスタ：TRJiCR、TRJiOC、TRJiMR、TRJi

- カウント中(TCSTF ビットが“1”)に TRJi レジスタに連続して書き込む場合は、それぞれの書き込みの間隔をカウントソースの3周期以上空けてください。
- パルス幅測定モードとパルス周期測定モードでは、TRJi レジスタ(i = 0 ~ 1)に0000hを設定しないでください。

30.10 シリアルインタフェース(UART0)使用上の注意

- 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モードにかかわらず、U0RB レジスタを読み出すときは、必ず16ビット単位で読み出してください。
U0RB レジスタの PER、FER ビットと U0C1 レジスタの RI ビットは、U0RB レジスタの上位バイトを読み出したとき、“0”になります。
受信エラーはU0RB レジスタを読み出し後、読み出した値で確認してください。

<受信バッファレジスタを読み出すプログラム例>

```
MOV.W 00A6H, R0 ; U0RB レジスタの読み出し
```

- 転送データビット長9ビットのクロック非同期形シリアルI/Oモードで、U0TB レジスタに書くときは、上位バイト 下位バイトの順で、8ビット単位で書いてください。

<送信バッファレジスタに書き込むプログラム例>

```
MOV.B #XXH, 00A3H ; U0TB レジスタの上位バイトへの書き込み
```

```
MOV.B #XXH, 00A2H ; U0TB レジスタの下位バイトへの書き込み
```

30.11 シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット(SSU)使用上の注意

シンクロナスシリアルコミュニケーションユニットを使用する場合には、SSUICSRレジスタのIICSELビットを“0”(SSU機能を選択)にしてください。

30.12 I²Cバスインタフェース使用上の注意

I²Cバスインタフェースを使用する場合には、SSUICSRレジスタのIICSELビットを“1”(I²Cバスインタフェース機能を選択)にしてください。

30.12.1 マスタ受信モード

マスタ受信完了後、停止条件発行または開始条件の再発行がSCLの9クロック目の立ち下がりとなった場合、9クロック目の後に、SCLが1クロック余分に出力されます。

30.12.1.1対策

マスタ受信完了後、SCLの9クロック目の立ち下がりを確認してから、停止条件を発行または開始条件を再発行してください。

SCLの9クロック目の立ち下がり、次の方法で確認してください。

ICSRレジスタのRDRFビット(受信データレジスタフルフラグ)が“1”になったことを確認後、ICCR2レジスタのSCLOビット(SCLモニタフラグ)が“0”(SCL端子は“L”)になったことを確認してください。

30.12.2 ICCR1レジスタのICEビットおよびICCR2レジスタのIICRSTビット

I²Cバスインタフェース動作中に、ICEビットに“0”、またはIICRSTビットに“1”を書くと、ICCR2レジスタのBBSYビットとICSRレジスタのSTOPビットが不定になる場合があります。

30.12.2.1ビットが不定になる条件

- マスタ送信モード(ICCR1レジスタのMST、TRSビットが“1”)において、本モジュールがI²Cのバスを占有しているとき。
- マスタ受信モード(MSTビットが“1”、TRSビットが“0”)において、本モジュールがI²Cのバスを占有しているとき。
- スレーブ送信モード(MSTビットが“0”、TRSビットが“1”)において、本モジュールがデータ送信中のとき。
- スレーブ受信モード(MST、TRSビットが“0”)において、本モジュールがアクノリッジを送信しているとき。

30.12.2.2対策

- 開始条件(SCLが“H”のときのSDA立ち下がり)が入力されると、BBSYビットは“1”になります。
- 停止条件(SCLが“H”のときのSDA立ち上がり)が入力されると、BBSYビットは“0”になります。
- マスタ送信モードにおいて、SCL、SDAともに“H”の状態、BBSYビットに“1”、SCPビットに“0”を書き、開始条件(SCLが“H”のときのSDA立ち下がり)が出力されると、BBSYビットは“1”になります。
- マスタ送信モードまたはマスタ受信モードにおいて、SDAが“L”の状態、かつ本モジュール以外にSCLを“L”にするデバイスがない状態で、BBSYビットに“0”、SCPビットに“0”を書き、停止条件(SCLが“H”のときのSDA立ち上がり)が出力されると、BBSYビットは“0”になります。
- SARレジスタのFSビットに“1”を書くと、BBSYビットは“0”になります。

30.12.2.3 IICRST ビットの補足説明

- IICRSTビットに“1”を書くと、ICCR2レジスタのSDAOビットおよびSCLOビットは“1”になります。
- マスタ送信モードおよびスレーブ送信モードにおいて、IICRST ビットに“1”を書くと、ICSRレジスタのTDRE ビットは“1”になります。
- IICRSTビットによるI²Cバス制御部のリセット期間中は、BBSYビット、SCPビット、SDAOビットへの書き込みは無効ですので、書き込み前にIICRST ビットに“0”を書いてください。
- IICRSTビットに“1”を書いても、BBSYビットは“0”になりません。しかし、SCL、SDAの状態によっては、停止条件(SCLが“H”のときのSDA立ち上がり)が生成され、そのことにより、BBSYビットが“0”になる場合があります。
同様に、他のビットにも影響が発生する場合があります。
- IICRSTビットによるI²Cバス制御部のリセット期間中は、データの送受信を停止します。しかし、開始条件、停止条件、バス競合負けを検出する機能は動作しています。そのため、SCL、SDA端子へ入力された信号によっては、ICCR1レジスタ、ICCR2レジスタ、ICSRレジスタの値が更新される場合があります。

30.13 A/Dコンバータ使用上の注意

30.13.1 A/Dコンバータ

- ADMODレジスタ、ADINSELレジスタ、ADCON0レジスタ(ADSTビットを除く)、ADCON1レジスタ、OCVREFCRレジスタに対する書き込みは、A/D変換停止時(トリガ発生前)に行ってください。
- 繰り返しモード0、繰り返しモード1、繰り返し掃引モードで使用する場合、A/D変換中のCPUクロックには、A/Dコンバータの動作クロック AD以上の周波数を選択してください。
ADにfOCO-Fを選択しないでください。
- VREF端子とAVSS端子間に0.1 μ Fのコンデンサを接続してください。
- A/D変換中はストップモードに移行しないでください。
- A/D変換中はCM0レジスタのCM02ビットの状態("1"(ウェイトモード時、周辺機能クロックを停止する)、“0”(ウェイトモード時、周辺機能クロックを停止しない))にかかわらず、ウェイトモードに移行しないでください。
- A/D変換中はFMR0レジスタのFMSTPビットを“1”(フラッシュメモリ停止)、およびFMR27ビットを“1”(低消費電流リードモード許可)にすると、A/D変換結果が不定になるため、この設定をしないでください。
- fOCO-Fが停止しているときは、ADMODレジスタのCKS2ビットを変更しないでください。
- 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、割り込み要求は発生しません。また、A/D変換していないADi(i=0~7)レジスタも、不定になる場合があります。
プログラムでADSTビットを“0”にした場合は、すべてのADiレジスタの値を使用しないでください。
- A/Dコンバータを使用するときは、A/D変換結果の平均化処理を推奨します。
- 単掃引モード、繰り返し掃引モード時、SCAN1~SCAN0ビット=“11b”(7端子)にした場合、A/D変換実行時間は、8端子分の時間になります。

30.13.2 温度センサ

- 温度センサはADTSENビットを“1”(動作開始)にすると、動作を開始します。動作開始設定から最大200 μ s後に電圧が安定するのを待ってから、A/D変換を開始してください。
- 温度センサ出力電圧のA/D変換結果には、温度センサ出力電圧のばらつきとA/Dコンバータ絶対精度誤差が含まれるため、温度センサの性能(表25.9参照)やゲイン1選択時の温度センサ出力電圧の温度特性(標準特性)(図25.10参照)に対して誤差が発生することがあります。
- マイコンの周辺環境によっては、被測定体から温度センサ回路への熱伝導性が変動するため、温度センサ出力電圧の反応時間や精度に影響をおよぼします。システムに合わせた評価を十分に行った上で使用してください。
- ゲインアンプによって増幅された温度センサ出力電圧が基準電圧を超えた場合、正しくA/D変換することができません。
- 温度センサ出力電圧を端子から出力することはできません。

30.14 LCD駆動制御回路使用上の注意

30.14.1 分割抵抗を外付けする場合

R1~R3の参考値は10k ~ 200k です。これらの参考値は、使用するLCDパネル、セグメント端子数、コモン端子数、フレーム周波数、使用環境に依存します。システムに合わせた評価を十分に行った上で、値を調整して決定してください(図27.3を参照してください)。

