

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

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

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

2010年4月1日
ルネサスエレクトロニクス株式会社

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

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

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りが無いことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

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

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



ユーザース・マニュアル

V850ES/KE2

32ビット・シングルチップ・マイクロコントローラ

ハードウェア編

μPD70F3726

資料番号 U17705JJ2V0UD00 (第2版)

発行年月 September 2006 N CP(K)

© NEC Electronics Corporation 2005

(メモ)

目次要約

第1章	概 説	...	17
第2章	端子機能	...	27
第3章	CPU機能	...	35
第4章	ポート機能	...	67
第5章	クロック発生機能	...	123
第6章	16ビット・タイマ/イベント・カウンタP (TMP)	...	133
第7章	16ビット・タイマ/イベント・カウンタ0	...	221
第8章	8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5	...	296
第9章	8ビット・タイマH	...	315
第10章	インターバル・タイマ, 時計タイマ	...	338
第11章	ウォッチドッグ・タイマ機能	...	350
第12章	リアルタイム出力機能 (RTO)	...	360
第13章	A/Dコンバータ	...	369
第14章	アシンクロナス・シリアル・インタフェース (UART)	...	398
第15章	クロック同期式シリアル・インタフェース0 (CSI0)	...	428
第16章	I ² Cバス	...	455
第17章	割り込み/例外処理機能	...	531
第18章	キー割り込み機能	...	571
第19章	スタンバイ機能	...	573
第20章	リセット機能	...	593
第21章	フラッシュ・メモリ	...	598
第22章	オンチップ・デバッグ機能	...	622
第23章	電気的特性	...	634
第24章	外形図	...	656
第25章	半田付け推奨条件	...	657
付録A	開発ツール	...	658
付録B	命令セット一覧	...	668
付録C	レジスタ索引	...	677
付録D	注意事項一覧	...	683
付録E	改版履歴	...	705

CMOSデバイスの一般的注意事項

入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。

CMOSデバイスの入力がノイズなどに起因して、 V_{IL} (MAX.) から V_{IH} (MIN.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定な場合はもちろん、 V_{IL} (MAX.) から V_{IH} (MIN.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズ等が入らないようご使用ください。

未使用入力の処理

CMOSデバイスの未使用端子の入力レベルは固定してください。

未使用端子入力については、CMOSデバイスの入力に何も接続しない状態で動作させるのではなく、プルアップかプルダウンによって入力レベルを固定してください。また、未使用の入出力端子が出力となる可能性（タイミングは規定しません）を考慮すると、個別に抵抗を介して V_{DD} または GND に接続することが有効です。

資料中に「未使用端子の処理」について記載のある製品については、その内容を守ってください。

静電気対策

MOSデバイス取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。

MOSデバイスは強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジン・ケース、または導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。

また、MOSデバイスを実装したボードについても同様の扱いをしてください。

初期化以前の状態

電源投入時、MOSデバイスの初期状態は不定です。

電源投入時の端子の出力状態や入出力設定、レジスタ内容などは保証しておりません。ただし、リセット動作やモード設定で定義している項目については、これらの動作ののちに保証の対象となります。

リセット機能を持つデバイスの電源投入後は、まずリセット動作を実行してください。

電源投入切断順序

内部動作および外部インタフェースで異なる電源を使用するデバイスの場合、原則として内部電源を投入した後に外部電源を投入してください。切断の際には、原則として外部電源を切断した後に内部電源を切断してください。逆の電源投入切断順により、内部素子に過電圧が印加され、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。

資料中に「電源投入切断シーケンス」についての記載のある製品については、その内容を守ってください。

電源OFF時における入力信号

当該デバイスの電源がOFF状態の時に、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。

資料中に「電源OFF時における入力信号」についての記載のある製品については、その内容を守ってください。

注意： μ PD70F3726は、Silicon Storage Technology, Inc.からライセンスを受けたSuperFlash[®]を使用しています。

EEPROM, IECUBE, MINICUBEはNECエレクトロニクス株式会社の登録商標です。

Windows, Windows XP, およびWindows NTは, 米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標です。

SuperFlashは, 米国Silicon Storage Technology, Inc.の米国, 日本などの国における登録商標です。

PC/ATは, 米国IBM社の商標です。

SPARCstationは, 米国SPARC International, Inc.の商標です。

Solaris, SunOSは, 米国サン・マイクロシステムズ社の商標です。

TRONはThe Realtime Operating System Nucleusの略称です。

ITRONはIndustrial TRONの略称です。

- 本資料に記載されている内容は2006年5月現在のもので、今後、予告なく変更することがあります。量産設計の際には最新の個別データ・シート等をご参照ください。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。当社は、本資料の誤りに関し、一切その責を負いません。
- 当社は、本資料に記載された当社製品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、一切その責を負いません。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。
- 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、一切その責を負いません。
- 当社は、当社製品の品質、信頼性の向上に努めておりますが、当社製品の不具合が完全に発生しないことを保証するものではありません。当社製品の不具合により生じた生命、身体および財産に対する損害の危険を最小限度にするために、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計を行ってください。
- 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「特別水準」およびお客様に品質保証プログラムを指定していただく「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。

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

特別水準：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

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、生命維持のための装置またはシステム等

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。意図されていない用途で当社製品の使用をお客様が希望する場合には、事前に当社販売窓口までお問い合わせください。

(注)

(1) 本事項において使用されている「当社」とは、NECエレクトロニクス株式会社およびNECエレクトロニクス株式会社がその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいう。

(2) 本事項において使用されている「当社製品」とは、(1)において定義された当社の開発、製造製品をいう。

はじめに

- 対象者** このマニュアルは、V850ES/KE2の機能を理解し、それを用いた応用システムを設計するユーザを対象とします。
- 目的** このマニュアルは、次の構成に示すハードウェア機能をユーザに理解していただくことを目的としています。
- 構成** V850ES/KE2のユーザズ・マニュアルは、ハードウェア編（このマニュアル）と、アーキテクチャ編（V850ES ユーザズ・マニュアル アーキテクチャ編）の2冊に分かれています。

ハードウェア編

- ・端子機能
- ・CPU機能
- ・内蔵周辺機能
- ・フラッシュ・メモリ・プログラミング
- ・電気的特性

アーキテクチャ編

- ・データ・タイプ
- ・レジスタ・セット
- ・命令形式と命令セット
- ・割り込みと例外
- ・パイプラインの動作

- 読み方** このマニュアルの読者には、電気、論理回路、およびマイクロコンピュータに関する一般知識を必要とします。

一通りV850ES/KE2の機能を理解しようとするとき
目次に従ってお読みください。

レジスタ名がわかっていて、レジスタの詳細を確認するとき
付録C レジスタ索引を利用してください。

レジスタ・フォーマットの見方

ビット番号を で囲んでいるものは、そのビット名称がデバイス・ファイルで予約語に定義されているものです。

命令機能の詳細を理解しようとするとき

別冊のV850ES **ユーザズ・マニュアル アーキテクチャ編**を参照してください。

V850ES/KE2の電気的特性を知りたいとき

第23章 電気的特性を参照してください。

このマニュアルでは、「xxxレジスタのyyyビット」を「xxx.yyyビット」と表記しています。ただし、プログラムにそのまま「xxx.yyy」と記述しても、コンパイラ/アセンブラは正しく認識できませんので、注意してください。

本文欄外の 印は、本版で改訂された主な箇所を示しています。

この“ ”をPDF上でコピーして「検索する文字列」に指定することによって、改版箇所を容易に検索できます。

- 凡 例**
- データ表記の重み：左が上位桁，右が下位桁
 - アクティブ・ロウの表記：xxx（端子，信号名称に上線）
 - メモリ・マップのアドレス：上部 - 上位，下部 - 下位
 - 注：本文中に付けた注の説明
 - 注意：気を付けて読んでいただきたい内容
 - 備考：本文の補足説明
 - 数の表記：2進数 ... xxxxまたはxxxxB
 - 10進数 ... xxxx
 - 16進数 ... xxxxH
 - 2のべき数を示す接頭語（アドレス空間，メモリ容量）：
 - K（キロ）： $2^{10} = 1024$
 - M（メガ）： $2^{20} = 1024^2$
 - G（ギガ）： $2^{30} = 1024^3$

関連資料 関連資料は暫定版の場合がありますが、この資料では「暫定」の表示をしておりません。あらかじめご了承ください。

V850ES/KE2に関する資料

資料名	資料番号
V850ES ユーザーズ・マニュアル アーキテクチャ編	U15943J
V850ES/KE2 ユーザーズ・マニュアル ハードウェア編	このマニュアル

開発ツールに関する資料(ユーザーズ・マニュアル)

資料名	資料番号	
QB-V850ESX1H インサーキット・エミュレータ	U17214J	
QB-V850MINI オンチップ・デバッグ・エミュレータ	U17638J	
QB-MINI2 フラッシュ・プログラミング機能付きオンチップ・デバッグ・エミュレータ	作成予定	
CA850 Ver.3.00 Cコンパイラ・パッケージ	操作編	U17293J
	C言語編	U17291J
	アセンブリー言語編	U17292J
	リンク・ディレクティブ編	U17294J
PM+ Ver.6.20 プロジェクト・マネージャ	U17990J	
ID850QB Ver.3.20 統合デバッガ	操作編	U17964J
SM850 Ver.2.50 システム・シミュレータ	操作編	U16218J
SM850 Ver.2.00以上 システム・シミュレータ	外部部品ユーザ・オープン・インタフェース仕様編	U14873J
RX850 Ver.3.20 リアルタイムOS	基礎編	U13430J
	インストレーション編	U17419J
	テクニカル編	U13431J
	タスク・デバッガ編	U17420J
RX850 Pro Ver.3.20 リアルタイムOS	基礎編	U13773J
	インストレーション編	U17421J
	テクニカル編	U13772J
	タスク・デバッガ編	U17422J
AZ850 Ver.3.30 システム・パフォーマンス・アナライザ	U17423J	
PG-FP4 フラッシュ・メモリ・プログラマ	U15260J	

目 次

第1章 概 説 ... 17

- 1.1 V850ES/Kx2の製品展開 ... 17
- 1.2 特 徴 ... 18
- 1.3 応用分野 ... 19
- 1.4 オーダ情報 ... 19
- 1.5 端子接続図 (Top View) ... 20
- 1.6 機能ブロック構成 ... 22
- 1.7 機能概要 ... 26

第2章 端子機能 ... 27

- 2.1 端子機能一覧 ... 27
- 2.2 端子の入出力回路タイプと未使用時の処理 ... 31
- 2.3 端子の入出力回路 ... 33

第3章 CPU機能 ... 35

- 3.1 特 徴 ... 35
- 3.2 CPUレジスタ・セット ... 36
 - 3.2.1 プログラム・レジスタ・セット ... 37
 - 3.2.2 システム・レジスタ・セット ... 38
- 3.3 動作モード ... 44
- 3.4 アドレス空間 ... 45
 - 3.4.1 CPUアドレス空間 ... 45
 - 3.4.2 CPUアドレス空間のラップ・アラウンド ... 46
 - 3.4.3 メモリ・マップ ... 47
 - 3.4.4 領 域 ... 49
 - 3.4.5 アドレス空間の推奨使用方法 ... 51
 - 3.4.6 周辺I/Oレジスタ ... 54
 - 3.4.7 特定レジスタ ... 60
 - 3.4.8 注意事項 ... 63

第4章 ポート機能 ... 67

- 4.1 特 徴 ... 67
- 4.2 ポートの基本構成 ... 67
- 4.3 ポートの構成 ... 68
 - 4.3.1 ポート0 ... 74
 - 4.3.2 ポート3 ... 76
 - 4.3.3 ポート4 ... 82
 - 4.3.4 ポート5 ... 85
 - 4.3.5 ポート7 ... 88
 - 4.3.6 ポート9 ... 89

4.3.7	ポートCM	...	95
4.3.8	ポートDL	...	97
4.4	ブロック図	...	99
4.5	兼用機能使用時のポートのレジスタ設定	...	117
4.6	注意事項	...	121
4.6.1	ポートnレジスタ (Pn) に対するビット操作命令に関する注意事項	...	121
4.6.2	ヒステリシス特性について	...	122

第5章 クロック発生機能 ... 123

5.1	概要	...	123
5.2	構成	...	124
5.3	レジスタ	...	126
5.4	動作	...	130
5.4.1	各クロックの動作	...	130
5.4.2	クロック出力機能	...	130
5.4.3	外部クロック入力機能	...	130
5.5	PLL機能	...	131
5.5.1	概要	...	131
5.5.2	レジスタ	...	131
5.5.3	使用方法	...	132

第6章 16ビット・タイマ/イベント・カウンタP (TMP) ... 133

6.1	概要	...	133
6.2	機能	...	133
6.3	構成	...	134
6.4	レジスタ	...	136
6.5	動作	...	147
6.5.1	インターバル・タイマ・モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 000)	...	148
6.5.2	外部イベント・カウント・モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 001)	...	158
6.5.3	外部トリガ・パルス出力モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 010)	...	166
6.5.4	ワンショット・パルス出力モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 011)	...	178
6.5.5	PWM出力モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 100)	...	185
6.5.6	フリー・ランニング・タイマ・モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 101)	...	194
6.5.7	パルス幅測定モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 110)	...	211
6.5.8	タイマ出力動作説明	...	217
6.6	キャプチャ・トリガ入力端子 (TIP0a) のノイズ除去	...	218
6.7	注意事項	...	220

第7章 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ0 ... 221

7.1	機能	...	221
7.2	構成	...	222
7.3	レジスタ	...	228
7.4	動作	...	235
7.4.1	インターバル・タイマとしての動作	...	235
7.4.2	方形波出力としての動作	...	238
7.4.3	外部イベント・カウンタとしての動作	...	242

7.4.4	TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードとしての動作	...	246
7.4.5	フリー・ランニング・タイマとしての動作	...	262
7.4.6	PPG出力としての動作	...	272
7.4.7	ワンショット・パルス出力としての動作	...	276
7.4.8	パルス幅測定としての動作	...	281
7.5	TM01の特殊な使用方法	...	289
7.5.1	CR011レジスタのTM01動作中の書き換え	...	289
7.5.2	LVS01, LVR01ビットの設定について	...	289
7.6	注意事項	...	291

第8章 8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5 ... 296

8.1	機能	...	296
8.2	構成	...	297
8.3	レジスタ	...	300
8.4	動作	...	303
8.4.1	インターバル・タイマとしての動作	...	303
8.4.2	外部イベント・カウンタとしての動作	...	305
8.4.3	方形波出力としての動作	...	306
8.4.4	8ビットPWM出力としての動作	...	307
8.4.5	インターバル・タイマ(16ビット)としての動作	...	310
8.4.6	外部イベント・カウンタ(16ビット)としての動作	...	312
8.4.7	方形波出力(16ビット分解能)としての動作	...	313
8.4.8	注意事項	...	314

第9章 8ビット・タイマH ... 315

9.1	機能	...	315
9.2	構成	...	315
9.3	レジスタ	...	318
9.4	動作	...	322
9.4.1	インターバル・タイマ/方形波出力としての動作	...	322
9.4.2	PWM出力モードとしての動作	...	325
9.4.3	キャリア・ジェネレータ・モードとしての動作	...	331

第10章 インターバル・タイマ, 時計タイマ ... 338

10.1	インターバル・タイマBRG	...	338
10.1.1	機能	...	338
10.1.2	構成	...	338
10.1.3	レジスタ	...	340
10.1.4	動作	...	342
10.2	時計タイマ	...	343
10.2.1	機能	...	343
10.2.2	構成	...	343
10.2.3	レジスタ	...	345
10.2.4	動作	...	347
10.3	注意事項	...	348

第11章 ウォッチドッグ・タイマ機能 ... 350

- 11.1 ウォッチドッグ・タイマ1 ... 350
 - 11.1.1 機能 ... 350
 - 11.1.2 構成 ... 352
 - 11.1.3 レジスタ ... 352
 - 11.1.4 動作 ... 354
- 11.2 ウォッチドッグ・タイマ2 ... 356
 - 11.2.1 機能 ... 356
 - 11.2.2 構成 ... 357
 - 11.2.3 レジスタ ... 357
 - 11.2.4 動作 ... 359

第12章 リアルタイム出力機能 (RTO) ... 360

- 12.1 機能 ... 360
- 12.2 構成 ... 361
- 12.3 レジスタ ... 363
- 12.4 動作 ... 365
- 12.5 使用方法 ... 366
- 12.6 注意事項 ... 366
- 12.7 セキュリティ機能 ... 367

第13章 A/Dコンバータ ... 369

- 13.1 概要 ... 369
- 13.2 機能 ... 369
- 13.3 構成 ... 370
- 13.4 レジスタ ... 372
- 13.5 動作 ... 380
 - 13.5.1 基本動作 ... 380
 - 13.5.2 トリガ・モード ... 381
 - 13.5.3 動作モード ... 382
 - 13.5.4 パワー・フェイル検出機能 ... 385
 - 13.5.5 設定方法 ... 386
- 13.6 注意事項 ... 388
- 13.7 A/Dコンバータ特性表の読み方 ... 394

第14章 アシンクロナス・シリアル・インタフェース (UART) ... 398

- 14.1 特徴 ... 398
- 14.2 構成 ... 399
- 14.3 レジスタ ... 401
- 14.4 割り込み要求 ... 407
- 14.5 動作 ... 408
 - 14.5.1 データ・フォーマット ... 408
 - 14.5.2 送信動作 ... 409
 - 14.5.3 連続送信動作 ... 411
 - 14.5.4 受信動作 ... 415

- 14.5.5 受信エラー ... 417
- 14.5.6 パリティの種類と動作 ... 418
- 14.5.7 受信データのノイズ・フィルタ ... 419
- 14.6 専用ボー・レート・ジェネレータ_n (BRG_n) ... 420
 - 14.6.1 ボー・レート・ジェネレータ_n (BRG_n) の構成 ... 420
 - 14.6.2 シリアル・クロックの生成 ... 421
 - 14.6.3 ボー・レート設定例 ... 424
 - 14.6.4 受信時の許容ボー・レート範囲 ... 425
 - 14.6.5 連続送信時の転送レート ... 427
- 14.7 注意事項 ... 427

第15章 クロック同期式シリアル・インタフェース0 (CSI0) ... 428

- 15.1 特徴 ... 428
- 15.2 構成 ... 429
- 15.3 レジスタ ... 432
- 15.4 動作 ... 441
 - 15.4.1 送受信完了割り込み要求信号 (INTCSI0_n) ... 441
 - 15.4.2 シングル転送モード ... 443
 - 15.4.3 連続転送モード ... 446
- 15.5 出力端子 ... 454

第16章 I²Cバス ... 455

- 16.1 特徴 ... 455
- 16.2 構成 ... 458
- 16.3 レジスタ ... 460
- 16.4 機能 ... 474
 - 16.4.1 端子構成 ... 474
- 16.5 I²Cバスの定義および制御方法 ... 475
 - 16.5.1 スタート・コンディション ... 475
 - 16.5.2 アドレス ... 476
 - 16.5.3 転送方向指定 ... 477
 - 16.5.4 アクノリッジ (\overline{ACK}) ... 478
 - 16.5.5 ストップ・コンディション ... 479
 - 16.5.6 ウェイト ... 480
 - 16.5.7 ウェイト解除方法 ... 482
- 16.6 I²C割り込み要求信号 (INTIIC0) ... 483
 - 16.6.1 マスタ動作 ... 484
 - 16.6.2 スレーブ動作 (スレーブ・アドレス受信時 (アドレス一致)) ... 487
 - 16.6.3 スレーブ動作 (拡張コード受信時) ... 491
 - 16.6.4 通信不参加の動作 ... 495
 - 16.6.5 アービトレーション負けの動作 (アービトレーション負けのあと, スレーブとして動作) ... 496
 - 16.6.6 アービトレーション負けの動作 (アービトレーション負けのあと, 不参加) ... 498
- 16.7 割り込み要求信号 (INTIIC0) 発生タイミングおよびウェイト制御 ... 505
- 16.8 アドレスの一致検出方法 ... 506
- 16.9 エラーの検出 ... 506

- 16.10 拡張コード ... 507
- 16.11 アービトレーション ... 508
- 16.12 ウェイク・アップ機能 ... 509
- 16.13 通信予約 ... 510
 - 16.13.1 通信予約機能許可の場合 (IICF0.IICRSV0ビット = 0) ... 510
 - 16.13.2 通信予約機能禁止の場合 (IICF0.IICRSV0ビット = 1) ... 513
- 16.14 注意事項 ... 514
- 16.15 通信動作 ... 515
 - 16.15.1 シングルマスタ・システムでのマスタ動作 ... 516
 - 16.15.2 マルチマスタ・システムでのマスタ動作 ... 517
 - 16.15.3 スレーブ動作 ... 520
- 16.16 データ通信のタイミング ... 524

第17章 割り込み / 例外処理機能 ... 531

- 17.1 概 要 ... 531
 - 17.1.1 特 徴 ... 531
- 17.2 ノンマスカブル割り込み ... 534
 - 17.2.1 動 作 ... 537
 - 17.2.2 復 帰 ... 538
 - 17.2.3 NPフラグ ... 539
- 17.3 マスカブル割り込み ... 540
 - 17.3.1 動 作 ... 540
 - 17.3.2 復 帰 ... 542
 - 17.3.3 マスカブル割り込みの優先順位 ... 543
 - 17.3.4 割り込み制御レジスタ (xxICn) ... 547
 - 17.3.5 割り込みマスク・レジスタ0, 1, 3 (IMR0, IMR1, IMR3) ... 549
 - 17.3.6 インサースビス・プライオリティ・レジスタ (ISPR) ... 551
 - 17.3.7 IDフラグ ... 552
 - 17.3.8 ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ1 (WDTM1) ... 553
- 17.4 外部割り込み要求入力端子 (NMI, INTP0-INTP7) ... 554
 - 17.4.1 ノイズ除去 ... 554
 - 17.4.2 エッジ検出 ... 556
- 17.5 ソフトウェア例外 ... 560
 - 17.5.1 動 作 ... 560
 - 17.5.2 復 帰 ... 561
 - 17.5.3 EPフラグ ... 562
- 17.6 例外トラップ ... 563
 - 17.6.1 不正命令コード ... 563
 - 17.6.2 デバッグ・トラップ ... 565
- 17.7 多重割り込み処理制御 ... 567
- 17.8 割り込み応答時間 ... 569
- 17.9 CPUが割り込みを受け付けられない期間 ... 570
- 17.10 注意事項 ... 570

第18章 キー割り込み機能 ... 571

- 18.1 機 能 ... 571
- 18.2 レジスタ ... 572

第19章 スタンバイ機能 ... 573

- 19.1 概 要 ... 573
- 19.2 レジスタ ... 576
- 19.3 HALTモード ... 579
 - 19.3.1 設定および動作状態 ... 579
 - 19.3.2 HALTモードの解除 ... 579
- 19.4 IDLEモード ... 581
 - 19.4.1 設定および動作状態 ... 581
 - 19.4.2 IDLEモードの解除 ... 582
- 19.5 STOPモード ... 584
 - 19.5.1 設定および動作状態 ... 584
 - 19.5.2 STOPモードの解除 ... 585
 - 19.5.3 STOPモード解除時の発振安定時間の確保 ... 587
- 19.6 サブクロック動作モード ... 588
 - 19.6.1 設定および動作状態 ... 588
 - 19.6.2 サブクロック動作モードの解除 ... 588
- 19.7 サブIDLEモード ... 590
 - 19.7.1 設定および動作状態 ... 590
 - 19.7.2 サブIDLEモードの解除 ... 591

第20章 リセット機能 ... 593

- 20.1 概 要 ... 593
- 20.2 構 成 ... 593
- 20.3 動 作 ... 594

第21章 フラッシュ・メモリ ... 598

- 21.1 特 徴 ... 598
- 21.2 メモリ構成 ... 599
- 21.3 機能概要 ... 600
- 21.4 専用フラッシュ・ライタでの書き換え ... 604
 - 21.4.1 プログラミング環境 ... 604
 - 21.4.2 通信方式 ... 605
 - 21.4.3 フラッシュ・メモリ制御 ... 610
 - 21.4.4 通信方式の選択 ... 611
 - 21.4.5 通信コマンド ... 612
 - 21.4.6 端子処理 ... 613
- 21.5 セルフ・プログラミングによる書き換え ... 617
 - 21.5.1 概 要 ... 617
 - 21.5.2 特 徴 ... 618
 - 21.5.3 標準セルフ・プログラミング・フロー ... 619
 - 21.5.4 フラッシュ関数一覧 ... 620
 - 21.5.5 端子処理 ... 620
 - 21.5.6 使用する内部資源 ... 621

第22章	オンチップ・デバッグ機能	...	622
22.1	DCUを使用しない方法	...	623
22.1.1	接続回路例	...	623
22.1.2	マスク機能	...	624
22.1.3	ユーザ資源の確保	...	625
22.1.4	注意事項	...	630
22.2	ROMセキュリティ機能	...	631
22.2.1	セキュリティID	...	631
22.2.2	設定方法	...	632
第23章	電気的特性	...	634
第24章	外形図	...	656
第25章	半田付け推奨条件	...	657
付録A	開発ツール	...	658
A.1	ソフトウェア・パッケージ	...	660
A.2	言語処理用ソフトウェア	...	660
A.3	制御ソフトウェア	...	660
A.4	デバッグ用ツール(ハードウェア)	...	661
A.4.1	IECUBE [®] QB-V850ESKX1Hを使用する場合	...	661
A.4.2	MINICUBE QB-V850MINIを使用する場合	...	663
A.4.3	MINICUBE2 QB-MINI2を使用する場合	...	665
A.5	デバッグ用ツール(ソフトウェア)	...	666
A.6	組み込み用ソフトウェア	...	667
A.7	フラッシュ・メモリ書き込み用ツール	...	667
付録B	命令セット一覧	...	668
B.1	凡例	...	668
B.2	インストラクション・セット(アルファベット順)	...	671
付録C	レジスタ索引	...	677
付録D	注意事項一覧	...	683
付録E	改版履歴	...	705
E.1	本版で改訂された主な箇所	...	705

第1章 概 説

1.1 V850ES/Kx2の製品展開

愛 称		V850ES/KE2	V850ES/KF2	V850ES/KG2	V850ES/KJ2	
ピン数		64ピン	80ピン	100ピン	144ピン	
内部メモリ (Kバイト)	フラッシュ・メモリ	128	128	256	128	256
	RAM	4	6	12	6	16
電源電圧		2.7 ~ 5.5 V				
最小命令実行時間		50 ns@20 MHz				
クロック	X1入力	2 ~ 10 MHz				
	サブクロック	32.768 kHz				
ポート	CMOS入力	8	8	8	16	
	CMOS入出力	41 (4) 注	57 (6) 注	72 (8) 注	106 (12) 注	
	N-ch オープン・ドレ ーン入出力	2	2	4	6	
タイマ	16ビット (TMP)	1 ch	1 ch	1 ch	1 ch	
	16ビット (TM0)	1 ch	2 ch	4 ch	6 ch	
	8ビット (TM5)	2 ch	2 ch	2 ch	2 ch	
	8ビット (TMH)	2 ch	2 ch	2 ch	2 ch	
	インターバル・タイマ	1 ch	1 ch	1 ch	1 ch	
	時計	1 ch	1 ch	1 ch	1 ch	
	WDT1	1 ch	1 ch	1 ch	1 ch	
	WDT2	1 ch	1 ch	1 ch	1 ch	
RTO		6ビット × 1 ch	6ビット × 1 ch	6ビット × 1 ch	6ビット × 2 ch	
シリアル・ インタフェ ース	CSI	2 ch	2 ch	2 ch	3 ch	
	自動送受信3線式CSI	-	1 ch	2 ch	2 ch	
	UART	2 ch	2 ch	3 ch	3 ch	
	I ² C	1 ch	1 ch	1 ch	2 ch	
外部バス	アドレス空間	-	128 Kバイト	3 Mバイト	15 Mバイト	
	アドレス・バス	-	16ビット	22ビット	24ビット	
	モード	-	マルチプレクスのみ	マルチプレクス/セパレート		
DMAコントローラ		-	-	4 ch	4 ch	
10ビットA/Dコンバータ		8 ch	8 ch	8 ch	16 ch	
8ビットD/Aコンバータ		-	-	2 ch	2 ch	
割り込み	外部	9	9	9	9	
	内部	26	29	41	47	
キー・リターン入力		8 ch	8 ch	8 ch	8 ch	
リセット	RESET端子	あり				
	WDT1	あり				
	WDT2	あり				
レギュレータ		なし	あり			
スタンバイ		HALT/IDLE/STOP/サブIDLEモード				
動作周囲温度		T _A = - 40 ~ + 85				

注 () のチャンネル数はソフトウェアによりN-chオープン・ドレオン出力選択可能な端子数

1.2 特 徴

最小命令実行時間 50 ns (メイン・クロック (f_{xx}) = 20 MHz動作時)

汎用レジスタ 32ビット×32本

CPUの特徴 符号付き乗算 (16×16 32) : 1-2クロック

(レジスタ・ハザードが起きない後続の命令を並列に実行可能)

飽和演算 (オーバフロー / アンダフロー検出機能付き)

32ビット・シフト命令 : 1クロック

ビット操作命令

ロング / ショート形式を持つロード / ストア命令

メモリ空間 64 Mバイト・リニア・アドレス空間

・内蔵メモリ μPD70F3726 (単電源フラッシュ・メモリ : 128 Kバイト / RAM : 4 Kバイト)

割り込み / 例外

ノンマスカブル割り込み : 3要因

マスカブル割り込み : 32要因

ソフトウェア例外 : 32要因

例外トラップ : 1要因

I/Oライン 合計 : 51

キー割り込み機能

タイマ機能 16ビット・タイマ / イベント・カウンタP : 1 ch

16ビット・タイマ / イベント・カウンタ0 : 1 ch

8ビット・タイマ / イベント・カウンタ5 : 2 ch

8ビット・タイマH : 2 ch

8ビット・インターバル・タイマBRG : 1 ch

時計タイマ / インターバル・タイマ : 1 ch

ウォッチドッグ・タイマ

ウォッチドッグ・タイマ1 (発振安定用タイマ兼用) : 1 ch

ウォッチドッグ・タイマ2 : 1 ch

シリアル・インタフェース

アシンクロナス・シリアル・インタフェース (UART) : 2 ch

3線式シリアルI/O (CSI0) : 2 ch

I²Cバス・インタフェース (I²C) : 1 ch

A/Dコンバータ : 10ビット分解能×8 ch

リアルタイム出力ポート : 6ビット×1 ch

スタンバイ機能 : HALT / IDLE / STOPモード, サブクロック / サブIDLEモード

クロック・ジェネレータ

- メイン・クロック発振 (fx) / サブクロック発振 (fxT)
- CPUクロック (fCPU) 7段階 (fxx, fxx/2, fxx/4, fxx/8, fxx/16, fxx/32, fxT)
- クロック・スルー・モード / PLLモード選択可

リセット

- ・ RESET端子によるリセット
- ・ ウォッチドッグ・タイマ1のオーバフローによるリセット (WDTRES1)
- ・ ウォッチドッグ・タイマ2のオーバフローによるリセット (WDTRES2)

パッケージ : 64ピン・プラスチックLQFP (ファインピッチ) (10×10)

1.3 応用分野

ホーム・オーディオ

AV機器

PC周辺機器 (キーボードなど)

家電製品

- ・ エアコン室外機
- ・ 電子レンジ, 炊飯器

産業機器

- ・ ポンプ
- ・ 自動販売機
- ・ FA

1.4 オーダ情報

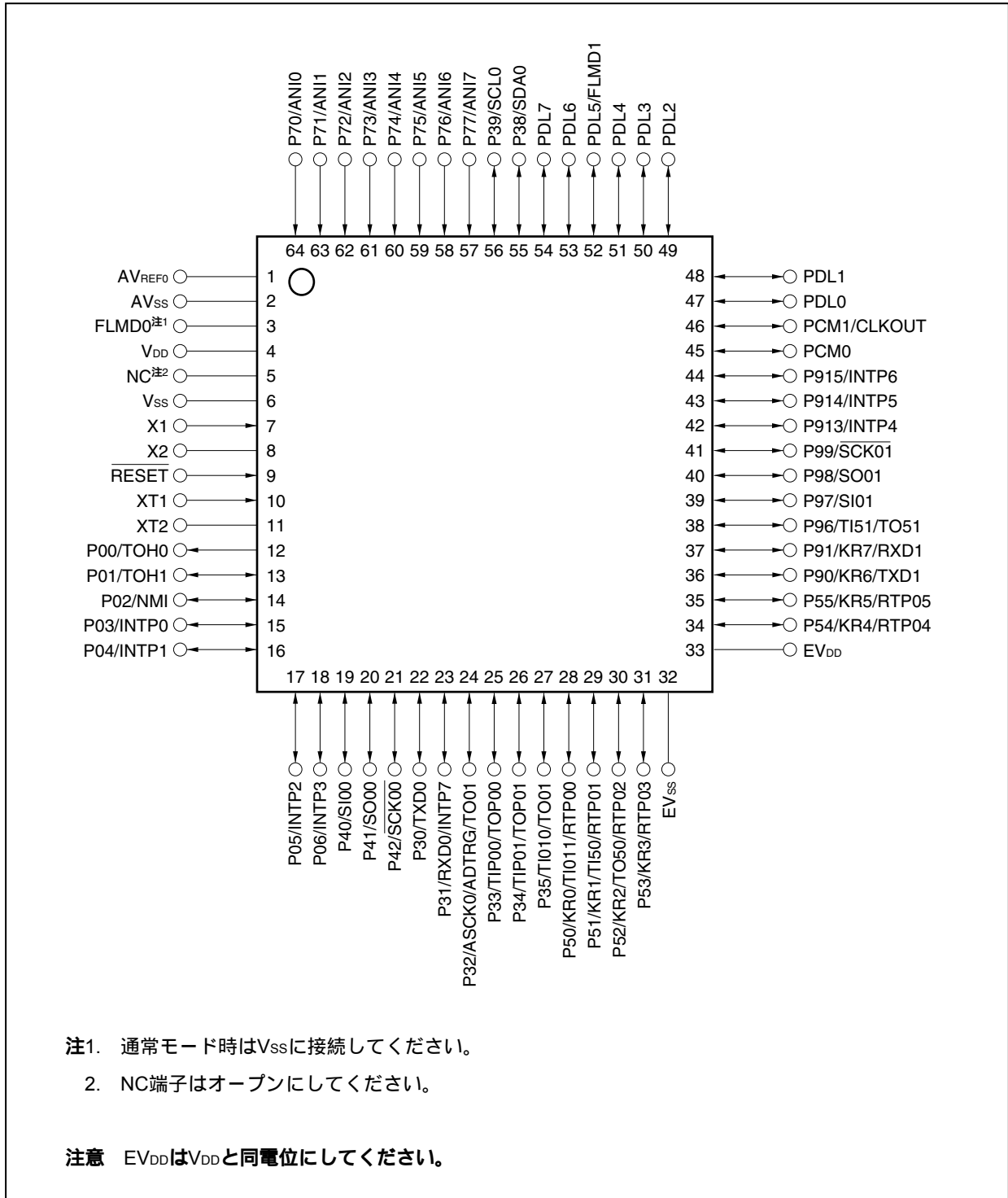
オーダ名称	パッケージ
μ PD70F3726GB-8EU-A	64ピン・プラスチックLQFP (ファインピッチ) (10×10)

備考 オーダ名称末尾「-A」の製品は、鉛フリー製品です。

1.5 端子接続図 (Top View)

64ピン・プラスチックLQFP (ファインピッチ) (10×10)

μPD70F3726GB-8EU-A

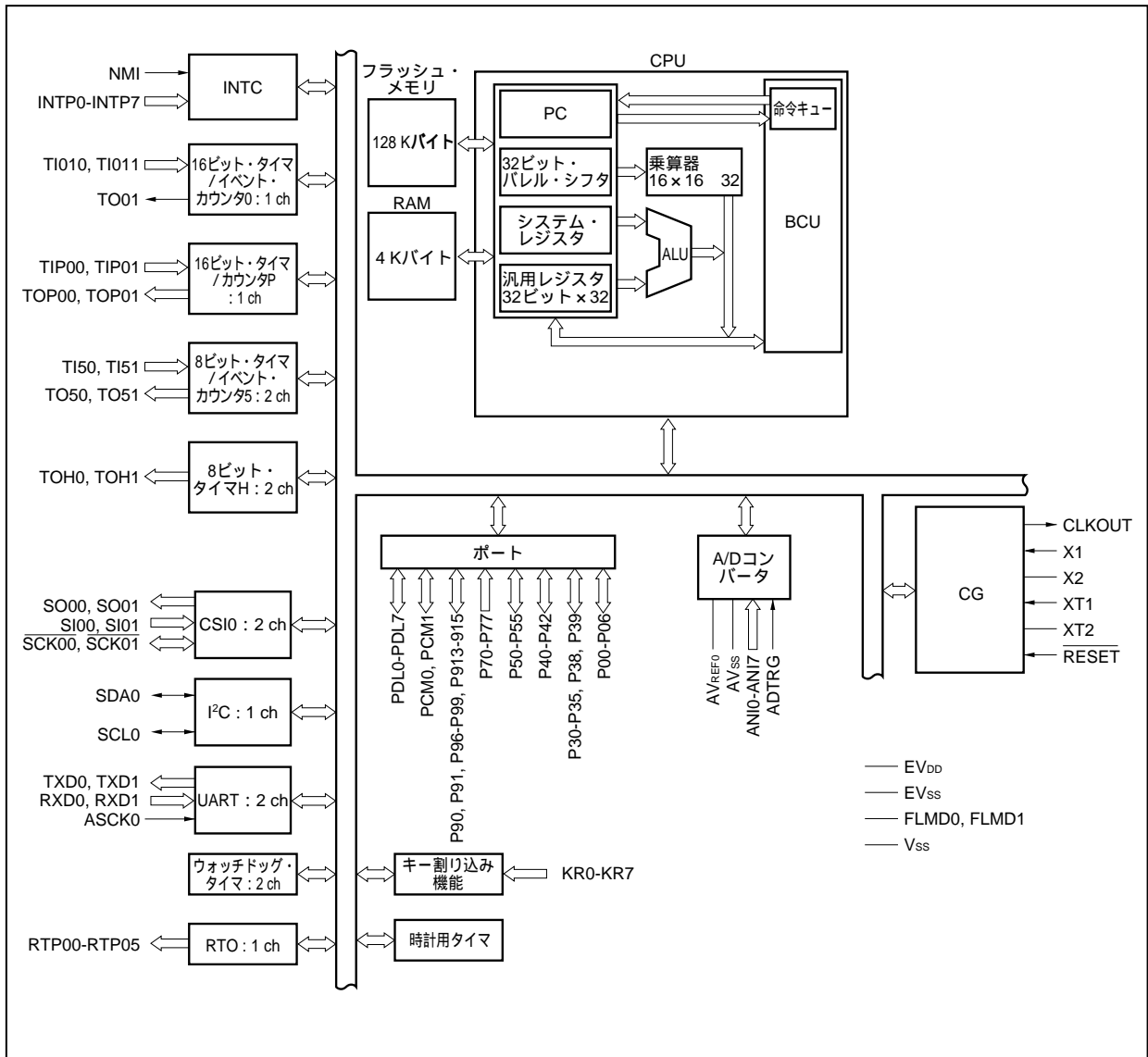


端子名称

ADTRG	: A/D Trigger Input	PDL0-PDL7	: Port DL
ANI0-ANI7	: Analog Input	RESET	: Reset
ASCK0	: Asynchronous Serial Clock	RTP00-RTP05	: Real-time Output Port
AVREF0	: Analog Reference Voltage	RXD0, RXD1	: Receive Data
AVSS	: Ground for Analog	SCK00, SCK01	: Serial Clock
CLKOUT	: Clock Output	SCL0	: Serial Clock
EVDD	: Power Supply for Port	SDA0	: Serial Data
EVSS	: Ground for Port	SI00, SI01	: Serial Input
FLMD0, FLMD1	: Flash Programing Mode	SO00, SO01	: Serial Output
INTP0-INTP7	: External Interrupt Input	TI010, TI011,	: Timer Input
KR0-KR7	: Key Return	TI50, TI51,	
NC	: Non-Connection	TIP00, TIP01	
NMI	: Non-maskable Interrupt Request	TO01,	: Timer Output
P00-P06	: Port 0	TO50, TO51,	
P30-P35, P38, P39	: Port 3	TOH0, TOH1,	
P40-P42	: Port 4	TOP00, TOP01	
P50-P55	: Port 5	TXD0, TXD1	: Transmit Data
P70-P77	: Port 7	VDD	: Power Supply
P90, P91, P96-P99,	: Port 9	VSS	: Ground
P913-P915		X1, X2	: Crystal for Main Clock
PCM0, PCM1	: Port CM	XT1, XT2	: Crystal for Subclock

1.6 機能ブロック構成

(1) 内部ブロック図



(2) 内部ユニット

(a) CPU

アドレス計算, 算術論理演算, データ転送などのほとんどの命令処理を5段パイプライン制御により1クロックで実行できます。

乗算器 (16ビット×16ビット 32ビット), バレル・シフタ (32ビット) などの専用ハードウェアを内蔵し, 複雑な処理の高速化を図っています。

(b) バス・コントロール・ユニット (BCU)

内部バスを制御します。

(c) ROM

0000000H-001FFFFFH番地にマッピングされる128 Kバイトのフラッシュ・メモリです。

命令フェッチ時にCPUから1クロックでアクセスできます。

(d) RAM

3FFE000H-3FFEFFFH番地にマッピングされる4 KバイトのRAMです。

データ・アクセス時にCPUから1クロックでアクセスできます。

(e) 割り込みコントローラ (INTC)

内蔵周辺ハードウェア, および外部からのハードウェア割り込み要求 (NMI, INTP0-INTP7) を処理します。これらの割り込み要求は, 8レベルの割り込み優先順位を指定でき, 多重処理制御ができます。

(f) クロック・ジェネレータ (CG)

メイン・クロック発振回路とサブクロック発振回路があり, メイン・クロック発振周波数 (f_x) とサブクロック周波数 (f_{XT}) を生成しています。メイン・クロック周波数 (f_{XX}) として, f_x をそのまま使用するクロック・スルー・モードと, f_x を4逓倍して使用するPLLモードがあります。

CPUクロック周波数 (f_{CPU}) としては, f_{XX} , $f_{XX}/2$, $f_{XX}/4$, $f_{XX}/8$, $f_{XX}/16$, $f_{XX}/32$, f_{XT} の7種類から選択できます。

(g) タイマ/カウンタ

16ビット・タイマ/イベント・カウンタ0を1チャンネルと, 16ビット・タイマ/イベント・カウンタPを1チャンネルと, 8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5を2チャンネル内蔵し, パルス間隔や周波数の計測, プログラマブルなパルスの出力ができます。

2チャンネルの8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5をカスケード接続し, 16ビット・タイマとしても使用できます。

また, プログラマブルなパルス出力ができる8ビット・タイマHを2チャンネル内蔵しています。

(h) 時計タイマ

サブクロック (32.768 kHz) またはクロック・ジェネレータからの f_{BRG} (32.768 kHz) から時計カウンタ用の基準時間 (0.5秒) をカウントします。インターバル・タイマとしても同時に使用できます。

(i) ウォッチドッグ・タイマ

プログラムの暴走，システム異常などを検出するためのウォッチドッグ・タイマを2チャンネル内蔵しています。ウォッチドッグ・タイマ1は，インターバル・タイマとしても使用できます。また，ウォッチドッグ・タイマとして使用する場合は，オーバフローでノンマスカブル割り込み要求信号 (INTWDT1)，またはシステム・リセット信号 (WDTRES1) を発生します。インターバル・タイマとして使用する場合は，オーバフローでマスカブル割り込み要求信号 (INTWDTM1) を発生します。

ウォッチドッグ・タイマ2は，リセット解除後にデフォルトで動作します。

オーバフローでノンマスカブル割り込み要求信号 (INTWDT2)，またはシステム・リセット信号 (WDTRES2) を発生します。

(j) シリアル・インタフェース (SIO)

アシンクロナス・シリアル・インタフェース (UARTn)，クロック同期式シリアル・インタフェース (CSI0n)，I²Cバス・インタフェース (I²C0) を内蔵しており，最大5チャンネルを同時に使用できます。

UARTnは，TXDn, RXDn端子によりデータ転送を行います。

CSI0nは，SO0n, SI0n, $\overline{\text{SCK0n}}$ 端子によりデータ転送を行います。

I²C0は，SDA0, SCL0端子によりデータ転送を行います。

備考 n = 0, 1

(k) A/Dコンバータ

8本のアナログ入力端子を持つ高速，高分解能の10ビットA/Dコンバータです。逐次変換方式で変換します。

(l) キー割り込み機能

8チャンネルのキー入力端子に立ち下がりエッジを入力することによって，キー割り込み要求信号 (INTKR) を発生させることができます。

(m) リアルタイム出力機能

あらかじめ設定しておいた6ビット・データを，タイマのコンペア・レジスタの一致信号により出力ラッチに転送します。

6ビット・データのリアルタイム出力機能を1チャンネル内蔵しています。

(n) ポート

次に示すように、汎用ポートとしての機能と制御端子の機能があります。

ポート	入出力	兼用機能
P0	7ビット入出力	NMI, 外部割り込み, タイマ出力
P3	8ビット入出力	シリアル・インタフェース, タイマ入出力, 外部割り込み, A/Dコンバータ・トリガ
P4	3ビット入出力	シリアル・インタフェース
P5	6ビット入出力	タイマ入出力, キー割り込み機能, リアルタイム出力機能
P7	8ビット入力	A/Dコンバータ・アナログ入力
P9	9ビット入出力	シリアル・インタフェース, タイマ入出力, 外部割り込み, キー割り込み機能
PCM	2ビット入出力	クロック出力
PDL	8ビット入出力	-

1.7 機能概要

品 名		μ PD70F3726
内部	ROM	128 Kバイト (単電源フラッシュ・メモリ)
メモリ	高速RAM	4 Kバイト
メモリ空間		64 Mバイト
汎用レジスタ		32ビット×32レジスタ
メイン・クロック (発振周波数)		セラミック/クリスタル/外部クロック PLL未使用時: 2~10 MHz (2.7~5.5 V) PLL使用時: 2~5 MHz (4.5~5.5 V), 2~2.5 MHz (2.7~5.5 V)
サブクロック (発振周波数)		クリスタル/外部クロック (32.768 kHz)
最小命令実行時間		50 ns (メイン・クロック (f _{clk}) = 20 MHz動作時)
DSP機能		32×32 = 64: 200-250 ns (20 MHz時) 32×32 + 32 = 32: 300 ns (20 MHz時) 16×16 = 32: 50-100 ns (20 MHz時) 16×16 + 32 = 32: 150 ns (20 MHz時)
I/Oポート		51本 ・入力: 8本 ・入出力: 43本 (N-ch オープン・ドレイン出力選択可能: 4本, N-ch オープン・ドレイン出力固定: 2本)
タイマ		16ビット・タイマ/イベント・カウンタP: 1チャンネル 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ0: 1チャンネル 8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5: 2チャンネル (16ビット・タイマ/イベント・カウンタ: 1チャンネルとして使用可能) 8ビット・タイマH: 2チャンネル ウォッチドッグ・タイマ: 2チャンネル 時計タイマ: 1チャンネル 8ビット・インターバル・タイマ: 1チャンネル
リアルタイム出力ポート		4ビット×1, 2ビット×1, または6ビット×1
A/Dコンバータ		10ビット分解能×8チャンネル
シリアル・ インタフェース		CSI: 2チャンネル UART: 2チャンネル I ² Cバス: 1チャンネル 専用ポー・レート・ジェネレータ: 2チャンネル
割り込み要因		外部: 9 (9) ^注 , 内部: 26
パワー・セーブ機能		STOP/IDLE/HALT/サブIDLEモード
動作電源電圧		4.5~5.5 V (20 MHz時) / 2.7~5.5 V (8 MHz時)
パッケージ		64ピン・プラスチックLQFP (ファインピッチ) (10×10 mm)

注 内はSTOPモード解除可能な外部割り込み本数です。

第2章 端子機能

V850ES/KE2の端子の名称と機能を次に示します。これらの端子は、機能別にポート端子とそれ以外の端子に分けることができます。

端子の入出力バッファ電源には、AVREF0、EVDDの2系統があります。それぞれの電源と端子の関係を次に示します。

表2 - 1 各端子の入出力バッファ電源

電 源	対応する端子
AVREF0	ポート7
EVDD	RESET, ポート0, 3-5, 9, CM, DL

2.1 端子機能一覧

(1) ポート端子

(1/2)

端子名称	ピン番号	入出力	内蔵プルアップ抵抗	機 能	兼用端子
P00	12	入出力	あり	ポート0 入出力ポート 1ビット単位で入力/出力の指定が可能	TOH0
P01	13				TOH1
P02	14				NMI
P03	15				INTP0
P04	16				INTP1
P05	17				INTP2
P06	18				INTP3
P30	22	入出力	あり	ポート3 入出力ポート 1ビット単位で入力/出力の指定が可能 P38, P39はN-chオープン・ドレイン出力固定	TXD0
P31	23				RXD0/INTP7
P32	24				ASCK0/ADTRG/TO01
P33	25				TIP00/TOP00
P34	26				TIP01/TOP01
P35	27				TI010/TO01
P38	55				なし
P39	56		SCL0		
P40	19	入出力	あり	ポート4 入出力ポート 1ビット単位で入力/出力の指定が可能 P41, P42は1ビット単位でN-chオープン・ドレイン出力の指定が可能	SI00
P41	20				SO00
P42	21				SCK00

端子名称	ピン番号	入出力	内蔵プルアップ抵抗	機 能	兼用端子
P50	28	入出力	あり	ポート5 入出力ポート 1ビット単位で入力 / 出力の指定が可能	TI011/RTP00/KR0
P51	29				TI50/RTP01/KR1
P52	30				TO50/RTP02/KR2
P53	31				RTP03/KR3
P54	34				RTP04/KR4
P55	35				RTP05/KR5
P70	64	入力	なし	ポート7 入力ポート	ANI0
P71	63				ANI1
P72	62				ANI2
P73	61				ANI3
P74	60				ANI4
P75	59				ANI5
P76	58				ANI6
P77	57				ANI7
P90	36	入出力	あり	ポート9 入出力ポート 1ビット単位で入力 / 出力の指定が可能 P98, P99は1ビット単位でN-chオープン・ドレ ーン出力の指定が可能	TXD1/KR6
P91	37				RXD1/KR7
P96	38				TI51/TO51
P97	39				SI01
P98	40				SO01
P99	41				SCK01
P913	42				INTP4
P914	43				INTP5
P915	44				INTP6
PCM0	45	入出力	あり	ポートCM 入出力ポート 1ビット単位で入力 / 出力の指定が可能	-
PCM1	46				CLKOUT
PDL0	47	入出力	あり	ポートDL 入出力ポート 1ビット単位で入力 / 出力の指定が可能	-
PDL1	48				-
PDL2	49				-
PDL3	50				-
PDL4	51				-
PDL5	52				FLMD1
PDL6	53				-
PDL7	54				-

(2) ポート以外の端子

(1/2)

端子名称	ピン番号	入出力	内蔵プルアップ抵抗	機 能	兼用端子名
ADTRG	24	入力	あり	A/Dコンバータ外部トリガ入力	P32/ASCK0/TO01
ANI0	64	入力	なし	A/Dコンバータ用アナログ電圧入力	P70
ANI1	63				P71
ANI2	62				P72
ANI3	61				P73
ANI4	60				P74
ANI5	59				P75
ANI6	58				P76
ANI7	57				P77
ASCK0	24	入力	あり	UART0のシリアル・クロック入力	P32/ADTRG/TO01
AVREF0	1	-	-	A/Dコンバータ用基準電圧および兼用ポート用正電源供給	-
AVSS	2	-	-	A/Dコンバータおよび兼用ポート用グランド電位	-
CLKOUT	46	出力	あり	内部システム・クロック出力	PCM1
EVDD	33	-	-	外部用正電源供給	-
EVSS	32	-	-	外部用グランド電位	-
FLMD0	3	入力	なし	フラッシュ・プログラミング・モード引き込み用 端子	-
FLMD1	52		あり		PDL5
INTP0	15	入力	あり	外部割り込み要求入力 (マスカブル, アナログ・ノイズ除去)	P03
INTP1	16				P04
INTP2	17				P05
INTP3	18			外部割り込み要求入力 (マスカブル, デジタル+アナログ・ノイズ除去)	P06
INTP4	42			外部割り込み要求入力 (マスカブル, アナログ・ノイズ除去)	P913
INTP5	43				P914
INTP6	44				P915
INTP7	23				P31/RXD0
KR0	28	入力	あり	キー・リターン入力	P50/TI011/RTP00
KR1	29				P51/TI50/RTP01
KR2	30				P52/TO50/RTP02
KR3	31				P53/RTP03
KR4	34				P54/RTP04
KR5	35				P55/RTP05
KR6	36				P90/TXD1
KR7	37				P91/RXD1
NC	5	-	-	内部接続されています。オープンにしてください。	-
NMI	14	入力	あり	外部割り込み入力 (ノンマスカブル, アナログ・ノイズ除去)	P02
RESET	9	入力	-	システム・リセット入力	-

端子名称	ピン番号	入出力	内蔵プルアップ抵抗	機能	兼用端子名		
RTP00	28	出力	あり	リアルタイム出力ポート	P50/TI011/KR0		
RTP01	29				P51/TI50/KR1		
RTP02	30				P52/TO50/KR2		
RTP03	31				P53/KR3		
RTP04	34				P54/KR4		
RTP05	35				P55/KR5		
RXD0	23	入力	あり	シリアル受信データ入力 (UART0)	P31/INTP7		
RXD1	37			シリアル受信データ入力 (UART1)	P91/KR7		
SCK00	21	入出力	あり	シリアル・クロック入出力 (CSI00, CSI01)	P42		
SCK01	41			1ビット単位でN-chオープン・ドレイン出力の指定が可能	P99		
SCL0	56	入出力	なし	シリアル・クロック入出力 (I ² C0) N-chオープン・ドレイン出力固定	P39		
SDA0	55	入出力	なし	シリアル送受信データ入出力 (I ² C0) N-chオープン・ドレイン出力固定	P38		
SI00	19	入力	あり	シリアル受信データ入力 (CSI00)	P40		
SI01	39			シリアル受信データ入力 (CSI01)	P97		
SO00	20	出力	あり	シリアル送信データ出力 (CSI00, CSI01)	P41		
SO01	40			1ビット単位でN-chオープン・ドレイン出力の指定が可能	P98		
TI010	27	入力	あり	キャプチャ・トリガ入力 / 外部イベント入力 (TM01)	P35/TO01		
TI011	28			キャプチャ・トリガ入力 (TM01)	P50/RTP00/KR0		
TI50	29			外部イベント入力 (TM50)	P51/RTP01/KR1		
TI51	38			外部イベント入力 (TM51)	P96/TO51		
TIP00	25			キャプチャ・トリガ入力 / 外部イベント入力 (TMP0)	P33/TOP00		
TIP01	26			キャプチャ・トリガ入力 (TMP0)	P34/TOP01		
TO01	24			出力	あり	タイマ出力 (TM01)	P32/ASCK0/ADTRG
	27		P35/TI010				
TO50	30	タイマ出力 (TM50)	P52/RTP02/KR2				
TO51	38	タイマ出力 (TM51)	P96/TI51				
TOH0	12	タイマ出力 (TMH0)	P00				
TOH1	13	タイマ出力 (TMH1)	P01				
TOP00	25	タイマ出力 (TMP0)	P33/TIP00				
TOP01	26		P34/TIP01				
TXD0	22	出力	あり			シリアル送信データ出力 (UART0)	P30
TXD1	36					シリアル送信データ出力 (UART1)	P90/KR6
V _{DD}	4	-	-	内部用正電源供給端子	-		
V _{SS}	6	-	-	内部用グラウンド電位	-		
X1	7	入力	なし	メイン・クロック用発振子接続	-		
X2	8	-	なし		-		
XT1	10	入力	なし	サブクロック用発振子接続	-		
XT2	11	-	なし		-		

2.2 端子の入出力回路タイプと未使用時の処理

(1/2)

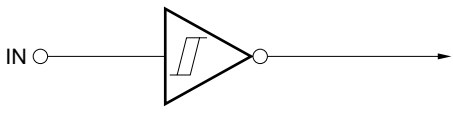
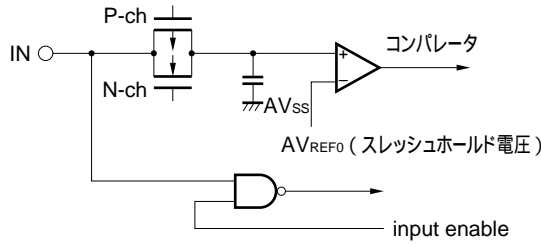
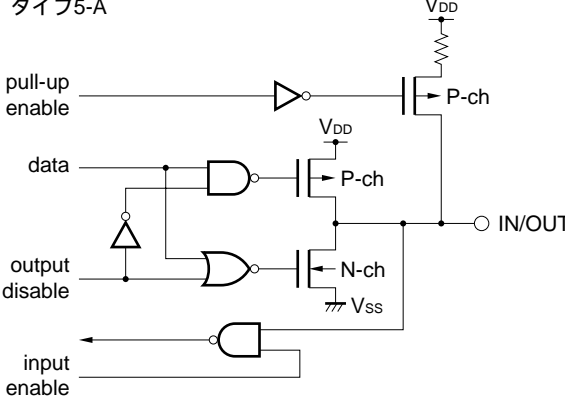
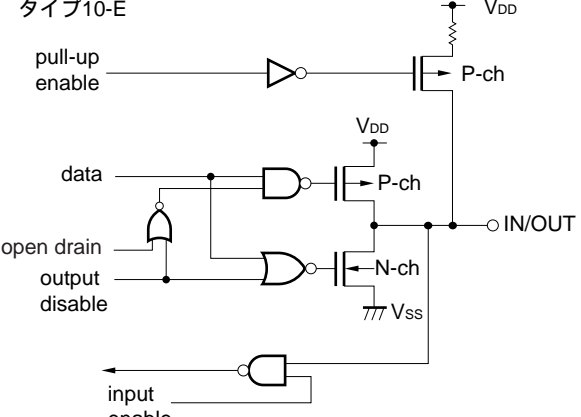
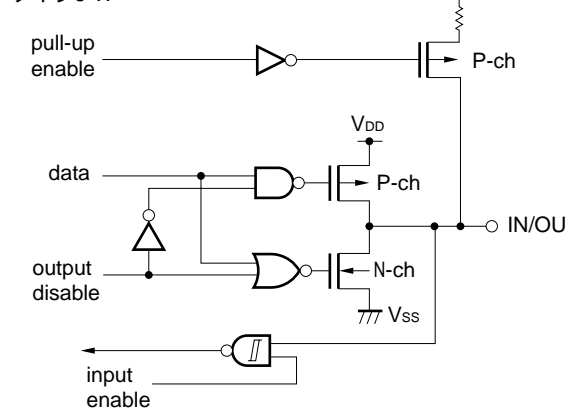
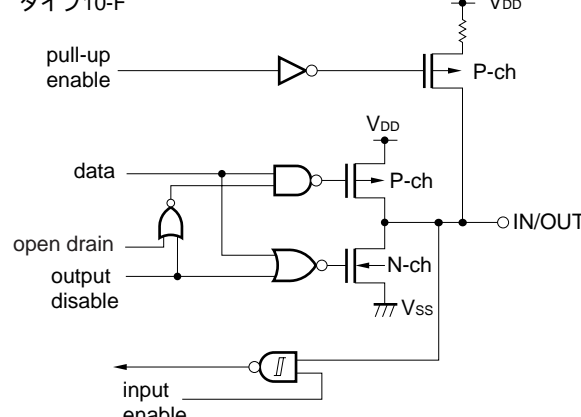
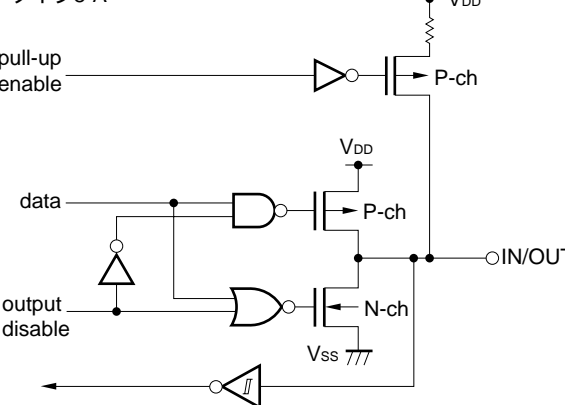
端子	兼用端子名	ピン番号	入出力回路タイプ	推奨接続方法
P00	TOH0	12	5-A	入力時：個別に抵抗を介して、EV _{DD} またはEV _{SS} に接続してください。 出力時：オープンにしてください。
P01	TOH1	13		
P02	NMI	14	5-W	
P03-P06	INTP0-INTP3	15-18		
P30	TXD0	22	5-A	
P31	RXD0/INTP7	23	5-W	
P32	ASCK0/ADTRG	24		
P33	TIP00/TOP00	25		
P34	TIP01/TOP01	26		
P35	TI010/TO01	27		
P38	SDA0	55	13-AD	
P39	SCL0	56		
P40	SI00	19	5-W	
P41	SO00	20	10-E	
P42	SCK00	21	10-F	
P50	TI011/RTP00/KR0	28	8-A	
P51	TI50/RTP01/KR1	29		
P52	TO50/RTP02/KR2	30		
P53	RTP03/KR3	31		
P54	RTP04/KR4	34		
P55	RTP05/KR5	35		
P70-P77	ANI0-ANI7	64-57	9-C	AV _{REF0} またはAV _{SS} に接続してください。
P90	TXD1/KR6	36	8-A	入力時：個別に抵抗を介して、EV _{DD} またはEV _{SS} に接続してください。 出力時：オープンにしてください。
P91	RXD1/KR7	37		
P96	TI51/TO51	38		
P97	SI01	39	5-W	
P98	SO01	40	10-E	
P99	SCK01	41	10-F	
P913-P915	INTP4-INTP6	42-44	5-W	
PCM0	-	45	5-A	
PCM1	CLKOUT	46		
PDL0-PDL4	-	47-51		
PDL5	FLMD1	52		
PDL6, PDL7	-	53, 54		
AV _{REF0}	-	1	-	V _{DD} に直接接続してください。
AV _{SS}	-	2	-	-
EV _{DD}	-	33	-	-
EV _{SS}	-	32	-	-

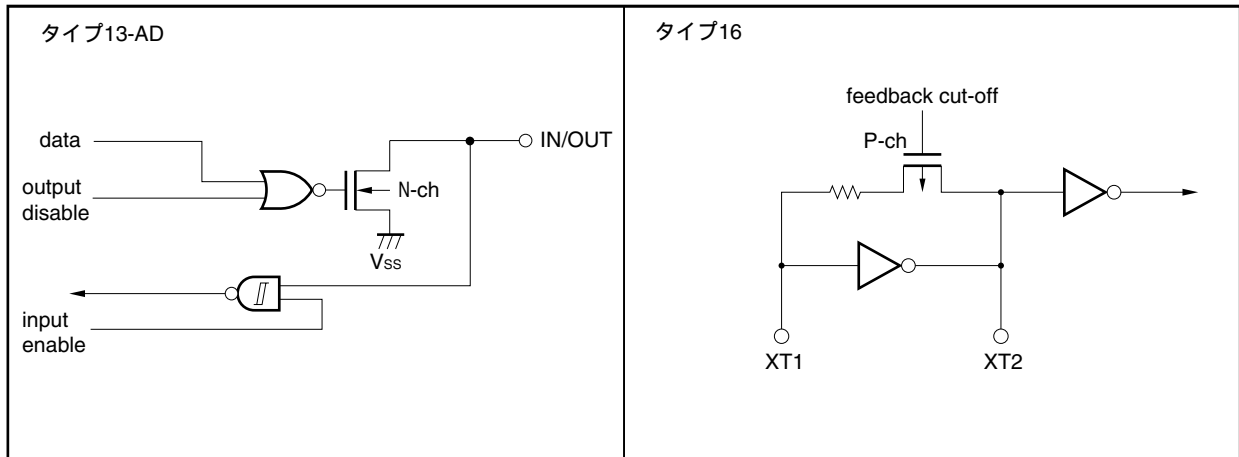
端子	兼用端子名	ピン番号	入出力回路タイプ	推奨接続方法
NC	-	5	-	オープンにしてください。
RESET	-	9	2	-
FLMD0	-	3	-	EV _{SS} またはV _{SS} に直接接続してください。もしくは、10 kΩの抵抗でプルダウンしてください。
V _{DD}	-	4	-	-
V _{SS}	-	6	-	-
X1	-	7	-	-
X2	-	8	-	-
XT1	-	10	16	V _{SS} に直接接続してください ^注 。
XT2	-	11	16	オープンにしてください。

注 未使用時には、PSMR.XTSTPビットに必ず1を設定してください。

2.3 端子の入出力回路

(1/2)

<p>タイプ2</p>  <p>ヒステリシス特性を有するシュミット・トリガ入力となっています。</p>	<p>タイプ9-C</p> 
<p>タイプ5-A</p> 	<p>タイプ10-E</p> 
<p>タイプ5-W</p> 	<p>タイプ10-F</p> 
<p>タイプ8-A</p> 	



備考 V_{DD} は、 EV_{DD} に置き換えて参照してください。 V_{SS} は、 EV_{SS} に置き換えて参照してください。

第3章 CPU機能

V850ES/KE2のCPUは、RISCアーキテクチャをベースとして、5段パイプラインの制御によりほとんどの命令を1クロックで実行します。

3.1 特 徴

命令数 : 83

最小命令実行時間 : 50.0 ns (20 MHz動作時 : 4.5 ~ 5.5 V)

100 ns (10 MHz動作時 : 2.7 ~ 5.5 V)

メモリ空間 プログラム (物理アドレス) 空間 : 64 Mバイト・リニア

データ (論理アドレス) 空間 : 4 Gバイト・リニア

汎用レジスタ : 32ビット × 32本

内部32ビット・アーキテクチャ

5段パイプライン制御

乗除算命令

飽和演算命令

32ビット・シフト命令 : 1クロック

ロング/ショート形式を持つロード/ストア命令

ビット操作命令4種

- ・ SET1
- ・ CLR1
- ・ NOT1
- ・ TST1

3.2 CPUレジスタ・セット

V850ES/KE2のレジスタは、汎用のプログラム・レジスタ・セットと、専用のシステム・レジスタ・セットの2種類に分類できます。すべてのレジスタは32ビット幅となっています。

詳細はV850ES ユーザーズ・マニュアル アーキテクチャ編を参照してください。

(1) プログラム・レジスタ・セット		(2) システム・レジスタ・セット	
31	0	31	0
r0	(ゼロ・レジスタ)	EIPC	(割り込み時状態回避レジスタ)
r1	(アセンブラ予約レジスタ)	EIPSW	(割り込み時状態回避レジスタ)
r2			
r3	(スタック・ポインタ (SP))	FEPC	(NMI時状態回避レジスタ)
r4	(グローバル・ポインタ (GP))	FEPSW	(NMI時状態回避レジスタ)
r5	(テキスト・ポインタ (TP))		
r6		ECR	(割り込み要因レジスタ)
r7			
r8		PSW	(プログラム・ステータス・ワード)
r9			
r10		CTPC	(CALLT実行時状態回避レジスタ)
r11		CTPSW	(CALLT実行時状態回避レジスタ)
r12			
r13		DBPC	(例外/デバッグ・トラップ時状態回避レジスタ)
r14		DBPSW	(例外/デバッグ・トラップ時状態回避レジスタ)
r15			
r16			
r17		CTBP	(CALLTベース・ポインタ)
r18			
r19			
r20			
r21			
r22			
r23			
r24			
r25			
r26			
r27			
r28			
r29			
r30	(エレメント・ポインタ (EP))		
r31	(リンク・ポインタ (LP))		
31	0		
PC	(プログラム・カウンタ)		

3.2.1 プログラム・レジスタ・セット

プログラム・レジスタには、汎用レジスタとプログラム・カウンタがあります。

(1) 汎用レジスタ (r0-r31)

汎用レジスタとして、r0-r31の32本が用意されています。これらのレジスタは、どれでもデータ変数またはアドレス変数として利用できます。

ただし、r0とr30は命令により暗黙的に使用しますので、これらのレジスタを使用する際には注意が必要です。r0は常に0を保持しているレジスタで、0を使用する演算やオフセット0のアドレッシングで使用されます。r30はSLD命令とSST命令により、メモリをアクセスするときのベース・ポインタとして使用されます。また、r1、r3-r5、r31は、アセンブラとCコンパイラが暗黙的に使用しますので、これらのレジスタを使用する際にはレジスタの内容を破壊しないように退避してから使用し、使用後に元に戻す必要があります。r2は、リアルタイムOSが使用する場合があります。使用するリアルタイムOSがr2を使用していない場合は、変数用レジスタとしてr2を使用できます。

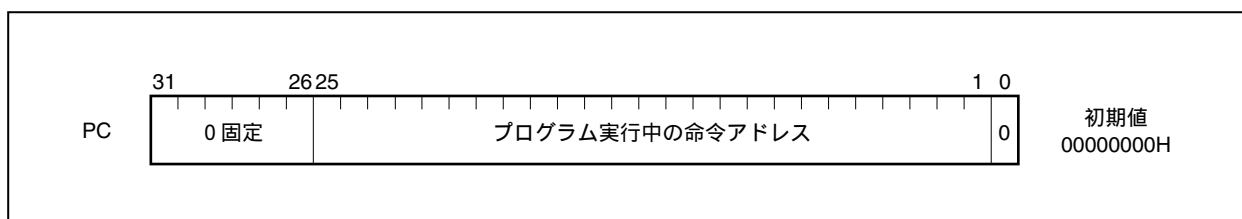
表3 - 1 プログラム・レジスタ一覧

名称	用途	動作
r0	ゼロ・レジスタ	常に0を保持
r1	アセンブラ予約レジスタ	32ビット・イミディエト作成用のワーキング・レジスタとして使用
r2	アドレス / データ変数用レジスタ (使用するリアルタイムOSがr2を使用していない場合)	
r3	スタック・ポインタ	関数コール時のスタック・フレーム生成時に使用
r4	グローバル・ポインタ	データ領域のグローバル変数をアクセスするときに使用
r5	テキスト・ポインタ	テキスト領域 (プログラム・コードを配置する領域) の先頭を指すレジスタとして使用
r6-r29	アドレス / データ変数用レジスタ	
r30	エレメント・ポインタ	メモリをアクセスするときのベース・ポインタとして使用
r31	リンク・ポインタ	コンパイラが関数コールをするときに使用
PC	プログラム・カウンタ	プログラム実行中の命令アドレスを保持

(2) プログラム・カウンタ (PC)

プログラム実行中の命令アドレスを保持します。下位26ビットが有効で、ビット31-26は0に固定されます。ビット25からビット26へのキャリーがあっても無視します。

また、ビット0は0に固定されており、奇数番地への分岐はできません。



3.2.2 システム・レジスタ・セット

システム・レジスタは、CPUの状態制御、割り込み情報保持などを行います。

システム・レジスタへのリード/ライトは、システム・レジスタ・ロード/ストア命令（LDSR, STSR命令）により、次に示すシステム・レジスタ番号を設定することで行います。

表3-2 システム・レジスタ番号

システム・レジスタ番号	システム・レジスタ名称	オペランド指定の可否	
		LDSR命令	STSR命令
0	割り込み時状態退避レジスタ (EIPC) ^{注1}		
1	割り込み時状態退避レジスタ (EIPSW) ^{注1}		
2	NMI時状態退避レジスタ (FEPC) ^{注1}		
3	NMI時状態退避レジスタ (FEPSW) ^{注1}		
4	割り込み要因レジスタ (ECR)	×	
5	プログラム・ステータス・ワード (PSW)		
6-15	将来の機能拡張のための予約番号 (アクセスした場合の動作は保証しません)	×	×
16	CALLT実行時状態退避レジスタ (CTPC)		
17	CALLT実行時状態退避レジスタ (CTPSW)		
18	例外/デバッグ・トラップ時状態退避レジスタ (DBPC)	^{注2}	^{注2}
19	例外/デバッグ・トラップ時状態退避レジスタ (DBPSW)	^{注2}	^{注2}
20	CALLTベース・ポインタ (CTBP)		
21-31	将来の機能拡張のための予約番号 (アクセスした場合の動作は保証しません)	×	×

注1. これらのレジスタは1組しかないので、多重割り込みを許す場合はプログラムでこのレジスタを退避する必要があります。

2. DBTRAP命令または不正命令コードを実行してから、DBRET命令を実行するまでの期間だけアクセス可能です。

注意 LDSR命令によりEIPCかFEPC、またはCTPCのビット0をセット(1)しても、割り込み処理後のRETI命令で復帰するときにビット0は無視されます(PCのビット0を0固定してあるため)。EIPC、FEPC、CTPCに値を設定する場合は、偶数値(ビット0=0)を設定してください。

備考 : アクセス可能

× : アクセス禁止

(1) 割り込み時状態退避レジスタ (EIPC, EIPSW)

割り込み時状態退避レジスタには、EIPCとEIPSWがあります。

ソフトウェア例外やマスカブル割り込みが発生した場合、プログラム・カウンタ (PC) の内容がEIPCに、プログラム・ステータス・ワード (PSW) の内容がEIPSWに退避されます (ノンマスカブル割り込み (NMI) 発生時には、NMI時状態退避レジスタ (FEPC, FEPSW) に退避されます)。

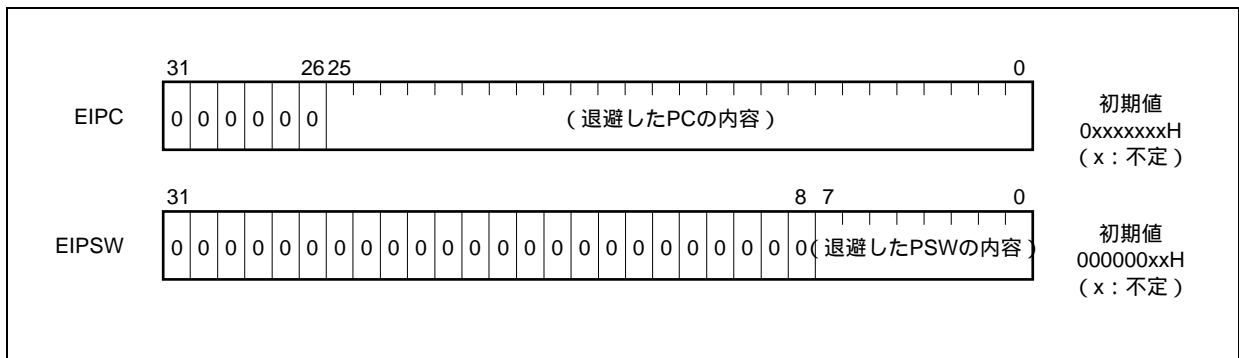
EIPCには、一部の命令 (17.9 CPUが割り込みを受け付けられない期間参照) を除き、ソフトウェア例外やマスカブル割り込みが発生したときに実行していた命令の次の命令のアドレスが退避されます。

EIPSWには、現在のPSWの内容が退避されます。

割り込み時状態退避レジスタは1組しかないので、多重割り込みを行う場合はプログラムによってこれらのレジスタの内容を退避する必要があります。

なお、EIPCのビット31-26とEIPSWのビット31-8は、将来の機能拡張のために予約されています (0に固定)。

RETI命令により、EIPCの値はPCへ、EIPSWの値はPSWへ復帰します。



(2) NMI時状態退避レジスタ (FEPC, FEPSW)

NMI時状態退避レジスタには、FEPCとFEPSWがあります。

ノンマスクابل割り込み (NMI) が発生した場合、プログラム・カウンタ (PC) の内容がFEPCに、プログラム・ステータス・ワード (PSW) の内容がFEPSW に退避されます。

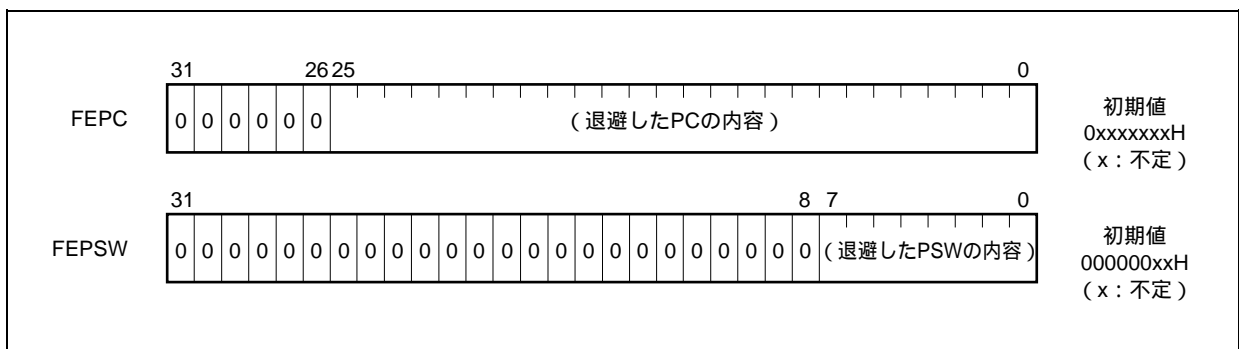
FEPCには、一部の命令を除き、NMIが発生したときに実行していた命令の次の命令のアドレスが退避されます。

FEPSWには、現在のPSWの内容が退避されます。

NMI時状態退避レジスタは1組しかないため、多重割り込みを行う場合はプログラムによってこれらのレジスタの内容を退避する必要があります。

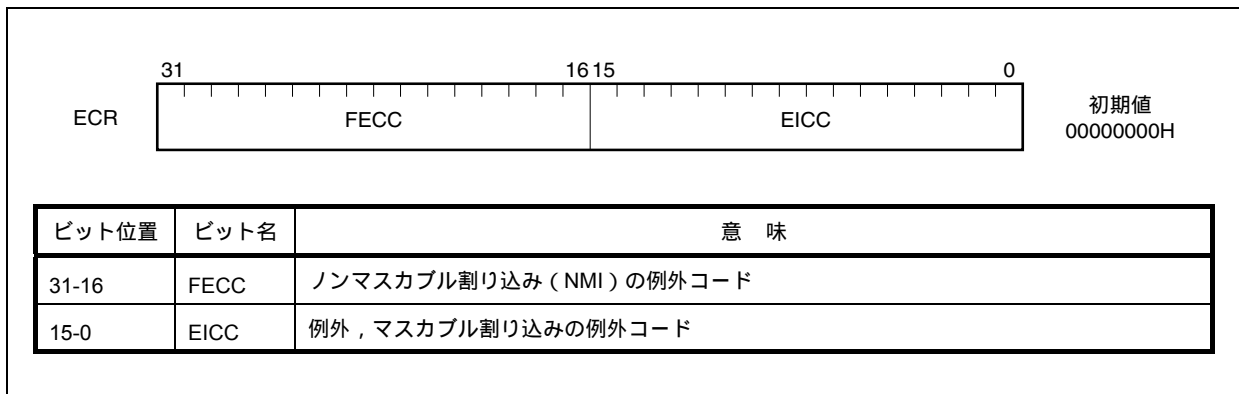
なお、FEPCのビット31-26とFEPSWのビット31-8は、将来の機能拡張のために予約されています (0に固定)。

RETI命令により、FEPCの値はPCへ、FEPSWの値はPSWへ復帰します。



(3) 割り込み要因レジスタ (ECR)

割り込み要因レジスタ (ECR) は、例外や割り込みが発生した場合に、その要因を保持するレジスタです。ECRが保持する値は、割り込み要因ごとにコード化された例外コードです。なお、このレジスタは読み出し専用のため、LDSR命令を使ってこのレジスタにデータを書き込むことはできません。



(4) プログラム・ステータス・ワード (PSW)

プログラム・ステータス・ワード (PSW) は、プログラムの状態 (命令実行の結果) やCPUの状態を示すフラグの集合です。

LDSR命令を使用してこのレジスタの各ビットの内容を変更した場合は、LDSR命令実行終了直後から変更内容が有効となります。

LDSR命令によるPSWのライト命令実行中は、割り込み要求の受け付けを保留します。

なお、ビット31-8は、将来の機能拡張のために予約されています (0に固定)。

(1/2)



ビット位置	フラグ名	意 味
31-8	RFU	予約フィールドです。“0”に固定されています。
7	NP	ノンマスカブル割り込み (NMI) 処理中であることを示します。NMI要求が受け付けられるとセット“1”され、多重割り込みを禁止します。 0: NMI処理中でない。 1: NMI処理中である。
6	EP	例外処理中であることを示します。例外の発生でセット“1”されます。なお、このビットがセットされても割り込み要求は受け付けます。 0: 例外処理中でない。 1: 例外処理中である。
5	ID	マスカブル割り込み要求を受け付ける状態かどうかを示します。 0: 割り込み可 1: 割り込み不可
4	SAT ^注	飽和演算命令の演算結果がオーバーフローし、演算結果が飽和していることを示します。累積フラグのため、飽和演算命令で演算結果が飽和するとセット“1”され、以降の命令の演算結果が飽和しなくてもクリア“0”されません。クリア“0”する場合は、LDSR命令により行います。なお、算術演算命令の実行では、セット“1”もクリア“0”も行いません。 0: 飽和していない。 1: 飽和している。
3	CY	演算結果にキャリー、またはボローがあったかどうかを示します。 0: キャリー、またはボローは発生していない。 1: キャリー、またはボローが発生した。
2	OV ^注	演算中にオーバーフローが発生したかどうかを示します。 0: オーバーフローは発生していない。 1: オーバーフローが発生した。
1	S ^注	演算の結果が負かどうかを示します。 0: 演算の結果は、正または0であった。 1: 演算の結果は負であった。
0	Z	演算の結果が0かどうかを示します。 0: 演算の結果は0でなかった。 1: 演算の結果は0であった。

備考 注の説明は次ページに記載しています。

注 飽和演算時のOVフラグとSフラグの内容で飽和処理した演算結果が決まります。また、飽和演算時にOVフラグがセット(1)された場合だけ、SATフラグはセット(1)されます。

演算結果の状態	フラグの状態			飽和処理をした演算結果
	SAT	OV	S	
正の最大値を越えた	1	1	0	7FFFFFFFH
負の最大値を越えた	1	1	1	80000000H
正(最大値を越えない)	演算前の値を	0	0	演算結果そのもの
負(最大値を越えない)	保持		1	

(5) CALLT実行時状態退避レジスタ(CTPC, CTPSW)

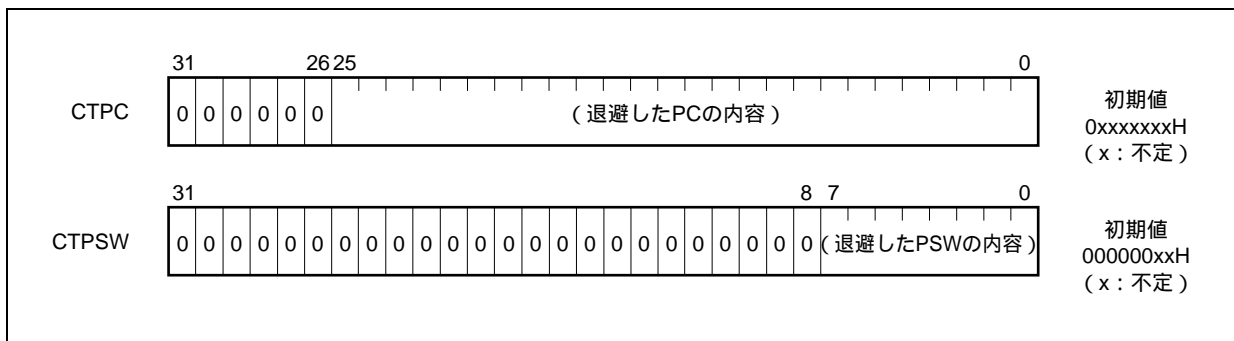
CALLT実行時状態退避レジスタには、CTPCとCTPSWがあります。

CALLT命令が実行されると、プログラム・カウンタ(PC)の内容がCTPCに、プログラム・ステータス・ワード(PSW)の内容がCTPSWに退避されます。

CTPCに退避される内容は、CALLT命令の次の命令のアドレスです。

CTPSWには、現在のPSWの内容が退避されます。

なお、CTPCのビット31-26とCTPSWのビット31-8は、将来の機能拡張のために予約されています(“0”に固定)。



(6) 例外 / デバッグ・トラップ時状態退避レジスタ (DBPC, DBPSW)

例外 / デバッグ・トラップ時状態退避レジスタとして、DBPCとDBPSWがあります。

例外トラップ, またはデバッグ・トラップが発生すると、プログラム・カウンタ(PC)の内容がDBPCに、プログラム・ステータス・ワード(PSW)の内容がDBPSWに退避されます。

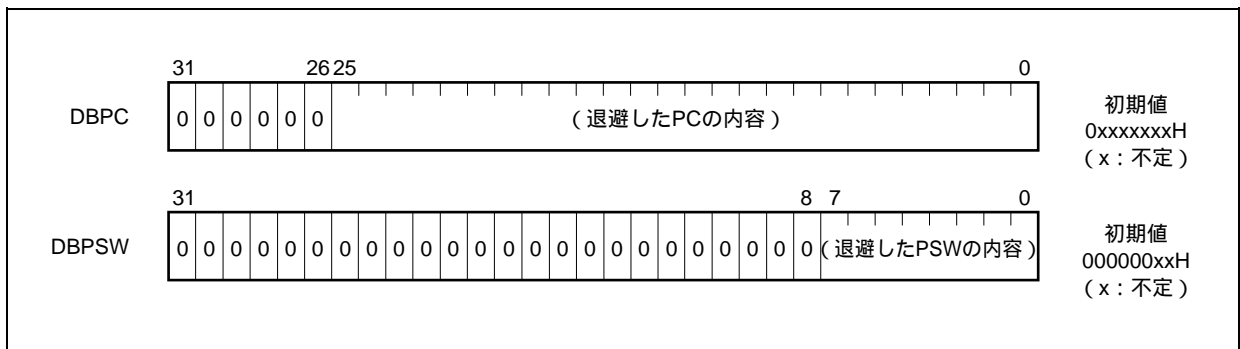
DBPCに退避される内容は、例外トラップ, またはデバッグ・トラップが発生したときに実行していた命令の次の命令のアドレスです。

DBPSWには、現在のPSWの内容が退避されます。

このレジスタへのリード/ライトは、DBTRAP命令または不正命令コードを実行してからDBRET命令を実行するまでの期間だけ可能です。

なお、DBPCのビット31-26とDBPSWのビット31-8は、将来の機能拡張のために予約されています(“0”に固定)。

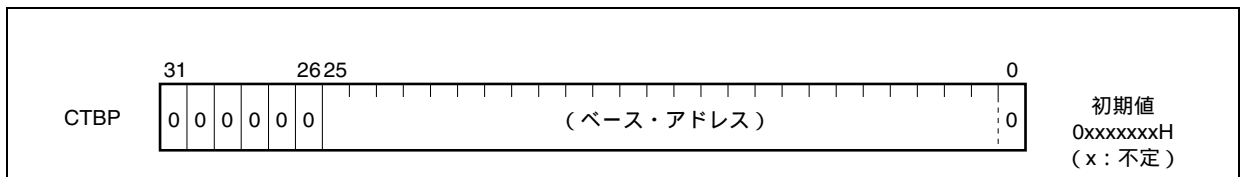
DBRET命令により、DBPCの値はPCへ、DBPSWの値はPSWへ復帰します。



(7) CALLTベース・ポインタ (CTBP)

CALLTベース・ポインタ (CTBP) は、テーブル・アドレスの指定、ターゲット・アドレスの生成に使用されます(ビット0は“0”に固定)。

なお、ビット31-26は、将来の機能拡張のために予約されています(“0”に固定)。



3.3 動作モード

V850ES/KE2は次に示す動作モードを備えます。

(1) 通常動作モード

システム・リセット解除後、バス・インタフェース関連の各端子はポート・モードになり、内蔵ROMのリセット・エントリ・アドレスに分岐し、命令処理を開始します。

(2) フラッシュ・メモリ・プログラミング・モード

このモードを指定すると、フラッシュ・ライターによる内蔵フラッシュ・メモリへのプログラム動作が可能になります。

(a) 動作モード指定

FLMD0, FLMD1端子の状態（入力レベル）により、動作モードを指定します。

通常動作モード時は、リセット期間にFLMD0端子がロウ・レベル入力となるようにしてください。

フラッシュ・メモリ・プログラミング・モード時のFLMD0端子へのハイ・レベル入力は、フラッシュ・ライター接続時はフラッシュ・ライターから行いますが、セルフ・プログラミング時は外部回路で行ってください。

これらの端子の指定は応用システムにおいて固定とし、動作中に変更しないでください。

FLMD0	FLMD1	動作モード
L	×	通常動作モード
H	L	フラッシュ・メモリ・プログラミング・モード
H	H	設定禁止

備考 H：ハイ・レベル

L：ロウ・レベル

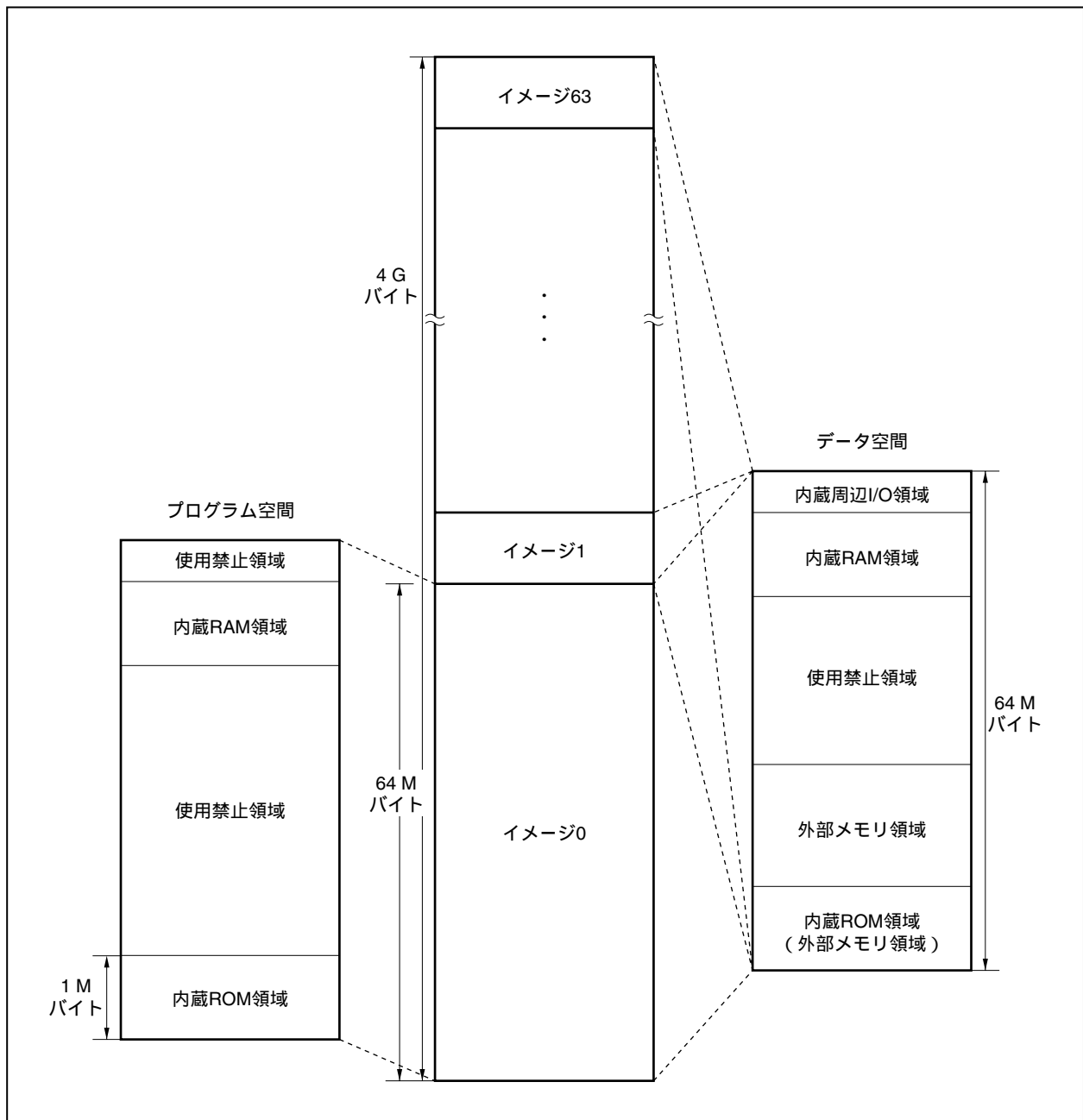
×：任意

3.4 アドレス空間

3.4.1 CPUアドレス空間

命令アドレスのアドレッシングにおいては、最大で64 Mバイトのリニア・アドレス空間（プログラム空間）のうち最大1 Mバイトの内蔵ROM領域と、内蔵RAM領域をサポートしています。オペランド・アドレッシング（データ・アクセス）においては、最大4 Gバイトのリニア・アドレス空間（データ空間）をサポートしています。ただし、4 Gバイトのアドレス空間には64 Mバイトの物理アドレス空間が64個のイメージとして見えます。つまり、ビット31-ビット26がどのような値でも、同じ64 Mバイトの物理アドレス空間をアクセスします。

図3 - 1 アドレス空間上のイメージ



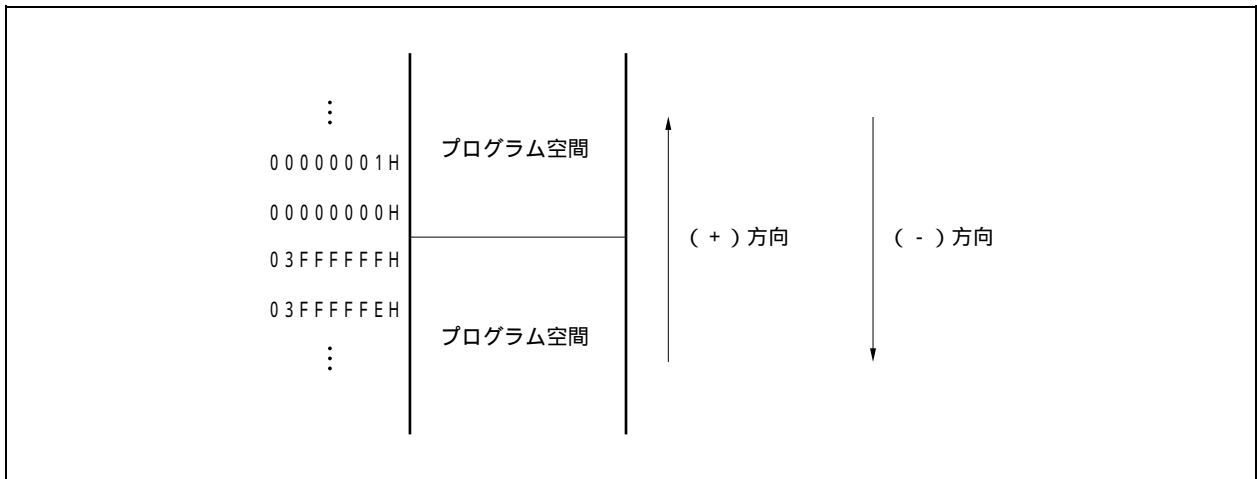
3.4.2 CPUアドレス空間のラップ・アラウンド

(1) プログラム空間

PC (プログラム・カウンタ) は32ビットのうち上位6ビットが0固定で、下位26ビットだけ有効です。分岐アドレス計算などでビット25からビット26に対するキャリーまたはボローがあっても上位6ビットはこれを無視します。

したがって、プログラム空間の下限である00000000H番地と、上限の03FFFFFFH番地は連続したアドレスとなります。このようにメモリ空間の下限と上限が連続したアドレスになることをラップ・アラウンドといいます。

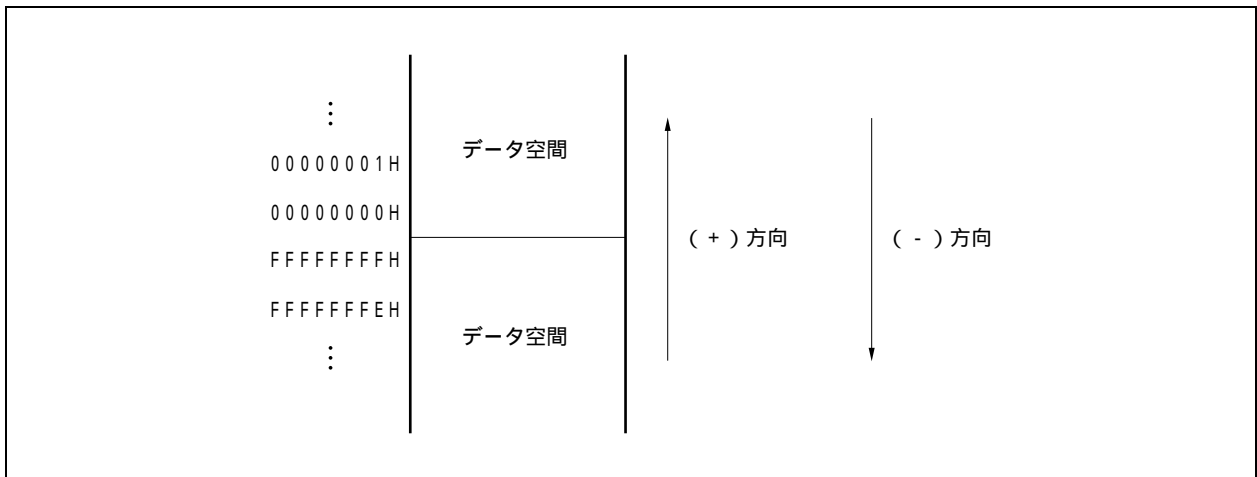
注意 03FFF000H-03FFFFFFHの4 Kバイトの領域は、内蔵周辺I/O領域のため、命令フェッチすることができません。したがって、分岐アドレス計算の結果がこの領域にかかるような操作はしないようにしてください。



(2) データ空間

オペランド・アドレス計算で32ビットを越える演算結果は無視します。

したがって、データ空間の下限である00000000H番地と、上限のFFFFFFFH番地は連続したアドレスになり、この境界でラップ・アラウンドします。



3.4.3 メモリ・マップ

V850ES/KE2では、次に示すように各領域を予約しています。

図3 - 2 データ・メモリ・マップ (物理アドレス)

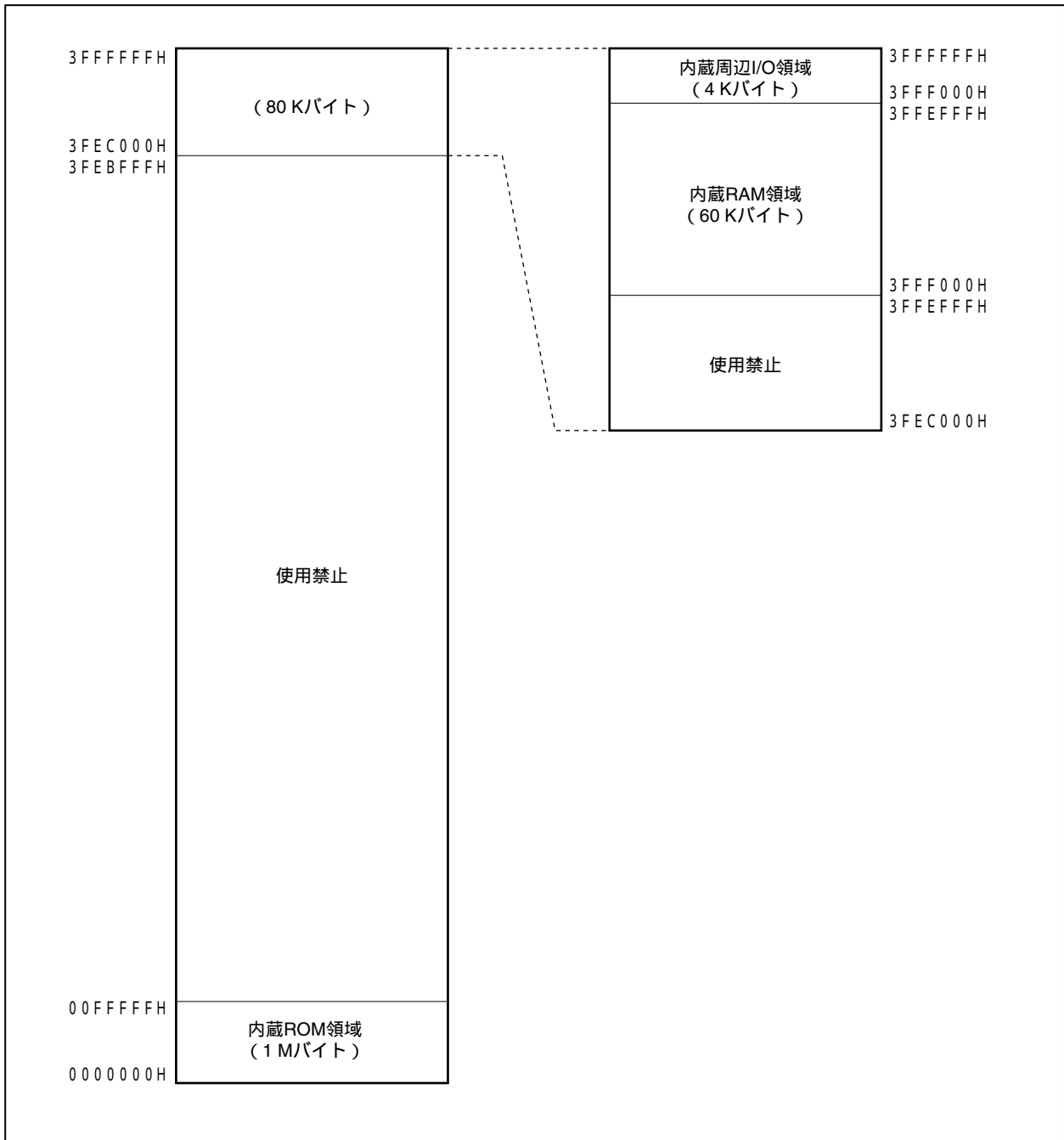
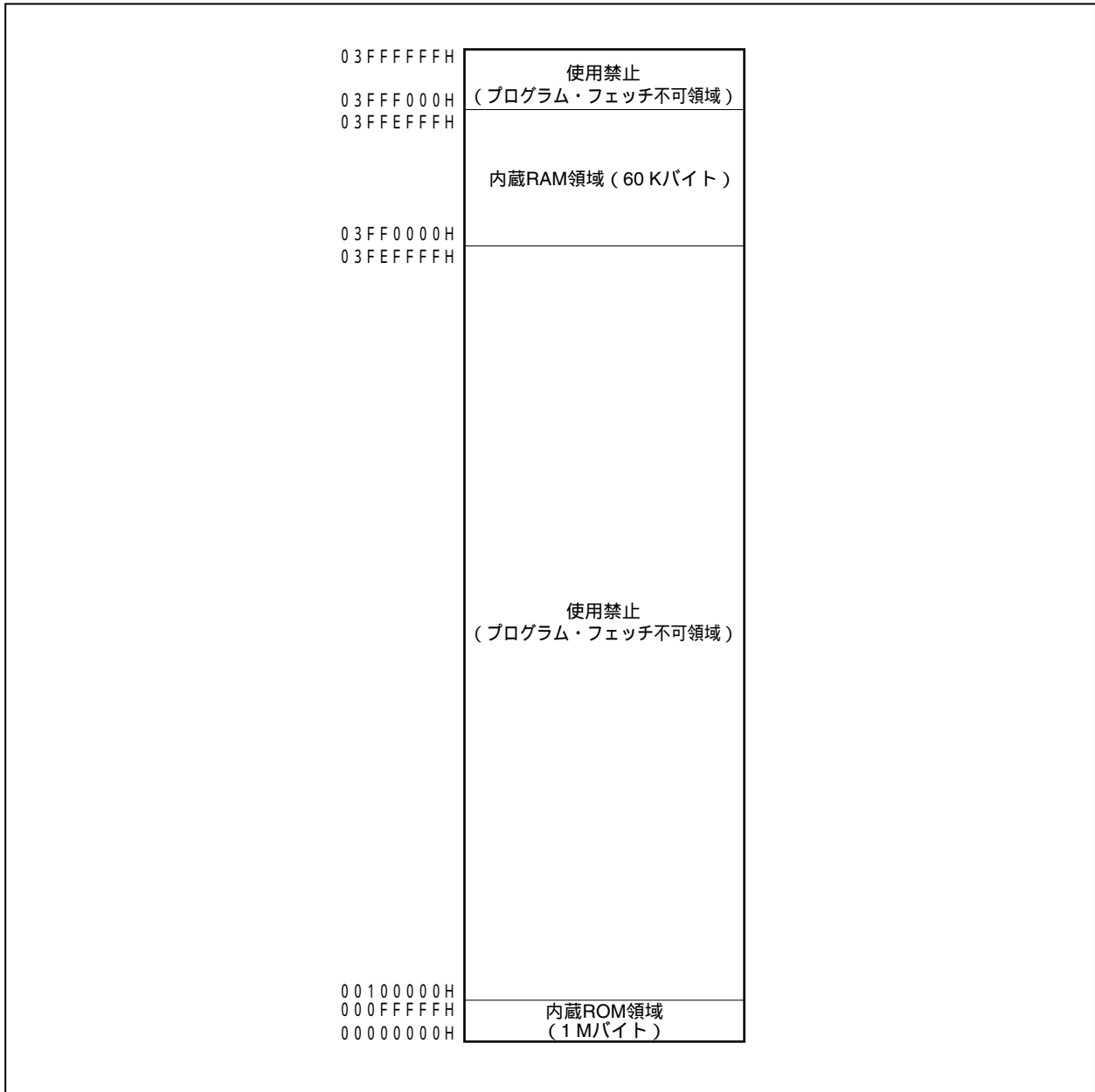


図3 - 3 プログラム・メモリ・マップ



3.4.4 領域

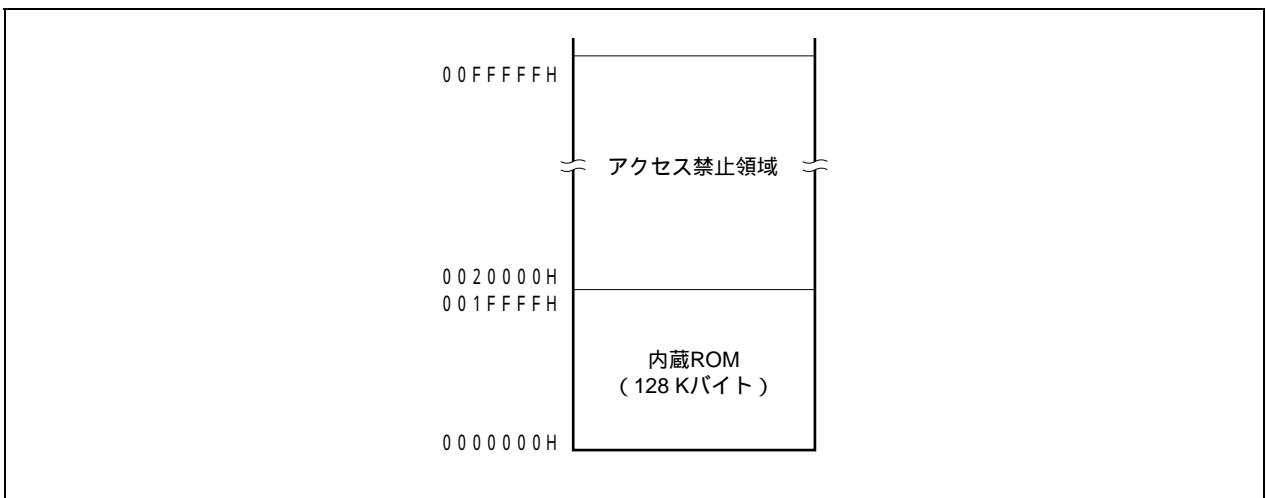
(1) 内蔵ROM領域

内蔵ROM領域は、0000000H-00FFFFFFH番地の1 Mバイトが予約されています。

(a) 内蔵ROM (128 Kバイト)

μ PD70F3726には、0000000Hから001FFFFH番地に128 Kバイト実装しています。
0020000Hから00FFFFFFH番地はアクセス禁止領域です。

図3 - 4 内蔵ROM (128 Kバイト)

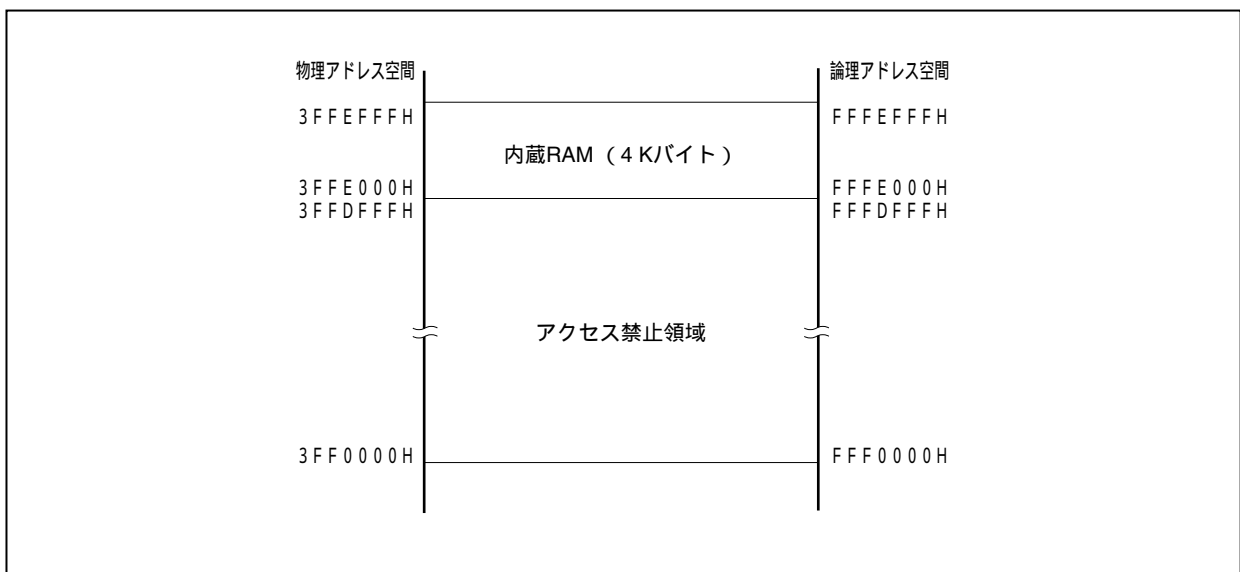


(2) 内蔵RAM領域

内蔵RAM領域は、3FF0000H-3FFEFFFH番地の最大60 Kバイトが予約されています。

μ PD70F3726には、物理内蔵RAMとして3FFE000H-3FFEFFFH番地の4 Kバイトを実装しています。
3FF0000H-3FFDFFFH番地はアクセス禁止領域です。

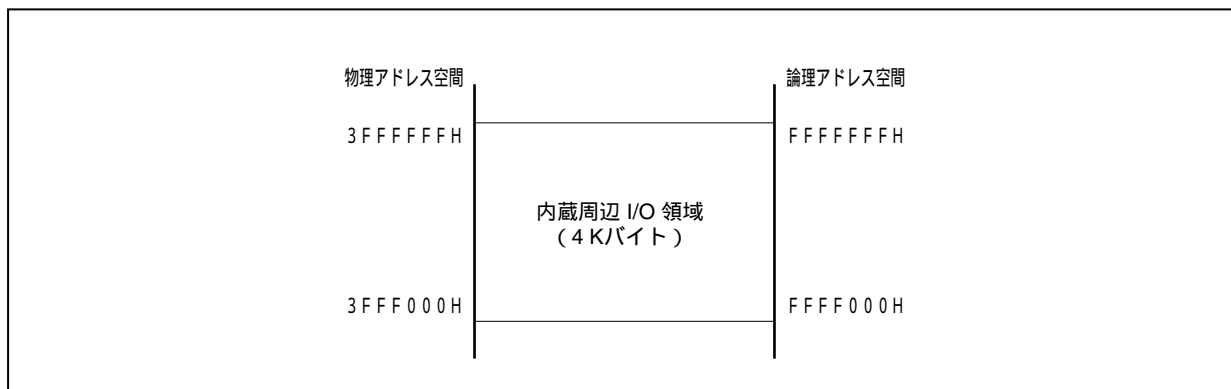
図3 - 5 内蔵RAM (4 Kバイト)



(3) 内蔵周辺I/O領域

内蔵周辺I/O領域として3FFF000H-3FFFFFFH番地の4 Kバイトを予約しています。

図3 - 6 内蔵周辺I/O領域



内蔵周辺I/O領域には、内蔵周辺I/Oの動作モード指定、状態モニタリングなどの機能を割り付けた周辺I/Oレジスタがマッピングされています。これらの領域からはプログラム・フェッチを行うことができません。

- 注意1.** レジスタにワード・アクセスを行うと、アドレスの下位2ビットを無視したワード領域に対し下位、上位の順番でハーフワード・アクセスを2回行います。
2. バイト・アクセス可能なレジスタにハーフワード・アクセスした場合、リード時は上位8ビットが不定になり、ライト時は下位8ビット・データがレジスタに書き込まれます。
 3. レジスタとして定義されていないアドレスは、将来の拡張用に予約されており、アクセスした場合の動作は不定であり、保証しません。

(4) アクセス・クロック数

各リソースに対するアクセスに要する基本クロック数を次に示します。

領域 (バス幅)	内蔵ROM (32ビット)	内蔵RAM (32ビット)	内蔵周辺I/O (16ビット)
バス・サイクル・タイプ			
命令フェッチ (通常アクセス)	1	1 ^{注1}	-
命令フェッチ (分岐)	2	2 ^{注1}	-
オペランド・データ・アクセス	3	1	3 ^{注2}

- 注1.** データ・アクセスと競合した場合は+1されます。
2. VSWCレジスタの設定によります。

備考 単位はクロック / アクセスです。

3.4.5 アドレス空間の推奨使用方法

V850ES/KE2のアーキテクチャでは、データ空間のオペランド・データ・アクセスを行うときに必ずポインタとなるレジスタをアドレス生成用に確保する必要があります。このポインタ用レジスタに入れたアドレスの±32 Kバイトには、命令から直接オペランド・データ・アクセスが行えます。しかし、ポインタ用レジスタとして使う汎用レジスタには限りがあるため、ポインタ値を変更する際のアドレス計算による性能ダウンを極力抑えるようにすることで、変数用の汎用レジスタを最大限に確保し、かつプログラム・サイズを抑えることができます。

(1) プログラム空間

PC(プログラム・カウンタ)は、32ビットのうち上位6ビットは0に固定であり、下位26ビットだけ有効となります。したがって、プログラム空間に関しては無条件に00000000H番地から連続した64 Mバイト空間がそのままメモリ・マップに対応します。

内蔵RAM領域をプログラム空間として使用する場合は、3FFE000H-3FFEFFFH番地(4 Kバイト)に対してアクセスしてください。

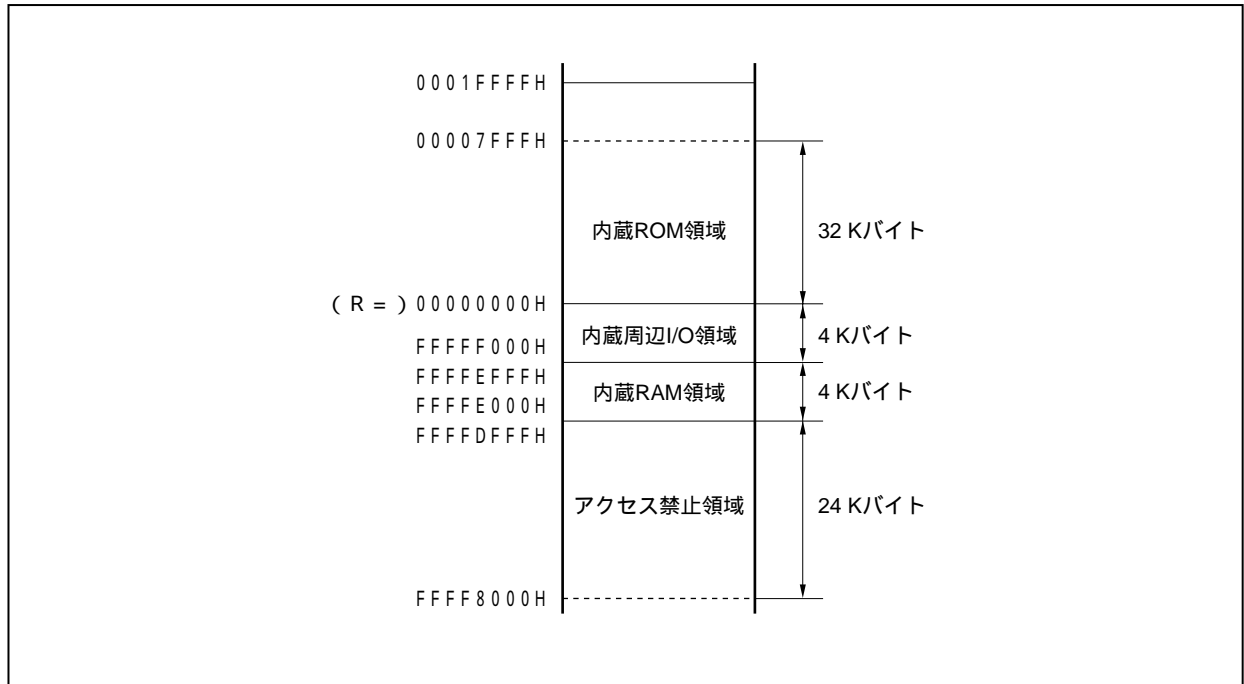
(2) データ空間

V850ES/KE2では、4 GバイトのCPUアドレス空間に64 Mバイトの物理アドレス空間が64個のイメージとして見えるため、この26ビット・アドレスの最上位ビット(ビット25)を32ビット長まで符号拡張したアドレスとして割り当てています。

(a) ラップ・アラウンドを利用した応用例

LD/ST disp16[R]命令でR = r0(ゼロ・レジスタ)とした場合、符号拡張したdisp16により、00000000H番地 ± 32 Kバイトの範囲がアドレッシング可能です。内蔵ハードウェアのすべてのリソースについて1つのポインタでアドレス指定可能です。

ゼロ・レジスタ (r0) はハードウェアでゼロ固定のレジスタであり、ポインタ専用に費やすレジスタは実質不要となります。



3.4.6 周辺I/Oレジスタ

(1/6)

アドレス	機能レジスタ名称	略号	R/W	操作可能ビット			初期値
				1	8	16	
FFFFFF04H	ポートDLレジスタ	PDL	R/W				00H ^注
FFFFFF00CH	ポートCMレジスタ	PCM	R/W				00H ^注
FFFFFF024H	ポートDLモード・レジスタ	PMDL	R/W				FFH
FFFFFF02CH	ポートCMモード・レジスタ	PMCM	R/W				FFH
FFFFFF04CH	ポートCMモード・コントロール・レジスタ	PMCCM	R/W				00H
FFFFFF06EH	システム・ウエイト・コントロール・レジスタ	VSWC	R/W				77H
FFFFFF100H	割り込みマスクレジスタ0	IMR0	R/W				FFFFH
FFFFFF100H	割り込みマスクレジスタ0L	IMR0L	R/W				FFH
FFFFFF101H	割り込みマスクレジスタ0H	IMR0H	R/W				FFH
FFFFFF102H	割り込みマスクレジスタ1	IMR1	R/W				FFFFH
FFFFFF102H	割り込みマスクレジスタ1L	IMR1L	R/W				FFH
FFFFFF103H	割り込みマスクレジスタ1H	IMR1H	R/W				FFH
FFFFFF106H	割り込みマスク・レジスタ3	IMR3	R/W				FFFFH
FFFFFF106H	割り込みマスク・レジスタ3L	IMR3L	R/W				FFH
FFFFFF110H	割り込み制御レジスタ	WDT1IC	R/W				47H
FFFFFF112H	割り込み制御レジスタ	PIC0	R/W				47H
FFFFFF114H	割り込み制御レジスタ	PIC1	R/W				47H
FFFFFF116H	割り込み制御レジスタ	PIC2	R/W				47H
FFFFFF118H	割り込み制御レジスタ	PIC3	R/W				47H
FFFFFF11AH	割り込み制御レジスタ	PIC4	R/W				47H
FFFFFF11CH	割り込み制御レジスタ	PIC5	R/W				47H
FFFFFF11EH	割り込み制御レジスタ	PIC6	R/W				47H
FFFFFF124H	割り込み制御レジスタ	TM0IC10	R/W				47H
FFFFFF126H	割り込み制御レジスタ	TM0IC11	R/W				47H
FFFFFF128H	割り込み制御レジスタ	TM5IC0	R/W				47H
FFFFFF12AH	割り込み制御レジスタ	TM5IC1	R/W				47H
FFFFFF12CH	割り込み制御レジスタ	CSI0IC0	R/W				47H
FFFFFF12EH	割り込み制御レジスタ	CSI0IC1	R/W				47H
FFFFFF130H	割り込み制御レジスタ	SREIC0	R/W				47H
FFFFFF132H	割り込み制御レジスタ	SRIC0	R/W				47H
FFFFFF134H	割り込み制御レジスタ	STIC0	R/W				47H
FFFFFF136H	割り込み制御レジスタ	SREIC1	R/W				47H
FFFFFF138H	割り込み制御レジスタ	SRIC1	R/W				47H
FFFFFF13AH	割り込み制御レジスタ	STIC1	R/W				47H
FFFFFF13CH	割り込み制御レジスタ	TMHIC0	R/W				47H
FFFFFF13EH	割り込み制御レジスタ	TMHIC1	R/W				47H
FFFFFF142H	割り込み制御レジスタ	IICIC0	R/W				47H
FFFFFF144H	割り込み制御レジスタ	ADIC	R/W				47H
FFFFFF146H	割り込み制御レジスタ	KRIC	R/W				47H

注 出力ラッチは00Hになります。入力時は端子の状態を読み出します。

アドレス	機能レジスタ名称	略号	R/W	操作可能ビット			初期値
				1	8	16	
FFFFF148H	割り込み制御レジスタ	WTIIC	R/W				47H
FFFFF14AH	割り込み制御レジスタ	WTIC	R/W				47H
FFFFF14CH	割り込み制御レジスタ	BRGIC	R/W				47H
FFFFF172H	割り込み制御レジスタ	PIC7	R/W				47H
FFFFF174H	割り込み制御レジスタ	TP0OVIC	R/W				47H
FFFFF176H	割り込み制御レジスタ	TP0CCIC0	R/W				47H
FFFFF178H	割り込み制御レジスタ	TP0CCIC1	R/W				47H
FFFFF1FAH	インサース・プライオリティ・レジスタ	ISPR	R				00H
FFFFF1FCH	コマンド・レジスタ	PRCMD	W				不定
FFFFF1FEH	パワー・セーブ・コントロール・レジスタ	PSC	R/W				00H
FFFFF200H	A/Dコンバータ・モード・レジスタ	ADM	R/W				00H
FFFFF201H	アナログ入力チャンネル指定レジスタ	ADS	R/W				00H
FFFFF202H	パワー・フェイル比較モード・レジスタ	PFM	R/W				00H
FFFFF203H	パワー・フェイル比較しきい値レジスタ	PFT	R/W				00H
FFFFF204H	A/D変換結果レジスタ	ADCR	R				不定
FFFFF205H	A/D変換結果レジスタH	ADCRH	R				不定
FFFFF300H	キー・リターン・モード・レジスタ	KRM	R/W				00H
FFFFF30AH	セレクト動作制御レジスタ1	SELCNT1	R/W				00H
FFFFF318H	デジタル・ノイズ除去制御レジスタ	NFC	R/W				00H
FFFFF400H	ポート0レジスタ	P0	R/W				00H ^注
FFFFF406H	ポート3レジスタ	P3	R/W				0000H ^注
FFFFF406H	ポート3レジスタL	P3L	R/W				00H ^注
FFFFF407H	ポート3レジスタH	P3H	R/W				00H ^注
FFFFF408H	ポート4レジスタ	P4	R/W				00H ^注
FFFFF40AH	ポート5レジスタ	P5	R/W				00H ^注
FFFFF40EH	ポート7レジスタ	P7	R				不定
FFFFF412H	ポート9レジスタ	P9	R/W				0000H ^注
FFFFF412H	ポート9レジスタL	P9L	R/W				00H ^注
FFFFF413H	ポート9レジスタH	P9H	R/W				00H ^注
FFFFF420H	ポート0モード・レジスタ	PM0	R/W				FFH
FFFFF426H	ポート3モード・レジスタ	PM3	R/W				FFFFH
FFFFF426H	ポート3モード・レジスタL	PM3L	R/W				FFH
FFFFF427H	ポート3モード・レジスタH	PM3H	R/W				FFH
FFFFF428H	ポート4モード・レジスタ	PM4	R/W				FFH
FFFFF42AH	ポート5モード・レジスタ	PM5	R/W				FFH
FFFFF432H	ポート9モード・レジスタ	PM9	R/W				FFFFH
FFFFF432H	ポート9モード・レジスタL	PM9L	R/W				FFH
FFFFF433H	ポート9モード・レジスタH	PM9H	R/W				FFH
FFFFF440H	ポート0モード・コントロール・レジスタ	PMC0	R/W				00H

注 出力ラッチは00Hまたは0000Hになります。入力時は端子の状態を読み出します。

アドレス	機能レジスタ名称	略号	R/W	操作可能ビット			初期値
				1	8	16	
FFFFFF446H	ポート3モード・コントロール・レジスタ	PMC3	R/W				0000H
FFFFFF446H	ポート3モード・コントロール・レジスタL	PMC3L	R/W				00H
FFFFFF447H	ポート3モード・コントロール・レジスタH	PMC3H	R/W				00H
FFFFFF448H	ポート4モード・コントロール・レジスタ	PMC4	R/W				00H
FFFFFF44AH	ポート5モード・コントロール・レジスタ	PMC5	R/W				00H
FFFFFF452H	ポート9モード・コントロール・レジスタ	PMC9	R/W				0000H
FFFFFF452H	ポート9モード・コントロール・レジスタL	PMC9L	R/W				00H
FFFFFF453H	ポート9モード・コントロール・レジスタH	PMC9H	R/W				00H
FFFFFF466H	ポート3ファンクション・コントロール・レジスタ	PFC3	R/W				00H
FFFFFF46AH	ポート5ファンクション・コントロール・レジスタ	PFC5	R/W				00H
FFFFFF472H	ポート9ファンクション・コントロール・レジスタ	PFC9	R/W				0000H
FFFFFF472H	ポート9ファンクション・コントロール・レジスタL	PFC9L	R/W				00H
FFFFFF473H	ポート9ファンクション・コントロール・レジスタH	PFC9H	R/W				00H
FFFFFF580H	8ビット・タイマHモード・レジスタ0	TMHMD0	R/W				00H
FFFFFF581H	8ビット・タイマHキャリア・コントロール・レジスタ0	TMCYC0	R/W				00H
FFFFFF582H	8ビット・タイマHコンペア・レジスタ00	CMP00	R/W				00H
FFFFFF583H	8ビット・タイマHコンペア・レジスタ01	CMP01	R/W				00H
FFFFFF590H	8ビット・タイマHモード・レジスタ1	TMHMD1	R/W				00H
FFFFFF591H	8ビット・タイマHキャリア・コントロール・レジスタ1	TMCYC1	R/W				00H
FFFFFF592H	8ビット・タイマHコンペア・レジスタ10	CMP10	R/W				00H
FFFFFF593H	8ビット・タイマHコンペア・レジスタ11	CMP11	R/W				00H
FFFFFF5A0H	TMP0制御レジスタ0	TP0CTL0	R/W				00H
FFFFFF5A1H	TMP0制御レジスタ1	TP0CTL1	R/W				00H
FFFFFF5A2H	TMP0I/O制御レジスタ0	TP0IOC0	R/W				00H
FFFFFF5A3H	TMP0I/O制御レジスタ1	TP0IOC1	R/W				00H
FFFFFF5A4H	TMP0I/O制御レジスタ2	TP0IOC2	R/W				00H
FFFFFF5A5H	TMP0オプション・レジスタ0	TP0OPT0	R/W				00H
FFFFFF5A6H	TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ0	TP0CCR0	R/W				0000H
FFFFFF5A8H	TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ1	TP0CCR1	R/W				0000H
FFFFFF5AAH	TMP0カウンタ・リード・パッファ・レジスタ	TP0CNT	R				0000H
FFFFFF5C0H	16ビット・タイマ・カウンタ5	TM5	R				0000H
FFFFFF5C0H	8ビット・タイマ・カウンタ50	TM50	R				00H
FFFFFF5C1H	8ビット・タイマ・カウンタ51	TM51	R				00H
FFFFFF5C2H	16ビット・タイマ・コンペア・レジスタ5	CR5	R/W				0000H
FFFFFF5C2H	8ビット・タイマ・コンペア・レジスタ50	CR50	R/W				00H
FFFFFF5C3H	8ビット・タイマ・コンペア・レジスタ51	CR51	R/W				00H
FFFFFF5C4H	タイマ・クロック選択レジスタ5	TCL5	R/W				0000H
FFFFFF5C4H	タイマ・クロック選択レジスタ50	TCL50	R/W				00H
FFFFFF5C5H	タイマ・クロック選択レジスタ51	TCL51	R/W				00H
FFFFFF5C6H	16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ5	TMC5	R/W				0000H
FFFFFF5C6H	8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ50	TMC50	R/W				00H
FFFFFF5C7H	8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ51	TMC51	R/W				00H
FFFFFF610H	16ビット・タイマ・カウンタ01	TM01	R				0000H

アドレス	機能レジスタ名称	略号	R/W	操作可能ビット			初期値
				1	8	16	
FFFFFF612H	16ビット・タイマ・キャプチャ/コンペア・レジスタ010	CR010	R/W				0000H
FFFFFF614H	16ビット・タイマ・キャプチャ/コンペア・レジスタ011	CR011	R/W				0000H
FFFFFF616H	16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ01	TMC01	R/W				00H
FFFFFF617H	プリスケラ・モード・レジスタ01	PRM01	R/W				00H
FFFFFF618H	キャプチャ/コンペア・コントロール・レジスタ01	CRC01	R/W				00H
FFFFFF619H	16ビット・タイマ出力コントロール・レジスタ01	TOC01	R/W				00H
FFFFFF680H	時計タイマ動作モード・レジスタ	WTM	R/W				00H
FFFFFF6C0H	発振安定時間選択レジスタ	OSTS	R/W				01H
FFFFFF6C1H	ウォッチドッグ・タイマ・クロック選択レジスタ	WDCS	R/W				00H
FFFFFF6C2H	ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ1	WDTM1	R/W				00H
FFFFFF6D0H	ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ2	WDTM2	R/W				67H
FFFFFF6D1H	ウォッチドッグ・タイマ・イネーブル・レジスタ	WDTE	R/W				9AH
FFFFFF6E0H	リアルタイム出力バッファ・レジスタL0	RTBL0	R/W				00H
FFFFFF6E2H	リアルタイム出力バッファ・レジスタH0	RTBH0	R/W				00H
FFFFFF6E4H	リアルタイム出力ポート・モード・レジスタ0	RTPM0	R/W				00H
FFFFFF6E5H	リアルタイム出力ポート・コントロール・レジスタ0	RTPC0	R/W				00H
FFFFFF706H	ポート3ファンクション・コントロール拡張レジスタ	PFCE3	R/W				00H
FFFFFF802H	システム・ステータス・レジスタ	SYS	R/W				00H
FFFFFF806H	PLLコントロール・レジスタ	PLLCTL	R/W				01H
FFFFFF820H	パワー・セーブ・モード・レジスタ	PSMR	R/W				00H
FFFFFF828H	プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ	PCC	R/W				03H
FFFFFF8B0H	インターバル・タイマBRGモード・レジスタ	PRSM	R/W				00H
FFFFFF8B1H	インターバル・タイマBRGコンペア・レジスタ	PRSCM	R/W				00H
FFFFFFA00H	アシンクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ0	ASIM0	R/W				01H
FFFFFFA02H	受信バッファ・レジスタ0	RXB0	R				FFH
FFFFFFA03H	アシンクロナス・シリアル・インタフェース・ステータス・レジスタ0	ASIS0	R				00H
FFFFFFA04H	送信バッファ・レジスタ0	TXB0	R/W				FFH
FFFFFFA05H	アシンクロナス・シリアル・インタフェース送信ステータス・レジスタ0	ASIF0	R				00H
FFFFFFA06H	クロック選択レジスタ0	CKSR0	R/W				00H
FFFFFFA07H	ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ0	BRGC0	R/W				FFH
FFFFFFA10H	アシンクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ1	ASIM1	R/W				01H
FFFFFFA12H	受信バッファ・レジスタ1	RXB1	R				FFH
FFFFFFA13H	アシンクロナス・シリアル・インタフェース・ステータス・レジスタ1	ASIS1	R				00H
FFFFFFA14H	送信バッファ・レジスタ1	TXB1	R/W				FFH
FFFFFFA15H	アシンクロナス・シリアル・インタフェース送信ステータス・レジスタ1	ASIF1	R				00H
FFFFFFA16H	クロック選択レジスタ1	CKSR1	R/W				00H
FFFFFFA17H	ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ1	BRGC1	R/W				FFH

アドレス	機能レジスタ名称	略号	R/W	操作可能ビット			初期値
				1	8	16	
FFFFFB00H	TIP00ノイズ除去制御レジスタ	P0NFC	R/W				00H
FFFFFB04H	TIP01ノイズ除去制御レジスタ	P1NFC	R/W				00H
FFFFFC00H	外部割り込み立ち下がりエッジ指定レジスタ0	INTF0	R/W				00H
FFFFFC06H	外部割り込み立ち下がりエッジ指定レジスタ3	INTF3	R/W				00H
FFFFFC13H	外部割り込み立ち下がりエッジ指定レジスタ9H	INTF9H	R/W				00H
FFFFFC20H	外部割り込み立ち上がりエッジ指定レジスタ0	INTR0	R/W				00H
FFFFFC26H	外部割り込み立ち上がりエッジ指定レジスタ3	INTR3	R/W				00H
FFFFFC33H	外部割り込み立ち上がりエッジ指定レジスタ9H	INTR9H	R/W				00H
FFFFFC40H	プルアップ抵抗オプション・レジスタ0	PU0	R/W				00H
FFFFFC46H	プルアップ抵抗オプション・レジスタ3	PU3	R/W				00H
FFFFFC48H	プルアップ抵抗オプション・レジスタ4	PU4	R/W				00H
FFFFFC4AH	プルアップ抵抗オプション・レジスタ5	PU5	R/W				00H
FFFFFC52H	プルアップ抵抗オプション・レジスタ9	PU9	R/W				0000H
FFFFFC52H	プルアップ抵抗オプション・レジスタ9L	PU9L	R/W				00H
FFFFFC53H	プルアップ抵抗オプション・レジスタ9H	PU9H	R/W				00H
FFFFFC67H	ポート3ファンクション・レジスタH	PF3H	R/W				00H
FFFFFC68H	ポート4ファンクション・レジスタ	PF4	R/W				00H
FFFFFC73H	ポート9ファンクション・レジスタH	PF9H	R/W				00H
FFFFFD00H	クロック同期式シリアル・インタフェース・モード・レジスタ00	CSIM00	R/W				00H
FFFFFD01H	クロック同期式シリアル・インタフェース・クロック選択レジスタ0	CSIC0	R/W				00H
FFFFFD02H	クロック同期式シリアル・インタフェース受信バッファ・レジスタ0	SIRB0	R				0000H
FFFFFD02H	クロック同期式シリアル・インタフェース受信バッファ・レジスタ0L	SIRB0L	R				00H
FFFFFD04H	クロック同期式シリアル・インタフェース送信バッファ・レジスタ0	SOTB0	R/W				0000H
FFFFFD04H	クロック同期式シリアル・インタフェース送信バッファ・レジスタ0L	SOTB0L	R/W				00H
FFFFFD06H	クロック同期式シリアル・インタフェース・リード専用受信バッファ・レジスタ0	SIRBE0	R				0000H
FFFFFD06H	クロック同期式シリアル・インタフェース・リード専用受信バッファ・レジスタ0L	SIRBE0L	R				00H
FFFFFD08H	クロック同期式シリアル・インタフェース初段送信バッファ・レジスタ0	SOTBF0	R/W				0000H
FFFFFD08H	クロック同期式シリアル・インタフェース初段送信バッファ・レジスタ0L	SOTBF0L	R/W				00H
FFFFFD0AH	シリアルI/Oシフト・レジスタ0	SIO00	R/W				00H
FFFFFD0AH	シリアルI/Oシフト・レジスタ0L	SIO00L	R/W				0000H
FFFFFD10H	クロック同期式シリアル・インタフェース・モード・レジスタ01	CSIM01	R/W				00H
FFFFFD11H	クロック同期式シリアル・インタフェース・クロック選択レジスタ1	CSIC1	R/W				00H
FFFFFD12H	クロック同期式シリアル・インタフェース受信バッファ・レジスタ1	SIRB1	R				0000H
FFFFFD12H	クロック同期式シリアル・インタフェース受信バッファ・レジスタ1L	SIRB1L	R				00H
FFFFFD14H	クロック同期式シリアル・インタフェース送信バッファ・レジスタ1	SOTB1	R/W				0000H
FFFFFD14H	クロック同期式シリアル・インタフェース送信バッファ・レジスタ1L	SOTB1L	R/W				00H
FFFFFD16H	クロック同期式シリアル・インタフェース・リード専用受信バッファ・レジスタ1	SIRBE1	R				0000H
FFFFFD16H	クロック同期式シリアル・インタフェース・リード専用受信バッファ・レジスタ1L	SIRBE1L	R				00H
FFFFFD18H	クロック同期式シリアル・インタフェース初段送信バッファ・レジスタ1	SOTBF1	R/W				0000H
FFFFFD18H	クロック同期式シリアル・インタフェース初段送信バッファ・レジスタ1L	SOTBF1L	R/W				00H
FFFFFD1AH	シリアルI/Oシフト・レジスタ1	SIO01	R/W				00H
FFFFFD1AH	シリアルI/Oシフト・レジスタ1L	SIO01L	R/W				0000H

アドレス	機能レジスタ名称	略号	R/W	操作可能ビット			初期値
				1	8	16	
FFFFFFD80H	IICシフト・レジスタ0	IIC0	R/W				00H
FFFFFFD82H	IICコントロール・レジスタ0	IICC0	R/W				00H
FFFFFFD83H	スレーブ・アドレス・レジスタ0	SVA0	R/W				00H
FFFFFFD84H	IICクロック選択レジスタ0	IICCL0	R/W				00H
FFFFFFD85H	IIC機能拡張レジスタ0	IICX0	R/W				00H
FFFFFFD86H	IIC状態レジスタ0	IICS0	R				00H
FFFFFFD8AH	IICフラグ・レジスタ0	IICF0	R/W				00H
FFFFFFF44H	プルアップ抵抗オプション・レジスタDL	PUDL	R/W				00H
FFFFFFF4CH	プルアップ抵抗オプション・レジスタCM	PUCM	R/W				00H

3.4.7 特定レジスタ

特定レジスタは、プログラムの暴走などにより不正なデータが書き込まれないよう保護されているレジスタです。V850ES/KE2には次の3つの特定レジスタがあります。

- ・パワー・セーブ・コントロール・レジスタ (PSC)
- ・プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC)
- ・ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ (WDTM1)

また、プログラムの暴走により応用システムが不用意に停止しないように、特定レジスタへの書き込み動作に対するプロテクション・レジスタとして、PRCMDレジスタがあり、特定レジスタへのライト・アクセスは特定のシーケンスで行われ、不正なストア動作はSYSレジスタに報告されます。

(1) 特定レジスタへのデータ設定

特定レジスタへのデータ設定は次のシーケンスで行います。

任意の汎用レジスタに特定レジスタへ設定するためのデータを用意する。

PRCMDレジスタに で用意したデータを書き込む。

特定レジスタに設定データを書き込む (次の命令で行う)。

- ・ストア命令 (ST/SST命令)
- ・ビット操作命令 (SET1/CLR1/NOT1命令)
- NOP命令を挿入する (5命令)^注。

[記述例] PSCレジスタの場合 (スタンバイ・モードの設定)

```
ST.B r11, PSMR [ r0 ] ; PSMRレジスタ設定 (IDLE, STOPモードの設定)
```

```
MOV 0x02, r10
```

```
ST.B r10, PRCMD [ r0 ] ; PRCMDレジスタ書き込み
```

```
ST.B r10, PSC [ r0 ] ; PSCレジスタ設定
```

```
NOP注 ; ダミー命令
```

```
NOP注 ; ダミー命令
```

```
NOP注 ; ダミー命令
```

```
NOP注 ; ダミー命令
```

```
NOP注 ; ダミー命令
```

(next instruction)

なお、特定レジスタを読み出す場合は、特別なシーケンスは必要ありません。

注 IDLEモード、STOPモードに移行する場合 (PSC.STPビット=1) には、直後にNOP命令を5命令挿入する必要があります。

- 注意1. PRCMDレジスタに対するストア命令では、割り込みを受け付けません。これはプログラムで上記 `PRCMD` を連続したストア命令で行うことを前提としているためです。 `PRCMD` の間にほかの命令が置かれていると、その命令で割り込みを受け付けた際、上記シーケンスが成立しなくなる場合があります、誤動作の要因となります
2. PRCMDレジスタへ書き込むデータはダミーですが、特定レジスタへの設定（例 `PRCMD_REG0`）で使用する汎用レジスタと同じレジスタをPRCMDレジスタ書き込み（例 `PRCMD_REG0`）でも使用してください。アドレッシングに汎用レジスタを使用する場合も同様です。

(2) コマンド・レジスタ (PRCMD)

PRCMDレジスタは、プログラムの暴走などにより、応用システムが不用意に停止しないように、システムに重大な影響を与える可能性があるレジスタへの書き込み動作に対してプロテクションを施すために使用する8ビット・レジスタです。あらかじめ、PRCMDレジスタに対して書き込み動作を行ったあとの最初の特定期間への書き込みのみ有効となります。これにより定められたシーケンスによってだけ、レジスタの値が書き換えられ、不正な書き込み動作ができなくなります。

8ビット単位でライトのみ可能です（リードした場合、不定データを読み出します）。

リセット時：不定 W アドレス：FFFFFF1FCH

	7	6	5	4	3	2	1	0
PRCMD	REG7	REG6	REG5	REG4	REG3	REG2	REG1	REG0

(3) システム・ステータス・レジスタ (SYS)

システム全体の動作状態を示すステータス・フラグが割り付けられています。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF802H

	7	6	5	4	3	2	1	①
SYS	0	0	0	0	0	0	0	PRERR

PRERR	プロテクション・エラーの検出
0	プロテクション・エラーは発生していない
1	プロテクション・エラーが発生している

PRERRフラグの動作条件を次に示します。

(a) セット条件 (PRERR=1)

- (i) PRCMDレジスタへの書き込み動作を行わず、特定レジスタへの書き込み動作を行ったとき (3.4.7(1) **特定レジスタの設定**で示す を行わずに を行ったとき)。
- (ii) PRCMDレジスタへの書き込み動作後、特定レジスタ以外の内蔵周辺I/Oレジスタに書き込み動作 (ビット操作命令含む) を行ったとき (3.4.7(1) **特定レジスタの設定**で示す が特定レジスタでなかったとき)。

備考 WDTMレジスタ以外の特定レジスタ (PCC, PSCレジスタ) は、PRCMDレジスタへの書き込み動作と特定レジスタへの書き込み動作の間に、内蔵周辺I/Oレジスタの読み出し動作 (ビット操作命令を除く) など (内蔵RAMへのアクセスなど) を行っても、PRERRフラグはセットされず、特定レジスタに設定データを書き込むことができます。

(b) クリア条件 (PRERR=0)

- (i) PRERRフラグに0を書き込んだとき。
- (ii) システム・リセットしたとき。

注意1. PRCMDレジスタへの書き込み動作直後に、特定レジスタではないSYSレジスタのPRERRビットに“0”を書き込んだ場合、PRERRビットは“0”になります (ライト優先)。

- 2. PRCMDレジスタへの書き込み動作直後に、特定レジスタではないPRCMDレジスタへの書き込み動作を行った場合、PRERRビットは“1”になります。

3.4.8 注意事項

(1) 最初に設定するレジスタ

V850ES/KE2を使用する際には、必ず最初に次のレジスタを設定してください。

- ・システム・ウエイト・コントロール・レジスタ (VSWC)
- ・ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ2 (WDTM2)

VSWC, WDTM2レジスタを設定後、必要に応じてその他の各レジスタを設定してください。

なお、外部バスを使用する場合は上記レジスタを設定したあと、ただちにポート関連のレジスタの設定により、各端子を兼用するバス制御端子に設定してください。

(a) システム・ウエイト・コントロール・レジスタ (VSWC)

VSWC レジスタは、内蔵周辺 I/O レジスタに対するバス・アクセスのウエイトを制御するレジスタです。

内蔵周辺 I/O レジスタへのアクセスは3クロック(ノー・ウエイト時)ですが、V850ES/KE2では、内部システム・クロック周波数によりウエイトが必要です。使用する内部システム・クロック周波数に応じて、VSWC レジスタには次に示す値を設定してください。

8ビット単位でリード/ライト可能です(アドレス: FFFFF06EH, 初期値: 77H)。

動作条件	内部システム・クロック周波数(f_{CLK})	VSWCレジスタの設定値	ウエイト数
4.5 V V_{DD} 5.5 V	32 kHz $f_{CLK} < 16.6$ MHz	00H	0 (ノー・ウエイト)
	16.6 MHz f_{CLK} 20 MHz	01H	1
4.0 V $V_{DD} < 4.5$ V	32 kHz f_{CLK} 16 MHz	00H	0 (ノー・ウエイト)
2.7 V $V_{DD} < 4.0$ V	32 kHz $f_{CLK} < 8.3$ MHz	00H	0 (ノー・ウエイト)
	8.3 MHz f_{CLK} 10 MHz	01H	1

(b) ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ2 (WDTM2)

WDTM2レジスタは、ウォッチドッグ・タイマ2のオーバフロー時間および動作クロックを設定するレジスタです。

ウォッチドッグ・タイマ2は、リセット解除後に自動的にリセット・モードでスタートします。動作を確定するために、WDTM2レジスタへ書き込みを行ってください。

詳細は、第11章 **ウォッチドッグ・タイマ機能**を参照してください。

(2) 特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについて

この製品は、内部に2種類のシステム・バスを有しています。

1つはCPU用バスで、もう1つは低速周辺ハードウェアとのインタフェースを行う周辺用バスです。

CPU用バスのクロックと周辺用バスのクロックは非同期の関係となるため、CPUと周辺ハードウェアとのアクセス間に競合が発生した場合は、予期せぬ不正データの受け渡しが行われる可能性があります。したがって、競合の恐れがある周辺ハードウェアへのアクセス時は、CPUは正しいデータの受け渡しが行われるよう、アクセス・サイクル数が変わります。その結果、CPUは次の命令処理に移行せず、CPU処理としてウェイト状態となるため、このウェイトが発生した場合、命令の実行クロック数が次に示すウェイト・クロック数分長くなります。

リアルタイム性が要求される処理を行う場合は、この内容に注意してください。

特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセス時に、VSWCレジスタで設定したウェイト以外に、さらにウェイトを要する場合があります。

その際のアクセス条件と、挿入されるウェイト数（CPUクロック数）の算出方法を次に示します。

$$\text{増加するウェイト数} = (2 + m) \times k \text{ [クロック]}$$

$$\text{特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセス数} = 3 + m + (2 + m) \times k \text{ [クロック]}$$

周辺機能	レジスタ名称	アクセス	k
ウォッチドッグ・タイマ1 (WDT1)	WDTM1	ライト	1-5
	<ウェイト回数算出式 ^注 > $k = \{ (1/f_x) \times 2 / ((2 + m) / f_{CPU}) \} + 1$ f _x : メイン・クロック発振周波数		
ウォッチドッグ・タイマ2 (WDT2)	WDTM2	ライト	3 (固定)
16ビット・タイマ/イベント・カウンタP0 (TMP0)	TP0CCR0, TP0CCR1, TP0CNT	リード	1
	<ウェイト回数算出式 ^注 > $k = \{ (1/f_{xx}) / ((2 + m) / f_{CPU}) \} + 1$		
	TP0CCR0, TP0CCR1	ライト	0-2
	<ウェイト回数算出式 ^注 > $k = \{ (1/f_{xx}) \times 5 / ((2 + m) / f_{CPU}) \}$ 同一レジスタへの連続書き込みでウェイト発生		
16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01 (TM01)	TMC01	リード・モディファイ・	1 (固定)
		ライト	ライト時にウェイト発生
I ² C0	IICS0	リード	1 (固定)
アシンクロナス・シリアル・ インタフェース0, 1 (UART0, UART1)	ASIS0, ASIS1	リード	1 (固定)
リアルタイム出力機能0 (RTO0)	RTBL0, RTBH0	ライト (RTPC0.RTPOE0ビット=0の時)	1
A/Dコンバータ	ADM, ADS, PFM, PFT	ライト	1-2
	ADCR, ADCRH	リード	1-2
	<ウェイト回数算出式 ^注 > $\{ (1/f_{xx}) \times 2 / [(2 + m) / f_{CPU}] \} + 1$		

注 ウェイト回数算出式において、その計算結果の小数点以下は、 $(1/f_{CPU})$ をかけて、 $(1/f_{CPU}) / (2+m)$ 以下であれば切り捨て、 $(1/f_{CPU}) / (2+m)$ を越える場合には切り上げます。

- 注意1. 内蔵ROMまたは内蔵RAMからフェッチした場合、上記のようなウェイト回数となります。
外部メモリよりフェッチした場合は、このウェイト回数より減少する場合があります。
外部メモリ・アクセス・サイクルによる影響は、ウェイトの設定などにより変化します。ただし、上記ウェイト数が最大値となり、これより増加することはありません。
2. CPUがサブクロックで動作し、かつX1にクロックを入力していないとき、ウェイトが発生するレジスタにアクセスしないでください。ウェイトが発生した場合、解除する方法はリセットのみです。

備考 ウェイト算出式において

f_{CPU} : CPUクロック周波数
 f_{xx} : メイン・クロック周波数
 m : VSWCレジスタのビット2-0設定値

VSWCレジスタ = 00H時 : $m = 0$

VSWCレジスタ = 01H時 : $m = 1$

(3) sld命令と割り込み競合に関する制限事項**(a) 内 容**

次の命令<1>の事項が完了する前に、後続の sld 命令の直前の命令<2>のデコード動作と割り込み要求が競合した場合、先の命令<1>の実行結果がレジスタに格納されないことがあります。

命令<1>

- ・ ld 命令 : ld.b, ld.h, ld.w, ld.bu, ld.hu
- ・ sld 命令 : sld.b, sld.h, sld.w, sld.bu, sld.hu
- ・ 乗算命令 : mul, mulh, mulhi, mulu

命令<2>

mov reg1, reg2	not reg1, reg2	satsubr reg1, reg2	satsub reg1, reg2
satadd reg1, reg2	satadd imm5, reg2	or reg1, reg2	xor reg1, reg2
and reg1, reg2	tst reg1, reg2	subr reg1, reg2	sub reg1, reg2
add reg1, reg2	add imm5, reg2	cmp reg1, reg2	cmp imm5, reg2
mulh reg1, reg2	shr imm5, reg2	sar imm5, reg2	shl imm5, reg2

<例>

<pre>< > ld.w [r11], r10 . . . < > mov r10, r28 < > sld.w 0x28, r10</pre>	<p>< >の ld 命令の実行が完了する前に、< >の sld 命令の直前の mov 命令< >のデコード動作と割り込み要求が競合した場合、< >の ld 命令の実行結果がレジスタに格納されないことがあります。</p>
---	--

(b) 回避策**コンパイラ (CA850) 使用時**

Ver.2.61 以降のバージョンを使用してください。該当命令シーケンスの生成を自動的に抑止します。

アセンブラでの対策

命令< >の直後に sld 命令を実行する場合は、次のいずれかの方法を用いて、上記動作を回避してください。

- ・ sld 命令の直前に nop 命令を入れる。
- ・ sld 命令のディスティネーション・レジスタと同じレジスタを、sld 命令の直前で実行する上記 < >の命令で使用しない。

第4章 ポート機能

4.1 特 徴

入力専用ポート：8本

入出力ポート：43本

- ・N-chオープン・ドレイン出力固定：2本
- ・N-chオープン・ドレイン出力切り替え可能：6本

1ビット単位で入力／出力指定可能

4.2 ポートの基本構成

V850ES/KE2は、ポート0, 3-5, 7, 9, CM, DLの合計51本の入力／出力ポート（うち8本は入力専用ポート）を内蔵しています。ポートの構成を次に示します。

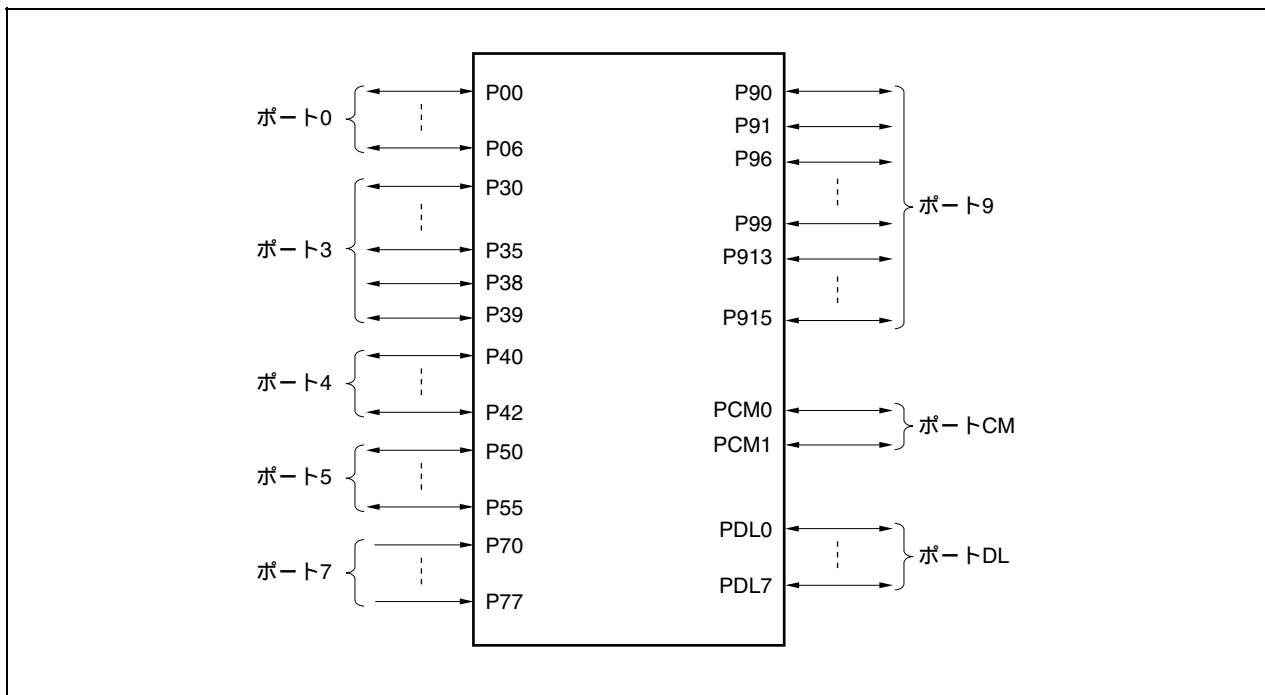


表4 - 1 V850ES/KE2の各端子の入出力バッファ電源

電 源	対応する端子
AV _{REF0}	ポート7
EV _{DD}	RESET, ポート0, 3-5, 9, CM, DL

4.3 ポートの構成

表4-2 ポートの構成

項 目	構 成
制御レジスタ	ポートnレジスタ (Pn : n = 0, 3-5, 7, 9, CM, DL) ポートnモード・レジスタ (PMn : n = 0, 3-5, 9, CM, DL) ポートnモード・コントロール・レジスタ (PMCn : n = 0, 3-5, 9, CM) ポートnファンクション・コントロール・レジスタ (PFCn : n = 3, 5, 9) ポートnファンクション・レジスタ (PFn : n = 3, 4, 9) ポート3ファンクション・コントロール拡張レジスタ (PFCE3) プルアップ抵抗オプション・レジスタ (PUn : n = 0, 3-5, 9, CM, DL)
ポート	入力専用 : 8本 入出力 : 43本
プルアップ抵抗	ソフトウェア制御 : 41本

(1) ポートnレジスタ (Pn)

外部とのデータ入出力は、Pnレジスタへの書き込み、および読み出しによって行います。Pnレジスタは、出力データを保持するポート・ラッチ、および端子の状態を読み込む回路で構成されています。

Pnレジスタの各ビットは、それぞれポートnの端子1本ずつに対応しており、1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセット時：00H ^注 (出力ラッチ) R/W								
Pn	7	6	5	4	3	2	1	0
	Pn7	Pn6	Pn5	Pn4	Pn3	Pn2	Pn1	Pn0
	出力データの制御 (出力モード時)							
	Pnm							
	0	0を出力						
	1	1を出力						

注 入力専用ポートは不定になります。

各レジスタの設定によって、Pnレジスタへの書き込みや読み出しは次のようになります。

表4-3 Pnレジスタへの書き込み/読み出しについて

PMCnレジスタの設定	PMnレジスタへの設定	Pnレジスタへの書き込み	Pnレジスタの読み出し
ポート・モード (PMCnmビット = 0)	出力モード (PMnmビット = 0)	出力ラッチに対して書き込みます ^注 。 出力ラッチの内容が端子から出力されます。	出力ラッチの値を読み出します。
	入力モード (PMnmビット = 1)	出力ラッチに対して書き込みます ^注 。 端子の状態には影響ありません。	端子状態を読み出します。
兼用機能モード (PMCnmビット = 1)	出力モード (PMnmビット = 0)	出力ラッチに対して書き込みます ^注 。 端子の状態には影響ありません。 端子は兼用機能として動作します。	・兼用機能が出力の場合 兼用機能の出力状態を読み出します。 ・兼用機能が入力の場合 出力ラッチの値を読み出します。
	入力モード (PMnmビット = 1)	出力ラッチに対して書き込みます ^注 。 端子の状態には影響ありません。 端子は兼用機能として動作します。	端子状態を読み出します。

注 出力ラッチに書き込まれた値は、再度出力ラッチに値が書き込まれるまで保持されます。

(2) ポートnモード・レジスタ (PMn)

ポートの入力モード/出力モードを指定します。

PMnレジスタの各ビットは、それぞれポートnの端子1本ずつに対応しており、1ビット単位で指定可能です。

リセット時：FFH R/W								
	7	6	5	4	3	2	1	0
PMn	PMn7	PMn6	PMn5	PMn4	PMn3	PMn2	PMn1	PMn0
	入出力モードの制御							
	0	出力モード						
	1	入力モード						

(3) ポートnモード・コントロール・レジスタ (PMCn)

ポート・モード/兼用機能を指定します。

PMCnレジスタの各ビットは、それぞれポートnの端子1本ずつに対応しており、1ビット単位で指定可能です。

リセット時：00H R/W								
	7	6	5	4	3	2	1	0
PMCn	PMCn7	PMCn6	PMCn5	PMCn4	PMCn3	PMCn2	PMCn1	PMCn0
	動作モードの指定							
	0	ポート・モード						
	1	兼用機能モード						

(4) ポートnファンクション・コントロール・レジスタ (PFCn)

1本の端子に兼用機能が2つ以上存在する場合に，使用する兼用機能を指定するレジスタです。

PFCnレジスタの各ビットは，それぞれポートnの端子1本ずつに対応しており，1ビット単位で指定可能です。

リセット時：00H R/W

	7	6	5	4	3	2	1	0
PFCn	PFCn7	PFCn6	PFCn5	PFCn4	PFCn3	PFCn2	PFCn1	PFCn0

PFCnm	兼用機能の指定
0	兼用機能1
1	兼用機能2

(5) ポートnファンクション・コントロール拡張レジスタ (PFCEn)

1本の端子に兼用機能が3つ以上存在する場合に，使用する兼用機能を指定するレジスタです。

PFCEnレジスタの各ビットは，それぞれポートnの端子1本ずつに対応しており，1ビット単位で指定可能です。

リセット時：00H R/W

	7	6	5	4	3	2	1	0
PFCEn	PFCEn7	PFCEn6	PFCEn5	PFCEn4	PFCEn3	PFCEn2	PFCEn1	PFCEn0

	7	6	5	4	3	2	1	0
PFCn	PFCn7	PFCn6	PFCn5	PFCn4	PFCn3	PFCn2	PFCn1	PFCn0

PFCEnm	PFCnm	兼用機能の指定
0	0	兼用機能1
0	1	兼用機能2
1	0	兼用機能3
1	1	兼用機能4

(6) ポートnファンクション・レジスタ (PFn)

通常出力/N-chオープン・ドレイン出力を指定するレジスタです。

PFnレジスタの各ビットは、それぞれポートnの端子1本ずつに対応しており、1ビット単位で指定可能です。

リセット時：00H R/W

	7	6	5	4	3	2	1	0
PFn	PFn7	PFn6	PFn5	PFn4	PFn3	PFn2	PFn1	PFn0

PFnm ^注	通常出力/N-chオープン・ドレイン出力の制御
0	通常出力 (CMOS出力)
1	N-chオープン・ドレイン出力

注 PMCnレジスタの設定によらず、PFnmビットは、PMn.PMnmビット = 0 (出力モード時) のときのみ有効です。PMnmビット = 1 (入力モード時) のときは、PFnレジスタの設定値は無効です。

- 例 PFnレジスタの値が有効な場合
- PFnmビット = 1 ... N-chオープン・ドレイン出力を指定
 - PMnmビット = 0 ... 出力モードを指定
 - PMCnmビット = 任意
- PFnレジスタの値が無効な場合
- PFnmビット = 0 ... N-chオープン・ドレイン出力を指定
 - PMnmビット = 1 ... 入力モードを指定
 - PMCnmビット = 任意

(7) ブルアップ抵抗オプション・レジスタ (PUn)

内蔵ブルアップ抵抗の接続を指定するレジスタです。

PUnレジスタの各ビットは、それぞれポートnの端子1本ずつに対応しており、1ビット単位で指定可能です。

リセット時：00H R/W

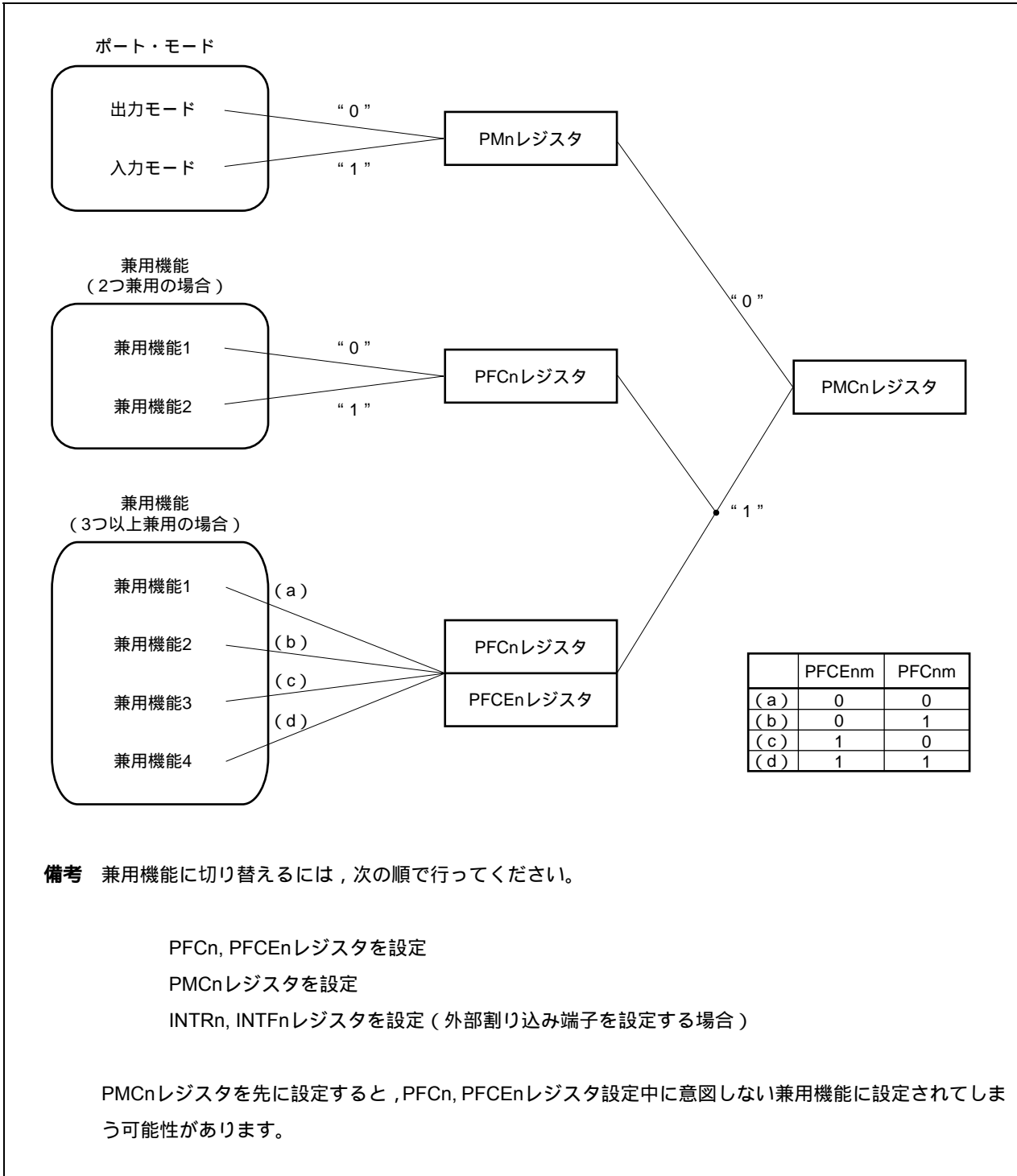
	7	6	5	4	3	2	1	0
PUn	PUn7	PUn6	PUn5	PUn4	PUn3	PUn2	PUn1	PUn0

PUnm	内蔵ブルアップ抵抗接続制御
0	接続しない
1	接続する

(8) ポートの設定

ポートの設定は、次のように設定してください。

図4 - 1 各レジスタの設定と端子の機能



4.3.1 ポート0

ポート0は1ビット単位で入出力を制御できる7ビットの入出力ポートです。

ポート0は、次に示す端子と兼用しています。

表4-4 ポート0の兼用端子

ピン番号	端子名	兼用端子名	入出力	PULL ^注	備考	ブロック・タイプ	
12	P00	TOH0	出力	あり	-	D0-U	
13	P01	TOH1	出力			D0-U	
14	P02	NMI	入力		アナログ・ノイズ除去	D1-SUIL	
15	P03	INTP0	入力			D1-SUIL	
16	P04	INTP1	入力			D1-SUIL	
17	P05	INTP2	入力			D1-SUIL	
18	P06	INTP3	入力			アナログ/デジタル・ノイズ除去	D1-SUIL
							D1-SUIL

注 ソフトウェア・プルアップ機能

注意 P02-P06は、兼用機能の入力時にはヒステリシス特性を持ちますが、ポート・モード時にはヒステリシス特性を持ちません。

(1) ポート0レジスタ (P0)

リセット時：00H (出力ラッチ) R/W アドレス：FFFFFF400H

	7	6	5	4	3	2	1	0
P0	0	P06	P05	P04	P03	P02	P01	P00

P0n	出力データの制御 (出力モード時) (n = 0-6)
0	0を出力
1	1を出力

(2) ポート0モード・レジスタ (PM0)

リセット時：FFH R/W アドレス：FFFFFF420H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PM0	1	PM06	PM05	PM04	PM03	PM02	PM01	PM00

PM0n	入出力モードの制御 (n = 0-6)
0	出力モード
1	入力モード

(3) ポート0モード・コントロール・レジスタ (PMC0)

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF440H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PMC0	0	PMC06	PMC05	PMC04	PMC03	PMC02	PMC01	PMC00
PMC06	P06端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート							
1	INTP3入力							
PMC05	P05端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート							
1	INTP2入力							
PMC04	P04端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート							
1	INTP1入力							
PMC03	P03端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート							
1	INTP0入力							
PMC02	P02端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート							
1	NMI入力							
PMC01	P01端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート							
1	TOH1出力							
PMC00	P00端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート							
1	TOH0出力							

(4) ブルアップ抵抗オプション・レジスタ0 (PU0)

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFFC40H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PU0	0	PU06	PU05	PU04	PU03	PU02	PU01	PU00
PU0n	内蔵ブルアップ抵抗接続制御 (n = 0-6)							
0	接続しない							
1	接続する							

4.3.2 ポート3

ポート3は1ビット単位で入出力を制御できる8ビット入出力ポートです。

ポート3は、次に示す端子と兼用しています。

表4-5 ポート3の兼用端子

ピン番号	端子名	兼用端子名	入出力	PULL ^注	備考	ブロック・タイプ
22	P30	TXD0	出力	あり	-	D-U
23	P31	RXD0/INTP7	入力			D1-SUIHL
24	P32	ASCK0/ADTRG/TO01	入出力			E10-SUL
25	P33	TIP00/TOP00	入出力			Gxx10-SUL
26	P34	TIP01/TOP01	入出力			Gxx10-SUL
27	P35	TI010/TO01	入出力			E10-SUL
55	P38	SDA0	入出力	なし	N-chオープン・ドレイン出力	D2-SNFH
56	P39	SCL0	入出力			D2-SNFH

注 ソフトウェア・プルアップ機能

注意 P31-35, P38, P39は、兼用機能の入力時にはヒステリシス特性を持ちますが、ポート・モード時にはヒステリシス特性を持ちません。

(1) ポート3レジスタ (P3)

リセット時：00H (出力ラッチ) R/W アドレス：P3 FFFFF406H,
P3L FFFFF406H, P3H FFFFF407H

	15	14	13	12	11	10	9	8
P3 (P3H ^注)	0	0	0	0	0	0	P39	P38
	7	6	5	4	3	2	1	0
(P3L)	0	0	P35	P34	P33	P32	P31	P30

P3n	出力データの制御 (出力モード時) (n = 0-5, 8, 9)
0	0を出力
1	1を出力

注 P3レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、P3Hレジスタのビット0-7として指定してください。

備考 P3レジスタは、16ビット単位でリード/ライト可能です。
ただし、P3レジスタの上位8ビットをP3Hレジスタ、下位8ビットをP3Lレジスタとして使用する場合は、8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

(2) ポート3モード・レジスタ (PM3)

リセット時：FFFFH R/W アドレス：PM3 FFFFF426H,
PM3L FFFFF426H, PM3H FFFFF427H

	15	14	13	12	11	10	9	8
PM3 (PM3H ^注)	1	1	1	1	1	1	PM39	PM38
	7	6	5	4	3	2	1	0
(PM3L)	1	1	PM35	PM34	PM33	PM32	PM31	PM30

PM3n	入出力モードの制御 (n = 0-5, 8, 9)
0	出力モード
1	入力モード

注 PM3レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PM3Hレジスタのビット0-7として指定してください。

備考 PM3レジスタは、16ビット単位でリード/ライト可能です。
PM3レジスタの上位8ビットをPM3Hレジスタ、下位8ビットをPM3Lレジスタとして使用する場合は、8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

(3) ポート3モード・コントロール・レジスタ (PMC3)

リセット時：0000H R/W アドレス：PMC3 FFFF446H,
PMC3L FFFF446H, PMC3H FFFF447H

	15	14	13	12	11	10	9	8
PMC3 (PMC3H ^{注1})	0	0	0	0	0	0	PMC39	PMC38
	7	6	5	4	3	2	1	0
(PMC3L)	0	0	PMC35	PMC34	PMC33	PMC32	PMC31	PMC30

PMC39	P39端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	SCL0入出力	
PMC38	P38端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	SDA0入出力	
PMC35	P35端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	TI010入力/TO01出力	
PMC34	P34端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	TIP01入力/TOP01出力	
PMC33	P33端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	TIP00入力/TOP00出力	
PMC32	P32端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	ASCK0入力/ADTRG入力/TO01出力	
PMC31	P31端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	RXD0入力/INTP7入力 ^{注2}	
PMC30	P30端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	TXD0出力	

注1. PMC3レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PMC3Hレジスタのビット0-7として指定してください。

- INTP7端子とRXD0端子は兼用となっています。RXD0端子として使用する場合は、兼用しているINTP7端子のエッジ検出を無効にしてください (INTF3.INTF31ビット = 0, INTR3.INTR31ビット = 0に設定)。また、INTP7端子として使用する場合は、UART0を受信動作停止としてください (ASIM0.RXE0ビット = 0に設定)。

備考 PMC3レジスタは、16ビット単位でリード/ライト可能です。

ただし、PMC3レジスタの上位8ビットをPMC3Hレジスタ、下位8ビットをPMC3Lレジスタとして使用する場合は、8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

(4) ポート3ファンクション・レジスタH (PF3H)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFC67H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PF3H	0	0	0	0	0	0	PF39	PF38

PF3n	通常ポート / 兼用機能の指定 (n = 8, 9)
0	通常ポートとして使用時 (N-chオープン・ドレイン出力)
1	兼用機能として使用時 (N-chオープン・ドレイン出力)

注意 P38, P39をN-chオープン・ドレインで兼用端子として使用する場合は次の順で設定してください。

必ずポート・ラッチに1を設定後, N-chオープン・ドレインに設定してください。

P3nビット = 1 PF3nビット = 1 PMC3nビット = 1

(5) ポート3ファンクション・コントロール・レジスタ (PFC3)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFF466H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PFC3	0	0	PFC35	PFC34	PFC33	PFC32	0	0

備考 兼用端子の指定については4. 3. 2 (7) ポート3の兼用端子の指定を参照してください。

(6) ポート3ファンクション・コントロール拡張レジスタ (PFCE3)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFF706H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PFCE3	0	0	0	PFCE34	PFCE33	0	0	0

備考 兼用端子の指定については4. 3. 2 (7) ポート3の兼用端子の指定を参照してください。

(7) ポート3の兼用端子の指定

PFC35	P35端子の兼用端子の指定	
0	TI010入力	
1	TO01出力	

PFCE34	PFC34	P34端子の兼用端子の指定
0	0	設定禁止
0	1	設定禁止
1	0	TIP01入力
1	1	TOP01出力

PFCE33	PFC33	P33端子の兼用端子の指定
0	0	設定禁止
0	1	設定禁止
1	0	TIP00入力
1	1	TOP00出力

PFC32	P32端子の兼用端子の指定	
0	ASCK0/ADTRG ^注 入力	
1	TO01出力	

注 ASCK0端子とADTRG端子は兼用となっています。ASCK0端子として使用する場合は、兼用しているADTRG端子のトリガ入力を無効にしてください(ADS.TRGビット=0,またはADS.ADTMDビット=1に設定)。また、ADTRG端子として使用する場合は、UART0の動作クロックを外部入力に設定しないでください(CKSR0.TPS03-TPS00ビット=1011以外に設定)。

注意 PFC3n, PFCE3nビットを初期値(0)のまま,PMC3.PMC3nビットによりP3n端子を兼用機能に指定した場合,不定出力となります。そのため,P3n端子を兼用機能に指定するには,まずPFC3n, PFCE3nビットをセット(1)したあとに,PMC3nビットをセット(1)してください(n=3,4)。

(8) プルアップ抵抗オプション・レジスタ3 (PU3)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFFFFC46H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PU3	0	0	PU35	PU34	PU33	PU32	PU31	PU30

PU3n	内蔵プルアップ抵抗接続制御 (n = 0-5)
0	接続しない
1	接続する

4.3.3 ポート4

ポート4は1ビット単位で入出力を制御できる3ビット入出力ポートです。

ポート4は、次に示す端子と兼用しています。

表4-6 ポート4の兼用端子

ピン番号	端子名	兼用端子名	入出力	PULL ^注	備考	ブロック・タイプ
19	P40	SI00	入力	あり	-	D1-SUL
20	P41	SO00	出力		N-chオープン・ドレイン出力	D0-UF
21	P42	$\overline{\text{SCK00}}$	入出力		選択可能	D2-SUFL

注 ソフトウェア・プルアップ機能

注意 P40, P42は、兼用機能の入力時にはヒステリシス特性を持ちますが、ポート・モード時にはヒステリシス特性を持ちません。

(1) ポート4レジスタ (P4)

リセット時 : 00H (出力ラッチ) R/W アドレス : FFFFF408H

	7	6	5	4	3	2	1	0
P4	0	0	0	0	0	P42	P41	P40

P4n	出力データの制御 (出力モード時) (n = 0-2)
0	0を出力
1	1を出力

(2) ポート4モード・レジスタ (PM4)

リセット時 : FFH R/W アドレス : FFFFF428H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PM4	1	1	1	1	1	PM42	PM41	PM40

PM4n	入出力モードの制御 (n = 0-2)
0	出力モード
1	入力モード

(3) ポート4モード・コントロール・レジスタ (PMC4)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFF448H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PMC4	0	0	0	0	0	PMC42	PMC41	PMC40

PMC42	P42端子の動作モードの指定
0	入出力ポート
1	SCK00入出力

PMC41	P41端子の動作モードの指定
0	入出力ポート
1	SO00出力

PMC40	P40端子の動作モードの指定
0	入出力ポート
1	SI00入力

(4) ポート4ファンクション・レジスタ (PF4)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFFFFC68H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PF4	0	0	0	0	0	PF42	PF41	0

PF4n	通常出力 / N-chオープン・ドレイン出力の制御 (n = 1, 2)
0	通常出力
1	N-chオープン・ドレイン出力

注意 P41, P42をN-chオープン・ドレインで兼用端子として使用する場合は次の順で設定してください。

必ずポート・ラッチに1を設定後, N-chオープン・ドレインに設定してください。

P4nビット = 1 PF4nビット = 1 PMC4nビット = 1

(5) プルアップ抵抗オプション・レジスタ4 (PU4)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFFFFC48H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PU4	0	0	0	0	0	PU42	PU41	PU40

PU4n	内蔵プルアップ抵抗接続制御 (n = 0-2)
0	接続しない
1	接続する

4.3.4 ポート5

ポート5は1ビット単位で入出力を制御できる6ビット入出力ポートです。

ポート5は、次に示す端子と兼用しています。

表4-7 ポート5の兼用端子

ピン番号	端子名	兼用端子名	入出力	PULL ^注	備考	ブロック・タイプ
28	P50	TI011/RTP00/KR0	入出力	あり	-	E10-SULT
29	P51	TI50/RTP01/KR1	入出力			E10-SULT
30	P52	TO50/RTP02/KR2	入出力			E00-SUT
31	P53	RTP03/KR3	入出力			Ex0-SUT
34	P54	RTP04/KR4	入出力			Ex0-SUT
35	P55	RTP05/KR5	入出力			Ex0-SUT

注 ソフトウェア・プルアップ機能

(1) ポート5レジスタ (P5)

リセット時：00H (出力ラッチ) R/W アドレス：FFFFFF40AH

	7	6	5	4	3	2	1	0
P5	0	0	P55	P54	P53	P52	P51	P50

P5n	出力データの制御 (出力モード時) (n = 0-5)
0	0を出力
1	1を出力

(2) ポート5モード・レジスタ (PM5)

リセット時：FFH R/W アドレス：FFFFFF42AH

	7	6	5	4	3	2	1	0
PM5	1	1	PM55	PM54	PM53	PM52	PM51	PM50

PM5n	入出力モードの制御 (n = 0-5)
0	出力モード
1	入力モード

(3) ポート5モード・コントロール・レジスタ (PMC5)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFF44AH

	7	6	5	4	3	2	1	0
PMC5	0	0	PMC55	PMC54	PMC53	PMC52	PMC51	PMC50
PMC55	P55端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート / KR5入力							
1	RTP05出力							
PMC54	P54端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート / KR4入力							
1	RTP04出力							
PMC53	P53端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート / KR3入力							
1	RTP03出力							
PMC52	P52端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート / KR2入力							
1	TO50出力 / RTP02出力							
PMC51	P51端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート / KR1入力							
1	TI50入力 / RTP01出力							
PMC50	P50端子の動作モードの指定							
0	入出力ポート / KR0入力							
1	TI011入力 / RTP00出力							

(4) ポート5ファンクション・コントロール・レジスタ (PFC5)

注意 PFC5nビットを初期値(0)のまま, PMC5.PMC5nビットによりP5n端子を兼用機能に指定した場合, 不定出力となります。そのため, P5n端子を兼用機能2に指定するには, まずPFC5nビットをセット(1)したあとに, PMC5nビットをセット(1)してください(n = 3-5)。

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFF46AH

	7	6	5	4	3	2	1	0
PFC5	0	0	PFC55	PFC54	PFC53	PFC52	PFC51	PFC50

PFC55	P55端子の兼用端子の指定	
0		
1	RTP05出力	

PFC54	P54端子の兼用端子の指定	
0		
1	RTP04出力	

PFC53	P53端子の兼用端子の指定	
0		
1	RTP03出力	

PFC52	P52端子の兼用端子の指定	
0	TO50出力	
1	RTP02出力	

PFC51	P51端子の兼用端子の指定	
0	TI50入力	
1	RTP01出力	

PFC50	P50端子の兼用端子の指定	
0	TI011入力	
1	RTP00出力	

(5) ブルアップ抵抗オプション・レジスタ5 (PU5)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFFC4AH

	7	6	5	4	3	2	1	0
PU5	0	0	PU55	PU54	PU53	PU52	PU51	PU50

PU5n	内蔵ブルアップ抵抗接続制御 (n = 0-5)	
0	接続しない	
1	接続する	

4.3.5 ポート7

ポート7は、全端子が入力に固定の8ビット入力専用ポートです。

ポート7は、次に示す端子と兼用しています。

表4-8 ポート7の兼用端子

ピン番号	端子名	兼用端子名	入出力	PULL ^注	備考	ブロック・タイプ
64	P70	ANI0	入力	なし	-	A-A
63	P71	ANI1	入力			A-A
62	P72	ANI2	入力			A-A
61	P73	ANI3	入力			A-A
60	P74	ANI4	入力			A-A
59	P75	ANI5	入力			A-A
58	P76	ANI6	入力			A-A
57	P77	ANI7	入力			A-A

注 ソフトウェア・プルアップ機能

(1) ポート7レジスタ (P7)

リセット時：不定		R	アドレス：FFFFFF40EH					
	7	6	5	4	3	2	1	0
P7	P77	P76	P75	P74	P73	P72	P71	P70
P7n	入力データの読み出し (n = 0-7)							
0	ロウ・レベルを入力							
1	ハイ・レベルを入力							

4.3.6 ポート9

ポート9は1ビット単位で入出力を制御できる9ビット入出力ポートです。

ポート9は、次に示す端子と兼用しています。

表4-9 ポート9の兼用端子

ピン番号	端子名	兼用端子名	入出力	PULL ^注	備考	ブロック・タイプ
36	P90	TXD1/KR6	入出力	あり	-	Ex0-SUT
37	P91	RXD1/KR7	入力			Ex1-SUHT
38	P96	TI51/TO51	入出力			Ex0-SUT
39	P97	SI01	入力			Ex1-SUL
40	P98	SO01	出力		N-chオープン・ドレイン出力	Ex0-UF
41	P99	SCK01	入出力		選択可能	Ex2-SUFL
42	P913	INTP4	入力		アナログ・ノイズ除去	Ex1-SU1LZ
43	P914	INTP5	入力			Ex1-SU1LZ
44	P915	INTP6	入力			Ex1-SU1LZ

注 ソフトウェア・プルアップ機能

注意 P97, P99, P913-P915は、兼用機能の入力時にはヒステリシス特性を持ちますが、ポート・モード時にはヒステリシス特性を持ちません。

(1) ポート9レジスタ (P9)

リセット時：00H (出力ラッチ) R/W アドレス：P9 FFFFF412H,
P9L FFFFF412H, P9H FFFFF413H

	15	14	13	12	11	10	9	8
P9 (P9H ^注)	P915	P914	P913	0	0	0	P99	P98

	7	6	5	4	3	2	1	0
(P9L)	P97	P96	0	0	0	0	P91	P90

P9n	出力データの制御 (出力モード時) (n = 0, 1, 6-9, 13-15)
0	0を出力
1	1を出力

注 P9レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、P9Hレジスタのビット0-7として指定してください。

備考 P9レジスタは、16ビット単位でリード/ライト可能です。
ただし、P9レジスタの上位8ビットをP9Hレジスタ、下位8ビットをP9Lレジスタとして使用する場合は、8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

(2) ポート9モード・レジスタ (PM9)

リセット時：FFFFH R/W アドレス：PM9 FFFFF432H,
PM9L FFFFF432H, PM9H FFFFF433H

	15	14	13	12	11	10	9	8
PM9 (PM9H ^注)	PM915	PM914	PM913	1	1	1	PM99	PM98

	7	6	5	4	3	2	1	0
(PM9L)	PM97	PM96	1	1	1	1	PM91	PM90

PM9n	入出力モードの制御 (n = 0, 1, 6-9, 13-15)
0	出力モード
1	入力モード

注 PM9レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PM9Hレジスタのビット0-7として指定してください。

備考 PM9レジスタは、16ビット単位でリード/ライト可能です。
ただし、PM9レジスタの上位8ビットをPM9Hレジスタ、下位8ビットをPM9Lレジスタとして使用する場合は、8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

(3) ポート9モード・コントロール・レジスタ (PMC9)

リセット時 : 0000H R/W アドレス : PMC9 FFFFF452H,
PMC9L FFFFF452H, PMC9H FFFFF453H

	15	14	13	12	11	10	9	8
PMC9 (PMC9H ^注)	PMC915	PMC914	PMC913	0	0	0	PMC99	PMC98
	7	6	5	4	3	2	1	0
(PMC9L)	PMC97	PMC96	0	0	0	0	PMC91	PMC90

PMC915	P915端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	INTP6入力	
PMC914	P914端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	INTP5入力	
PMC913	P913端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	INTP4入力	
PMC99	P99端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	SCK01入出力	
PMC98	P98端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	SO01出力	
PMC97	P97端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート	
1	SI01入力	
PMC96	P96端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート/TI51	
1	TO51出力	
PMC91	P91端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート/KR7入力	
1	RXD1入力	
PMC90	P90端子の動作モードの指定	
0	入出力ポート/KR6入力	
1	TXD1出力	

注 PMC9レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PMC9Hレジスタのビット0-7として指定してください。

備考 PMC9レジスタは、16ビット単位でリード/ライト可能です。
ただし、PMC9レジスタの上位8ビットをPMC9Hレジスタ、下位8ビットをPMC9Lレジスタとして使用する場合は、8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

(4) ポート9ファンクション・レジスタH (PF9H)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFC73H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PF9H	0	0	0	0	0	0	PF99	PF98

PF9n	通常出力/N-chオープン・ドレイン出力の制御 (n = 8, 9)
0	通常出力
1	N-chオープン・ドレイン出力

注意 P98, P99をN-chオープン・ドレインで兼用端子として使用する場合は次の順で設定してください。

必ずポート・ラッチに1を設定後, N-chオープン・ドレインに設定してください。

P9nビット = 1 PFC9nビット = 0/1 PF9nビット = 1 PMC9nビット = 1

(5) ポート9ファンクション・コントロール・レジスタ (PFC9)

注意 PFC9nビットを初期値(0)のまま、PMC9.PMC9nビットによりポート9を兼用機能に指定した場合、不定出力となります。そのため、ポート9を兼用機能2に指定するには、まずPFC9nビットをセット(1)したあとに、PMC9nビットをセット(1)してください(n = 0, 1, 6-9, 13-15)。

リセット時：0000H R/W アドレス：PFC9 FFFFF472H,
PFC9L FFFFF472H, PFC9H FFFFF473H

	15	14	13	12	11	10	9	8
PFC9 (PFC9H ^注)	PFC915	PFC914	PFC913	0	0	0	PFC99	PFC98
	7	6	5	4	3	2	1	0
(PFC9L)	PFC97	PFC96	0	0	0	0	PFC91	PFC90

PFC915	P915端子の兼用端子の指定
1	INTP6入力

PFC914	P914端子の兼用端子の指定
1	INTP5入力

PFC913	P913端子の兼用端子の指定
1	INTP4入力

PFC99	P99端子の兼用端子の指定
1	SCK01入出力

PFC98	P98端子の兼用端子の指定
1	SO01出力

PFC97	P97端子の兼用端子の指定
1	SI01入力

PFC96	P96端子の兼用端子の指定
1	TO51出力

PFC91	P91端子の兼用端子の指定
1	RXD1入力

PFC90	P90端子の兼用端子の指定
1	TXD1出力

注 PFC9レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PFC9Hレジスタのビット0-7として指定してください。

備考 PFC9レジスタは、16ビット単位でリード/ライト可能です。
ただし、PFC9レジスタの上位8ビットをPFC9Hレジスタ、下位8ビットをPFC9Lレジスタとして使用する場合は、8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

(6) プルアップ抵抗オプション・レジスタ9 (PU9)

リセット時 : 0000H R/W アドレス : PU9 FFFFFFFC52H,
PU9L FFFFFFFC52H, PU9H FFFFFFFC53H

	15	14	13	12	11	10	9	8
PU9 (PU9H ^注)	PU915	PU914	PU913	0	0	0	PU99	PU98

	7	6	5	4	3	2	1	0
(PU9L)	PU97	PU96	0	0	0	0	PU91	PU90

PU9n	内蔵プルアップ抵抗接続制御 (n = 0, 1, 6-9, 13-15)
0	接続しない
1	接続する

注 PU9レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PU9Hレジスタのビット0-7として指定してください。

備考 PU9レジスタは、16ビット単位でリード/ライト可能です。
ただし、PU9レジスタの上位8ビットをPU9Hレジスタ、下位8ビットをPU9Lレジスタとして使用する場合は、8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

4.3.7 ポートCM

ポートCMは1ビット単位で入出力を制御できる2ビット入出力ポートです。

ポートCMは、次に示す端子と兼用しています。

表4 - 10 ポートCMの兼用端子

ピン番号	端子名	兼用端子名	入出力	PULL ^注	備考	ブロック・タイプ
45	PCM0	-	-	あり	-	C-U
46	PCM1	CLKOUT	出力			D0-U

注 ソフトウェア・プルアップ機能

(1) ポートCMレジスタ (PCM)

リセット時：00H (出力ラッチ) R/W アドレス：FFFFFF00CH

	7	6	5	4	3	2	1	0
PCM	0	0	0	0	0	0	PCM1	PCM0

PCMn	出力データの制御 (出力モード時) (n = 0, 1)
0	0を出力
1	1を出力

(2) ポートCMモード・レジスタ (PMCM)

リセット時：FFH R/W アドレス：FFFFFF02CH

	7	6	5	4	3	2	1	0
PMCM	1	1	1	1	1	1	PMCM1	PMCM0

PMCMn	入出力モードの制御 (n = 0, 1)
0	出力モード
1	入力モード

(3) ポートCMモード・コントロール・レジスタ (PMCCM)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFFFF04CH

	7	6	5	4	3	2	1	0
PMCCM	0	0	0	0	0	0	PMCCM1	0

PMCCM1	PCM1端子の動作モードの指定
0	入出力ポート
1	CLKOUT出力

(4) プルアップ抵抗オプション・レジスタCM (PUCM)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFFFF4CH

	7	6	5	4	3	2	1	0
PUCM	0	0	0	0	0	0	PUCM1	PUCM0

PUCMn	内蔵プルアップ抵抗接続制御 (n = 0, 1)
0	接続しない
1	接続する

4.3.8 ポートDL

ポートDLは1ビット単位で入出力を制御できる8ビット入出力ポートです。

ポートDLは、次に示す端子と兼用しています。

表4 - 11 ポートDLの兼用端子

ピン番号	端子名	兼用端子名	入出力	PULL ^注	備考	ブロック・タイプ
47	PDL0	-	-	あり	-	C-U
48	PDL1	-	-			C-U
49	PDL2	-	-			C-U
50	PDL3	-	-			C-U
51	PDL4	-	-			C-U
52	PDL5	-	-			C-U
53	PDL6	-	-			C-U
54	PDL7	-	-			C-U

注 ソフトウェア・プルアップ機能

(1) ポートDLレジスタ (PDL)

リセット時 : 00H (出力ラッチ) R/W アドレス : FFFFF004H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PDL	PDL7	PDL6	PDL5	PDL4	PDL3	PDL2	PDL1	PDL0
PDLn	出力データの制御 (出力モード時) (n = 0-7)							
0	0を出力							
1	1を出力							

(2) ポートDLモード・レジスタ (PMDL)

リセット時 : FFH R/W アドレス : FFFFF024H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PMDL	PMDL7	PMDL6	PMDL5	PMDL4	PMDL3	PMDL2	PMDL1	PMDL0
PMDLn	入出力モードの制御 (n = 0-7)							
0	出力モード							
1	入力モード							

(3) プルアップ抵抗オプション・レジスタDL (PUDL)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFFFF44H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PUDL	PUDL7	PUDL6	PUDL5	PUDL4	PUDL3	PUDL2	PUDL1	PUDL0
PUDLn	内蔵プルアップ抵抗接続制御 (n = 0-7)							
0	接続しない							
1	接続する							