30.15 フラッシュメモリ使用上の注意

30.15.1 CPU書き換えモード

30.15.1.1使用禁止命令

EW0モードでプログラムROM領域を書き換え中は、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、BRK命令

30.15.1.2割り込み

表30.1～表30.2にCPU書き換えモード時の割り込みを示します。

表30.1 CPU書き換えモード時の割り込み(1)

モード	イレース/ ライト対象	状態	マスカブル割り込み	
EW0	データ フラッシュ	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	割り込み要求を受け付けると、割り込み処理を実行します。FMR22ビットが“1” (割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)の場合は、自動でFMR21ビットが“1” (サスペンドリクエスト)になります。フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断します。 FMR22ビットが“0” (割り込み要求でサスペンドリクエスト禁止)でサスペンドが必要な場合は、割り込み処理内でFMR21ビットを“1”にしてください。フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断します。 自動消去中断中は自動消去実行ブロック以外の読み出し、書き込みができません。 自動書き込み中断中は自動書き込み実行ブロック以外のブロックの読み出しができません。 FMR21ビットを“0” (リスタート)にすることで、自動消去もしくは自動書き込みを再開することができます。	
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)	自動消去、自動書き込みは実行したまま、割り込み処理を実行します。	
	プログラム ROM	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	割り込み要求を受け付けると、割り込み処理を実行します。FMR22ビットが“1” (割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)の場合は、自動でFMR21ビットが“1” (サスペンドリクエスト)になります。フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断します。 FMR22ビットが“0” (割り込み要求でサスペンドリクエスト禁止)でサスペンドが必要な場合は、割り込み処理内でFMR21ビットを“1”にしてください。フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断します。 自動消去中断中は自動消去実行ブロック以外の読み出し、書き込みができません。 自動書き込み中断中は自動書き込み実行ブロック以外のブロックの読み出しができません。 FMR21ビットを“0” (リスタート)にすることで、自動消去もしくは自動書き込みを再開することができます。	
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)	自動消去、自動書き込みは実行したまま、割り込み処理を実行します。	
	EW1	データ フラッシュ	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	FMR22ビットが“1” (割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)の場合は、割り込み要求を受け付けると自動でFMR21ビットが“1” (サスペンドリクエスト)になり、フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断し、割り込み処理を実行します。 自動消去中断中は自動消去実行ブロック以外の読み出し、書き込みができません。 自動書き込み中断中は自動書き込み実行ブロック以外のブロックの読み出しができません。 FMR21ビットを“0” (リスタート)にすることで、自動消去もしくは自動書き込みを再開することができます。 また、FMR22ビットが“0” (割り込み要求でサスペンドリクエスト禁止)の場合は自動消去、自動書き込みが優先され、割り込み要求が待たされます。 自動消去、自動書き込みが終了した後、割り込み処理を実行します。
			自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)	自動消去、自動書き込みが優先され、割り込み要求が待たされます。 自動消去、自動書き込みが終了した後、割り込み処理を実行します。
プログラム ROM		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	FMR22ビットが“1” (割り込み要求でサスペンドリクエスト許可)の場合は、割り込み要求を受け付けると自動でFMR21ビットが“1” (サスペンドリクエスト)になり、フラッシュメモリは、td(SR-SUS)時間後に自動消去もしくは自動書き込みを中断し、割り込み処理を実行します。 自動消去中断中は自動消去実行ブロック以外の読み出し、書き込みができません。 自動書き込み中断中は自動書き込み実行ブロック以外のブロックの読み出しができません。 FMR21ビットを“0” (リスタート)にすることで、自動消去もしくは自動書き込みを再開することができます。 また、FMR22ビットが“0” (割り込み要求でサスペンドリクエスト禁止)の場合は自動消去、自動書き込みが優先され、割り込み要求が待たされます。 自動消去、自動書き込みが終了した後、割り込み処理を実行します。	
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)	自動消去、自動書き込みが優先され、割り込み要求が待たされます。 自動消去、自動書き込みが終了した後、割り込み処理を実行します。	

FMR21、FMR22 : FMR2レジスタのビット

表30.2 CPU書き換えモード時の割り込み(2)

モード	イレーズ/ ライト対象	状態	・ウォッチドックタイマ ・発振停止検出 ・電圧監視2 ・電圧監視1 (注1)	・未定義命令 ・INTO命令 ・BRK命令 ・シングルステップ (注1)
EW0	データ フラッシュ	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	割り込み要求を受け付けると、すぐに自動消去または自動書き込みは強制停止し、フラッシュメモリをリセットします。一定時間後にフラッシュメモリが再起動した後、割り込み処理を開始します。 自動消去中のブロックまたは自動書き込み中のアドレスは強制停止されるために正常値が読み出せなくなる場合がありますので、フラッシュメモリが再起動した後、再度自動消去を実行し、正常終了することを確認して下さい。ウォッチドックタイマはコマンド動作中も停止しないため、割り込み要求が発生する可能性があります。サスペンド機能を使用して、定期的にウォッチドックタイマを初期化してください。	自動消去、自動書き込み中は使用しないでください。
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)		
	プログラム ROM	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)		
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)		
EW1	データ フラッシュ	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)	割り込み要求を受け付けると、すぐに自動消去または自動書き込みは強制停止し、フラッシュメモリをリセットします。一定時間後にフラッシュメモリが再起動した後、割り込み処理を開始します。 自動消去中のブロックまたは自動書き込み中のアドレスは強制停止されるために正常値が読み出せなくなる場合がありますので、フラッシュメモリが再起動した後、再度自動消去を実行し、正常終了することを確認して下さい。ウォッチドックタイマはコマンド動作中も停止しないため、割り込み要求が発生する可能性があります。サスペンド機能を使用して、定期的にウォッチドックタイマを初期化してください。	自動消去、自動書き込み中は使用できません。
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)		
	プログラム ROM	自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 1 (サスペンド許可)		
		自動消去中/ 書き込み中 FMR20 = 0 (サスペンド禁止)		

FMR21、FMR22 : FMR2レジスタのビット

注1. ブロック0には固定ベクタが配置されているので、ブロック0を自動消去中はノンマスカブル割り込みを使用しないでください。

30.15.1.3アクセス方法

次のビットを“1”にするときは、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。また、“0”を書いた後、“1”を書くまでの間は、割り込みを禁止にしてください。

- FMR0レジスタのFMR01、FMR02ビット
- FMR1レジスタのFMR13ビット
- FMR2レジスタのFMR20、FMR22、FMR27ビット

また、次のビットを“0”にするときは、対象となるビットに“1”を書いた後、続けて“0”を書いてください。また、“1”を書いた後、“0”を書くまでの間は、割り込みを禁止にしてください。

- FMR1レジスタのFMR14、FMR15ビット

30.15.1.4ユーザROM領域の書き換え

EW0モードを使用し、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。このブロックの書き換えは、標準シリアル入出力モードを使用してください。

30.15.1.5プログラム

既にプログラムされた番地に対する追加書き込みはしないでください。

30.15.1.6ストップモード、ウェイトモードへの移行

イレーズサスペンド中に、ストップモード、ウェイトモードに移行しないでください。

FSTレジスタのFST7ビットが“0”(ビジー(書き込み、消去実行中))の場合、ストップモード、ウェイトモードに移行しないでください。

FMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)の状態、ストップモード、ウェイトモードへ移行しないでください。

30.15.1.7フラッシュメモリのプログラム電圧、イレーズ電圧

プログラムROMのプログラム、イレーズを実行する場合は、電源電圧VCC = 1.8 ~ 5.5 Vの条件で行ってください。1.8 V未満では、プログラム、イレーズを実行しないでください。

30.15.1.8ブロックブランクチェック

イレーズサスペンド中にブロックブランクチェックコマンドを実行しないでください。

30.15.1.9低消費電流リードモード

低速クロックモード、低速オンチップオシレータモードのときに、FMR2レジスタのFMR27ビットを“1”(低消費電流リードモード許可)にすると、フラッシュメモリ読み出し時の消費電流を低減できます。

CPUクロックが次のいずれかのとき、低消費電流リードモードを使用できます。

- CPUクロックが低速オンチップオシレータクロックの4分周、8分周または16分周
- CPUクロックがXCINクロックの1分周(分周なし)、2分周、4分周または8分周

ただし、選択したCPUクロックの周波数が3kHz以下のときは、低消費電流リードモードを使用しないでください。

CPUクロック分周比を設定した後、FMR27ビットを“1”(低消費電流リードモード許可)にしてください。消費電力を低減する方法は、「10.8 消費電力の低減」を参照してください。