4.4 ブロック図

図4-2 タイプA-Aのブロック図

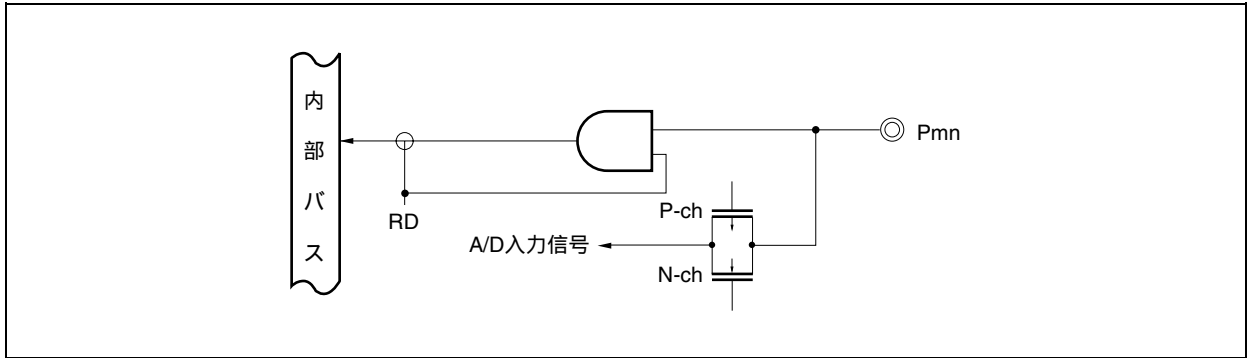


図4-3 タイプC-Uのブロック図

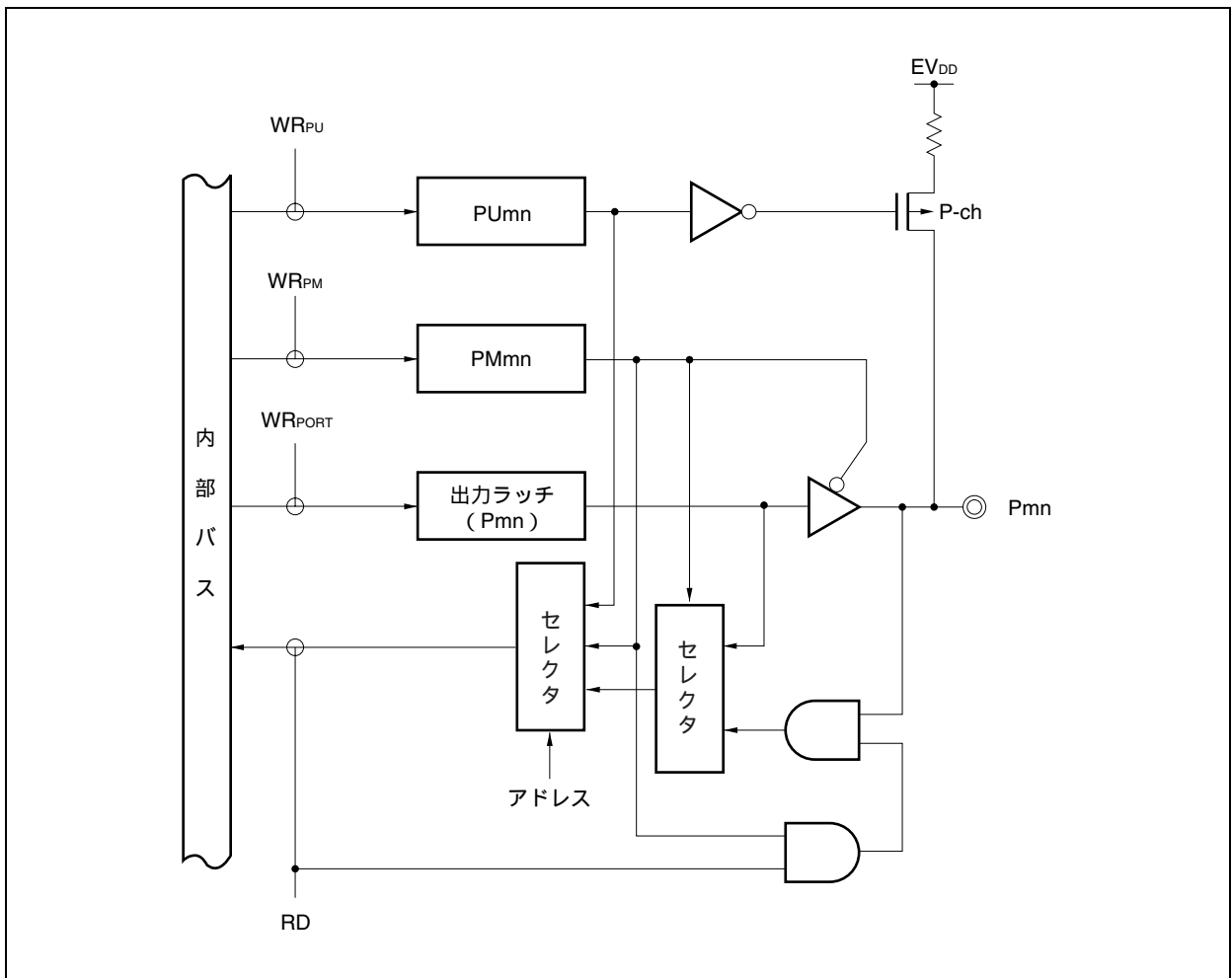


図4 - 5 タイプD0-UFのブロック図

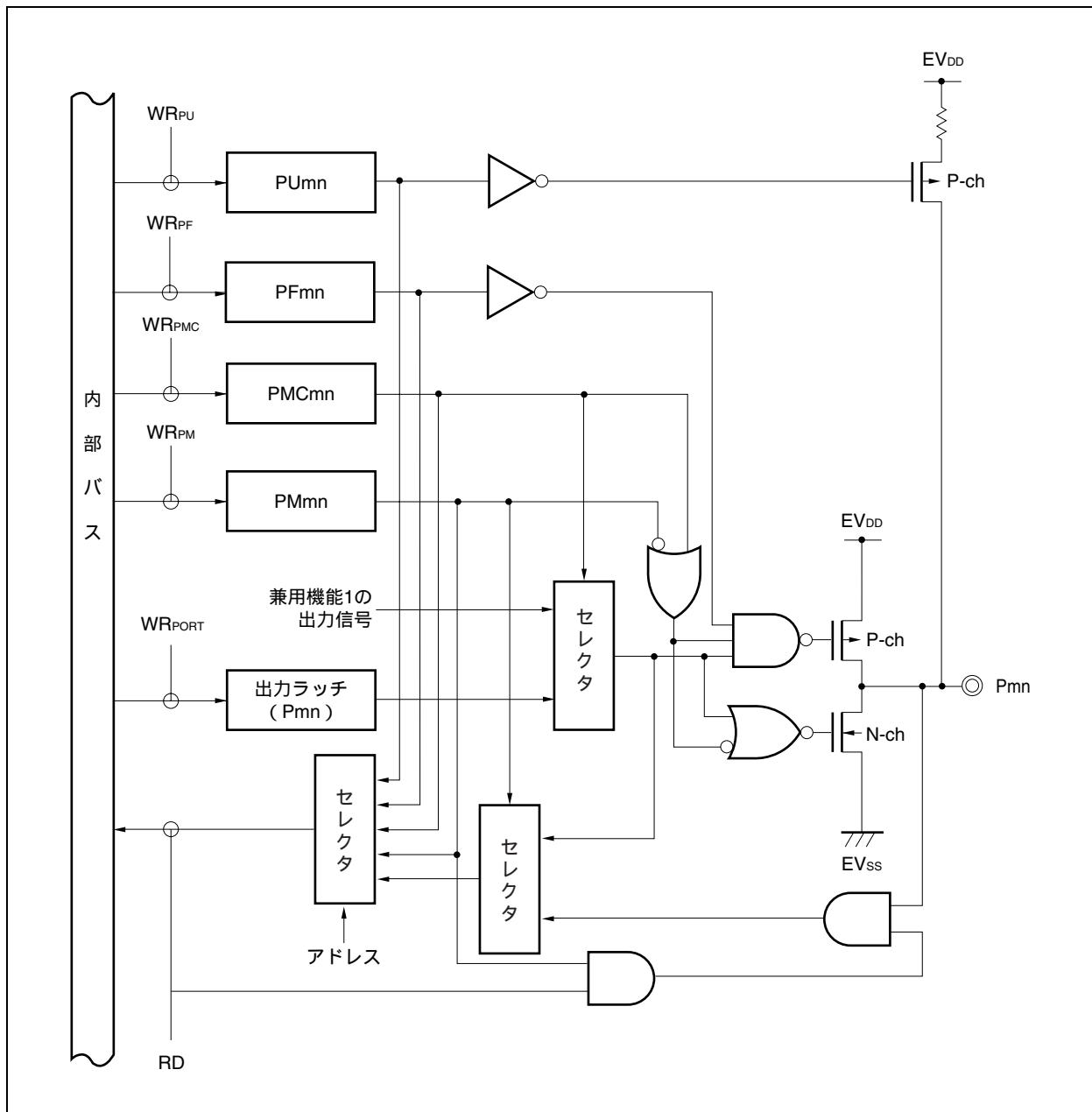


図4-7 タイプD1-SUIHLのブロック図

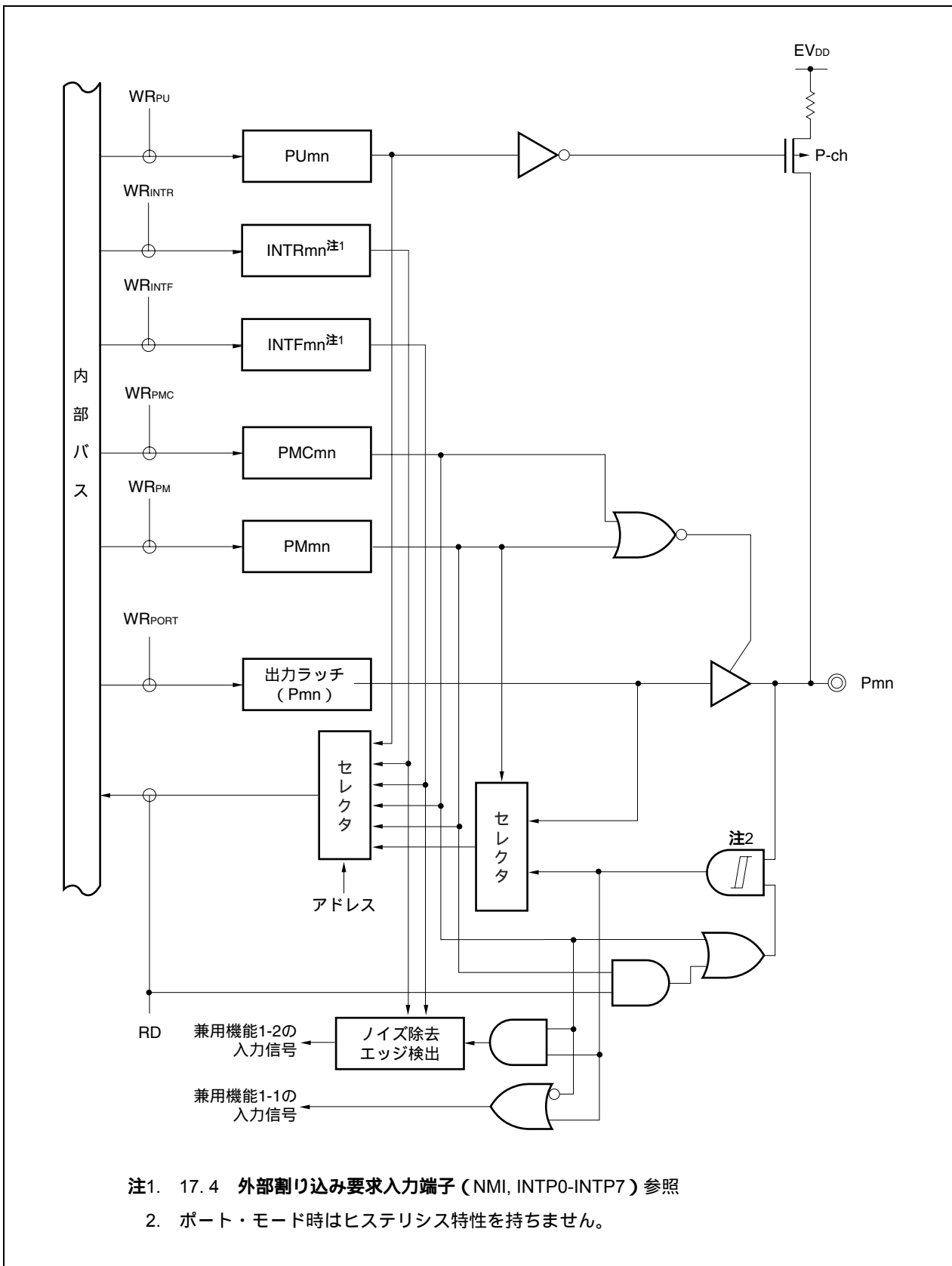


図4-8 タイプD1-SULのブロック図

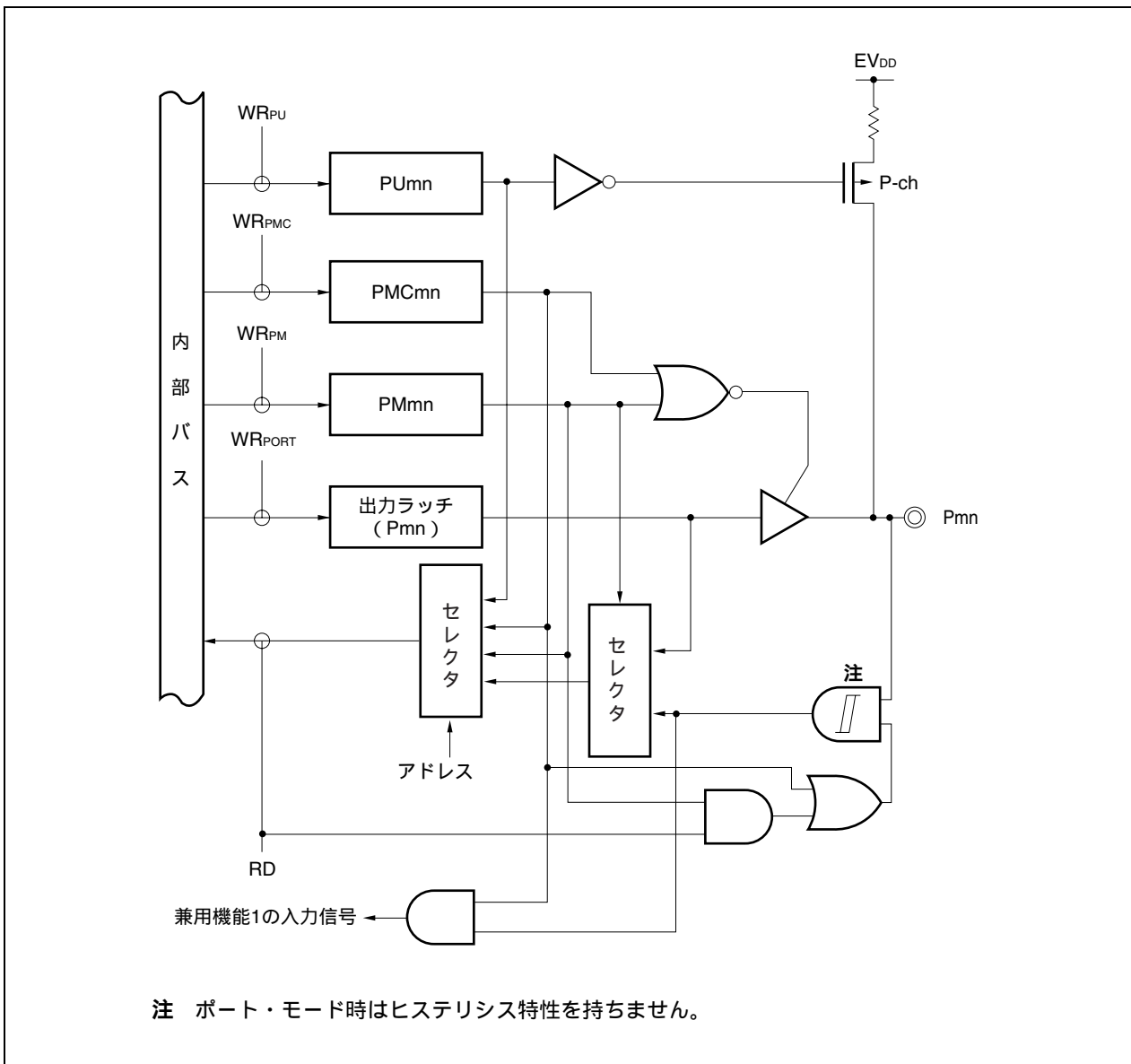


図4 - 10 タイプD2-SUFLのブロック図

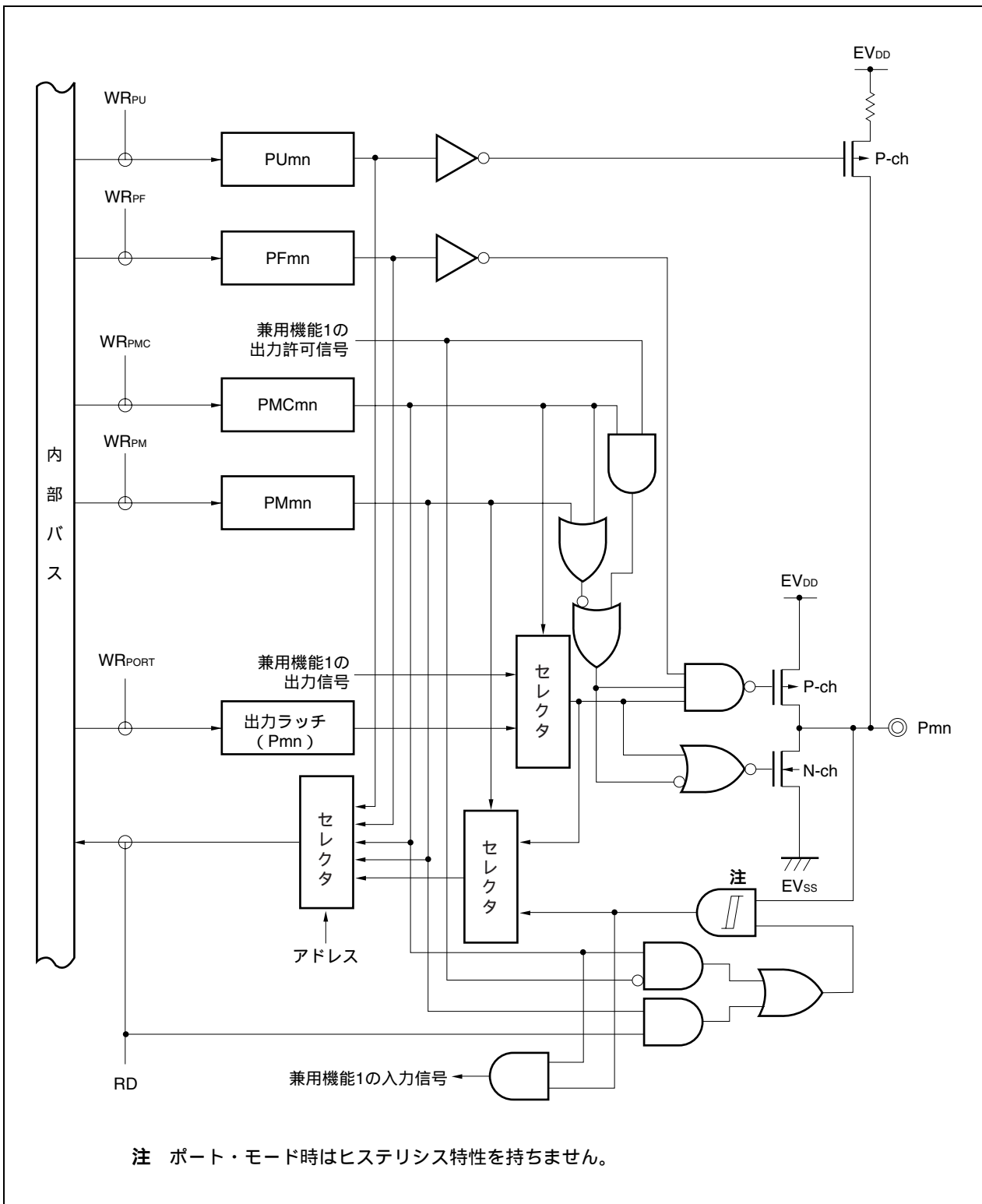


図4 - 11 タイプE00-SUTのブロック図

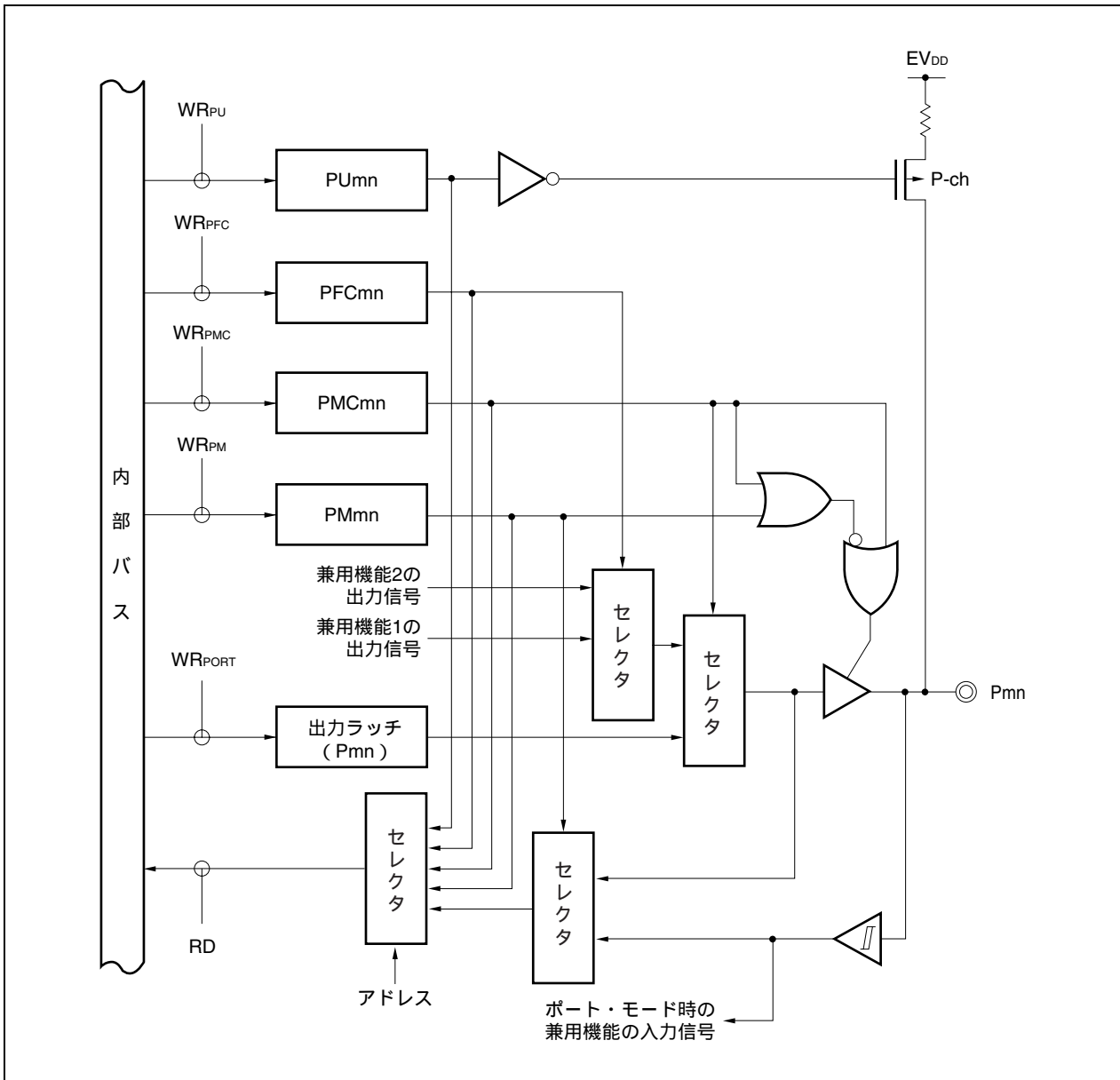
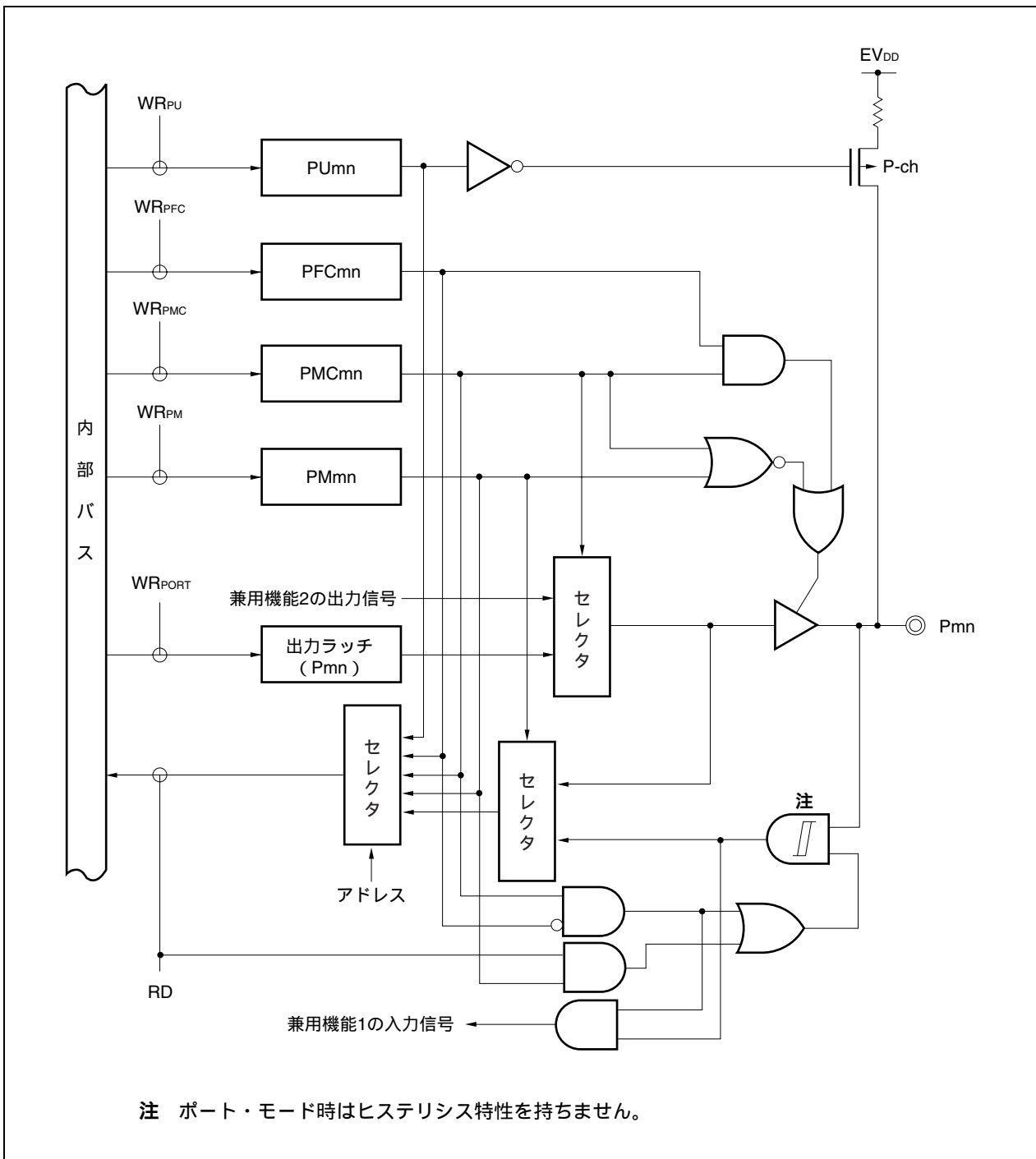


図4 - 12 タイプE10-SULのブロック図



注 ポート・モード時はヒステリシス特性を持ちません。

図4 - 14 タイプEx0-SUTのブロック図

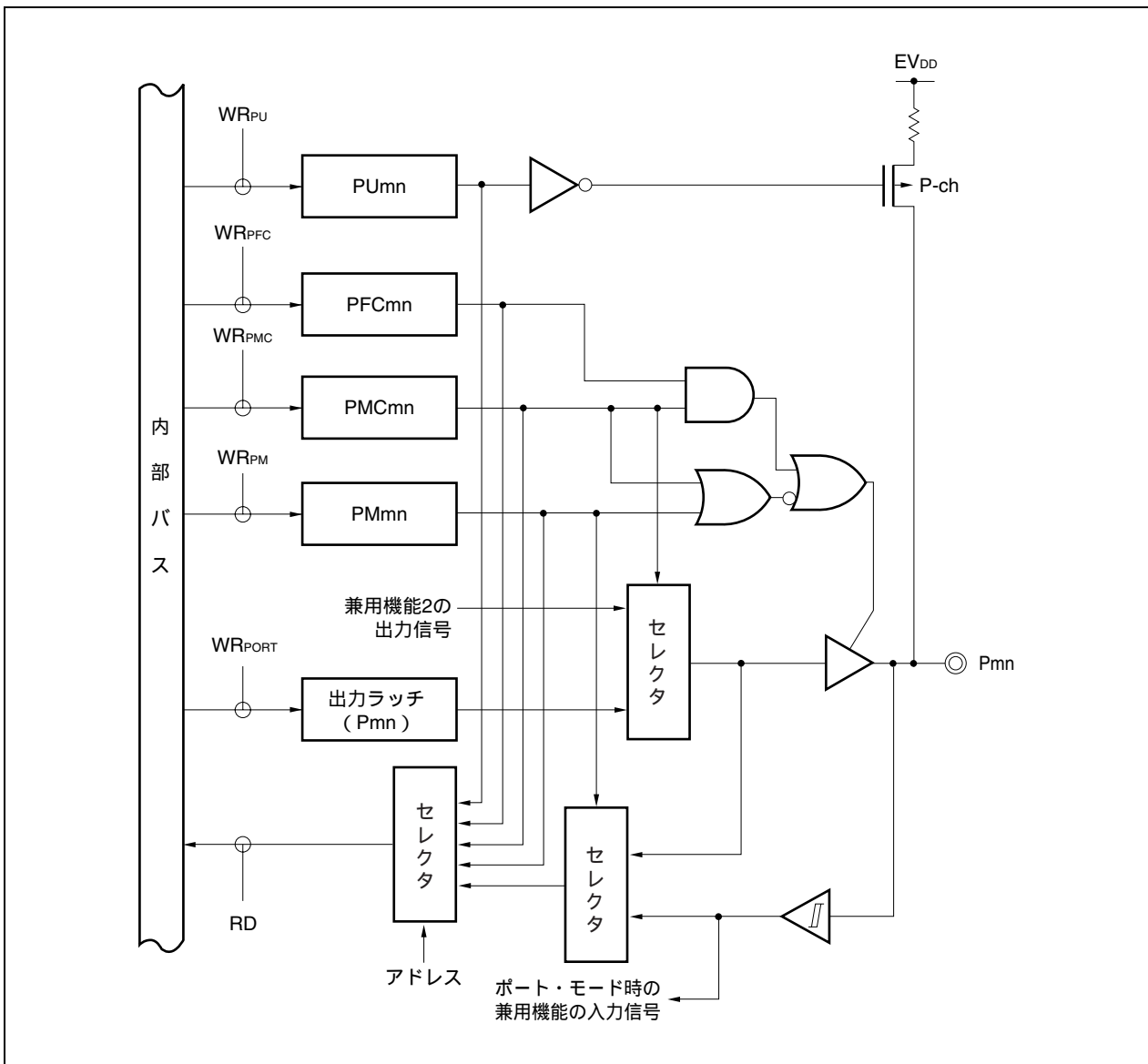


図4 - 15 タイプEx0-UFのブロック図

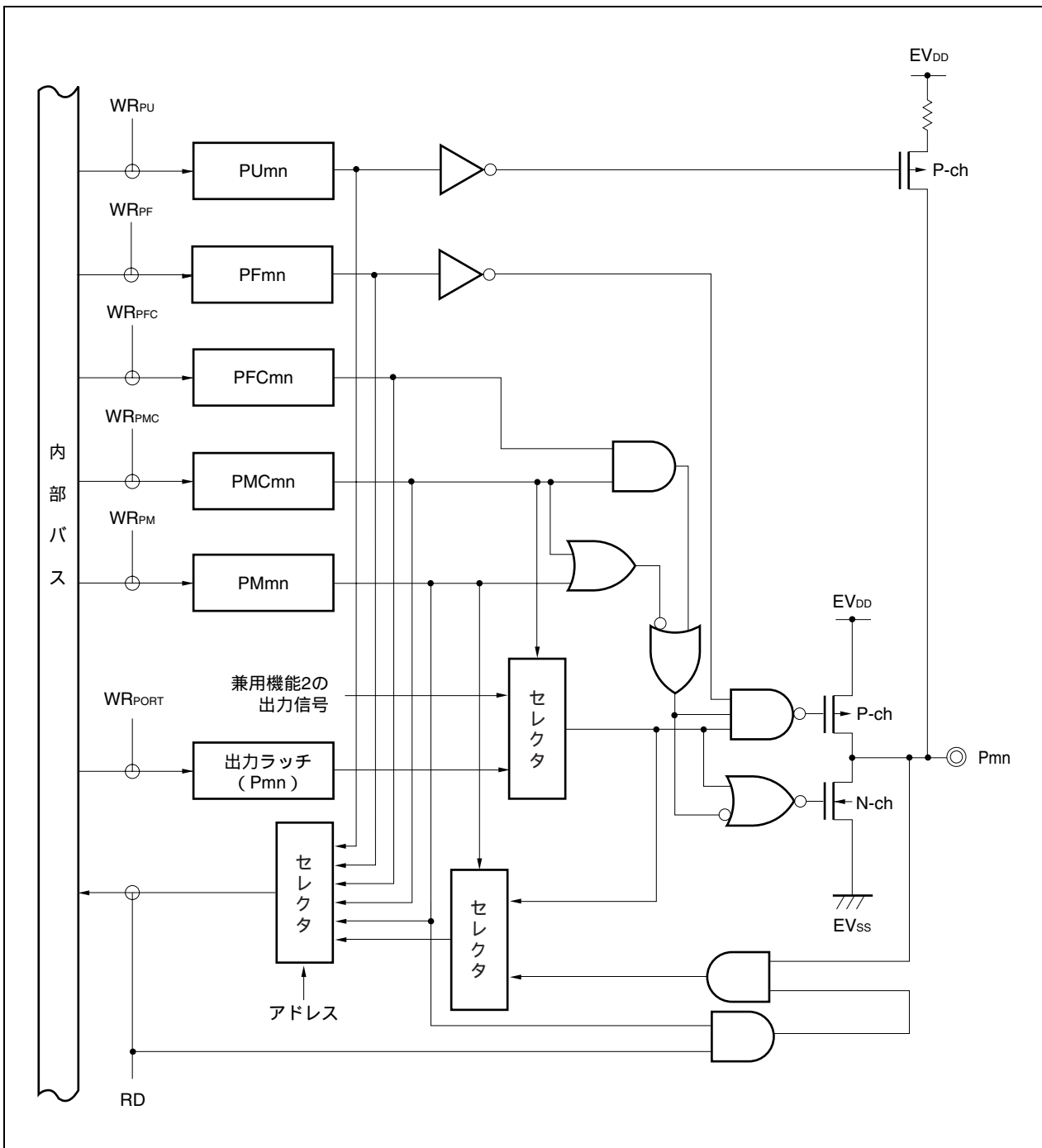


図4 - 16 タイプEx1-SUHTのブロック図

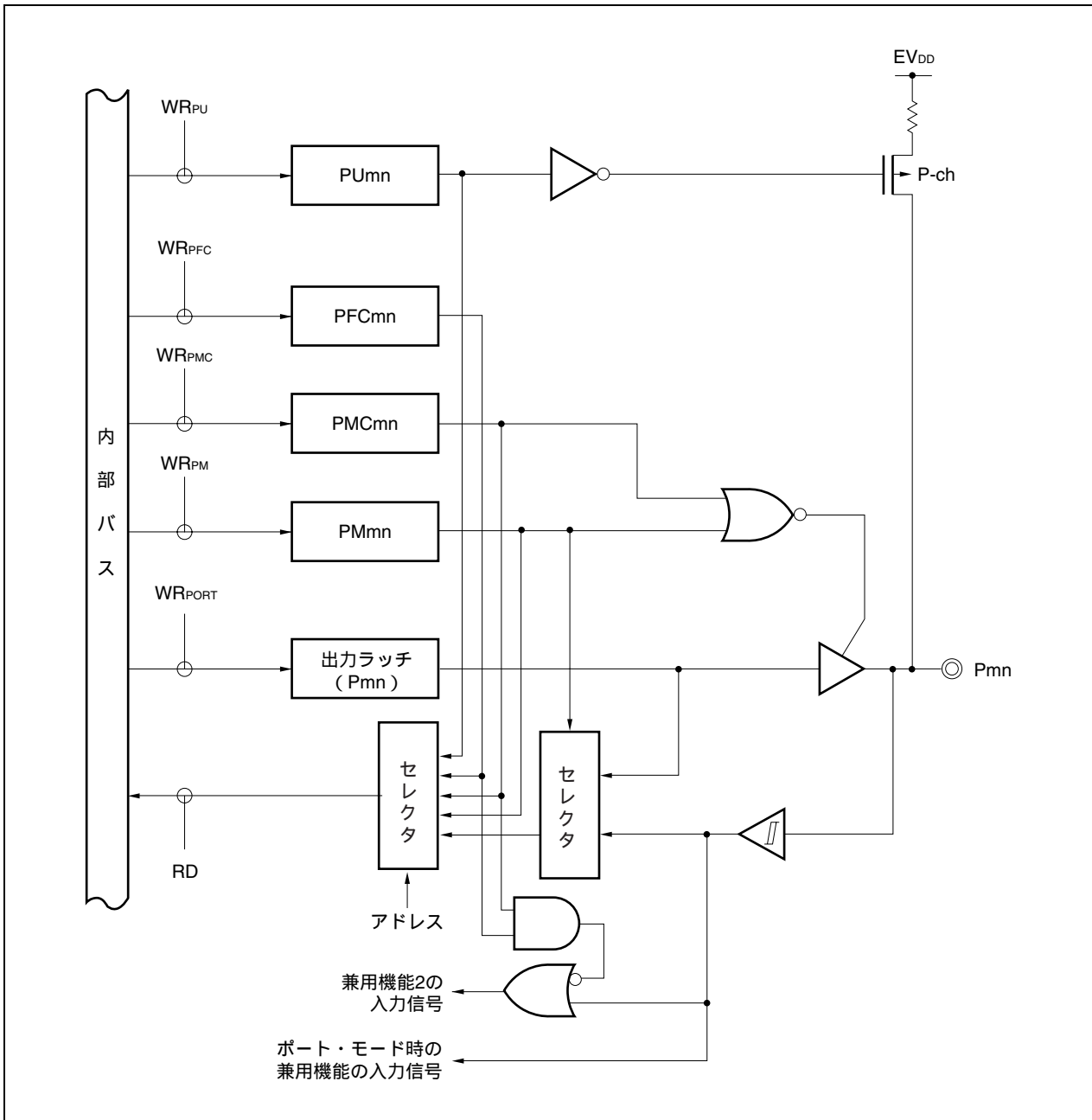
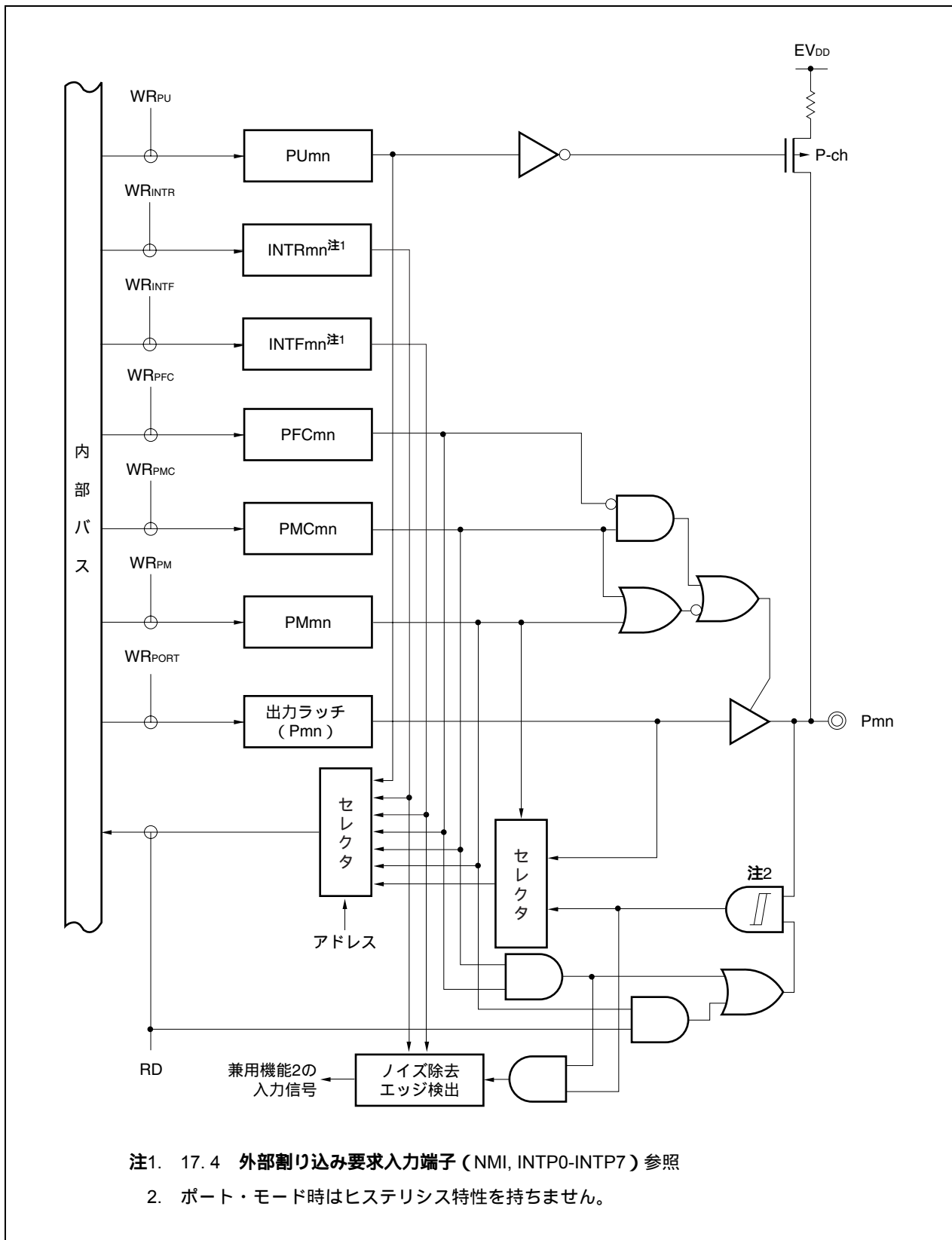


図4 - 17 タイプEx1-SUILのブロック図



注1. 17.4 外部割り込み要求入力端子 (NMI, INTP0-INTP7) 参照

2. ポート・モード時はヒステリシス特性を持ちません。

図4 - 18 タイプEx1-SULのブロック図

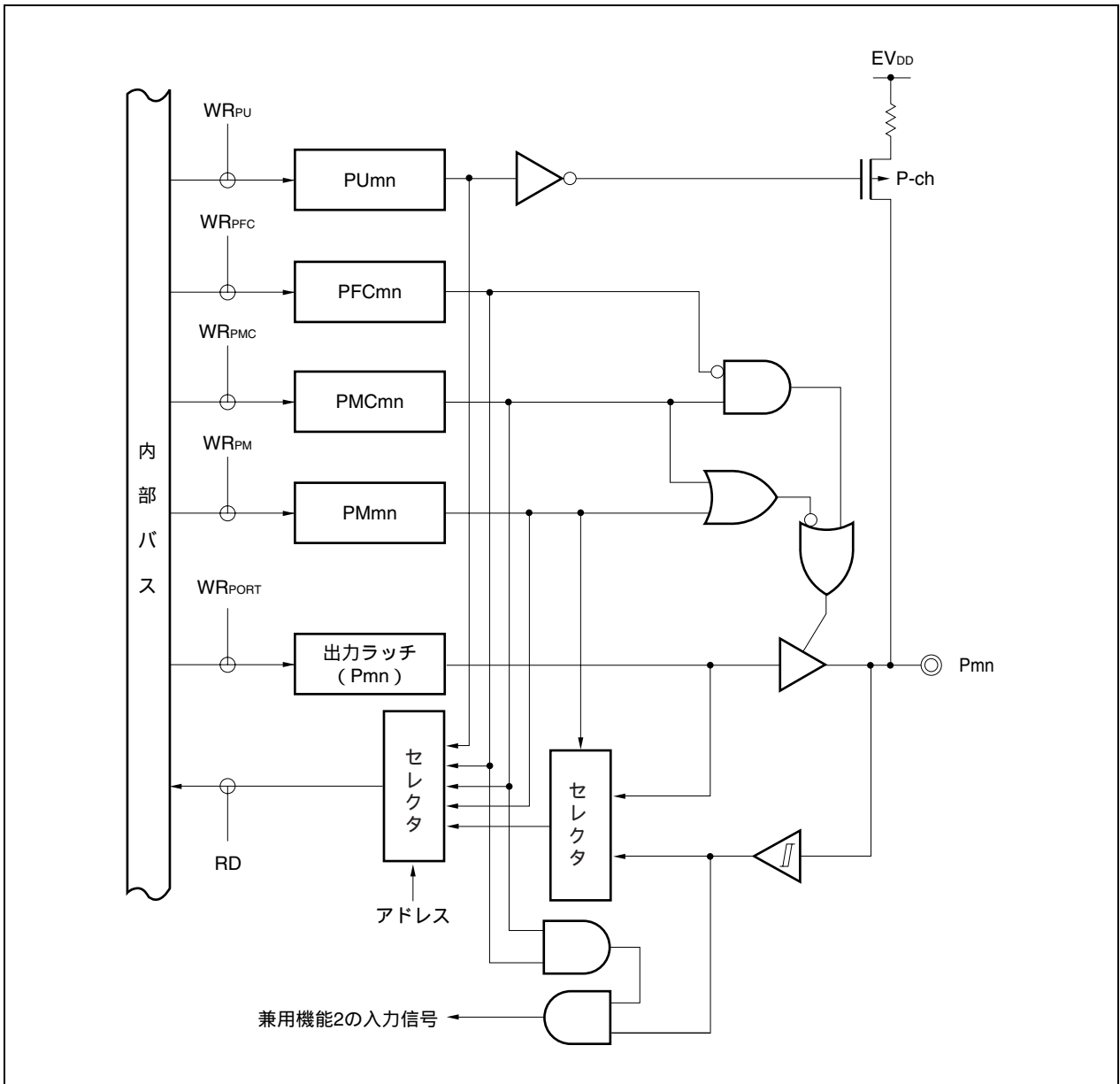


図4 - 19 タイプEx2-SUFLのブロック図

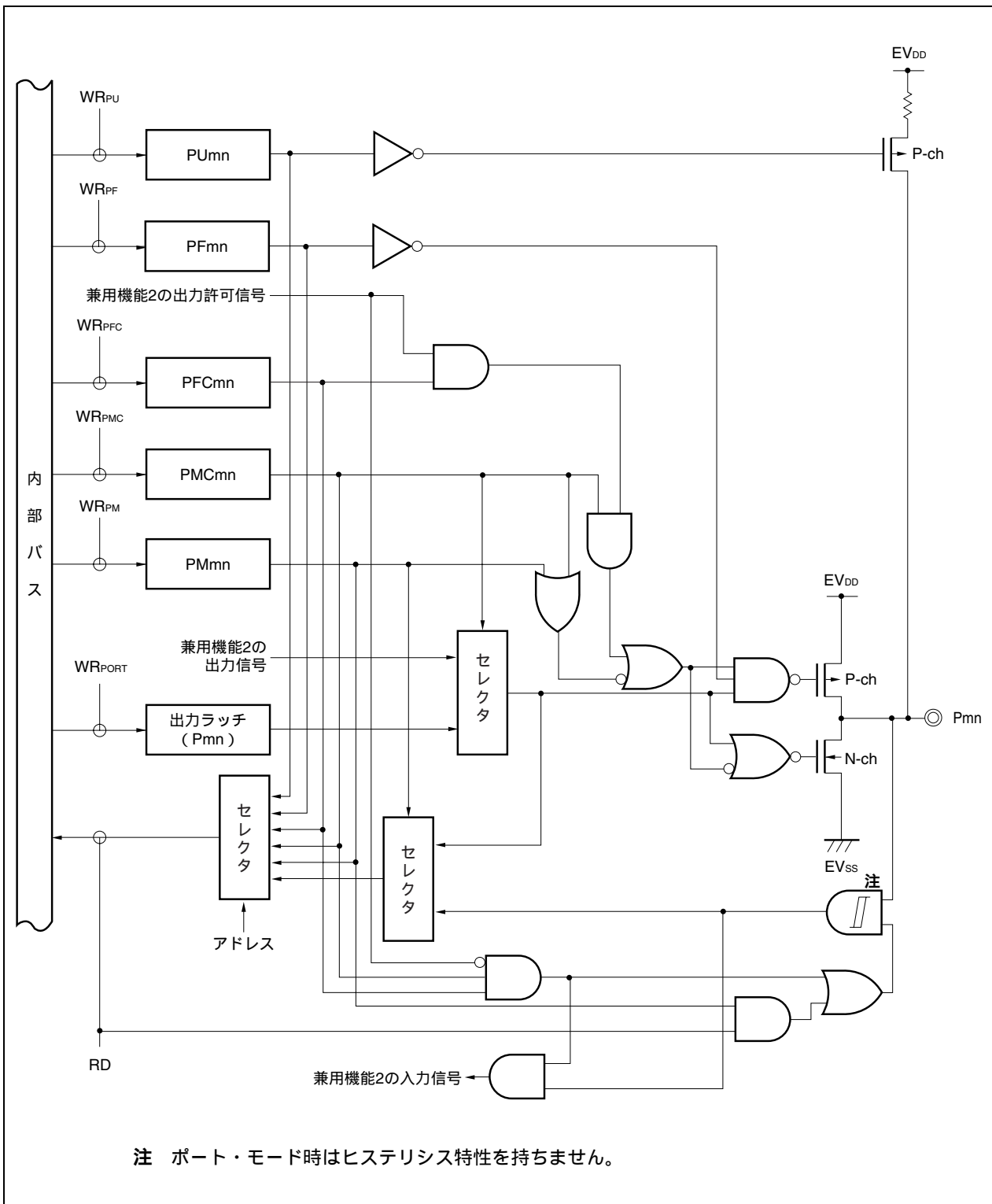
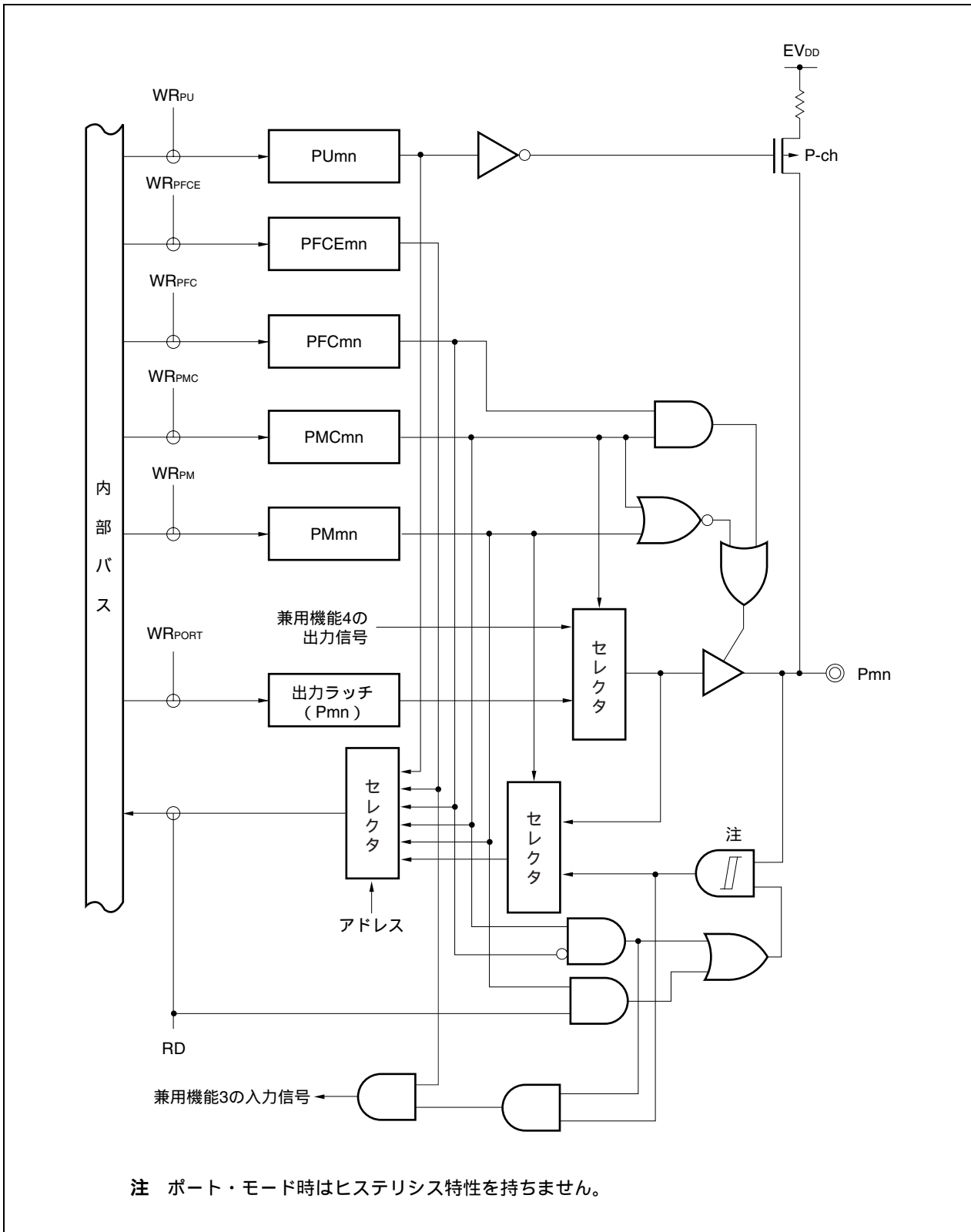


図4-20 タイプGxx10-SULのブロック図



4.5 兼用機能使用時のポートのレジスタ設定

各ポートを兼用端子として使用する場合のポートのレジスタ設定を表4 - 12に示します。
兼用端子として使用する場合は各機能を参照してください。

表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合 (1/3)

端子名称	兼用端子		Pnレジスタの Pnxビット	PMnレジスタの PMnxビット	PMCnレジスタの PMCnxビット	PFCEnレジスタの PFCEnxビット	PFCnレジスタの PFCnxビット	その他のビット (レジスタ)
	名称	入出力						
P00	TOH0	出力	P00 = 設定不要	PM00 = 設定不要	PMC00 = 1	-	-	-
P01	TOH1	出力	P01 = 設定不要	PM01 = 設定不要	PMC01 = 1	-	-	-
P02	NMI	入力	P02 = 設定不要	PM02 = 設定不要	PMC02 = 1	-	-	-
P03	INTP0	入力	P03 = 設定不要	PM03 = 設定不要	PMC03 = 1	-	PFC03 = 0	-
P04	INTP1	入力	P04 = 設定不要	PM04 = 設定不要	PMC04 = 1	-	-	-
P05	INTP2	入力	P05 = 設定不要	PM05 = 設定不要	PMC05 = 1	-	-	-
P06	INTP3	入力	P06 = 設定不要	PM06 = 設定不要	PMC06 = 1	-	-	-
P30	TXD0	出力	P30 = 設定不要	PM30 = 設定不要	PMC30 = 1	-	PFC30 = 0	-
P31	RXD0	入力	P31 = 設定不要	PM31 = 設定不要	PMC31 = 1	-	注1, PFC31 = 0	-
	INTP7	入力	P31 = 設定不要	PM31 = 設定不要	PMC31 = 1	-	注1, PFC31 = 0	-
P32	ASCK0	入力	P32 = 設定不要	PM32 = 設定不要	PMC32 = 1	-	注2, PFC32 = 0	-
	ADTRG	入力	P32 = 設定不要	PM32 = 設定不要	PMC32 = 1	-	注2, PFC32 = 0	-
	TO01	出力	P32 = 設定不要	PM32 = 設定不要	PMC32 = 1	-	PFC32 = 1	-
P33	TIP00	入力	P33 = 設定不要	PM33 = 設定不要	PMC33 = 1	PFCE33 = 1	PFC33 = 0	-
	TOP00	出力	P33 = 設定不要	PM33 = 設定不要	PMC33 = 1	PFCE33 = 1	PFC33 = 1	-
P34	TIP10	入力	P34 = 設定不要	PM34 = 設定不要	PMC34 = 1	PFCE34 = 1	PFC34 = 0	-
	TOP10	出力	P34 = 設定不要	PM34 = 設定不要	PMC34 = 1	PFCE34 = 1	PFC34 = 1	-
P35	TI010	入力	P35 = 設定不要	PM35 = 設定不要	PMC35 = 1	-	PFC35 = 0	-
	TO01	出力	P35 = 設定不要	PM35 = 設定不要	PMC35 = 1	-	PFC35 = 1	-

注1. INTP7端子とRXD0端子は兼用となっています。RXD0端子として使用する場合は、兼用しているINTP7端子のエッジ検出を無効にしてください (INTF3.INTF31ビット = 0, INTR3.INTR31ビット = 0に設定)。また、INTP7端子として使用する場合は、UART0を受信動作停止としてください (ASIM0.RXE0ビット = 0)。

2. ASCK0端子とADTRG端子は兼用となっています。ASCK0端子として使用する場合は、兼用しているADTRG端子のトリガ入力を無効にしてください (ADS.TRGビット = 0, またはADS.ADTMDビット = 1に設定)。また、ADTRG端子として使用する場合はUART0の動作クロックを外部入力に設定しないでください (CKSR0.TPS03-TPS00ビット = 1011以外に設定)。

表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合 (2/3)

端子名称	兼用端子		Pnレジスタの Pnxビット	PMnレジスタの PMnxビット	PMCnレジスタの PMcnxビット	PFCnレジスタの PFCnxビット	その他のビット (レジスタ)
	名称	入出力					
P38	SDA0	入出力	P38 = 設定不要	PM38 = 設定不要	PMC38 = 1	-	PF38 (PF3H) = 1
P39	SCL0	入出力	P39 = 設定不要	PM39 = 設定不要	PMC39 = 1	-	PF39 (PF3H) = 1
P40	SI00	入力	P40 = 設定不要	PM40 = 設定不要	PMC40 = 1	-	-
P41	SO00	出力	P41 = 設定不要	PM41 = 設定不要	PMC41 = 1	-	PF41 (PF4) = 設定任意
P42	SCK00	入出力	P42 = 設定不要	PM42 = 設定不要	PMC42 = 1	-	PF42 (PF4) = 設定任意
P50	TI011	入力	P50 = 設定不要	PM50 = 設定不要	PMC50 = 1	PFC50 = 0	-
	RTP00	出力	P50 = 設定不要	PM50 = 設定不要	PMC50 = 1	PFC50 = 1	-
	KR0	入力	P50 = 設定不要	PM50 = 1	PMC50 = 0	PFC50 = 設定不要	KRM0 (KRM) = 1
P51	TI50	入力	P51 = 設定不要	PM51 = 設定不要	PMC51 = 1	PFC51 = 0	-
	RTP01	出力	P51 = 設定不要	PM51 = 設定不要	PMC51 = 1	PFC51 = 1	-
	KR1	入力	P51 = 設定不要	PM51 = 1	PMC51 = 0	PFC51 = 設定不要	KRM1 (KRM) = 1
P52	TO50	出力	P52 = 設定不要	PM52 = 設定不要	PMC52 = 1	PFC52 = 0	-
	RTP02	出力	P52 = 設定不要	PM52 = 設定不要	PMC52 = 1	PFC52 = 1	-
	KR2	入力	P52 = 設定不要	PM52 = 1	PMC52 = 0	PFC52 = 設定不要	KRM2 (KRM) = 1
P53	RTP03	出力	P53 = 設定不要	PM53 = 設定不要	PMC53 = 1	PFC53 = 1	-
	KR3	入力	P53 = 設定不要	PM53 = 1	PMC53 = 0	PFC53 = 設定不要	KRM3 (KRM) = 1
P54	RTP04	出力	P54 = 設定不要	PM54 = 設定不要	PMC54 = 1	PFC54 = 1	-
	KR4	入力	P54 = 設定不要	PM54 = 1	PMC54 = 0	PFC54 = 設定不要	KRM4 (KRM) = 1
P55	RTP05	出力	P55 = 設定不要	PM55 = 設定不要	PMC55 = 1	PFC55 = 1	-
	KR5	入力	P55 = 設定不要	PM55 = 1	PMC55 = 0	PFC55 = 設定不要	KRM5 (KRM) = 1

表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合 (3/3)

端子名称	兼用端子		Pnレジスタの Pnxビット	PMnレジスタの PMnxビット	PMCnレジスタの PMCnxビット	PFCnレジスタの PFCnxビット	その他のビット (レジスタ)
	名称	入出力					
P70	ANI0	入力	P70 = 設定不要	-	-	-	-
P71	ANI1	入力	P71 = 設定不要	-	-	-	-
P72	ANI2	入力	P72 = 設定不要	-	-	-	-
P73	ANI3	入力	P73 = 設定不要	-	-	-	-
P74	ANI4	入力	P74 = 設定不要	-	-	-	-
P75	ANI5	入力	P75 = 設定不要	-	-	-	-
P76	ANI6	入力	P76 = 設定不要	-	-	-	-
P77	ANI7	入力	P77 = 設定不要	-	-	-	-
P90	TXD1	出力	P90 = 設定不要	PM90 = 設定不要	PMC90 = 1	PFC90 = 1	-
	KR6	入力	P90 = 設定不要	PM90 = 1	PMC90 = 0	PFC90 = 設定不要	KRM6 (KRM) = 1
P91	RXD1	入力	P91 = 設定不要	PM91 = 設定不要	PMC91 = 1	PFC91 = 1	-
	KR7	入力	P91 = 設定不要	PM91 = 1	PMC91 = 0	PFC91 = 設定不要	KRM7 (KRM) = 1
P96	TI51	入力	P96 = 設定不要	PM96 = 1	PMC96 = 0	PFC96 = 設定不要	-
	TO51	出力	P96 = 設定不要	PM96 = 設定不要	PMC96 = 1	PFC96 = 1	-
P97	SI01	入力	P97 = 設定不要	PM97 = 設定不要	PMC97 = 1	PFC97 = 1	-
P98	SO01	出力	P98 = 設定不要	PM98 = 設定不要	PMC98 = 1	PFC98 = 1	PF98 (PF9) = 設定任意
P99	SCK01	入出力	P99 = 設定不要	PM99 = 設定不要	PMC99 = 1	PFC99 = 1	PF99 (PF9) = 設定任意
P913	INTP4	入力	P913 = 設定不要	PM913 = 設定不要	PMC913 = 1	PFC913 = 1	-
P914	INTP5	入力	P914 = 設定不要	PM914 = 設定不要	PMC914 = 1	PFC914 = 1	-
P915	INTP6	入力	P915 = 設定不要	PM915 = 設定不要	PMC915 = 1	PFC915 = 1	-
PCM1	CLKOUT	出力	PCM1 = 設定不要	PMCM1 = 設定不要	PMCCM1 = 1	-	-

4.6 注意事項

4.6.1 ポートnレジスタ (Pn) に対するビット操作命令に関する注意事項

入力/出力が混在しているポートに対して1ビット操作命令を行った場合、操作対象のビットだけでなく、操作対象ではない入力ポートの出力ラッチの値も書き換わる可能性があります。

そのため、任意のポートを入力モードから出力モードに切り替える前には、出力ラッチの値を書き直すことを推奨します。

<例> PDL0は出力ポート、PDL1-PDL7は入力ポート（端子状態はすべてハイ・レベル）で、かつポート・ラッチの値が“00H”のとき、出力ポートPDL0の出力をビット操作命令により“ロウ・レベル” “ハイ・レベル” とすると、ポート・ラッチの値は、“FFH” になります。

説明：PMnmビット = 1であるポートのPnレジスタへの書き込み/読み出しの対象はそれぞれ、出力ラッチ/端子状態です。

また、ビット操作命令はV850ES/KE2内部で、次の順序で行われます。

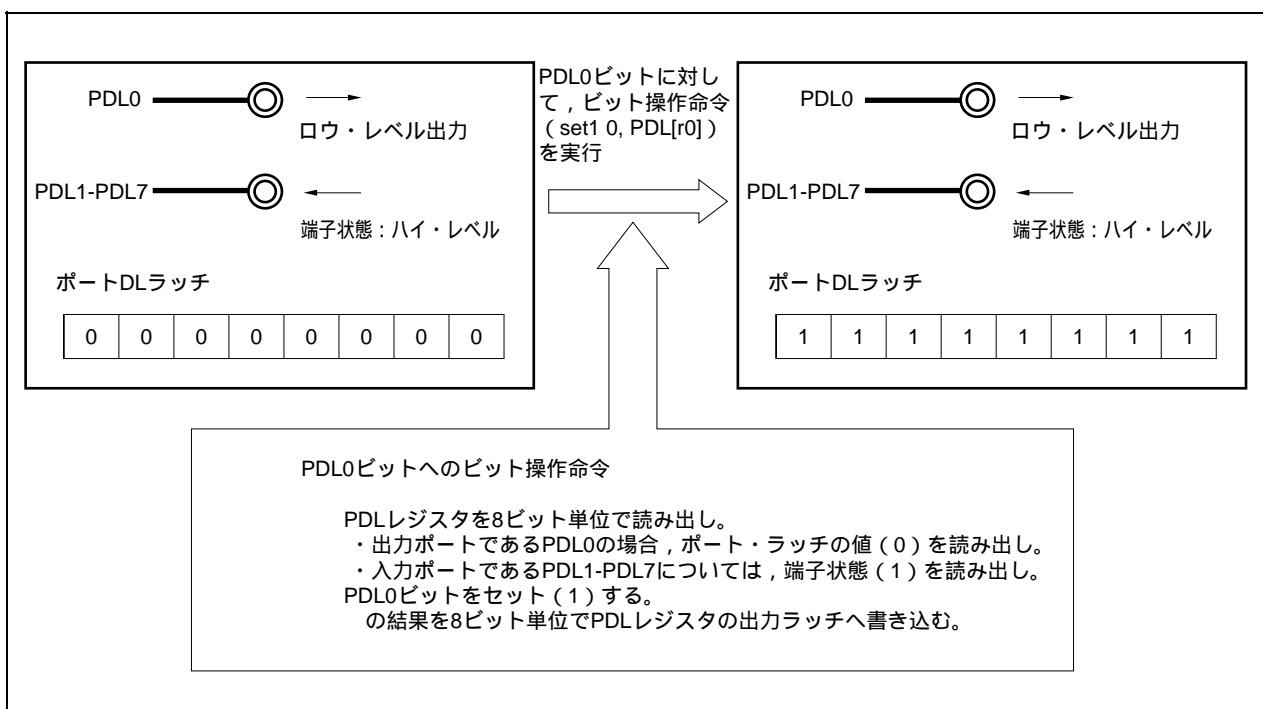
- <1> Pnレジスタを8ビット単位で読み出し
- <2> 対象の1ビットを操作
- <3> Pnレジスタへ8ビット単位で書き込み

<1> のとき、出力ポートであるPDL0は出力ラッチの値（0）を読み出しますが、入力ポートであるPDL1-PDL7は端子状態を読み出します。このときPDL1-PDL7の端子状態が“ハイ・レベル” とすると、読み出し値は“FEH” となります。

<2> の操作で、値は“FFH” となります。

<3> の操作で、出力ラッチに“FFH” が書き込まれます。

図4 - 21 ビット操作命令 (PDL0の場合)



4.6.2 ヒステリシス特性について

ポート・モードでは、次のポートはヒステリシス特性を持ちません。

P02-P06

P31-P35, P38, P39

P40, P42

P97, P99, P913-P915

第5章 クロック発生機能

5.1 概要

クロック発生機能の概要を次に示します。

メイン・クロック発振回路

PLL (4通倍) モード時

- ・ $f_x = 2 \sim 5 \text{ MHz}$ ($f_{xx} = 8 \sim 20 \text{ MHz}$: 4.5 V V_{DD} 5.5 V)
- ・ $f_x = 2 \sim 4 \text{ MHz}$ ($f_{xx} = 8 \sim 16 \text{ MHz}$: 4.0 V V_{DD} 5.5 V)
- ・ $f_x = 2 \sim 2.5 \text{ MHz}$ ($f_{xx} = 8 \sim 10 \text{ MHz}$: 2.7 V V_{DD} 5.5 V)

クロック・スルー・モード時

- ・ $f_x = 2 \sim 10 \text{ MHz}$ ($f_{xx} = 2 \sim 10 \text{ MHz}$: 2.7 V V_{DD} 5.5 V)

サブクロック発振回路

- ・ $f_{XT} = 32.768 \text{ kHz}$

PLL (Phase Locked Loop) による通倍機能 (4通倍)

- ・ クロック・スルー・モード / PLLモード選択可
- ・ 使用可能電圧 : $V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 \text{ V}$

内部システム・クロックの生成

- ・ 7段階 (f_{xx} , $f_{xx}/2$, $f_{xx}/4$, $f_{xx}/8$, $f_{xx}/16$, $f_{xx}/32$, f_{XT})

周辺クロックの生成

クロック出力機能

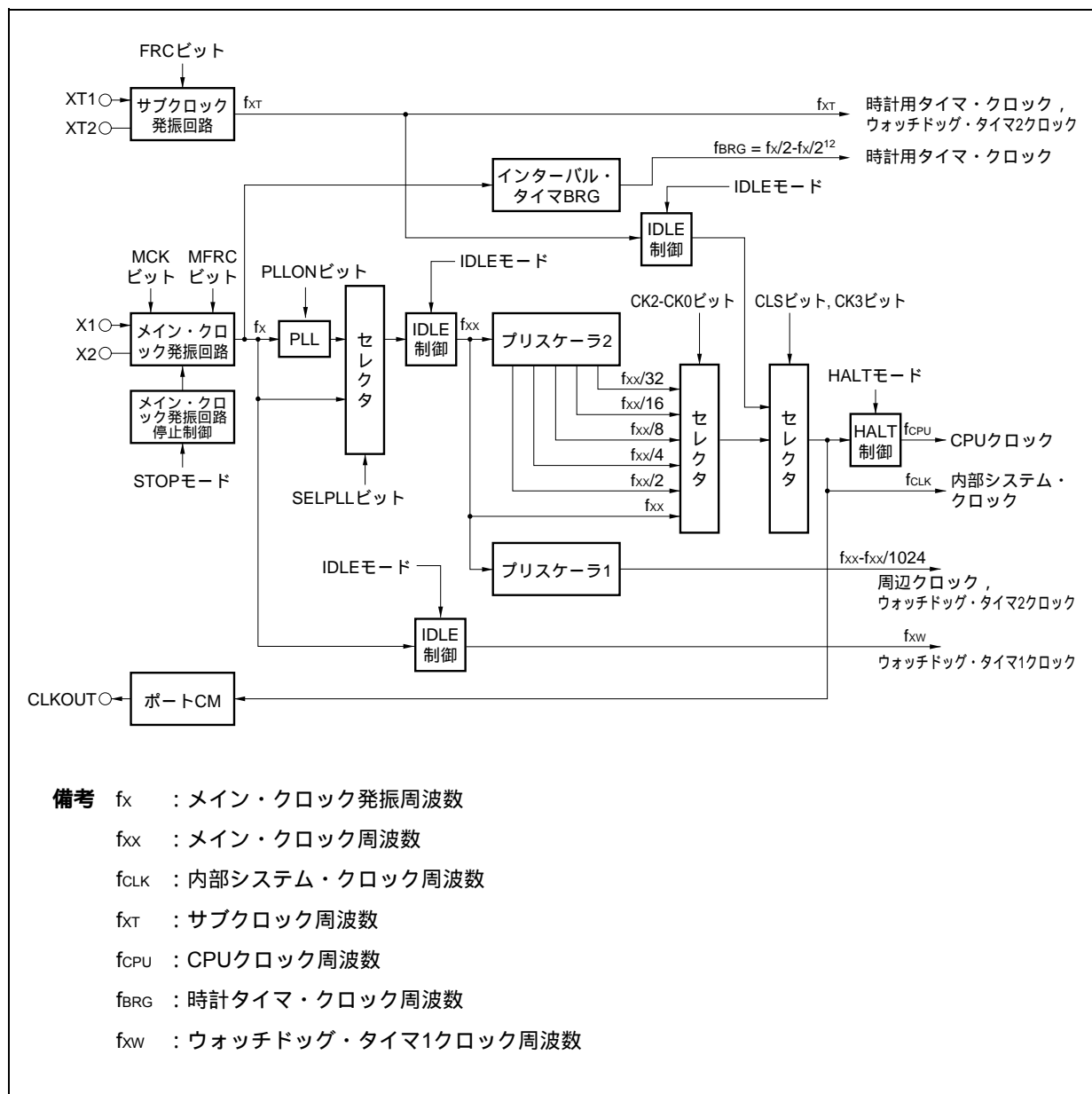
備考 f_x : メイン・クロック発振周波数

f_{xx} : メイン・クロック周波数

f_{XT} : サブクロック周波数

5.2 構成

図5 - 1 クロック発生回路



(1) メイン・クロック発振回路

次の周波数 (f_x) を発振します。

- ・ $f_x = 2 \sim 5$ MHz ($V_{DD} = 4.5 \sim 5.5$ V動作時 / PLLモード時)
- ・ $f_x = 2 \sim 4$ MHz ($V_{DD} = 4.0 \sim 5.5$ V動作時 / PLLモード時)
- ・ $f_x = 2 \sim 2.5$ MHz ($V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V動作時 / PLLモード時)
- ・ $f_x = 2 \sim 10$ MHz ($V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V動作時 / クロック・スルー・モード時)

(2) サブクロック発振回路

32.768 kHzの周波数 (f_{XT}) を発振します。

(3) メイン・クロック発振回路停止制御

メイン・クロック発振回路の発振を停止する制御信号を生成します。

STOPモード時,あるいはPCC.MCKビット = 1 (PCC.CLSビット = 1のときのみ有効)のとき,メイン・クロック発振回路の発振を停止します。

(4) プリスケーラ1

内蔵周辺機能に供給するクロック ($f_{xx-fxx}/1024$) を生成します。

クロック供給の対象となるブロックを次に示します。

TMP0, TM01, TM50, TM51, TMH0, TMH1, CSI00, CSI01, UART0, UART1, I²C0, ADC, WDT2

(5) プリスケーラ2

メイン・クロック (f_{xx}) を分周する回路です。

CPUクロック (f_{CPU}), 内部システム・クロック (f_{CLK}) を生成するセレクトに, プリスケーラ2で生成したクロック ($f_{xx-fxx}/32$) を供給します。

なお, f_{CLK} は, INTC, ROM, RAMブロックに供給するクロックで, CLKOUT端子から出力できます。

(6) インターバル・タイマBRG

メイン・クロック発振回路で生成するクロック (f_x) を所定の周波数 (32.768 kHz) まで分周する回路で, 時計用タイマ・ブロックに供給します。

詳細は, 第10章 インターバル・タイマ, 時計タイマを参照してください。

(7) PLL

メイン・クロック発振回路で生成するクロック (fx) を4通倍します。

PLLCTL.SELPLLビットによりfxをそのまま出力するクロック・スルー・モードと、通倍クロックを出力するPLLモードを選択します。

また、PLLCTL.PLLONビットによりPLLを動作/停止します。

5.3 レジスタ

(1) プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC)

PCCレジスタは特定レジスタです。特定のシーケンスの組み合わせによってだけ書き込みができます(3.4.7 特定レジスタ参照)。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより03Hになります。

(1/2)

リセット時 : 03H R/W アドレス : FFFFF828H								
PCC	7	⑥	5	④	③	2	1	0
	FRC	MCK	MFRC	CLS ^注	CK3	CK2	CK1	CK0
FRC	サブクロックの内蔵帰還抵抗の選択							
0	使用する							
1	使用しない							
MCK	メイン・クロック発振回路の制御							
0	発振許可							
1	発振停止							
<ul style="list-style-type: none"> ・CPUクロックがメイン・クロックで動作中にMCKビットを1に設定しても、メイン・クロックの動作は停止しません。CPUクロックをサブクロックに変更した後、停止します。 ・メイン・クロックを停止させ、サブクロックで動作している場合に、再度メイン・クロックに切り替えるときは、MCKビットを“0”に設定し、プログラム中で発振安定時間を確保したあとに切り替えてください。 								
MFRC	メイン・クロックの内蔵帰還抵抗の選択							
0	使用する							
1	使用しない							
CLS ^注	CPUクロック (f _{cpu}) の状態							
0	メイン・クロック動作							
1	サブクロック動作							
注 CLSビットはリードのみです。								

CK3	CK2	CK1	CK0	クロックの選択 (f _{CLK} /f _{CPU})
0	0	0	0	f _{xx}
0	0	0	1	f _{xx} /2
0	0	1	0	f _{xx} /4
0	0	1	1	f _{xx} /8 (初期値)
0	1	0	0	f _{xx} /16
0	1	0	1	f _{xx} /32
0	1	1	X	設定禁止
1	X	X	X	f _{XT}

- 注意1. CLKOUTを出力している間は、CPUクロック (CK3-CK0ビット) を変更しないでください。
2. CK3ビットを操作する際は、ビット操作命令で行ってください。8ビット操作命令で行う場合は、CK2-CK0ビットの設定値を変更しないでください。
 3. CPUがサブクロックで動作し、かつX1にクロックを入力していないとき、ウエイトが発生するレジスタにウエイトが発生するアクセス方法でアクセスしないでください (アクセス方法については3.4.8 (2) 特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照)。ウエイトが発生した場合、解除する方法はリセットのみです。

備考 X : 任意

(a) メイン・クロック動作 サブクロック動作の設定例

- CK3ビット 1 : ビット操作命令推奨。CK2-CK0ビットは変更しないでください。
- サブクロック動作 : CLSビットをリードしてサブクロック動作に切り替わったかどうかを確認してください。CK3ビットを設定したあと、サブクロック動作に切り替わるまでの時間は次のとおりです。

最大： $1/f_{XT}$ (1/サブクロック周波数)

- MCKビット 1 : メイン・クロックを停止するときのみ、MCKビットを1に設定します。

注意1. メイン・クロックを停止する場合は、PLLを停止してください。

2. 次の条件を満たしていない場合は、条件を満たすようにCK2-CK0ビットを変更後、サブクロック動作モードに移行してください。

内部システム・クロック (f_{CLK}) > サブクロック (f_{XT} : 32.768 kHz) × 4

備考 内部システム・クロック (f_{CLK}) : CK2-CK0ビットの設定によってメイン・クロック (f_{XX}) から生成するクロック

[記述例]

```

_SET_SUB_RUN :
    st.b    r0, PRCMD[r0]
    set1    3, PCC[r0]                -- CK3ビット 1
_CHECK_CLS :
    tst1    4, PCC[r0]                -- サブクロック動作に切り替わるまでウェイト
    bz     _CHECK_CLS
_STOP_MAIN_CLOCK :
    st.b    r0, PRCMD[r0]
    set1    6, PCC[r0]                -- MCKビット 1, メイン・クロック停止

```

備考 この記述例はあくまでも一例です。特に において、閉ループでCLSビットをリードしていただきますので注意してください。

(b) サブクロック動作 メイン・クロック動作の設定例

- MCKビット 0 :メイン・クロック発振開始
 プログラムによりウェイトを挿入して、メイン・クロックの発振安定時間が経過するまで待ちます。
- CK3ビット 0 :ビット操作命令を推奨します。CK2-CK0ビットは変更しないでください。
- メイン・クロック動作 :CK3ビットを設定したあと、メイン・クロック動作に切り替わるまでの時間は次のとおりです。

最大：1/f_{XT} (1/サブクロック周波数)

したがって、CK3ビットを0とした直後にNOP命令を1つ挿入するか、もしくはCLSビットをリードしてメイン・クロック動作に切り替わったかどうかを確認してください。

[記述例]

```

_START_MAIN_OSC :
  st.b      r0, PRCMD[r0]          -- 特定レジスタ，プロテクション解除
  clr1      6, PCC[r0]             -- メイン・クロック発振開始
  movea     0x55, r0, r11          -- 発振安定時間待ち

_WAIT_OST :
  nop
  nop
  nop
  addi      -1, r11, r11
  mp        r0, r11
  bne       _PROGRAM_WAIT
  st.b      r0, PRCMD[r0]
  clr1      3, PCC[r0]             -- CK3 0

_CHECK_CLS :
  tst1      4, PCC[r0]             -- メインクロック動作に切り替わるまでウェイト
  bnz       _CHECK_CLS

```

備考 この記述例はあくまでも一例です。特に において、閉ループでCLSビットをリードしていますので注意してください。

5.4 動作

5.4.1 各クロックの動作

各クロックの動作状態を次の表に示します。

表5 - 1 各クロックの動作状態

レジスタの設定および 動作状態 対象クロック	PCCレジスタ								
	CLSビット = 0, MCKビット = 0					CLSビット = 1, MCKビット = 0		CLSビット = 1, MCKビット = 1	
	リセット中	発振安定時間カウンタ中	HALTモード	IDLEモード	STOPモード	サブクロック・モード	サブIDLEモード	サブクロック・モード	サブIDLEモード
メイン・クロック発振回路 (fx)	×				×			×	×
サブクロック発振回路 (fxt)									
CPUクロック (fCPU)	×	×	×	×	×		×		×
内部システム・クロック (fCLK)	×	×		×	×		×		×
周辺クロック (fxx-fxx/1024)	×	×		×	×		×	×	×
WTクロック (メイン)	×				×			×	×
WTクロック (サブ)									
WDT1クロック (fxw)	×				×			×	×
WDT2クロック (メイン)	×	×		×	×		×	×	×
WDT2クロック (サブ)									

備考 : 動作可能

× : 停止

5.4.2 クロック出力機能

クロック出力機能は、内部システム・クロック (fCLK) をCLKOUT端子から出力します。

内部システム・クロック (fCLK) は、PCC.CK3-CK0ビットで選択します。

CLKOUT端子は、PCM1端子と兼用しており、ポートCMの制御レジスタを操作することにより、クロック出力端子として機能します。

CLKOUT端子の状態は、表5 - 1の内部システム・クロックと同じ状態になり、(動作可能)のときにクロックを出力することが可能です。また、×(停止)のときにはロウ・レベルを出力します。ただし、リセット後、CLKOUT端子の出力設定をするまでは、ポート・モード (PCM1: 入力モード) となるので、端子の状態はHi-Zになります。

5.4.3 外部クロック入力機能

発振回路には、外部クロックを直接入力することができます。この場合、X1端子からクロック入力、X2端子からその反転を入力し、PCC.MFRCビット = 1 (内蔵帰還抵抗を使用しない) としてください。ただし、外部クロック・モード時でも、発振安定時間は挿入されません。

5.5 PLL機能

5.5.1 概要

PLLは、CPUおよび内蔵周辺機能の動作クロックとして、発振周波数の4逓倍出力と、クロック・スルー・モードを切り替えます。

PLL機能使用時 : 入力クロック = 2~5 MHz (f_{xx} : 8~20 MHz)

クロック・スルー・モード : 入力クロック = 2~10 MHz (f_{xx} : 2~10 MHz)

5.5.2 レジスタ

(1) PLLコントロール・レジスタ (PLLCTL)

PLLCTLレジスタは、PLL, RTOのセキュリティ機能を制御する8ビット・レジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより01Hになります。

リセット時 : 01H R/W アドレス : FFFFF806H

	7	6	5	4	3	②	①	①
PLLCTL	0	0	0	0	0	RTOST0 ^注	SELPLL	PLLON

PLLON	PLL動作の制御
0	PLL停止
1	PLL動作

SELPLL	PLLクロックの選択
0	クロック・スルー動作
1	PLL動作

注 RTOST0ビットについては、第12章 リアルタイム出力機能(RTO)を参照してください。

注意 ビット3-7には必ず0を設定してください。ビット3は変更しても動作に影響はありません。

5.5.3 使用方法

(1) PLLを使用する場合

- ・リセット解除後は、PLLは動作 (PLLCTL.PLLONビット = 1) していますが、初期設定はクロック・スルー・モード (PLLCTL.SELPLLビット = 0) のため、PLLモード (SELPLLビット = 1) に変更してください。
- ・STOPモードなどのメイン・クロックを停止させる場合または、IDLEモードへの移行時は、まずクロック・スルー・モードに変更し次にPLLを停止させた後、それぞれのモードへ移行してください。IDLEモード、STOPモードからの復帰時は、最初にPLLを動作 (PLLONビット = 1) させたあと、PLLモード (SELPLLビット = 1) へ変更してください。
- ・PLLを動作させる場合はPLLONビット = 1として、200 μ s待ってからSELPLLビット = 1としてください。PLLを停止させる場合は、最初にクロック・スルー・モード (SELPLLビット = 0) として、8クロック以上後に、PLL停止 (PLLONビット = 0) としてください。

(2) PLLを使用しない場合

- ・リセット解除後は、クロック・スルー・モード (SELPLLビット = 0) ですが、PLLは動作 (PLLONビット = 1) しているので、PLLを停止 (PLLONビット = 0) してください。

備考 IDLEモードのときPLLは動作可能です。低消費電力を実現する場合は、PLLを停止してください。STOPモードに移行するときは必ずPLLを停止してください。

第6章 16ビット・タイマ/イベント・カウンタP (TMP)

タイマP (TMP) は、16ビットのタイマ/イベント・カウンタです。

6.1 概要

TMP0の概要を次に示します。

・クロック選択	: 8通り
・キャプチャ・トリガ入力端子	: 2本
・外部イベント・カウント入力端子	: 1本
・外部トリガ入力端子	: 1本
・タイマ・カウンタ	: 1本
・キャプチャ/コンペア・レジスタ	: 2本
・キャプチャ/コンペア一致割り込み要求信号	: 2本
・タイマ出力端子	: 2本

6.2 機能

TMP0の機能を次に示します。

- ・インターバル・タイマ
- ・外部イベント・カウンタ
- ・外部トリガ・パルス出力
- ・ワンショット・パルス出力
- ・PWM出力
- ・フリー・ランニング・タイマ
- ・パルス幅測定

6.3 構成

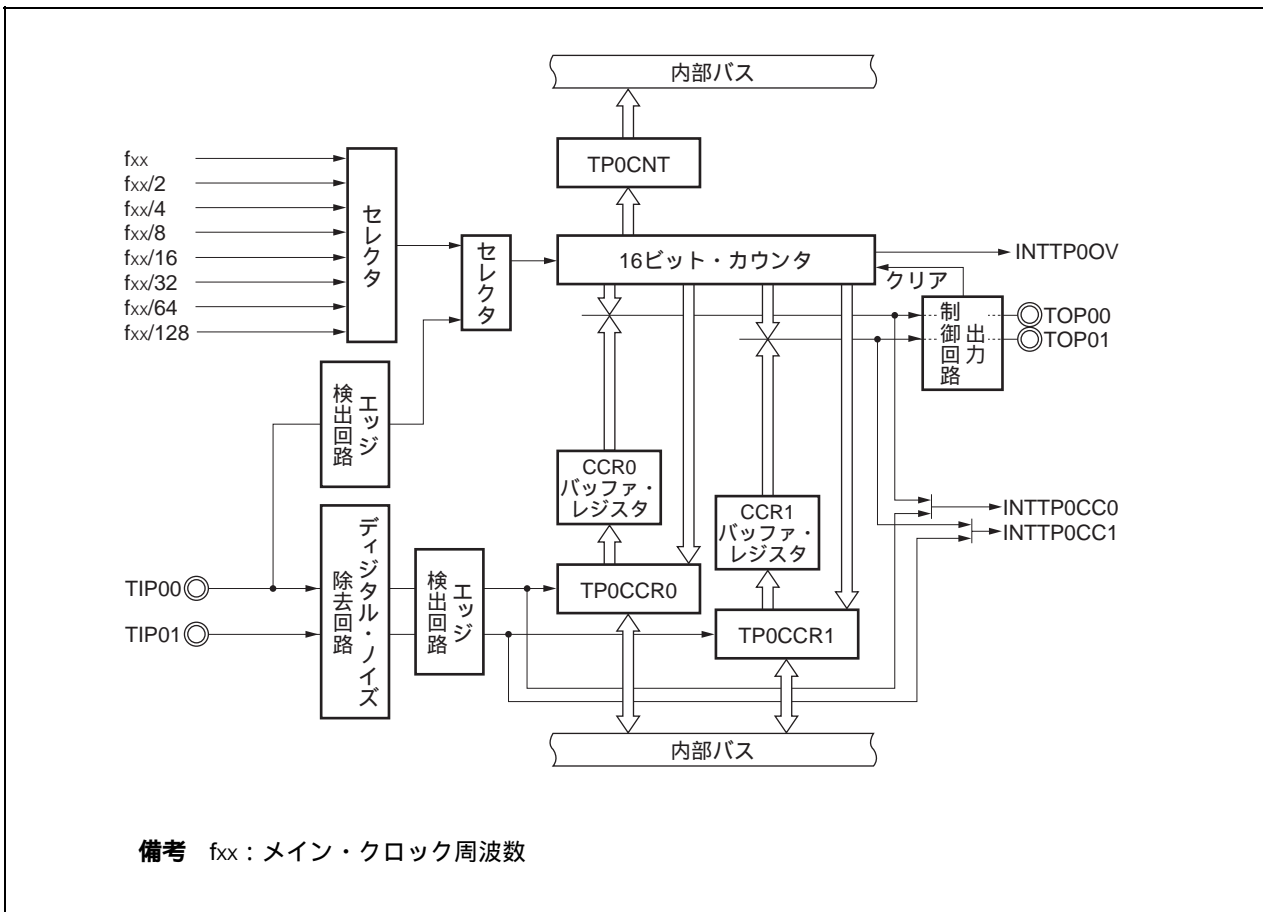
TMP0は、次のハードウェアで構成されています。

表6 - 1 TMP0の構成

項目	構成
タイマ・レジスタ	16ビット・カウンタ
レジスタ	TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ0, 1 (TP0CCR0, TP0CCR1) TMP0カウンタ・リード・バッファ・レジスタ (TP0CNT) CCR0, CCR1バッファ・レジスタ
タイマ入力	2本 (TIP00 ^注 , TIP01端子)
タイマ出力	2本 (TOP00, TOP01端子)
制御レジスタ	TMP0制御レジスタ0, 1 (TP0CTL0, TP0CTL1) TMP0I/O制御レジスタ0-2 (TP0IOC0-TP0IOC2) TMP0オプション・レジスタ0 (TP0OPT0)

注 TIP00端子には、キャプチャ・トリガ入力信号、外部イベント・カウント入力信号、外部トリガ入力信号が兼用されています。

図6 - 1 TMP0のブロック図



(1) 16ビット・カウンタ

内部クロックまたは外部イベントをカウントできる16ビットのカウンタです。

16ビット・カウンタのカウント値は、TP0CNTレジスタでリードできます。

TP0CTL0.TP0CEビット = 0のとき、16ビット・カウンタはFFFFHになります。このときTP0CNTレジスタをリードすると、0000Hがリードされます。

リセットによりTP0CEビット = 0になるため、16ビット・カウンタはFFFFHになります。

(2) CCR0バッファ・レジスタ

16ビット・カウンタのカウント値を比較する16ビットのコンペア・レジスタです。

TP0CCR0レジスタをコンペア・レジスタとして使用するとき、TP0CCR0レジスタにライトした値がCCR0バッファ・レジスタに転送され、16ビット・カウンタのカウント値とCCR0バッファ・レジスタの値が一致すると、コンペア一致割り込み要求信号 (INTTP0CC0) を発生します。

CCR0バッファ・レジスタは、直接リード/ライトできません。

リセットによりTP0CCR0レジスタが0000Hになるため、CCR0バッファ・レジスタも0000Hになります。

(3) CCR1バッファ・レジスタ

16ビット・カウンタのカウント値を比較する16ビットのコンペア・レジスタです。

TP0CCR1レジスタをコンペア・レジスタとして使用するとき、TP0CCR1レジスタにライトした値がCCR1バッファ・レジスタに転送され、16ビット・カウンタのカウント値とCCR1バッファ・レジスタの値が一致すると、コンペア一致割り込み要求信号 (INTTP0CC1) を発生します。

CCR1バッファ・レジスタは、直接リード/ライトできません。

リセットによりTP0CCR1レジスタが0000Hになるため、CCR1バッファ・レジスタも0000Hになります。

(4) エッジ検出回路

TIP00, TIP01端子に入力される有効エッジを検出します。有効エッジは、TP0IOC1, TP0IOC2レジスタにより、エッジ検出なし、立ち上がり、立ち下がり、立ち上がり/立ち下がり両エッジから選択できます。

(5) 出力制御回路

TOP00, TOP01端子の出力を制御します。TOP00, TOP01端子の出力は、TP0IOC0レジスタで制御します。

(6) セレクタ

16ビット・カウンタのカウント・クロックを選択します。カウント・クロックとして、8種類の内部クロックまたは外部イベントから選択できます。

(7) デジタル・ノイズ除去回路

TIP0a端子をキャプチャ・トリガ入力として使用した場合にのみ有効です。

TIP0aノイズ除去レジスタ (PaNFC) で制御します。

備考 a = 0, 1

6.4 レジスタ

(1) TMP0制御レジスタ0 (TP0CTL0)

TP0CTL0レジスタは、TMP0の動作を制御する8ビット・レジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

TP0CTL0レジスタは、常時ソフトウェアでの同値書き込みができます。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF5A0H

	⑦	6	5	4	3	2	1	0
TP0CTL0	TPOCE	0	0	0	0	TP0CKS2	TP0CKS1	TP0CKS0

TPOCE	TMP0の動作の制御
0	TMP0動作禁止 (TMP0を非同期にリセット ^注)
1	TMP0動作許可。TMP0動作開始

TP0CKS2	TP0CKS1	TP0CKS0	内部カウント・クロックの選択
0	0	0	f _{xx}
0	0	1	f _{xx} /2
0	1	0	f _{xx} /4
0	1	1	f _{xx} /8
1	0	0	f _{xx} /16
1	0	1	f _{xx} /32
1	1	0	f _{xx} /64
1	1	1	f _{xx} /128

注 TP0OPT0.TP0OVFビット、16ビット・カウンタ、タイマ出力 (TOP00, TOP01端子)。

注意1. TP0CKS2-TP0CKS0ビットは、TPOCEビット = 0のときに設定してください。TPOCEビットを“0”から“1”に設定するときに、同時にTP0CKS2-TP0CKS0ビットを設定できます。

2. ビット3-6には必ず“0”を設定してください。

備考 f_{xx} : メイン・クロック周波数

(2) TMP0制御レジスタ1 (TP0CTL1)

TP0CTL1レジスタは、TMP0の動作を制御する8ビット・レジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF5A1H

	7	⑥	⑤	4	3	2	1	0
TP0CTL1	0	TP0EST	TP0EEE	0	0	TP0MD2	TP0MD1	TP0MD0

TP0EST	ソフトウェア・トリガ制御
0	-
1	外部トリガ入力への有効な信号を作成 ・ワンショット・パルス出力モード時：TP0ESTビットへの"1"ライトをトリガとして、ワンショット・パルスを出力 ・外部トリガ・パルス出力モード時：TP0ESTビットへの"1"ライトをトリガとして、PWM波形を出力

TP0EEE	カウント・クロックの選択
0	外部イベント・カウント入力での動作禁止 (TP0CTL0.TP0CK0-TP0CK2ビットによって選択されたカウント・クロックでカウント動作を行う)
1	外部イベント・カウント入力での動作許可 (外部イベント・カウント入力信号の有効エッジごとにカウント動作を行う)
TP0EEEビットは、内部カウント・クロックか、または外部イベント・カウント入力の有効エッジでカウント動作を行うかを選択するためのビットです。	

TP0MD2	TP0MD1	TP0MD0	タイマ・モードの選択
0	0	0	インターバル・タイマ・モード
0	0	1	外部イベント・カウント・モード
0	1	0	外部トリガ・パルス出力モード
0	1	1	ワンショット・パルス出力モード
1	0	0	PWM出力モード
1	0	1	フリー・ランニング・タイマ・モード
1	1	0	パルス幅測定モード
1	1	1	設定禁止

- 注意1. TP0ESTビットは、外部トリガ・パルス出力モードまたはワンショット・パルス出力モード時のみ有効です。それ以外のモードでは、“1”をライトしても無視されます。
- 外部イベント・カウント・モードのときは、TP0EEEビットの値にかかわらず外部イベント・カウント入力を選択されます。
 - TP0EEE, TP0MD2-TP0MD0ビットは、TP0CTL0.TP0CEビット = 0のときに設定してください(TP0CEビット = 1のときの同値書き込みは可能)。TP0CEビット = 1のときに書き換えた場合、動作を保証できません。誤って書き換えた場合は、TP0CEビットをクリア(0)してから再設定してください。
 - ビット3, 4, 7には必ず“0”を設定してください。

(3) TMP0I/O制御レジスタ0 (TP0IOC0)

TP0IOC0レジスタは、タイマ出力 (TOP00, TOP01端子) を制御する8ビット・レジスタです。8/1ビット単位でリード/ライト可能です。
リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF5A2H

	7	6	5	4	3	②	1	①
TP0IOC0	0	0	0	0	TP0OL1	TP0OE1	TP0OL0	TP0OE0

TP0OL1	TOP01端子出力レベルの設定 ^注
0	TOP01端子ハイ・レベル・スタート
1	TOP01端子ロウ・レベル・スタート

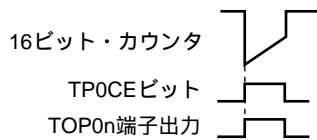
TP0OE1	TOP01端子出力の設定
0	タイマ出力禁止 ・ TP0OL1ビット = 0のときTOP01端子からロウ・レベルを出力 ・ TP0OL1ビット = 1のときTOP01端子からハイ・レベルを出力
1	タイマ出力許可 (TOP01端子から方形波を出力)

TP0OL0	TOP00端子出力レベルの設定 ^注
0	TOP00端子ハイ・レベル・スタート
1	TOP00端子ロウ・レベル・スタート

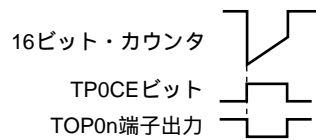
TP0OE0	TOP00端子出力の設定
0	タイマ出力禁止 ・ TP0OL0ビット = 0のときTOP00端子からロウ・レベルを出力 ・ TP0OL0ビット = 1のときTOP00端子からハイ・レベルを出力
1	タイマ出力許可 (TOP00端子から方形波を出力)

注 TP0OLnビットの指定によるタイマ出力端子 (TOP0n) の出力レベルを次に示します (n = 0, 1)。

・ TP0OLnビット = 0の場合



・ TP0OLnビット = 1の場合



注意1. TP0OL1, TP0OE1, TP0OL0, TP0OE0ビットは、TP0CTL0.TP0CEビット = 0のときに書き換えてください (TP0CEビット = 1のときの同値書き込みは可能)。誤まって書き換えた場合は、TP0CEビットをクリア (0) してから再設定してください。

2. TP0CEビット = 0, TP0OEaビット = 0の状態において、TP0OLaビットを操作した場合でも、TOP0a端子の出力レベルは変化します (a = 0, 1)。

(4) TMP0I/O制御レジスタ1 (TP0IOC1)

TP0IOC1レジスタは、キャプチャ・トリガ入力信号 (TIP00, TIP01端子) に対する有効エッジを制御する8ビット・レジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時: 00H R/W アドレス: FFFFF5A3H

	7	6	5	4	3	2	1	0
TP0IOC1	0	0	0	0	TP0IS3	TP0IS2	TP0IS1	TP0IS0

TP0IS3	TP0IS2	キャプチャ・トリガ入力信号 (TIP01端子) の有効エッジの設定
0	0	エッジ検出なし (キャプチャ動作無効)
0	1	立ち上がりエッジを検出
1	0	立ち下がりエッジを検出
1	1	両エッジを検出

TP0IS1	TP0IS0	キャプチャ・トリガ入力信号 (TIP00端子) の有効エッジの設定
0	0	エッジ検出なし (キャプチャ動作無効)
0	1	立ち上がりエッジを検出
1	0	立ち下がりエッジを検出
1	1	両エッジを検出

- 注意1. TP0IS3-TP0IS0ビットは、TP0CTL0.TP0CEビット = 0のときに書き換えてください (TP0CEビット = 1のときの同値書き込みは可能)。誤って書き換えた場合は、TP0CEビットをクリア (0) してから再設定してください。
2. TP0IS3-TP0IS0ビットは、フリー・ランニング・タイマ・モードと、パルス幅測定モードのときのみ有効です。それ以外のモードではキャプチャ動作は行われません。

(5) TMP0I/O制御レジスタ2 (TP0IOC2)

TP0IOC2レジスタは、外部イベント・カウント入力信号 (TIP00端子)、外部トリガ入力信号 (TIP00端子) に対する有効エッジを制御する8ビット・レジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF5A4H

	7	6	5	4	3	2	1	0
TP0IOC2	0	0	0	0	TP0EES1	TP0EES0	TP0ETS1	TP0ETS0

TP0EES1	TP0EES0	外部イベント・カウント入力信号 (TIP00端子) の有効エッジの設定
0	0	エッジ検出なし (外部イベント・カウント無効)
0	1	立ち上がりエッジを検出
1	0	立ち下がりエッジを検出
1	1	両エッジを検出

TP0ETS1	TP0ETS0	外部トリガ入力信号 (TIP00端子) の有効エッジの設定
0	0	エッジ検出なし (外部トリガ無効)
0	1	立ち上がりエッジを検出
1	0	立ち下がりエッジを検出
1	1	両エッジを検出