ウェイトモードまたはストップモードへ移行するときは、FMR27ビットを“0”(低消費電流リードモード禁止)にした後、移行してください。FMR27ビットが“1”(低消費電流リードモード許可)の状態、ウェイトモードまたはストップモードへ移行しないでください。

30.16 ノイズに関する注意

30.16.1 ノイズおよびラッチアップ対策として、VCC-VSS ライン間へのバイパスコンデンサ挿入

VCC 端子と VSS 端子間にバイパスコンデンサ (0.1 μ F 程度) を最短距離でかつ、比較的太い配線を使って接続してください。

30.16.2 ポート制御レジスタのノイズ誤動作対策

過酷なノイズ試験等で外来ノイズ(主に電源系ノイズ)を受けると、IC内部のノイズ対策回路でも対策しきれない場合があります。この場合、ポート関連のレジスタ値が変化する可能性があります。

このような場合のプログラム対策として、ポートレジスタ、ポート方向レジスタ、およびプルアップ制御レジスタを定期的に再設定することを推奨します。ただし、割り込み処理の中でポート出力を切り替えるような制御を行う場合は、再設定処理との間で競合が発生する可能性もありますので、制御処理を十分にご検討の上、再設定処理を導入してください。

30.17 電源電圧の変動に関する注意事項

リセット解除後、VCC 端子に入力する電源電圧は、図 30.2 に示す許容電源リップル電圧 $V_r(vcc)$ および電源リップル立ち下がり勾配 $dV_r(vcc)/dt$ のどちらか一方または両方を満たしてください。

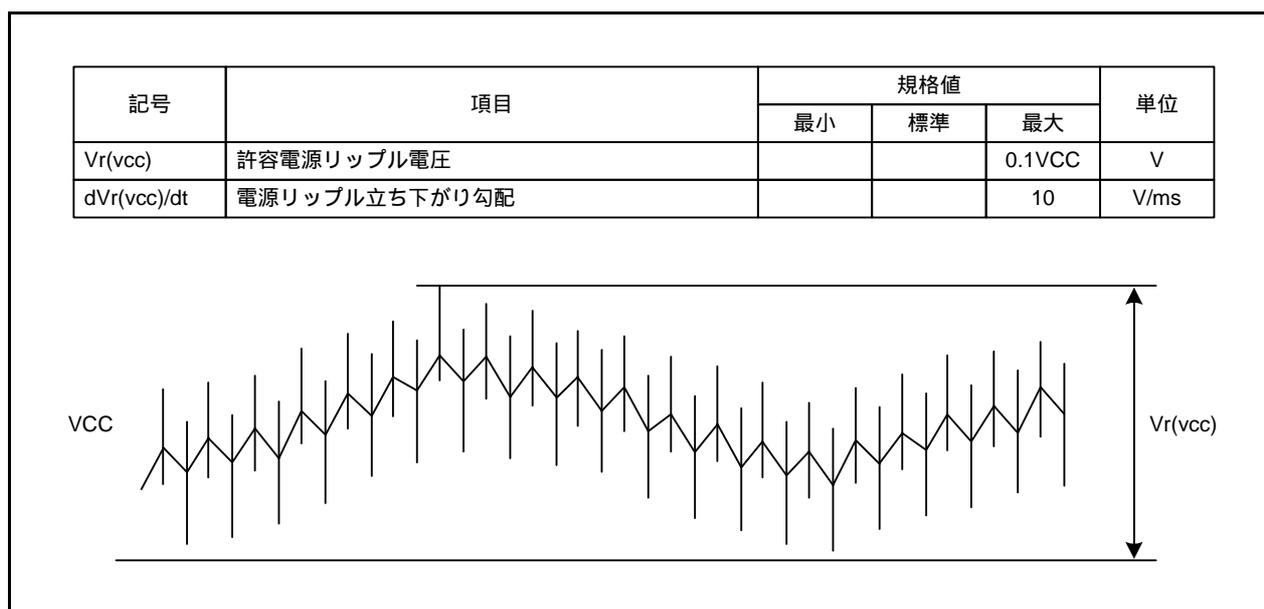


図 30.2 電源リップルの定義

31. オンチップデバッグの注意事項

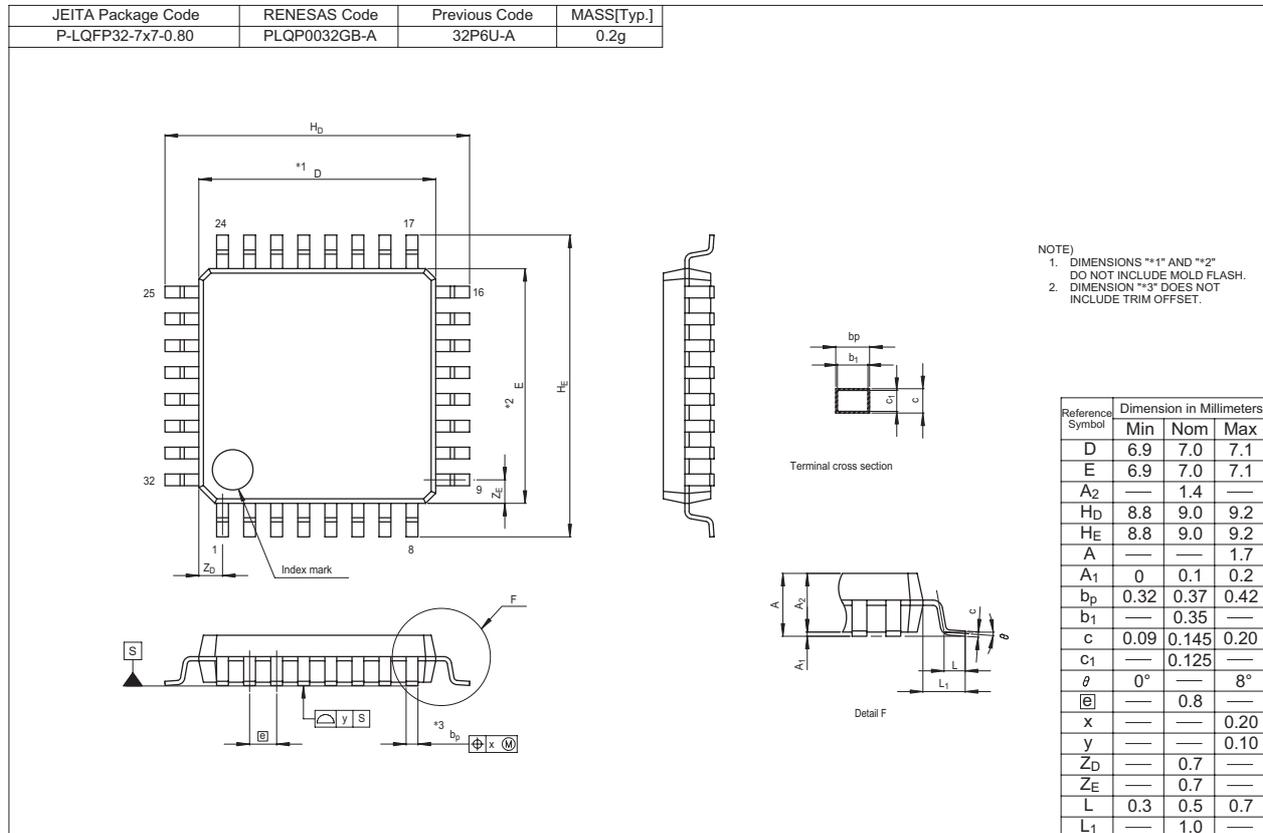
オンチップデバッグを使用してR8C/LA3Aグループ、R8C/LA5Aグループのプログラム開発、デバッグを行う場合、以下の制限事項がありますのでご注意ください。