- 注意1. TP0EES1, TP0EES0, TP0ETS1, TP0ETS0ビットは、
 TP0CTL0.TP0CEビット = 0のときに書き換えてください (TP0CE
 ビット = 1のときの同値書き込みは可能)。誤って書き換えた場合
 は、TP0CEビットをクリア (0) してから再設定してください。
2. TP0EES1, TP0EES0ビットは、TP0CTL1.TP0EEEビット = 1、また
 は外部イベント・カウント・モード (TP0CTL1.TP0MD2-TP0MD0
 ビット = 001) に設定したときのみ有効です。
3. TP0ETS1, TP0ETS0ビットは、外部トリガ・パルス出力モード
 (TP0MD2-TP0MD0ビット = 010)、ワンショット・パルス出力モ
 ード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 011) に設定したときのみ有効で
 ず。

(6) TMP0オプション・レジスタ0 (TP0OPT0)

TP0OPT0レジスタは、キャプチャ/コンペア動作の設定、オーバフローの検出をする8ビット・レジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF5A5H

	7	6	5	4	3	2	1	①
TP0OPT0	0	0	TP0CCS1	TP0CCS0	0	0	0	TP0OVF

TP0CCS1	TP0CCR1レジスタのキャプチャ/コンペア選択
0	コンペア・レジスタに選択
1	キャプチャ・レジスタに選択
TP0CCS1ビットの設定はフリー・ランニング・タイマ・モードのときのみ有効になります。	

TP0CCS0	TP0CCR0レジスタのキャプチャ/コンペア選択
0	コンペア・レジスタに選択
1	キャプチャ・レジスタに選択
TP0CCS0ビットの設定はフリー・ランニング・タイマ・モードのときのみ有効になります。	

TP0OVF	TMP0のオーバフロー検出フラグ
セット(1)	オーバフロー発生
リセット(0)	TP0OVFビットへの0ライトまたはTP0CTL0.TP0CEビット = 0
<ul style="list-style-type: none"> ・TP0OVFビットは、フリー・ランニング・タイマ・モードおよびパルス幅測定モード時に、16ビット・カウンタのカウント値がFFFFFFHから0000Hにオーバフローするときセット(1)されます。 ・TP0OVFビットがセット(1)されると同時に、割り込み要求信号(INTTP0OV)が発生します。フリー・ランニング・タイマ・モードおよびパルス幅測定モード以外では、INTTP0OV信号は発生しません。 ・TP0OVFビット = 1のときにTP0OVFビットまたはTP0OPT0レジスタをリードしても、TP0OVFビットはクリアされません。 ・TP0OVFビットはリード/ライト可能ですが、ソフトウェアでTP0OVFビットをセット(1)することはできません。“1”をライトしてもTMP0の動作に影響はありません。 	

注意1. TP0CCS1, TP0CCS0ビットは、TP0CEビット = 0のときに書き換えてください (TP0CEビット = 1のときの同値書き込みは可能)。誤って書き換えた場合は、TP0CEビットをクリア(0)してから再設定してください。

2. ビット1-3, 6, 7には必ず“0”を設定してください。

(7) TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ0 (TP0CCR0)

TP0CCR0レジスタは、各モードによりキャプチャ機能とコンペア機能を切り替えて使用できるレジスタです。

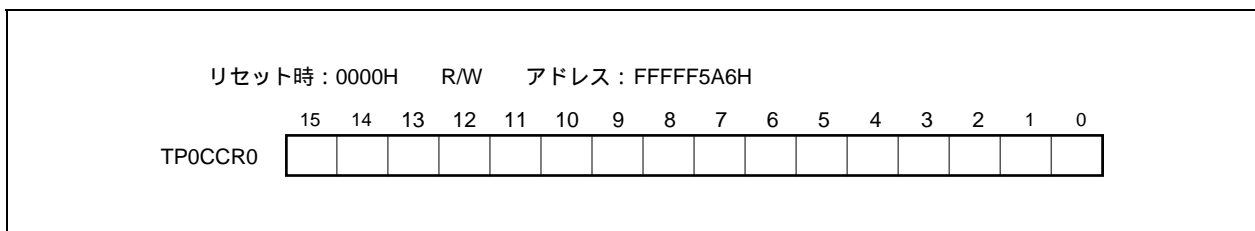
TP0CCR0レジスタは、フリー・ランニング・タイマ・モードの場合のみ、TP0OPT0.TP0CCS0ビットの設定により、キャプチャ・レジスタまたはコンペア・レジスタに設定できます。パルス幅測定モードの場合は、キャプチャ・レジスタとしてのみ使用します。これら以外のモードでは、コンペア・レジスタとしてのみ使用します。

TP0CCR0レジスタは、動作中のリード/ライトを許可します。

16ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより0000Hになります。

注意 サブクロック動作時、かつメイン・クロック停止時のTP0CCR0レジスタへのアクセスは禁止です。詳細は、3.4.8(2)を参照してください。



(a) コンペア・レジスタとしての機能

TP0CCR0レジスタは、TP0CTL0.TP0CEビット = 1のときでも書き換えできます。

TP0CCR0レジスタの設定値はCCR0バッファ・レジスタに転送され、16ビット・カウンタのカウンタ値とCCR0バッファ・レジスタの値が一致することでコンペア一致割り込み要求信号 (INTTP0CC0) を発生し、TOP00端子出力を許可している場合、TOP00端子出力を反転します。

インターバル・タイマ・モード、外部イベント・カウント・モード、外部トリガ・パルス出力モード、ワンショット・パルス出力モード、PWM出力モードにおいて、TP0CCR0レジスタを周期レジスタとして使用する場合は、16ビット・カウンタのカウンタ値とCCR0バッファ・レジスタの値が一致することで16ビット・カウンタをクリア (0000H) します。

(b) キャプチャ・レジスタとしての機能

フリー・ランニング・タイマ・モードにおいて、TP0CCR0レジスタをキャプチャ・レジスタとして使用する場合、キャプチャ・トリガ入力 (TIP00端子) の有効エッジを検出すると、16ビット・カウンタのカウンタ値をTP0CCR0レジスタに格納します。パルス幅測定モードの場合は、キャプチャ・トリガ入力 (TIP00端子) の有効エッジを検出すると、16ビット・カウンタのカウンタ値をTP0CCR0レジスタに格納し、16ビット・カウンタをクリア (0000H) します。

キャプチャ動作とTP0CCR0レジスタのリードが競合しても、TP0CCR0レジスタは正しい値をリードできます。

各動作モードと、対応するキャプチャ/コンペア・レジスタの機能、およびコンペア・レジスタの書き込み方法は次のとおりです。

表6 - 2 各動作モードとキャプチャ/コンペア・レジスタの機能およびコンペア・レジスタの書き込み方法

動作モード	キャプチャ/コンペア・レジスタ	コンペア・レジスタ書き込み方法
インターバル・タイマ	コンペア・レジスタ	随時書き込み
外部イベント・カウンタ	コンペア・レジスタ	随時書き込み
外部トリガ・パルス出力	コンペア・レジスタ	一斉書き込み
ワンショット・パルス出力	コンペア・レジスタ	随時書き込み
PWM出力	コンペア・レジスタ	一斉書き込み
フリー・ランニング・タイマ	キャプチャ/コンペア・レジスタ	随時書き込み
パルス幅測定	キャプチャ・レジスタ	-

(8) TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ1 (TP0CCR1)

TP0CCR1レジスタは、各モードによりキャプチャ機能とコンペア機能を切り替えて使用できるレジスタです。

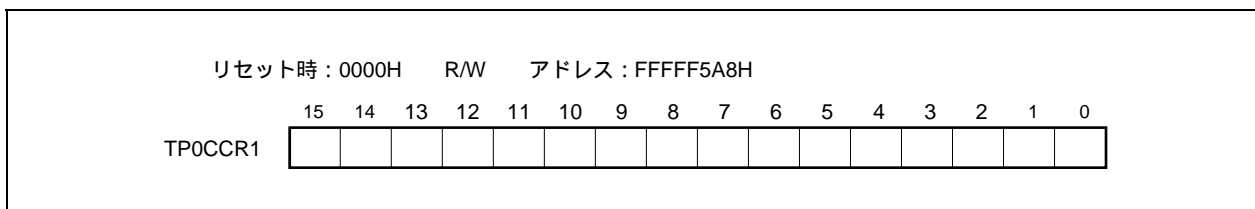
TP0CCR1レジスタは、フリー・ランニング・タイマ・モードの場合のみ、TP0OPT0.TP0CCS1ビットの設定により、キャプチャ・レジスタまたはコンペア・レジスタに設定できます。パルス幅測定モードの場合は、キャプチャ・レジスタとしてのみ使用します。これら以外のモードでは、コンペア・レジスタとしてのみ使用します。

TP0CCR1レジスタは、動作中のリード/ライトを許可します。

16ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより0000Hになります。

注意 サブクロック動作時、かつメイン・クロック停止時のTP0CCR1レジスタへのアクセスは禁止です。詳細は、3.4.8(2)を参照してください。



(a) コンペア・レジスタとしての機能

TP0CCR1レジスタは、TP0CTL0.TP0CEビット = 1のときでも書き換えできます。

TP0CCR1レジスタの設定値はCCR1バッファ・レジスタに転送され、16ビット・カウンタのカウンタ値とCCR1バッファ・レジスタの値が一致することでコンペア一致割り込み要求信号 (INTTP0CC1) を発生し、TOP01端子出力を許可している場合、TOP01端子出力を反転します。

(b) キャプチャ・レジスタとしての機能

フリー・ランニング・タイマ・モードにおいて、TP0CCR1レジスタをキャプチャ・レジスタとして使用する場合、キャプチャ・トリガ入力 (TIP01端子) の有効エッジを検出すると、16ビット・カウンタのカウンタ値をTP0CCR1レジスタに格納します。パルス幅測定モードの場合は、キャプチャ・トリガ入力 (TIP01端子) の有効エッジを検出すると、16ビット・カウンタのカウンタ値をTP0CCR1レジスタに格納し、16ビット・カウンタをクリア (0000H) します。

キャプチャ動作とTP0CCR1レジスタのリードが競合しても、TP0CCR1レジスタは正しい値をリードできます。

各動作モードと、対応するキャプチャ/コンペア・レジスタの機能、およびコンペア・レジスタの書き込み方法は次のとおりです。

表6 - 3 各動作モードとキャプチャ/コンペア・レジスタの機能およびコンペア・レジスタの書き込み方法

動作モード	キャプチャ/コンペア・レジスタ	コンペア・レジスタ書き込み方法
インターバル・タイマ	コンペア・レジスタ	随時書き込み
外部イベント・カウンタ	コンペア・レジスタ	随時書き込み
外部トリガ・パルス出力	コンペア・レジスタ	一斉書き込み
ワンショット・パルス出力	コンペア・レジスタ	随時書き込み
PWM出力	コンペア・レジスタ	一斉書き込み
フリー・ランニング・タイマ	キャプチャ/コンペア・レジスタ	随時書き込み
パルス幅測定	キャプチャ・レジスタ	-

(9) TMP0カウンタ・リード・バッファ・レジスタ (TP0CNT)

TP0CNTレジスタは、16ビットのカウンタ値をリードできるリード・バッファ・レジスタです。

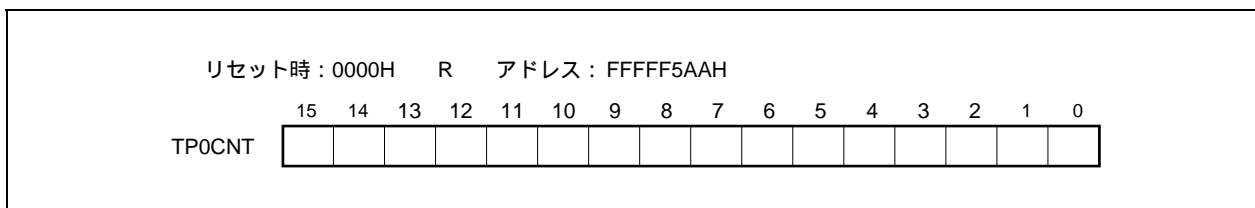
TP0CTL0.TP0CEビット = 1のときにTP0CNTレジスタをリードすると、16ビット・カウンタのカウンタ値をリードできます。

16ビット単位でリードのみ可能です。

TP0CEビット = 0のとき、TP0CNTレジスタは0000Hになります。このときにTP0CNTレジスタをリードすると、16ビット・カウンタの値 (FFFFH) をリードせず、そのまま0000Hをリードします。

リセットによりTP0CEビット = 0になるため、TP0CNTレジスタは0000Hになります。

注意 サブクロック動作時、かつメイン・クロック停止時のTP0CNTレジスタへのアクセスは禁止です。詳細は、3.4.8 (2) を参照してください。



6.5 動作

TMP0には次のような動作があります。

動作	TP0CTL1.TP0ESTビット (ソフトウェア・トリガ・ビット)	TIP00端子 (外部トリガ入力)	キャプチャ/コンペア・レジスタの設定	コンペア・レジスタの書き込み方法
インターバル・タイマ・モード	無効	無効	コンペア専用	随時書き込み
外部イベント・カウント・モード ^{注1}	無効	無効	コンペア専用	随時書き込み
外部トリガ・パルス出力モード ^{注2}	有効	有効	コンペア専用	一斉書き込み
ワンショット・パルス出力モード ^{注2}	有効	有効	コンペア専用	随時書き込み
PWM出力モード	無効	無効	コンペア専用	一斉書き込み
フリー・ランニング・タイマ・モード	無効	無効	切り替え可能	随時書き込み
パルス幅測定モード ^{注2}	無効	無効	キャプチャ専用	対象外

- 注1. 外部イベント・カウント・モードを使用する場合、TIP00端子のキャプチャ・トリガ入力の有効エッジの設定を、エッジを検出しない (TP0IOC1.TP0IS1, TP0IS0ビットを“00”) に設定してください。
2. 外部トリガ・パルス出力モード、ワンショット・パルス出力モード、パルス幅測定モードを使用する場合、カウント・クロックは内部クロックを選択 (TP0CTL1.TP0EEEビット = 0に設定) してください。

6.5.1 インターバル・タイマ・モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 000)

インターバル・タイマ・モードは、TP0CTL0.TP0CEビットをセット(1)することで、任意のインターバル間隔にて割り込み要求信号 (INTTP0CC0) を発生します。また、TOP00端子から、インターバル間隔を半周期とする方形波を出力できます。

インターバル・タイマ・モードでは、通常、TP0CCR1レジスタを使用しません。

図6-2 インターバル・タイマの構成図

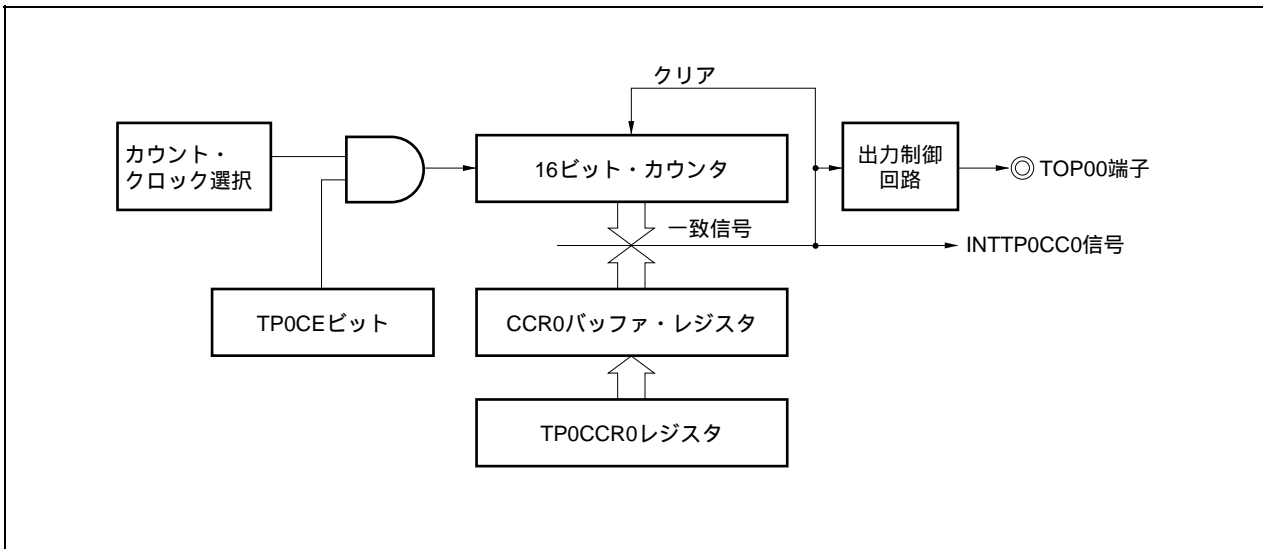
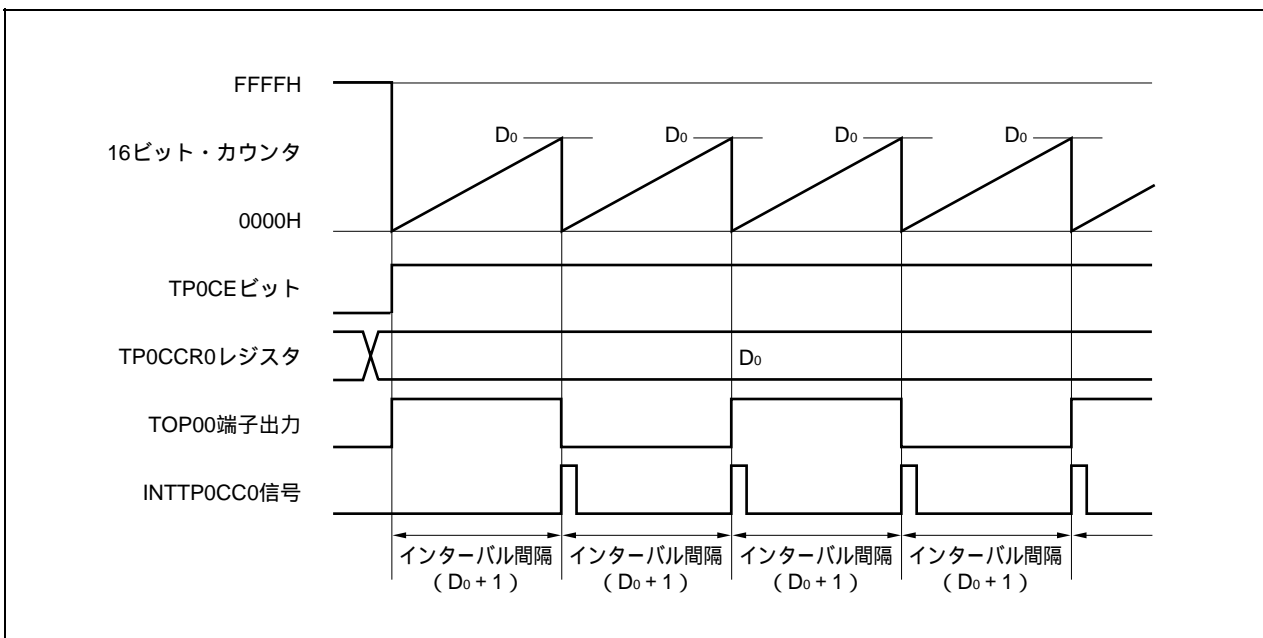


図6-3 インターバル・タイマ・モード動作の基本タイミング



TP0CEビットをセット(1)することで、カウント・クロックに同期して16ビット・カウンタをFFFFHから0000Hにクリアし、カウント動作を開始します。このときTOP00端子出力を反転します。また、TP0CCR0レジスタの設定値がCCR0バッファ・レジスタに転送されます。

16ビット・カウンタのカウント値とCCR0バッファ・レジスタの値が一致すると、16ビット・カウンタを0000Hにクリアし、TOP00端子出力を反転させて、コンペア一致割り込み要求信号 (INTTP0CC0) を発生します。インターバル間隔は次のようになります。

$$\text{インターバル間隔} = (\text{TP0CCR0レジスタ設定値} + 1) \times \text{カウント・クロック周期}$$

図6-4 インターバル・タイマ・モード動作時のレジスタ設定内容(1/2)

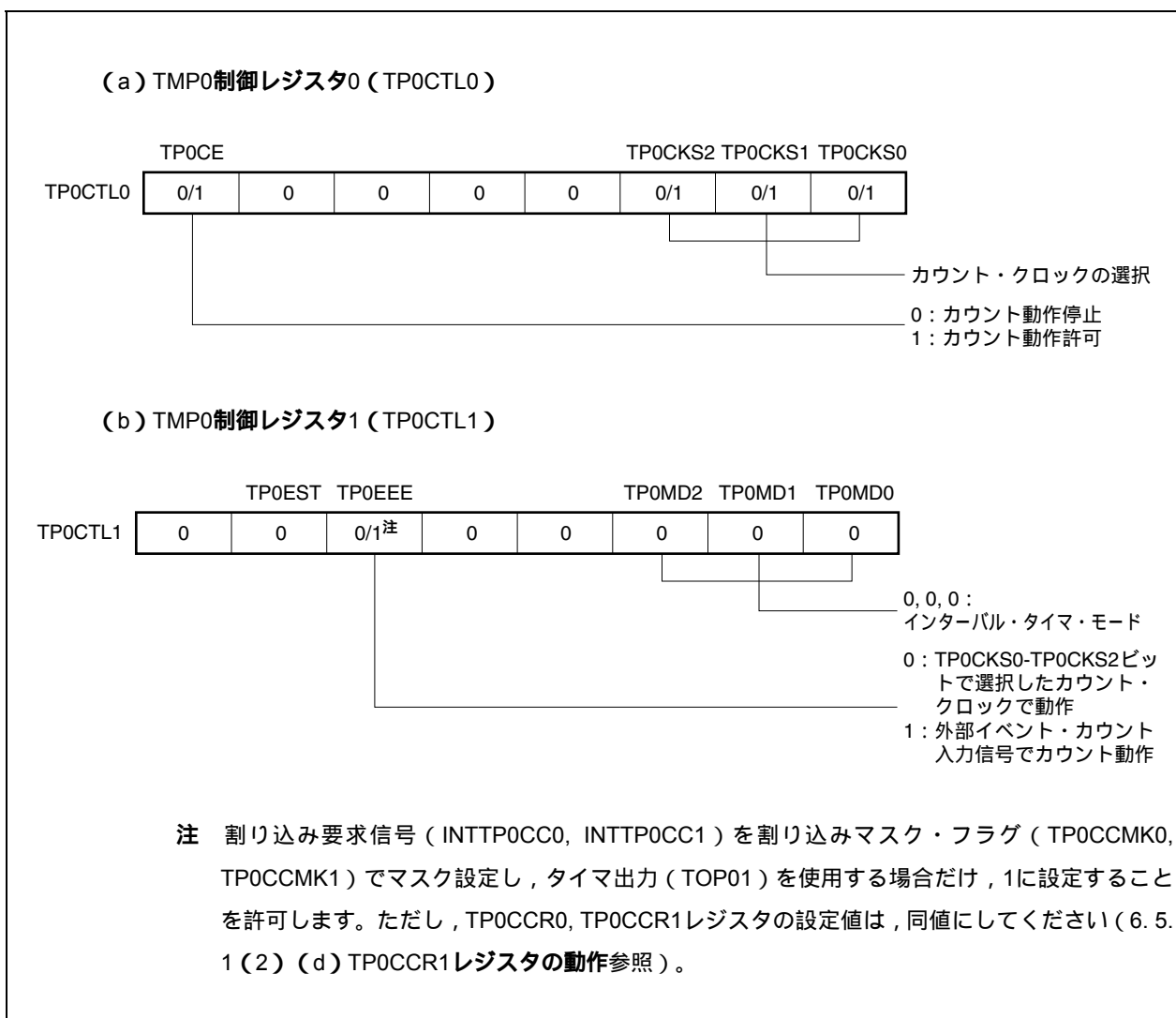
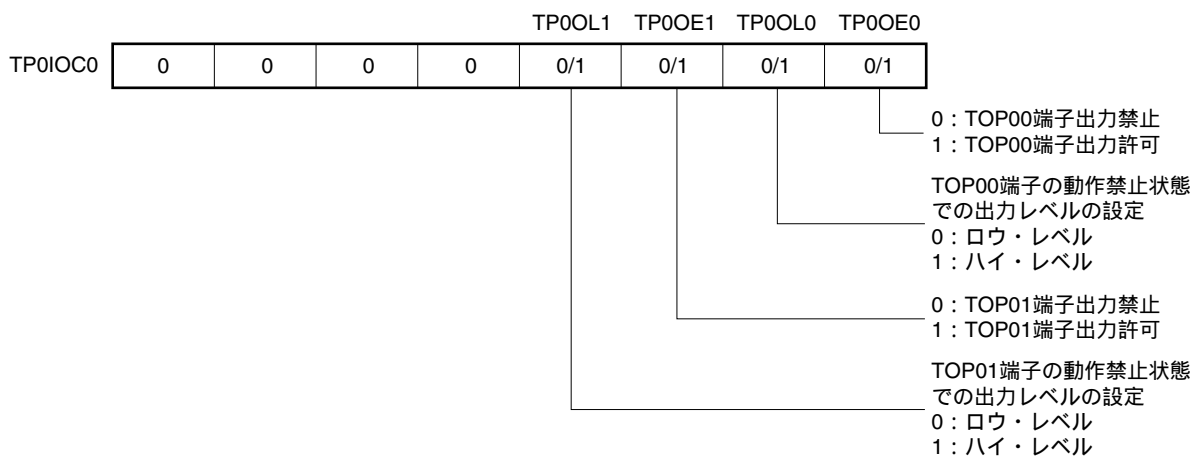


図6 - 4 インターバル・タイマ・モード動作時のレジスタ設定内容 (2/2)

(c) TMP0I/O制御レジスタ0 (TP0IOC0)



(d) TMP0カウンタ・リード・バッファ・レジスタ (TP0CNT)

TP0CNTレジスタをリードすることで、16ビット・カウンタのカウンタ値をリードできます。

(e) TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ0 (TP0CCR0)

TP0CCR0レジスタにD₀を設定した場合、

$$\text{インターバル間隔} = (D_0 + 1) \times \text{カウンタ・クロック周期}$$

となります。

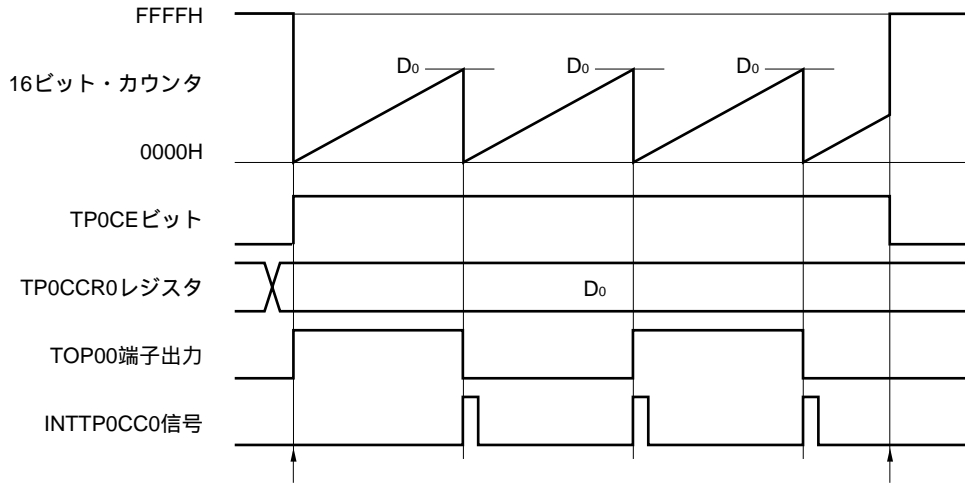
(f) TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ1 (TP0CCR1)

インターバル・タイマ・モードでは、通常、TP0CCR1レジスタを使用しません。しかし、TP0CCR1レジスタの設定値はCCR1バッファ・レジスタに転送され、16ビット・カウンタのカウンタ値とCCR1バッファ・レジスタの値が一致するとコンペア一致割り込み要求信号 (INTTP0CC1) が発生します。したがって、割り込みマスク・フラグ (TP0CCMK1) でマスク設定しておいてください。

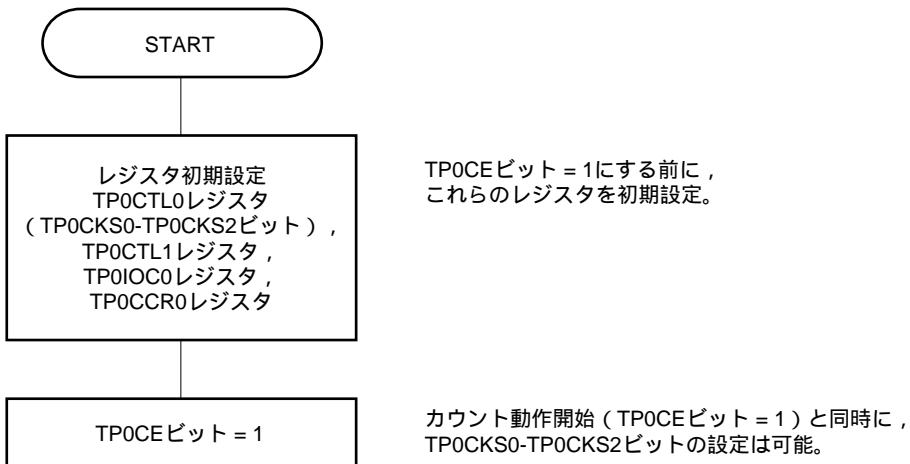
備考 通常、TMP0I/O制御レジスタ1 (TP0IOC1)、TMP0I/O制御レジスタ2 (TP0IOC2)、TMP0オプション・レジスタ0 (TP0OPT0) は、インターバル・タイマ・モードでは使用しません。ただし、外部イベント・カウント入力を使用する場合は、TP0IOC2レジスタを設定してください。

(1) インターバル・タイマ・モード動作フロー

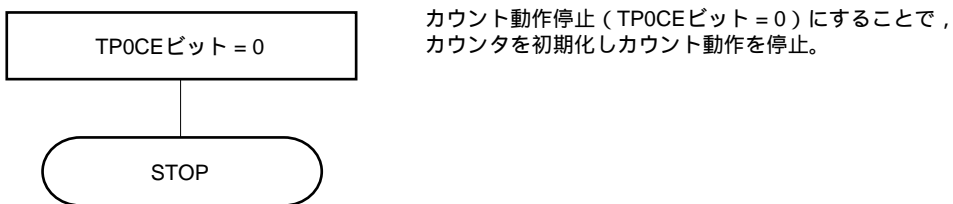
図6 - 5 インターバル・タイマ・モード使用時のソフトウェア処理フロー



カウント動作開始フロー



カウント動作停止フロー

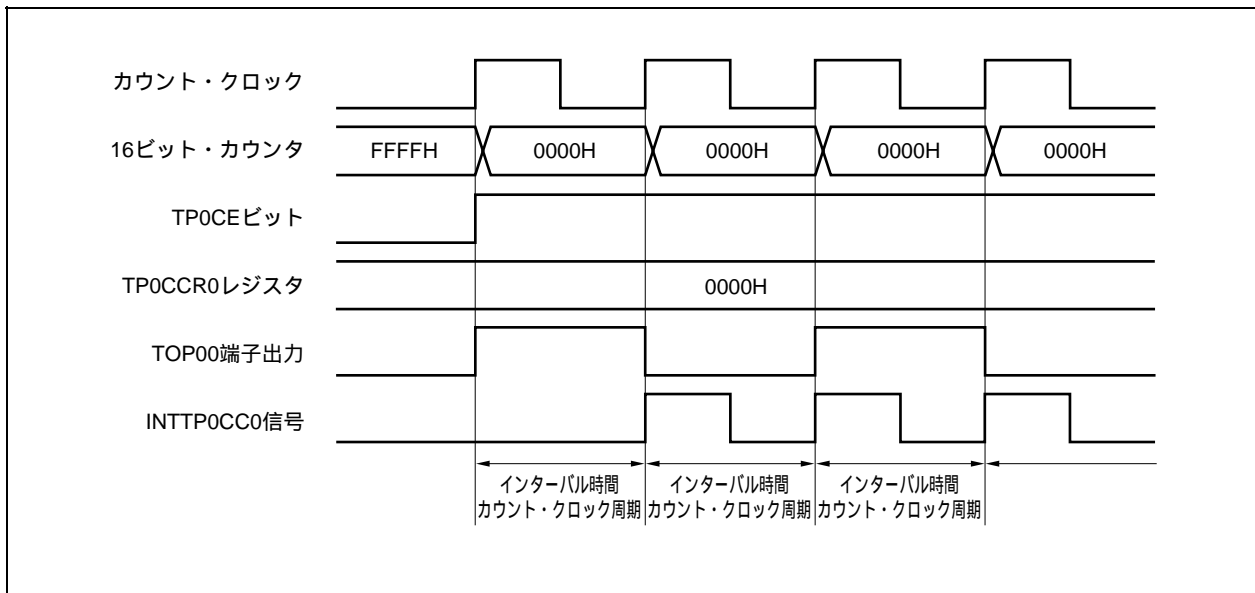


(2) インターバル・タイマ・モード動作タイミング

(a) TP0CCR0レジスタに0000Hを設定した場合の動作

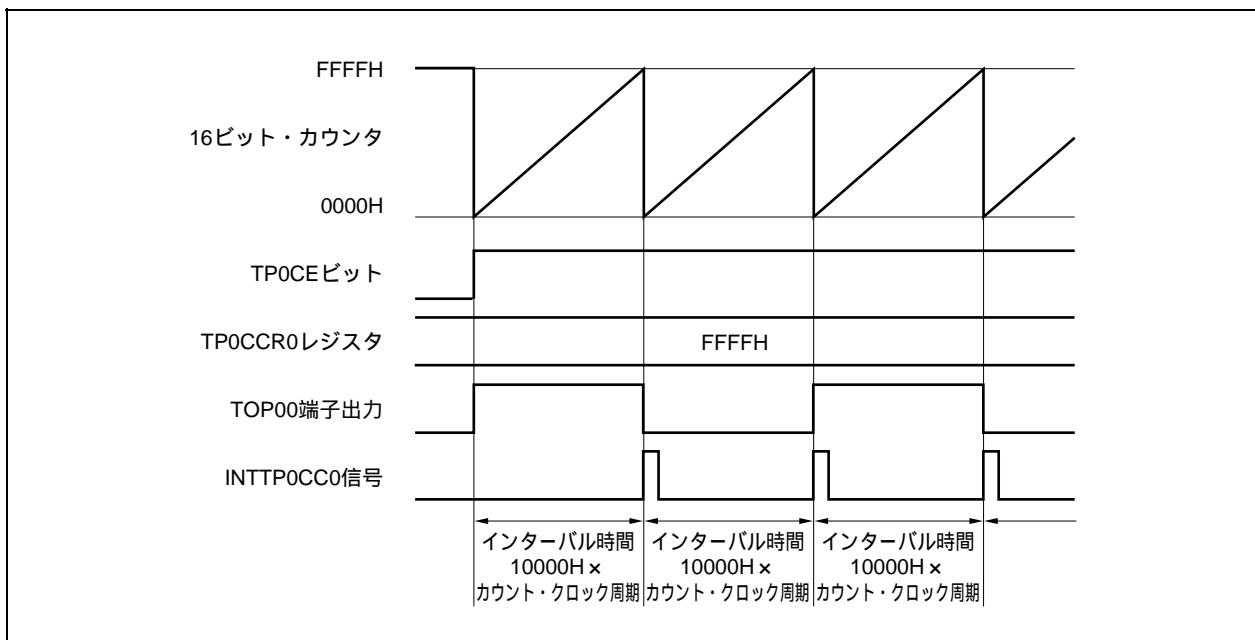
TP0CCR0レジスタに0000Hを設定した場合,カウント・クロックごとにINTTP0CC0信号を発生し, TOP00端子の出力を反転します。

16ビット・カウンタは,常に0000Hとなります。



(b) TP0CCR0レジスタにFFFFHを設定した場合の動作

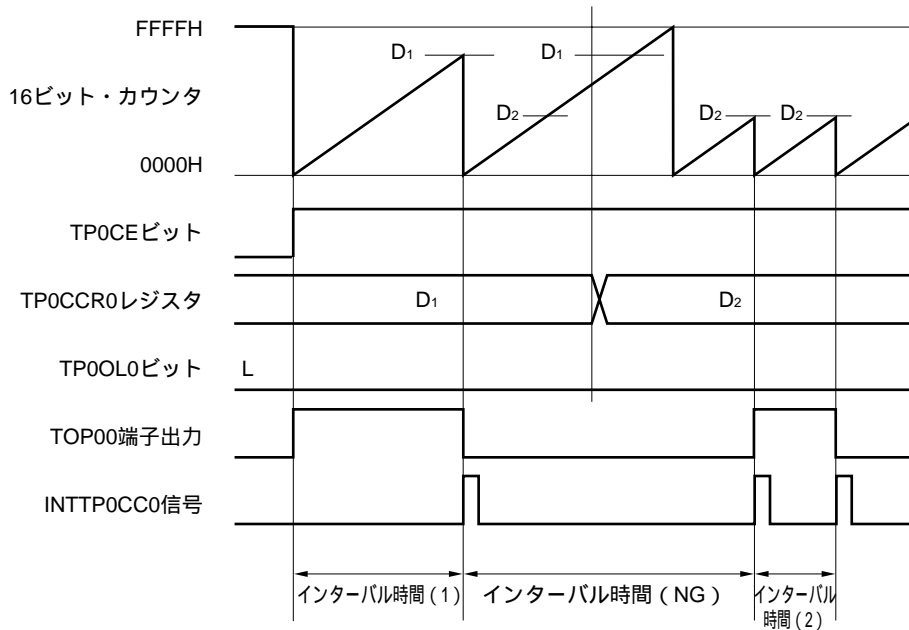
TP0CCR0レジスタにFFFFHを設定した場合，16ビット・カウンタはFFFFHまでカウント動作を行い，次のカウント・アップ・タイミングに同期して，16ビット・カウンタを0000Hにクリアし，INTTP0CC0信号を発生し，TOP00端子の出力を反転します。このとき，オーバフロー割り込み要求信号 (INTTP0OV) は発生せず，オーバフロー・フラグ (TP0OPT0.TP0OVFビット) もセット (1) されません。



(c) TP0CCR0レジスタの書き換えに関する注意事項

TP0CCR0レジスタの設定値を小さい値に変更する場合には、一度カウント動作を停止させ、その後、設定値を変更してください。

カウント動作中にTP0CCR0レジスタの値を小さい値に書き換えると、16ビット・カウンタがオーバーフローする場合がありますので注意してください。



- 備考** インターバル時間 (1) : $(D_1 + 1) \times \text{カウント・クロック周期}$
 インターバル時間 (NG) : $(10000H + D_2 + 1) \times \text{カウント・クロック周期}$
 インターバル時間 (2) : $(D_2 + 1) \times \text{カウント・クロック周期}$

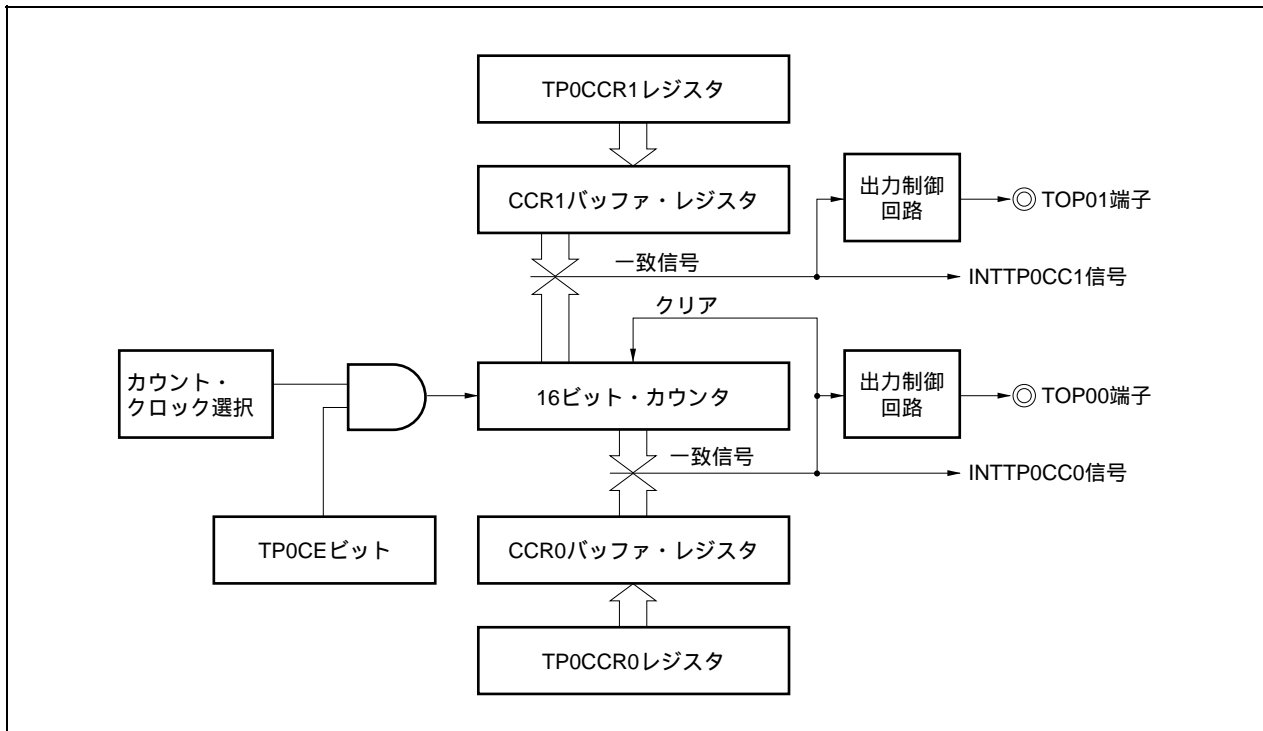
カウント値がD₂よりも大きくD₁よりも小さい状態において、TP0CCR0レジスタをD₁からD₂に書き換えると、書き換えたタイミングでCCR0バッファ・レジスタに転送されるため、16ビット・カウンタとのコンペア値がD₂となります。

しかし、カウント値はすでにD₂を越えているためにFFFFHまでカウントを行い、オーバーフロー後、0000Hから再度カウント・アップを行います。そして、D₂との一致でINTTP0CC0信号を発生しTOP00端子出力を反転します。

したがって、本来期待しているインターバル時間である「 $(D_1 + 1) \times \text{カウント・クロック周期}$ 」または「 $(D_2 + 1) \times \text{カウント・クロック周期}$ 」でINTTP0CC0信号は発生せず、「 $(10000H + D_2 + 1) \times \text{カウント・クロック周期}$ 」の間隔でINTTP0CC0信号が発生する場合があります。

(d) TP0CCR1レジスタの動作

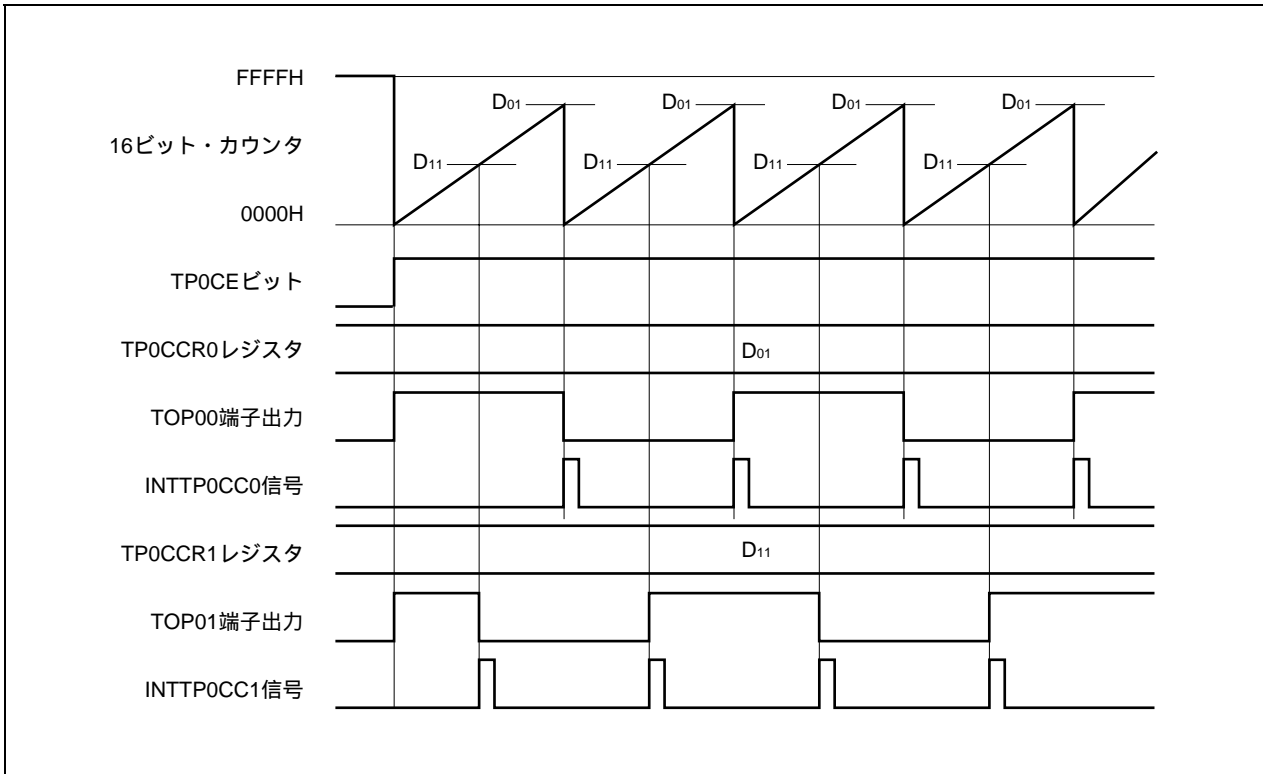
図6 - 6 TP0CCR1レジスタの構成図



TP0CCR1レジスタの設定値がTP0CCR0レジスタの設定値よりも小さい場合には、1周期に1回のINTTP0CC1信号が発生します。また、同じタイミングでTOP01端子出力は反転します。

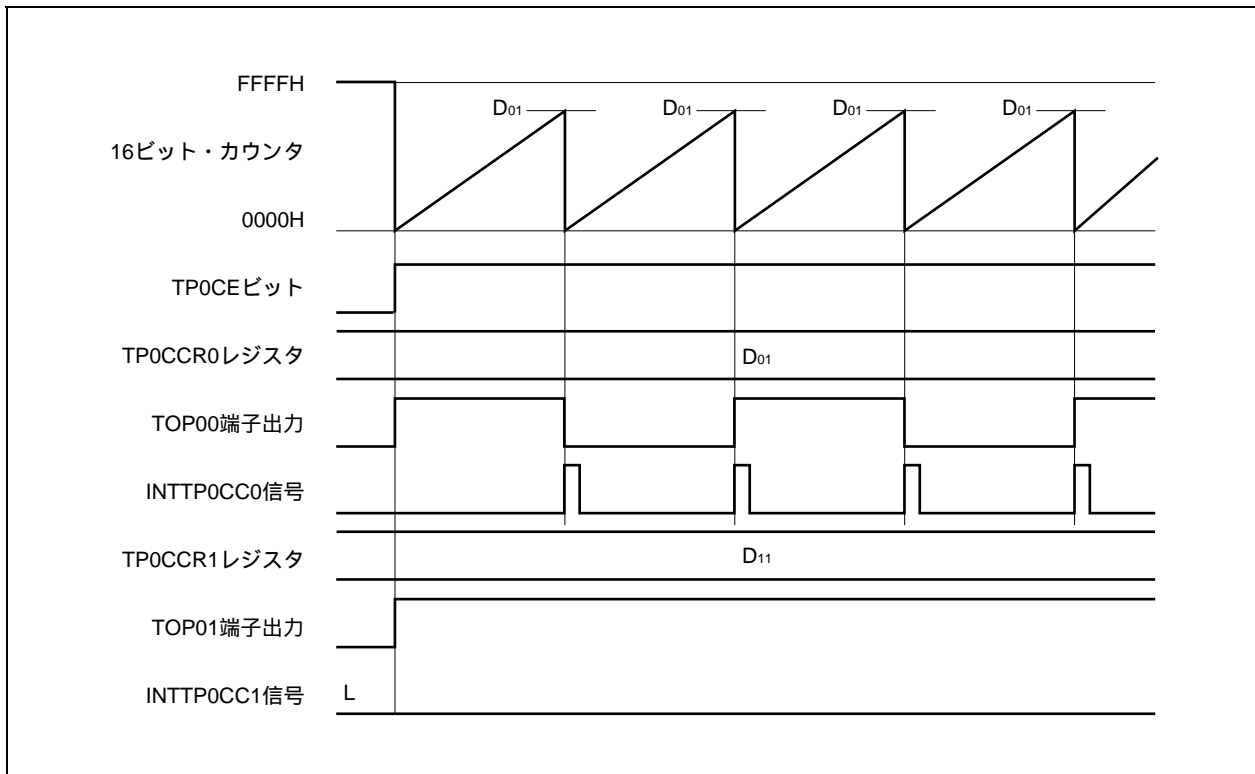
TOP01端子出力は、TOP00端子出力と同じ周期の方形波を出力します。

図6 - 7 D₀₁ D₁₁の場合のタイミング図



TP0CCR1レジスタの設定値がTP0CCR0レジスタの設定値よりも大きい場合には、16ビット・カウンタのカウンタ値とTP0CCR1レジスタの値が一致しないので、INTTP0CC1信号は発生しません。また、TOP01端子出力も変化しません。

図6 - 8 D₀₁ < D₁₁の場合のタイミング図



6.5.2 外部イベント・カウント・モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 001)

外部イベント・カウント・モードは、TP0CTL0.TP0CEビットをセット(1)することで、外部イベント・カウント入力の有効エッジをカウントし、任意のカウント数をカウントすることに割り込み要求信号(INTTP0CC0)を発生します。タイマ出力(TOP00, TOP01端子)は使用できません。

外部イベント・カウント・モードでは、通常、TP0CCR1レジスタは使用しません。

図6-9 外部イベント・カウント・モードの構成図

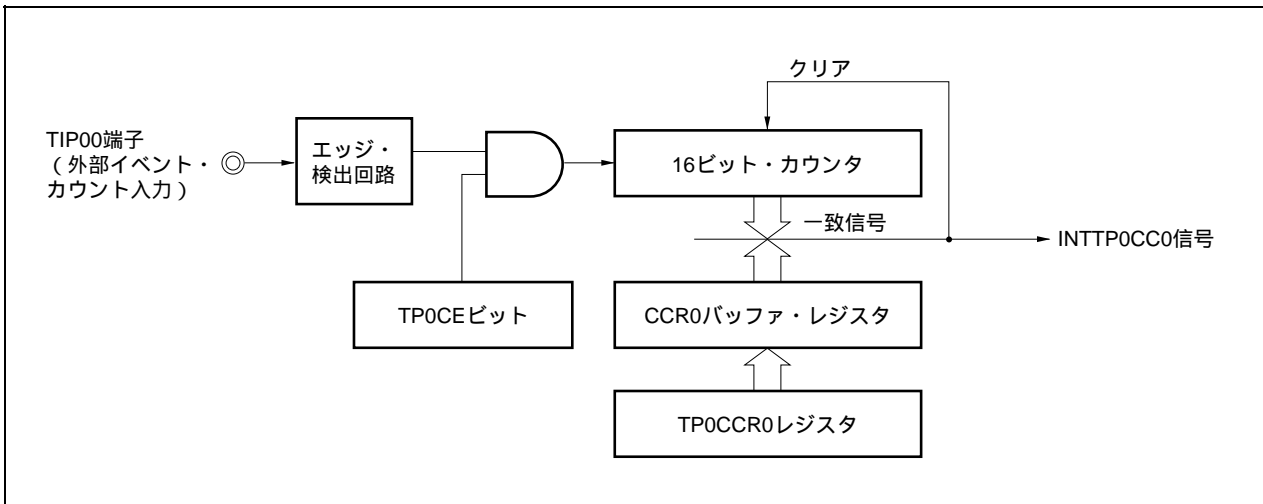
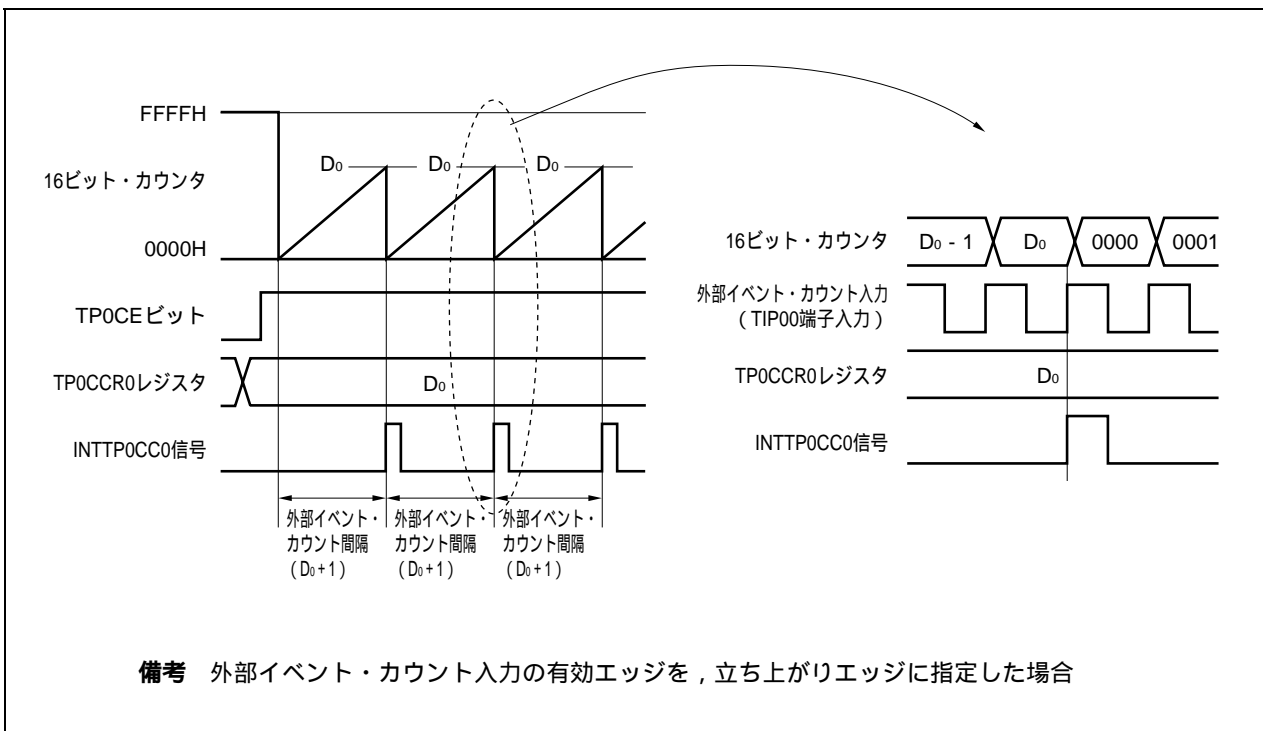


図6-10 外部イベント・カウント・モードの基本タイミング



TP0CEビットをセット(1)することで、16ビット・カウンタをFFFFHから0000Hにクリアし、外部イベント・カウント入力の有効エッジを検出するごとにカウント動作を行います。また、TP0CCR0レジスタの設定値がCCR0バッファ・レジスタに転送されます。

16ビット・カウンタのカウント値とCCR0バッファ・レジスタの値が一致すると、16ビット・カウンタを0000Hにクリアし、コンペア一致割り込み要求信号(INTTP0CC0)を発生します。

INTTP0CC0信号は、外部イベント・カウント入力の有効エッジを(TP0CCR0レジスタに設定した値+1)回検出するごとに発生します。

図6-11 外部イベント・カウント・モード動作時のレジスタ設定内容(1/2)

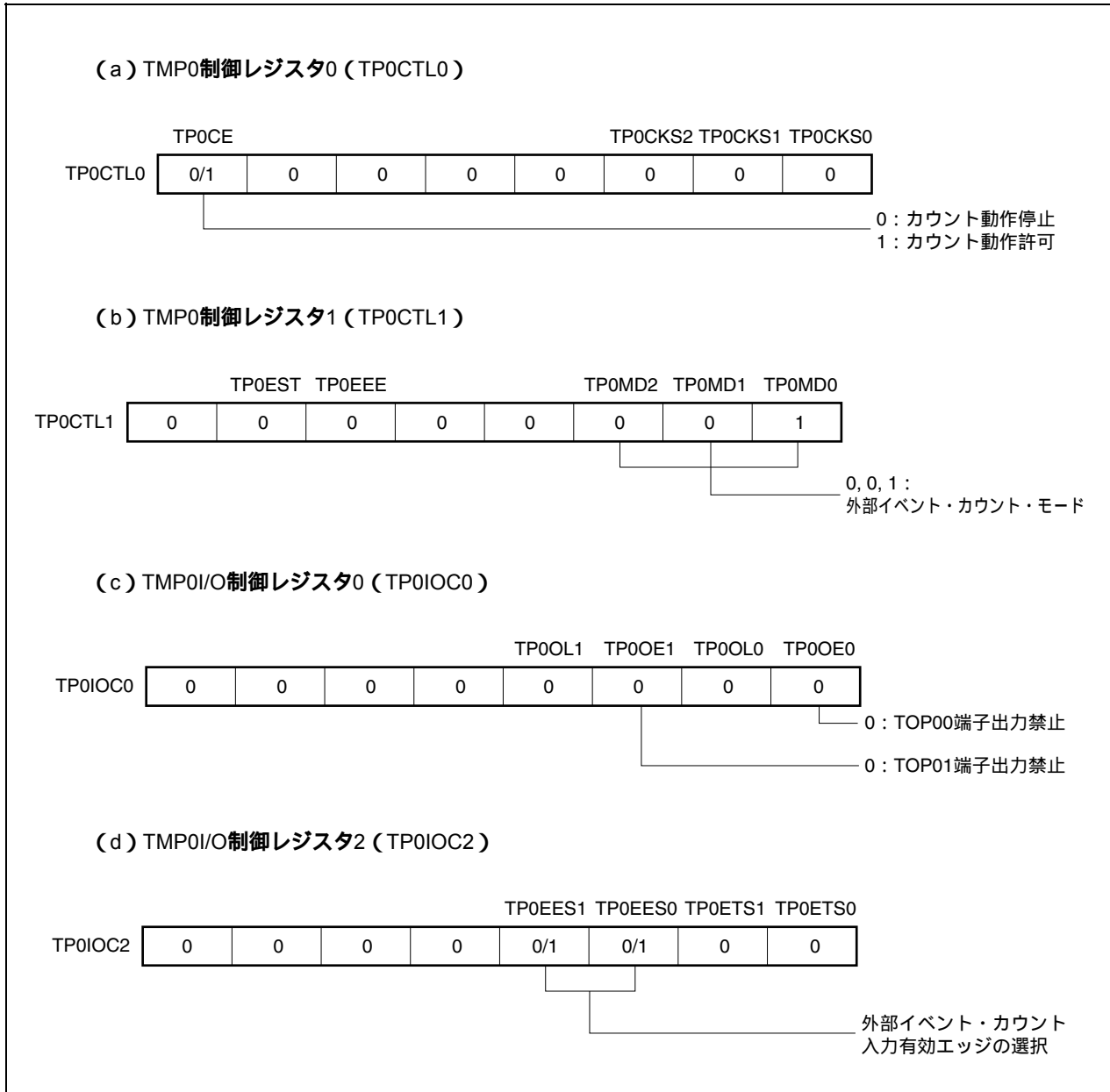


図6 - 11 外部イベント・カウント・モード動作時のレジスタ設定内容 (2/2)

(e) TMP0カウンタ・リード・バッファ・レジスタ (TP0CNT)

TP0CNTレジスタをリードすることで、16ビット・カウンタのカウンタ値をリードできます。

(f) TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ0 (TP0CCR0)

TP0CCR0レジスタにD₀を設定した場合、外部イベント・カウント数が(D₀+1)回となるとカウントをクリアしコンペア一致割り込み要求信号 (INTTP0CC0) を発生します。

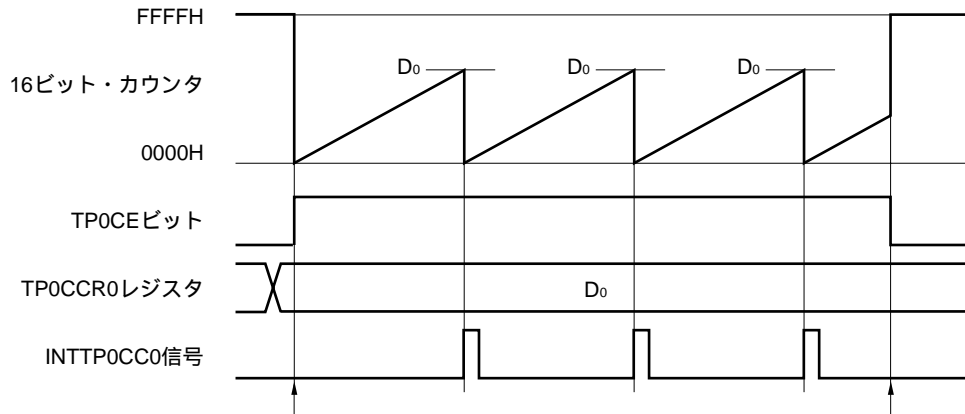
(g) TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ1 (TP0CCR1)

外部イベント・カウント・モードでは、通常、TP0CCR1レジスタは使用しません。しかし、TP0CCR1レジスタの設定値はCCR1バッファ・レジスタに転送され、16ビット・カウンタのカウンタ値とCCR1バッファ・レジスタの値が一致するとコンペア一致割り込み要求信号 (INTTP0CC1) が発生します。したがって、割り込みマスク・フラグ (TP0CCMK1) でマスク設定しておいてください。

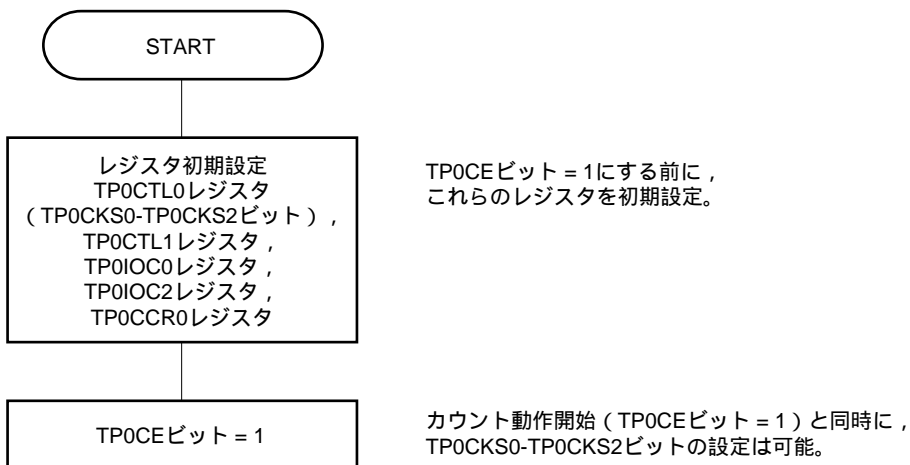
備考 TMP0I/O制御レジスタ1 (TP0IOC1) , TMP0オプション・レジスタ0 (TP0OPT0) は、外部イベント・カウント・モードでは使用しません。

(1) 外部イベント・カウント・モード動作フロー

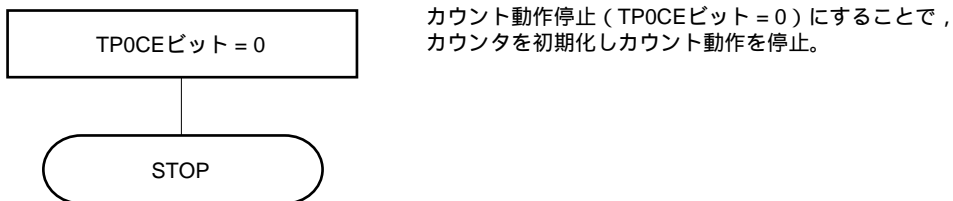
図6 - 12 外部イベント・カウント・モード使用時のソフトウェア処理フロー



カウント動作開始フロー



カウント動作停止フロー

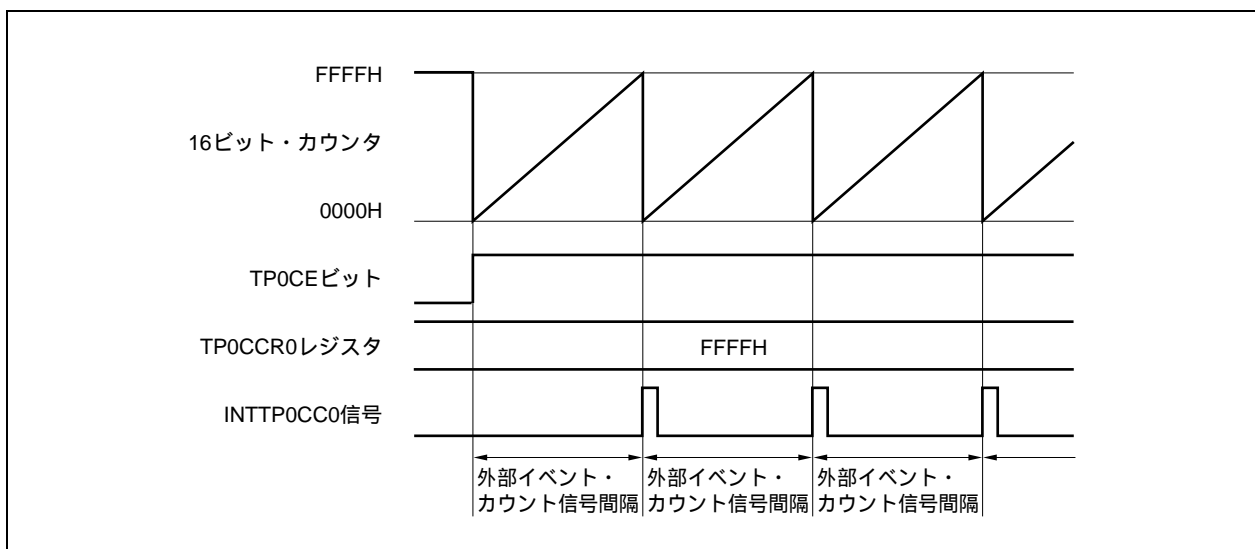


(2) 外部イベント・カウント・モード動作タイミング

- 注意1. 外部イベント・カウント・モード時, TP0CCR0, TP0CCR1レジスタには, 0000Hを設定しないでください。
2. 外部イベント・カウント・モード時, タイマ出力は使用禁止です。外部イベント・カウント入力でタイマ出力を行う場合は, インターバル・タイマ・モードに設定してカウント・クロックを外部イベント・カウント入力での動作許可に選択してください
(TP0CTL1.TP0MD2-TP0MD0ビット = 000, TP0CTL1.TP0EEEビット = 1)。

(a) TP0CCR0レジスタにFFFFHを設定した場合の動作

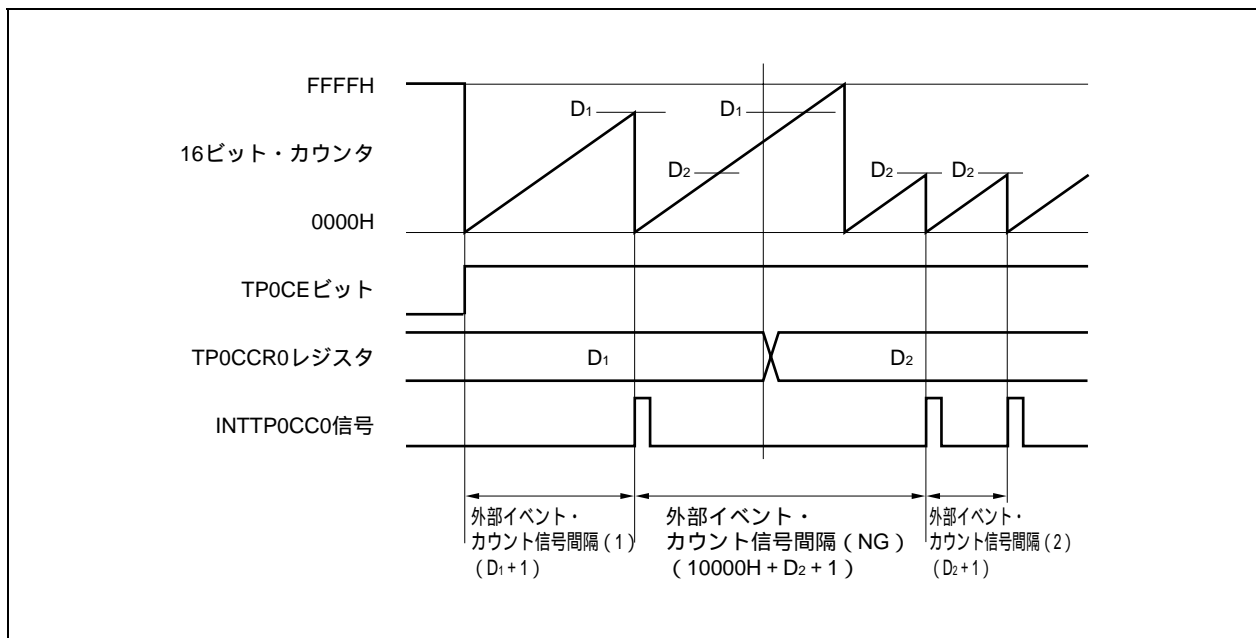
TP0CCR0レジスタにFFFFHを設定した場合, 16ビット・カウンタは外部イベント・カウント信号の有効エッジを検出するごとにFFFFHまでカウント動作を行い, 次のカウント・アップ・タイミングに同期して, 16ビット・カウンタを0000Hにクリアし, INTTP0CC0信号を発生します。このとき, TP0OPT0.TP0OVFビットはセットされません。



(b) TP0CCR0レジスタの書き換えに関する注意事項

TP0CCR0レジスタの設定値を小さい値に変更する場合には、一度カウント動作を停止させ、その後、設定値を変更してください。

カウント動作中にTP0CCR0レジスタの値を小さい値に書き換えると、16ビット・カウンタがオーバーフローする場合がありますので注意してください。



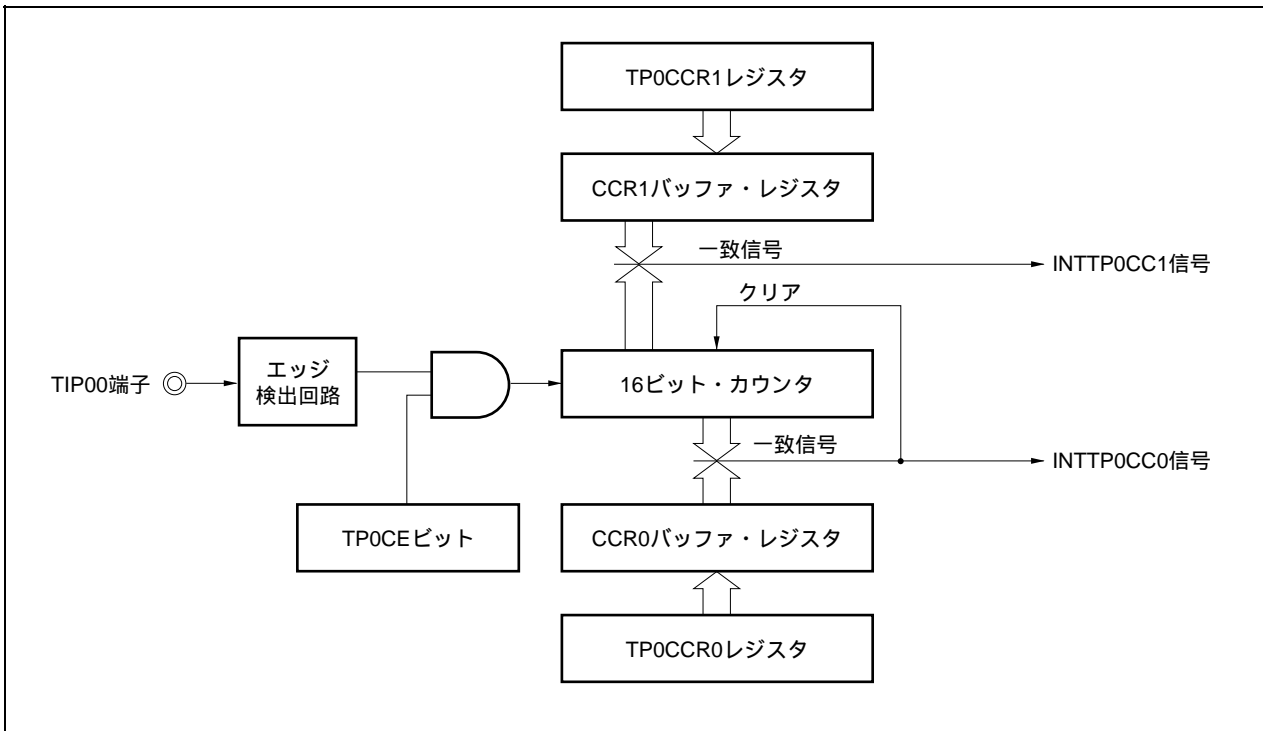
カウント値が D_2 よりも大きく D_1 よりも小さい状態において、TP0CCR0レジスタを D_1 から D_2 に書き換えると、書き換えたタイミングでCCR0バッファ・レジスタに転送されるため、16ビット・カウンタとのコンペア値が D_2 となります。

しかし、カウント値はすでに D_2 を越えているためにFFFFHまでカウントを行い、オーバーフロー後、0000Hから再度カウント・アップを行います。そして、 D_2 との一致でINTTP0CC0信号を発生します。

したがって、本来期待している外部イベント・カウント数である「 $(D_1 + 1)$ 回」または「 $(D_2 + 1)$ 回」の有効エッジ数でINTTP0CC0信号は発生せずに、「 $(10000H + D_2 + 1)$ 回」の有効エッジ数でINTTP0CC0信号が発生する場合があります。

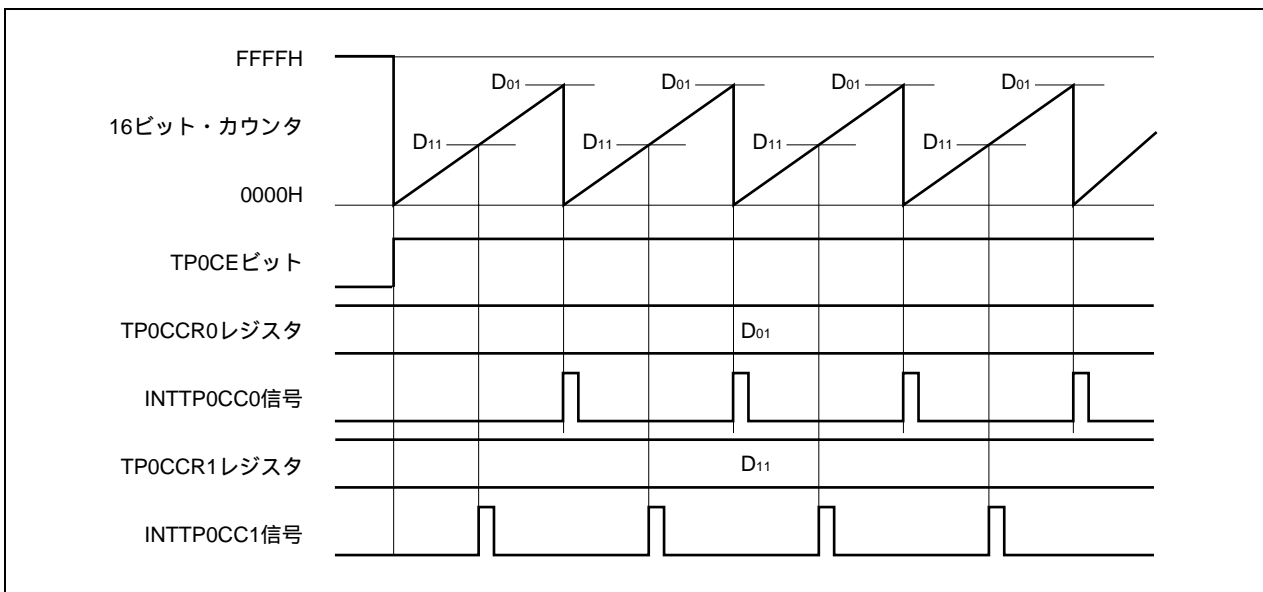
(c) TP0CCR1レジスタの動作

図6 - 13 TP0CCR1レジスタの構成図



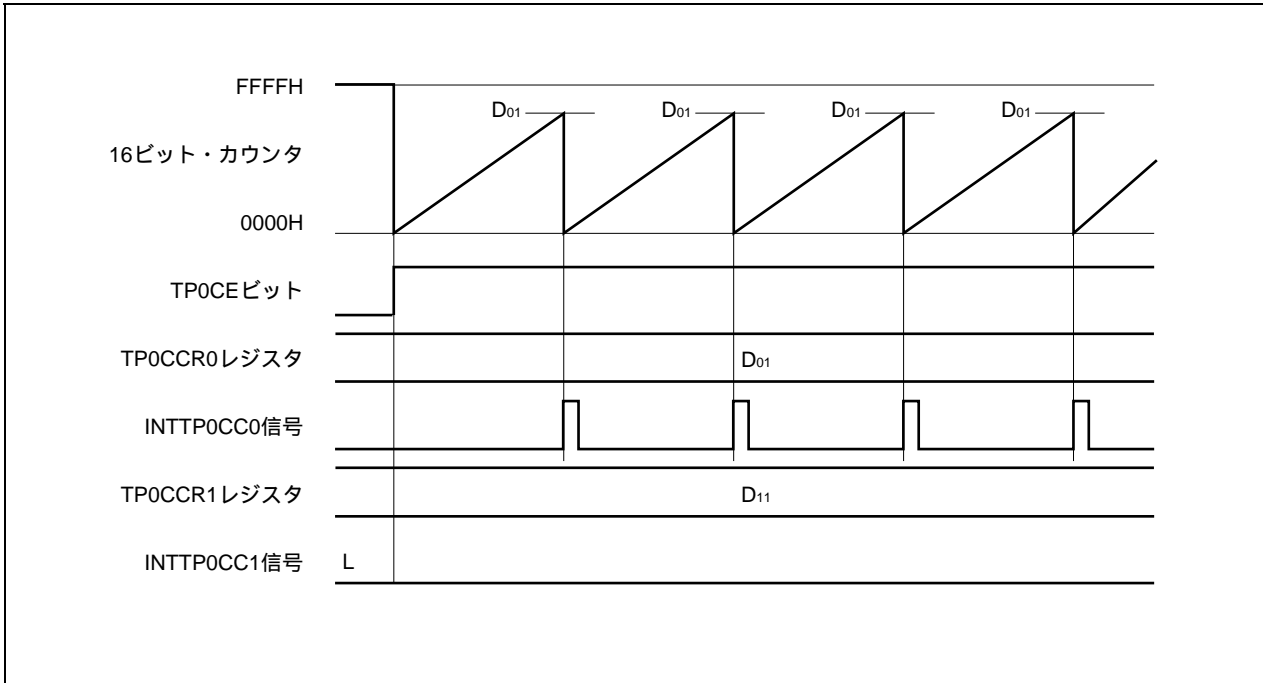
TP0CCR1レジスタの設定値がTP0CCR0レジスタの設定値よりも小さい場合には、1周期に1回のINTTP0CC1信号が発生します。

図6 - 14 D₀₁ D₁₁の場合のタイミング図



TP0CCR1レジスタの設定値がTP0CCR0レジスタの設定値よりも大きい場合には、16ビット・カウンタのカウンタ値とTP0CCR1レジスタの値が一致しないので、INTTP0CC1信号は発生しません。

図6 - 15 D₀₁ < D₁₁の場合のタイミング図



6.5.3 外部トリガ・パルス出力モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 010)

外部トリガ・パルス出力モードは、TP0CTL0.TP0CEビットをセット(1)することでトリガ待ち状態となり、外部トリガ入力の有効エッジを検出すると、カウント動作を開始し、TOP01端子からPWM波形を出力します。

外部トリガ入力の代わりに、ソフトウェア・トリガを発生させることでもパルスを出力できます。ソフトウェア・トリガを使用する場合、TOP00端子から、PWM波形の1周期を半周期とする方形波を出力できます。

図6 - 16 外部トリガ・パルス出力モードの構成図

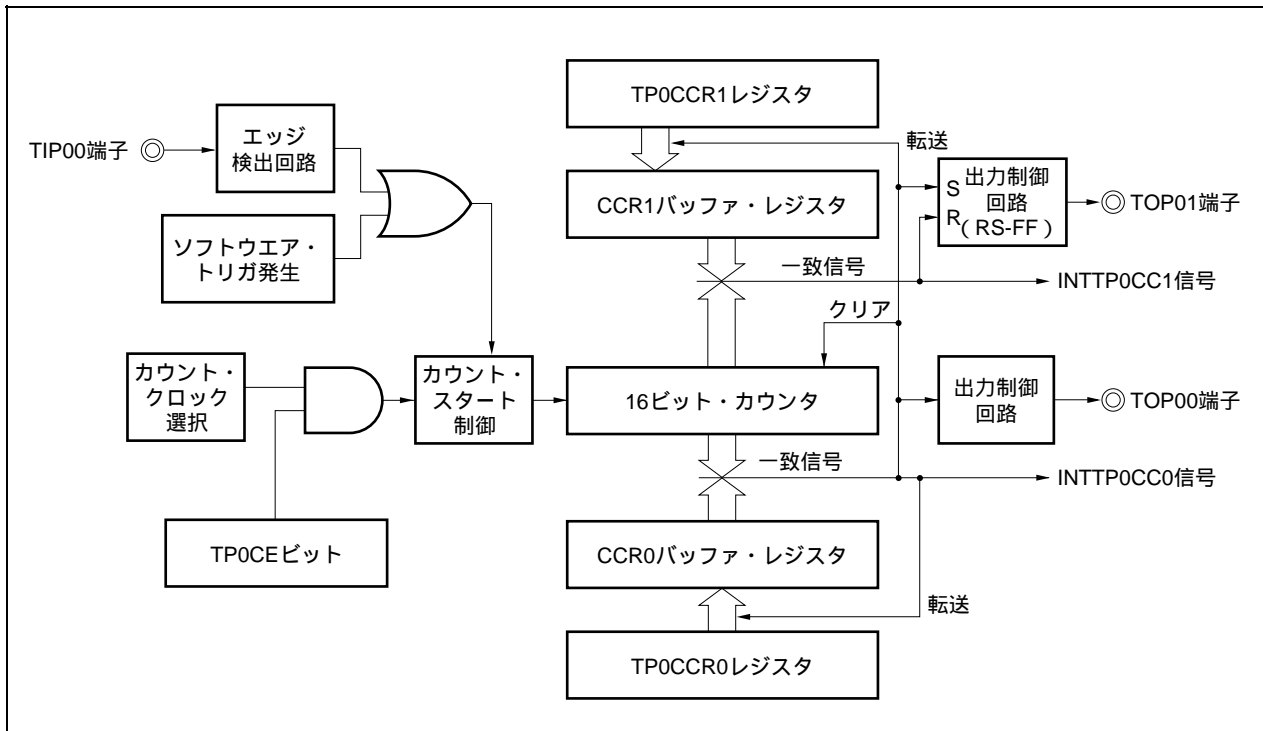
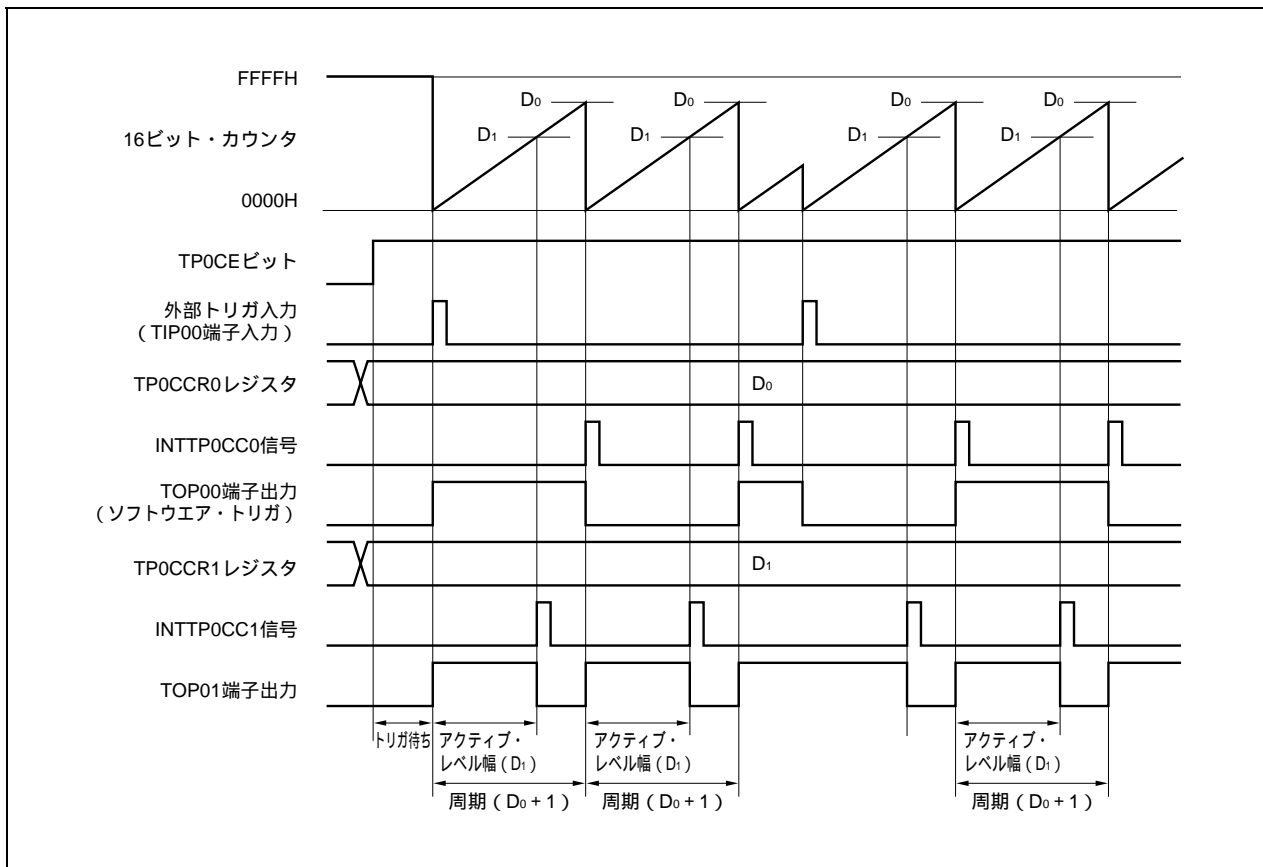


図6 - 17 外部トリガ・パルス出力モードの基本タイミング



TPOCEビットをセット(1)することで、トリガ待ち状態となります。トリガが発生すると、16ビット・カウンタをFFFFHから0000Hにクリアして同時にカウント動作を開始し、TOP01端子からPWM波形を出力します。動作中に、再度トリガが発生した場合には、カウンタを0000Hにクリアし再スタートします(TOP00端子出力は反転します。TOP01端子出力はトリガが発生したときの状態がロウ・レベル出力、ハイ・レベル出力にかかわらず、ハイ・レベル出力になります)。

PWM波形のアクティブ・レベル幅、周期、およびデューティは次のように求められます。

$$\text{アクティブ・レベル幅} = (\text{TP0CCR1レジスタの設定値}) \times \text{カウント・クロック周期}$$

$$\text{周期} = (\text{TP0CCR0レジスタの設定値} + 1) \times \text{カウント・クロック周期}$$

$$\text{デューティ} = (\text{TP0CCR1レジスタの設定値}) / (\text{TP0CCR0レジスタの設定値} + 1)$$

コンパレー一致割り込み要求信号(INTTP0CC0)は、16ビット・カウンタのカウント値とCCR0バッファ・レジスタの値が一致した次のカウント・タイミングで発生し、同時に16ビット・カウンタを0000Hにクリアします。コンパレー一致割り込み要求信号(INTTP0CC1)は、16ビット・カウンタのカウント値とCCR1バッファ・レジスタの値が一致するタイミングで発生します。

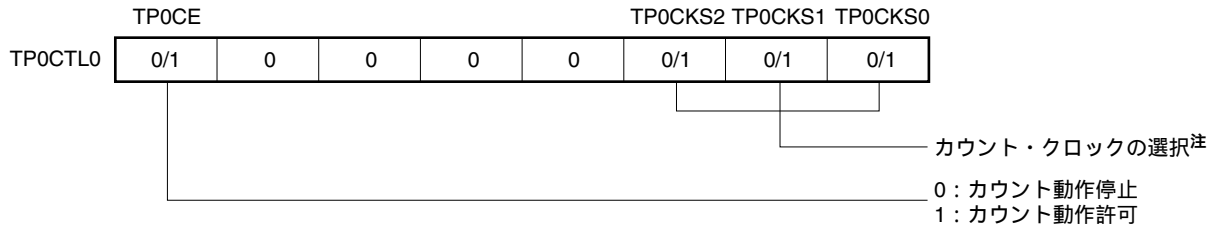
TP0CCRaレジスタに設定した値は、16ビット・カウンタのカウント値とCCRaバッファ・レジスタの値が一致し、16ビット・カウンタを0000HにクリアするタイミングでCCRaバッファ・レジスタに転送されます。

トリガには、外部トリガ入力の有効エッジ、またはソフトウェア・トリガ(TP0CTL1.TP0ESTビット)のセット(1)があります。

備考 a = 0, 1

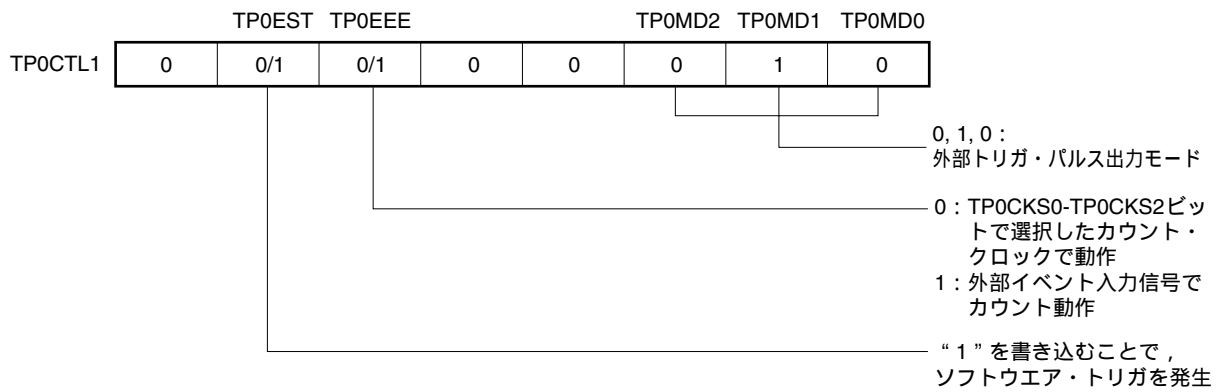
図6 - 18 外部トリガ・パルス出力モード動作時のレジスタ設定内容 (1/2)

(a) TMP0制御レジスタ0 (TP0CTL0)

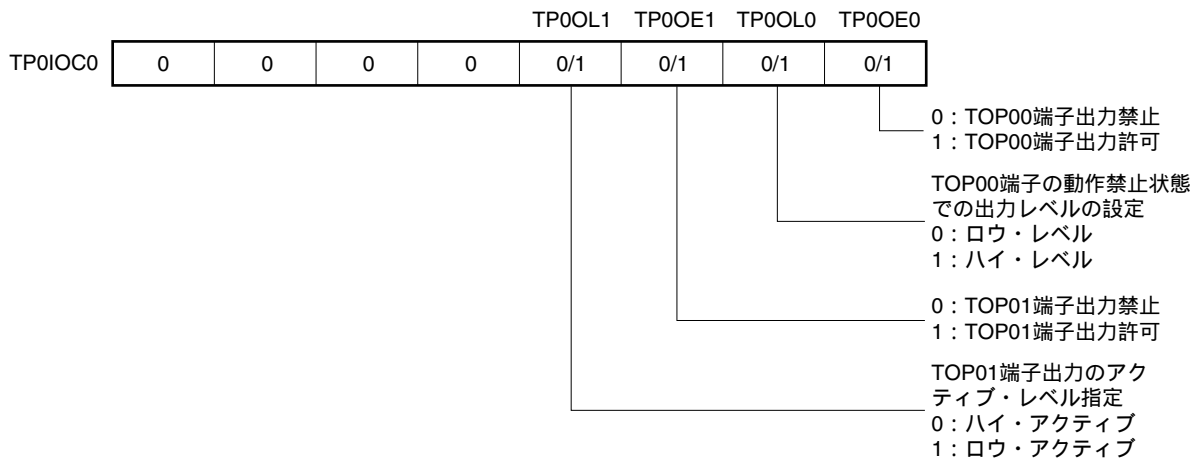


注 TP0CTL1.TP0EEEビット = 1のときは設定が無効になります。

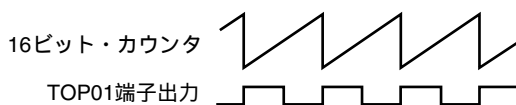
(b) TMP0制御レジスタ1 (TP0CTL1)



(c) TMP0I/O制御レジスタ0 (TP0IOC0)



・ TP0OL1ビット = 0の場合



・ TP0OL1ビット = 1の場合

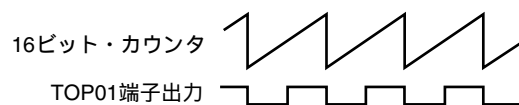
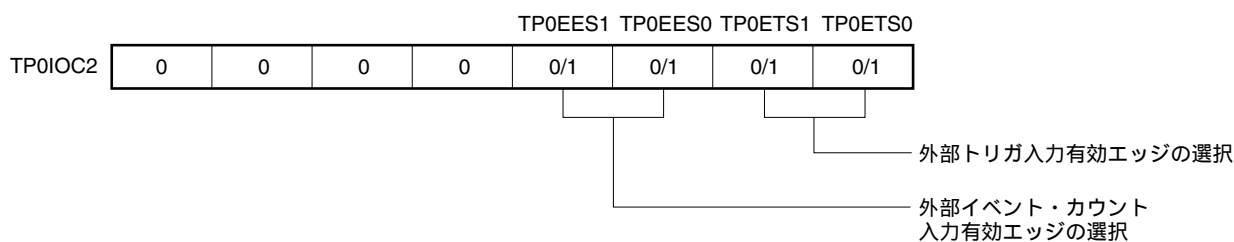


図6 - 18 外部トリガ・パルス出力モード動作時のレジスタ設定内容 (2/2)

(d) TMP0I/O制御レジスタ2 (TP0IOC2)



(e) TMP0カウンタ・リード・バッファ・レジスタ (TP0CNT)

TP0CNTレジスタをリードすることで、16ビット・カウンタの値をリードできます。

(f) TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ0, 1 (TP0CCR0, TP0CCR1)

TP0CCR0レジスタにD₀を設定し、TP0CCR1レジスタにD₁を設定した場合、

$$\text{PWM波形の周期} = (D_0 + 1) \times \text{カウント} \cdot \text{クロック周期}$$

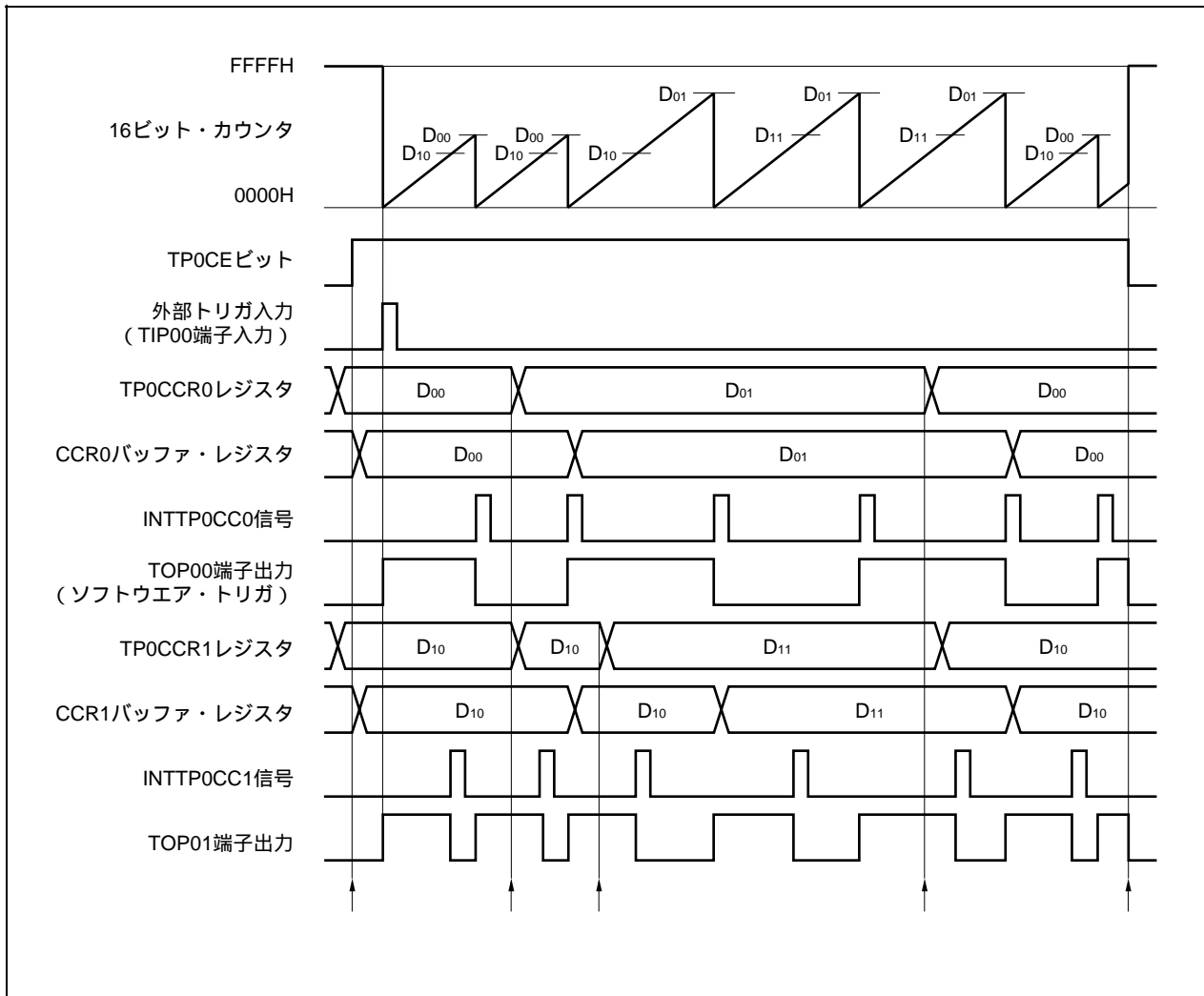
$$\text{PWM波形のアクティブ・レベル幅} = D_1 \times \text{カウント} \cdot \text{クロック周期}$$

となります。

備考 TMP0I/O制御レジスタ1 (TP0IOC1) , TMP0オプション・レジスタ0 (TP0OPT0) は、外部トリガ・パルス出力モードでは使用しません。

(1) 外部トリガ・パルス出力モード動作フロー

図6 - 19 外部トリガ・パルス出力モード使用時のソフトウェア処理フロー (1/2)

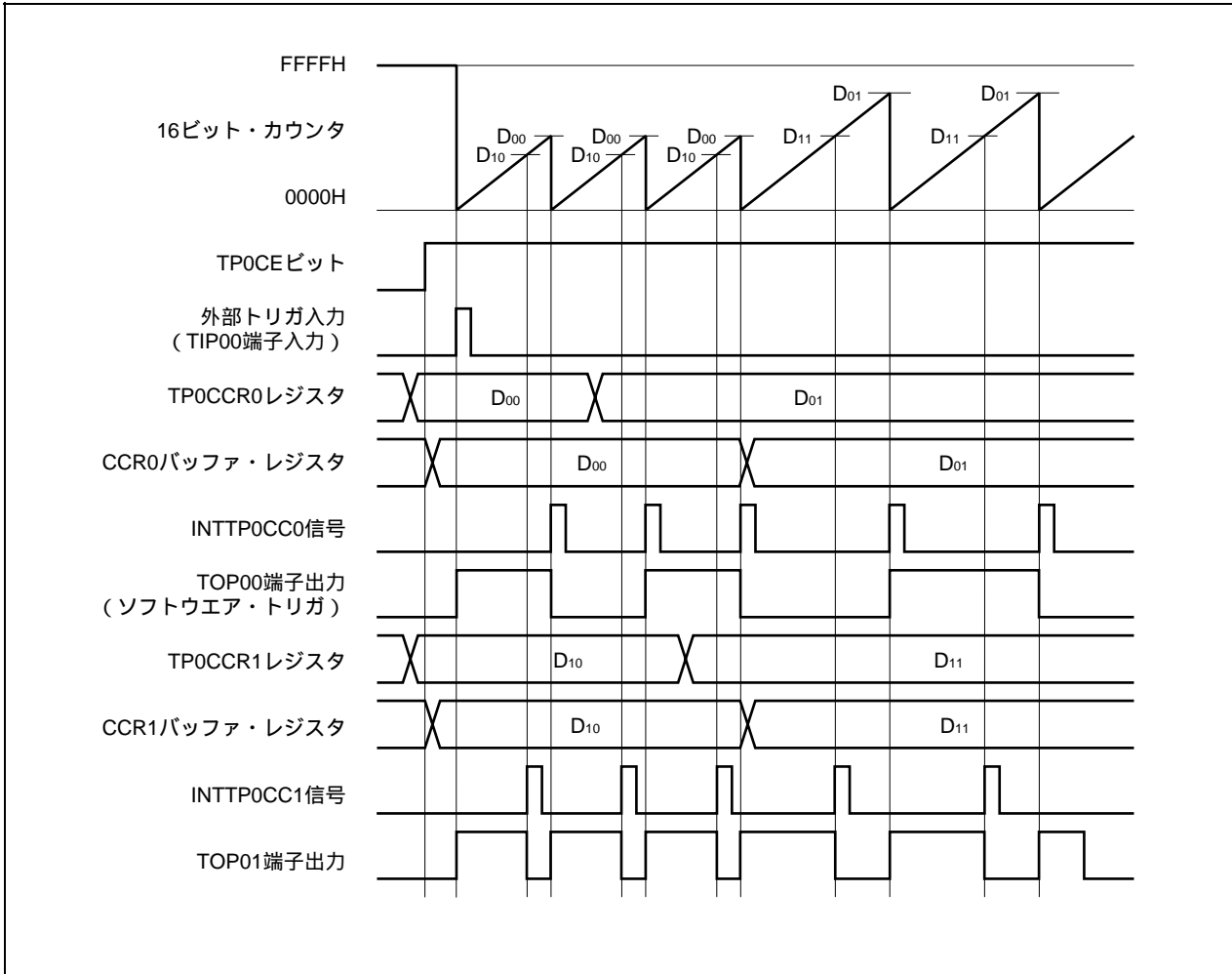


(2) 外部トリガ・パルス出力モード動作タイミング

(a) 動作中のパルス幅変更の注意事項

動作中にPWM波形を変更する場合には、最後にTP0CCR1レジスタにライトしてください。

TP0CCR1レジスタにライト後、再度TP0CCRaレジスタの書き換えを行う場合には、INTTP0CC0信号を検出後に書き換えてください。



TP0CCRaレジスタからCCRaバッファ・レジスタへのデータ転送を行うためには、TP0CCR1レジスタに対してライトする必要があります。

このとき、PWM波形の周期とアクティブ・レベル幅の両方を変更する場合には、まずTP0CCR0レジスタに周期を設定し、そのあとでTP0CCR1レジスタにアクティブ・レベル幅を設定してください。

PWM波形の周期だけを変更する場合には、まずTP0CCR0レジスタに周期を設定し、そのあとでTP0CCR1レジスタに同値をライトしてください。

PWM波形のアクティブ・レベル幅（デューティ）のみ変更する場合は、TP0CCR1レジスタのみの設定でかまいません。

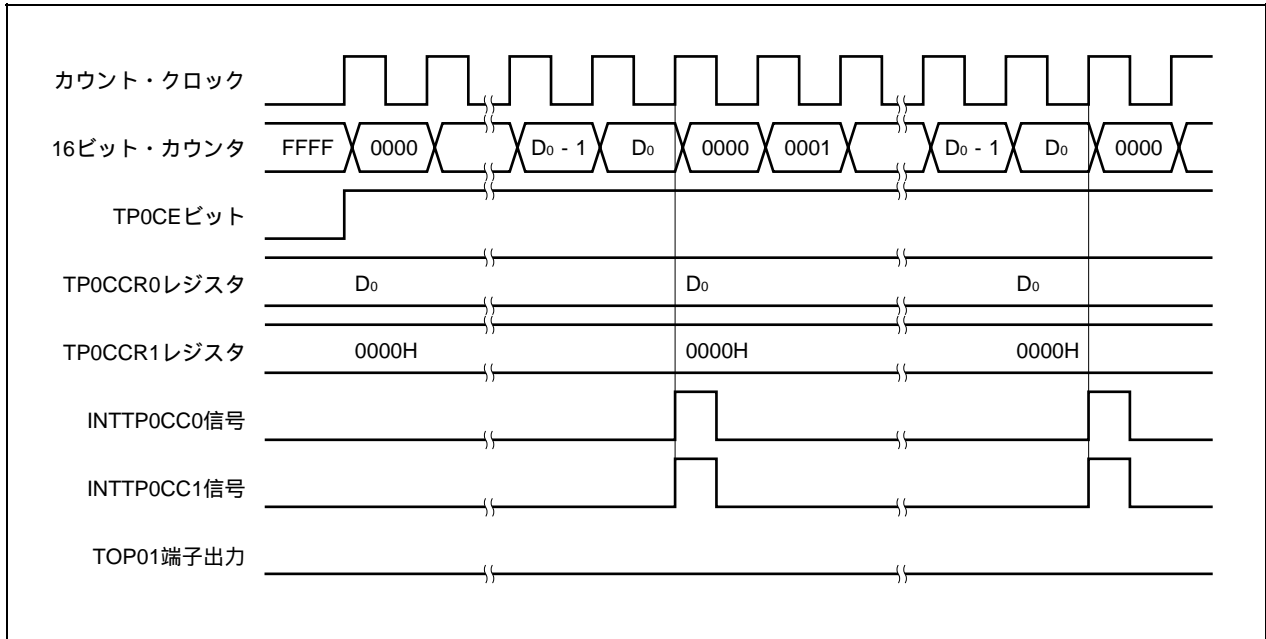
TP0CCR1レジスタにライトしたあと、16ビット・カウンタのクリア・タイミングに同期して、TP0CCRaレジスタに書き込まれた値がCCRaバッファ・レジスタに転送され、16ビット・カウンタとのコンペア値となります。

また、一度TP0CCR1レジスタにライトしたあとで、再度TP0CCR0、またはTP0CCR1レジスタへのライトを行う場合は、INTTP0CC0信号の発生後に行ってください。これを守れない場合には、TP0CCRaレジスタからCCRaバッファ・レジスタへのデータ転送タイミングと、TP0CCRaレジスタの書き換えの競合により、CCRaバッファ・レジスタの値が不定値になる場合があります。

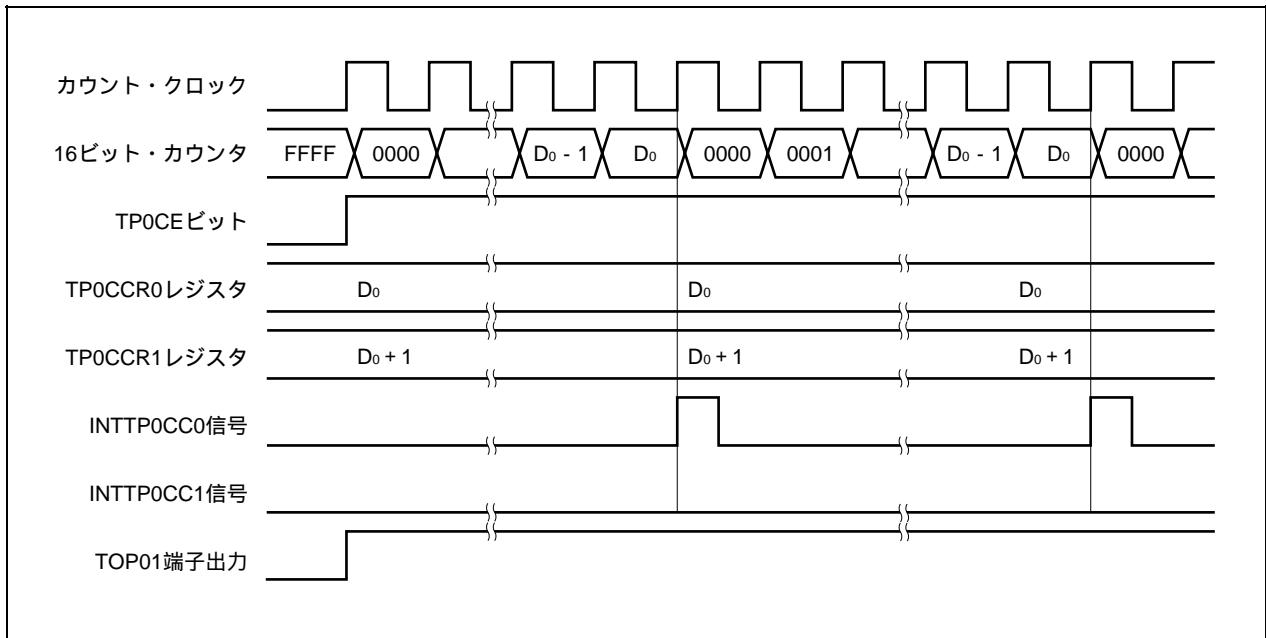
備考 a = 0, 1

(b) PWM波形の0 % / 100 %出力

0 % 波形を出力するためには, TP0CCR1レジスタに対して0000Hを設定します。ただし, TP0CCR0レジスタの設定値がFFFFHの場合には, INTTP0CC1信号が定期的が発生します。

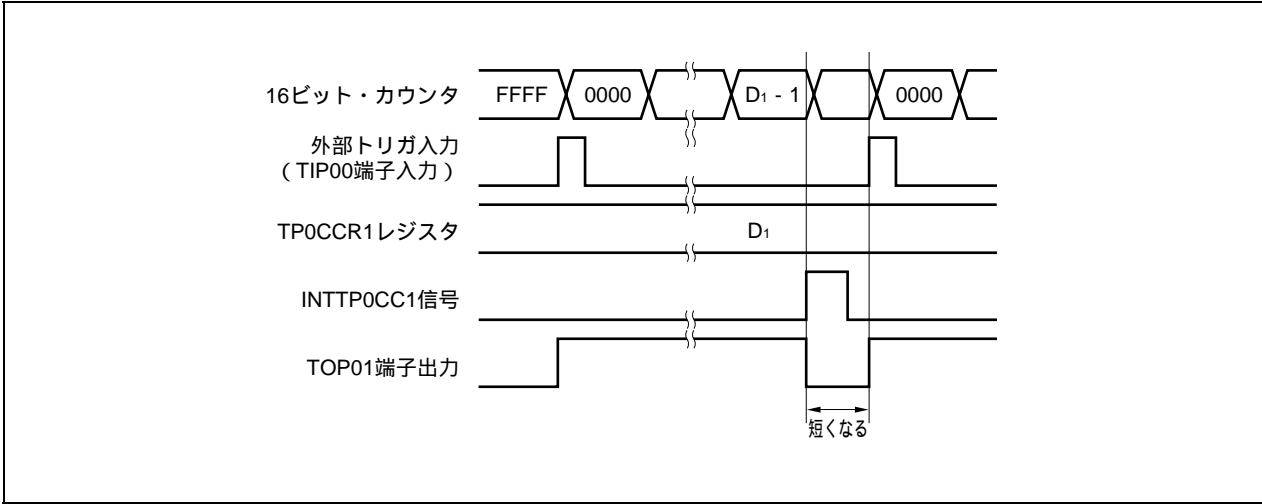


100 % 波形を出力するためには, TP0CCR1レジスタに対して (TP0CCR0レジスタの設定値 + 1) の値を設定してください。TP0CCR0レジスタの設定値がFFFFHの場合には, 100 % 出力はできません。

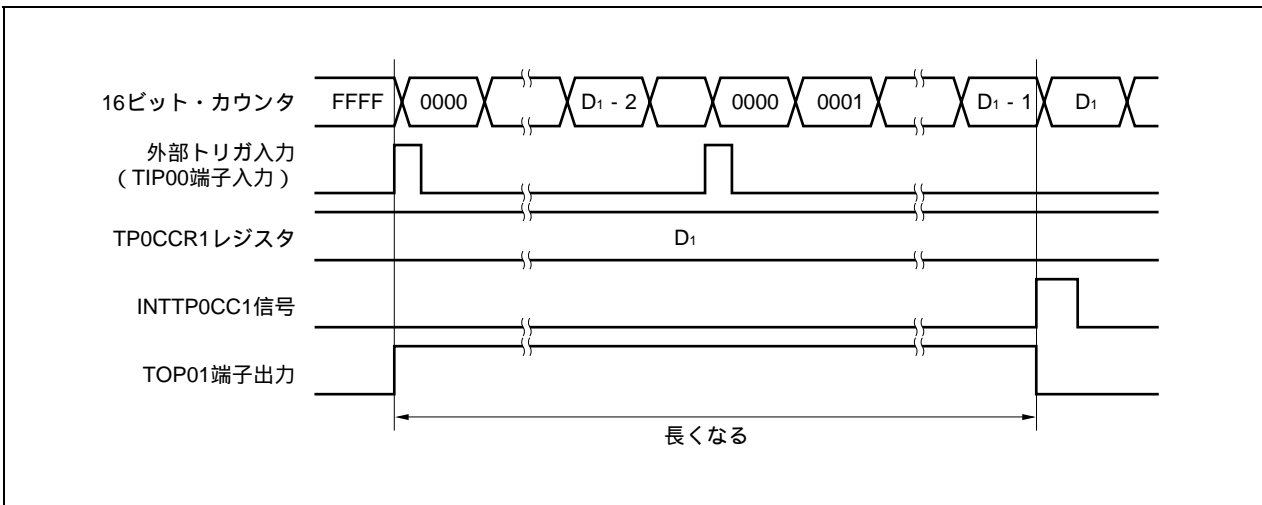


(c) トリガ検出とTP0CCR1レジスタとの一致の競合

INTTP0CC1信号発生直後にトリガが検出された場合には、トリガ検出とともに16ビット・カウンタを0000Hにクリアし、TOP01端子出力をアクティブ・レベルにしてカウント動作を続けます。そのため、PWM波形のインアクティブ期間が短くなります。

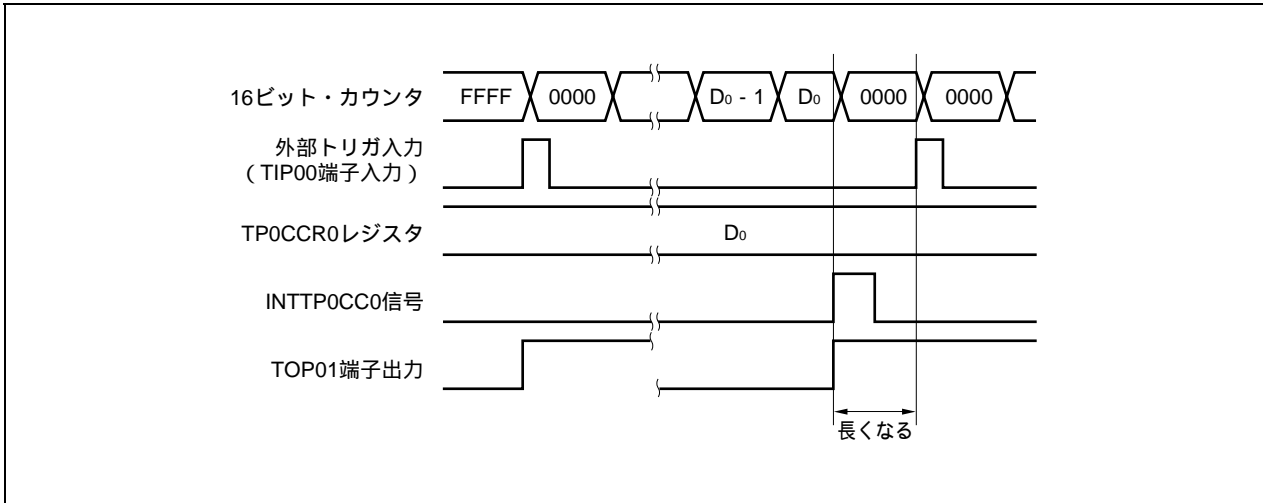


INTTP0CC1信号発生直前にトリガを検出した場合には、INTTP0CC1信号を発生することなく、16ビット・カウンタを0000Hにクリアしてカウント動作を継続します。TOP01端子出力はアクティブ・レベルのままとなるため、PWM波形のアクティブ期間が長くなります。

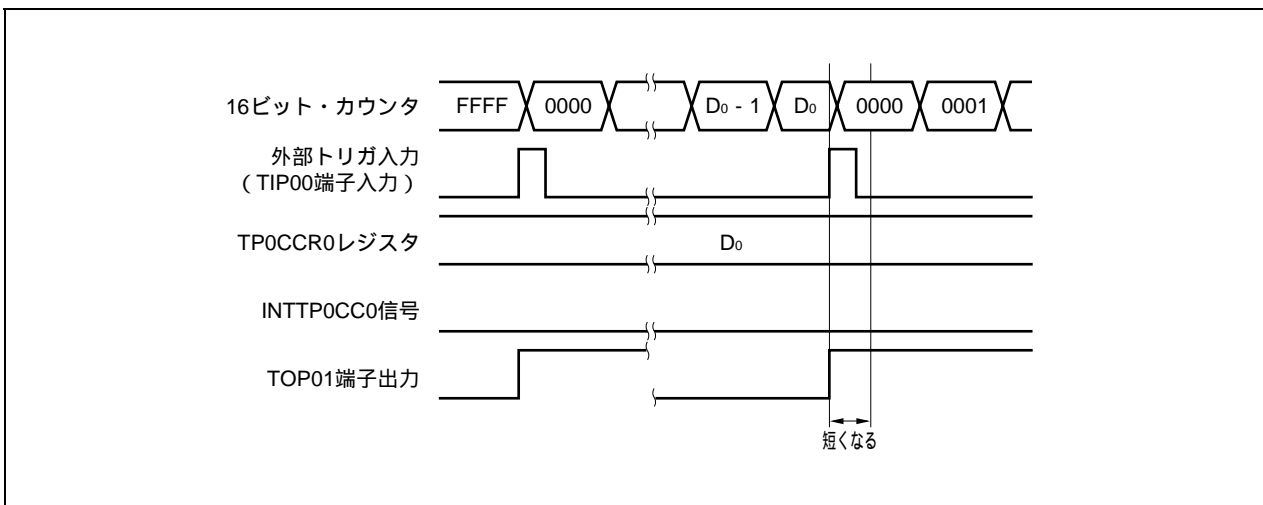


(d) トリガ検出とTP0CCR0レジスタとの一致の競合

INTTP0CC0信号発生直後にトリガを検出した場合、そこから再度16ビット・カウンタを0000Hにクリアしてカウント・アップ動作を継続します。したがって、TOP01端子出力のアクティブ期間が、INTTP0CC0信号発生からトリガ検出までの分だけ長くなります。

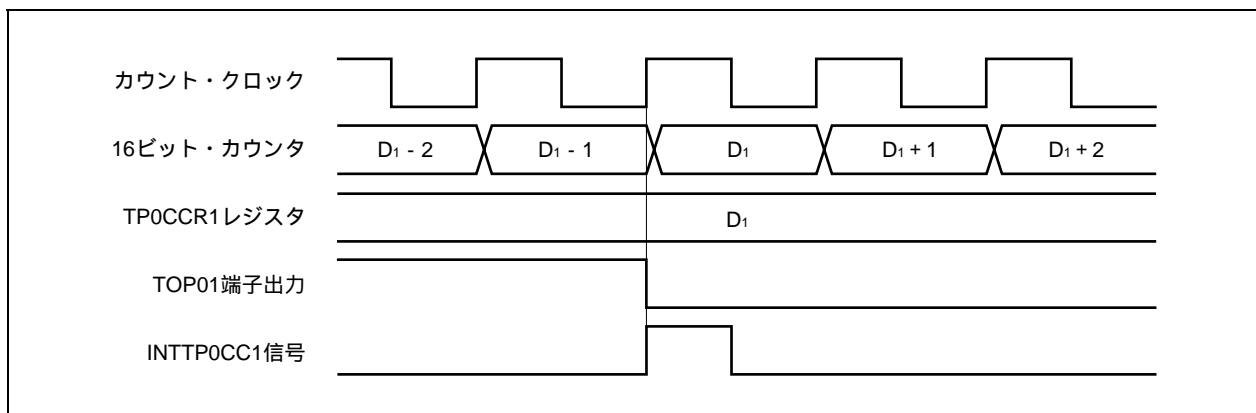


INTTP0CC0信号発生直前にトリガを検出した場合、INTTP0CC0信号を発生することなく、16ビット・カウンタを0000Hにクリアし、TOP01端子出力をアクティブ・レベルにして、カウント動作を継続します。そのため、それまで出力していたPWM波形のインアクティブ期間は短くなります。



(e) コンペアー一致割り込み要求信号 (INTTP0CC1) の発生タイミング

外部トリガ・パルス出力モードにおけるINTTP0CC1信号の発生タイミングは、ほかのINTTP0CC1信号と異なり、16ビット・カウンタのカウンタ値とTP0CCR1レジスタの値との一致と同時に発生します。



通常、INTTP0CC1信号は、16ビット・カウンタのカウンタ値とTP0CCR1レジスタの値との一致後、次のカウンタ・アップに同期して発生します。

しかし、外部トリガ・パルス出力モードの場合、1クロック早いタイミングで発生します。これは、TOP01端子出力の変化タイミングとあわせるために、タイミングを変更しているからです。

6.5.4 ワンショット・パルス出力モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 011)

ワンショット・パルス出力モードは、TP0CTL0.TP0CEビットをセット(1)することでトリガ待ち状態となり、外部トリガ入力の有効エッジを検出すると、カウント動作を開始し、TOP01端子からワンショット・パルスを出力します。

外部トリガ入力の代わりに、ソフトウェア・トリガを発生させることでもパルスを出力できます。ソフトウェア・トリガを使用する場合、TOP00端子から、16ビット・カウンタがカウント動作中のときはアクティブ・レベルを出力し、カウント停止(トリガ待ち状態)中のときはインアクティブ・レベルを出力できます。

図6-20 ワンショット・パルス出力モードの構成図

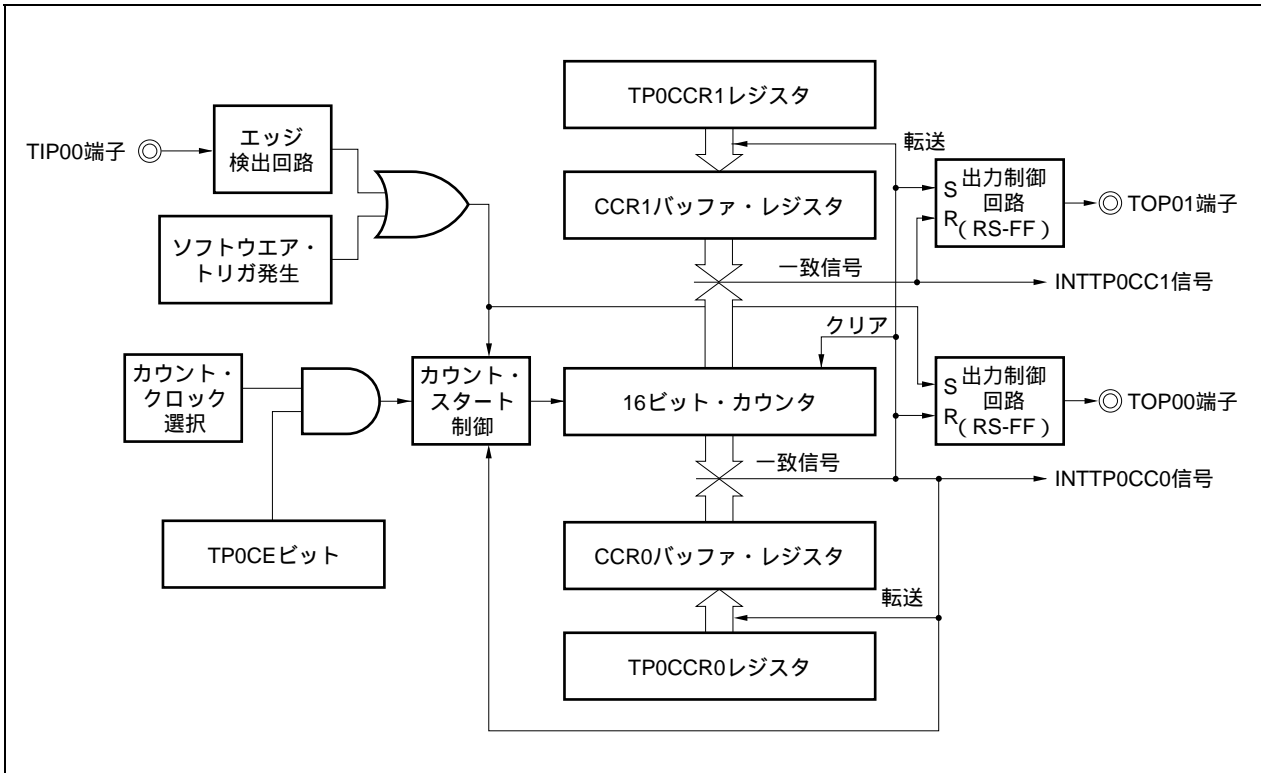
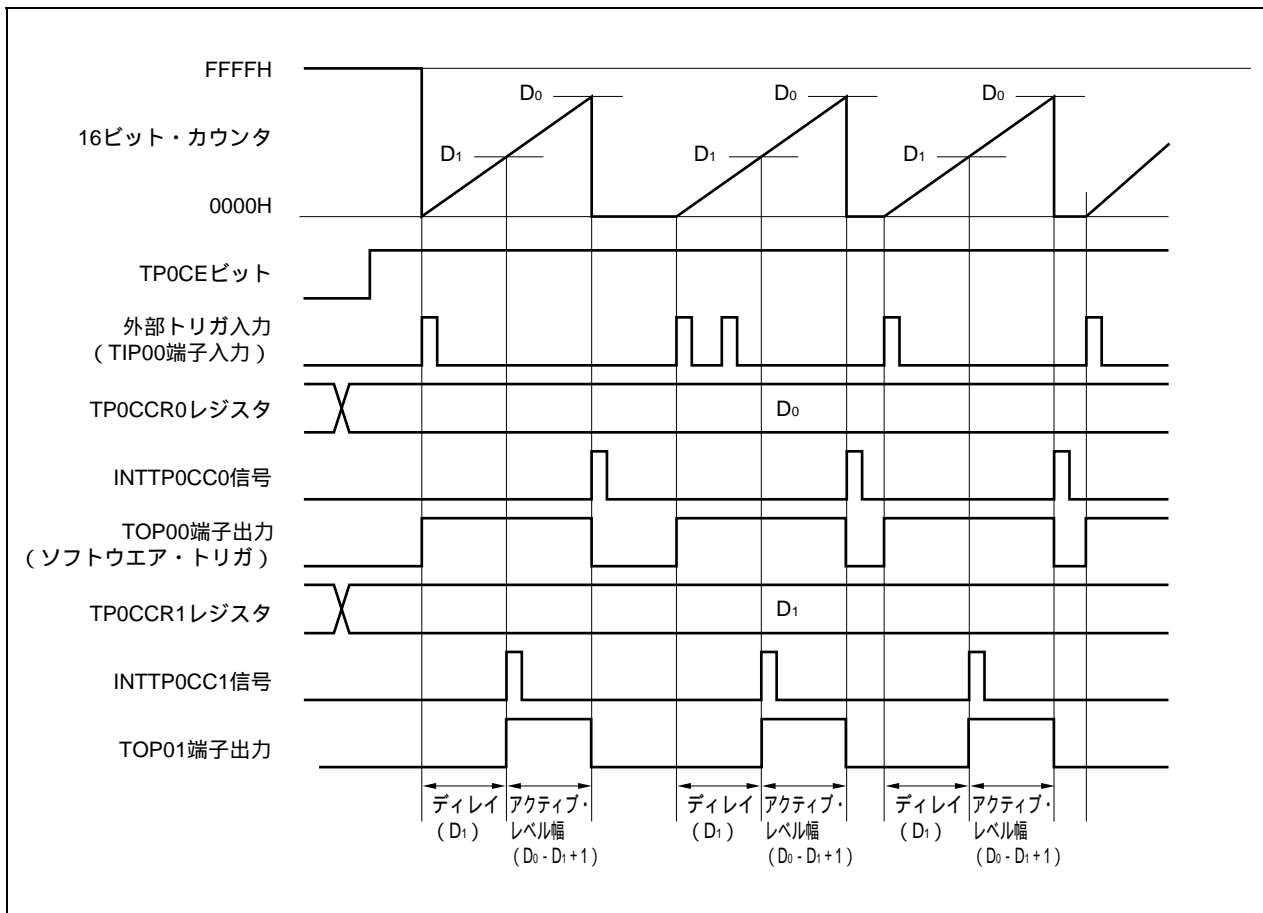


図6 - 21 ワンショット・パルス出力モードの基本タイミング



TP0CEビットをセット(1)することで、トリガ待ち状態となります。トリガが発生すると、16ビット・カウンタをFFFFHから0000Hにクリアして同時にカウント動作を開始し、TOP01端子からワンショット・パルスを出します。ワンショット・パルスを出したあと、16ビット・カウンタをFFFFHにしてカウント動作を停止し、トリガ待ち状態になります。ワンショット・パルス出力中に再度トリガが発生しても無視します。

ワンショット・パルスの出力ディレイ期間、およびアクティブ・レベル幅は次のように求められます。

$$\text{出力ディレイ期間} = (\text{TP0CCR1レジスタの設定値}) \times \text{カウント・クロック周期}$$

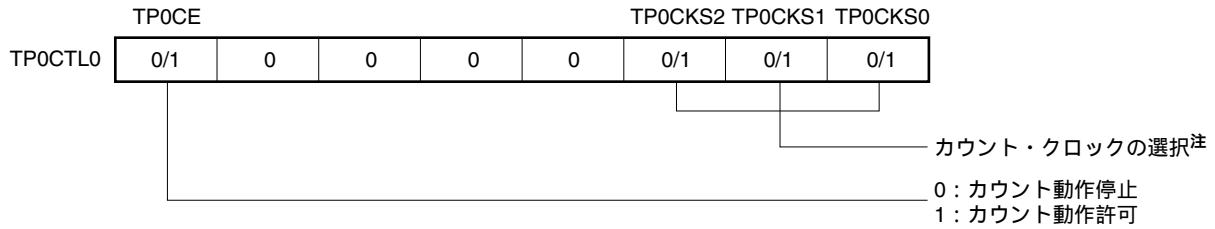
$$\text{アクティブ・レベル幅} = (\text{TP0CCR0レジスタの設定値} - \text{TP0CCR1レジスタの設定値} + 1) \\ \times \text{カウント・クロック周期}$$

コンパレー一致割り込み要求信号 (INTTP0CC0) は、16ビット・カウンタのカウント値とCCR0バッファ・レジスタの値が一致した次のカウント・タイミングで発生します。コンパレー一致割り込み要求信号 (INTTP0CC1) は、16ビット・カウンタのカウント値とCCR1バッファ・レジスタの値が一致するタイミングで発生します。

トリガには、外部トリガ入力の有効エッジ、またはソフトウェア・トリガ (TP0CTL1.TP0ESTビット) のセット(1)があります。

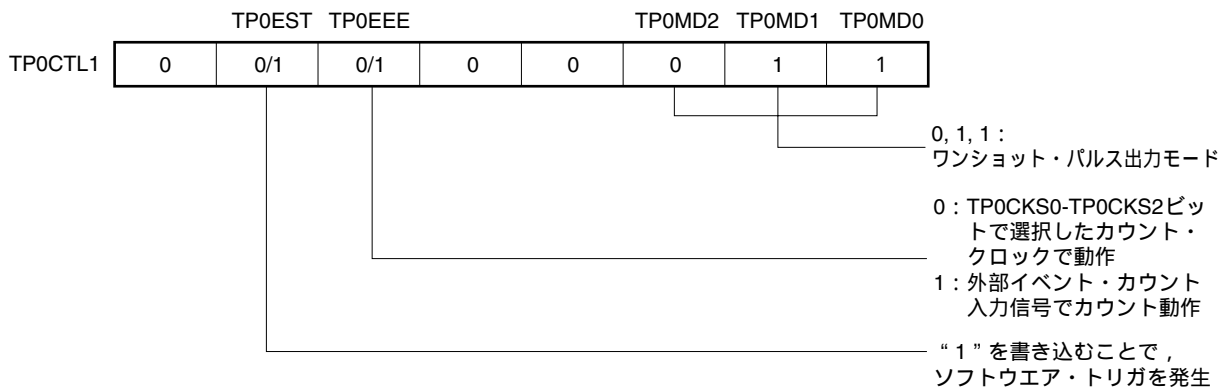
図6 - 22 ワンショット・パルス出力モード動作時のレジスタ設定内容 (1/2)

(a) TMP0制御レジスタ0 (TP0CTL0)

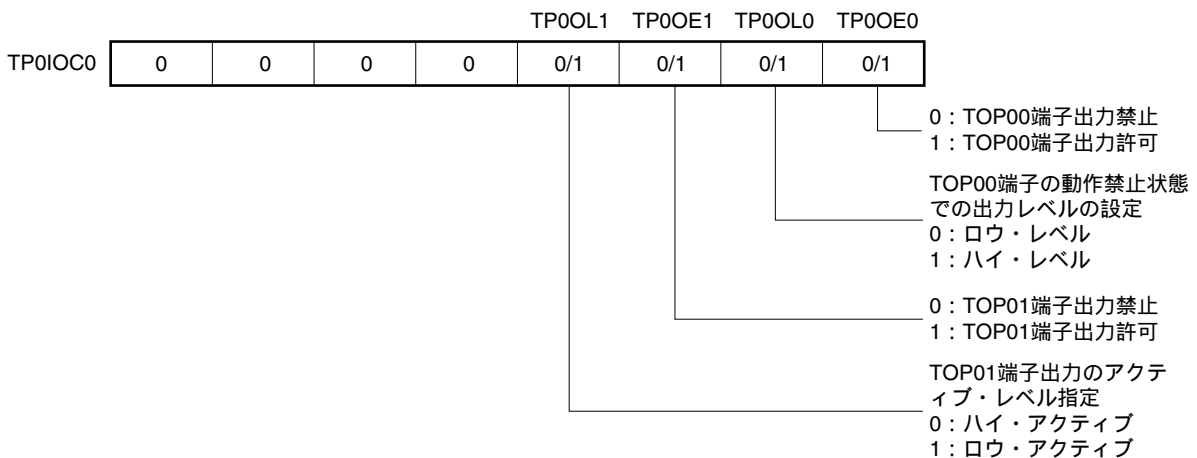


注 TP0CTL1.TP0EEEビット = 1のときは設定が無効になります。

(b) TMP0制御レジスタ1 (TP0CTL1)



(c) TMP0I/O制御レジスタ0 (TP0IOC0)



・ TP0OL1ビット = 0の場合



・ TP0OL1ビット = 1の場合

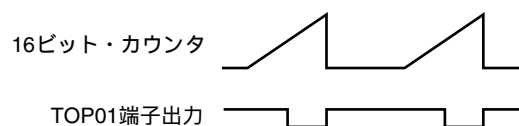
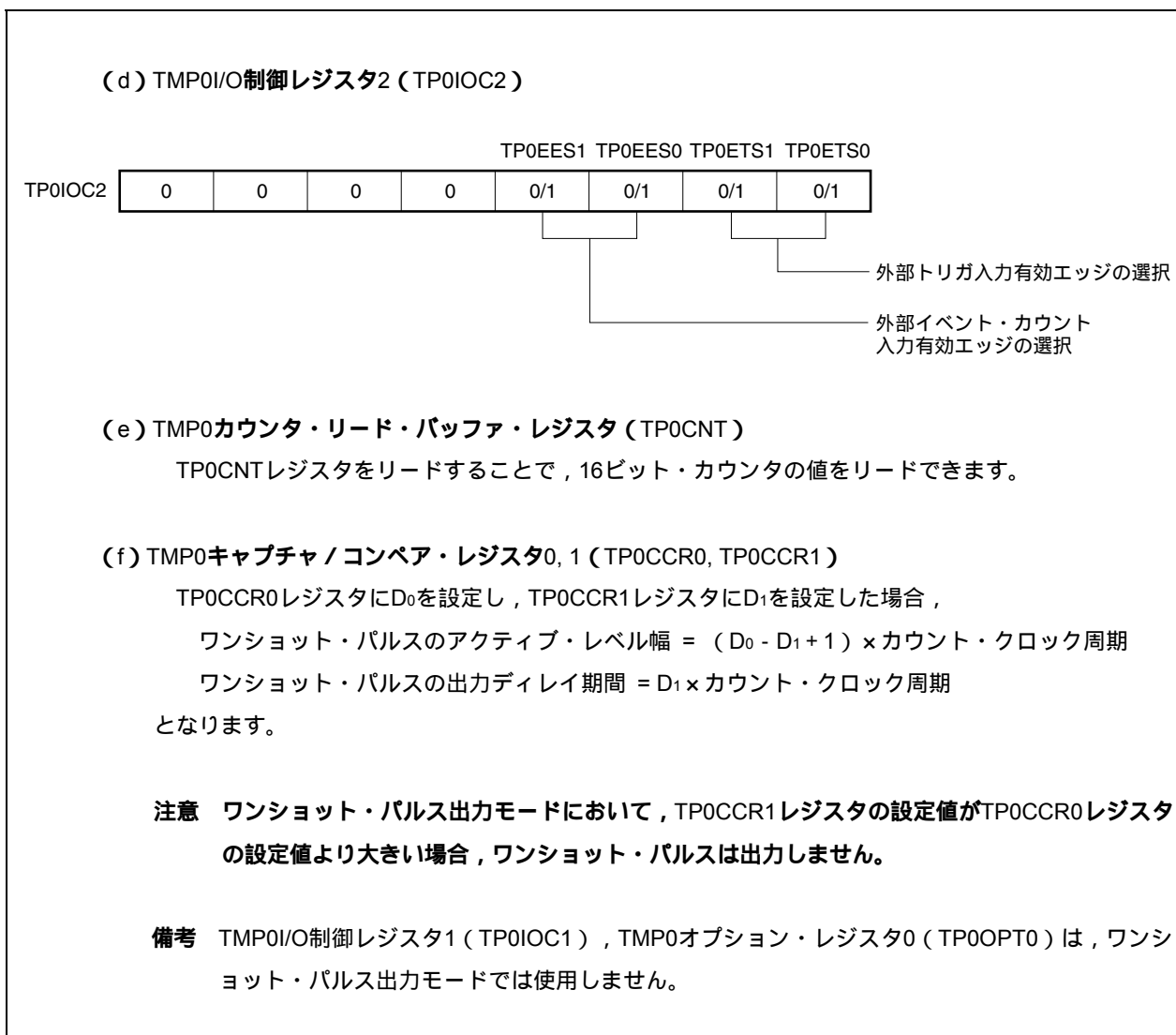
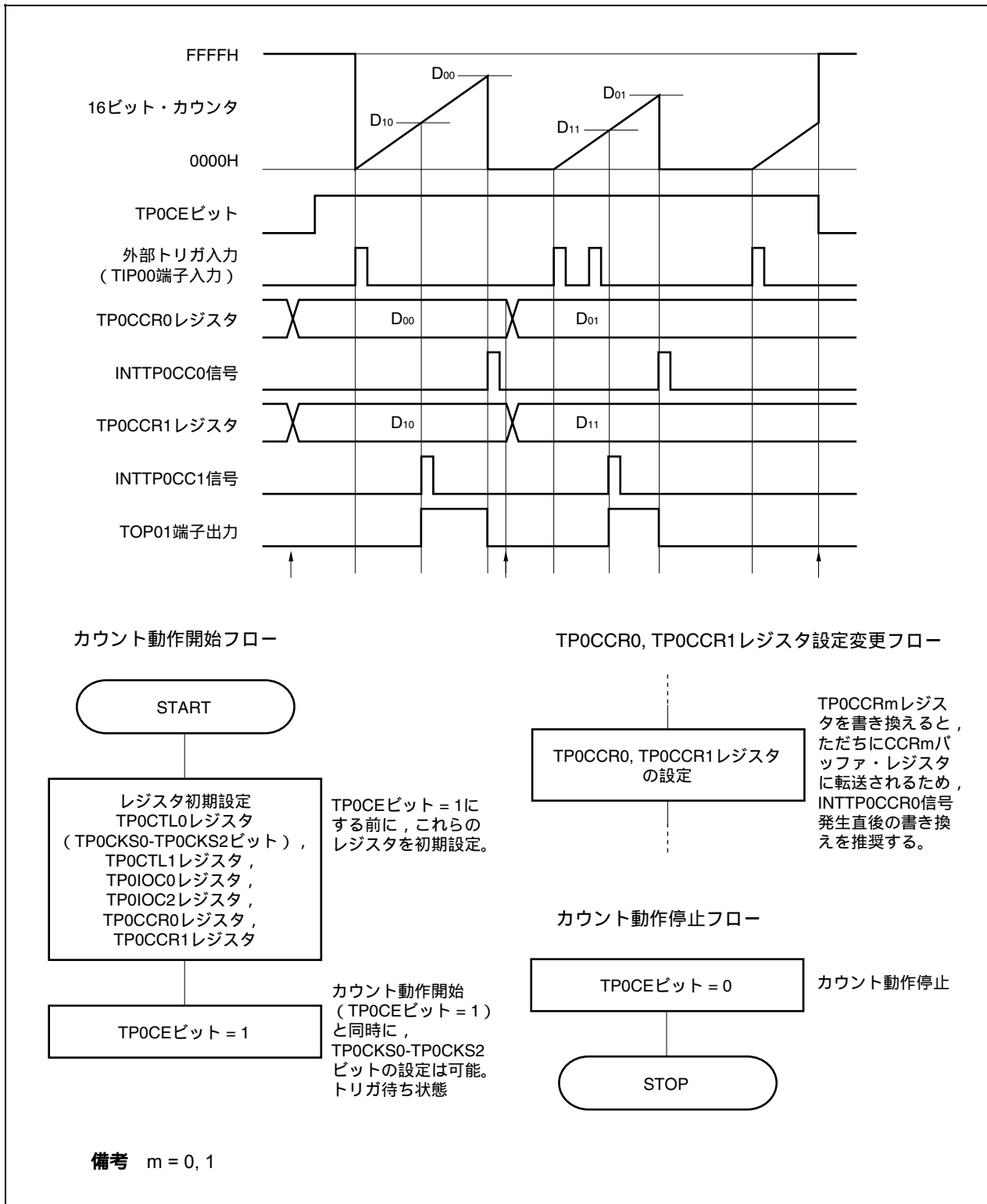


図6 - 22 ワンショット・パルス出力モード動作時のレジスタ設定内容 (2/2)



(1) ワンショット・パルス出力モード動作フロー

図6-23 ワンショット・パルス出力モード使用時のソフトウェア処理フロー

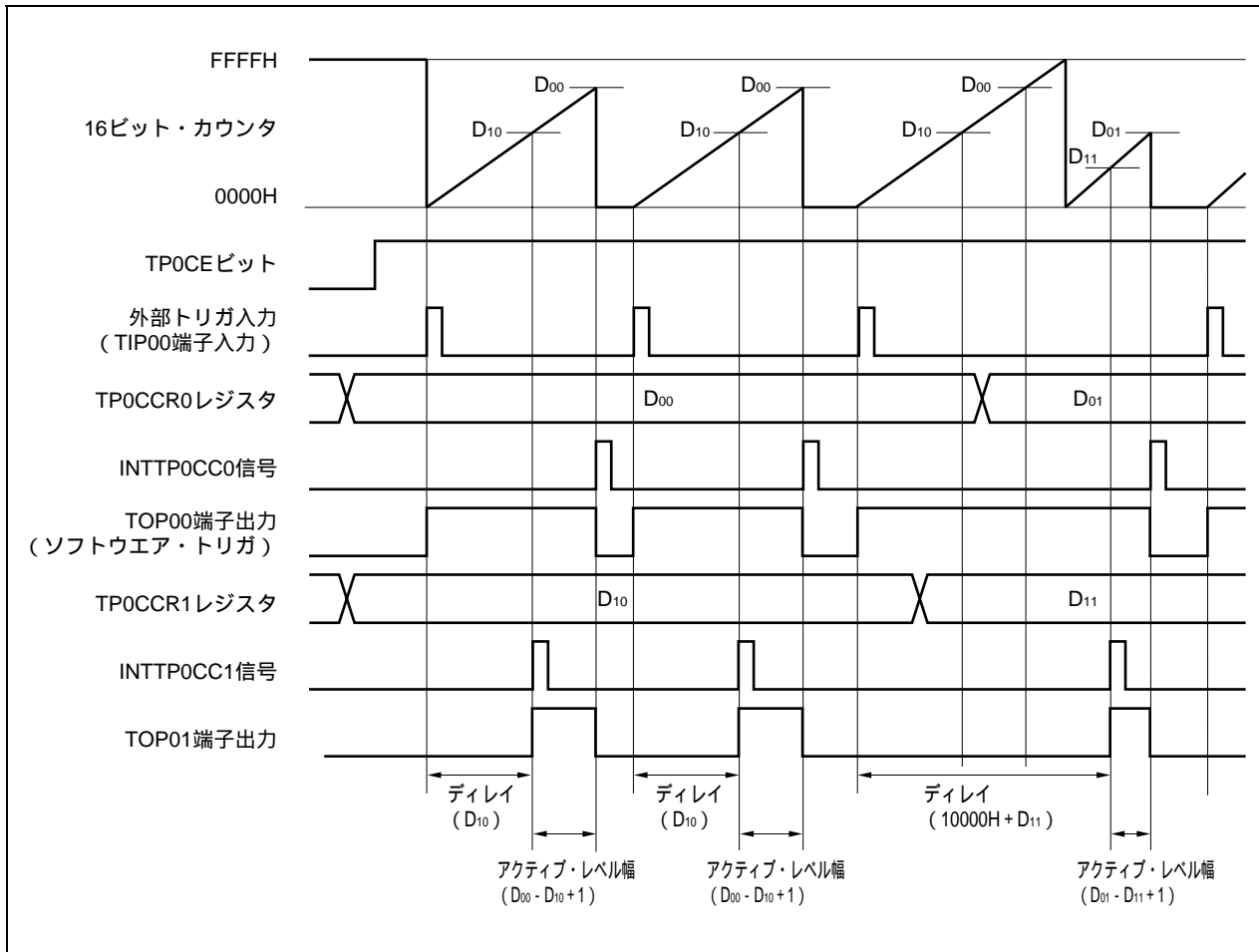


(2) ワンショット・パルス出力モード動作タイミング

(a) TP0CCR_aレジスタの書き換えに関する注意事項

TP0CCR_aレジスタの設定値を小さい値に変更する場合には、一度カウント動作を停止させ、その後、設定値を変更してください。

カウント動作中にTP0CCR_aレジスタの値を小さい値に書き換えると、16ビット・カウンタがオーバーフローする場合がありますので注意してください。



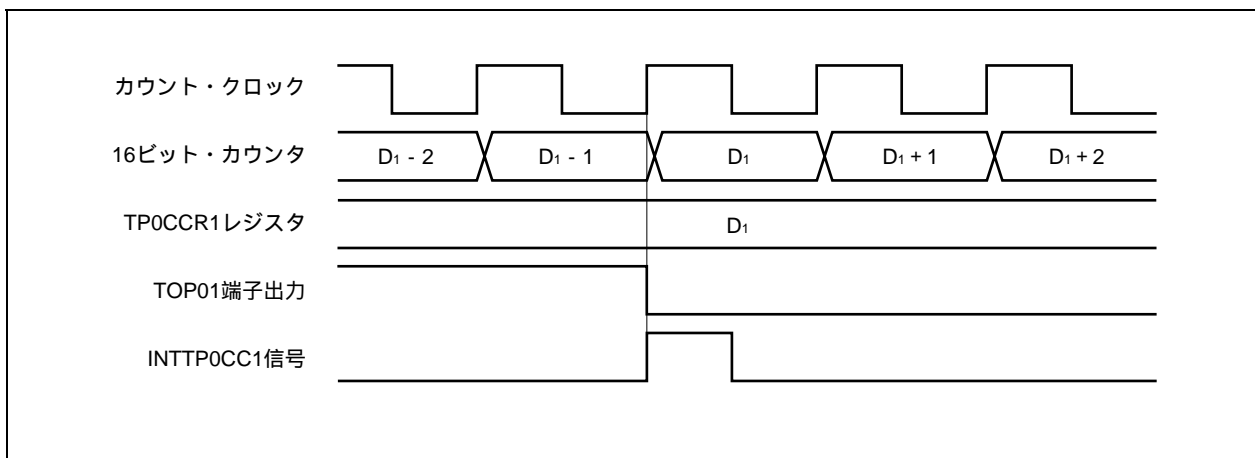
TP0CCR₀レジスタをD₀₀からD₀₁に、TP0CCR₁レジスタをD₁₀からD₁₁に書き換える場合において、D₀₀ > D₀₁, D₁₀ > D₁₁の状態では、16ビット・カウンタのカウント値がD₁₁よりも大きくD₁₀よりも小さい状態のときTP0CCR₁レジスタを書き換え、カウント値がD₀₁よりも大きくD₀₀よりも小さい状態でTP0CCR₀レジスタを書き換えた場合、書き換えたタイミングで、それぞれの設定値は反映されてカウント値と比較されるために、カウント値はFFFFHまでカウント動作を行い、その後、0000Hから再度カウント・アップを行います。そして、D₁₁との一致でINTTP0CC1信号を発生してTOP01端子出力をアクティブ・レベルにし、D₀₁との一致でINTTP0CC0信号を発生してTOP01端子出力をインアクティブにしてカウント動作を停止します。

したがって、本来期待しているワンショット・パルス出力に対し、デレイ期間またはアクティブ期間が異なるパルスを出力してしまう場合があります。

備考 a = 0, 1

(b) コンペアー一致割り込み要求信号 (INTTP0CC1) の発生タイミング

ワンショット・パルス出力モードにおけるINTTP0CC1信号の発生タイミングは、ほかのINTTP0CC1信号と異なり、16ビット・カウンタのカウンタ値とTP0CCR1レジスタの値との一致と同時に発生します。



通常、INTTP0CC1信号は、16ビット・カウンタのカウンタ値とTP0CCR1レジスタの値との一致後、次のカウンタ・アップに同期して発生します。

しかし、ワンショット・パルス出力モードの場合、1クロック早いタイミングで発生します。これは、TOP01端子出力の変化タイミングとあわせるために、タイミングを変更しているからです。

6.5.5 PWM出力モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 100)

PWM出力モードは、TP0CTL0.TP0CEビットをセット(1)することで、TOP01端子からPWM波形を出力します。

また、TOP00端子から、PWM波形の1周期を半周期とするパルスを出力します。

図6-24 PWM出力モードの構成図

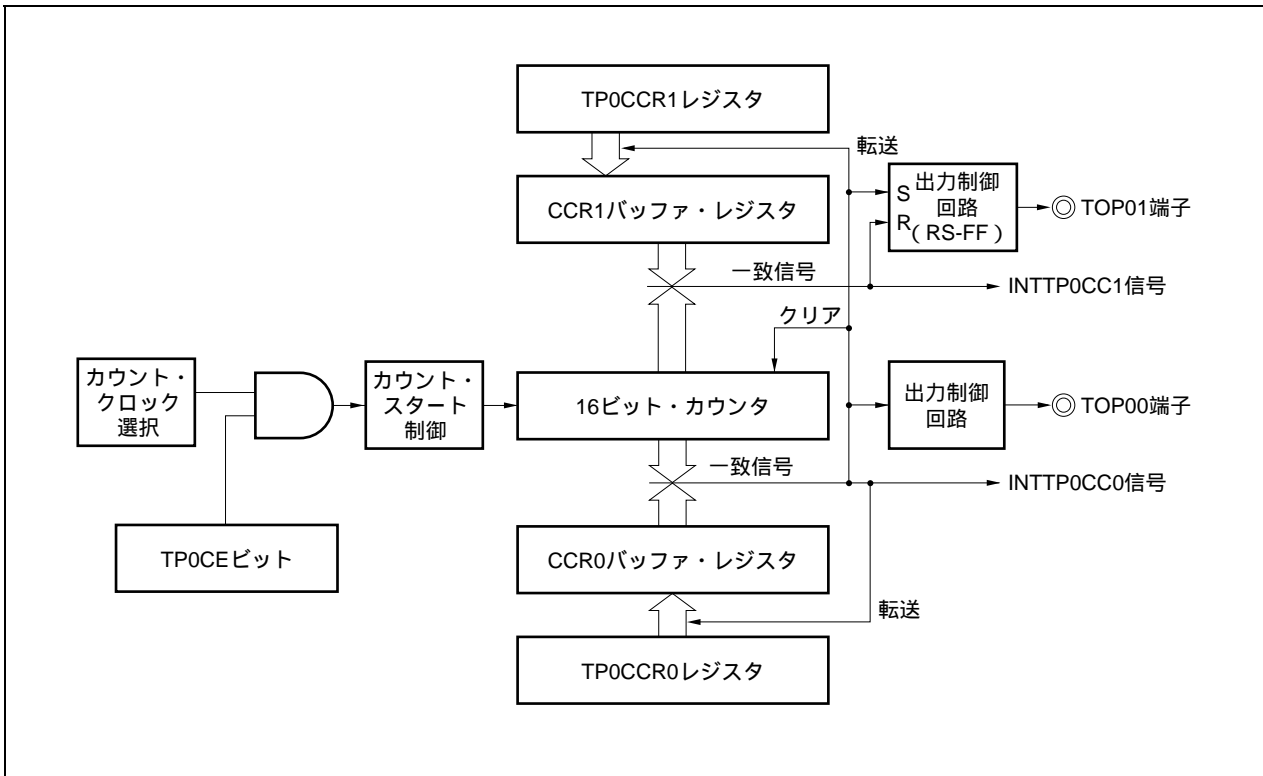
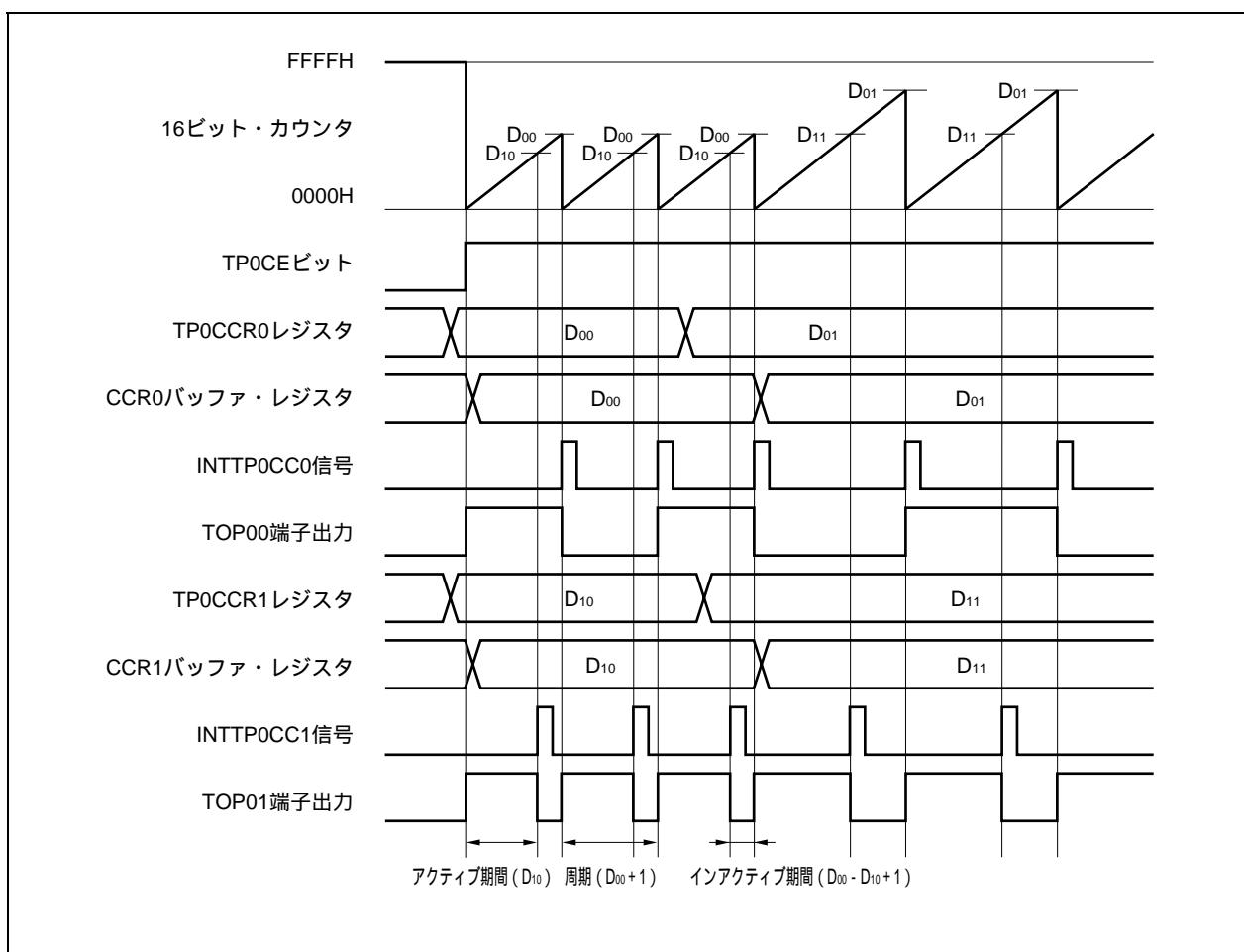


図6 - 25 PWM出力モードの基本タイミング



TPOCEビットをセット (1) することで、16ビット・カウンタをFFFFHから0000Hにクリアして同時にカウント動作を開始し、TOP01端子からPWM波形を出力します。

PWM波形のアクティブ・レベル幅、周期、およびデューティは次のように求められます。

$$\text{アクティブ・レベル幅} = (\text{TPOCCR1レジスタの設定値}) \times \text{カウント・クロック周期}$$

$$\text{周期} = (\text{TPOCCR0レジスタの設定値} + 1) \times \text{カウント・クロック周期}$$

$$\text{デューティ} = (\text{TPOCCR1レジスタの設定値}) / (\text{TPOCCR0レジスタの設定値} + 1)$$

動作中にTPOCCRaレジスタを書き換えることにより、PWM波形を変更できます。書き換えた値は、16ビット・カウンタのカウント値とCCR0バッファ・レジスタの値が一致し、16ビット・カウンタが0000Hにクリアされるタイミングで反映されます。

コンパレー一致割り込み要求信号 (INTTP0CC0) は、16ビット・カウンタのカウント値とCCR0バッファ・レジスタの値が一致した次のカウント・タイミングで発生し、同時に16ビット・カウンタを0000Hにクリアします。コンパレー一致割り込み要求信号 (INTTP0CC1) は、16ビット・カウンタのカウント値とCCR1バッファ・レジスタの値が一致するタイミングで発生します。

TPOCCRaレジスタに設定した値は、16ビット・カウンタのカウント値とCCRaバッファ・レジスタの値が一致し、16ビット・カウンタを0000HにクリアするタイミングでCCRaバッファ・レジスタに転送されます。

備考 a = 0, 1

図6 - 26 PWM出力モード動作時のレジスタ設定内容 (1/2)

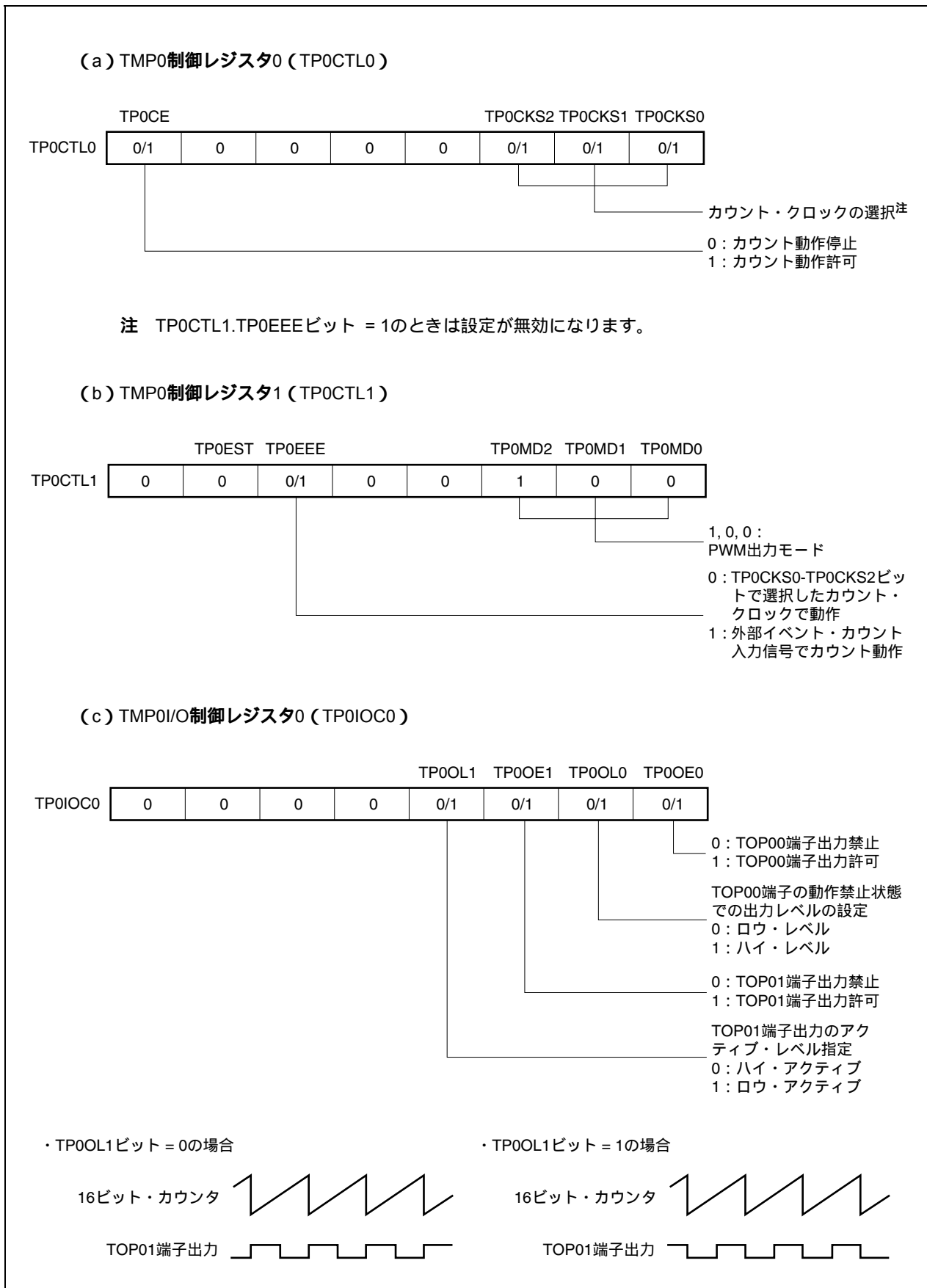
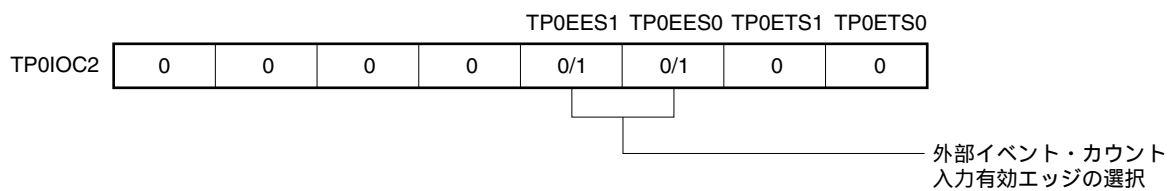


図6 - 26 PWM出力モード動作時のレジスタ設定内容 (2/2)

(d) TMP0I/O制御レジスタ2 (TP0IOC2)



(e) TMP0カウンタ・リード・バッファ・レジスタ (TP0CNT)

TP0CNTレジスタをリードすることで、16ビット・カウンタの値をリードできます。

(f) TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ0, 1 (TP0CCR0, TP0CCR1)

TP0CCR0レジスタにD₀を設定し、TP0CCR1レジスタにD₁を設定した場合、

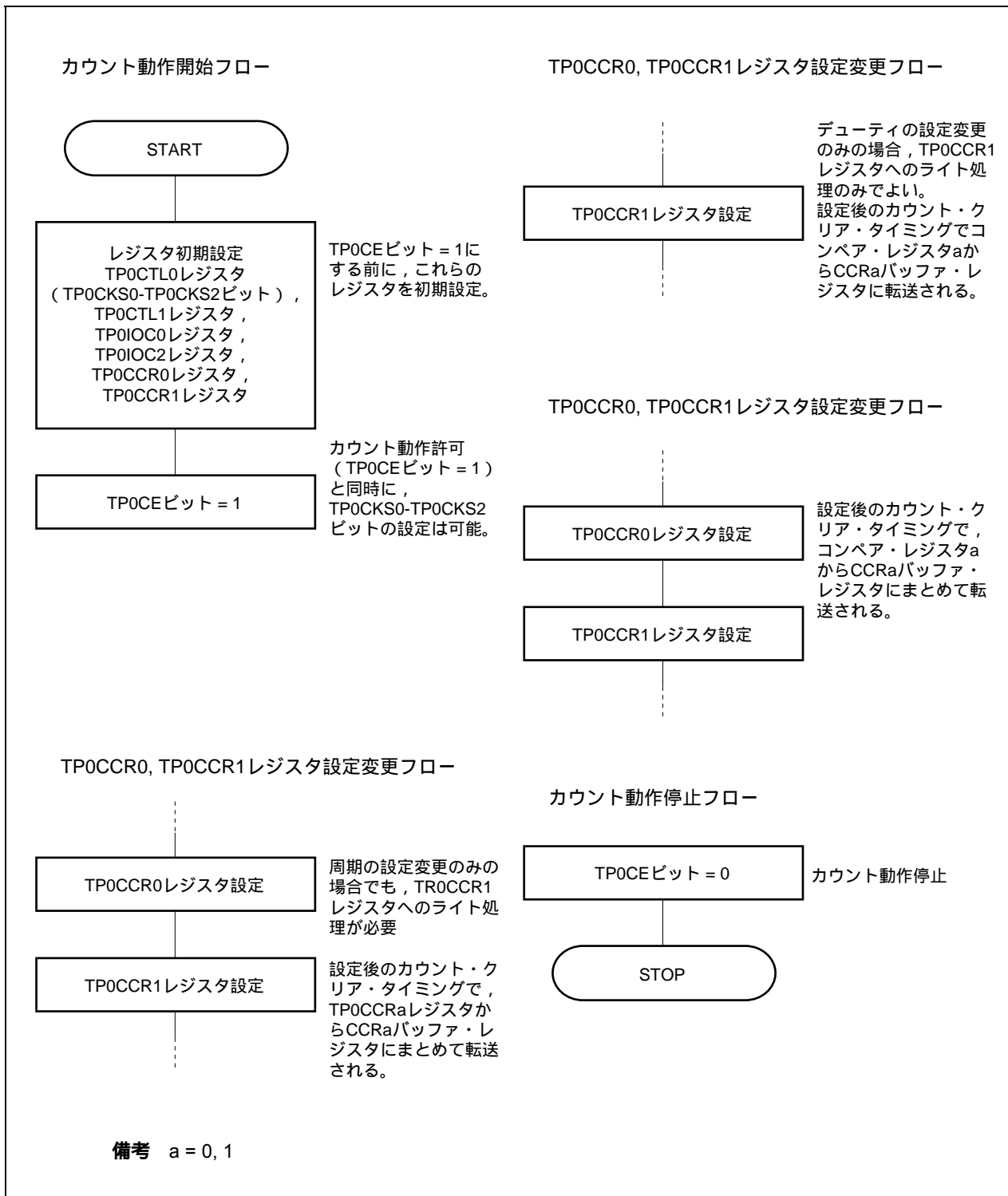
$$\text{PWM波形の周期} = (D_0 + 1) \times \text{カウント} \cdot \text{クロック周期}$$

$$\text{PWM波形のアクティブ・レベル幅} = D_1 \times \text{カウント} \cdot \text{クロック周期}$$

となります。

備考 TMP0I/O制御レジスタ1 (TP0IOC1)、TMP0オプション・レジスタ0 (TP0OPT0) は、PWM出力モードでは使用しません。

図6 - 27 PWM出力モード使用時のソフトウェア処理フロー (2/2)

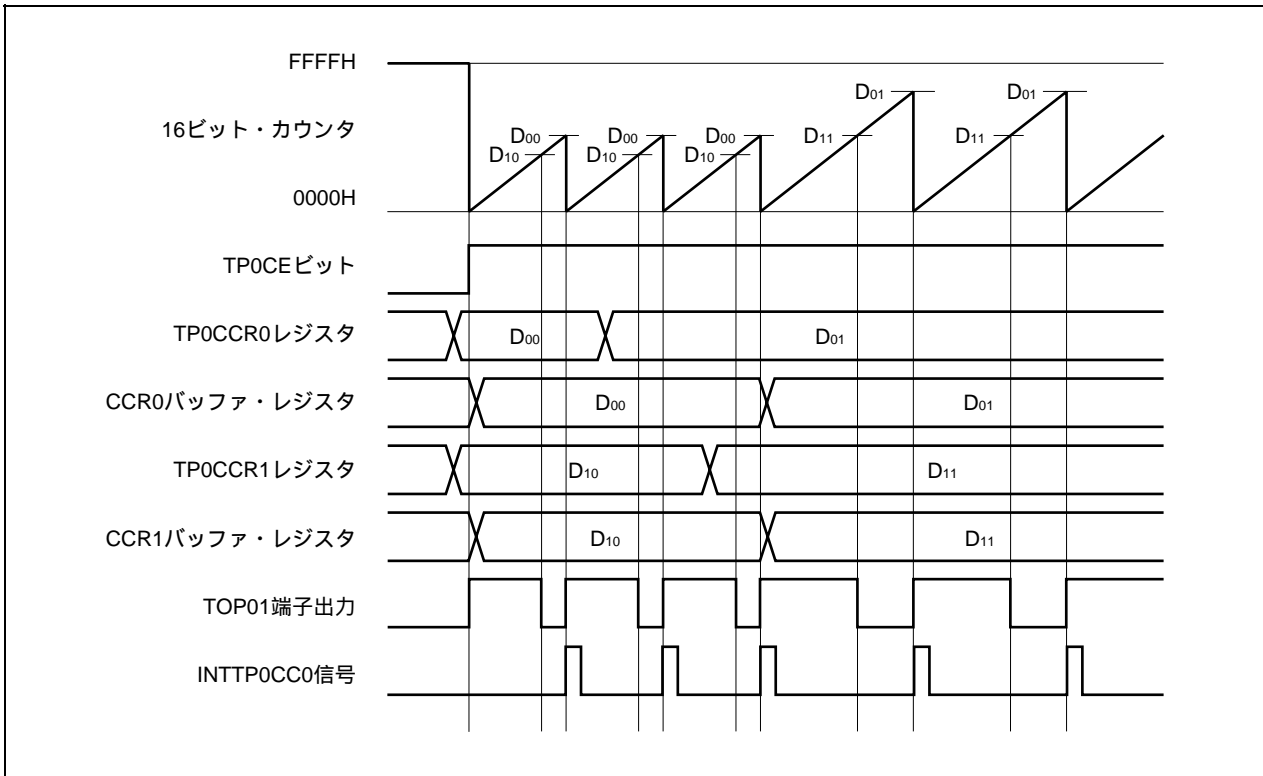


(2) PWM出力モード動作タイミング

(a) 動作中のパルス幅の変更

動作中にPWM波形を変更する場合には、最後にTP0CCR1レジスタにライトしてください。

TP0CCR1レジスタにライト後、再度TP0CCRaレジスタの書き換えを行う場合には、INTTP0CC1信号を検出後に書き換えてください。



TP0CCRaレジスタからCCRaバッファ・レジスタへのデータ転送を行うためには、TP0CCR1レジスタに対してライトする必要があります。

このとき、PWM波形の周期とアクティブ・レベル幅の両方を変更する場合には、まずTP0CCR0レジスタに周期を設定し、そのあとでTP0CCR1レジスタにアクティブ・レベル幅を設定してください。

PWM波形の周期だけを変更する場合には、まずTP0CCR0レジスタに周期を設定し、そのあとでTP0CCR1レジスタに同値をライトしてください。

PWM波形のアクティブ・レベル幅（デューティ）のみ変更する場合は、TP0CCR1レジスタのみの設定でかまいません。

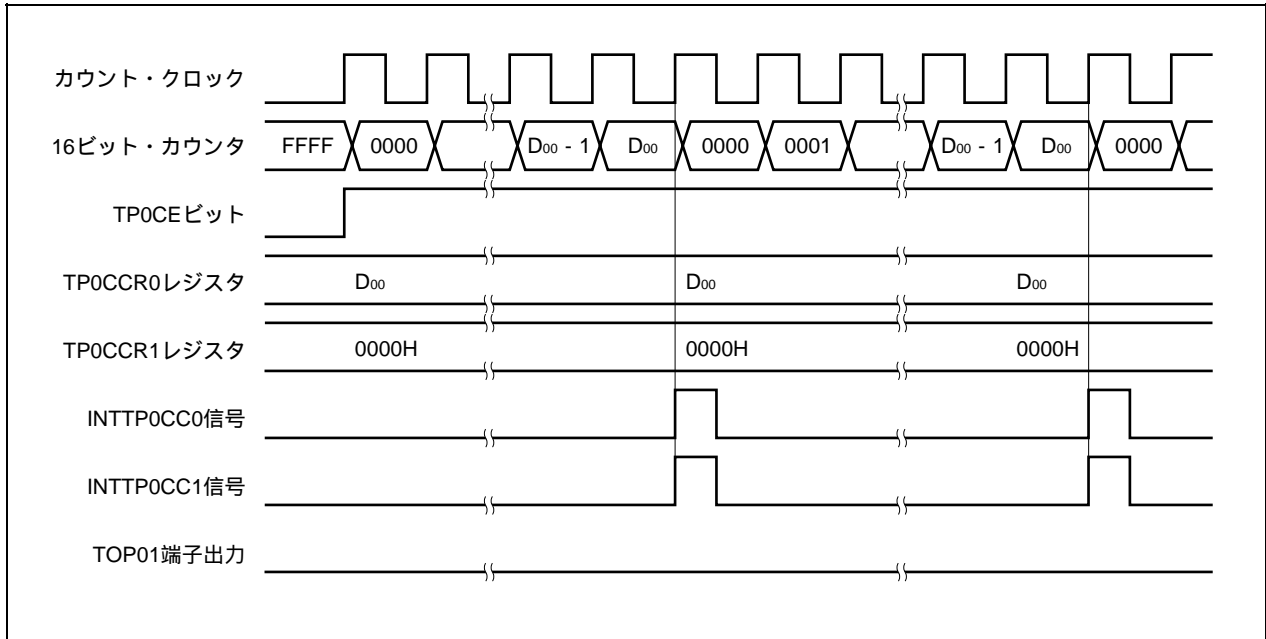
TP0CCR1レジスタにライトしたあと、16ビット・カウンタのクリア・タイミングに同期して、TP0CCRaレジスタに書き込まれた値がCCRaバッファ・レジスタに転送され、16ビット・カウンタとのコンペア値となります。

また、一度TP0CCR1レジスタにライトしたあとで、再度TP0CCR0、またはTP0CCR1レジスタへのライトを行う場合は、INTTP0CC0信号の発生後に行ってください。これを守れない場合には、TP0CCRaレジスタからCCRaバッファ・レジスタへのデータ転送タイミングと、TP0CCRaレジスタの書き換えの競合により、CCRaバッファ・レジスタの値が不定値になる場合があります。

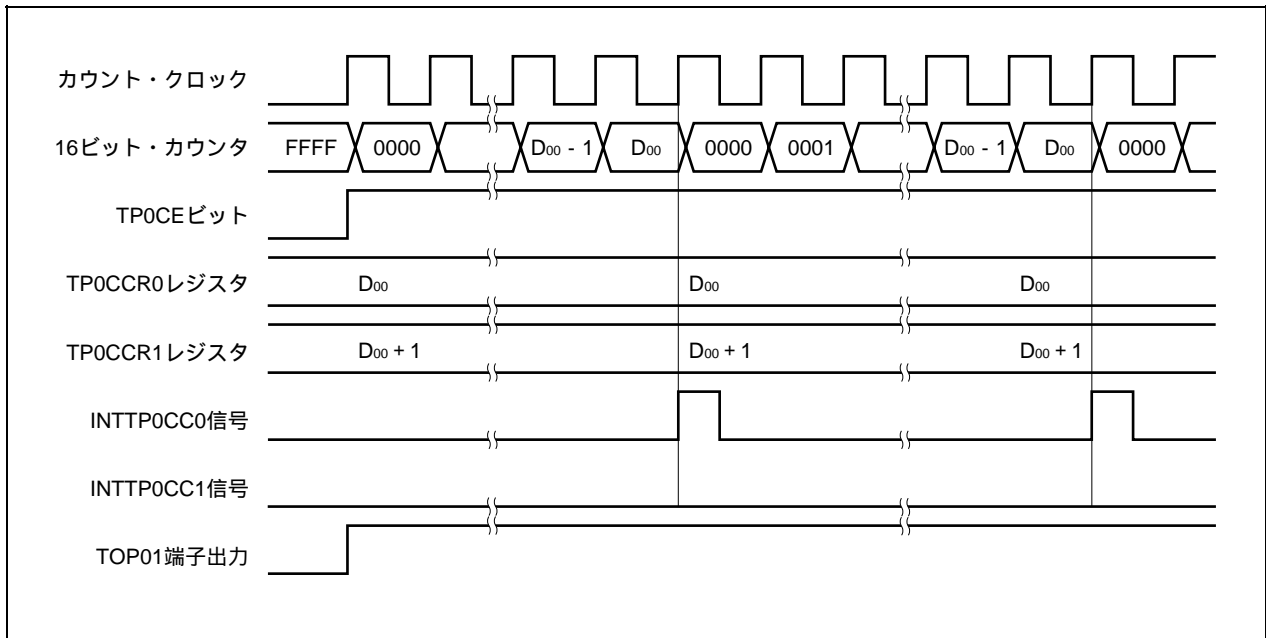
備考 a = 0, 1

(b) PWM波形の0 % / 100 %出力

0 % 波形を出力するためには, TP0CCR1レジスタに対して0000Hを設定します。ただし, TP0CCR0レジスタの設定値がFFFFHの場合には, INTTP0CC1信号が定期的が発生します。

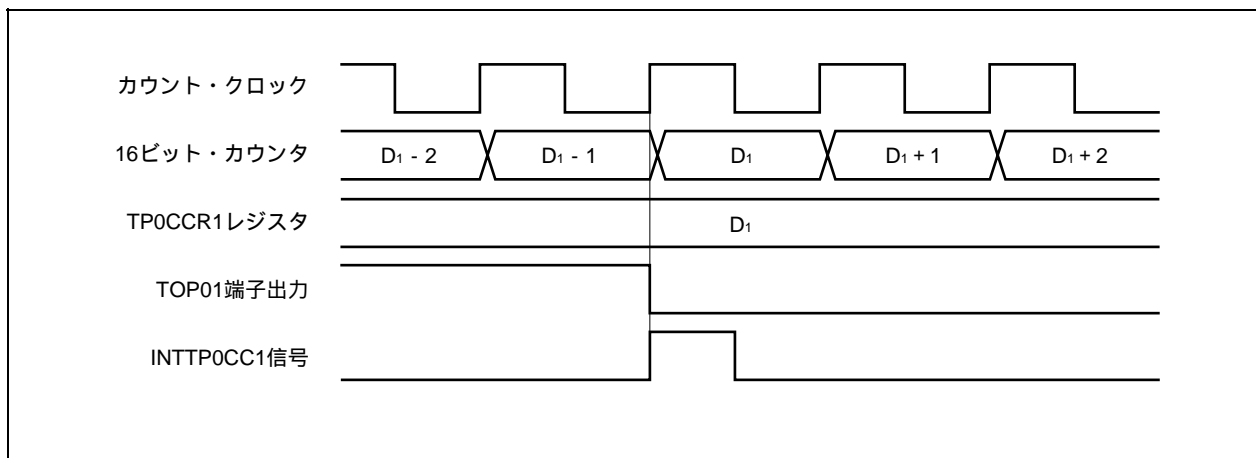


100 % 波形を出力するためには, TP0CCR1レジスタに対して (TP0CCR0レジスタの設定値 + 1) の値を設定してください。TP0CCR0レジスタの設定値がFFFFHの場合には, 100 % 出力はできません。



(c) コンペアー一致割り込み要求信号 (INTTP0CC1) の発生タイミング

PWM出力モードにおけるINTTP0CC1信号の発生タイミングは、ほかのINTTP0CC1信号と異なり、16ビット・カウンタのカウント値とTP0CCR1レジスタの値との一致と同時に発生します。



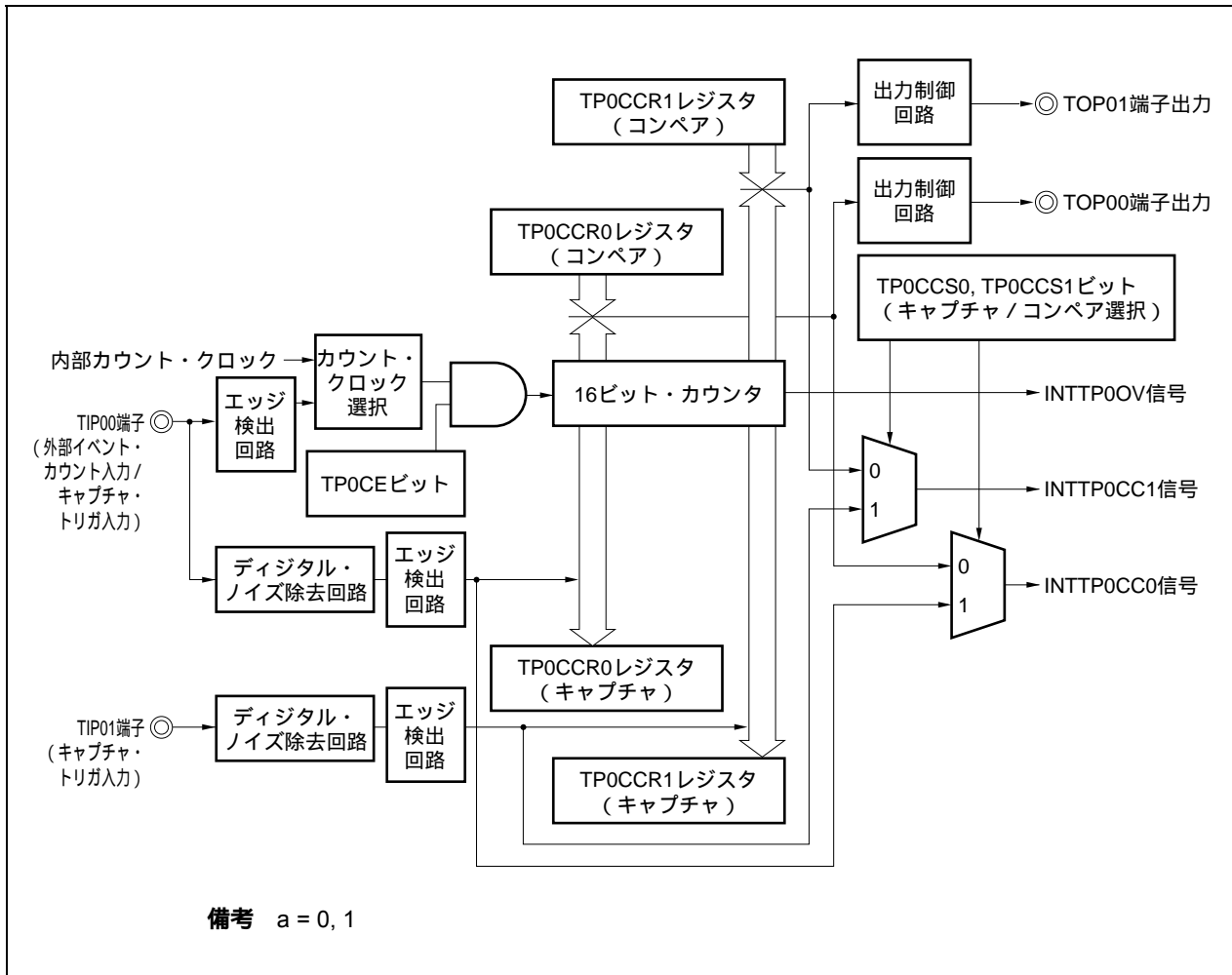
通常、INTTP0CC1信号は、16ビット・カウンタのカウント値とTP0CCR1レジスタの値との一致後、次のカウント・アップに同期して発生します。

しかし、PWM出力モードの場合、1クロック早いタイミングで発生します。これは、TOP01端子出力の変化タイミングとあわせるために、タイミングを変更しているからです。

6.5.6 フリー・ランニング・タイマ・モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 101)

フリー・ランニング・タイマ・モードは、TP0CTL0.TP0CEビットをセット(1)することでカウント動作を開始します。このときのTP0CCRaレジスタの動作は、TP0OPT0.TP0CCS0, TP0CCS1ビットの設定により、コンペア・レジスタまたはキャプチャ・レジスタの選択ができます。

図6-28 フリー・ランニング・タイマ・モードの構成図

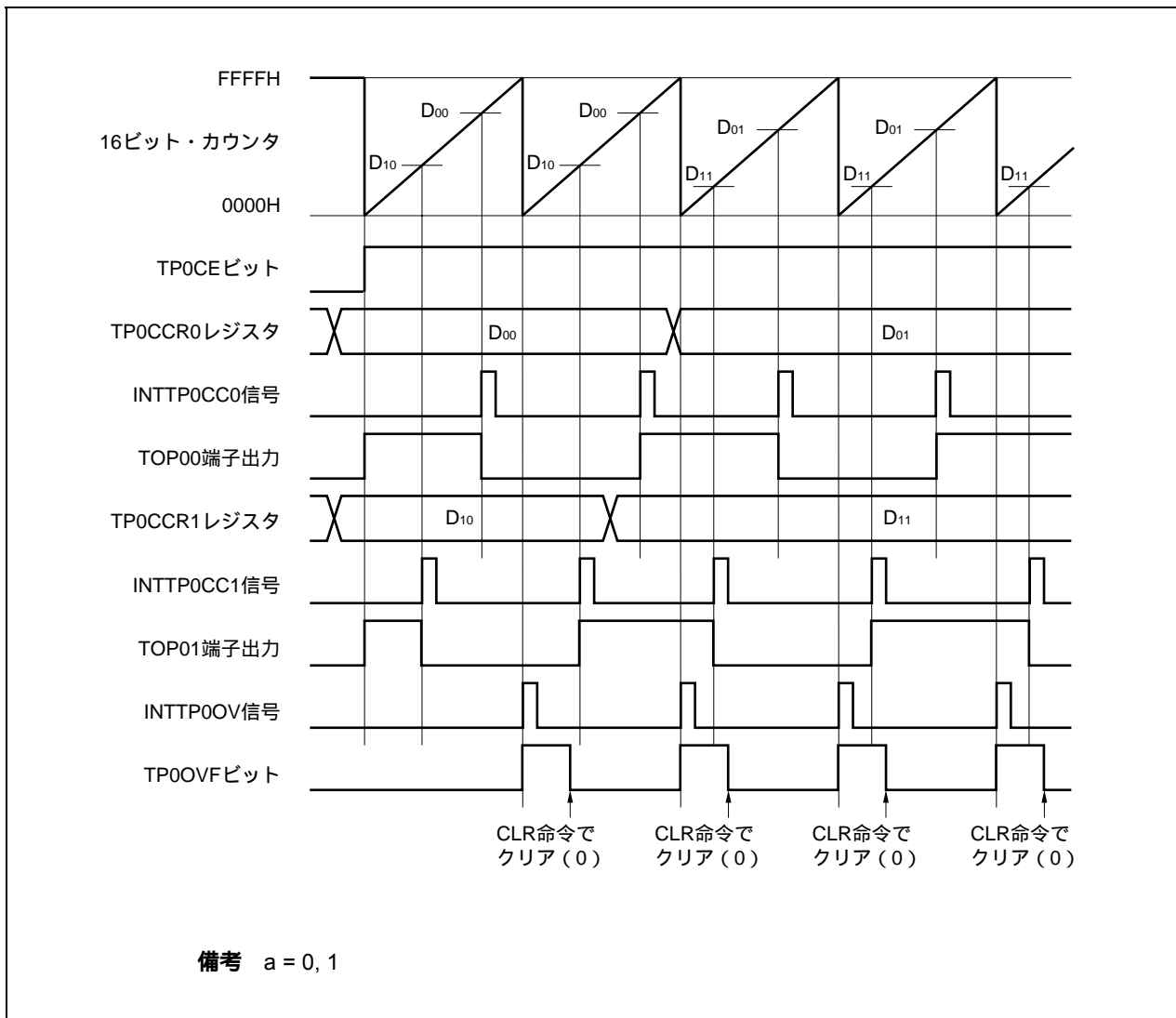


TP0CEビットをセット(1)することで、カウント動作を開始し、TOP00, TOP01端子出力を反転します。その後、16ビット・カウンタのカウント値とTP0CCRaレジスタの設定値が一致すると、コンペアー一致割り込み要求信号(INTTP0CCa)を発生し、TOP0a端子出力を反転します。

16ビット・カウンタは、カウント・クロックに同期してカウント動作を続け、FFFFHまでカウントすると、次のクロックでオーバーフロー割り込み要求信号(INTTP0OV)を発生するとともに、0000Hにクリアしカウント動作を継続します。また、このときオーバーフロー・フラグ(TP0OPT0.TP0OVFビット)もセット(1)されます。オーバーフロー・フラグは、ソフトウェアでCLR命令を実行してクリア(0)してください。

TP0CCRaレジスタは、カウント動作中の書き換えを許可しています。書き換えた場合、随時書き換えた値が反映され、カウント値と比較されます。

図6 - 29 フリー・ランニング・タイマ・モードの基本タイミング(コンペアー機能)



TP0CEビットをセット(1)することで、カウント動作を開始します。その後、TIP0a端子入力の有効エッジを検出することにより、16ビット・カウンタのカウント値をTP0CCR0レジスタに格納し、キャプチャ割り込み要求信号(INTTP0CC0)を発生します。

16ビット・カウンタは、カウント・クロックに同期してカウント動作を続け、FFFFHまでカウントすると、次のクロックでオーバーフロー割り込み要求信号(INTTP0OV)を発生するとともに、0000Hにクリアしカウント動作を継続します。また、このときオーバーフロー・フラグ(TP0OPT0.TP0OVFビット)もセット(1)されます。オーバーフロー・フラグは、ソフトウェアでCLR命令を実行してクリア(0)してください。

図6-30 フリー・ランニング・タイマ・モードの基本タイミング(キャプチャ機能)

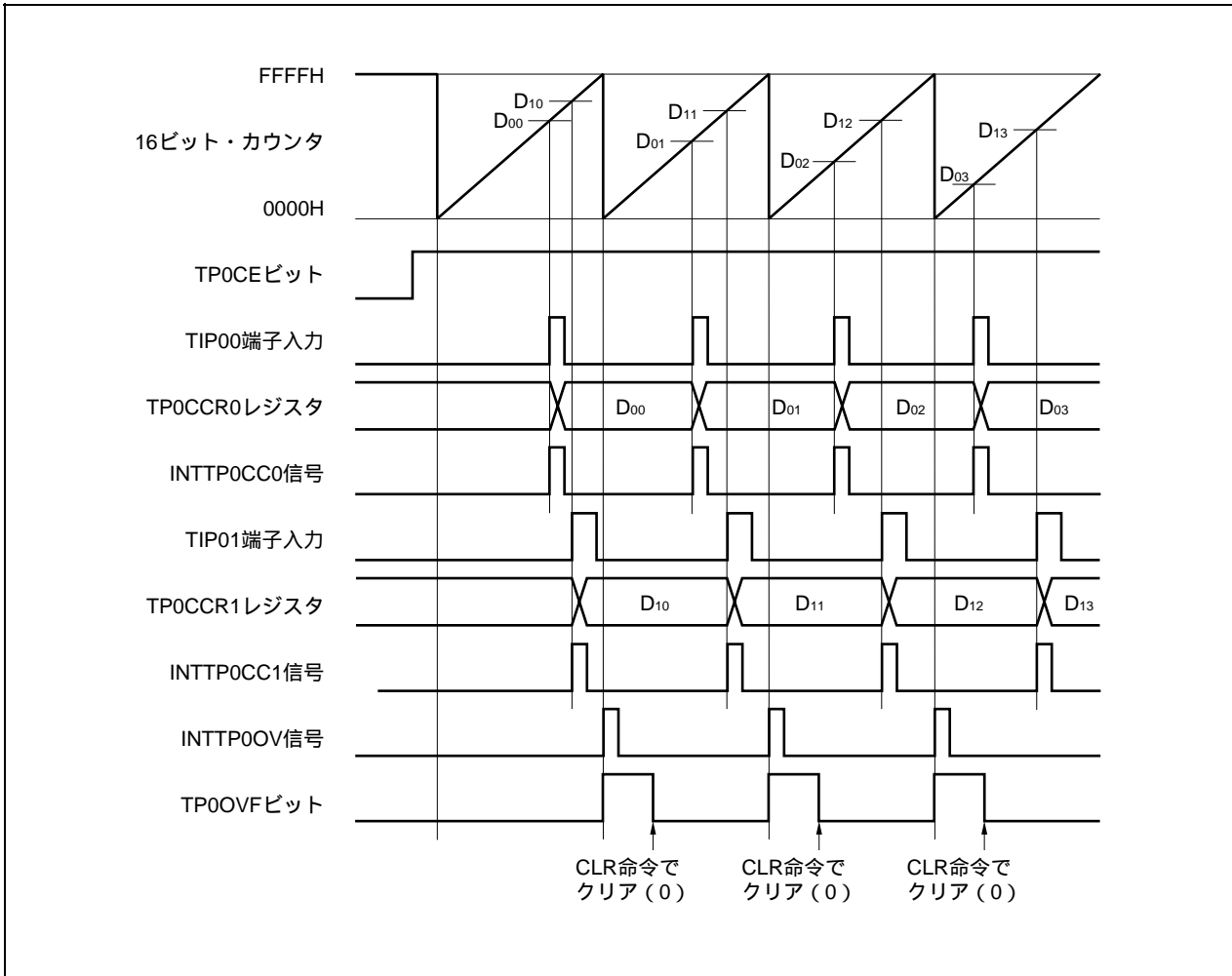


図6 - 31 フリー・ランニング・タイマモード動作時のレジスタ設定内容 (1/2)