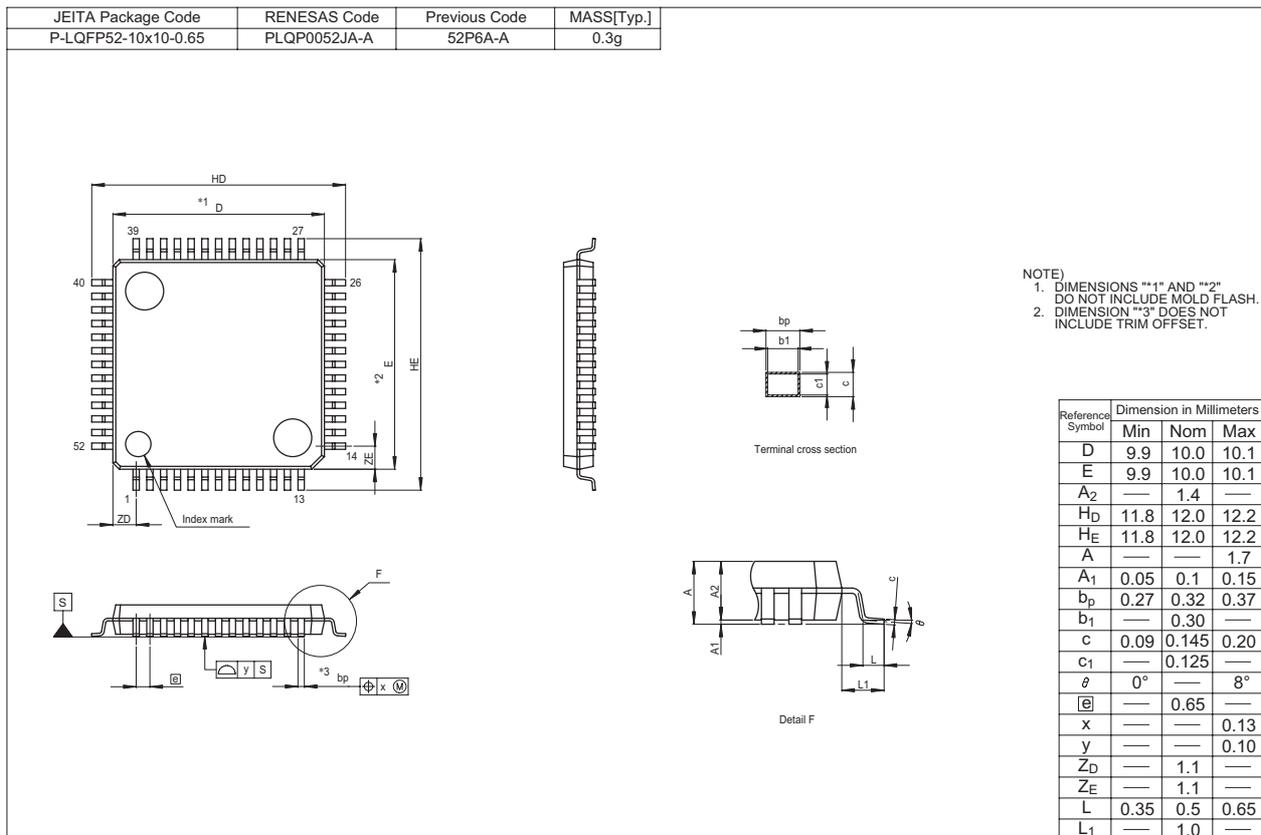
- (1) オンチップデバッグでは、ユーザのフラッシュメモリ領域およびRAM領域を一部使用します。ユーザはこの領域を使用しないでください。
使用領域につきましては、各オンチップデバッグのマニュアルを参照してください。
- (2) アドレス一致割り込み(AIER0、AIER1、RMAD0、RMAD1レジスタ、固定ベクタテーブル)をユーザシステムで設定しないでください。
- (3) BRK命令をユーザシステムで使用しないでください。
- (4) 電源電圧VCC = 1.8 ~ 5.5 Vの条件でデバッグ可能です。フラッシュメモリの書き換えが発生する場合の電源電圧は、1.8 V以上にしてください。

オンチップデバッグの接続や使用方法には、固有の制限事項があります。オンチップデバッグの詳細は各オンチップデバッグのマニュアルを参照してください。

付録1. 外形寸法図

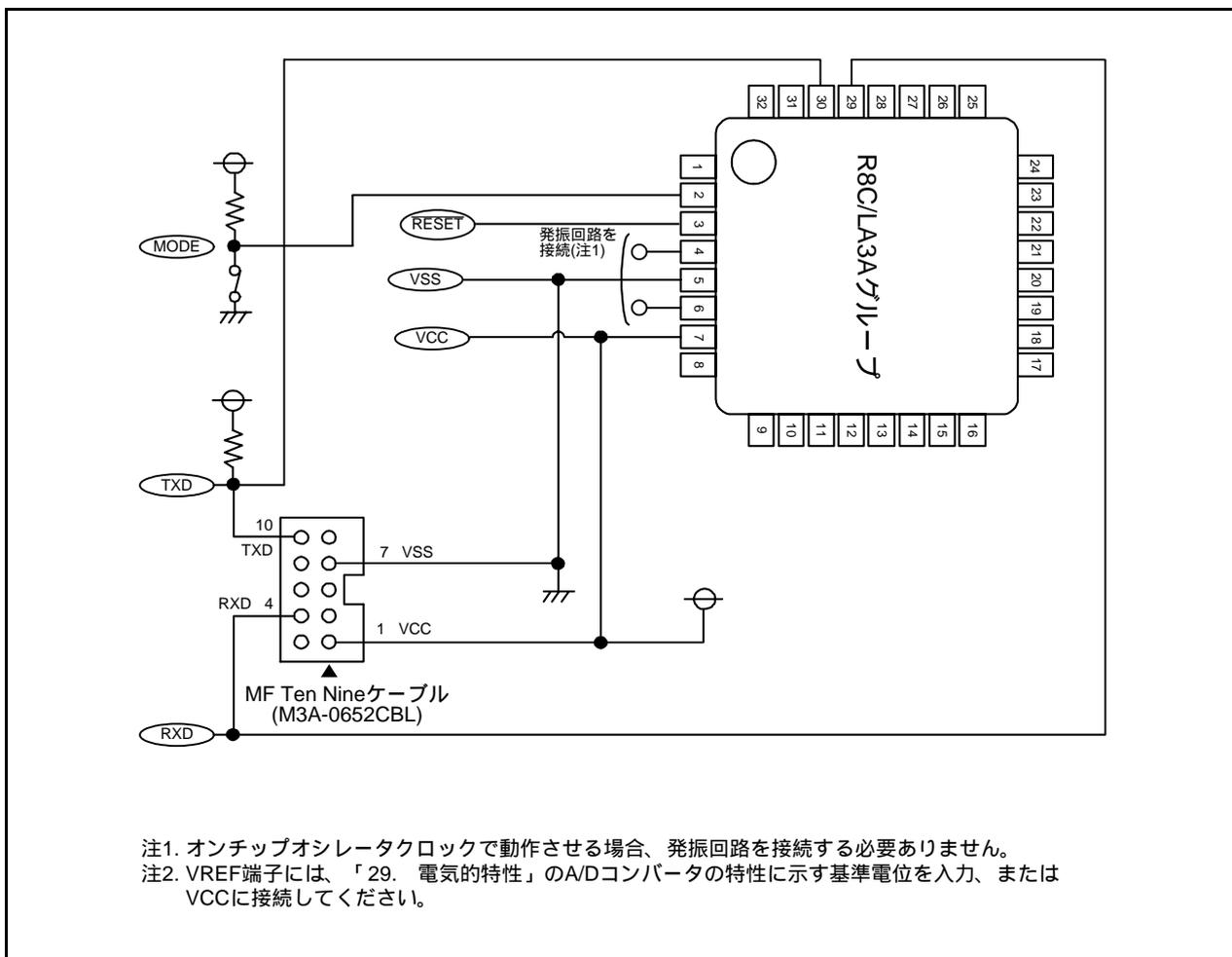
外形寸法図の最新版や実装に関する情報は、ルネサス エレクトロニクスホームページの「パッケージ」に掲載されています。



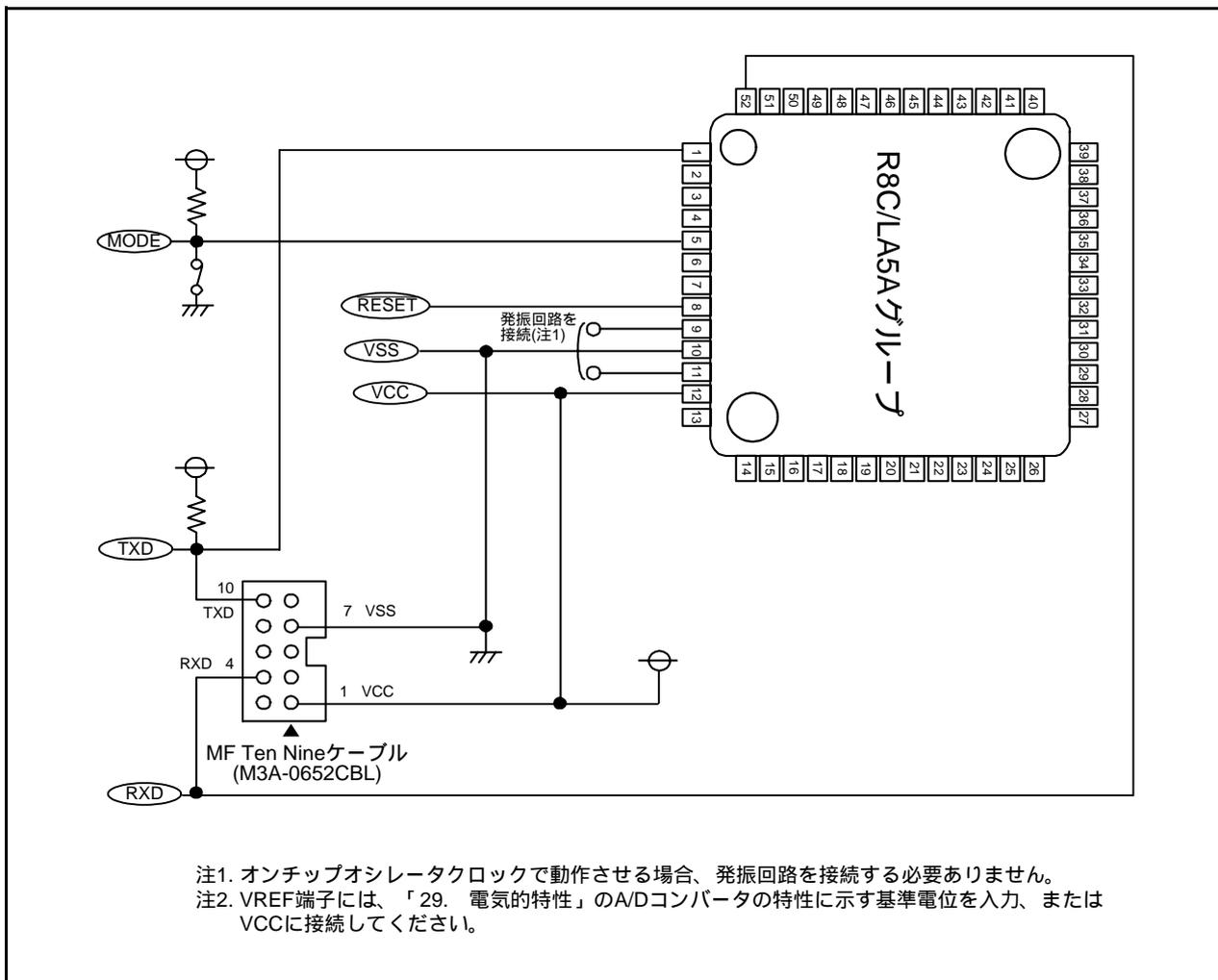


付録2. シリアルライターとの接続例

付図 2.1 ~ 付図 2.2にMF Ten Nineケーブル (M3A-0652CBL) との接続例を示します。



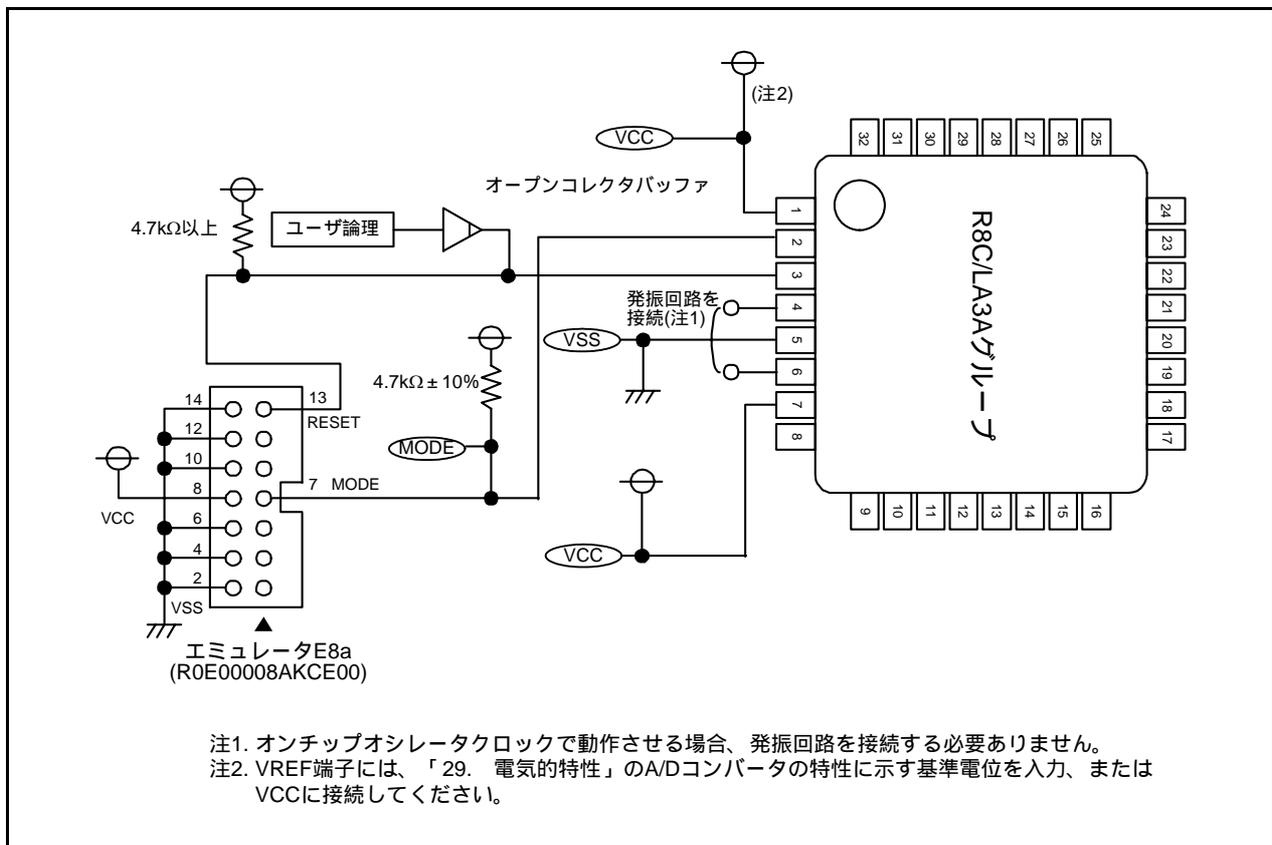
付図 2.1 MF Ten Nineケーブル (M3A-0652CBL) との接続例(1)



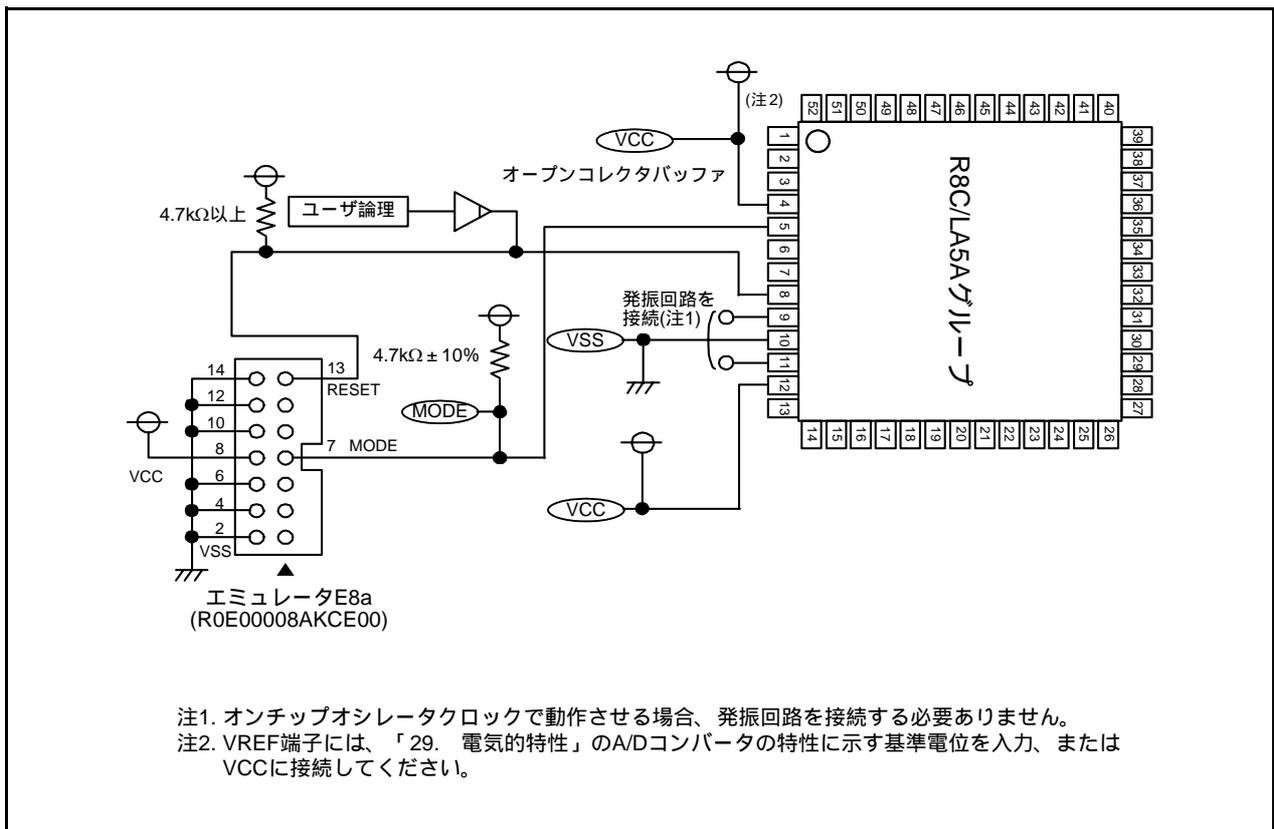
付図 2.2 MF Ten Nineケーブル (M3A-0652CBL) との接続例 (2)