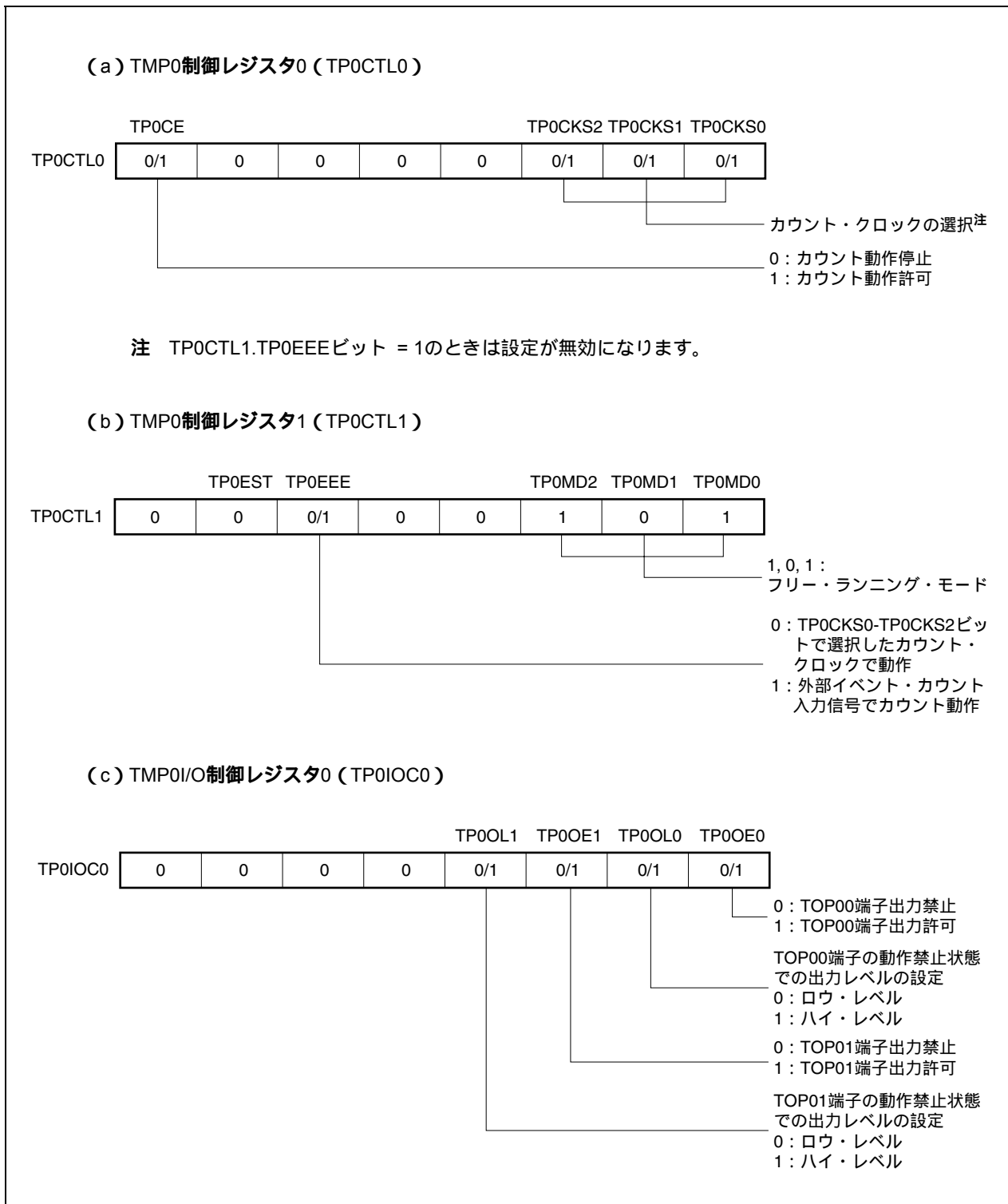
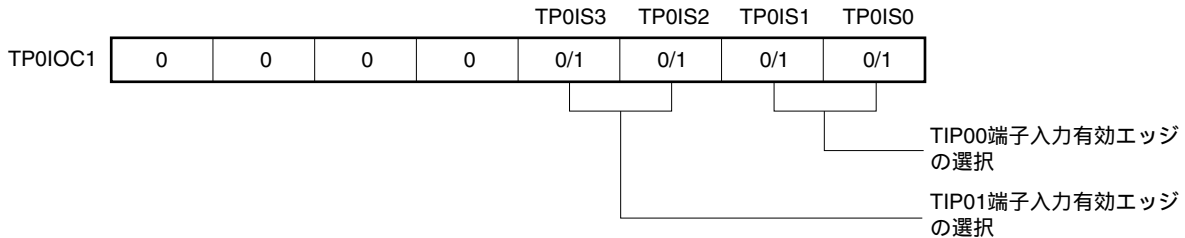
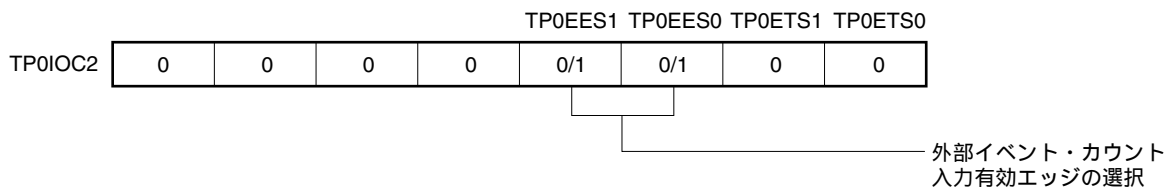


図6 - 31 フリー・ランニング・タイマ・モード動作時のレジスタ設定内容 (2/2)

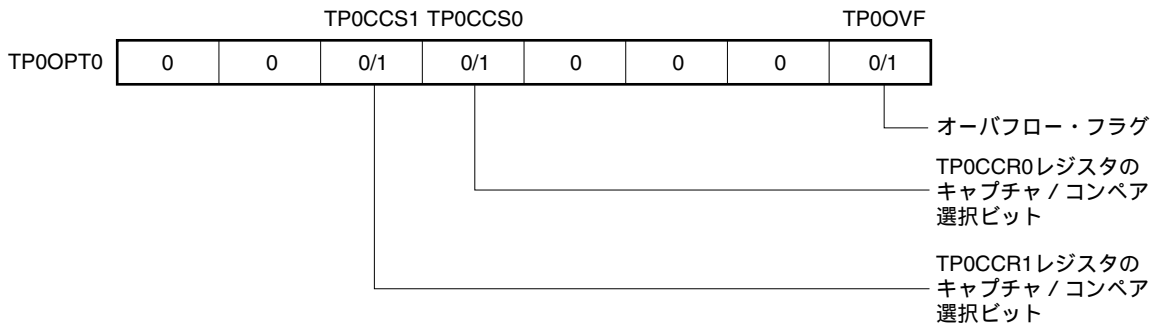
(d) TMP0I/O制御レジスタ1 (TP0IOC1)



(e) TMP0I/O制御レジスタ2 (TP0IOC2)



(f) TMP0オプション・レジスタ0 (TP0OPT0)



(g) TMP0カウンタ・リード・バッファ・レジスタ (TP0CNT)

TP0CNTレジスタをリードすることで、16ビット・カウンタの値をリードできます。

(h) TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ0, 1 (TP0CCR0, TP0CCR1)

TP0OPT0.TP0CCSaビットの設定によりキャプチャ・レジスタまたはコンペア・レジスタとして動作します。

キャプチャ・レジスタとして動作する場合には、TIP0a端子入力の有効エッジ検出により、16ビット・カウンタのカウント値を格納します。

コンペア・レジスタとして動作する場合には、TP0CCRaレジスタにDaを設定した場合、カウンタが(Da + 1)になるタイミングでINTTP0CCa信号を発生し、TOP0a端子出力を反転します。

備考 a = 0, 1

(1) フリー・ランニング・タイマ・モード動作フロー

(a) キャプチャ/コンペア・レジスタをコンペア・レジスタとして使用した場合

図6 - 32 フリー・ランニング・タイマ・モード使用時のソフトウェア処理フロー（コンペア機能）（1/2）

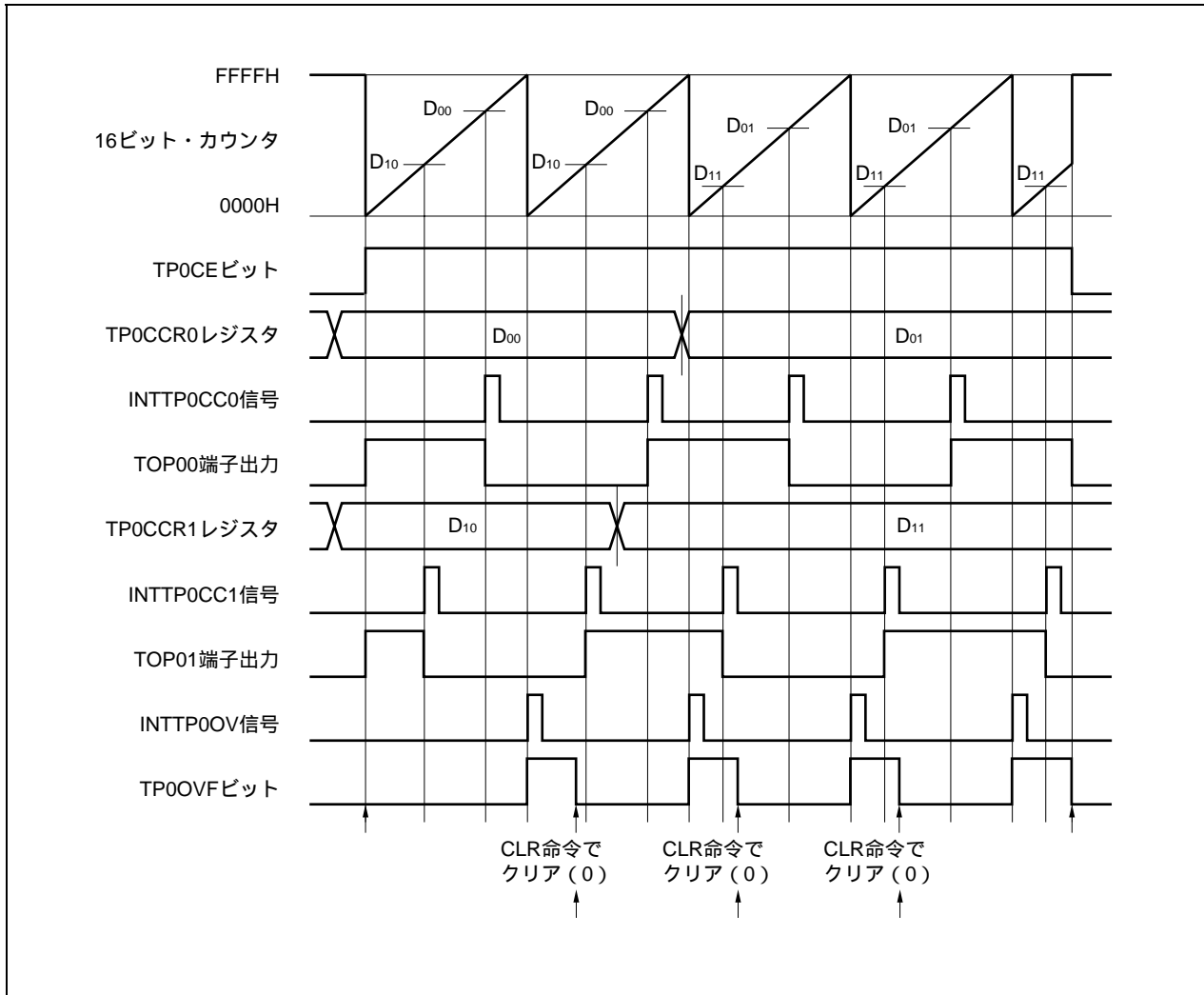
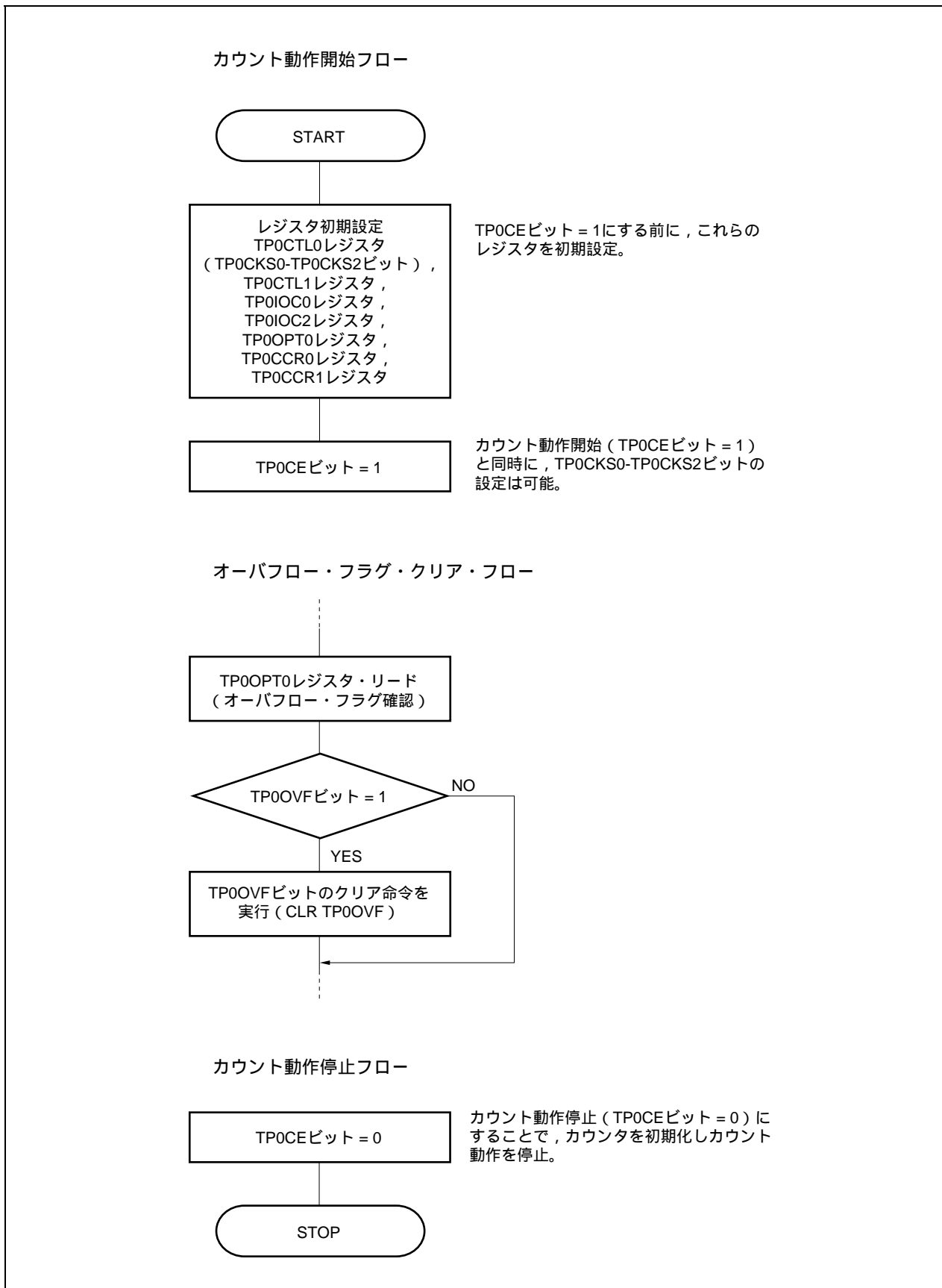


図6 - 32 フリー・ランニング・タイマ・モード使用時のソフトウェア処理フロー (コンペア機能) (2/2)



(b) キャプチャ/コンペア・レジスタをキャプチャ・レジスタとして使用する場合

図6 - 33 フリー・ランニング・タイマ・モード使用時のソフトウェア処理フロー（キャプチャ機能）（1/2）

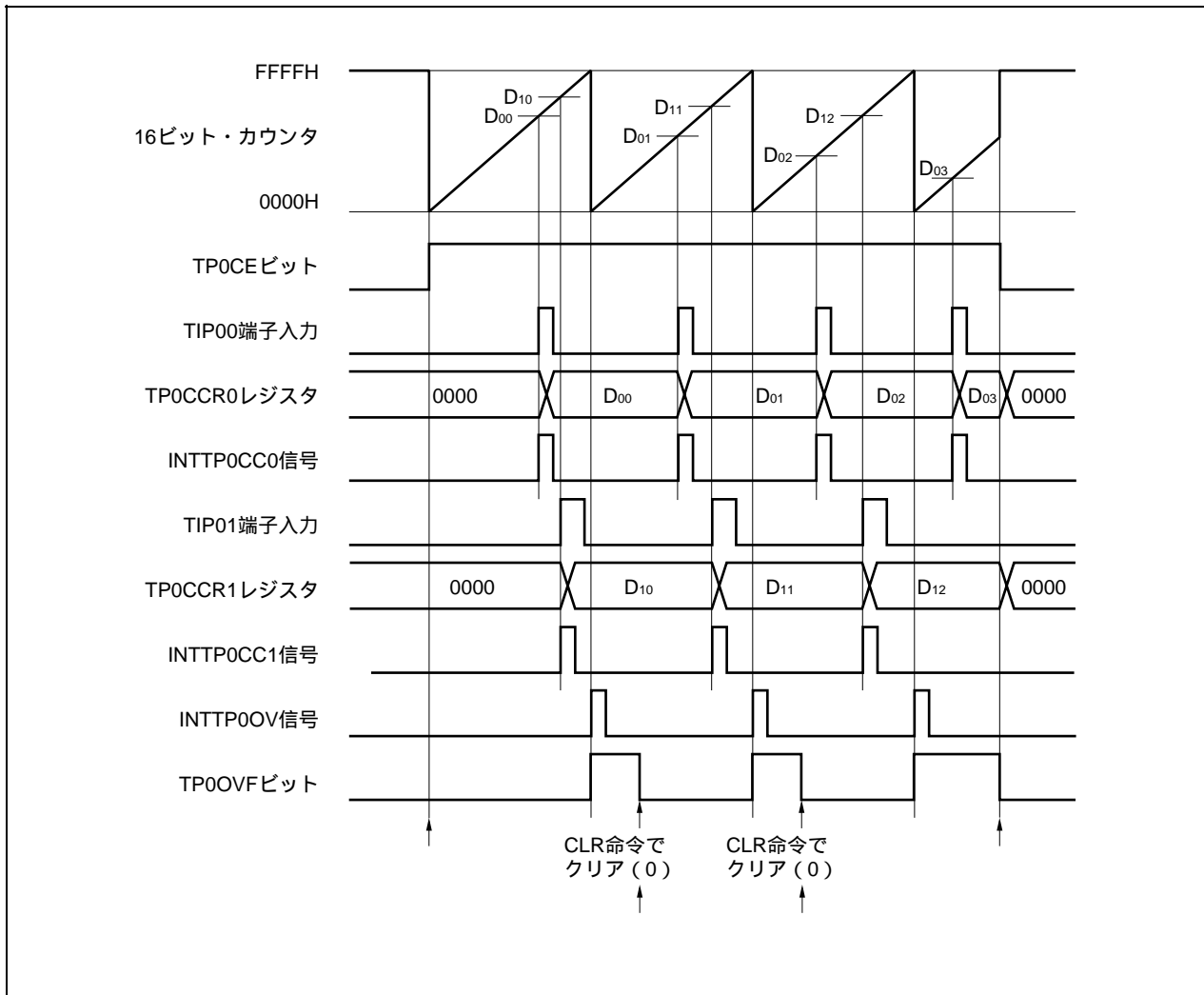
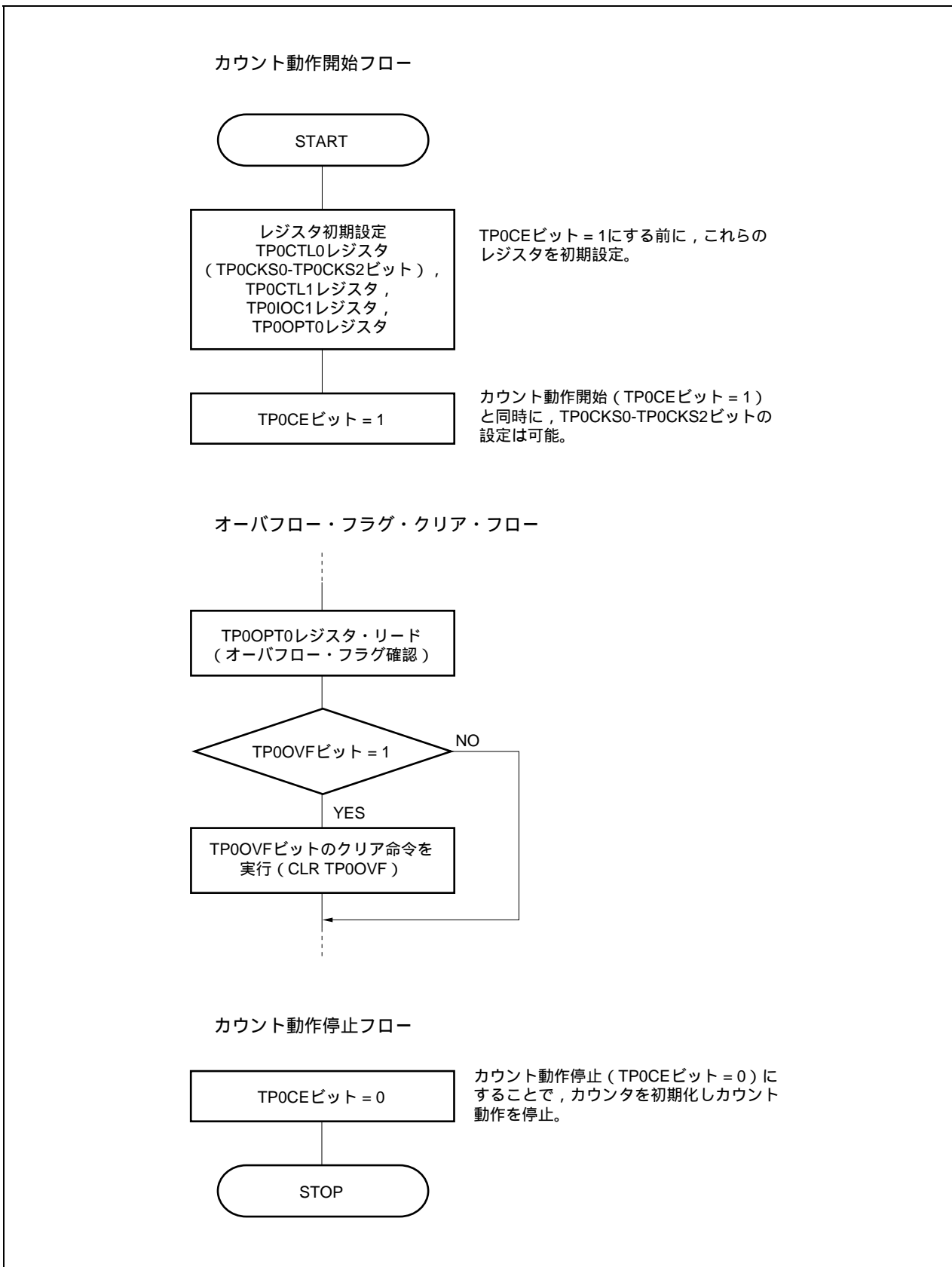


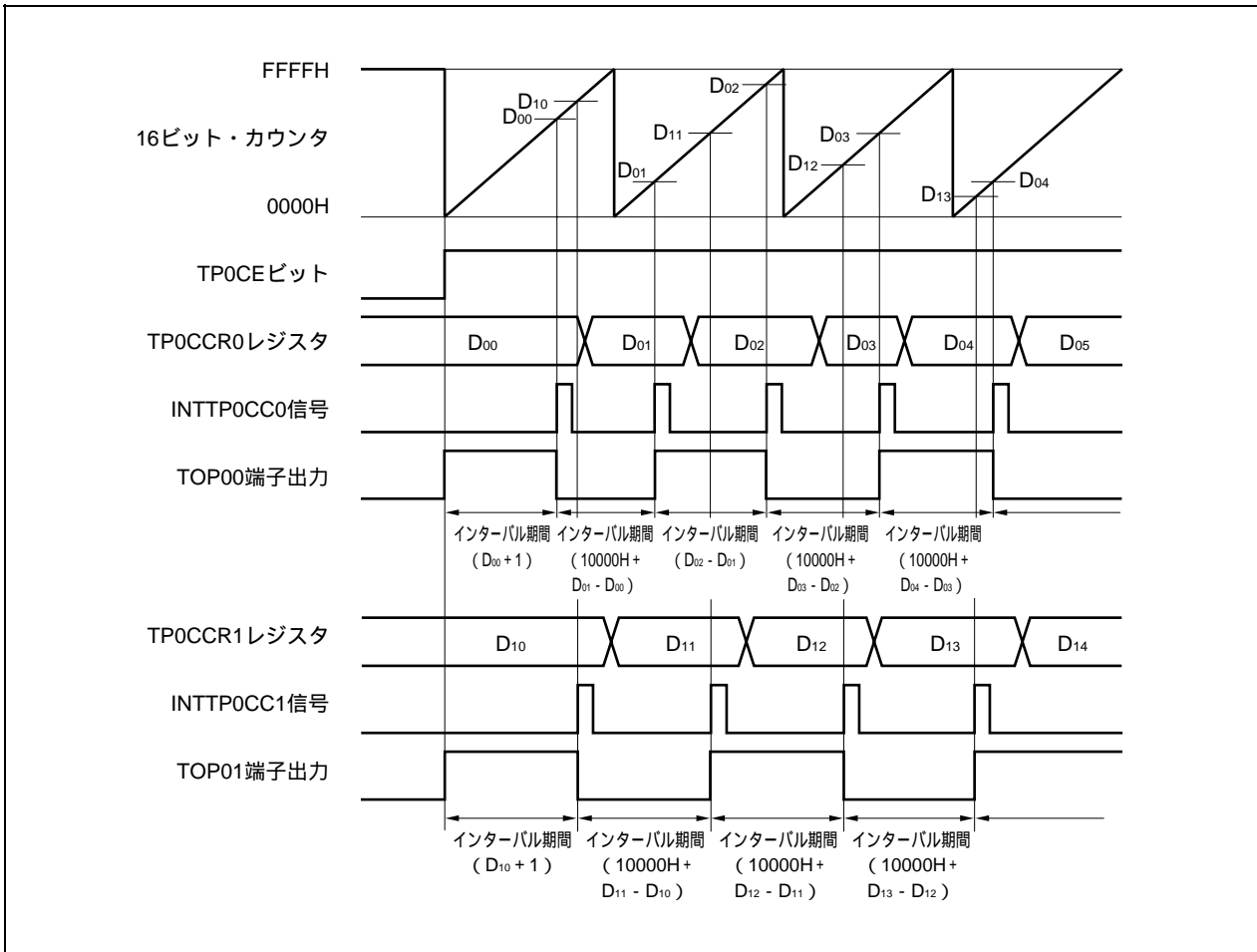
図6 - 33 フリー・ランニング・タイマ・モード使用時のソフトウェア処理フロー（キャプチャ機能）（2/2）



(2) フリー・ランニング・タイマ・モード動作タイミング

(a) コンペア・レジスタとして使用し、インターバル動作をさせる場合

TP0CCRaレジスタをコンペア・レジスタとして使用してインターバル動作をさせる場合、INTTP0CCa信号を検出するごとに、次の割り込み要求信号を発生させるためのコンペア値を設定するソフトウェア処理が必要となります。



フリー・ランニング・タイマ・モードでインターバル動作を行う場合、1チャンネルで2つのインターバル時間を設定できます。

インターバル動作を行う場合、INTTP0CCa信号を検出したときの割り込み処理中に、対応するTP0CCRaレジスタの値を再設定する必要があります。

再設定する場合の設定値は、インターバル期間を“D_a”とすると、次のように求められます。

コンペア・レジスタ初期値 : D_a - 1

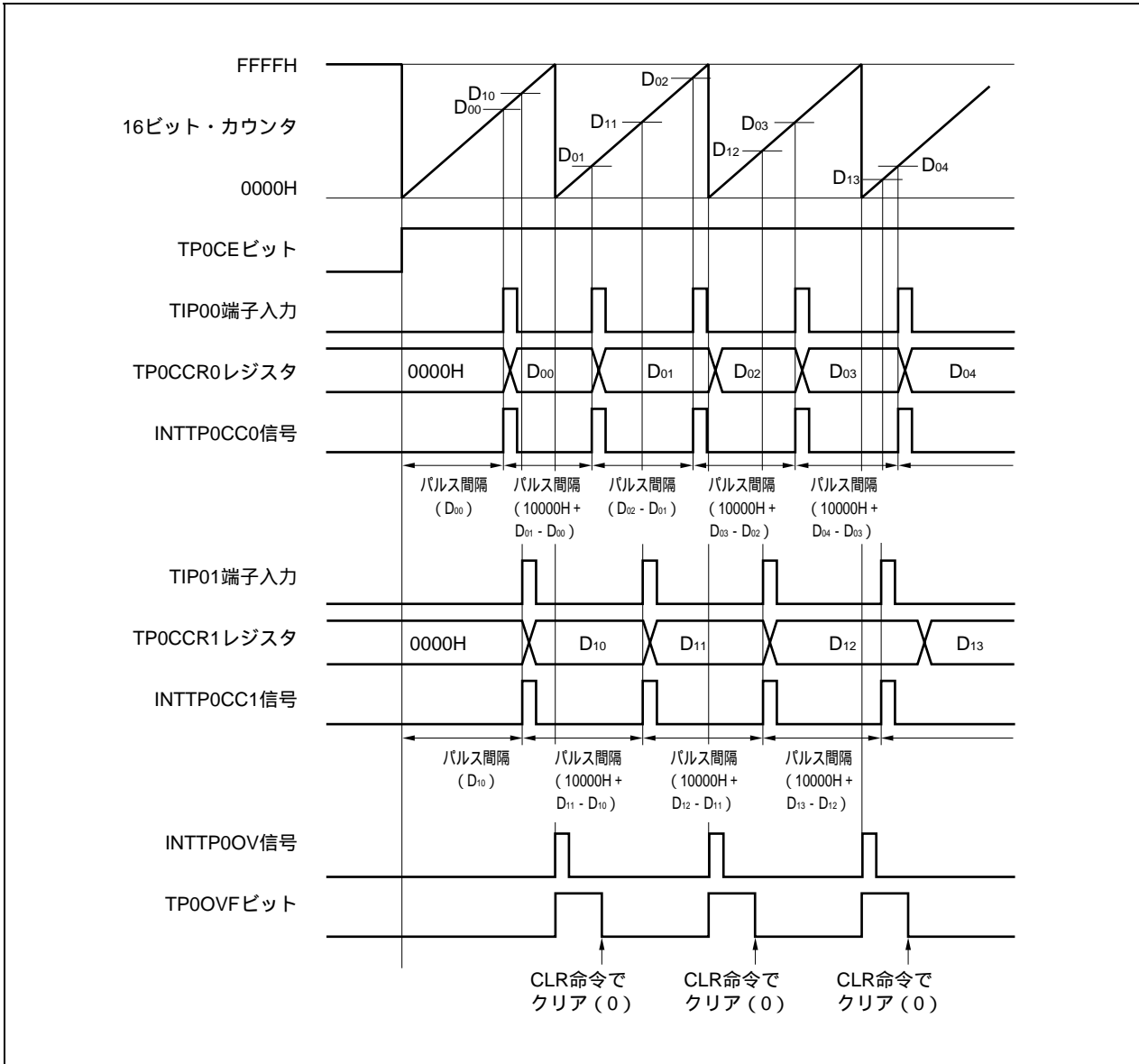
2回目以降のコンペア・レジスタ設定値 = 前回の設定値 + D_a

(演算結果がFFFFHよりも大きい場合には、演算結果から10000Hを引いた値を設定してください)

備考 a = 0, 1

(b) キャプチャ・レジスタとして使用し、パルス幅測定をさせる場合

TP0CCRaレジスタをキャプチャ・レジスタとして使用し、パルス幅測定を行う場合、INTTP0CCa信号を検出するごとに、キャプチャ・レジスタをリードし、間隔を算出するソフトウェア処理が必要となります。



フリー・ランニング・タイマ・モードでパルス幅測定を行う場合、1チャンネルで2つのパルス幅測定ができます。

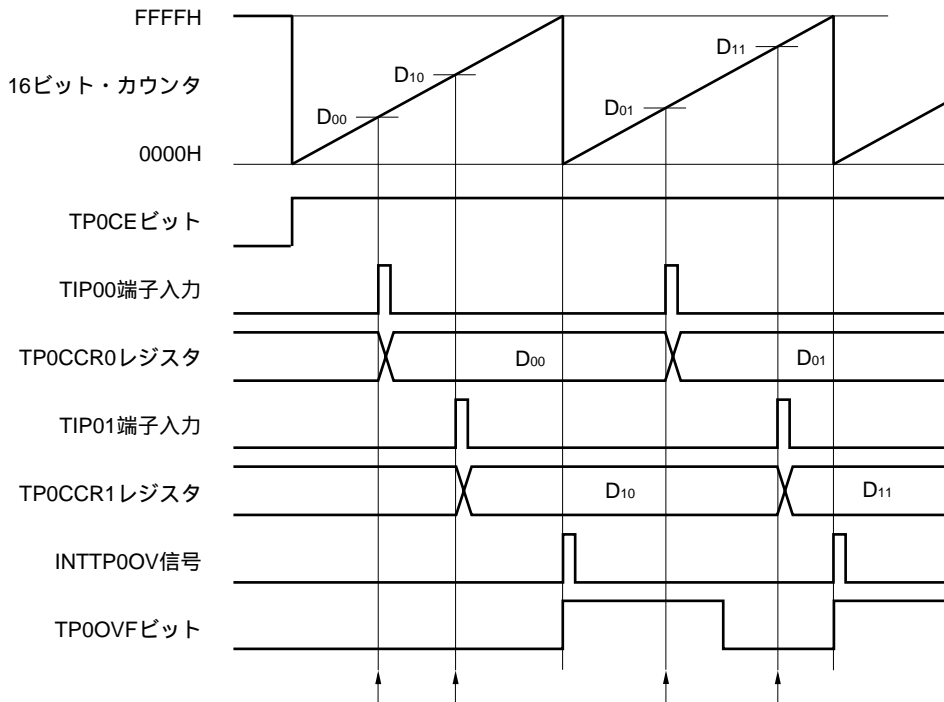
パルス幅測定を行う場合、INTTP0CCa信号に同期してTP0CCRaレジスタの値をリードし、同一キャプチャ・レジスタの前のリード・データとの差分を求めることでパルス幅を算出できます。

備考 a = 0, 1

(c) 2つのキャプチャ・レジスタを使用した場合のオーバーフローの処理方法

2つのキャプチャを使用する場合には、オーバーフロー・フラグの処理に注意が必要です。まず悪い例を、次に示します。

2つのキャプチャを使用するときの悪い例



フリー・ランニング・タイマ・モードで2つのパルス幅を測定する場合、次のような問題が起こる場合があります。

TP0CCR0レジスタをリードする (TIP00端子入力の初期値設定)。

TP0CCR1レジスタをリードする (TIP01端子入力の初期値設定)。

TP0CCR0レジスタをリードする。

オーバーフロー・フラグをリードする。オーバーフロー・フラグが“1”だった場合、クリア(0)する。

オーバーフロー・フラグが“1”なので、パルス幅は $(10000H + D_{01} - D_{00})$ で求められます。

TP0CCR1レジスタをリードする。

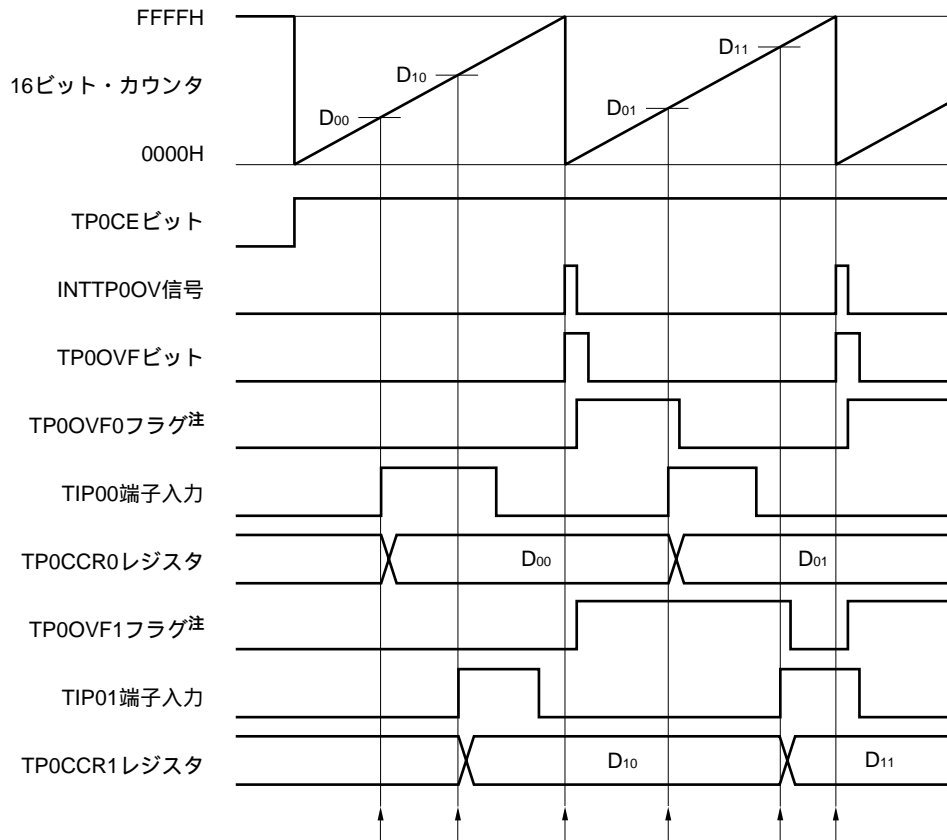
オーバーフロー・フラグをリードする。 でクリア(0)されているため、0がリードされます。

オーバーフロー・フラグが“0”なので、パルス幅は $(D_{11} - D_{10})$ で求められます (NG)。

このように、2つのキャプチャを使用する場合に、1つのキャプチャでオーバーフロー・フラグをクリア(0)してしまうと、もう1つのキャプチャは正しいパルス幅が求められない可能性があります。

2つのキャプチャを使用する場合には、ソフトウェアで対応してください。次に、ソフトウェア対応例を示します。

2つのキャプチャを使用するときの対応例 (オーバーフロー割り込みを使用)



注 TP0OVF0, TP0OVF1フラグは、ソフトウェアにより、内蔵RAM上に任意に設定したものです。

TP0CCR0レジスタをリードする (TIQ00端子入力の初期値設定)。

TP0CCR1レジスタをリードする (TIQ01端子入力の初期値設定)。

オーバーフローが発生する。オーバーフロー割り込み処理の中で、TP0OVF0, TP0OVF1フラグをセット (1) し、オーバーフロー・フラグをクリア (0) する。

TP0CCR0レジスタをリードする。

TP0OVF0フラグをリードする。 TP0OVF0フラグが“1”だった場合、クリア (0) する。

TP0OVF0フラグが“1”なので、パルス幅は $(10000H + D_{01} - D_{00})$ で求められます。

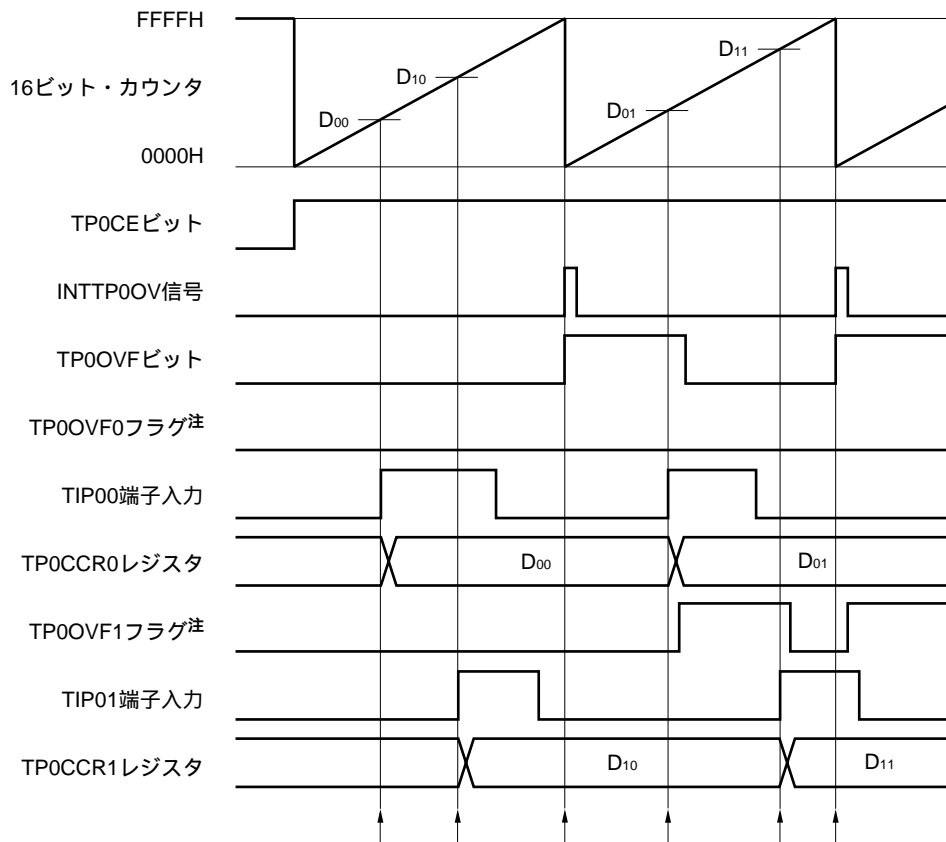
TP0CCR1レジスタをリードする。

TP0OVF1フラグをリードする。 TP0OVF1フラグが“1”だった場合、クリア (0) する (でクリア (0) されたのはTP0OVF0フラグであり、TP0OVF1フラグは“1”のまま)。

TP0OVF1フラグが“1”なので、パルス幅は $(10000H + D_{11} - D_{10})$ で求められます (OK)。

と同じです。

2つのキャプチャを使用するときの対応例（オーバーフロー割り込みを使用しない）



注 TP0OVF0, TP0OVF1フラグは、ソフトウェアにより、内蔵RAM上に任意に設定したものです。

TP0CCR0レジスタをリードする（TIP00端子入力の初期値設定）。

TP0CCR1レジスタをリードする（TIP01端子入力の初期値設定）。

オーバーフローが発生する。ソフトウェアでは何もしない。

TP0CCR0レジスタをリードする。

オーバーフロー・フラグをリードする。オーバーフロー・フラグが“1”だった場合、TP0OVF1フラグのみをセット（1）し、オーバーフロー・フラグをクリア（0）する。

オーバーフロー・フラグが“1”なので、パルス幅は（10000H + D01 - D00）で求められます。

TP0CCR1レジスタをリードする。

オーバーフロー・フラグをリードする。オーバーフロー・フラグは でクリア（0）されているので“0”がリードされる。

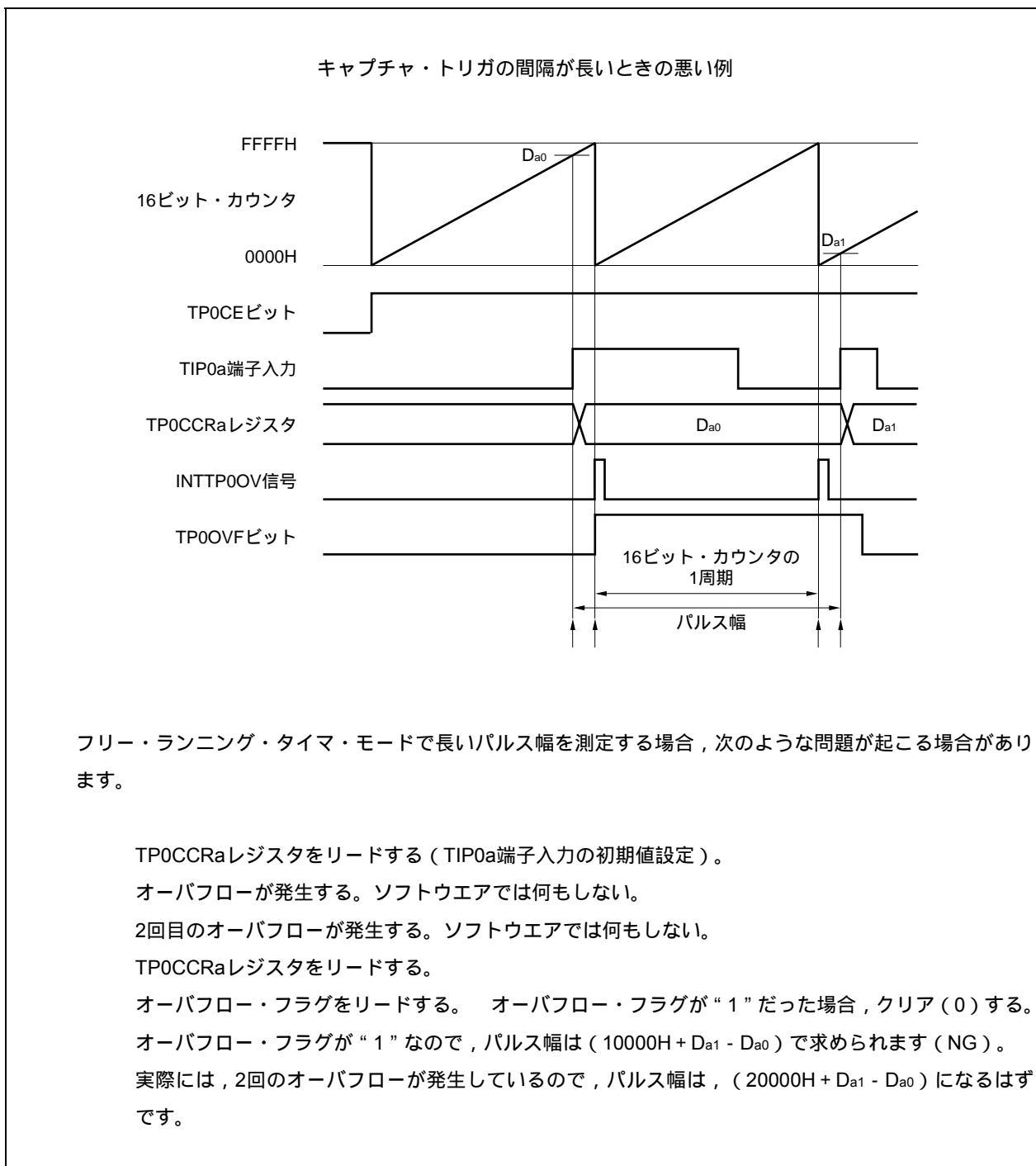
TP0OVF1フラグをリードする。TP0OVF1フラグが“1”だった場合、クリア（0）する。

TP0OVF1フラグが“1”なので、パルス幅は（10000H + D11 - D10）で求められます（OK）。

と同じです。

(d) キャプチャ・トリガの間隔が長いときのオーバーフローの処理方法

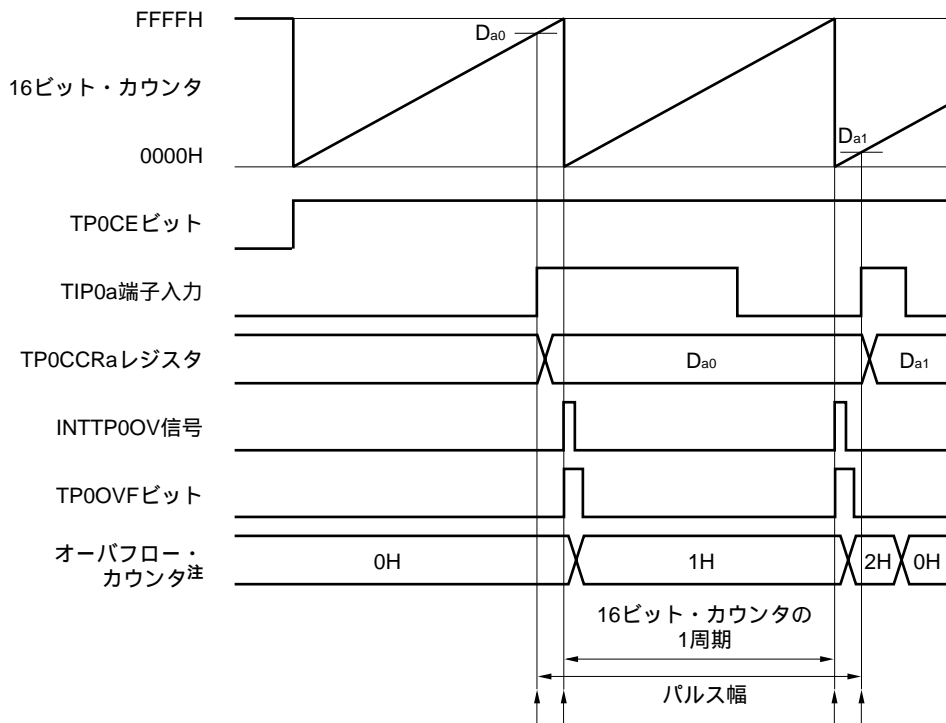
パルス幅が16ビット・カウンタの1周期以上ある場合、キャプチャ・トリガから次のキャプチャ・トリガまでの間にオーバーフローが2回以上発生する可能性があるので注意が必要です。まず悪い例を、次に示します。



このように、キャプチャ・トリガの間隔が長い場合に、2回以上のオーバーフローが発生すると、正しいパルス幅が求められない可能性があります。

キャプチャ・トリガの間隔が長い場合には、カウント・クロックを遅くして16ビット・カウンタの1周期を長くするか、ソフトウェアで対応してください。次に、ソフトウェア対応例を示します。

キャプチャ・トリガの間隔が長いときの対応例



注 オーバフロー・カウンタは、ソフトウェアにより、内蔵RAM上に任意に設定したものです。

TP0CCR_aレジスタをリードする (TIP0a端子入力の初期値設定)。

オーバフローが発生する。オーバフロー割り込み処理の中で、オーバフロー・カウンタをインクリメントし、オーバフロー・フラグをクリア (0) する。

2回目のオーバフローが発生する。オーバフロー割り込み処理の中で、オーバフロー・カウンタをインクリメント (+1) し、オーバフロー・フラグをクリア (0) する。

TP0CCR_aレジスタをリードする。

オーバフロー・カウンタをリードする。

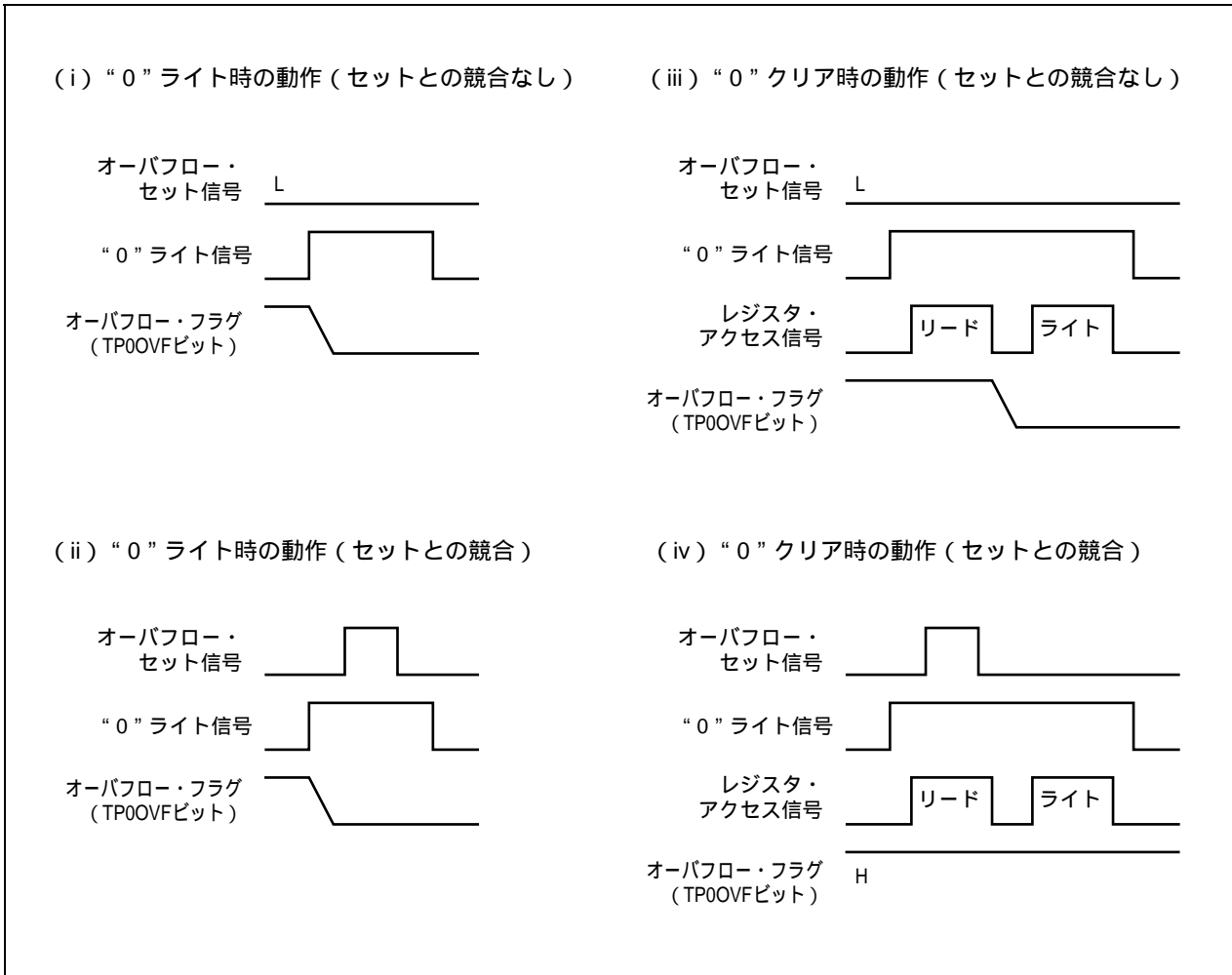
オーバフロー・カウンタが “N” のとき、パルス幅は $(N \times 10000H + D_{a1} - D_{a0})$ で求められる。

この例では、2回のオーバフローが発生しているため、パルス幅は、 $(20000H + D_{a1} - D_{a0})$ になります。

オーバフロー・カウンタをクリア (0H) する。

(e) オーバフロー・フラグのクリア方法

オーバフロー・フラグをクリア(0)する方法は、TP0OVFビットをCLR命令でクリア(0)する方法と、TP0OPT0レジスタに8ビット・データ(ビット0は“0”)をライトする方法がありますが、確実にオーバフローを検出するために、TP0OVFビット = 1をリードしたあと、ビット操作命令でクリア(0)してください。



オーバフロー・フラグをクリア(0)する場合には、リードしてオーバフロー・フラグがセット(1)されていることを確認したあと、CLR命令でクリア(0)してください。確認せずに0をライトすると、オーバフローのセット情報を“0”ライトで消してしまう場合があります(上図の(ii))。そのために、実際にはオーバフローが発生したにもかかわらず、ソフトウェアではオーバフローしていないと判断することになります。

オーバフロー・フラグをCLR命令でクリア(0)するときに、CLR命令の実行とオーバフロー発生タイミングが競合した場合、クリア命令実行後もオーバフロー・フラグはセット(1)されたままになります。

6.5.7 パルス幅測定モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 110)

パルス幅測定モードは、TP0CTL0.TP0CEビットをセット(1)することでカウント動作を開始し、TIP0a端子入力の有効エッジを検出することにより、16ビット・カウンタのカウント値をTP0CCRaレジスタに格納し、16ビット・カウンタを0000Hにクリアします。

キャプチャ割り込み要求信号(INTTP0CCa)が発生したあと、TP0CCRaレジスタをリードすることにより、有効エッジ間隔を測定できます。

キャプチャ・トリガ入力端子として、TIP00、TIP01端子のいずれか1本を使用してください。使用しない端子は、TP0IOC1レジスタで“エッジ検出なし”に設定してください。

また、カウント・クロックとして外部クロックを使用するときは、外部クロックはTIP00端子固定ですので、TIP01端子のパルス幅を測定してください。このとき、TP0IOC1.TP0IS1、TP0IS0ビット = 00(キャプチャ・トリガ入力(TIP00端子)：エッジ検出なし)に設定してください。

図6-34 パルス幅測定モードの構成図

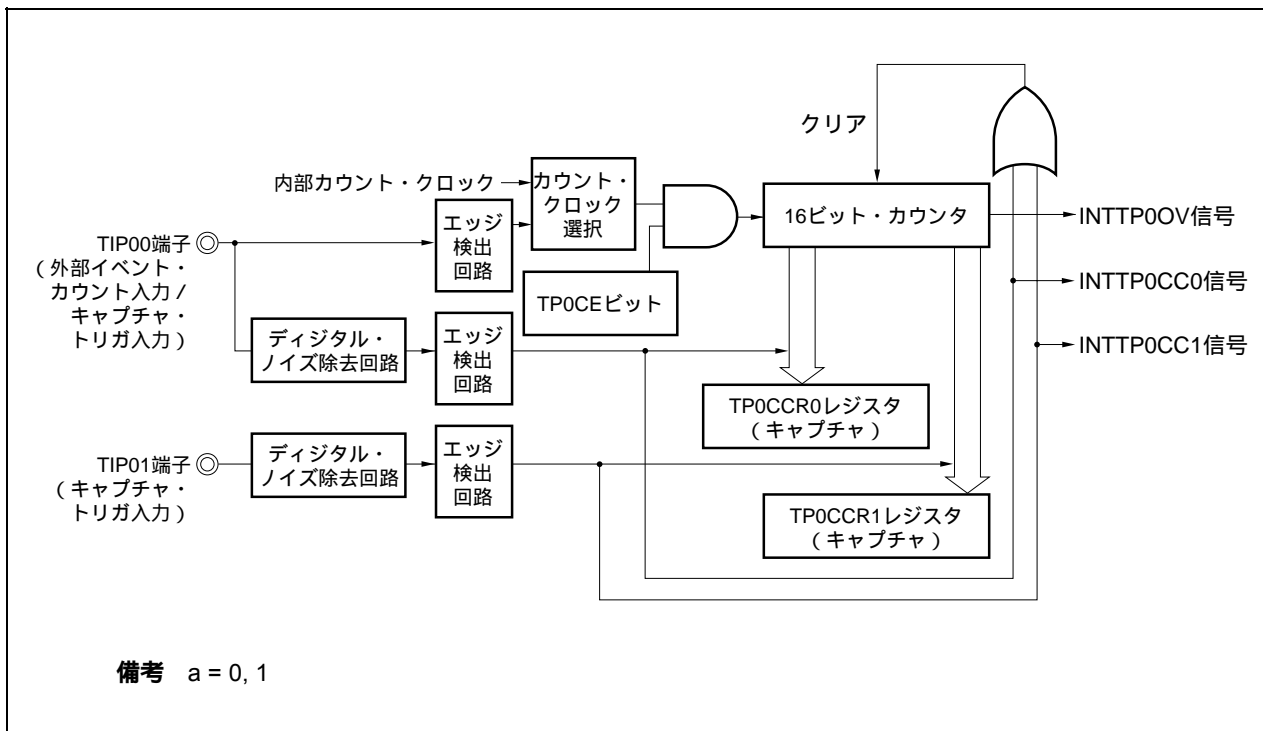
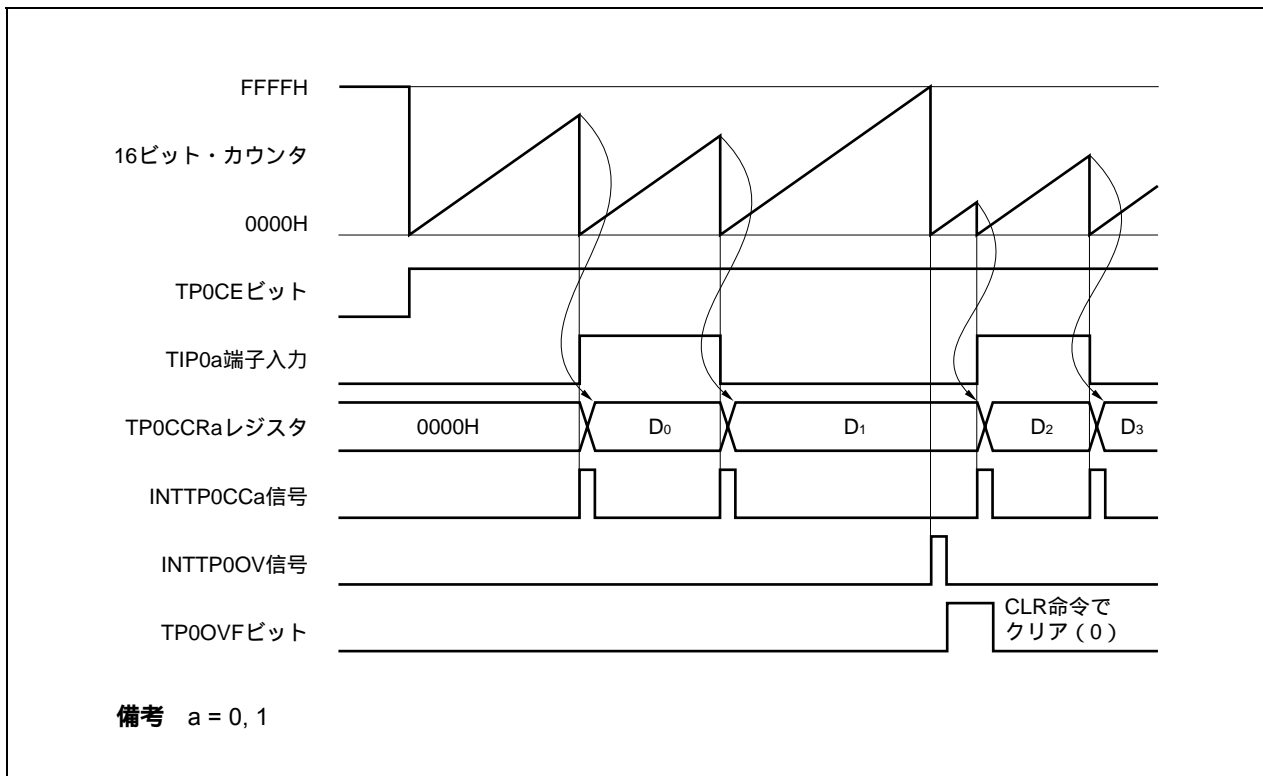


図6 - 35 パルス幅測定モードの基本タイミング



TPOCEビットをセット(1)することで、カウント動作を開始します。その後、TIP0a端子入力の有効エッジを検出することにより、16ビット・カウンタのカウント値をTP0CCRaレジスタに格納し、16ビット・カウンタを0000Hにクリアし、キャプチャ割り込み要求信号(INTTP0CCa)を発生します。

パルス幅は次のように求められます。

$$\text{パルス幅} = \text{キャプチャされた値} \times \text{カウント} \cdot \text{クロック周期}$$

16ビット・カウンタがFFFFHまでカウントしても有効エッジが入力されなかった場合、次のクロックでオーバフロー割り込み要求信号(INTTP0OV)を発生するとともに、0000Hにクリアしカウント動作を継続します。また、このときオーバフロー・フラグ(TP0OPT0.TP0OVFビット)もセット(1)されます。オーバフロー・フラグは、ソフトウェアでCLR命令を実行してクリア(0)してください。

オーバフロー・フラグがセット(1)した場合、パルス幅は次のように求められます。

$$\text{パルス幅} = (10000\text{H} \times \text{TP0OVFビットがセット(1)された回数} + \text{キャプチャされた値}) \times \text{カウント} \cdot \text{クロック周期}$$

備考 a = 0, 1

図6 - 36 パルス幅測定モード動作時のレジスタ設定内容 (1/2)

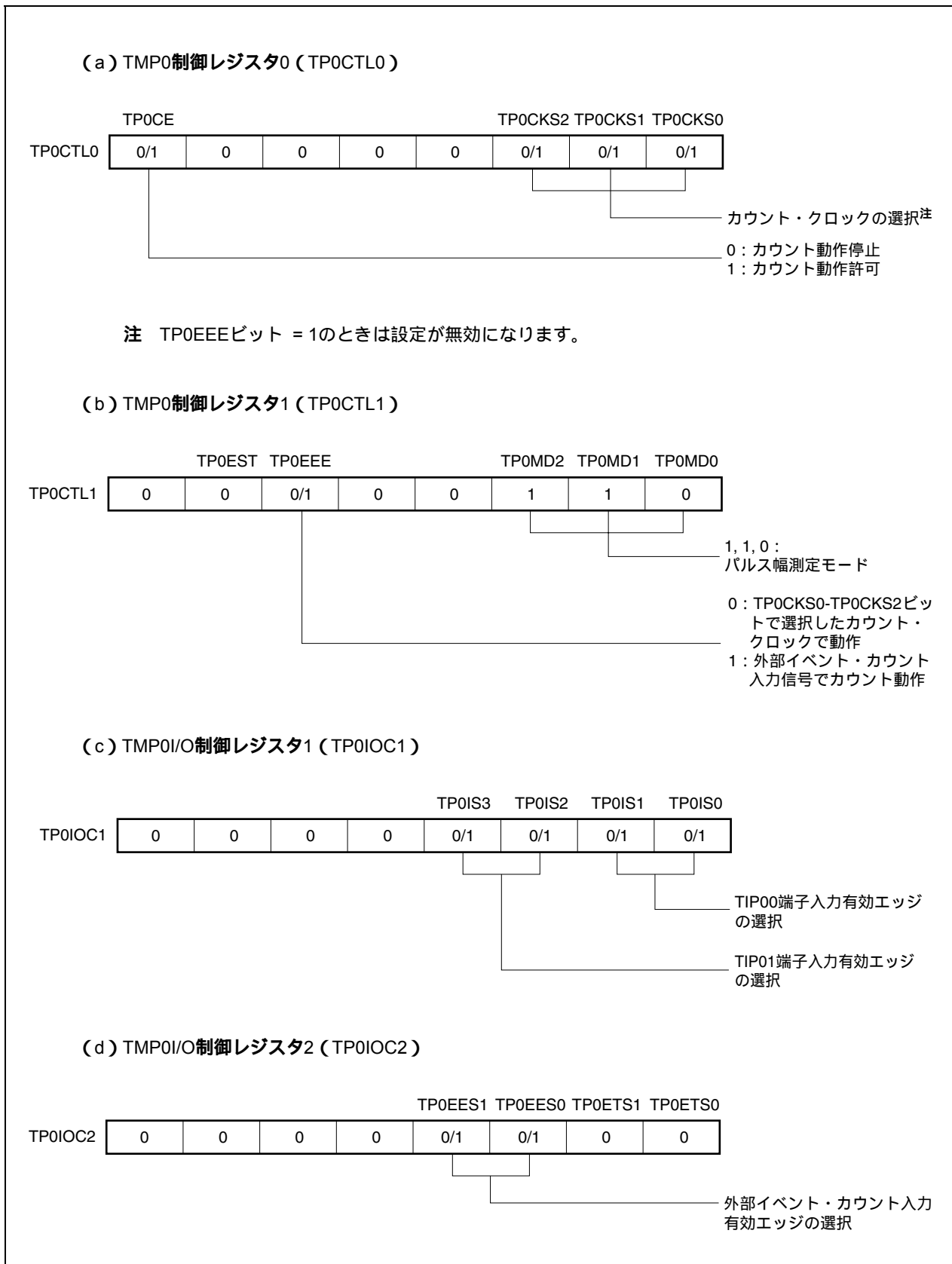
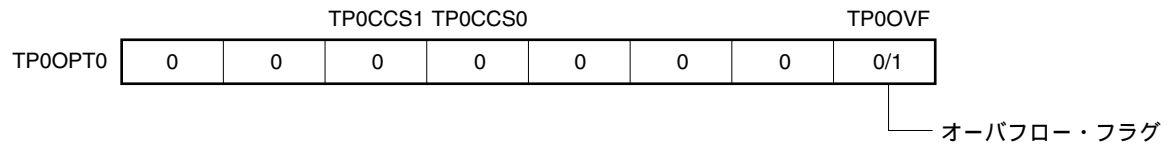


図6 - 36 パルス幅測定モード動作時のレジスタ設定内容 (2/2)

(e) TMP0オプション・レジスタ0 (TP0OPT0)



(f) TMP0カウンタ・リード・バッファ・レジスタ (TP0CNT)

TP0CNTレジスタをリードすることで、16ビット・カウンタの値をリードできます。

(g) TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ0, 1 (TP0CCR0, TP0CCR1)

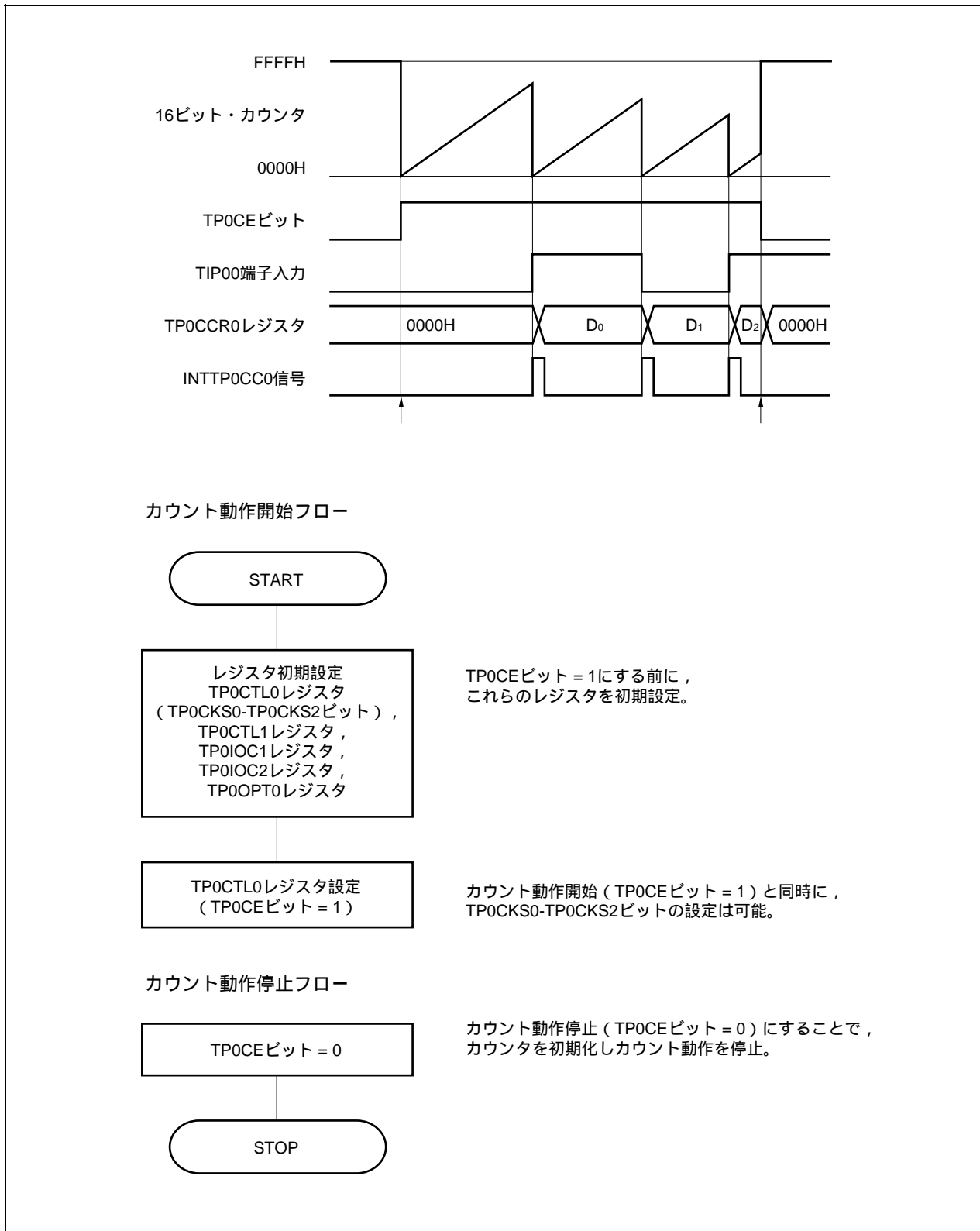
TIP0a端子入力の有効エッジ検出により、16ビット・カウンタのカウント値を格納します。

備考1. パルス幅測定モードでは、TMP0I/O制御レジスタ0 (TP0IOC0) は使用しません。

2. a = 0, 1

(1) パルス幅測定モード動作フロー

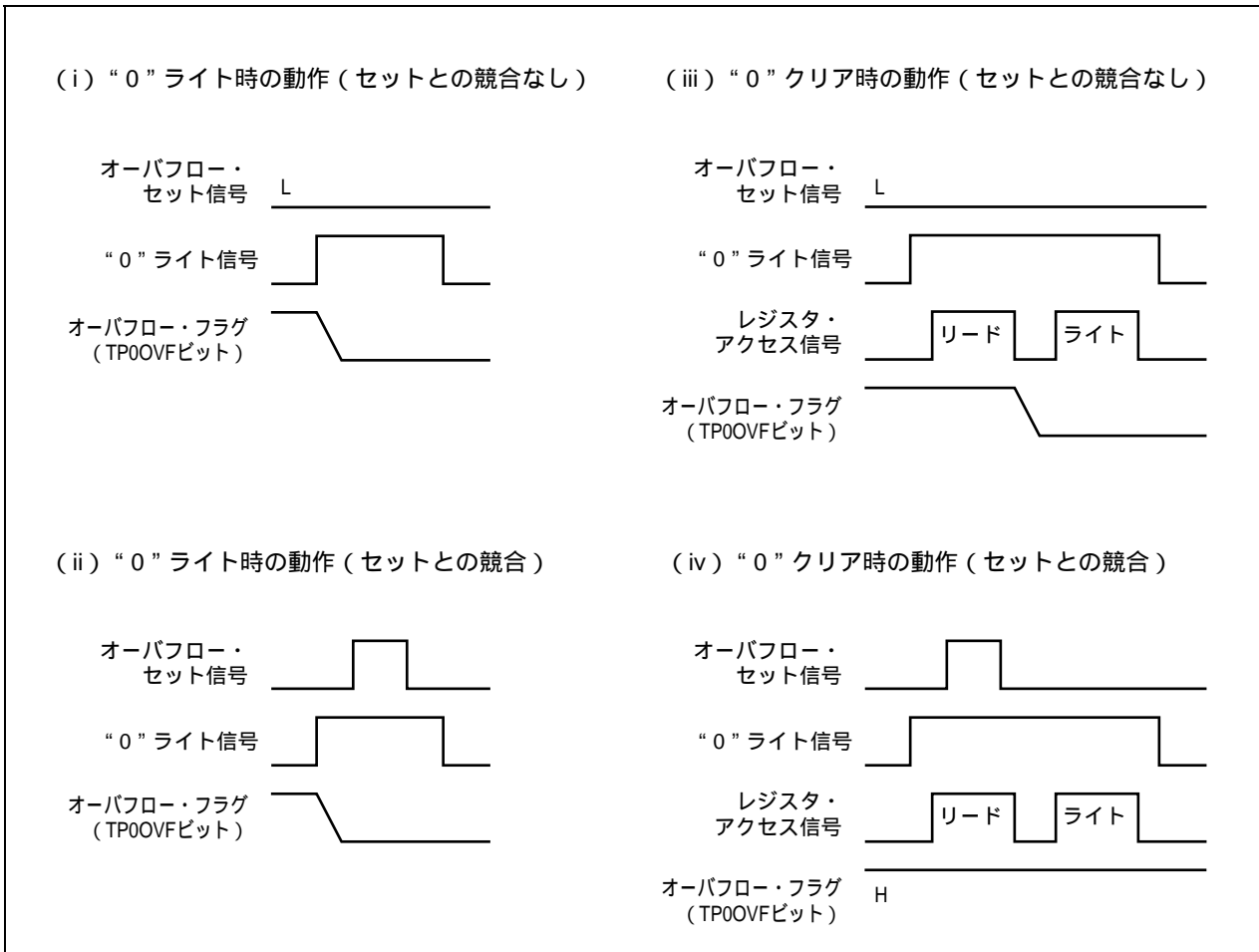
図6 - 37 パルス幅測定モード使用時のソフトウェア処理フロー



(2) パルス幅測定モード動作タイミング

(a) オーバフロー・フラグのクリア方法

オーバフロー・フラグをクリア (0) する方法は、TP0OVFビットをCLR命令でクリア (0) する方法と、TP0OPT0レジスタに8ビット・データ (ビット0は“0”) をライトする方法がありますが、確実にオーバフローを検出するために、TP0OVFビット = 1をリードしたあと、ビット操作命令でクリア (0) してください。



オーバフロー・フラグをクリア (0) する場合には、リードしてオーバフロー・フラグがセット (1) されていることを確認したあと、CLR命令でクリア (0) してください。確認せずに0をライトすると、オーバフローのセット情報を“0”ライトで消してしまう場合があります (上図の (ii))。そのために、実際にはオーバフローが発生したにもかかわらず、ソフトウェアではオーバフローしていないと判断することになります。

オーバフロー・フラグをCLR命令でクリア (0) するときに、CLR命令の実行とオーバフロー発生とのタイミングが競合した場合、クリア命令実行後もオーバフロー・フラグはセット (1) されたままになります。

6.5.8 タイマ出力動作説明

次にTOP00, TOP01端子の動作, および出力レベルを示します。

表6 - 4 各モードによるタイマ出力制御

動作モード	TOP01端子	TOP00端子
インターバル・タイマ・モード	方形波出力	
外部イベント・カウント・モード	方形波出力	-
外部トリガ・パルス出力モード	外部トリガ・パルス出力	方形波出力
ワンショット・パルス出力モード	ワンショット・パルス出力	
PWM出力モード	PWM出力	
フリー・ランニング・タイマ・モード	方形波出力 (コンペア機能のときのみ)	
パルス幅測定モード	-	

表6 - 5 タイマ出力制御ビットによるTOP00, TOP01端子の真理値表

TP0IOC0.TP0OLaビット	TP0IOC0.TP0OEaビット	TP0CTL0.TP0CEビット	TOP0a端子のレベル
0	0	x	ロウ・レベル出力
	1	0	ロウ・レベル出力
		1	カウント直前はロウ・レベル, カウント開始後はハイ・レベル
1	0	x	ハイ・レベル出力
	1	0	ハイ・レベル出力
		1	カウント直前はハイ・レベル, カウント開始後はロウ・レベル

備考 a = 0, 1

6.6 キャプチャ・トリガ入力端子 (TIP0a) のノイズ除去

TIP0a端子には、デジタル・ノイズ除去回路を内蔵しています。

ただし、キャプチャ・トリガ入力として使用する場合のみ有効であり、外部イベント・カウント入力や外部トリガ入力として使用する場合は無効です。

デジタル・ノイズ除去は、PMC3, PFC3, PFCE3レジスタにより兼用機能 (TIP0a端子) に設定することによって行います。

サンプリング回数は、PaNFC.PaNFSTSビットにより3回/2回を選択できます。また、サンプリング・クロックはPaNFC.PaNFC2-PaNFC0ビットにより f_{xx} , $f_{xx}/2$, $f_{xx}/4$, $f_{xx}/16$, $f_{xx}/32$, $f_{xx}/64$ から選択できます。

(1) TIP0aノイズ除去制御レジスタ (PaNFC)

デジタル・ノイズ除去のサンプリング・クロックおよびサンプリング回数を選択するレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：P0NFC FFFFFB00H, P1NFC FFFFFB04H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PaNFC (a = 0, 1)	0	PaNFSTS	0	0	0	PaNFC2	PaNFC1	PaNFC0

PaNFSTS	デジタル・ノイズ除去のサンプリング回数の設定
0	サンプリング回数 = 3回
1	サンプリング回数 = 2回

PaNFC2	PaNFC1	PaNFC0	サンプリング・クロックの選択
0	0	0	f_{xx}
0	0	1	$f_{xx}/2$
0	1	0	$f_{xx}/4$
0	1	1	$f_{xx}/16$
1	0	0	$f_{xx}/32$
1	0	1	$f_{xx}/64$
上記以外			設定禁止

注意1. サンプリング・クロック周期 × サンプリング回数時間経過後TMP0の16ビット・カウンタのスタート許可 (TP0CTL.TP0CEビット = 1) をしてください。

2. ビット7, 5-3には必ず0を設定してください。

< 設定手順 >

PaNFCレジスタの設定によりサンプリング回数，サンプリング・クロックを選択する。

PMC3, PFC3, PFCE3レジスタにより，兼用機能（TIP0a端子）に設定する。

TMP0の動作モードを設定する（キャプチャ・モード，キャプチャ・トリガの有効エッジなど）。

TMP0カウント動作許可。

< ノイズ除去幅 >

デジタル・ノイズ除去幅 (t_{WTIPa}) は，サンプリング・クロック周期： T ，サンプリング回数： M とすると，次のようになります。

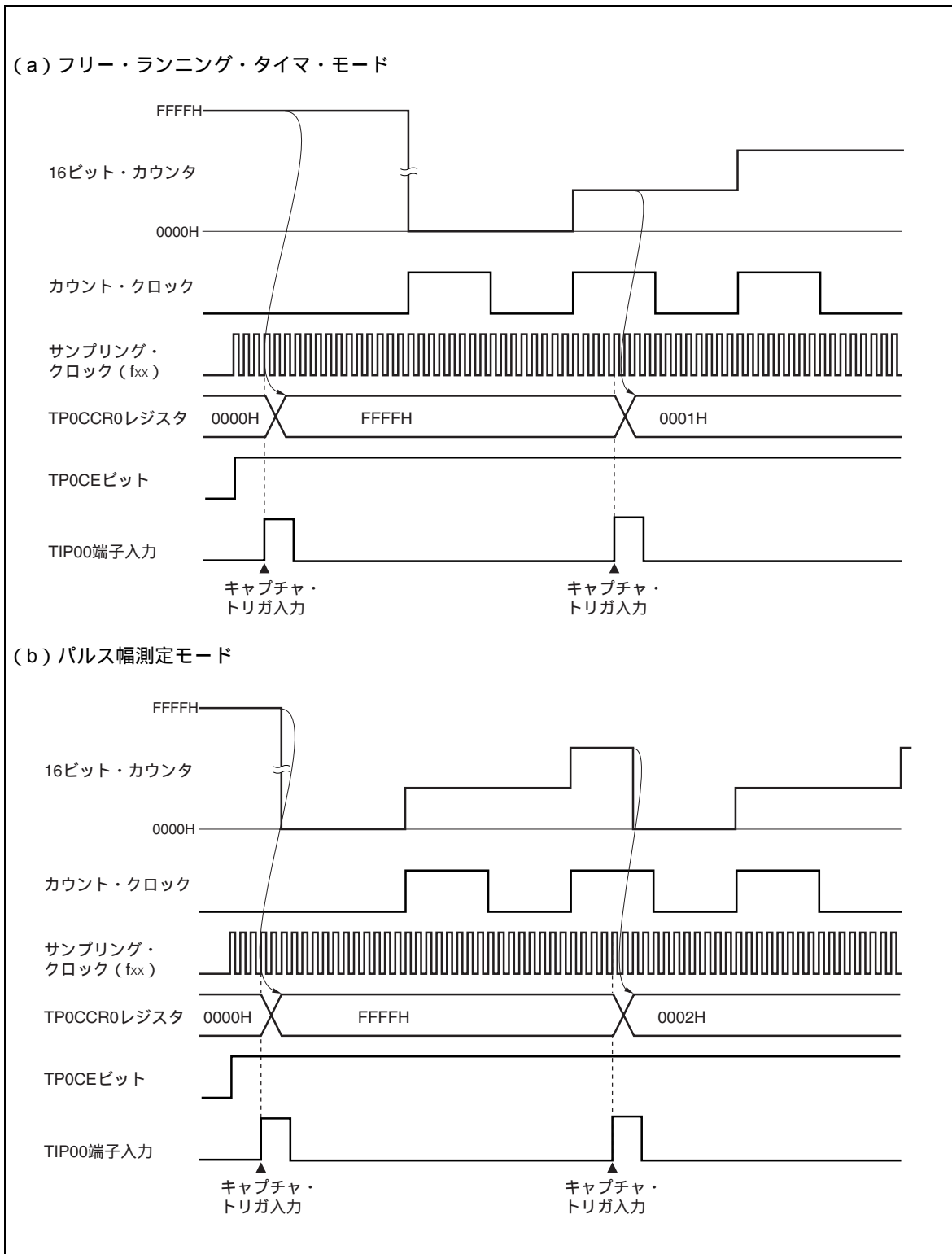
- ・ $t_{WTIPa} < (M - 1) T$: 確実にノイズとして除去
- ・ $(M - 1) T < t_{WTIPa} < MT$: ノイズとして除去，あるいは有効エッジとして検出
- ・ $t_{WTIPa} > MT$: 確実に有効エッジとして検出

したがって，キャプチャ・トリガ入力の有効エッジを確実に検出させるためには， MT 以上のパルス幅を入力する必要があります。

6.7 注意事項

(1) キャプチャ動作

キャプチャ動作を使用し、かつカウント・クロックとして $f_{xx}/8$, $f_{xx}/16$, $f_{xx}/32$, $f_{xx}/64$, $f_{xx}/128$, 外部イベント・カウンタ (TP0CLT1.TP0EEEビット = 1) を選択した場合, TP0CEビットをセット (1) したすぐあとに, キャプチャ・トリガが入力されると, TP0CCRnレジスタに0000HではなくFFFFHがキャプチャされる場合があります。



第7章 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ0

V850ES/KE2は、16ビット・タイマ/イベント・カウンタ0を1チャンネル搭載しています。

7.1 機能

16ビット・タイマ/イベント・カウンタ0には、次のような機能があります。

(1) インターバル・タイマ

あらかじめ設定した任意の時間間隔で割り込みを発生します。

(2) 方形波出力

任意の周波数の方形波出力が可能です。

(3) 外部イベント・カウンタ

外部から入力される信号のパルス数を測定できます。

(4) ワンショット・パルス出力

出力パルス幅を任意に設定できるワンショット・パルスを出力できます。

(5) PPG出力

周波数と出力パルス幅を任意に設定できる矩形波を出力できます。

(6) パルス幅測定

外部から入力される信号のパルス幅を測定できます。

7.2 構 成

16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01は、次のハードウェアで構成されています。

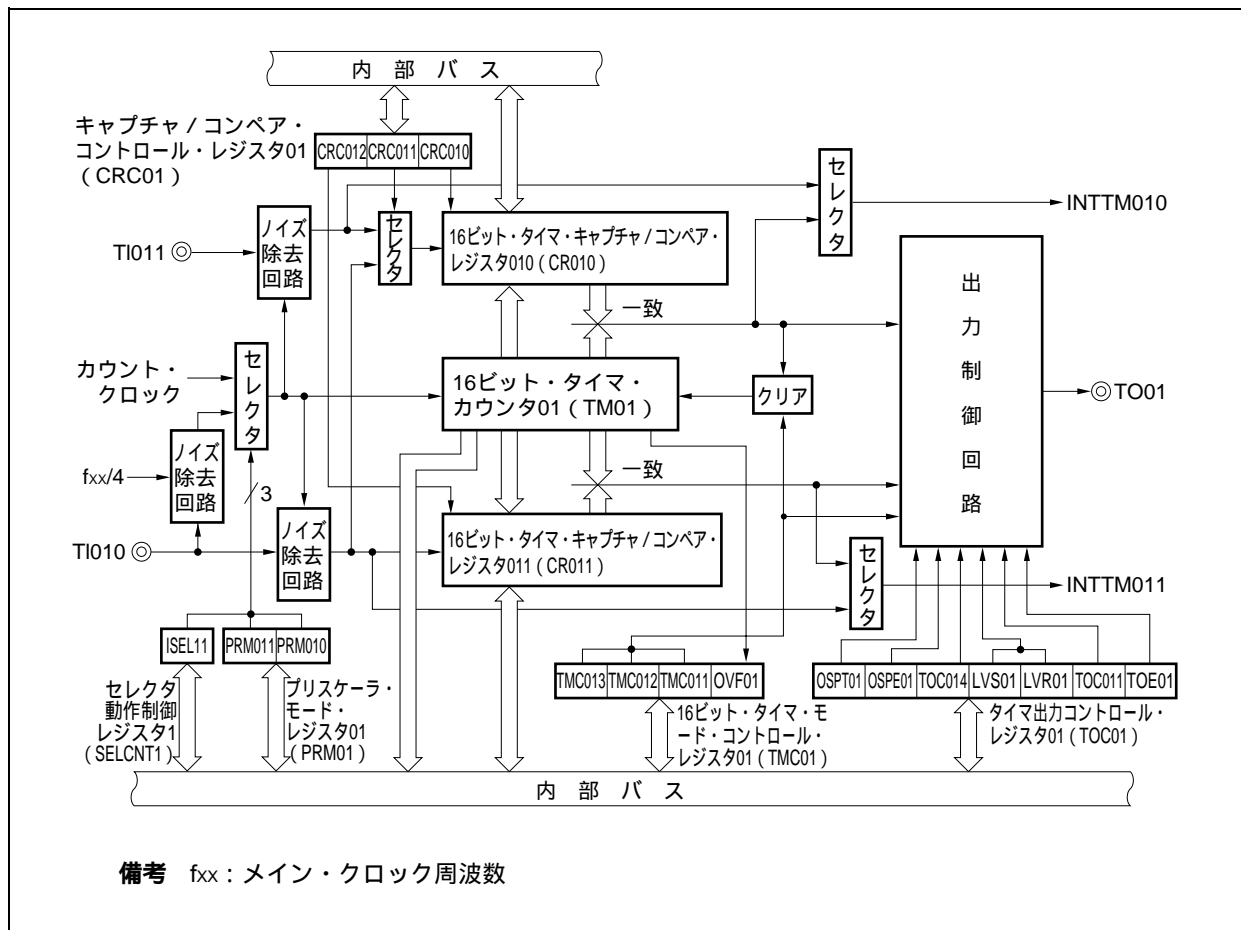
表7-1 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01の構成

項 目	構 成
タイマ/カウンタ	16ビット・タイマ・カウンタ01×1本 (TM01)
レジスタ	16ビット・タイマ・キャプチャ/コンペア・レジスタ：16ビット×2本 (CR010, CR011)
タイマ入力	2本 (TI010, TI011端子)
タイマ出力	1本 (TO01端子)，出力制御回路
制御レジスタ ^注	16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ01 (TMC01) キャプチャ/コンペア・コントロール・レジスタ01 (CRC01) 16ビット・タイマ出力コントロール・レジスタ01 (TOC01) プリスケアラ・モード・レジスタ01 (PRM01) セレクタ動作制御レジスタ1 (SELCNT1)

注 TI010, TI011, TO01端子の機能を使用する場合は、表4-12 ポート端子を兼用端子として使用する場合を参照してください。

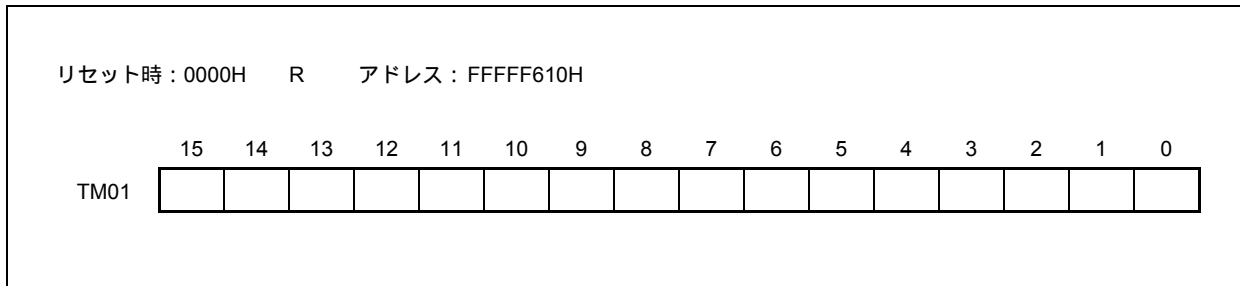
次にブロック図を示します。

図7-1 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01のブロック図



(1) 16ビット・タイマ・カウンタ01 (TM01)

TM01レジスタは、カウント・パルスをカウントする16ビットのリード専用レジスタです。
 カウント・クロックの立ち上がりに同期して、カウンタをインクリメントします。



TM01レジスタをTMC01.TMC013, TMC012ビット = 00以外のときにリードすることにより、カウント値をリードできます。TMC013, TMC012ビット = 00の状態では、0000Hがリードされます。次の場合、カウント値は0000Hになります。

- ・リセット時
- ・TMC013, TMC012ビットをクリア (00) したとき
- ・TI010端子の有効エッジ入力でクリア&スタート・モード時、TI010端子に有効エッジが入力されたとき
- ・TM01レジスタとCR010レジスタの一致でクリア&スタート・モード時、TM01レジスタとCR010レジスタが一致したとき
- ・ワンショット・パルス出力モードで、TOC01.OSPT01ビットをセット (1) したとき、またはTI010端子に有効エッジが入力されたとき

(2) 16ビット・タイマ・キャプチャ/コンペア・レジスタ010 (CR010),
16ビット・タイマ・キャプチャ/コンペア・レジスタ011 (CR011)

キャプチャ機能とコンペア機能を切り替えて使用できる16ビットのレジスタです。キャプチャ機能とコンペア機能の切り替えは、CRC01レジスタで行います。

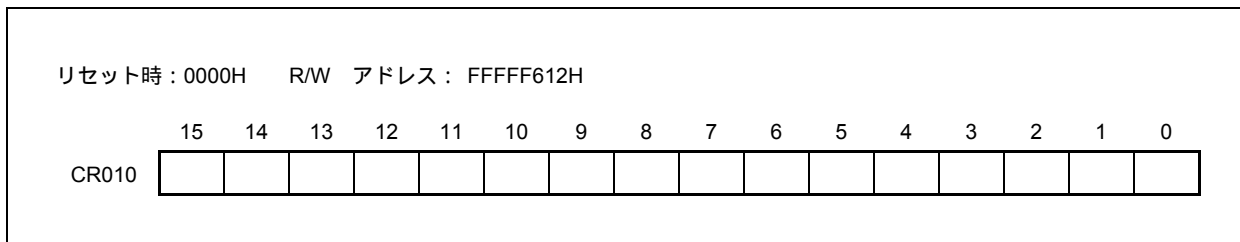
CR010レジスタは動作中 (TMC01.TMC013, TMC012ビット = 00以外) の書き換えは禁止です。

CR011レジスタは、所定の方法で設定した場合、動作中に書き換え可能です。詳細は7. 5. 1 CR011レジスタのTM01動作中の書き換えを参照してください。

16ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより0000Hになります。

(a) 16ビット・タイマ・キャプチャ/コンペア・レジスタ010 (CR010)



(i) CR010レジスタをコンペア・レジスタとして使用するとき

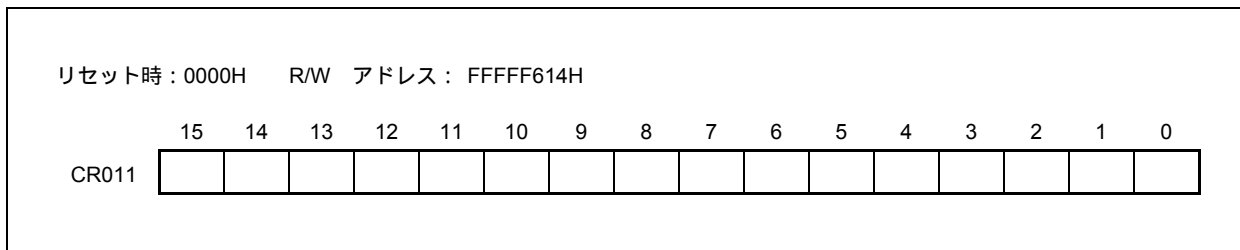
CR010レジスタに設定した値とTM01レジスタのカウンタ値を常に比較し、一致したときに割り込み信号 (INTTM010) を発生します。書き換えられるまで値を保持します。

(ii) CR010レジスタをキャプチャ・レジスタとして使用するとき

キャプチャ・トリガの入力により、TM01レジスタのカウンタ値をCR010レジスタにキャプチャします。

キャプチャ・トリガとして、TI010端子の逆相のエッジかTI011端子の有効エッジの選択ができます。キャプチャ・トリガの選択は、CRC01, PRM01レジスタで設定します。

(b) 16ビット・タイマ・キャプチャ/コンペア・レジスタ011 (CR011)



(i) CR011レジスタをコンペア・レジスタとして使用するとき

CR011レジスタに設定した値とTM01レジスタのカウント値を常に比較し、一致したときに割り込み信号 (INTTM011) を発生します。

(ii) CR011レジスタをキャプチャ・レジスタとして使用するとき

キャプチャ・トリガの入力により、TM01レジスタのカウント値をCR011レジスタにキャプチャします。

キャプチャ・トリガとして、TI010端子の有効エッジの選択ができます。TI010端子の有効エッジは、PRM01レジスタで設定します。

注意1. P35端子をTI010有効エッジとして使用し、かつタイマ出力機能を使用するときは、P32端子をタイマ出力端子 (TO01) に設定してください。

2. TMC013, TMC012ビット = 00に設定したタイミングとキャプチャ・トリガの入力が競合した場合、キャプチャ・データは不定となります。

3. キャプチャ・モードからコンペア・モードに変更する場合は、いったんTMC013, TMC012ビット = 00にしてから、設定を変更してください。

なお、一度キャプチャした値は、リセットしないかぎりCR010, CR011レジスタに格納されたままです。コンペア・モードに変更したあとは、必ずコンペア値を設定してください。

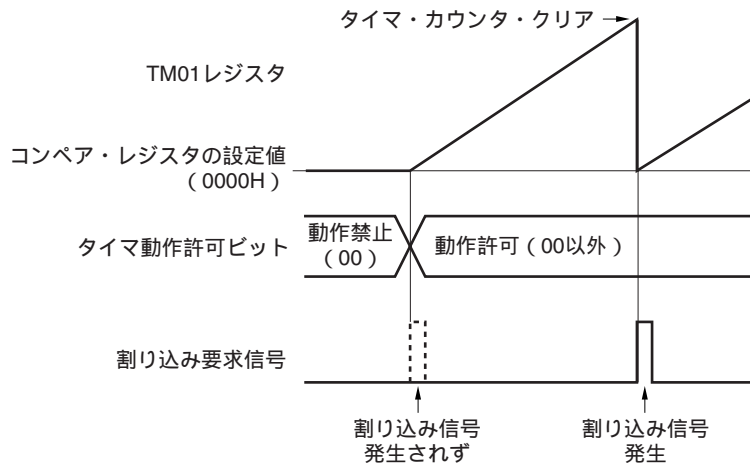
(c) コンペア・レジスタとして使用した場合の設定範囲

CR010, CR011レジスタをコンペア・レジスタとして使用するときは、次の範囲で値を設定してください。

動作	CR010レジスタ	CR011レジスタ
・インターバル・タイマとしての動作 ・方形波出力としての動作 ・外部イベント・カウンタとしての動作	0000H < N FFFFH	0000H ^注 M FFFFH 通常、使用しません。一致割り込み信号 (INTTM011) をマスクしてください。
・TI010端子の有効エッジ入力によるクリア & スタート・モードとしての動作 ・フリー・ランニング・タイマとしての動作	0000H ^注 N FFFFH	0000H ^注 M FFFFH
・PPG出力としての動作	M < N FFFFH	0000H ^注 M < N
・ワンショット・パルス出力としての動作	0000H ^注 N FFFFH (N M)	0000H ^注 M FFFFH (M N)

注 0000Hに設定した場合、タイマ動作直後の一致割り込みは発生せず、タイマ出力も変化しません。0000Hに設定した場合、最初の一致タイミングは次のようになります。なお、一致割り込みは、タイマ・カウンタ (TM01レジスタ) が0000Hから0001Hになるタイミングで発生します。

- ・オーバフローによるタイマ・カウンタ・クリア時
- ・TI010端子の有効エッジによるタイマ・カウンタ・クリア時
(TI010端子の有効エッジ入力でクリア&スタート・モードのとき)
- ・コンペア一致によるタイマ・カウンタ・クリア時
(TM01とCR010の一致でクリア&スタート・モード (CR010 = 0000H以外, CR011 = 0000H) のとき)