付録3. エミュレータE8aとの接続例

付図 3.1 ~ 付図 3.2にエミュレータE8a (R0E00008AKCE00)との接続例を示します。



付図 3.1 エミュレータE8a (R0E00008AKCE00)との接続例(1)



付図 3.2 エミュレータE8a (R0E00008AKCE00)との接続例(2)

索引

【記号 / 数字】

4線式バス通信モード	383
4線式バス通信モードの初期化	384

【 A 】

A/Dコンバータ	142, 430
A/D断線検出アシスト機能	445
A/D変換開始条件	442
A/D変換結果	444
A/D変換サイクル数	440
A/D変換時のセンサの出力インピーダンス	456
A0、A1	18
AC特性	546
ADCON0	437
ADCON1	438
ADCON2	439
ADi (i = 0 ~ 7)	434
ADIC	153
ADINSEL	436
ADMOD	435
AIERi (i = 0 ~ 1)	174

【 B 】

Bフラグ	18
------------	----

【 C 】

CM0	105, 122
CM1	106, 123
CM3	107, 124
CM3レジスタのCM30ビットを“1”(ウェイトモードに移行する)にした後のウェイトモードからの復帰	133
CMPA	47
CPU	17
CPU書き換えモード	491
CPUクロック	115
CPUクロックと周辺機能クロック	115
CSPR	191
Cフラグ	18

【 D 】

DC特性	540
Dフラグ	18

【 E 】

EW0モード	501
EW1モード	501

【 F 】

f1、f2、f4、f8、f16、f32	115
FB	18
fC-LCD	116
fC-TRH	116
fC、fC32	116
FLG	18
FMR0	495
FMR1	498
FMR2	500
FMRDYIC	154
fOCO	115

fOCO128	116
fOCO20M	115
fOCO-F	115
fOCO-S	116
fOCO-WDT	116
FR18S0	111
FR18S1	111
FRA0	109, 126
FRA2	110
FRC0	109
FRC1	111
FST	492

【 I 】

I/Oポート	61
I/Oポート以外の端子	63
I/Oポートの機能	63
I ² Cバスインタフェース	391
I ² Cバスインタフェースモード	408
I ² Cバスフォーマット	408
ICCR1	398
ICCR2	399
ICDRR	397
ICDRS	403
ICDRT	397
ICIER	401
ICMR	400
ICSR	402
IDコードチェック機能	489, 521
IDコード領域	180
ILVL2 ~ ILVL0ビット、IPL	156
INTB	18
INTCMP	460
INTEN	165, 460
INTEN1	166
INTF	167, 461
INTF1	167
INTiIC (i = 0 ~ 3、5、7)	155
INTi入力フィルタ (i = 0 ~ 3、5、7)	168
INTi割り込み (i = 0 ~ 3、5、7)	163
INTSR	77, 164
INT割り込み	163
IPL	19
IRビット	156
ISP	18
Iフラグ	19, 156

【 K 】

KIEN	171
KIEN1	172
KUPIC	153

【 L 】

LCDIC	153
LCD駆動制御	475
LCD駆動制御回路	465
LCD駆動波形	479
LCDクロック選択	477
LCDデータ表示	478
LCR0	469
LCR2	470
LCR3	470

LCR4	471
LSBファースト、MSBファースト選択	349
LSE0	471
LSE1	472
LSE2	472
LSE5	473

【 M 】

MSTCR0	223, 338, 362, 394, 432, 468
MSTCR1	200, 273, 317

【 O 】

OCD	108, 125
OCVREFCR	433
OFS	35, 54, 185, 192, 490
OFS2	36, 186, 193
Oフラグ	19

【 P 】

P8DRR	79
PC	18
PD _i (i = 0, 2, 3, 5, 7 ~ 9)	70
Pi (i = 0, 2, 3, 5, 7 ~ 9)	71
PINSR	78, 396
PIPUR (i = 0, 2, 3, 5, 7 ~ 9)	79
PM0	34
PM1	190
POMCR0	128
PRCR	148
PWM2モード	259
PWMモード	253

【 R 】

R0, R1, R2, R3	18
RMAD _i (i = 0 ~ 1)	174
ROMコードプロテクト機能	490, 524
RSTFR	34

【 S 】

S0RIC	153
S0TIC	153
SAR	403
SB	18
SCS端子制御とアービトレーション	389
SDA端子デジタル遅延選択	406
SFR	21
SSBR	363
SSCRH	365
SSCRL	366
SSER	368
SSMR	367
SSMR2	370
SSRDR	365
SSSR	369
SSTDR	364
SSTRSR	373
SSUIC/IICIC	154
SSUICSR	76, 363, 395
SSシフトレジスタ	373
Sフラグ	18

【 T 】

TRB0IC	153
TRB1IC	153
TRBiCR (i = 0 ~ 1)	201
TRBiOC (i = 0 ~ 1)	202, 205, 209, 212, 216
TRBiMR (i = 0 ~ 1)	202
TRBiOCR (i = 0 ~ 1)	201
TRBiPR (i = 0 ~ 1)	204
TRBiPRE (i = 0 ~ 1)	203
TRBiSC (i = 0 ~ 1)	203
TRC	228
TRCADCR	230
TRCCR1	225, 246, 255, 261
TRCCR2	229, 249, 256, 262
TRCDF	229, 263
TRCGRA	228
TRCGRB	228
TRCGRC	228
TRCGRC、TRCGRDレジスタの出力端子変更	251
TRCGRD	228
TRCIC	154
TRCIER	225
TRCIOR0	227, 241, 247
TRCIOR1	227, 242, 248
TRCMR	224
TRCOER	230
TRCPSR0	73, 231
TRCPSR1	74, 232
TRCSR	226
TRHADJ	285
TRHAHR	289
TRHAMN	288
TRHAWK	290
TRHCR	281, 307
TRHCSR	284, 308
TRHDY	278
TRHHR	276
TRHIC	154
TRHICR	292
TRHIER	287, 311
TRHIFR	286, 310
TRHMIN	275, 306
TRHMON	279
TRHPRC	291, 311
TRHSEC	274, 306
TRHWK	277
TRHYR	280
TRJ0IC	153
TRJ1IC	153
TRJi (i = 0 ~ 1)	320
TRJiCR (i = 0 ~ 1)	318
TRJiOC (i = 0 ~ 1)	318, 323, 326, 328, 330, 333
TRJiISR (i = 0 ~ 1)	320
TRJiMR (i = 0 ~ 1)	319
TRJSR	72, 321

【 U 】

U0BRG	339
U0C0	341
U0C1	341
U0MR	339
U0RB	342
U0SR	75, 343
U0TB	340

UART	351
USP	18
Uフラグ	19

【V】

VCA1	48
VCA2	49, 127
VCA20ビットによる内部電源低消費操作	131, 142
VCAC	47
VCC入力電圧のモニタ	55
VCMP1IC	153
VCMP2IC	153
VD1LS	50
Vdet0のモニタ	55
Vdet1のモニタ	55
Vdet2のモニタ	55
VLT0	80
VLT1	81
VLT2	82
VW0C	51
VW1C	52
VW2C	53

【W】

WAIT命令実行後のウェイトモードからの復帰	134
WDTC	191
WDTR	190
WDTS	190

【X】

XCINクロック	114
XINクロック	112

【Z】

Zフラグ	18
------------	----

【あ】

アウトプットコンペア機能	244
アウトプットコンペアモード	305
アドレス一致割り込み	173
アドレスレジスタ	18
アラーム機能	297

【い】

イベントカウンタモード	327
インプットキャプチャ機能	239

【う】

ウェイトモード	131
ウェイトモードからの復帰	132
ウェイトモード時の端子の状態	131
ウェイトモードへの移行	131
ウェイトモード、ストップモード、パワーオフモード	141
ウォッチドッグタイマ	188
ウォッチドッグタイマリセット	41

【え】

エミュレータE8aとの接続例	580
----------------------	-----

【お】

応用	1
オーバフローフラグ	19
オプション機能選択領域	184
オンチップオシレータクロック	113
オンチップデバッグの注意事項	575
温度センサ	454
温度センサの設定手順	455

【か】

外形寸法図	576
概要	1
カウントソース	233
カウントソース保護モード無効時	195
カウントソース保護モード有効時	196
カウント中のタイマ書き込み制御	206, 324
各通信モードと端子機能	375
各モードの設定と解除方法	504

【き】

キー入力割り込み	169
機能	181
キャリフラグ	18
強制イレーズ機能	182
極性選択機能	349

【く】

繰り返し掃引モード	452
繰り返しモード0	447
繰り返しモード1	448
グループごとの相違点	2
クロック	141
クロック出力	304
クロック同期形シリアルI/Oモード	344
クロック同期形シリアルインタフェース	142, 359
クロック同期式シリアルフォーマット	419
クロック同期式シリアルモード	419
クロック同期式通信モード	376
クロック同期式通信モードの初期化	376
クロック発生回路	102
クロック非同期形シリアルI/O (UART)モード	351

【け】

ゲインアンプ	444
--------------	-----

【こ】

高速オンチップオシレータクロック	113
高速オンチップオシレータモード	130
高速クロックモード	130
コールドスタート/ウォームスタート判定機能	42
コンパレータB	458
コンパレータB1、コンパレータB3割り込み	464
コンパレータBiデジタルフィルタ (i = 1, 3)	463

【さ】

サインフラグ	18
サスペンド動作	502

【し】

システムクロック	115
周辺機能クロック	115
周辺機能クロック停止機能	131
周辺機能クロックの停止	141
周辺機能の特性	532
周辺機能への影響	63
周辺機能割り込み	151
受信動作	421
仕様概要	4
使用上の注意事項	553
消費電流低減機能	444
消費電力の低減	141
シリアルインタフェース(UART0)	336
シリアルライタとの接続例	578
シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット(SSU)	360

【す】

推奨動作条件	530
スタックポインタ指定フラグ	19
スタティックベースレジスタ	18
ストップモード	135
ストップモードおよびパワーオフ2モード時の端子の状態	478
ストップモードからの復帰	136
ストップモード時の端子の状態	135
ストップモードへの移行	135
スレーブ受信動作	417
スレーブ送信動作	414

【せ】

製品一覧	7
セグメント出力端子の選択	477
セグメントパネル駆動波形	479
絶対最大定格	529
ゼロフラグ	18

【そ】

送信動作	420
ソフトウェアコマンド	506
ソフトウェアリセット	41
ソフトウェア割り込み	149

【た】

タイマ	141
タイマRB	198
タイマRC	220
タイマRC割り込み	267
タイマRC割り込み、タイマRH割り込み、シンクロナスシリアルコミュニケーションユニット割り込み、I ² Cバスインタフェース、フラッシュメモリ割り込み(複数の割り込み要求要因を持つ割り込み)	175
タイマRH	270
タイマRJ	316
タイマ総論	197
タイマモード	205, 239, 244, 322
端子機能の説明	15

単掃引モード	450
単発モード	446

【ち】

チップ内蔵基準電圧(OCVREF)	444
中央演算処理装置(CPU)	17

【つ】

通信エラー発生時の対処方法	348, 357
---------------	----------

【て】

低消費電流リードモード	145
低速オンチップオシレータクロック	113
低速オンチップオシレータモード	130
低速クロックモード	130
データ受信	379, 387
データ送信	377, 385
データ保護機能	505
データレジスタ	18
データレジスタの説明	474
デジタルフィルタ	235
デバッグフラグ	18
電圧監視0リセット	40, 56
電圧監視1割り込み	57
電圧監視2割り込み	59
電圧検出回路	43, 141
電気的特性	529
電源が安定している場合	37
電源投入時	37
転送クロック	371, 404

【と】

特殊割り込み	150
特長	1
時計誤差補正機能	301

【に】

入出力端子	440
-------	-----

【の】

ノイズ除去回路	426
---------	-----

【は】

ハードウェアリセット	37
バイアス制御	477
バス制御	101
発振停止検出機能	117
発振停止検出機能の使用法	117
バッファ動作	234
パラレル入出力モード	524
パルス周期測定モード	332
パルス出力強制遮断	237
パルス出力モード	325
パルス幅測定モード	329
パワーオフ0モード	137
パワーオフ0モード時の端子の状態	138, 478
パワーオフ0モードの解除	138

パワーオフ0モードの端子処理	137
パワーオフ0モードへの移行	137
パワーオフ2モード	139
パワーオフ2モードからの復帰	140
パワーオフ2モード時の端子の状態	139
パワーオフ2モードへの移行	139
パワーオンリセット機能	39
パワーコントロール	120

【ひ】

ビット同期回路	427
ビットレート	356
標準シリアル入出力モード	521
標準シリアル入出力モード禁止機能	182
標準動作モード	129
秒調整機能	299
ピン配置図	11

【ふ】

フラグレジスタ	18
フラッシュメモリ	486
フラッシュメモリ書き換え禁止機能	489
フラッシュメモリの停止	144
フルステータスチェック	519
フレームベースレジスタ	18
プログラブルウェイトワンショット発生モード	215
プログラブル波形発生モード	208
プログラブルワンショット発生モード	211
プログラムカウンタ	18
プロセッサ割り込み優先レベル	19
ブロック図	9
プロテクト	148

【ほ】

ポート	141
ポートの設定	83

【ま】

マスタ受信動作	411
マスタ送信動作	409

【み】

未使用端子の処理	100
----------------	-----

【め】

メモリ	20
メモリ性液晶パネル用駆動波形	483
メモリ配置	487

【も】

モード選択	359
-------------	-----

【ゆ】

ユーザスタックポインタ	18
-------------------	----

【よ】

予約ビット	19
-------------	----

【り】

リアルタイムクロックモード	271
リセット	31
リセット要因判別機能	42

【れ】

レジスタ設定例	422
レジスタ退避	158
レジスタバンク指定フラグ	18
連続受信モード	350

【わ】

割り込み	149
割り込み応答時間	158
割り込み許可フラグ	19
割り込みシーケンス	157
割り込みスタックポインタ	18
割り込み制御	156
割り込み制御波形	484
割り込みテーブルレジスタ	18
割り込みと割り込みベクタ	151
割り込みの分類	149
割り込み優先順位	160
割り込み優先レベル判定回路	161
割り込み要求	374, 407
割り込み要求受付時のIPLの変化	158
割り込みルーチンからの復帰	160
ワンショットトリガ選択	214

改訂記録

R8C/LA3Aグループ、R8C/LA5Aグループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
0.10	2010.08.30	—	初版発行
0.20	2011.03.11	—	TN-R8C-A016A/J 反映
		3、62	表1.2、表7.2 注2 変更
		3、464	表1.3、表27.1 注1 変更
		6	表1.6 消費電流：「標準1.5 μ s」 「標準1.3 μ s」
		9、10	図1.3、図1.4 変更
		20	3.「内部ROM・・・に配置されます。」削除
		43	表6.1 「電圧監視0」 変更
		49、127	6.2.4、10.2.6 注1～注2、注4～注5 変更
		58、60	図6.6、図6.7 「VCA26=1」 「VCA26ビット=1」 「VW1C0=1」 「VW1C0ビット=1」
		61、102、 148、269、 429、457、 464	注意：「その他のグループ」 「R8C/LA3Aグループ」
		68	図7.5 「P9_1/XOUT」 変更
		70	7.5.1 注1～注3 変更
		71	7.5.2 注1～注3 変更、「Pi_0ビット」 「Pi_jビット」
		72	7.5.3 「タイマRji」 「タイマRji (i=0～1)」
		73、230	7.5.4、18.2.14 b1、b6～b7 変更
		74、231	7.5.5、18.2.15 b1 変更
		76、363、 395	7.5.7、23.2.2、24.2.2 b1～b3、b6 変更
		79	7.5.10 注2～注4 変更
		84、85	表7.8～表7.11 変更
		90	表7.33～表7.35 「機能」 変更、注1 削除
		91～93	表7.39～表7.42 変更
		103	図9.1 変更
		105、122	9.2.1、10.2.1 b0：「(注6)」 追記、注5～注6 変更
		106、123	9.2.2、10.2.2 注2、注6 変更
		108、125	9.2.4、10.2.4 注4 変更
		115	9.6.4 変更、9.6.5 「1.8～5.5V」 「2.7～5.5V」
		118	図9.5 タイトル 変更
		119、552	9.8.1、30.1.1 「OCD1～OCD0ビット」 「OCDレジスタのOCD1～OCD0ビット」
		120、219、 359、390	「注意」 追記
		129	表10.3 変更、注1、注2 追記
		131	10.4.2 変更、10.4.3 追記
		132	表10.4 「A/D変換割り込み」 変更、 「・・・fC～fC32クロックに・・・」 「・・・fC、fC32クロックに・・・」
		133	10.4.6 タイトル、図10.2 注2 追記
		134	10.4.7 タイトル 追記、(2) 変更、図10.3 注2 追記