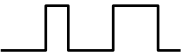







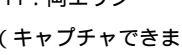
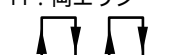

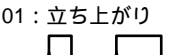
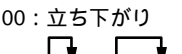
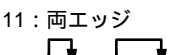


備考1. N : CR010レジスタの設定値

M : CR011レジスタの設定値

2. 動作許可ビット (TMC01.TMC013, TMC012ビット) の詳細については7. 3 (1) 16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ01 (TMC01) を参照してください。

表7-2 CR010, CR011レジスタのキャプチャ動作

外部入力信号	TI010端子入力 		TI011端子入力 	
キャプチャ動作				
CR010 レジスタ のキャプチャ動作	CRC011ビット = 1 TI010端子入力 (逆相) 	CRC011ビット = 1 ES101, ES100の設定値 キャプチャするエッジの位置	CRC011ビット = 0 TI011端子入力 	ES111, ES110の設定値 キャプチャするエッジの位置
		01: 立ち上がり 		01: 立ち上がり 
		00: 立ち下がり 		00: 立ち下がり 
	11: 両エッジ (キャプチャできません)	11: 両エッジ 	11: 両エッジ 	
割り込み信号	キャプチャしても INTTM010信号は発生しない	割り込み信号	キャプチャするごとに INTTM010信号が発生	
CR011 レジスタ のキャプチャ動作	TI010端子入力 ^注 	ES101, ES100の設定値 キャプチャするエッジの位置		
		01: 立ち上がり 		
		00: 立ち下がり 		
	11: 両エッジ 			
割り込み信号	キャプチャするごとに INTTM011信号が発生			

注 CR011レジスタのキャプチャ動作には、CRC011ビットの設定による影響はありません。

注意 TI010端子入力の逆相でTM01レジスタのカウント値をCR010レジスタにキャプチャする場合、キャプチャ後に割り込み要求信号 (INTTM010) は発生しません。この動作中に、TI011端子から有効エッジが検出された場合、キャプチャ動作は行われませんが、外部割り込み信号としてINTTM010信号が発生します。外部割り込みを使用しない場合は、INTTM010信号をマスクしてください。

備考 CRC011 : 7.3 (2) キャプチャ/コンペア・コントロール・レジスタ01 (CRC01) 参照

ES111, ES110, ES101, ES100 : 7.3 (4) プリスケーラ・モード・レジスタ01 (PRM01) 参照

7.3 レジスタ

16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01を制御するレジスタを次に示します。

- ・16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ01 (TMC01)
- ・キャプチャ/コンペア・コントロール・レジスタ01 (CRC01)
- ・16ビット・タイマ出力コントロール・レジスタ01 (TOC01)
- ・プリスケアラ・モード・レジスタ01 (PRM01)
- ・セレクトタ動作制御レジスタ1 (SELCNT1)

備考 TI010, TI011, TO01端子の機能を使用する場合は、表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合は参照してください。

(1) 16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ01 (TMC01)

TMC01レジスタは、16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01の動作モード、TM01レジスタのクリア・モード、出力タイミングの設定およびオーバフローを検出する8ビットのレジスタです。

TMC01レジスタは、動作中 (TMC013, TMC012ビット = 00以外のとき) の書き換えは禁止です。

ただし、TMC013, TMC012ビットを00 (動作停止) に設定する場合と、OVF01ビットに0を設定する場合は、書き換え可能です。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

- 注意1.** 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01は、TMC013, TMC012ビットに00 (動作停止モード) 以外の値を設定した時点で動作を開始します。動作を停止させるには、TMC013, TMC012ビットに00を設定してください。
2. メイン・クロック停止、サブクロック動作時に、TMC01レジスタにアクセスしないでください。
詳細は、3.4.8 (2) を参照してください。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF616H

	7	6	5	4	3	2	1	①
TMC01	0	0	0	0	TMC013	TMC012	TMC011	OVF01

TMC013	TMC012	16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01の動作許可
0	0	TM01動作禁止。動作クロック供給停止。16ビット・タイマ・カウンタ (TM01) クリア。
0	1	フリー・ランニング・タイマ・モード
1	0	TI010端子の有効エッジ入力 ^{注1} でクリア&スタート・モード
1	1	TM01とCR010の一致でクリア&スタート・モード

TMC011 ^{注2}	タイマ出力 (TO01) 反転条件
0	・ TM01とCR010の一致, TM01とCR011の一致
1	・ TM01とCR010の一致, TM01とCR011の一致 ・ TI010端子の有効エッジのトリガ入力

OVF01	TM01レジスタのオーバフロー・フラグ
クリア (0)	OVF01ビットへの0ライトまたはTMC01.TMC013, TMC012 = 00
セット (1)	オーバフロー発生
OVF01ビットは、すべての動作モード (フリー・ランニング・タイマ・モード, TI010端子の有効エッジ入力でクリア&スタート・モード, TM01とCR010の一致でクリア&スタート・モード) でTM01レジスタの値がFFFFHから0000Hになるとき、セット (1) されます。	
OVF01ビットに1を書き込むことでもセット (1) できます。	

注1. TI010端子の有効エッジは、PRM01レジスタで設定します。

2. TO01端子とTI010端子を兼用する場合、TMC011ビットには必ず0を設定してください。

(2) キャプチャ/コンペア・コントロール・レジスタ01 (CRC01)

CRC01レジスタは, CR010, CR011レジスタの動作を制御するレジスタです。

CRC01レジスタは, 動作中(TMC01.TMC013, TMC012ビット = 00以外のとき)の書き換えは禁止です。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFF618H

	7	6	5	4	3	2	1	0
CRC01	0	0	0	0	0	CRC012	CRC011	CRC010

CRC012	CR011レジスタの動作モードの選択
0	コンペア・レジスタとして動作
1	キャプチャ・レジスタとして動作

CRC011	CR010レジスタのキャプチャ・トリガの選択
0	TI011端子の有効エッジでキャプチャする
1	TI010端子の有効エッジの逆相でキャプチャする ^注

TI011, TI010端子の有効エッジはPRM01レジスタで設定します。
ただし, CRC011ビット = 1のときにPRM01.ES101, ES100ビット = 11 (両エッジ) に指定すると, TI010端子の有効エッジを検出できません。

CRC010	CR010レジスタの動作モードの選択
0	コンペア・レジスタとして動作
1	キャプチャ・レジスタとして動作

TMC013, TMC012 = 11 (TM01とCR010の一致でクリア&スタート・モード) を設定した場合は, CRC010ビットには必ず0を設定してください。

注 TI011端子から有効エッジが検出された場合, キャプチャ動作は行われませんが, 外部割り込み信号としてINTTM010信号が発生します。

注意 キャプチャを確実にを行うためのキャプチャ・トリガには, PRM01, SELCNT1レジスタで選択したカウント・クロックの2周期分より長いパルスが必要です。

(3) 16ビット・タイマ出力コントロール・レジスタ01 (TOC01)

TOC01レジスタは、TO01端子出力を制御する8ビットのレジスタです。

TOC01レジスタは、OSPT01ビットだけが動作中 (TMC01.TMC013, TMC012ビット = 00以外のとき) に書き換え可能です。それ以外のビットについては、動作中の書き換えは禁止です。

ただし、タイマ動作中にCR011レジスタの値を変更する手段としての、TOC014ビットの書き換えは可能です (7.5.1 CR011レジスタのTM01動作中の書き換えを参照してください)。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

注意 TOC01レジスタを設定するときは、必ず次の順序で設定してください。

TOC014, TOC011ビットのセット (1)

TOE01ビットだけを単独でセット (1)

LVS01ビットまたはLVR01ビットのどちらか片方だけをセット (1)

(1/2)

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF619H

	7			4			1	①
TOC01	0	OSPT01	OSPE01	TOC014	LVS01	LVR01	TOC011	TOE01

OSPT01	ソフトウェアによるワンショット・パルス出力トリガ
0	
1	ワンショット・パルス出力
リード値は常に“0”です。 セット (1) すると、TM01はクリア&スタートします。	

OSPE01	ワンショット・パルス出力動作の制御
0	連続パルス出力
1	ワンショット・パルス出力 セット (1) すると、TM01はクリア&スタートします。
ワンショット・パルス出力は、フリー・ランニング・タイマ・モード、またはTI010端子の有効エッジ入力 でクリア&スタート・モードのときに、正常に動作します。 TM01レジスタとCR010レジスタの一致でクリア&スタート・モードでは、ワンショット・パルス を出力できません。	

TOC014	CR011レジスタとTM01レジスタの一致によるTO01端子出力の制御
0	反転動作禁止
1	反転動作許可
TOC014ビット = 0でも、割り込み信号 (INTTM011) は発生します。	

LVS01	LVR01	TO01端子出力の状態の設定
0	0	変化しない
0	1	TO01端子出力初期値ロウ・レベル (TO01端子出力をクリア (0))
1	0	TO01端子出力初期値ハイ・レベル (TO01端子出力をセット (1))
1	1	設定禁止

- ・LVS01, LVR01ビットは, TO01端子出力レベルの初期値を設定できます。設定が不要な場合は, LVS01, LVR01ビットを00のままにしてください。
- ・LVS01, LVR01ビットは, 必ずTOE01ビット = 1のときに設定してください。
LVS01, LVR01ビットとTOE01ビットを同時にセット (1) することも禁止です。
- ・LVS01, LVR01ビットはトリガ・ビットです。セット (1) することで, TO01端子出力レベルの初期値を設定します。クリア (0) しても, TO01端子出力に影響はありません。
- ・LVS01, LVR01ビットのリード値は常に “0” です。
- ・LVS01, LVR01ビットの設定方法の詳細は, 7. 5. 2 LVS01, LVR01ビットの設定についてを参照してください。

TOC011	CR010レジスタとTM01レジスタの一致によるTO01端子出力の制御
0	反転動作禁止
1	反転動作許可

TOC011ビット = 0でも, 割り込み信号 (INTTM010) は発生します。

TOE01	TO01端子出力制御
0	出力禁止 (TO01端子出力はロウ・レベルに固定)
1	出力許可

(4) プリスケアラ・モード・レジスタ01 (PRM01)

PRM01レジスタは、TM01レジスタのカウンタ・クロック、およびTI010, TI011端子入力の有効エッジを設定するレジスタです。PRM011, PRM010ビットの設定は、SELCNT1.ISEL11ビットと組み合わせて設定します。詳細は(6) 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01のカウンタ・クロック設定を参照してください。

PRM01レジスタは、動作中(TMC01.TMC013, TMC012ビット = 00以外)の書き換えは禁止です。8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

注意1. PRM011, PRM010ビット = 11 (カウンタ・クロックをTI010端子の有効エッジに指定) に設定する場合、次の設定は禁止です。

- ・ TI010端子の有効エッジでクリア&スタート・モード
- ・ TI010端子をキャプチャ・トリガに設定

2. リセット後、TI010端子またはTI011端子がハイ・レベルの状態、TI010端子またはTI011端子の有効エッジを立ち上がりエッジまたは両エッジに指定して、16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01の動作を許可すると、そのハイ・レベルを立ち上がりエッジとして検出してしまいます。TI010端子またはTI011端子をプルアップしている場合などは注意してください。ただし、いったん動作を停止させたあとの再動作許可時には、立ち上がりエッジは検出されません。
3. P35端子をTI010有効エッジとして使用し、かつタイマ出力機能を使用するときは、P32端子をタイマ出力端子(TO01)として使用してください。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF617H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PRM01	ES111	ES110	ES101	ES100	0	0	PRM011	PRM010

ES111	ES110	TI011端子の有効エッジの選択
0	0	立ち下がりエッジ
0	1	立ち上がりエッジ
1	0	設定禁止
1	1	立ち上がり / 立ち下がりの両エッジ

ES101	ES100	TI010端子の有効エッジの選択
0	0	立ち下がりエッジ
0	1	立ち上がりエッジ
1	0	設定禁止
1	1	立ち上がり / 立ち下がりの両エッジ

備考 PRM011, PRM010ビットの設定は7.3 (6) 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01のカウンタ・クロック設定を参照してください。

(5) セレクタ動作制御レジスタ1 (SELCNT1)

16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01のカウント・クロックを設定するレジスタです。

SELCNT1レジスタは、PRM01.PRM101, PRM100ビットと組み合わせて設定します。詳細は(6) 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01のカウント・クロック設定を参照してください。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF30AH

	7	6	5	4	3	2	1	0
SELCNT1	0	0	0	0	0	0	ISEL11	0

(6) 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01のカウント・クロック設定

16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01のカウント・クロックは、PRM01.PRM011, PRM010ビット、SELCNT1.ISEL11ビットを組み合わせて設定します。

SELCNT1レジスタ	PRM01レジスタ		カウント・クロックの選択 ^{注1}			
	ISEL11ビット	PRM011ビット	PRM010ビット	カウント・クロック	f _{xx} = 20 MHz	f _{xx} = 16 MHz
0	0	0	f _{xx}	設定禁止	設定禁止	100 ns
0	0	1	f _{xx} /4	200 ns	250 ns	400 ns
0	1	0	INTWT	-	-	-
0	1	1	T1010の有効エッジ ^{注2}	-	-	-
1	0	0	f _{xx} /2	100 ns	125 ns	200 ns
1	0	1	f _{xx} /8	400 ns	500 ns	800 ns
1	1	0	f _{xx} /16	800 ns	1.0 μs	1.6 μs
1	1	1	設定禁止			

注1. 内部クロック選択時は、次の条件を満たすように設定してください。

- ・V_{DD} = 4.0 ~ 5.5 V : カウント・クロック 10 MHz
- ・V_{DD} = 2.7 ~ 4.0 V : カウント・クロック 5 MHz

2. 外部クロックには、内部クロック (f_{xx}/4) の2周期分より長いパルスが必要です。

7.4 動作

7.4.1 インターバル・タイマとしての動作

TMC01.TMC013, TMC012ビット = 11 (TM01レジスタとCR010レジスタの一致でカウント・クリア&スタート・モード)に設定すると、カウント・クロックに同期してカウント動作を開始します。

そのあと、TM01レジスタとCR010レジスタの値が一致すると、TM01レジスタを0000Hにクリアし、一致割り込み信号 (INTTM010) を発生します。この一定間隔で発生するINTTM010信号により、インターバル・タイマとして動作します。

- 備考1. 兼用端子の設定については表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合は参照してください。
2. INTTM010信号の割り込み許可については、第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください。

図7 - 2 インターバル・タイマ動作のブロック図

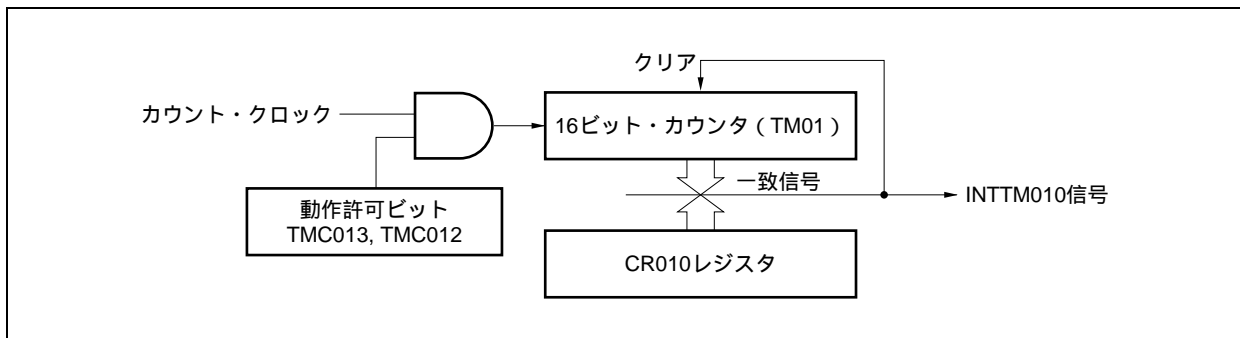


図7 - 3 インターバル・タイマ動作の基本タイミング例

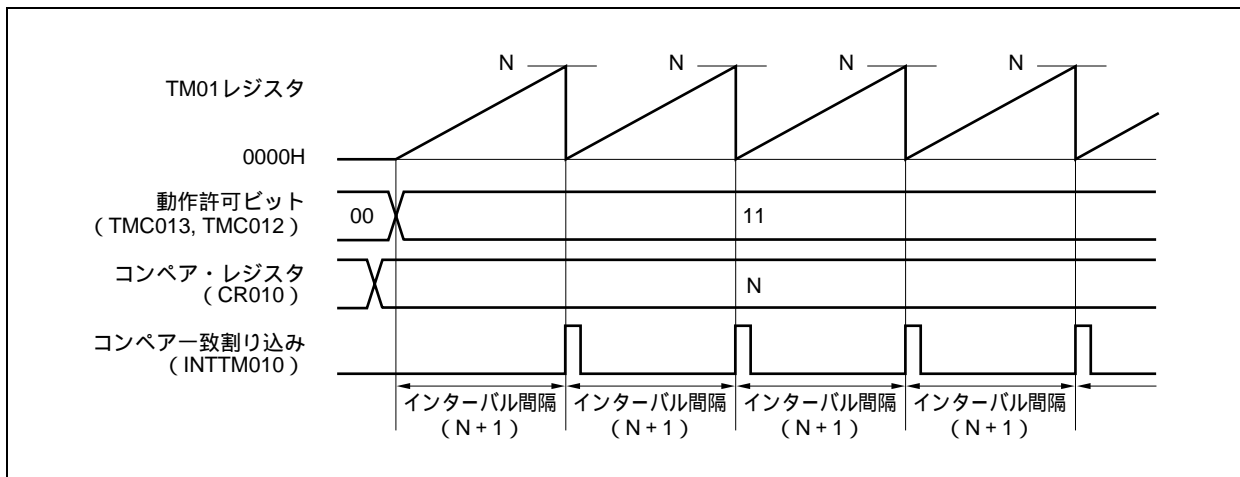


図7-4 インターバル・タイマ動作時のレジスタ設定内容例

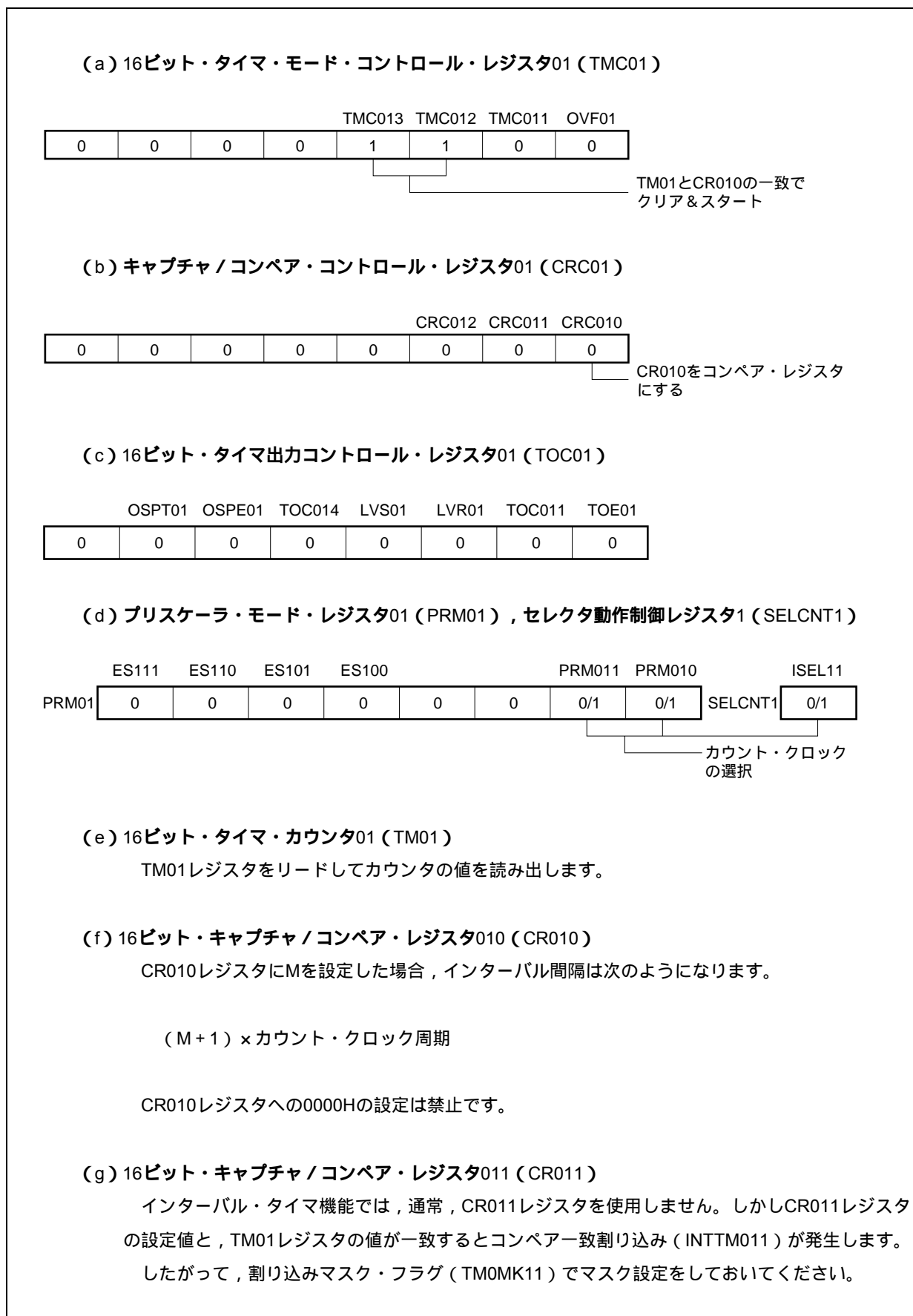
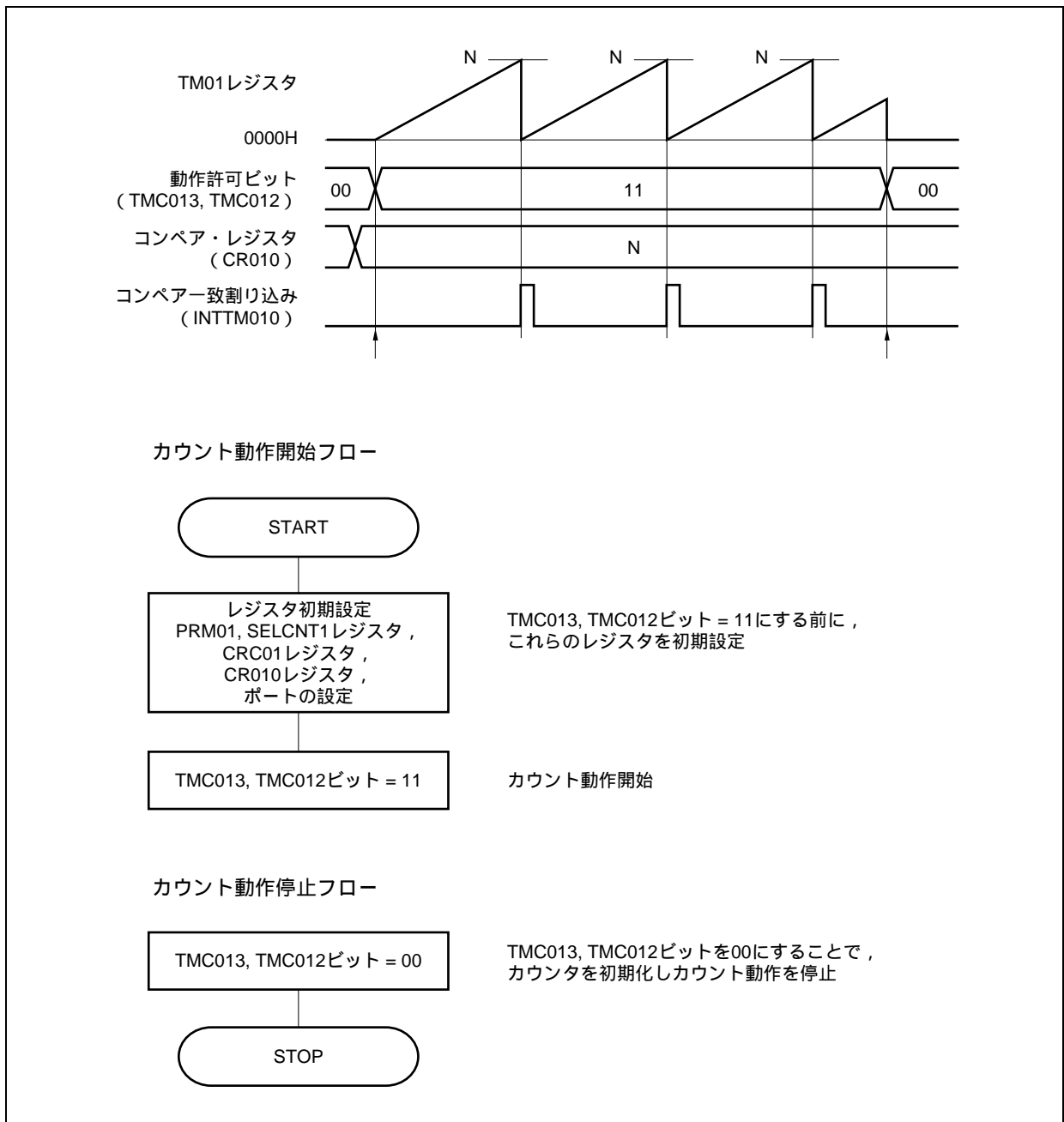


図7-5 インターバル・タイマ機能時のソフトウェア処理機能



7.4.2 方形波出力としての動作

インターバル・タイマ(7.4.1参照)として動作させたとき, TOC01レジスタ = 03Hに設定することにより, TO01端子から方形波を出力できます。

TMC01.TMC013, TMC012ビット = 11 (TM01レジスタとCR010レジスタの一致でカウント・クリア&スタート・モード)に設定すると, カウント・クロックに同期してカウント動作を開始します。

そのあと, TM01レジスタとCR010レジスタの値が一致すると, TM01レジスタを0000Hにクリアし, 割り込み信号 (INTTM010) を発生し, TO01端子出力を反転します。この一定間隔で反転するTO01端子出力により, 方形波出力として動作します。

- 備考1. 兼用端子の設定については表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合を参照してください。
2. INTTM010信号の割り込み許可については, 第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください。

図7 - 6 方形波出力動作のブロック図

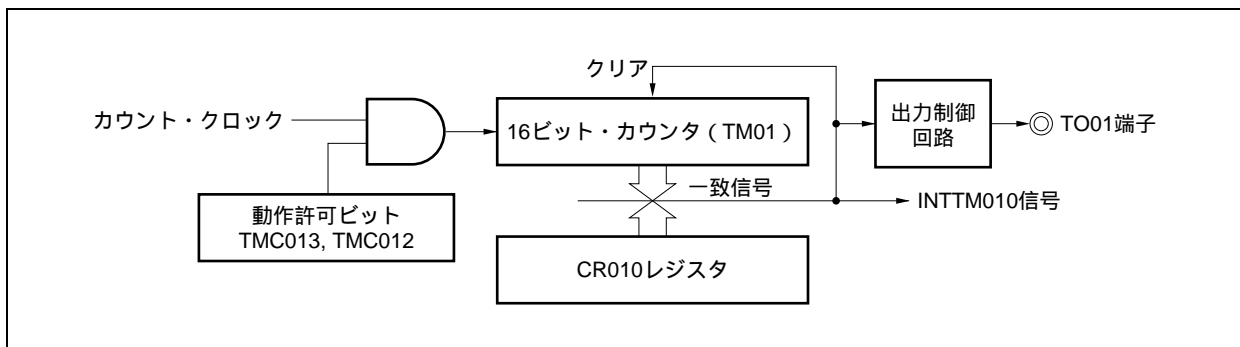


図7 - 7 方形波出力動作の基本タイミング例

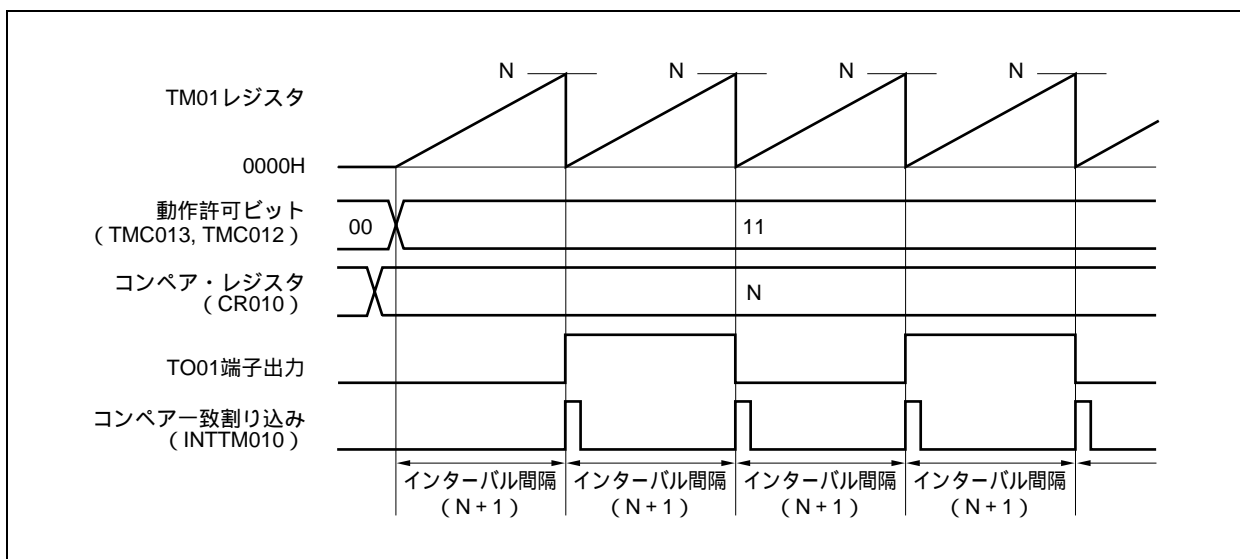


図7-8 方形波出力動作時のレジスタ設定内容例 (1/2)

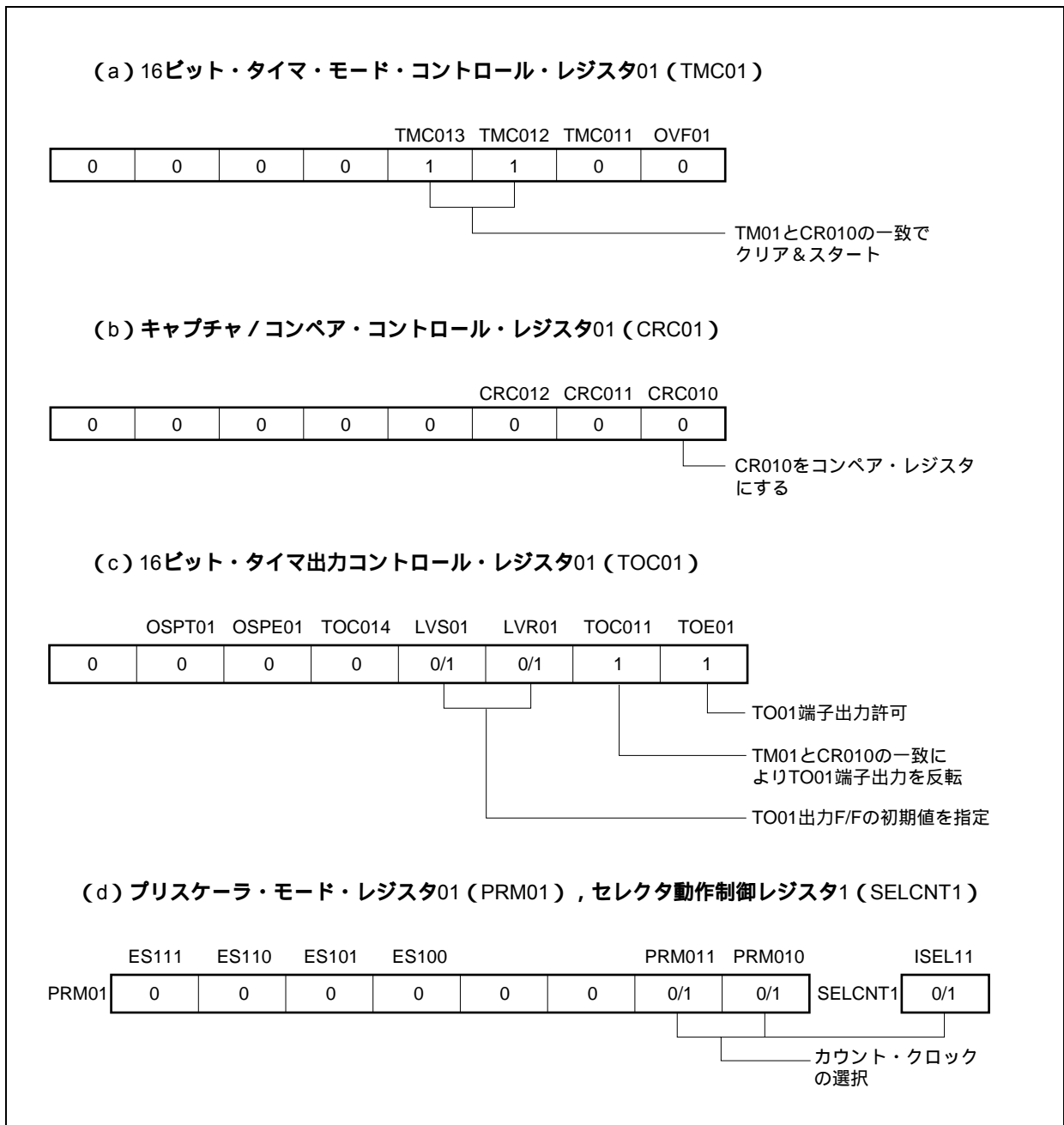


図7 - 8 方形波出力動作時のレジスタ設定内容例 (2/2)

(e) 16ビット・タイマ・カウンタ01 (TM01)

TM01レジスタをリードしてカウンタの値を読み出します。

(f) 16ビット・キャプチャ/コンペア・レジスタ010 (CR010)

CR010レジスタにMを設定した場合，方形波の周波数は次のようになります。

$$1 \div \{ 2 \times (M + 1) \times \text{カウント} \cdot \text{クロック周期} \}$$

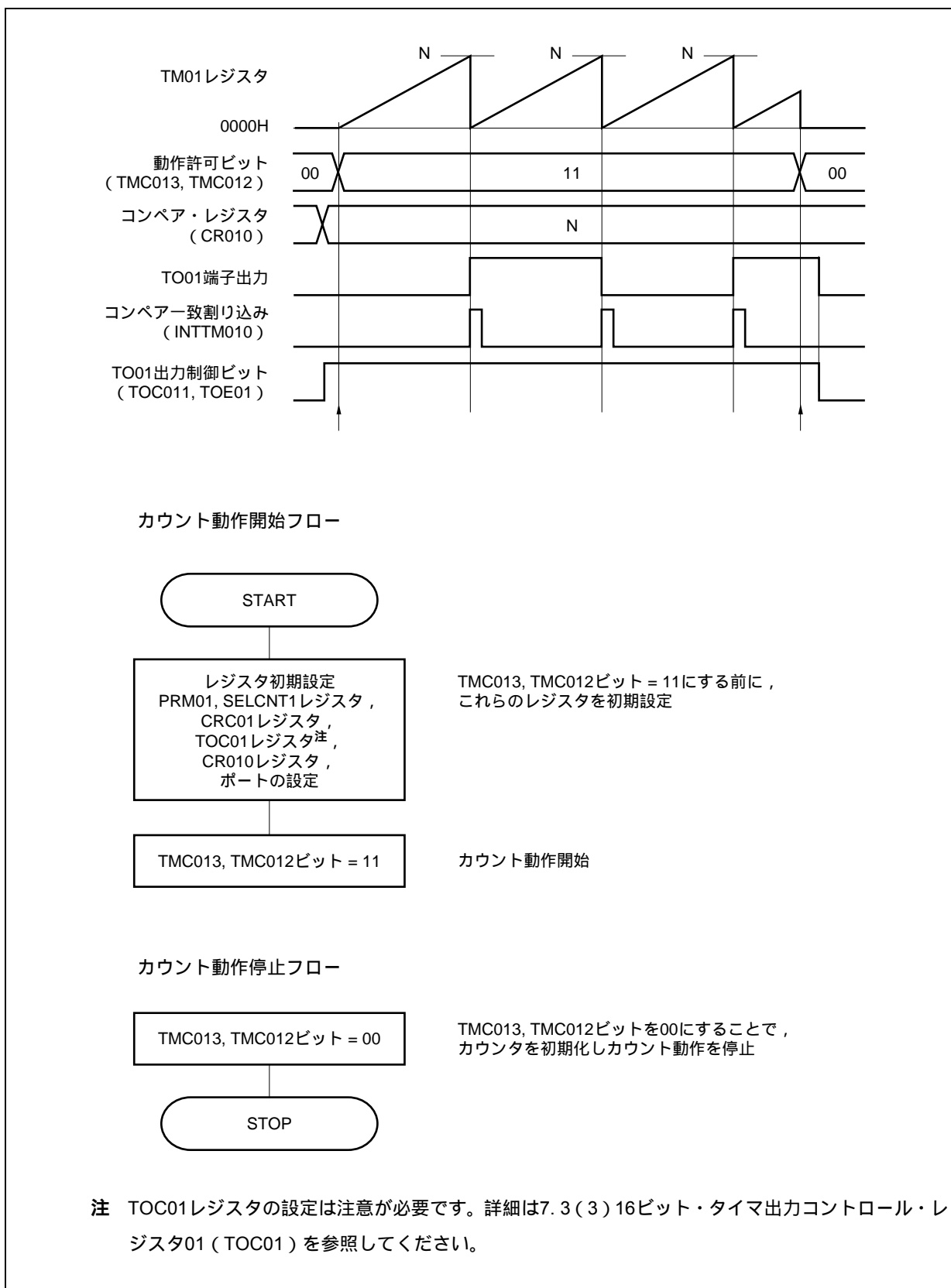
CR010レジスタへの0000Hの設定は禁止です。

(g) 16ビット・キャプチャ/コンペア・レジスタ011 (CR011)

方形波出力機能では，通常，CR011レジスタを使用しません。しかしCR011レジスタの設定値と，TM01レジスタの値が一致するとコンペア一致割り込み (INTTM011) が発生します。

したがって，割り込みマスク・フラグ (TM0MK11) でマスク設定をしておいてください。

図7-9 方形波出力機能時のソフトウェア処理例



7.4.3 外部イベント・カウンタとしての動作

PRM01.PRM011, PRM010ビット = 11(TI010端子の有効エッジによるカウント・アップ), TMC01.TMC013, TMC012ビット = 11に設定すると, 外部イベント入力の有効エッジをカウントし, TM01レジスタとCR010レジスタとの一致割り込み信号(INTTM010)を発生します。

外部イベント入力の端子にはTI010端子を使用します。したがって, TI010有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード(TMC013, TMC012ビット = 10)では, 外部イベント・カウンタとして使用できません。

INTTM010信号は, 次のタイミングごとに発生します。

- ・外部イベント入力の有効エッジ × (CR010レジスタ設定値 + 1)

ただし, 動作開始直後から初回の一致割り込みだけは, 次のタイミングで発生します。

- ・外部イベント入力の有効エッジ × (CR010レジスタ設定値 + 2)

有効エッジは, TI010端子入力信号を $f_{xx}/4$ のクロック周期でサンプリングを行い, 2回連続して有効レベルを検出したときに, はじめて検出されます。したがって, 短いパルス幅のノイズを除去できます。

備考1. 兼用端子(TI010)の設定については, 表4-12 ポート端子を兼用端子として使用する場合を参照してください。

2. INTTM010信号の割り込み許可については, 第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください。

図7-10 外部イベント・カウンタとしての動作のブロック図

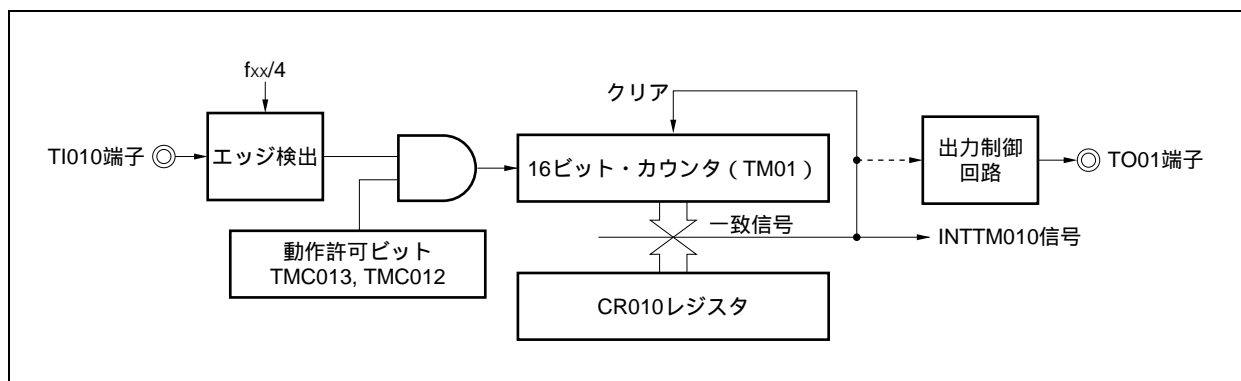


図7 - 11 外部イベント・カウンタ・モード時のレジスタ設定内容例 (1/2)

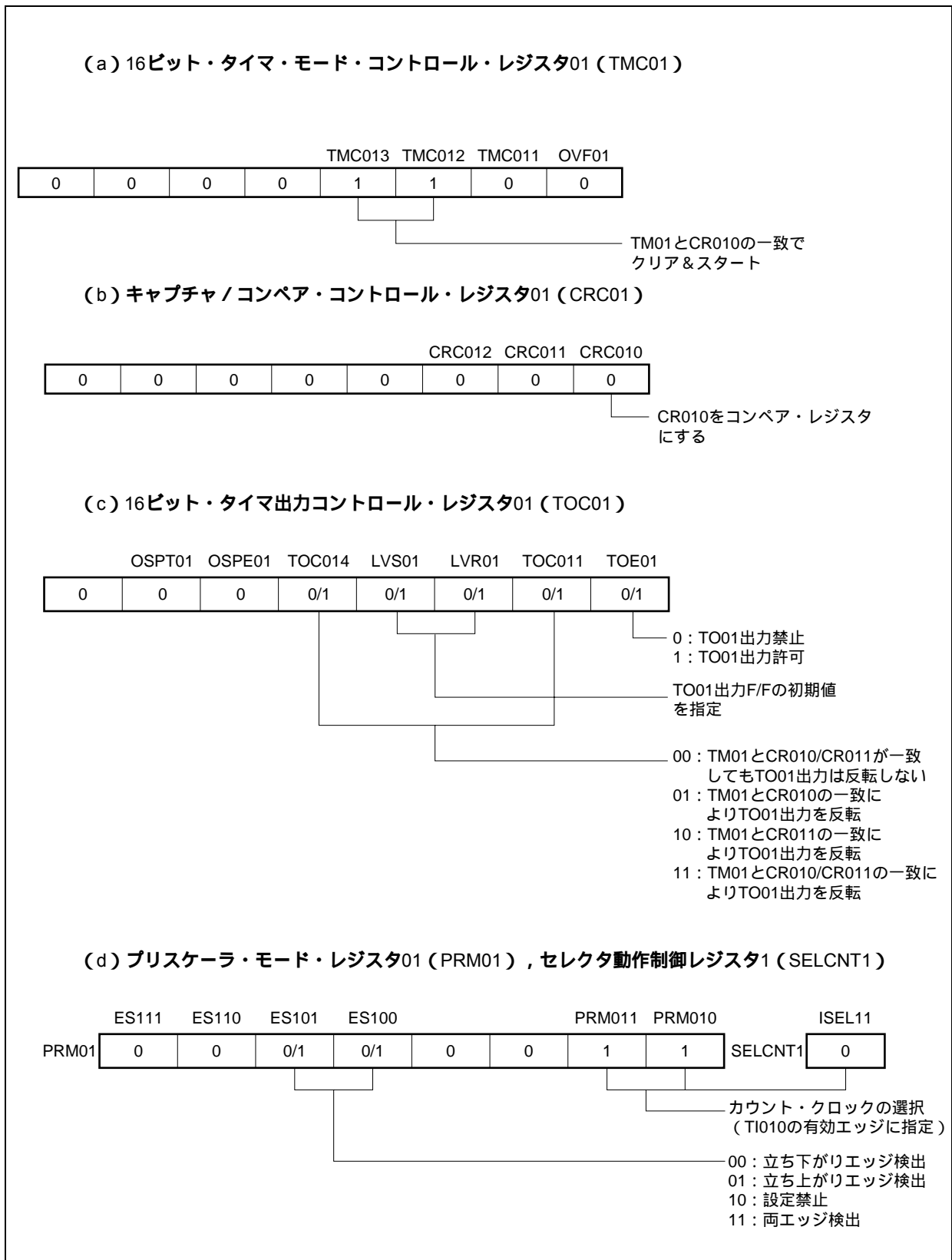


図7 - 11 外部イベント・カウンタ・モード動作時のレジスタ設定内容例 (2/2)

(e) 16ビット・タイマ・カウンタ01 (TM01)

TM01レジスタをリードしてカウンタの値を読み出します。

(f) 16ビット・キャプチャ/コンペア・レジスタ010 (CR010)

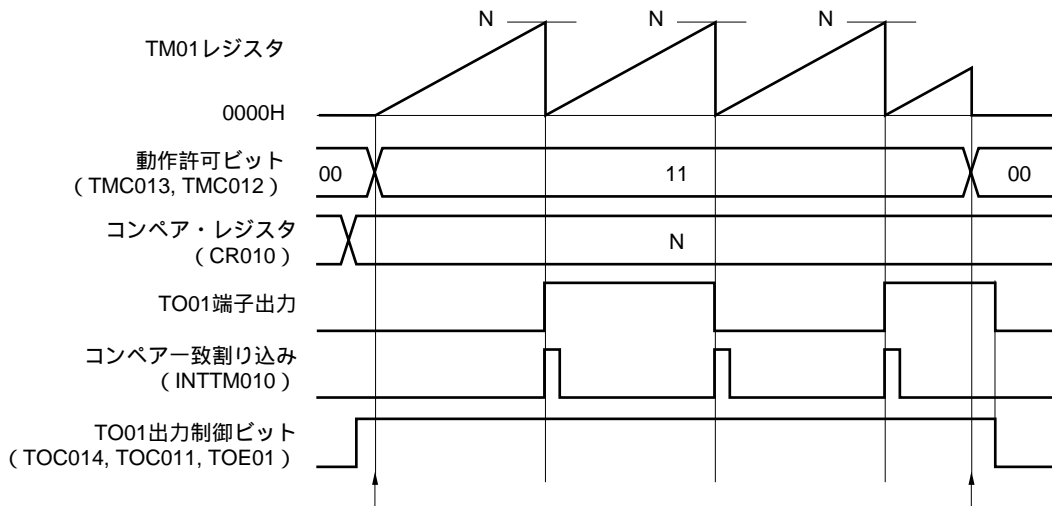
CR010レジスタにMを設定した場合，外部イベントがM + 1回入力されると，割り込み信号 (INTTM010) が発生します。

CR010レジスタへの0000Hの設定は禁止です。

(g) 16ビット・キャプチャ/コンペア・レジスタ011 (CR011)

TM01レジスタとの一致で割り込み信号 (INTTM011) を発生します。TM01レジスタのカウンタ値はクリアされません。

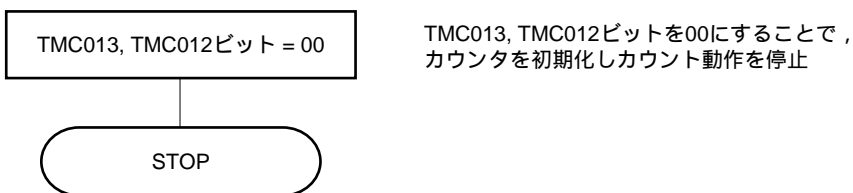
図7-12 外部イベント・カウンタ・モード動作時のソフトウェア処理例



カウント動作開始フロー



カウント動作停止フロー



注 TOC01レジスタの設定は注意が必要です。詳細は7.3(3)16ビット・タイマ出力コントロール・レジスタ01 (TOC01) を参照してください。

7.4.4 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードとしての動作

TMC01.TMC013, TMC012ビット = 10 (TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード) に設定し, カウント・クロック (PRM01, SELCNT1レジスタにて設定) を供給すると, TM01レジスタがカウント・アップを開始します。カウント動作中にTI010端子の有効エッジを検出すると, TM01レジスタを0000Hにクリアして, 再度カウント・アップします。TI010端子の有効エッジがない場合, TM01レジスタはオーバフローして, カウントを続けます。

TI010端子の有効エッジは, TM01レジスタのクリア要因です。動作開始直後のカウント・スタートの起動制御はしていません。

CR010, CR011レジスタは, コンペア・レジスタとしてもキャプチャ・レジスタとしても使用できます。

(a) CR010, CR011レジスタをコンペア・レジスタとして使用した場合

TM01レジスタとCR010, CR011レジスタの一致でINTTM010, INTTM011信号が発生します。

(b) CR010, CR011レジスタをキャプチャ・レジスタとして使用した場合

TI011端子に有効エッジが入力される(またはTI010端子に有効エッジの逆相が入力される)と, TM01レジスタのカウント値をCR010レジスタにキャプチャし, INTTM010信号が発生します。

TI010端子に有効エッジが入力されると, TM01レジスタのカウント値をCR011レジスタにキャプチャし, INTTM011信号が発生します。TI010端子の有効エッジでキャプチャ動作と同時にカウンタを0000Hにクリアします。

注意 カウント・クロックをTI010端子の有効エッジ (PRM01.PRM011, PRM010ビット = 11) に設定しないでください。PRM011, PRM010ビット = 11に設定すると, TM01レジスタがクリアされてしまいます。

- 備考1.** 兼用端子 (TI010) の設定については, 表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合を参照してください。
- 2.** INTTM010信号の割り込み許可については, 第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください。

(1) TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード動作

(CR010レジスタ：コンペア・レジスタ，CR011レジスタ：コンペア・レジスタ設定時)

図7 - 13 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのブロック図

(CR010レジスタ：コンペア・レジスタ / CR011レジスタ：コンペア・レジスタ)

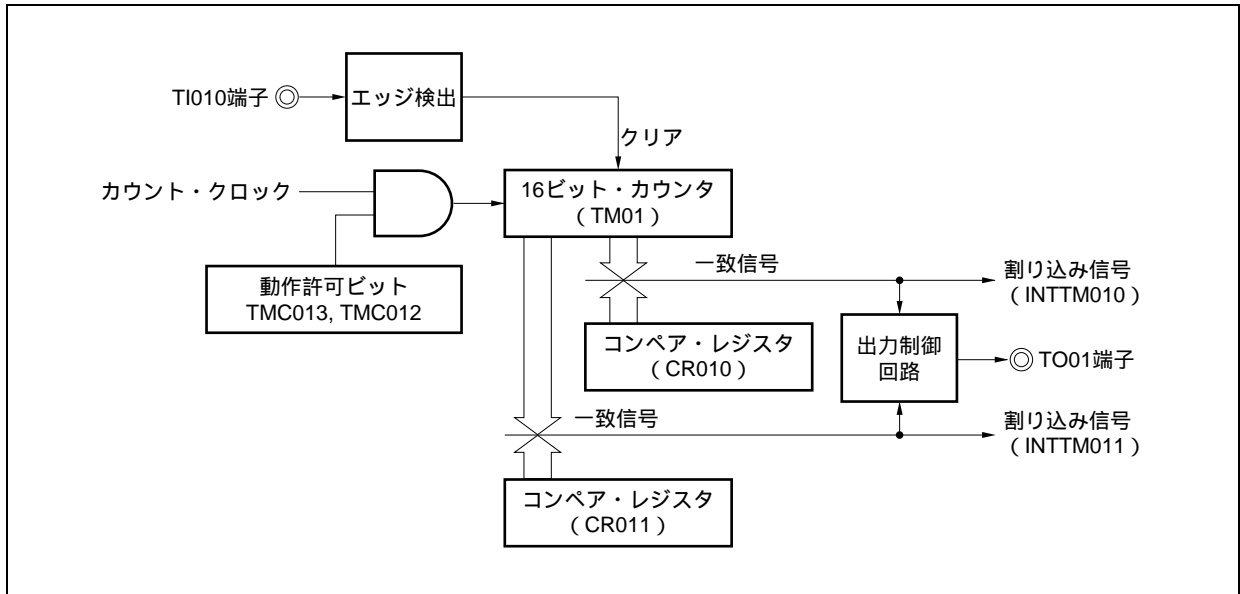
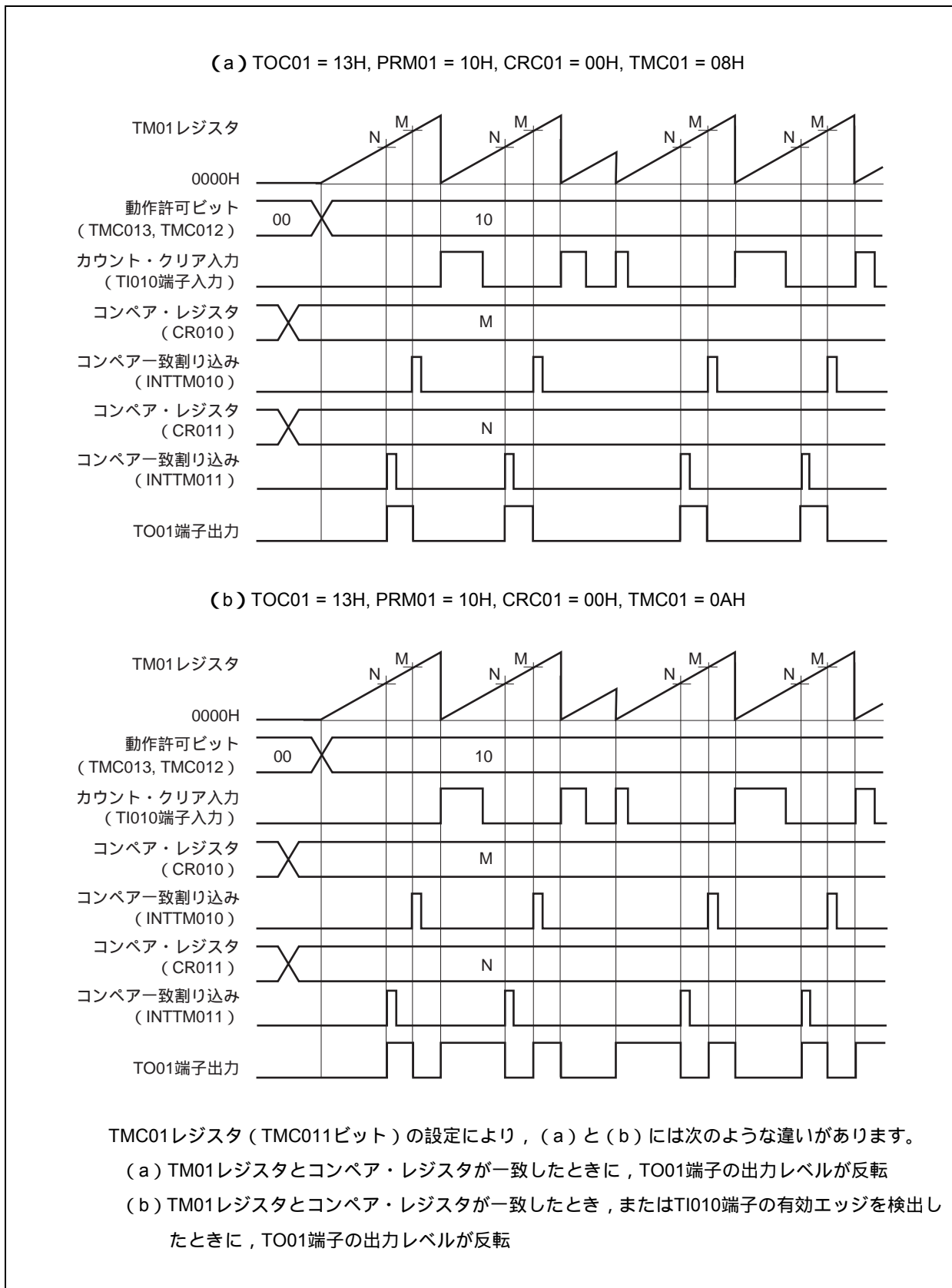


図7-14 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：コンペア・レジスタ / CR011レジスタ：コンペア・レジスタ)



(2) TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード動作

(CR010レジスタ：コンペア・レジスタ，CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ設定時)

図7 - 15 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのブロック図

(CR010レジスタ：コンペア・レジスタ / CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ)

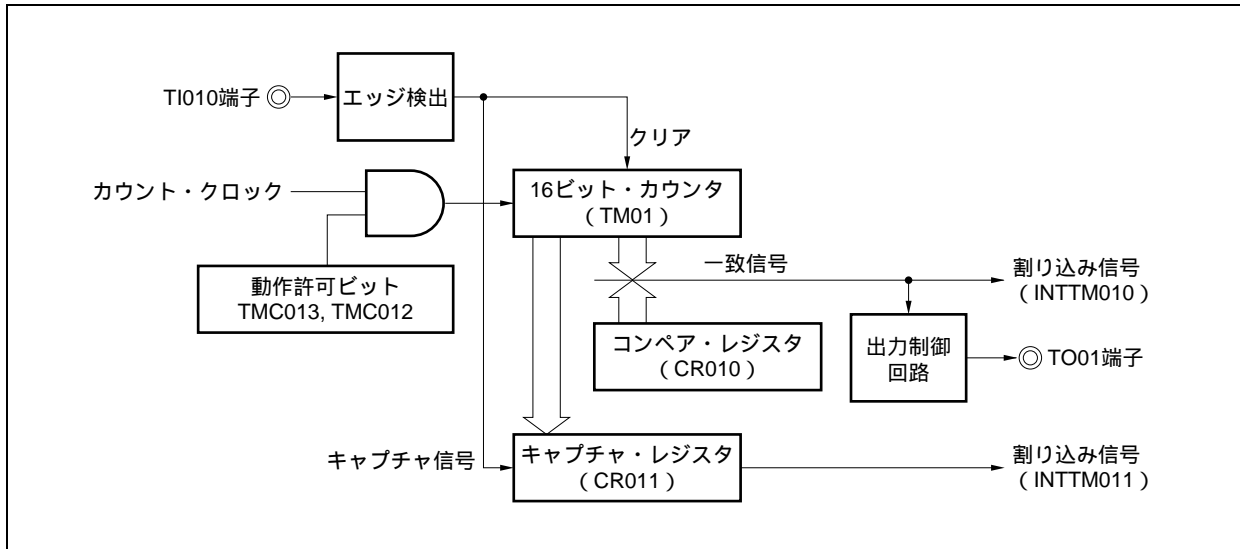


図7-16 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：コンペア・レジスタ/CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ) (1/2)

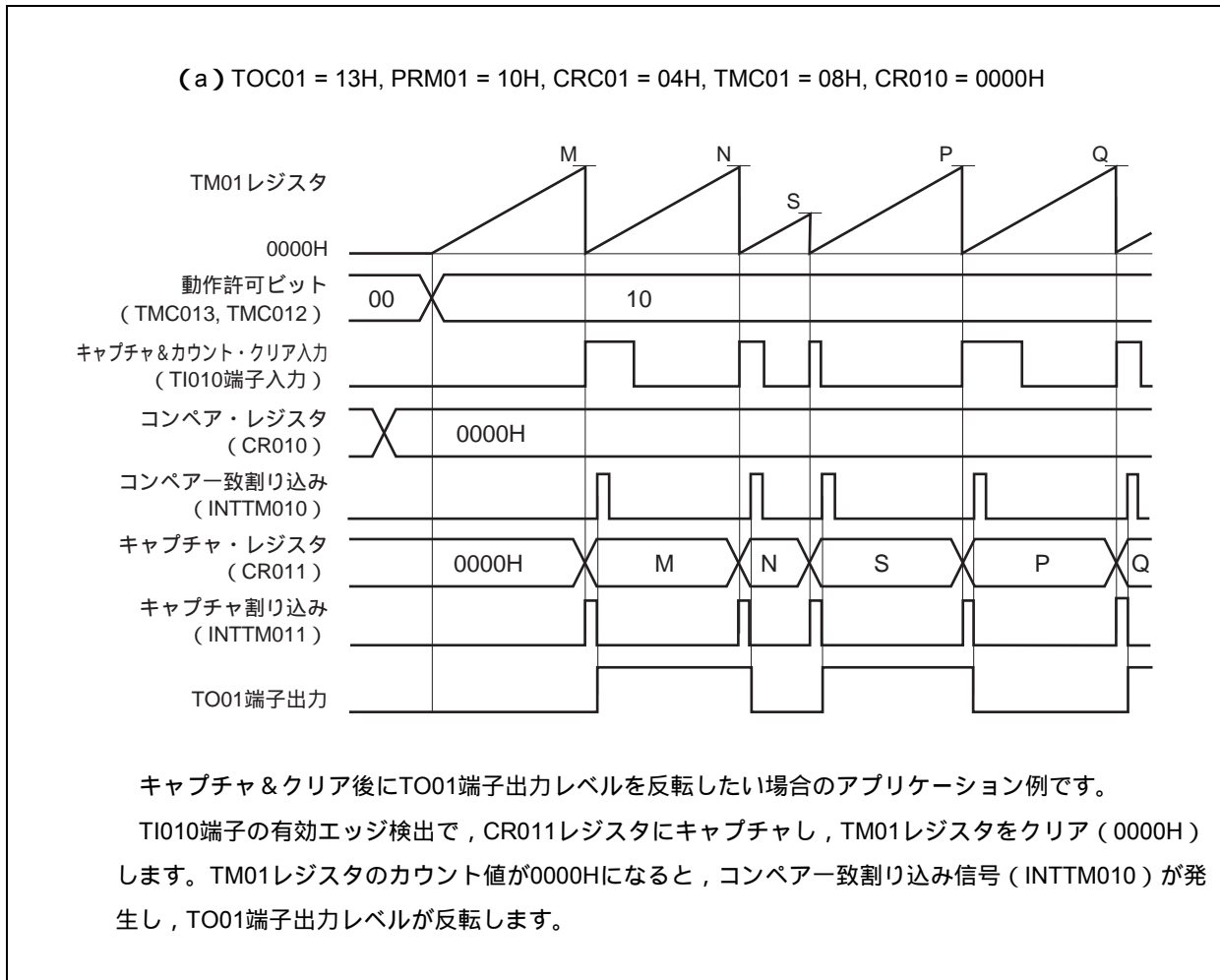
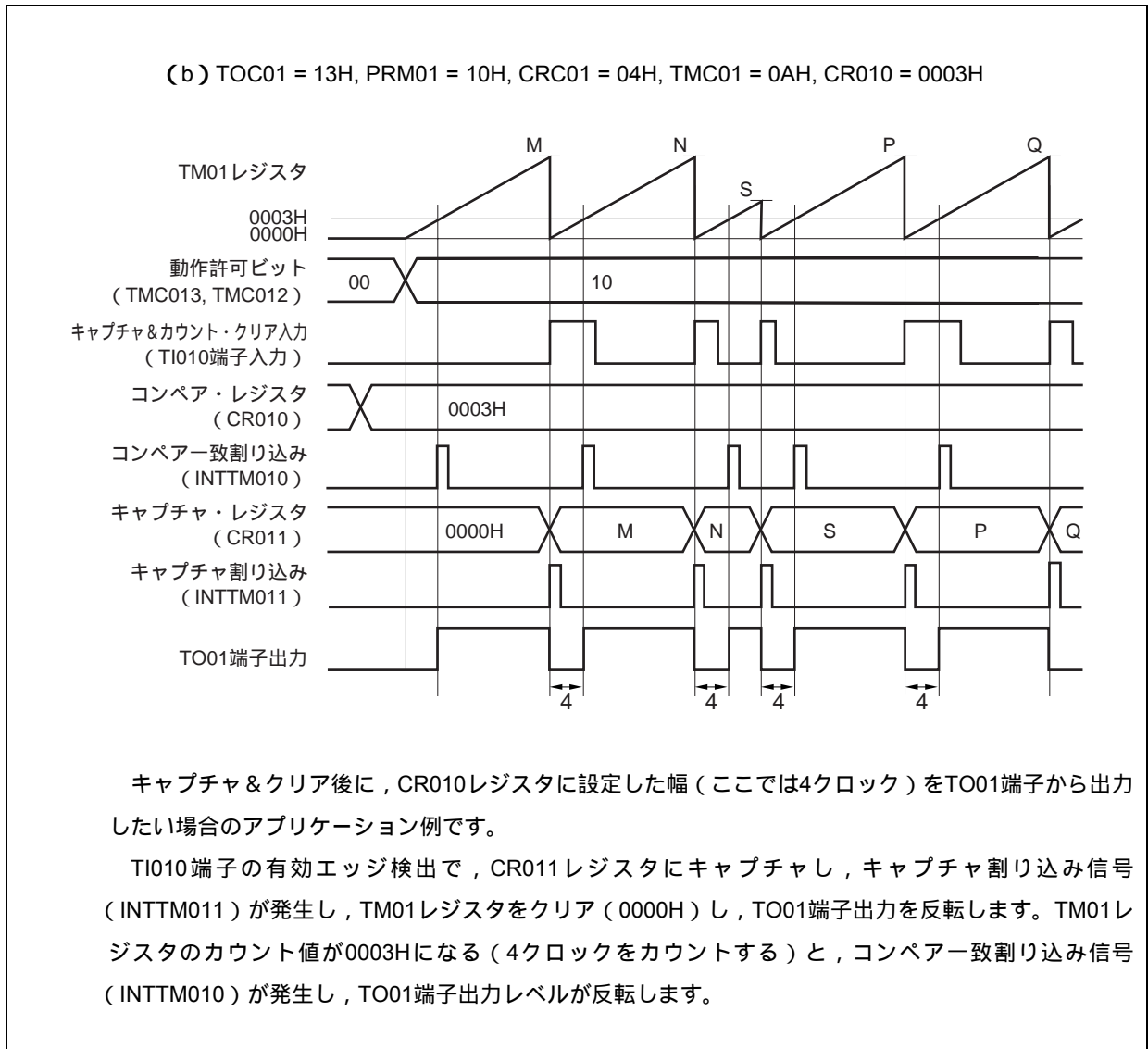


図7-16 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：コンペア・レジスタ/CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ) (2/2)



(3) TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード動作

(CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ，CR011レジスタ：コンペア・レジスタ設定時)

図7 - 17 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのブロック図

(CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ / CR011レジスタ：コンペア・レジスタ)

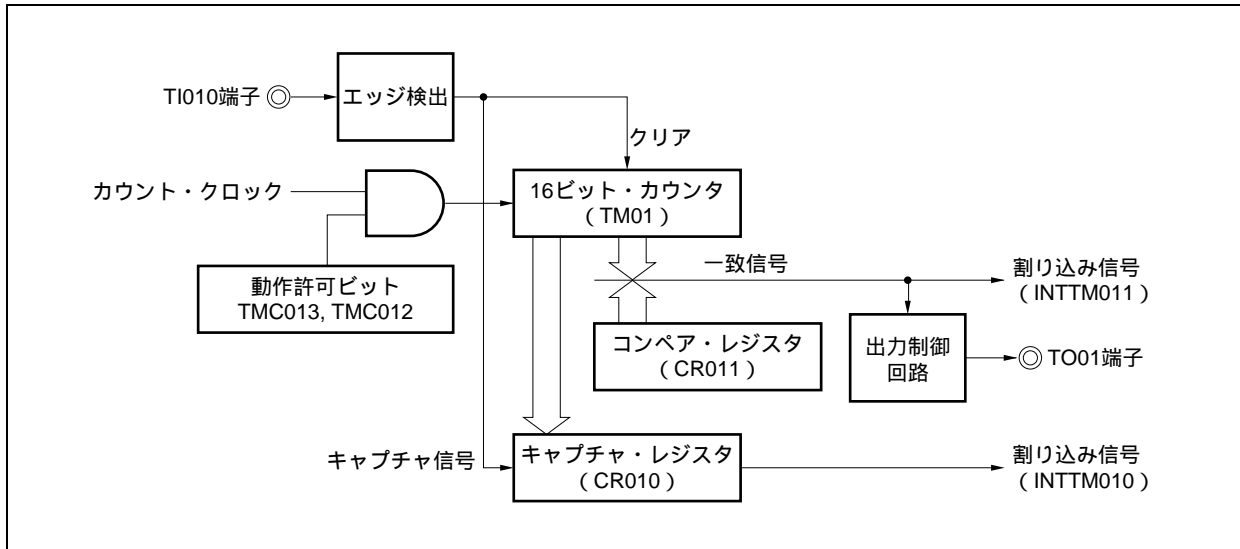


図7 - 18 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ/CR011レジスタ：コンペア・レジスタ) (1/2)

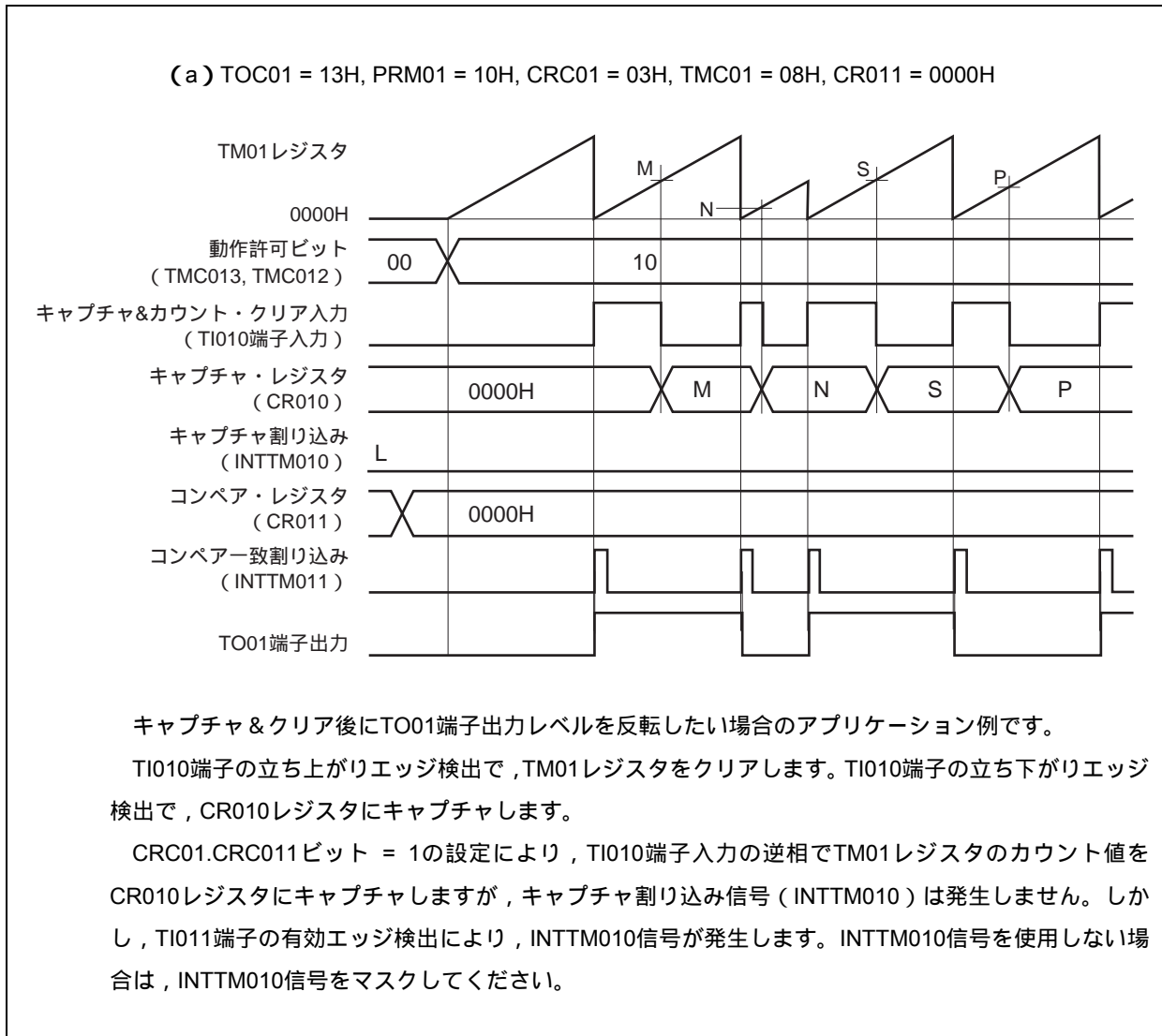
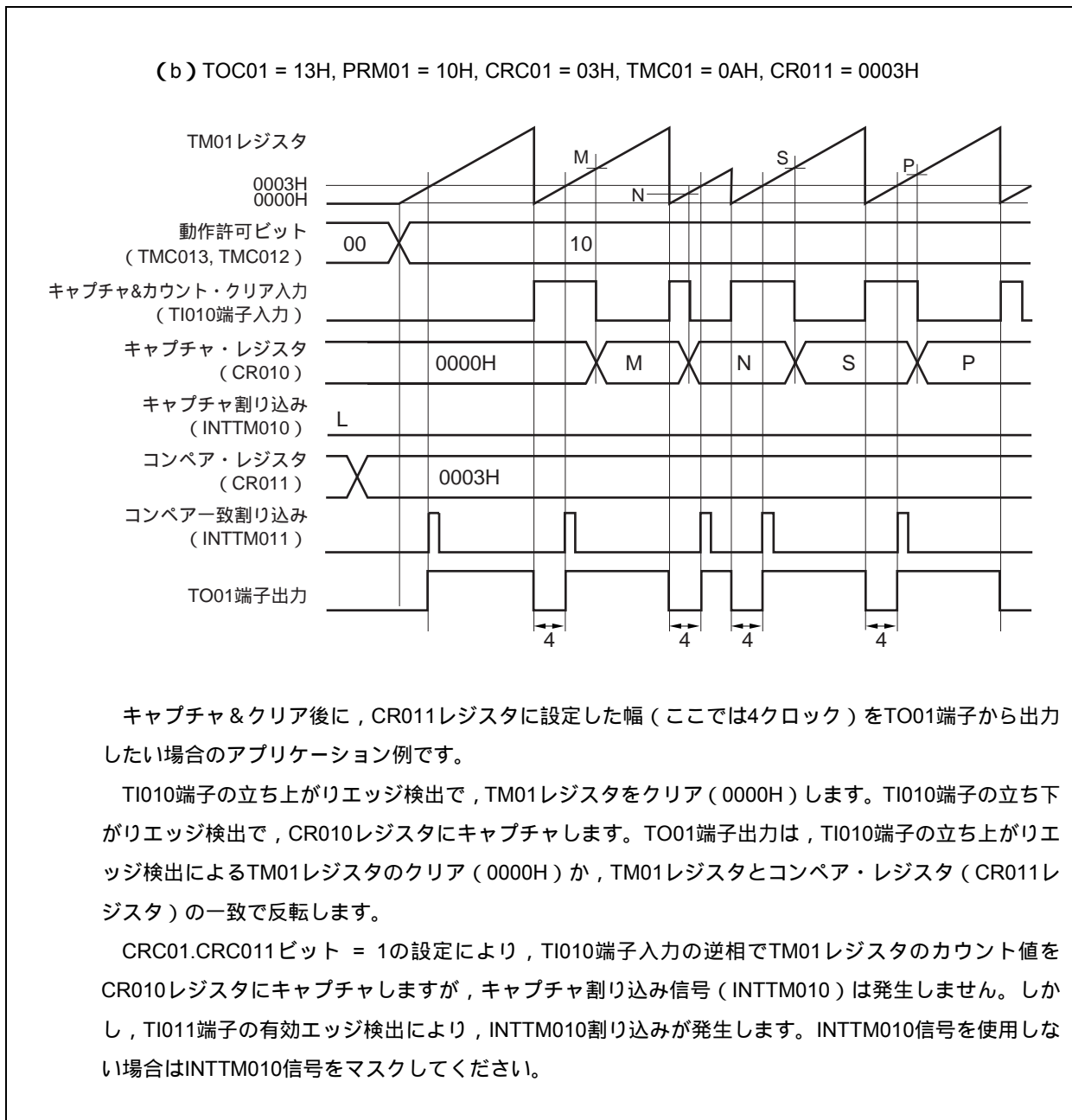


図7-18 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ/CR011レジスタ：コンペア・レジスタ) (2/2)



キャプチャ&クリア後に、CR011レジスタに設定した幅（ここでは4クロック）をTO01端子から出力したい場合のアプリケーション例です。

TI010端子の立ち上がりエッジ検出で、TM01レジスタをクリア（0000H）します。TI010端子の立ち下がりエッジ検出で、CR010レジスタにキャプチャします。TO01端子出力は、TI010端子の立ち上がりエッジ検出によるTM01レジスタのクリア（0000H）か、TM01レジスタとコンペア・レジスタ（CR011レジスタ）の一致で反転します。

CRC01.CRC011ビット = 1の設定により、TI010端子入力の逆相でTM01レジスタのカウント値をCR010レジスタにキャプチャしますが、キャプチャ割り込み信号（INTTM010）は発生しません。しかし、TI011端子の有効エッジ検出により、INTTM010割り込みが発生します。INTTM010信号を使用しない場合はINTTM010信号をマスクしてください。

(4) TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード動作

(CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ，CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ設定時)

図7 - 19 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのブロック図

(CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ / CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ)

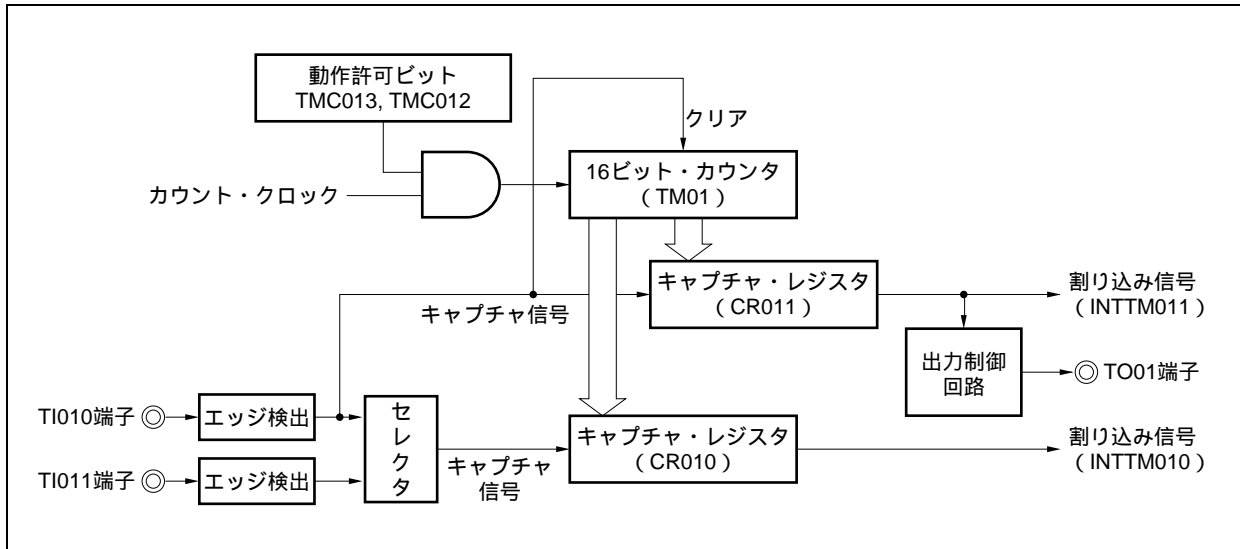


図7-20 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ/CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ) (1/3)

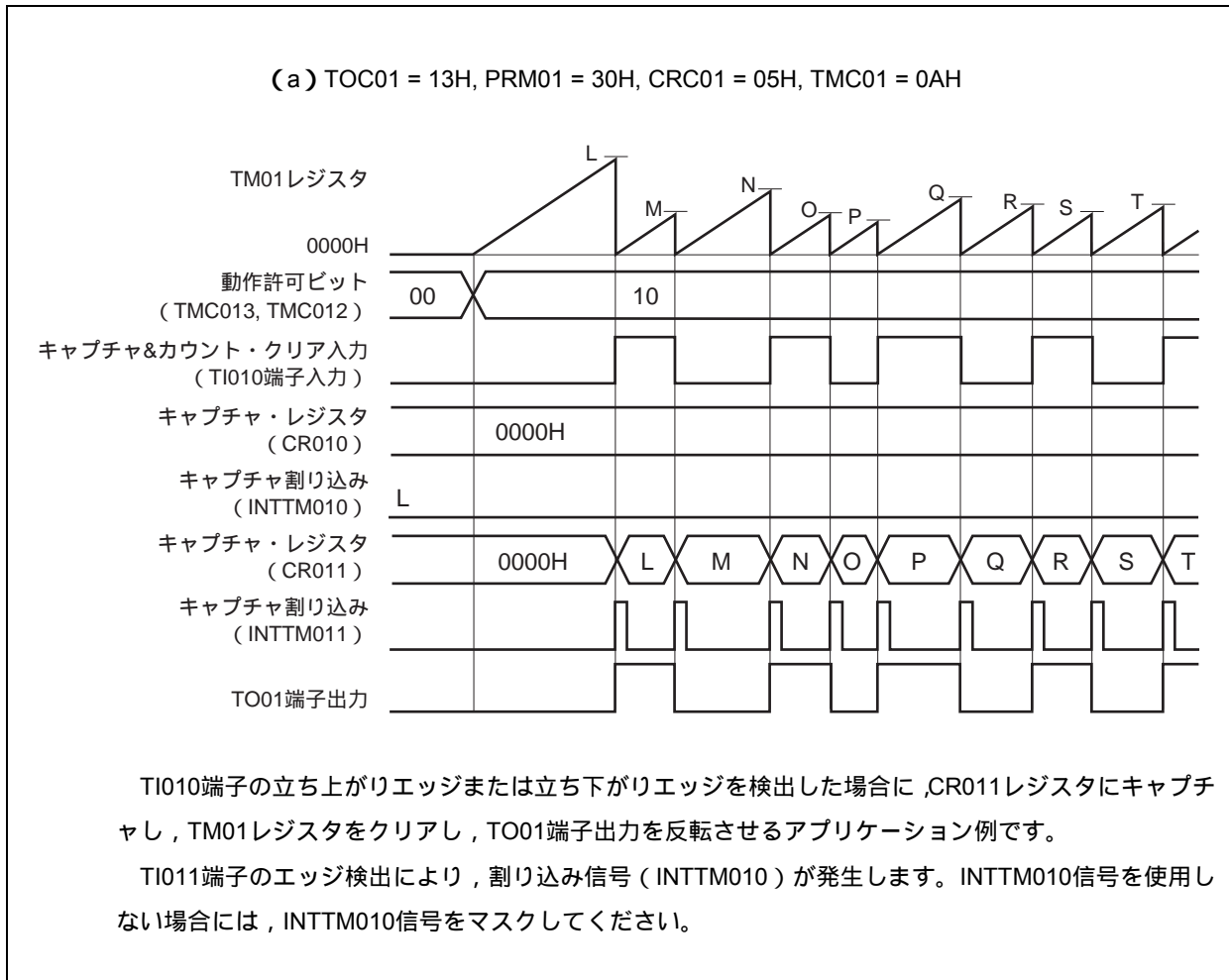


図7-20 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ/CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ) (2/3)

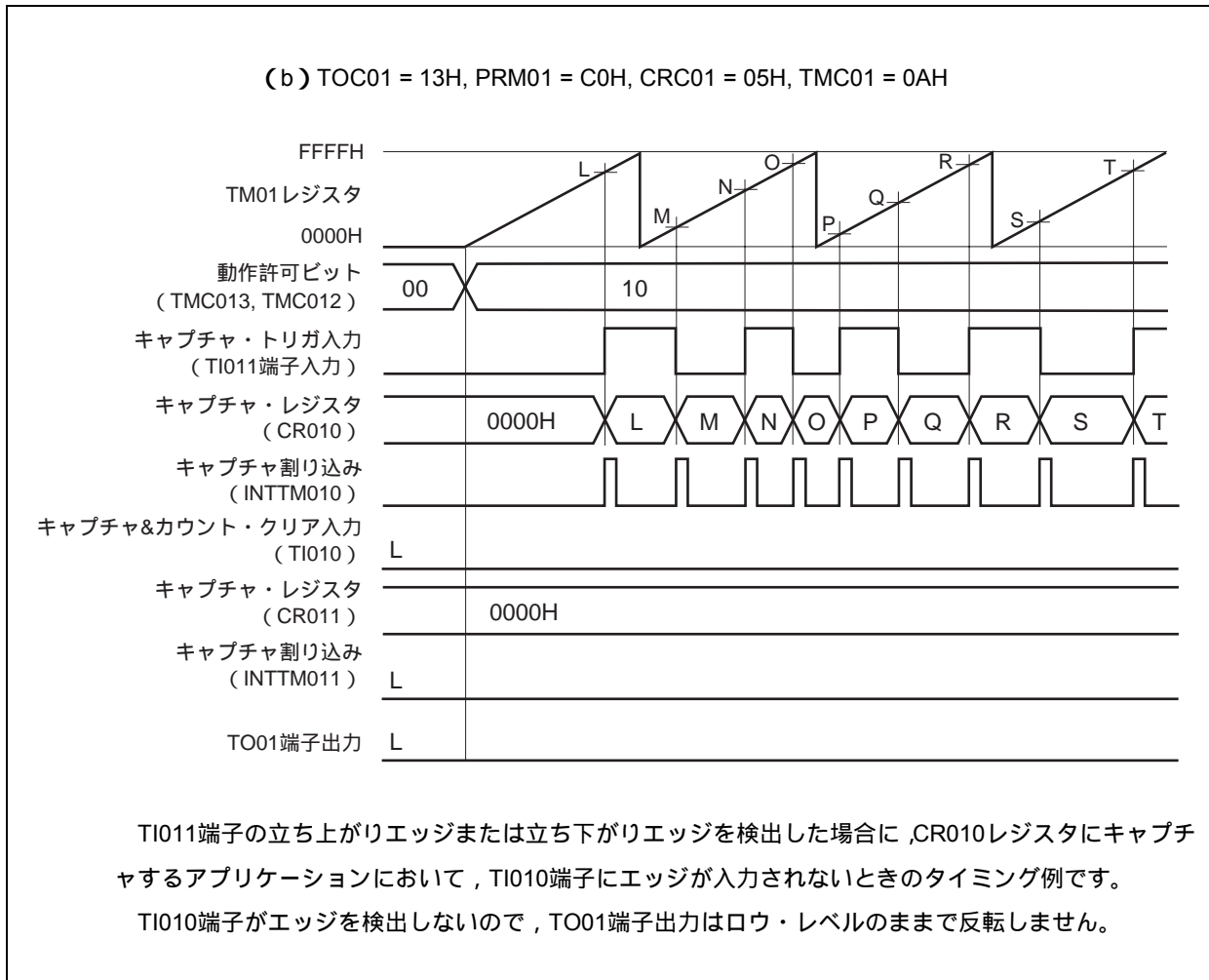


図7-20 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ/CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ) (3/3)

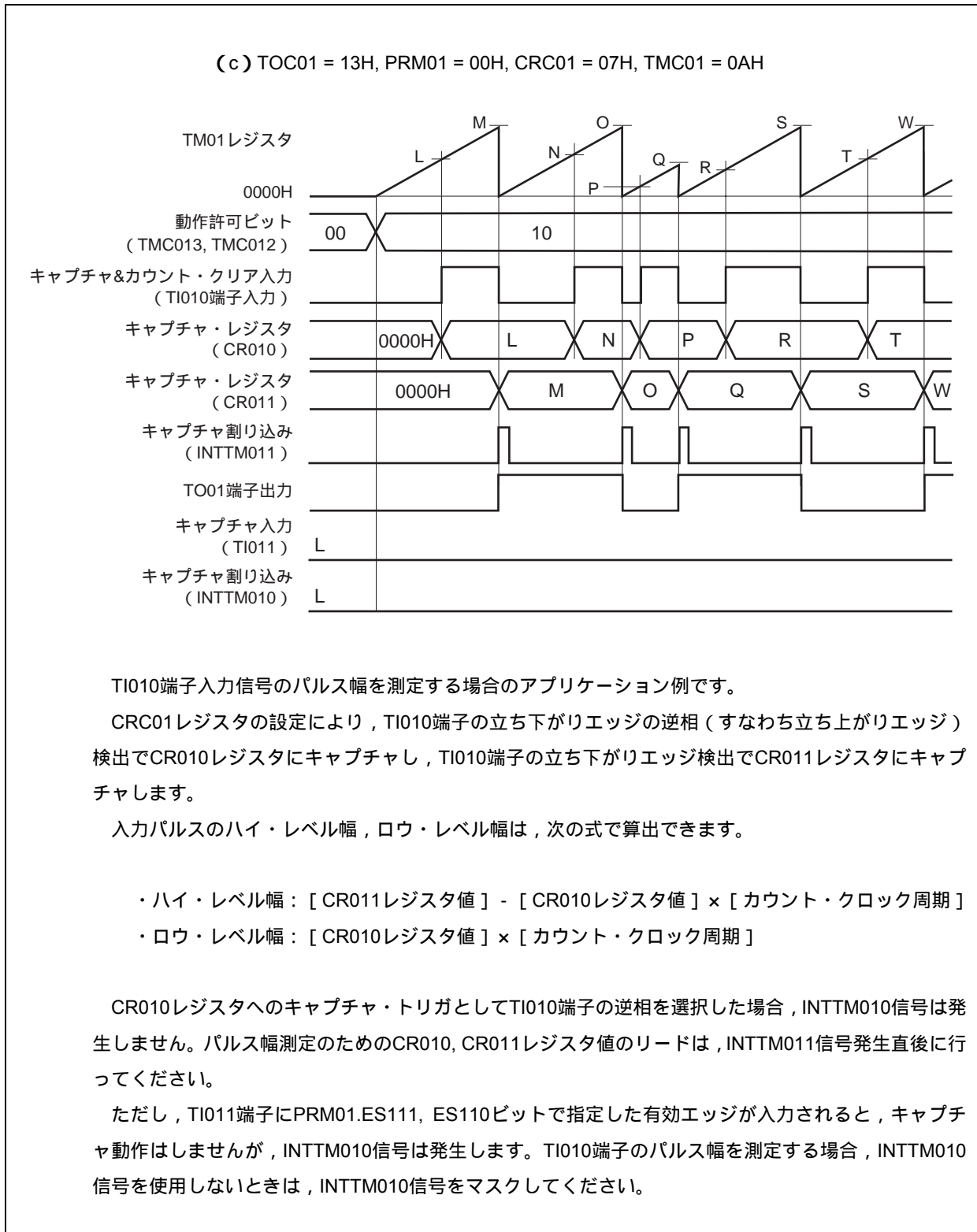


図7 - 21 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード動作時のレジスタ設定内容例 (1/2)

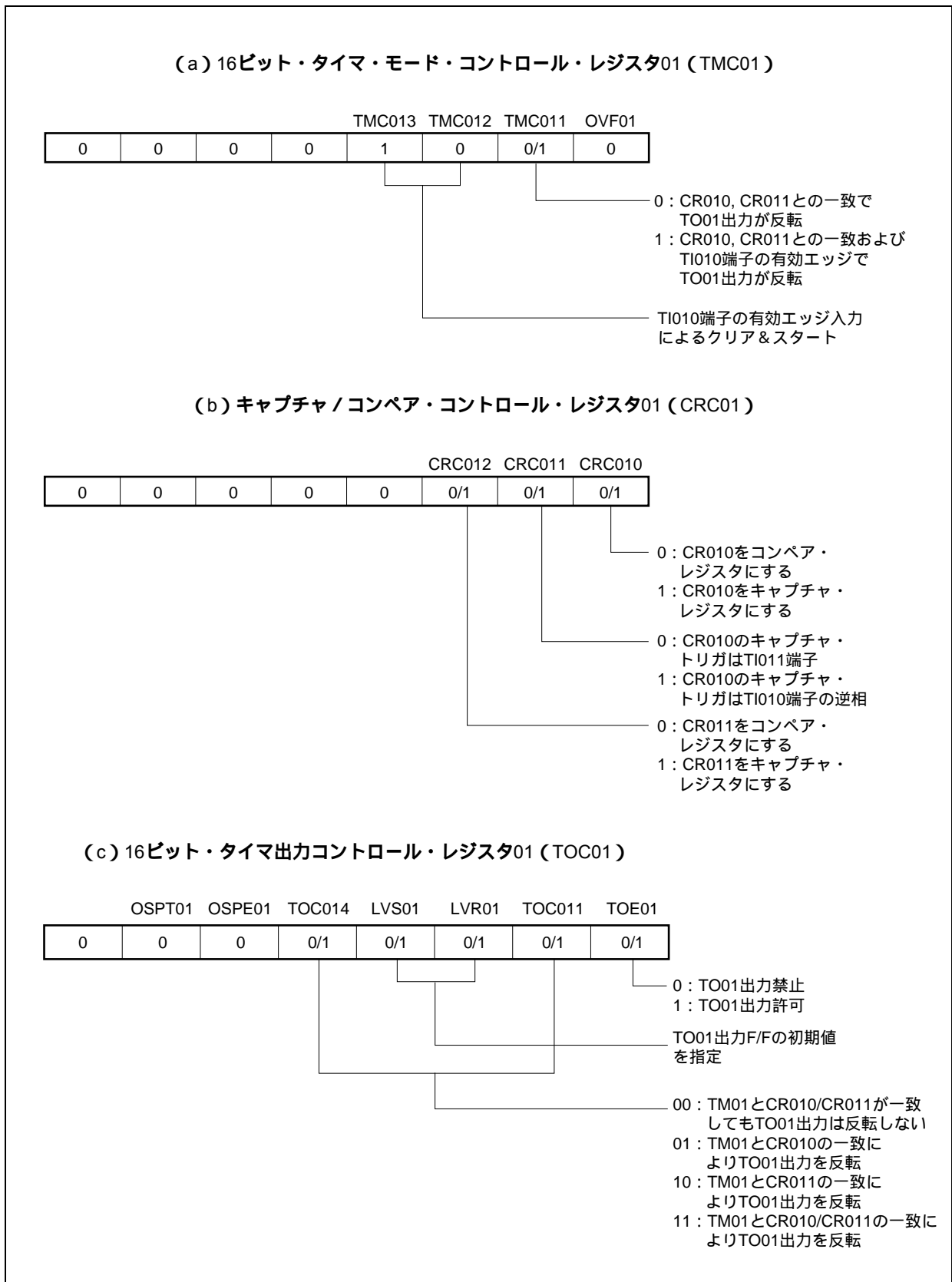


図7 - 21 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード動作時のレジスタ設定内容例 (2/2)

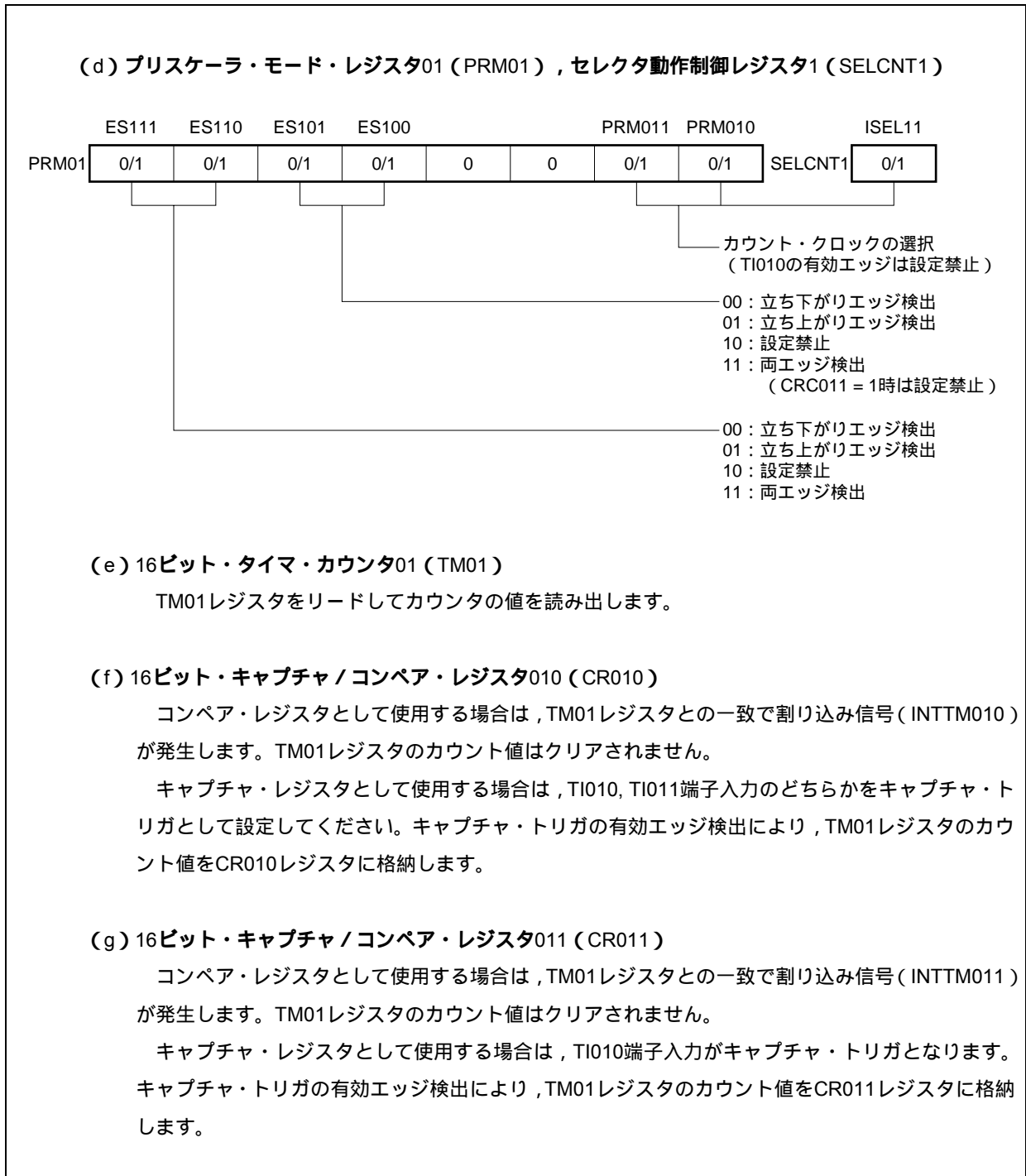
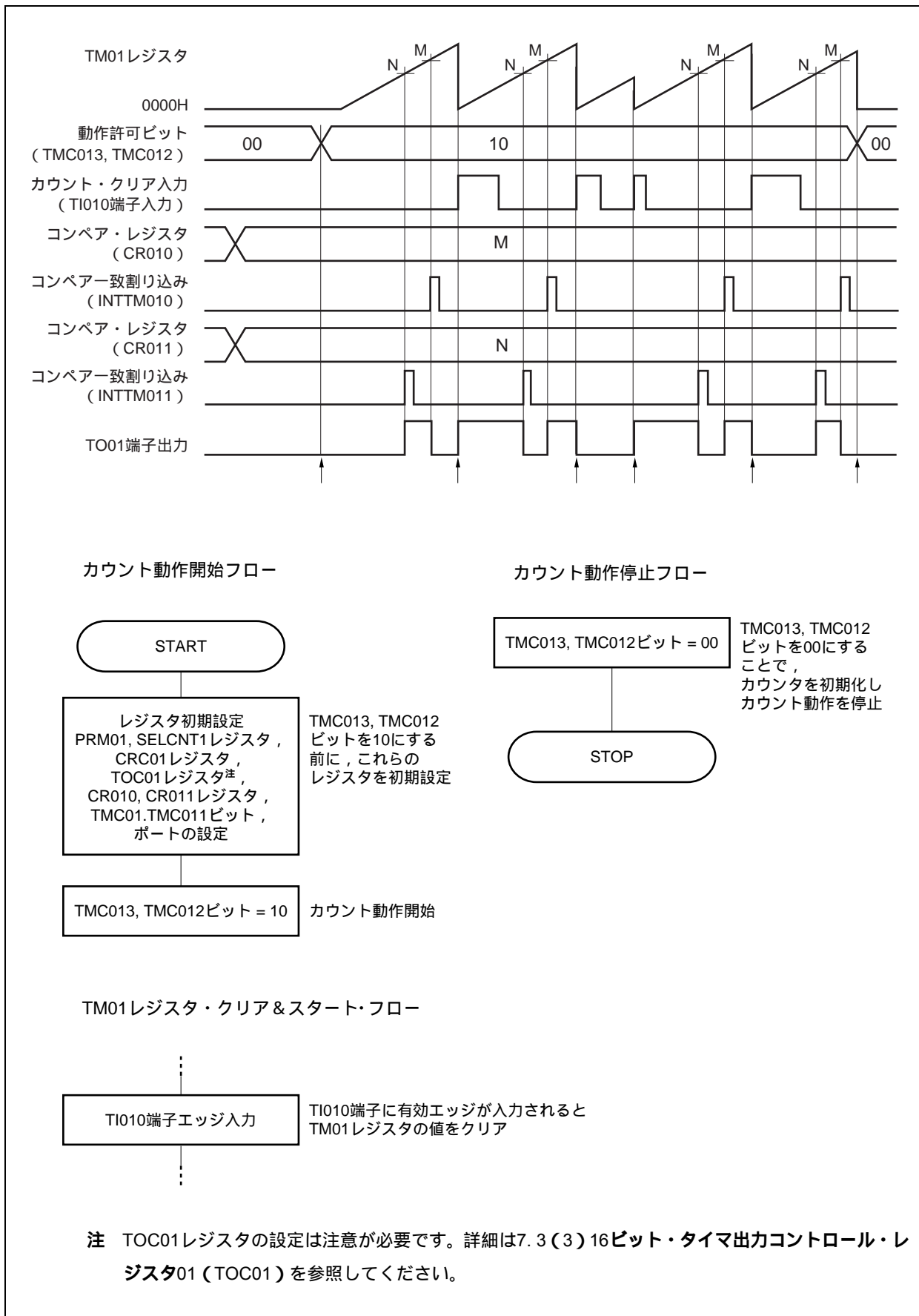