改訂記録

R8C/LA3Aグループ、R8C/LA5Aグループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
0.20	2011.03.11	135	表10.5 注1 追記
		136	10.5.3 (2) 変更、図10.4 注2 追記
		137	図10.5 (1)、10.6.2 (1) 変更、 「パワーオフ0モードへの・・・へ移行しません。」 追記、 表10.6 「パワーオフ0モードへの移行」 変更
		138	10.6.4 変更、図10.6 「108～178サイクル」 「148サイクル」
		139	表10.8 「タイマRJ割り込み」 「シリアルインタフェースの割り込み」 注1 追記
		140	10.7.3 (2) 変更、図10.7 注2 追記
		141	10.8.3 変更
		142	10.8.9 変更、図10.8 追記
		143	図10.9 タイトル 変更
		146、554	10.9.1、30.2.1 「BCLR 0, CM0 ; ストップモード選択」 削除 10.9.2、30.2.2 変更
		147、555	10.9.3、30.2.3 追記、10.9.4、10.2.4 変更
		148	11.1.1 注1 削除
		151	表12.1 注2、注3 追記
		152	表12.2 注4、注5 追記
		156	12.3.3 「Iフラグ=1」 「Iフラグ=1(マスカブル割り込み許可)」、 「IRビット=1」 「IRビット=1(割り込み要求あり)」
		177、556	12.8.1、30.3.1 「“0”」 「“0”(割り込み要求なし)」
		195	表15.2 注2 「WDTONビット」 「OFSレジスタのWDTONビット」
		196	表15.3 注1 「WDTONビット」 「OFSレジスタのWDTONビット」
		197	表16.1 タイマRC: 「fOCO8M」 「fOCO20M」
		202、205、 209、212、 216	17.2.4、17.3.1、17.4.1、17.5.1、17.6.1 「b1」 変更
		207	図17.2 「TWRCビット」 「TRBiMRレジスタのTWRCビット」
		208	表17.4 「選択機能」 変更
		214	17.5.3 「INOSEGビット」 「INOSTGビット」
		218、560	17.7、30.6 変更
		225	18.2.3 「インプットキャプチャ」 「TRCGRAのインプットキャプチャ」
		231	18.2.14 「b1」 「b6」 「b7」 変更
		232	18.2.15 「b1」 変更
		241、242	18.4.1、18.4.2 b2、b6 「(インプットキャプチャ)」 削除
		247、248	18.5.2、18.5.3 b2、b6 「(アウトプットコンペア)」 削除
		251	図18.11 変更
253	18.6 「TRCGRh」 「TRCGRj」 表18.11 PWM波形: 「TRCGRj」 「TRCGRh」 「j=B、C、Dのいずれか」 「h=B、C、Dのいずれか」 「h=A、B、C、Dのいずれか」 「j=A、B、C、Dのいずれか」		
256	表18.12 タイトル 「TRCGRh」 「TRCGRj」 「h=A、B、C、Dのいずれか」 「j=A、B、C、Dのいずれか」		
283	図19.2 HR24ビット=0(12時間モード): 「11」 「10」		

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
0.20	2011.03.11	296	図19.5 変更
		197	図19.6 変更
		303	19.2.22.2 「“ 01h ” (01)」 「“ 01h ” (補正量設定)」
		313	図19.18 変更
		318	20.2.2 注4 変更
		320	20.2.6 注3 変更
		321	20.2.7 「タイマR _{Ji} 」 「タイマR _{Ji} (i = 0 ~ 1)」
		329	表20.5 選択機能： 「TIPF0 ~ TIPF1ビット」 「TRJiIOCレジスタのTIPF0 ~ TIPF1ビット」
		332	表20.6 選択機能： 「TIPF0 ~ TIPF1ビット」 「TRJiIOCレジスタのTIPF0 ~ TIPF1ビット」
		335、566	20.8、30.9 「・パルス幅測定モードと・・・しないでください。」追記
		336	図21.1 「1/(n0+1)」 「1/(n+1)」
		346	21.3 「NCHビット」 「U0C0レジスタのNCHビット」 表21.4 「CLK0(P8_4)」変更
		351	表21.5 「U0IRSビット」 「U0C1レジスタのU0IRSビット」
		353	21.4 「Nチャンネル」 「U0C0レジスタのNチャンネル」 表21.7 「CLK0(P8_4)」変更
		360	表23.1 「受信エラーの検出」 「マルチマスタエラーの検出」 変更
		369	23.2.10 注5 変更
		377	23.4.2 「TEビット」 「SSERレジスタのTEビット」 「TDREビット」 「SSSRレジスタのTDREビット」 「ORERビットが“0”」 「ORERビットが“0”(オーバーランエラーなし)」
		381	23.4.3.1 変更
		385	23.5.2 「TEビット」 「SSERレジスタのTEビット」 「TDREビット」 「SSSRレジスタのTDREビット」 「ORERビットが“0”」 「ORERビットが“0”(オーバーランエラーなし)」
		387	23.5.3 「ORERビットが“0”」 「ORERビットが“0”(オーバーランエラーなし)」
		389	図23.13 「CE」 「SSSRレジスタのCEビット」
		391	表24.1 「転送クロック」 変更
		398	24.2.6 b6: 「TRS = 0」 「TRS = 0(受信モード)」 注3: 「TRSビットが“1”」 「TRSビットが“1”(送信モード)」
		402	24.2.10 注6 変更
		404、419、 420、421	24.3.1、24.5.1、24.5.2、24.5.3 「MSTビットが“0”」 「MSTビットが“0”(スレープモード)」 「MSTビットが“1”」 「MSTビットが“1”(マスタモード)」
		438	25.2.7 注4 追記
		441	25.3.2 「“0”になり」 「“0”になると同時に」
		445	図25.5、図25.6 「ADDDAEN: ADCON1レジスタのビット」
		446	25.10 変更
		457、569	25.11.1、30.13.1 「ADiレジスタ」 「ADi (i = 0 ~ 7) レジスタ」
		465	27.1 「他のグループに・・・」 「R8C/LA3Aグループに・・・」
477	図27.3 変更		

改訂記録	R8C/LA3Aグループ、R8C/LA5Aグループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編
------	--

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
0.20	2011.03.11	518 519 522 528、573 536 541、543 541、543、545	図28.18 「ブロックの先頭番地に“D0h”を書く」 「ブロックの任意の番地に“D0h”を書く」 表28.6 変更 表28.7、図28.20 変更 28.7.1.7、30.15.1.7 「2.7V」 「1.8V」 表29.14 変更 表29.19、表29.21 「パワーオフモード」 変更 表29.19、表29.21、表29.23 「高速」 「高速(fOCO-F)」
1.00	2011.08.24	全ページ 78 118 119 131 269 318 396 522 523 537 553 563	「暫定版」、「開発中」 削除 7.5.9 注1 追記 図9.5 タイトル 変更 9.8.1 「また、OCD3ビット・・・使用できません。」 追記 10.4.2 変更 18.9.5 「・インプットキャプチャ機能・・・“1”になります。」 追記 20.2.2 注5 追記 24.2.3 注1 追記 表28.7 変更 表28.8 変更 表29.12 変更 30.1.1 「また、OCD3ビット・・・使用できません。」 追記 30.7.5 「・インプットキャプチャ機能・・・“1”になります。」 追記

R8C/LA3Aグループ、R8C/LA5Aグループ ユーザーズマニュアル
ハードウェア編

発行年月日 2010年8月30日 Rev.0.10
2011年8月24日 Rev.1.00

発行 ルネサス エレクトロニクス株式会社
〒211-8668 神奈川県川崎市中原区下沼部 1753



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)

(03)5201-5307

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。

総合お問合せ窓口 : <http://japan.renesas.com/inquiry>

R8C/LA3Aグループ、R8C/LA5Aグループ



ルネサスエレクトロニクス株式会社

R01UH0024JJ0100