図7-22 TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード動作時のソフトウェア処理例



7.4.5 フリー・ランニング・タイマとしての動作

TMC01.TMC013, TMC012ビット = 01 (フリー・ランニング・タイマ・モード) に設定すると、カウント・クロックに同期してカウント・アップ動作を続けます。FFFFHまでカウントすると、次のクロックでオーバーフロー・フラグ (TMC01.OVF01ビット) がセット (1) されるとともに、TM01レジスタをクリア (0000H) し、カウント動作を継続します。OVF01ビットは、ソフトウェアでCLR命令を実行してクリア (0) してください。フリー・ランニング・タイマとしての動作には、次の3種類があります。

- ・ CR010, CR011レジスタを両方ともコンペア・レジスタとして使用
- ・ CR010, CR011レジスタの一方をコンペア・レジスタ, もう一方をキャプチャ・レジスタとして使用
- ・ CR010, CR011レジスタを両方ともキャプチャ・レジスタとして使用

備考1. 兼用端子 (TO01) の設定については、表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合は参照してください。

2. INTTM010, INTTM011割り込み許可については、第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください。

(1) フリー・ランニング・タイマ・モード動作

(CR010レジスタ：コンペア・レジスタ, CR011レジスタ：コンペア・レジスタ設定時)

図7 - 23 フリー・ランニング・タイマ・モードのブロック図

(CR010レジスタ：コンペア・レジスタ / CR011レジスタ：コンペア・レジスタ)

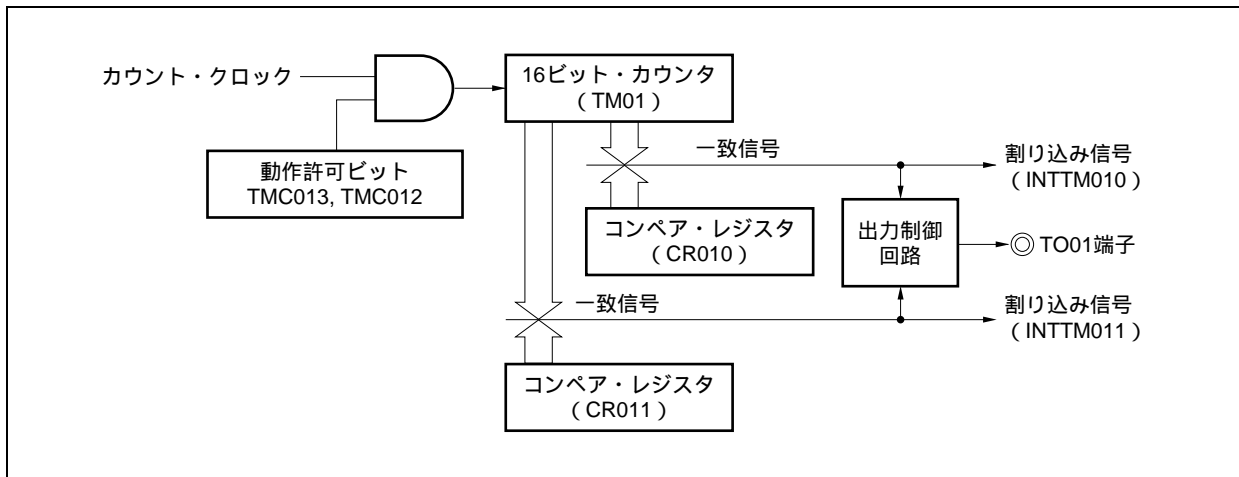
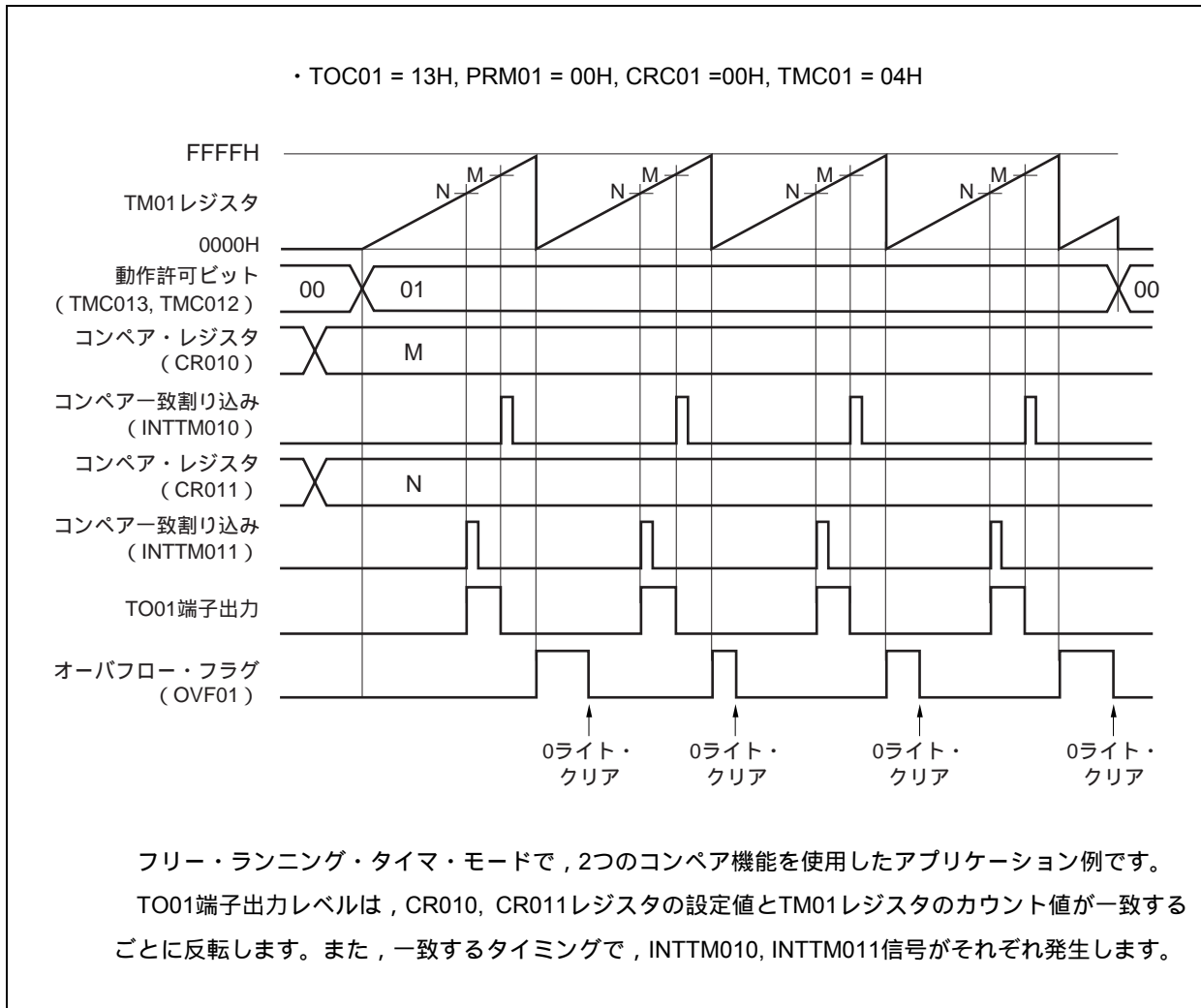


図7-24 フリー・ランニング・タイマ・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：コンペア・レジスタ / CR011レジスタ：コンペア・レジスタ)



(2) フリー・ランニング・タイマ・モード動作

(CR010レジスタ：コンペア，CR011レジスタ：キャプチャ設定時)

図7 - 25 フリー・ランニング・タイマ・モードのブロック図

(CR010レジスタ：コンペア・レジスタ / CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ)

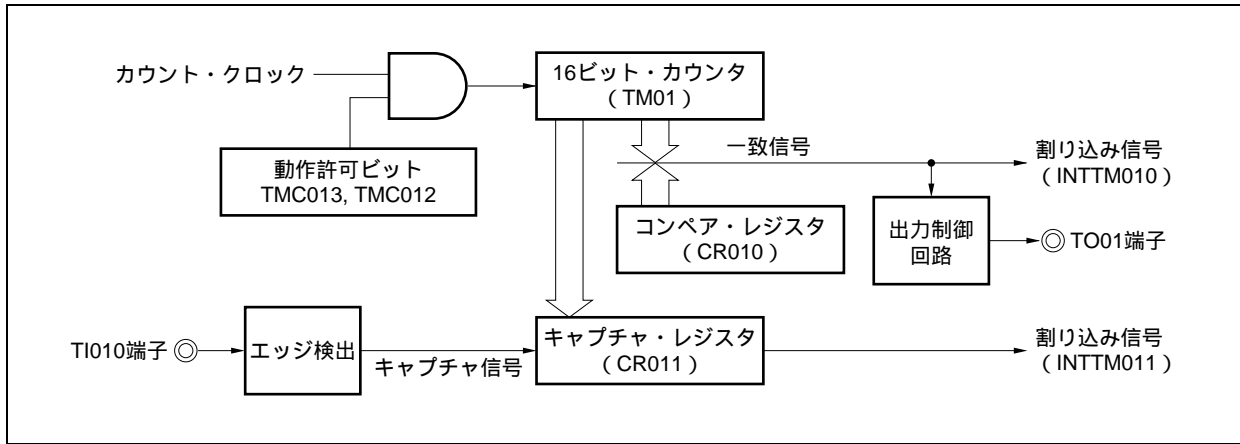
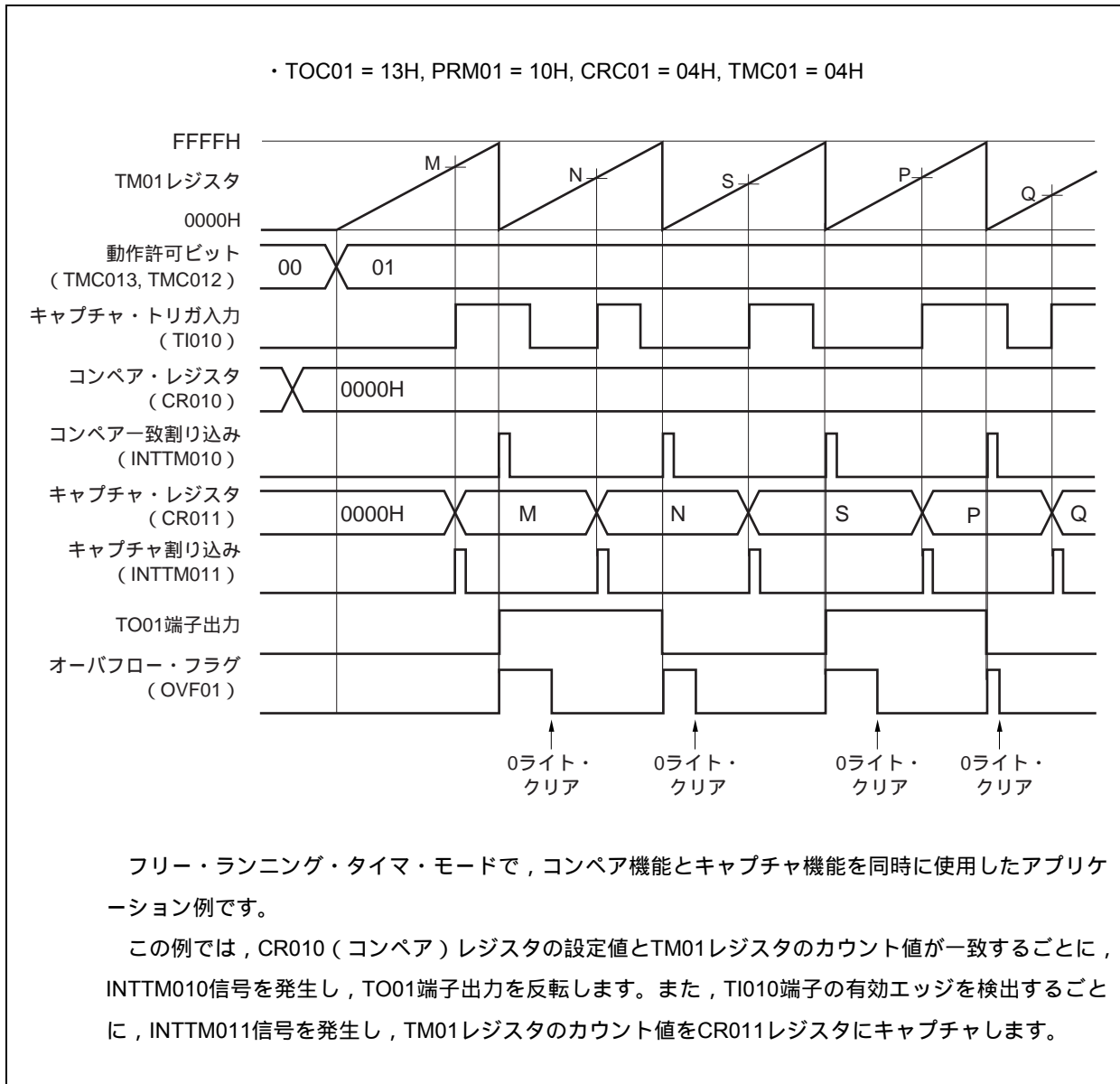


図7-26 フリー・ランニング・タイマ・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：コンペア・レジスタ/CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ)



(3) フリー・ランニング・タイマ・モード動作

(CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ，CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ設定時)

図7 - 27 フリー・ランニング・タイマ・モードのブロック図

(CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ / CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ)

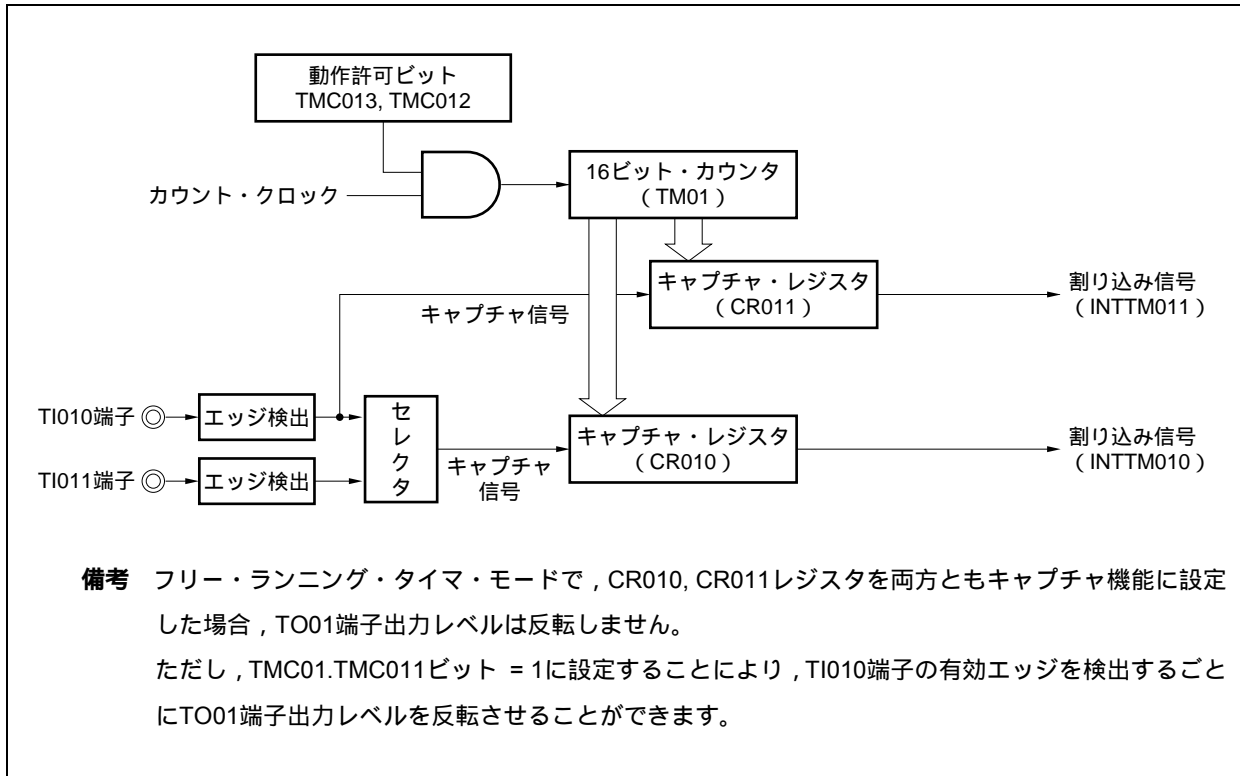


図7-28 フリー・ランニング・タイマ・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ/CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ) (1/2)

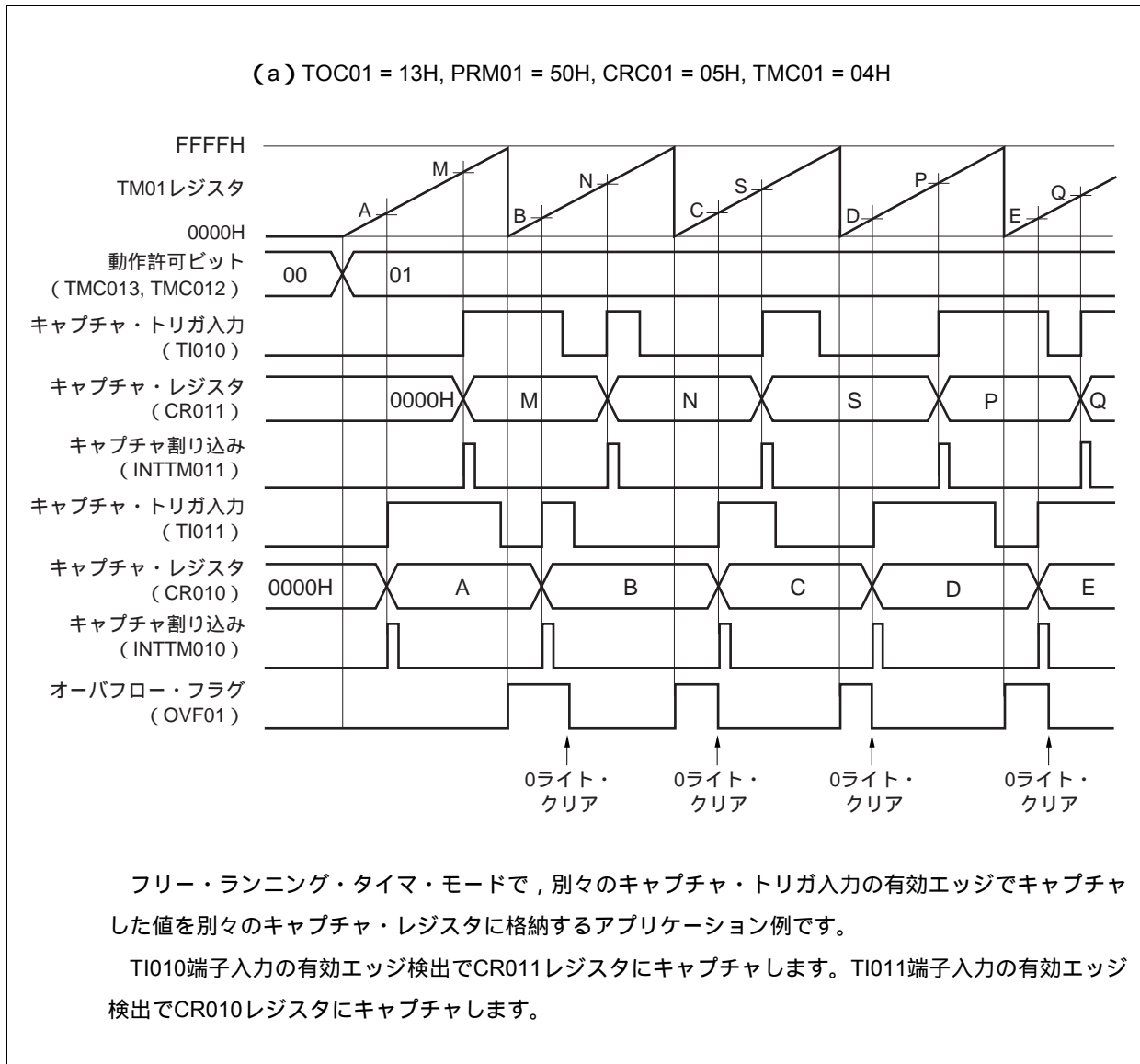


図7-28 フリー・ランニング・タイマ・モードのタイミング例
 (CR010レジスタ：キャプチャ・レジスタ/CR011レジスタ：キャプチャ・レジスタ) (2/2)

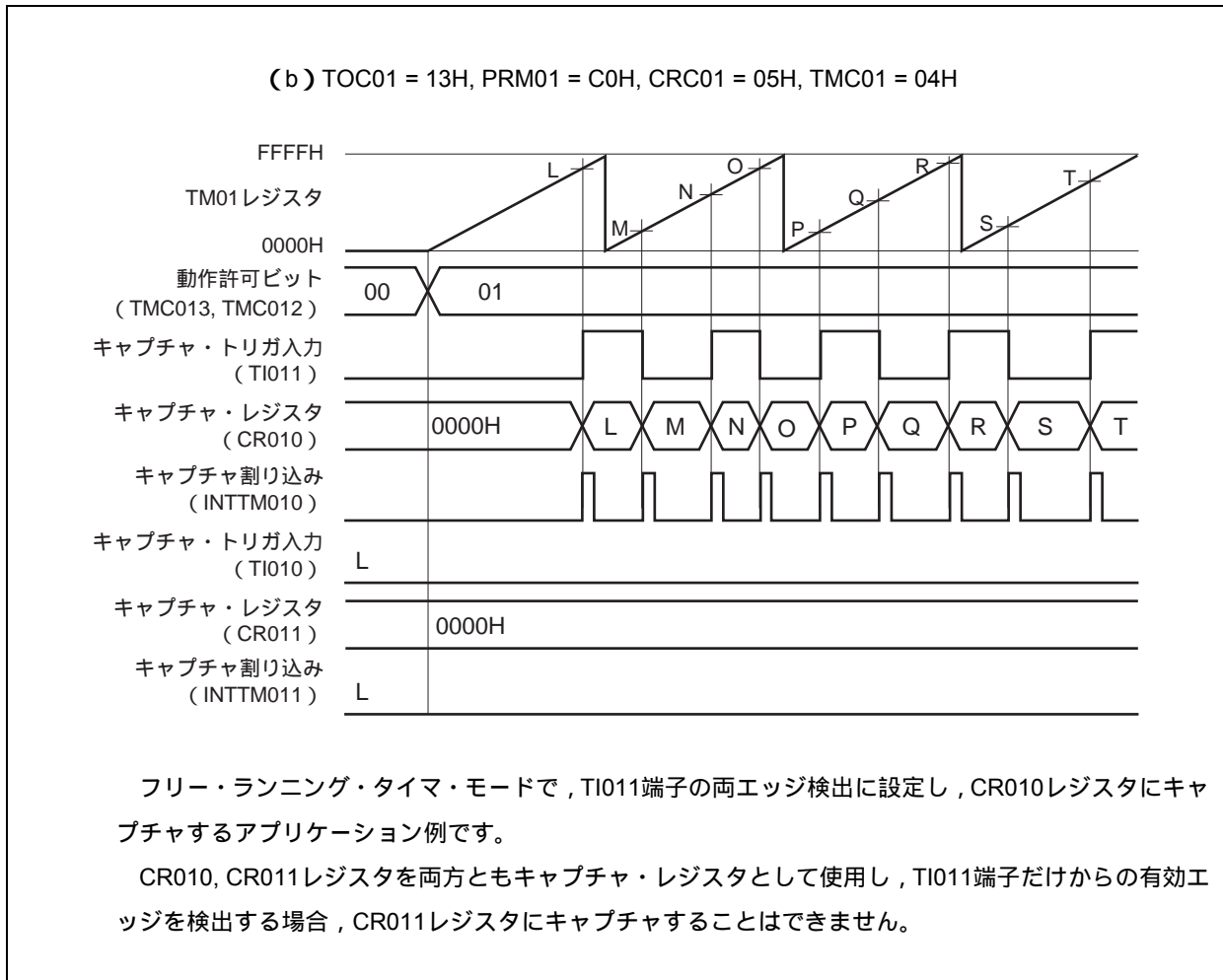


図7-29 フリー・ランニング・タイマ・モード動作時のレジスタ設定内容例 (1/2)

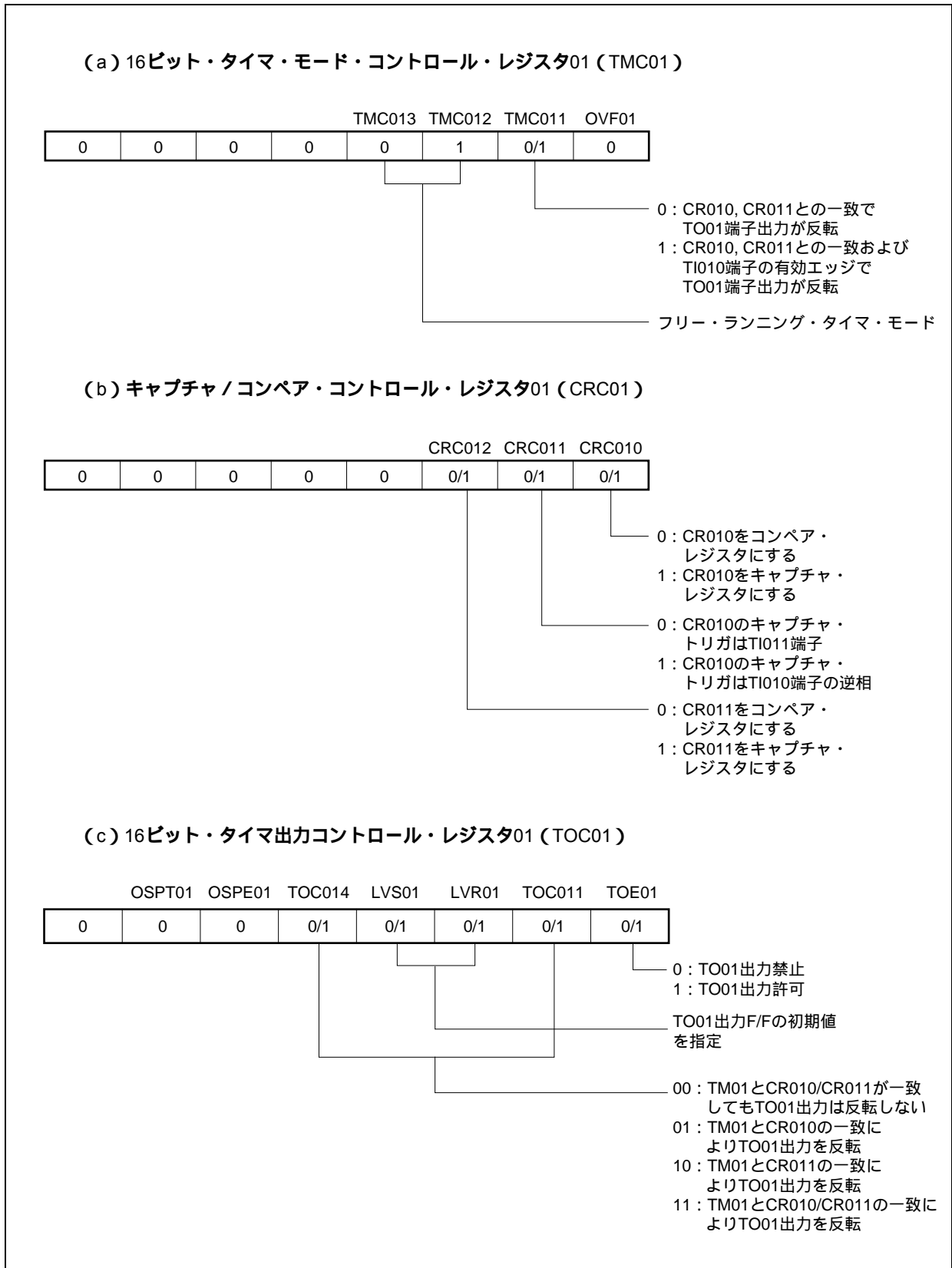


図7-29 フリー・ランニング・タイマ・モード動作時のレジスタ設定内容例 (2/2)

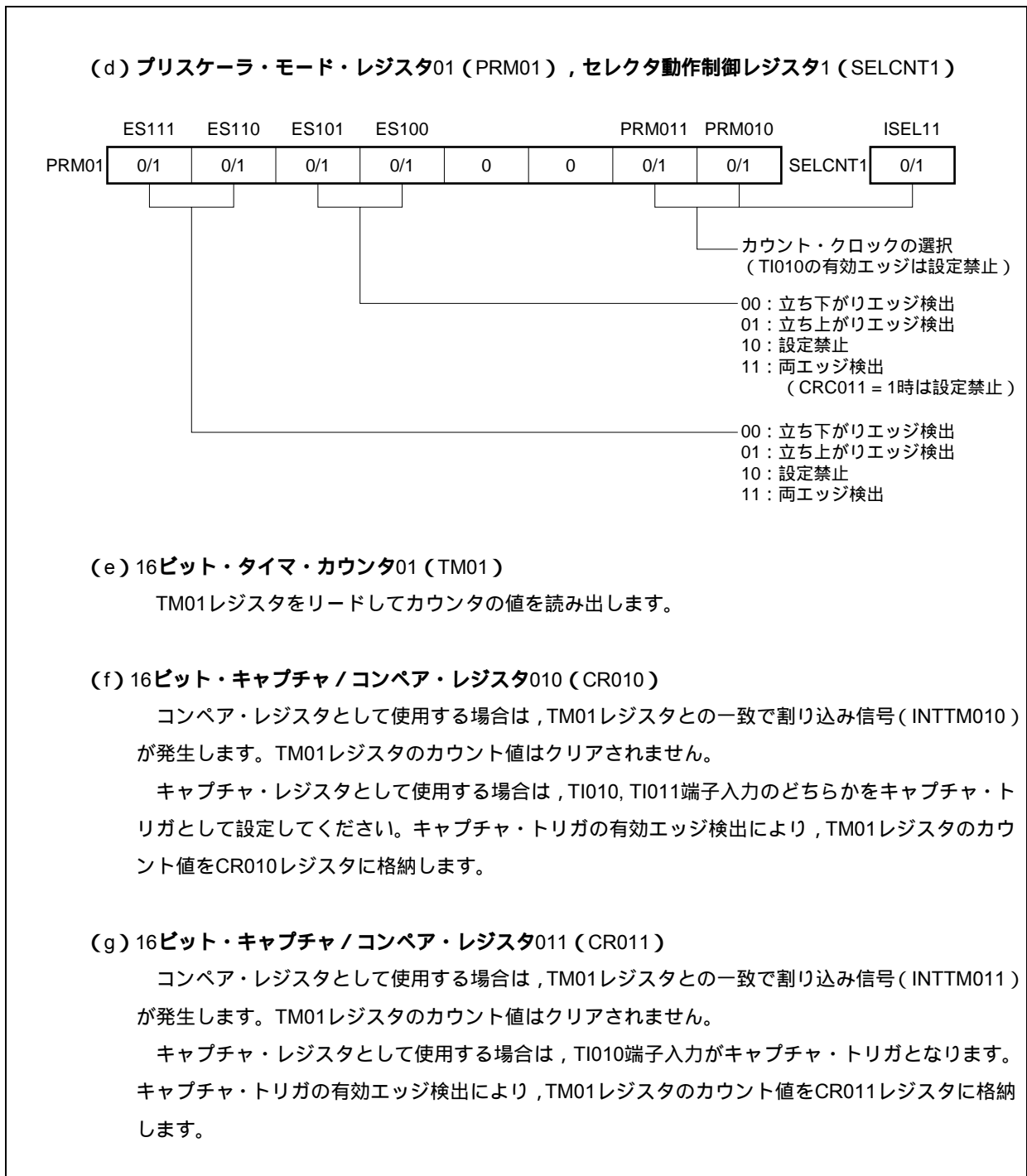
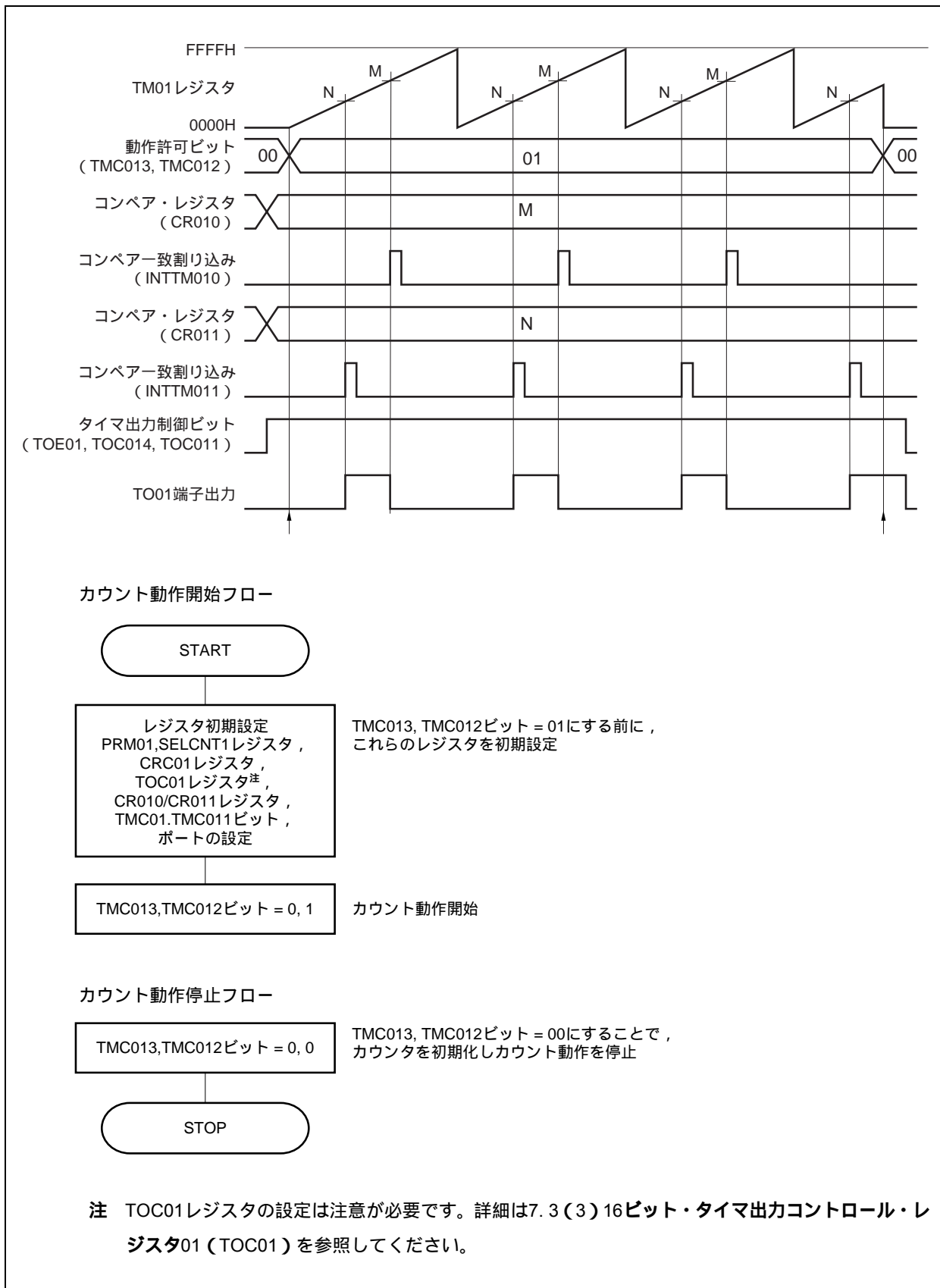


図7-30 フリー・ランニング・タイマ・モード動作時のソフトウェア処理例



7.4.6 PPG出力としての動作

TMC01.TMC013, TMC012ビット = 11 (TM01レジスタとCR010レジスタの一致によるクリア&スタート) に設定し, CR010レジスタにあらかじめ設定した値を1周期とし, CR011レジスタにあらかじめ設定した値をパルス幅とする矩形波を, TO01端子からPPG (Programmable Pulse Generator) 出力として動作します。

PPG出力によって生成されるパルス周期, デューティは次のようになります。

- ・パルス周期 : $(CR010レジスタの設定値 + 1) \times \text{カウント} \cdot \text{クロック周期}$
- ・デューティ : $(CR011レジスタの設定値 + 1) / (CR010レジスタの設定値 + 1)$

注意 動作中にデューティの値 (CR011レジスタ) を変更したい場合は, 7.5.1 CR011レジスタのTM01動作中の書き換えを参照してください。

備考1. 兼用端子 (TO01) の設定については, 表4-12 ポート端子を兼用端子として使用する場合を参照してください。

2. INTTM010, INTTM011割り込み許可については, 第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください。

図7-31 PPG出力としての動作のブロック図

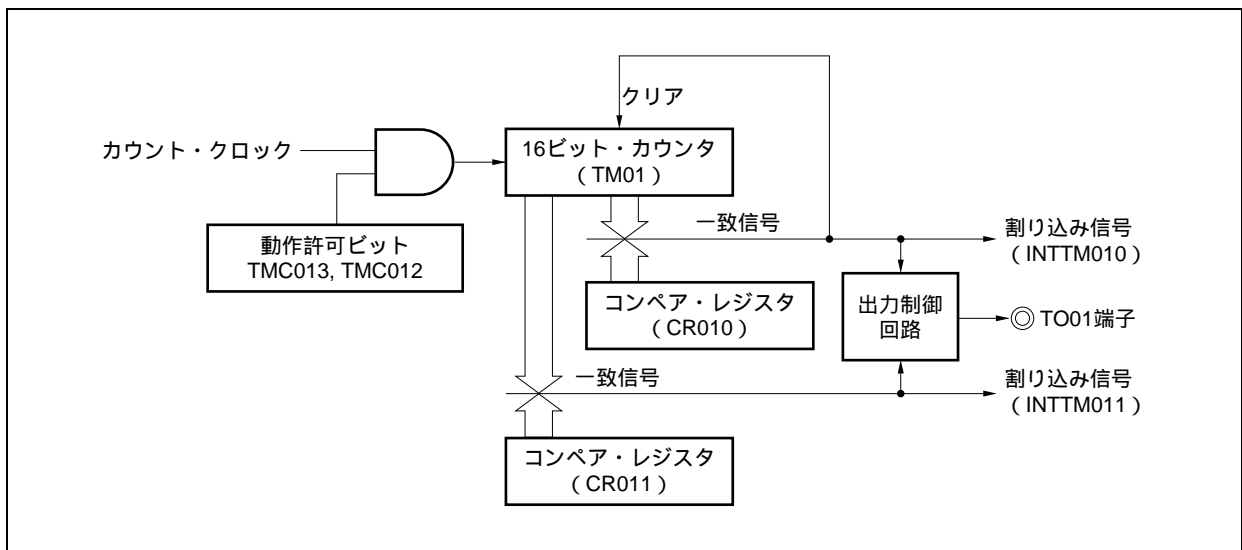


図7 - 32 PPG出力動作時のレジスタ設定内容例 (1/2)

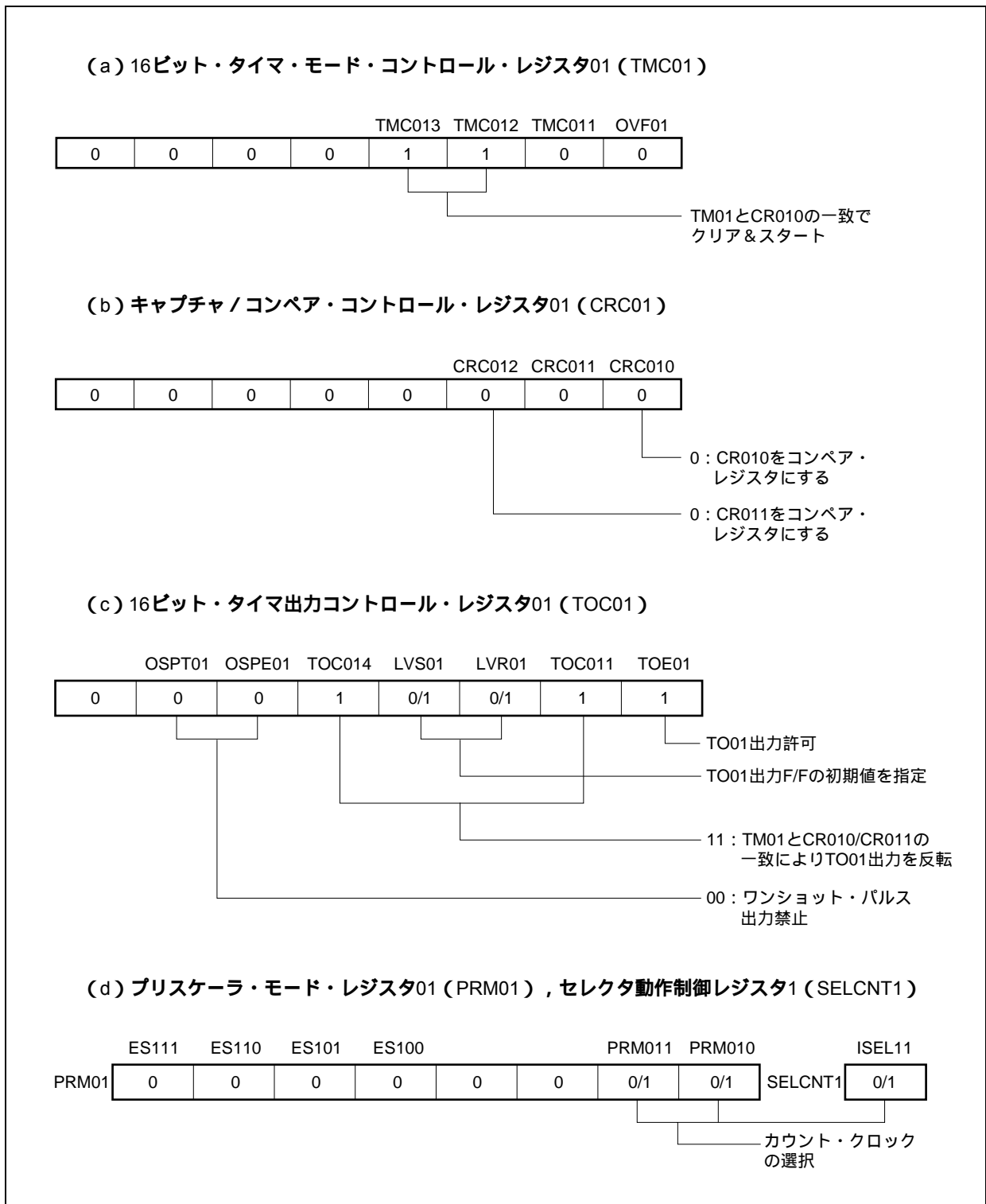


図7 - 32 PPG出力動作時のレジスタ設定内容例 (2/2)

(e) 16ビット・タイマ・カウンタ01 (TM01)

TM01レジスタをリードしてカウンタの値を読み出します。

(f) 16ビット・キャプチャ/コンペア・レジスタ010 (CR010)

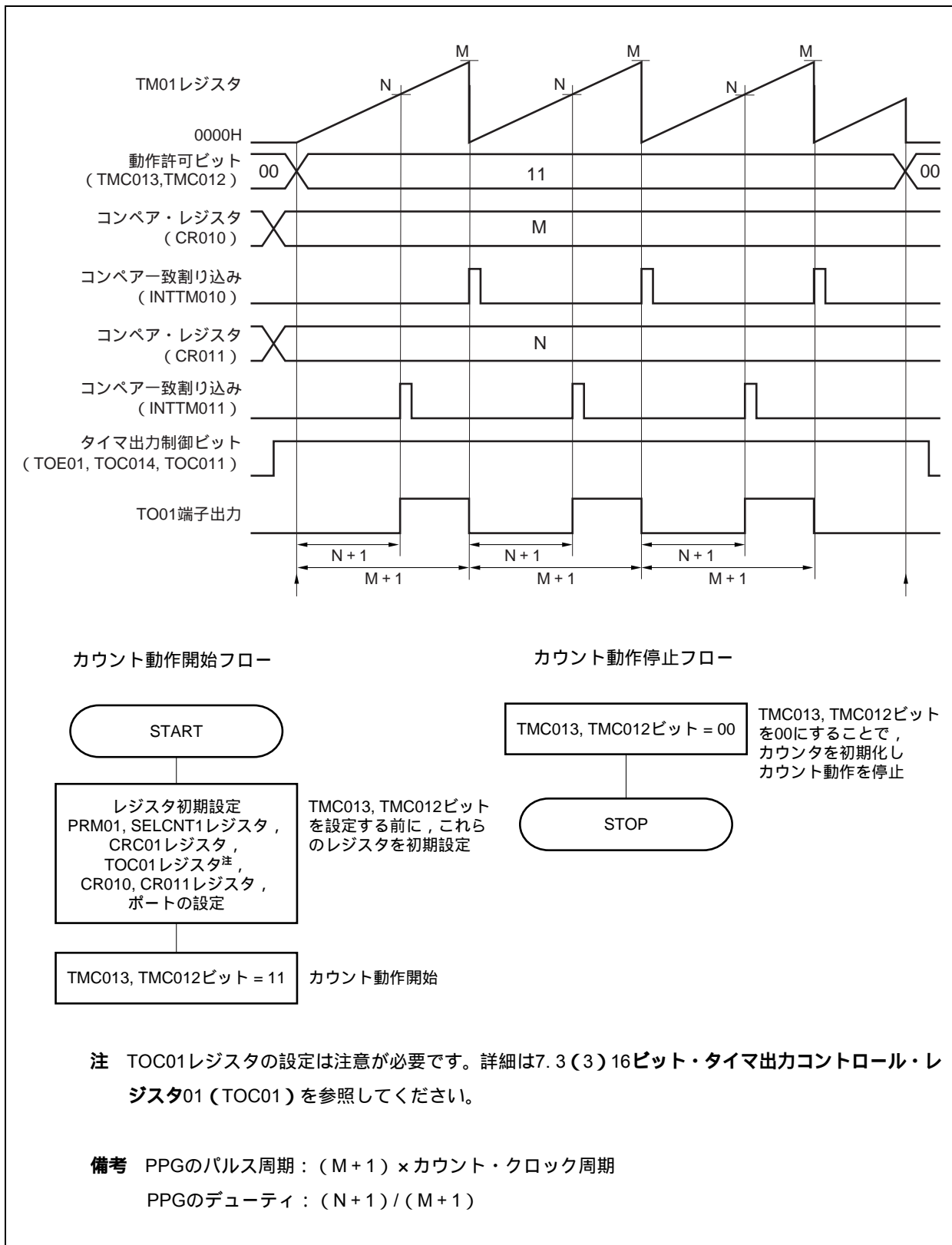
TM01レジスタとの一致で割り込み信号 (INTTM010) を発生します。

(g) 16ビット・キャプチャ/コンペア・レジスタ011 (CR011)

TM01レジスタとの一致で割り込み信号 (INTTM011) を発生します。TM01レジスタのカウンタ値はクリアされません。

注意 CR010, CR011レジスタには, 0000H CR011 < CR010 FFFFHの値を設定してください。

図7 - 33 PPG出力動作時のソフトウェア処理例



7.4.7 ワンショット・パルス出力としての動作

TMC01.TMC013, TMC012ビット = 01 (フリー・ランニング・タイマ・モード), またはTMC013, TMC012ビット = 10 (TI010端子の有効エッジによるクリア&スタート・モード)に設定し, TOC01.OSPE01ビット = 1に設定することにより, ワンショット・パルスを出力できます。

タイマ動作中に, TOC01.OSPT01ビットをセット(1)するか, またはTI010端子に有効エッジが入力されると, それがトリガとなりTM01レジスタのクリア&スタート後, CR010, CR011レジスタに設定した差分のパルスを1回だけTO01端子から出力します。

注意 ワンショット・パルスを出力中に, さらにトリガ(OSPT01ビットのセット(1), またはTI010端子の有効エッジ検出)を入力しないでください。再度, ワンショット・パルスを出力したいときは, 現在のワンショット・パルス出力が終了したあとで, トリガを発生させてください。

備考1. 兼用端子(TO01)の設定については, 表4-12 ポート端子を兼用端子として使用する場合を参照してください。

2. INTTM010, INTTM011割り込み許可については, 第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください。

図7-34 ワンショット・パルス出力としての動作のブロック図

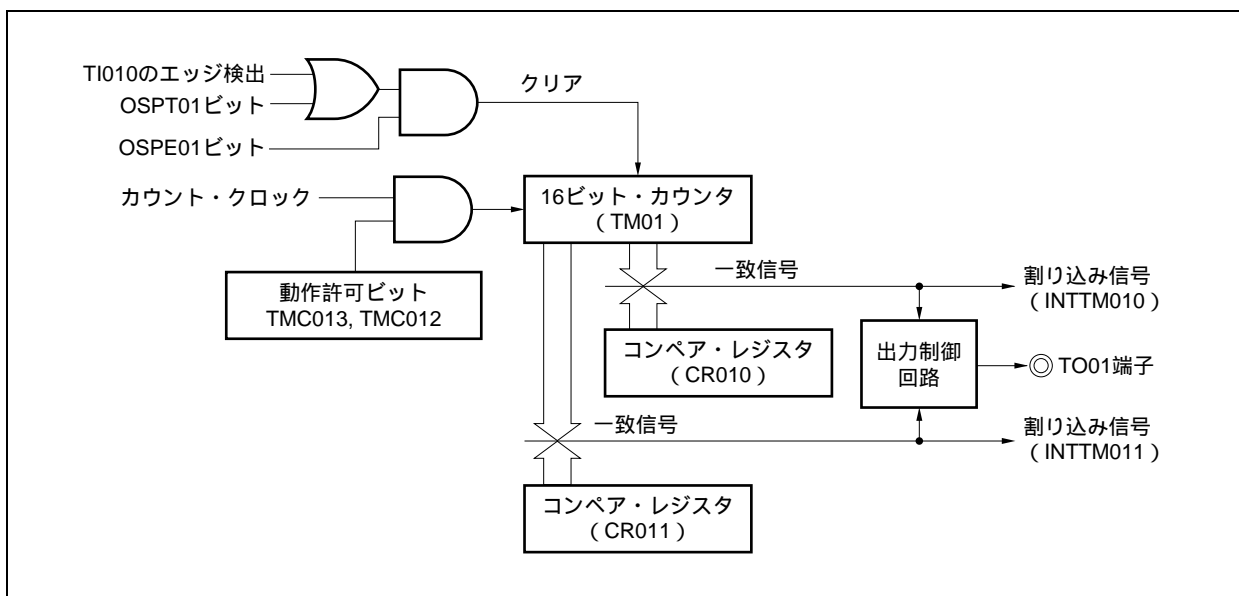
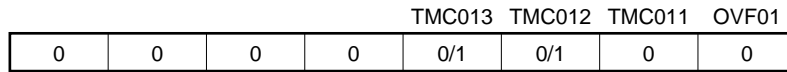


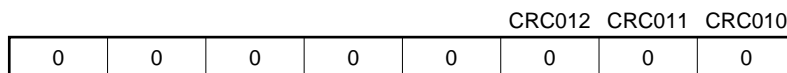
図7 - 35 ワンショット・パルス出力動作時のレジスタ設定内容例 (1/2)

(a) 16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ01 (TMC01)



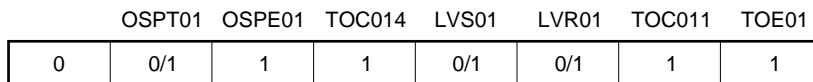
01 : フリー・ランニング・
タイマ・モード
10 : TI010端子の有効エッジ
によるクリア&スタート・
モード

(b) キャプチャ/コンペア・コントロール・レジスタ01 (CRC01)



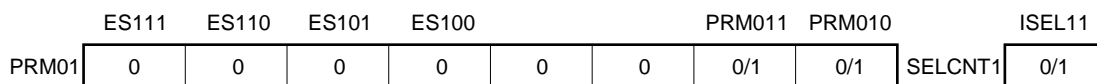
CR010をコンペア・
レジスタにする
CR011をコンペア・
レジスタにする

(c) 16ビット・タイマ出力コントロール・レジスタ01 (TOC01)



TO01端子出力許可
TO01端子出力の初期値を
指定
TM01とCR010/CR011の
一致によりTO01出力を反転
ワンショット・パルス
出力許可
1をライトすることで
ソフトウェア・トリガを発生
(0をライトしても
動作に影響なし)

(d) プリスケアラ・モード・レジスタ01 (PRM01) , セレクタ動作制御レジスタ1 (SELCNT1)



カウント・クロック
の選択

図7 - 35 ワンショット・パルス出力動作時のレジスタ設定内容例 (2/2)

(e) 16ビット・タイマ・カウンタ01 (TM01)

TM01レジスタをリードしてカウンタの値を読み出します。

(f) 16ビット・キャプチャ/コンペア・レジスタ010 (CR010)

ワンショット・パルス出力用のコンペア・レジスタとして使用します。TM01レジスタとCR010レジスタの値が一致すると、割り込み信号 (INTTM010) を発生し、TO01端子出力レベルを反転します。

(g) 16ビット・キャプチャ/コンペア・レジスタ011 (CR011)

ワンショット・パルス出力用のコンペア・レジスタとして使用します。TM01レジスタとCR011レジスタの値が一致すると、割り込み信号 (INTTM011) を発生し、TO01端子出力レベルを反転します。

図7 - 36 ワンショット・パルス出力動作時のソフトウェア処理例 (1/2)

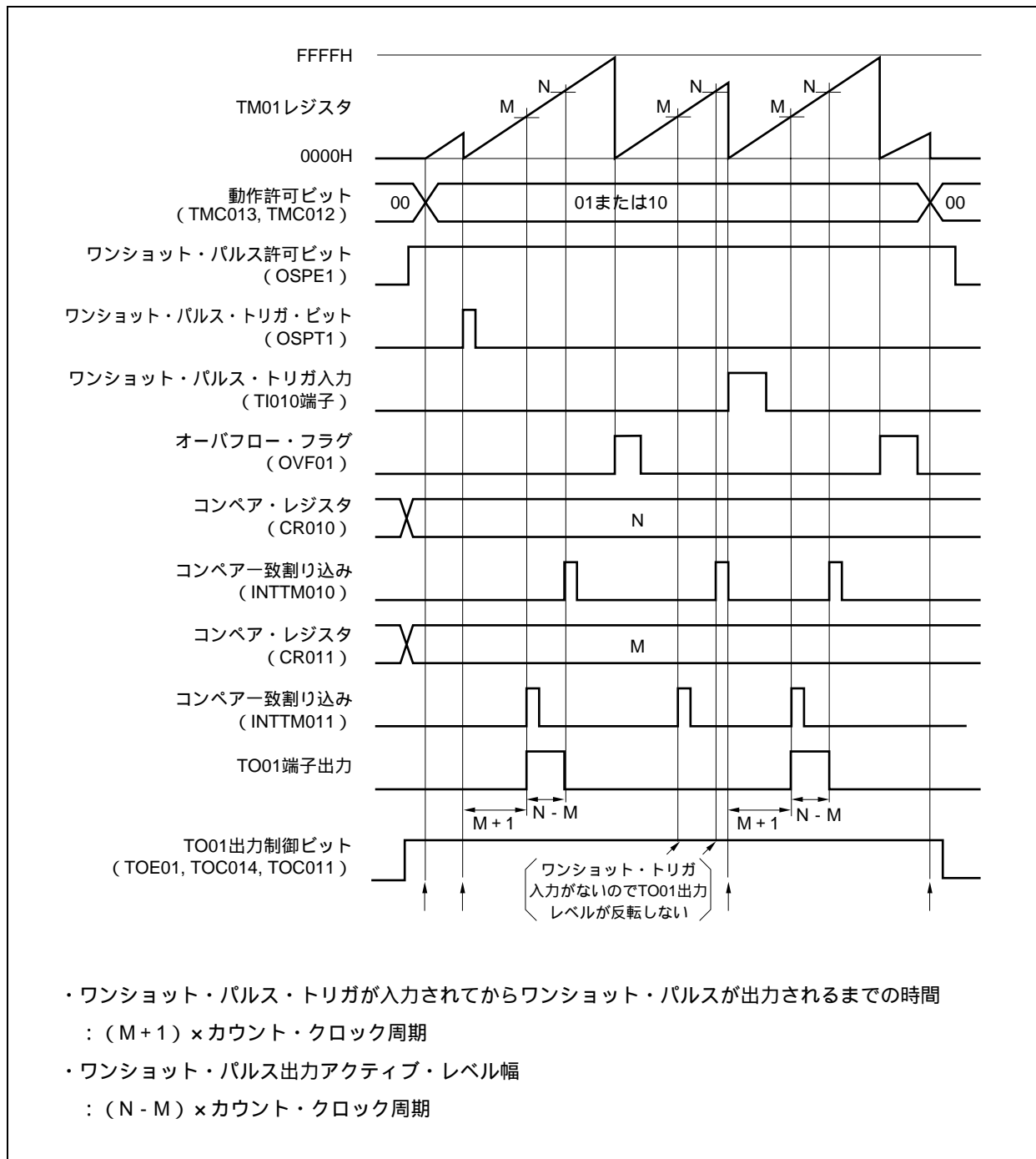
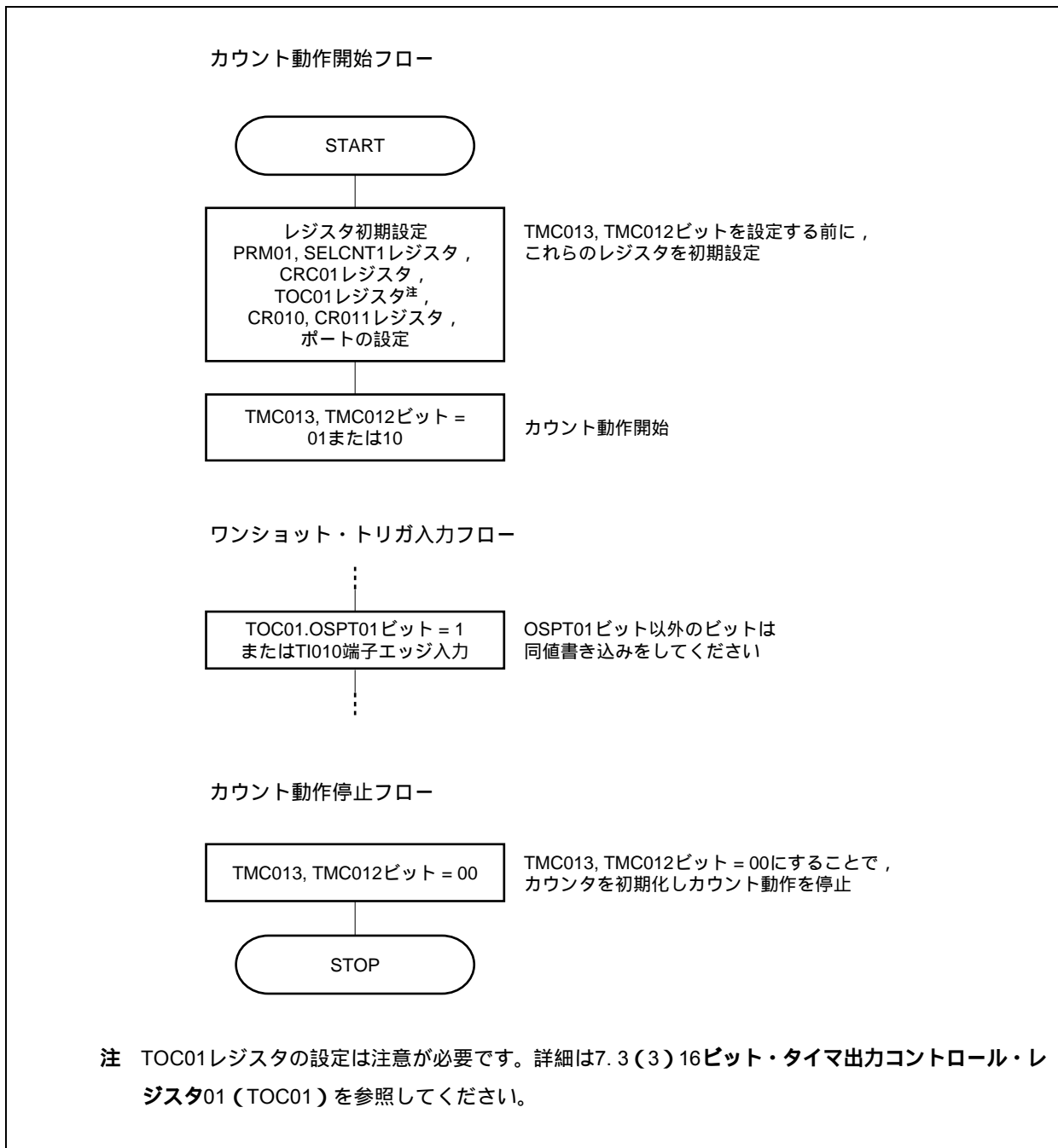


図7 - 36 ワンショット・パルス出力動作時のソフトウェア処理例 (2/2)



7.4.8 パルス幅測定としての動作

TM01レジスタを使用し、TI010端子およびTI011端子に入力される信号のパルス幅を測定できます。

測定方法には、16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01をフリー・ランニング・タイマ・モードで動作させて測定する方法と、TI010端子に入力される信号のエッジに同期してタイマをリスタートさせて測定する方法があります。

割り込みが発生したら、有効なキャプチャ・レジスタの値をリードして、パルス幅の測定をしてください。また、TMC01.OVF01フラグを確認して、セット(1)されていたらソフトウェアでクリア(0)してください。

図7 - 37 パルス幅測定 (フリー・ランニング・タイマ・モード) のブロック図

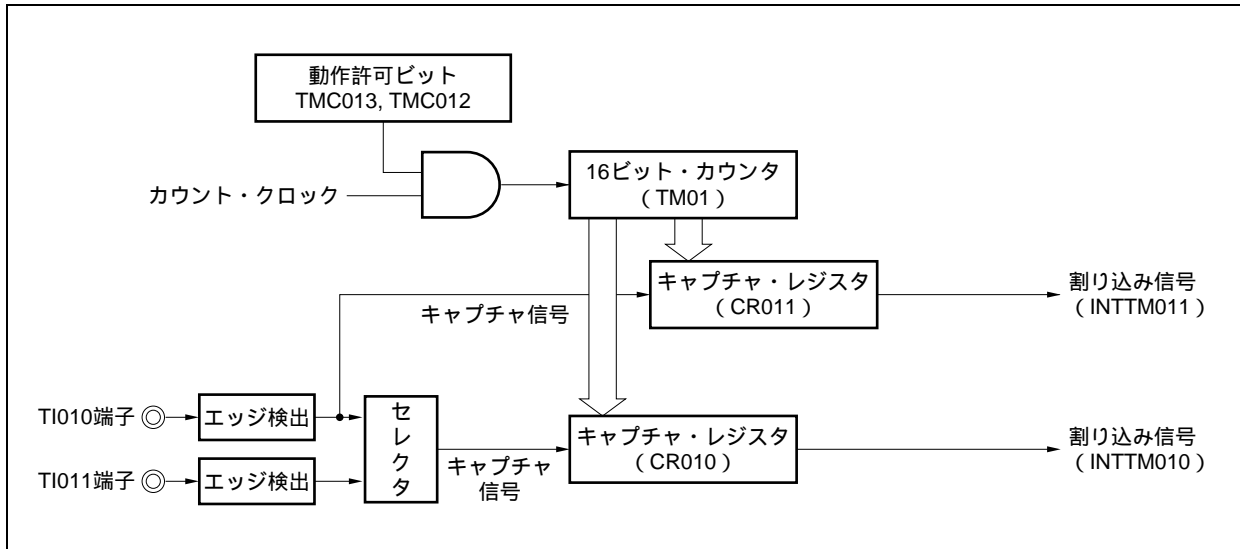
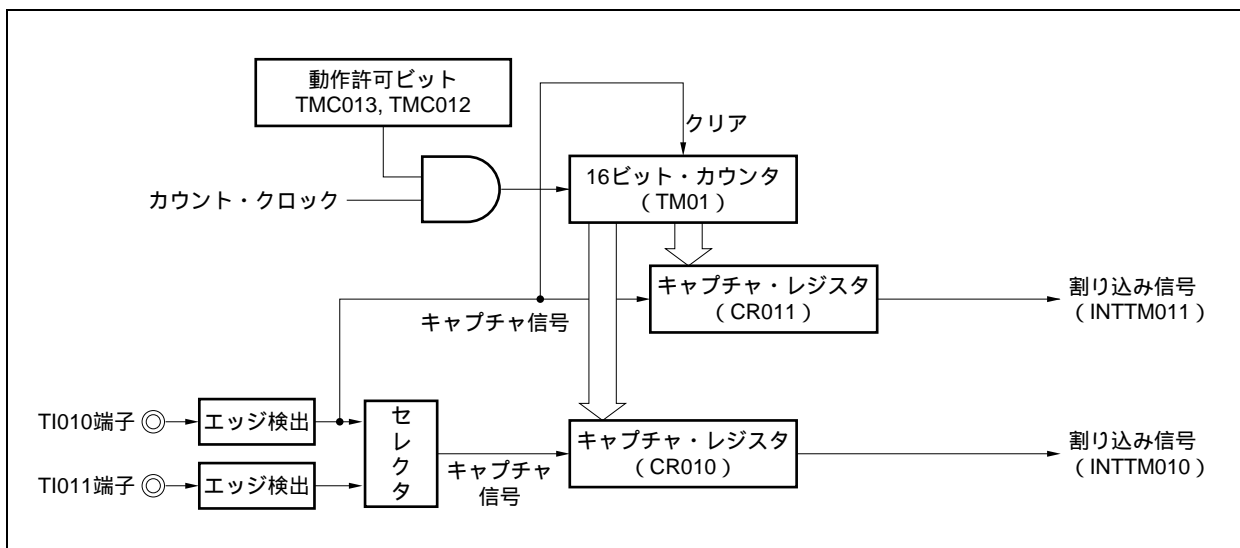


図7 - 38 パルス幅測定 (TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード) のブロック図



パルス幅測定をするには、次の3つの方法があります。

- ・ TI010端子およびTI011端子の2本の入力信号でパルス幅を測定（フリー・ランニング・タイマ・モード）
- ・ TI010端子1本の入力信号でパルス幅を測定（フリー・ランニング・タイマ・モード）
- ・ TI010端子1本の入力信号でパルス幅を測定（TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード）

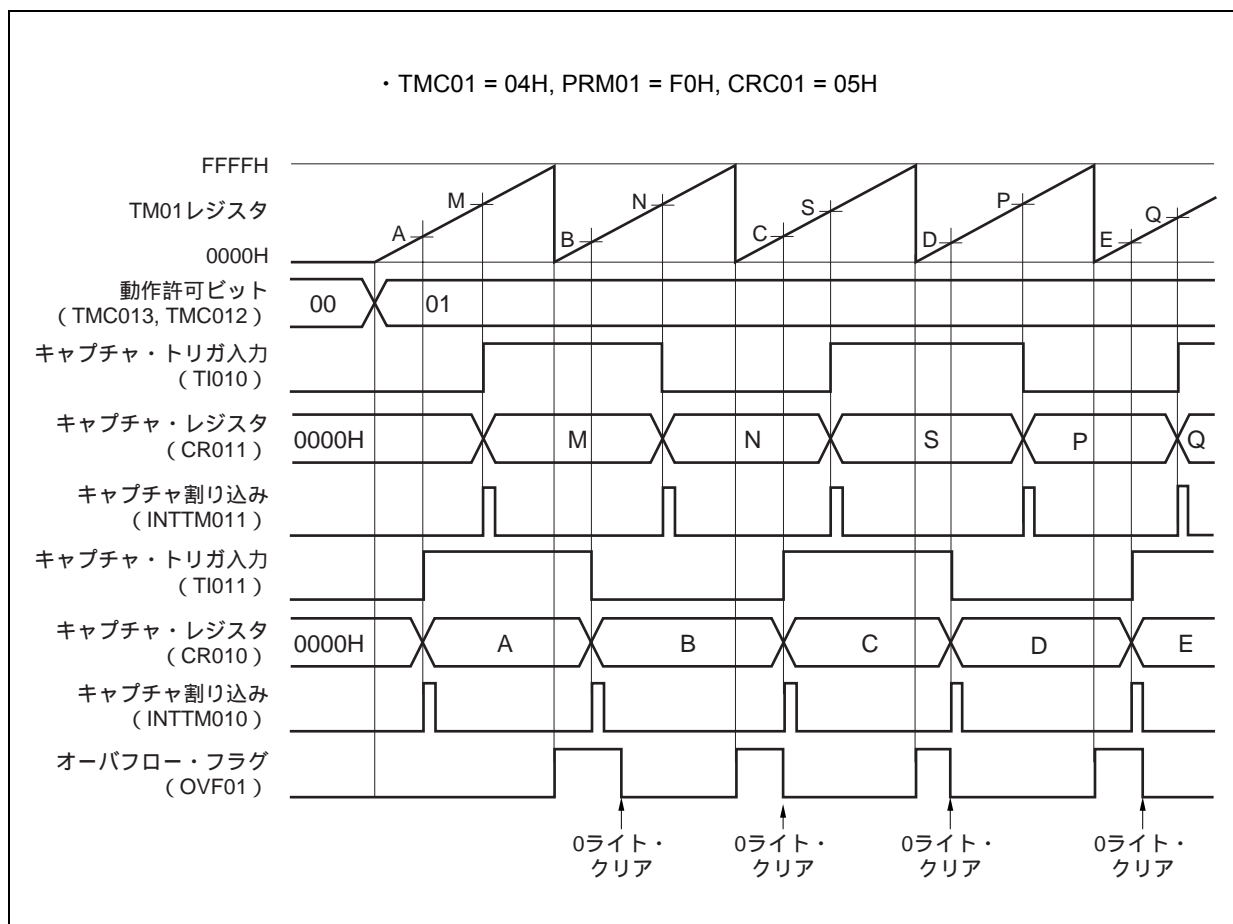
(1) TI010端子およびTI011端子の2本の入力信号でパルス幅を測定（フリー・ランニング・タイマ・モード）

フリー・ランニング・タイマ・モード（TMC01.TMC013, TMC012ビット = 01）に設定します。TI010端子の有効エッジ検出により、TM01レジスタのカウンタ値をCR011レジスタにキャプチャします。TI011端子の有効エッジ検出により、TM01レジスタのカウンタ値をCR010レジスタにキャプチャします。TI010端子とTI011端子のエッジ検出の設定は、両エッジとしてください。

この測定方法では、それぞれの入力信号のエッジによりキャプチャした値から、前回キャプチャした値を減算します。そのため、前回キャプチャした値を、あらかじめ別レジスタに退避してください。

オーバフローが発生した場合、単純に減算すると値がマイナスになるため、ポローが発生します（PSW.CYビットがセット（1）されます）。このときは、CYビットを無視して、計算値をパルス幅として扱ってください。また、TMC01.OVF01ビットをクリア（0）してください。

図7 - 39 パルス幅測定のタイミング例（1）



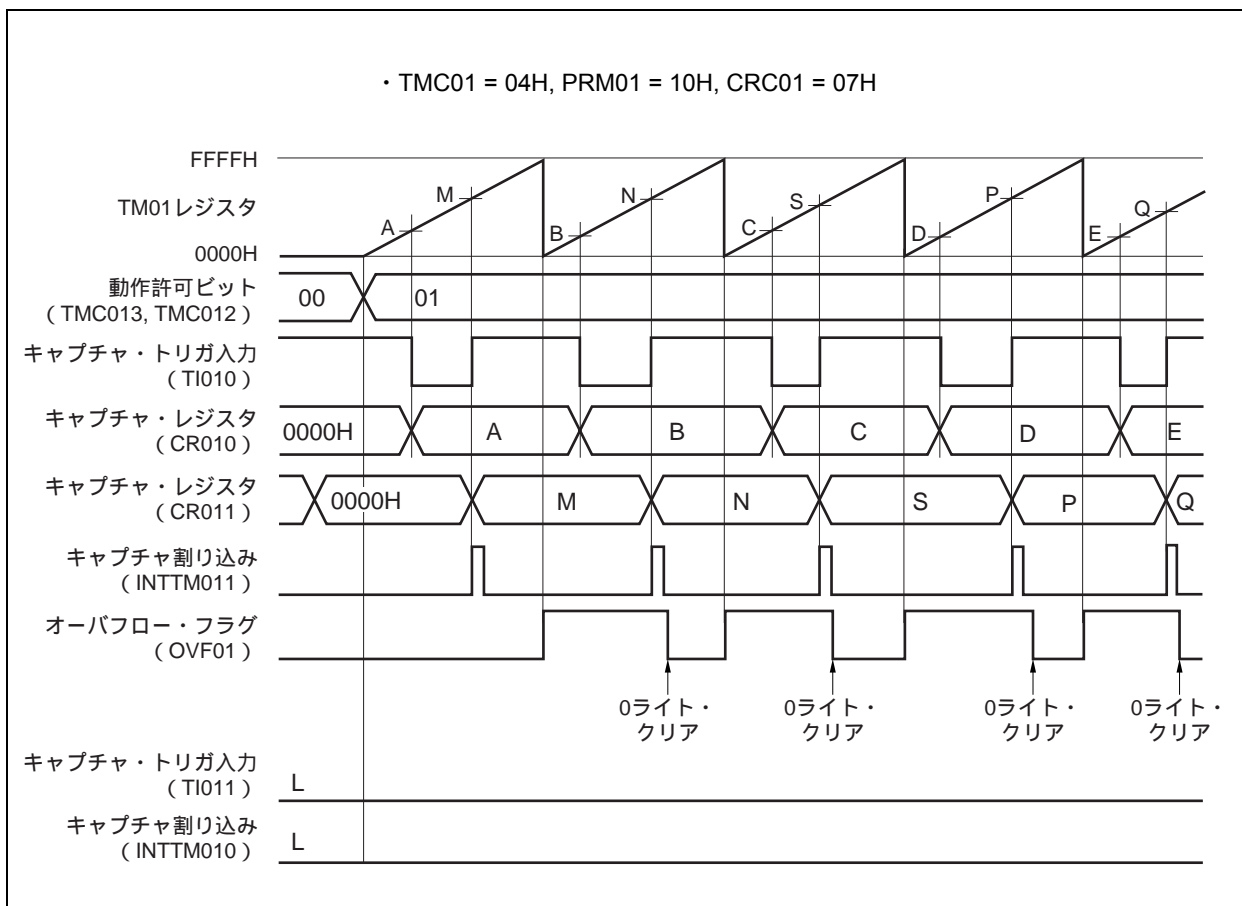
(2) TI010端子1本の入力信号でパルス幅を測定 (フリー・ランニング・タイマ・モード)

フリー・ランニング・タイマ・モード (TMC01.TMC013, TMC012ビット = 01) に設定します。TI010端子の有効エッジ検出の逆相で, TM01レジスタのカウント値をCR010レジスタにキャプチャします。TI010端子の有効エッジ検出で, TM01レジスタのカウント値をCR011レジスタにキャプチャします。

この測定方法では, エッジからエッジまでの幅を測定する場合に, 別々のキャプチャ・レジスタに値を格納するため, キャプチャした値を退避する必要がありません。2つのキャプチャ・レジスタ値を減算することでハイ・レベル幅, ロウ・レベル幅, 周期を算出します。

オーバフローが発生した場合, 単純に減算すると値がマイナスになるため, ボローが発生します (PSW.CYビットがセット (1) されます)。このときは, CYビットを無視して, 計算値をパルス幅として扱ってください。また, TMC01.OVF01ビットをクリア (0) してください。

図7 - 40 パルス幅測定のためのタイミング例 (2)



(3) TI010端子1本の入力信号でパルス幅を測定(TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モード)

TI010端子の有効エッジによるクリア&スタート・モード(TMC01.TMC013, TMC012ビット = 10)に設定します。TI010端子の有効エッジ検出の逆相で、TM01レジスタのカウント値をCR010レジスタにキャプチャします。TI010端子の有効エッジ検出で、TM01レジスタのカウント値をCR011レジスタにキャプチャし、TM01レジスタをクリア(0000H)します。したがって、TM01レジスタがオーバフローしなければ、CR011レジスタには周期が格納されます。

オーバフローが発生した場合は、CR011レジスタに格納した値に10000Hを加算した値を周期として扱ってください。また、TMC01.OVF01ビットをクリア(0)してください。

図7-41 パルス幅測定のタイミング例(3)

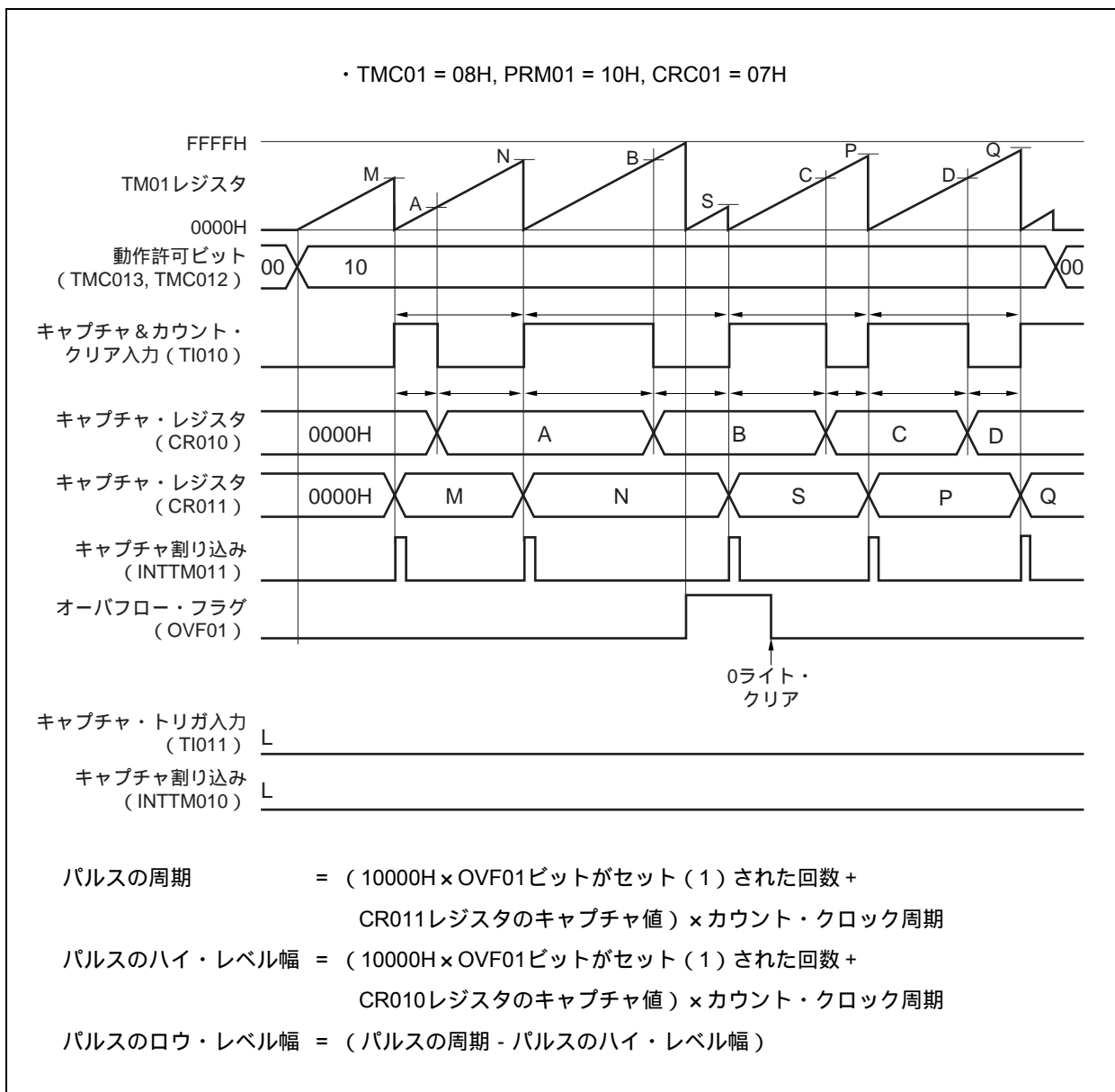
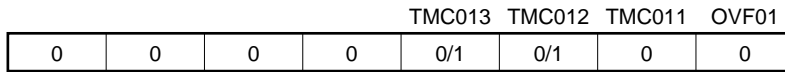


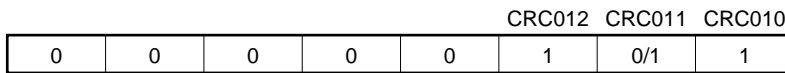
図7 - 42 パルス幅測定時のレジスタ設定内容例 (1/2)

(a) 16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ01 (TMC01)



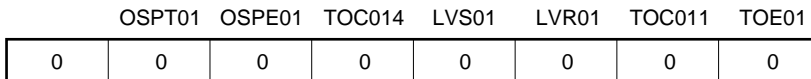
- 01 : フリー・ランニング・タイマ・モード
- 10 : TI010端子の有効エッジによるクリア&スタート・モード

(b) キャプチャ/コンペア・コントロール・レジスタ01 (CRC01)

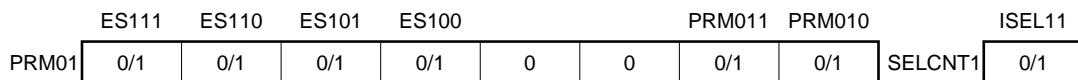


- 1 : CR010をキャプチャ・レジスタにする
- 0 : CR010のキャプチャ・トリガはTI011端子
- 1 : CR010のキャプチャ・トリガはTI010端子の逆相
- 1 : CR011をキャプチャ・レジスタにする

(c) 16ビット・タイマ出力コントロール・レジスタ01 (TOC01)



(d) プリスケアラ・モード・レジスタ01 (PRM01) , セレクタ動作制御レジスタ1 (SELCNT1)



- カウント・クロックの選択 (TI010の有効エッジは設定禁止)
- 00 : 立ち下がりエッジ検出
- 01 : 立ち上がりエッジ検出
- 10 : 設定禁止
- 11 : 両エッジ検出 (CRC011 = 1時は設定禁止)
- 00 : 立ち下がりエッジ検出
- 01 : 立ち上がりエッジ検出
- 10 : 設定禁止
- 11 : 両エッジ検出

図7 - 42 パルス幅測定時のレジスタ設定内容例 (2/2)

(e) 16ビット・タイマ・カウンタ01 (TM01)

TM01レジスタをリードしてカウンタの値を読み出します。

(f) 16ビット・キャプチャ/コンペア・レジスタ010 (CR010)

キャプチャ・レジスタとして使用します。TI010/TI011端子入力のどちらかをキャプチャ・トリガとして設定し、キャプチャ・トリガのエッジ検出により、TM01レジスタのカウント値をCR010レジスタに格納します。

(g) 16ビット・キャプチャ/コンペア・レジスタ011 (CR011)

キャプチャ・レジスタとして使用します。TI010端子入力がキャプチャ・トリガとなり、キャプチャ・トリガのエッジ検出により、TM01レジスタのカウント値をCR011レジスタに格納します。

図7 - 43 パルス幅測定時のソフトウェア処理例 (1/2)

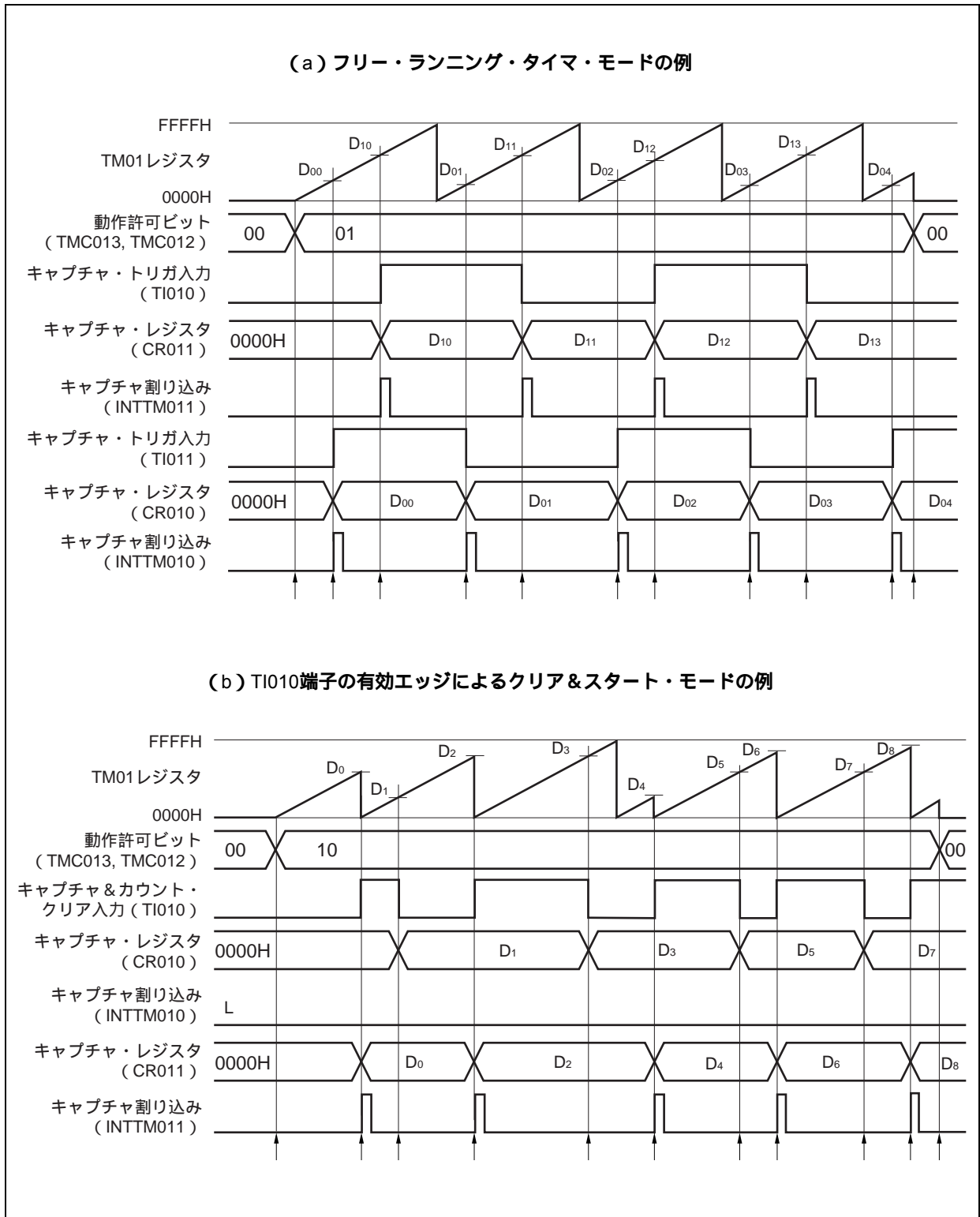
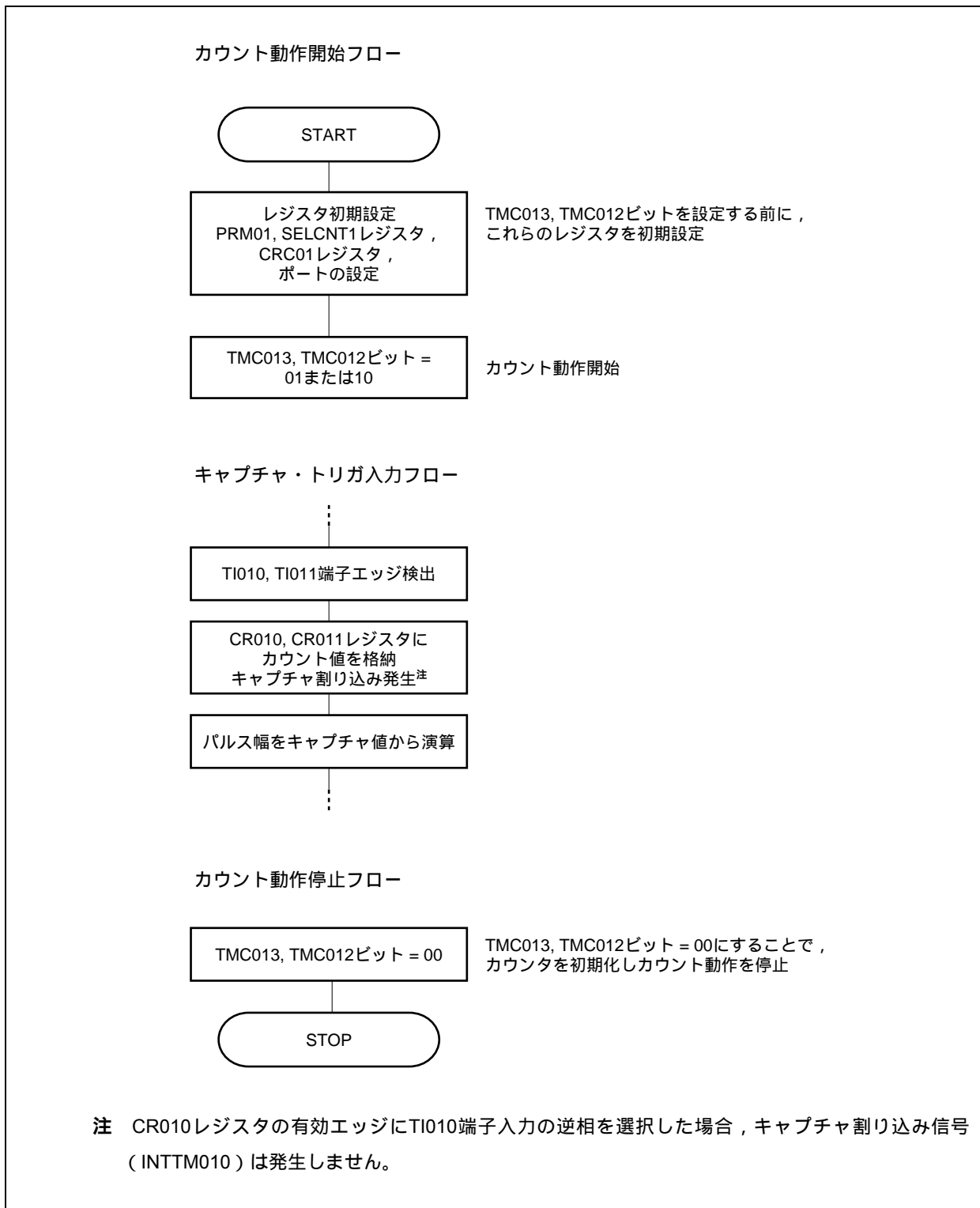


図7 - 43 パルス幅測定時のソフトウェア処理例 (2/2)



7.5 TM01の特殊な使用方法

7.5.1 CR011レジスタのTM01動作中の書き換え

V850ES/KE2では、TM01動作中（TMC01.TMC013, TMC012ビット = 00以外）のとき、コンペア・レジスタとして使用するCR010レジスタとCR011レジスタの書き換えは原則禁止です。

ただし、CR011レジスタだけは、PPG出力としてタイマ動作中にデューティを変更する場合、次の手順で設定すればTM01動作中でも書き換えができます（CR011レジスタとTM01レジスタの一致直後に書き換えてください。CR011レジスタとTM01レジスタの一致直前で書き換えると想定しない動作を起こす場合があります）。

CR011レジスタの書き換え手順

INTTM011の割り込みを禁止する（TM0IC10.TM0MK11ビット = 1）。

TM01レジスタとCR011レジスタの一致によるタイマ出力反転動作を禁止する（TOC01.TOC014ビット = 0）。

CR011レジスタを書き換える。

TM01レジスタのカウント・クロックの1周期分ウェイトする。

TM01レジスタとCR011レジスタの一致によるタイマ出力反転動作を許可する（TOC01.TOC014ビット = 1）。

INTTM011の割り込みフラグをクリア（0）する（TM0IC10.TM0IF11ビット = 0）。

INTTM011の割り込みを許可する（TM0IC10.TM0MK11ビット = 0）

備考 TM0IC10レジスタについては第17章 **割り込み/例外処理機能**を参照してください。

7.5.2 LVS01, LVR01ビットの設定について

(1) LVS01, LVR01ビットの使用用途

TOC01.LVS01, LVR01ビットは、TO01端子出力の初期値を設定したいときや、タイマを動作許可しない（TMC01.TMC013, TMC012ビット = 00）でタイマ出力を反転させたいときに使用します。ソフトウェア制御が不要なときは、LVS01, LVR01ビットは00（初期値ロウ・レベル出力）に設定してください。

LVS01ビット	LVR01ビット	タイマ出力の状態
0	0	変化しない（ロウ・レベル出力）
0	1	クリア（ロウ・レベル出力）
1	0	セット（ハイ・レベル出力）
1	1	設定禁止

(2) LVS01, LVR01ビットの設定方法

LVS01, LVR01ビットは次の手順で設定してください。

図7 - 44 LVS01, LVR01ビットの設定フロー例

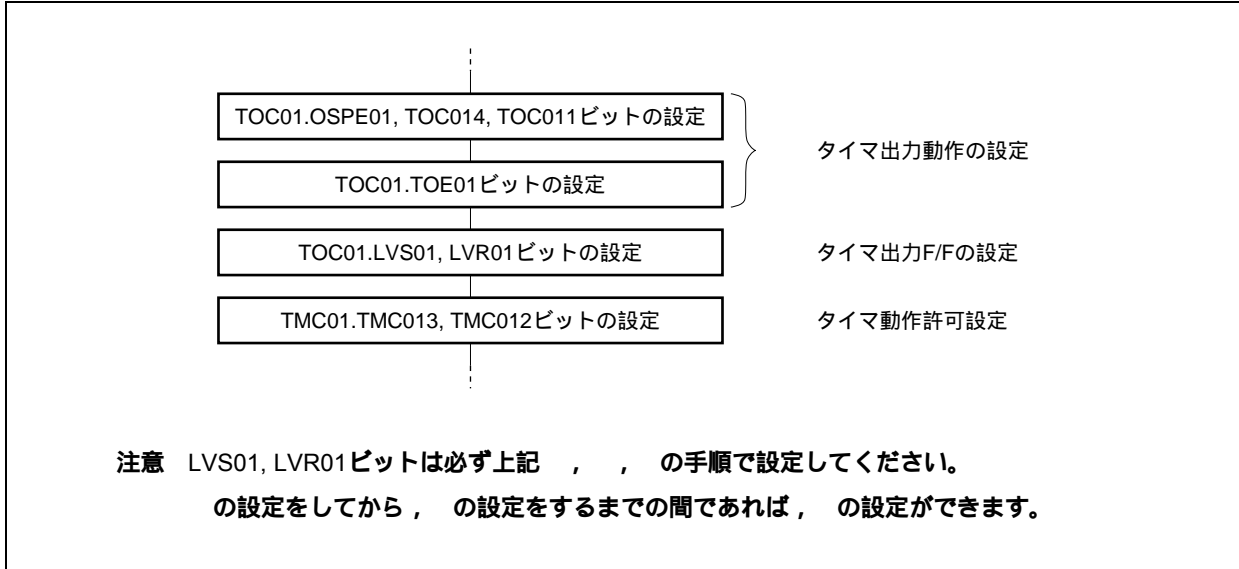
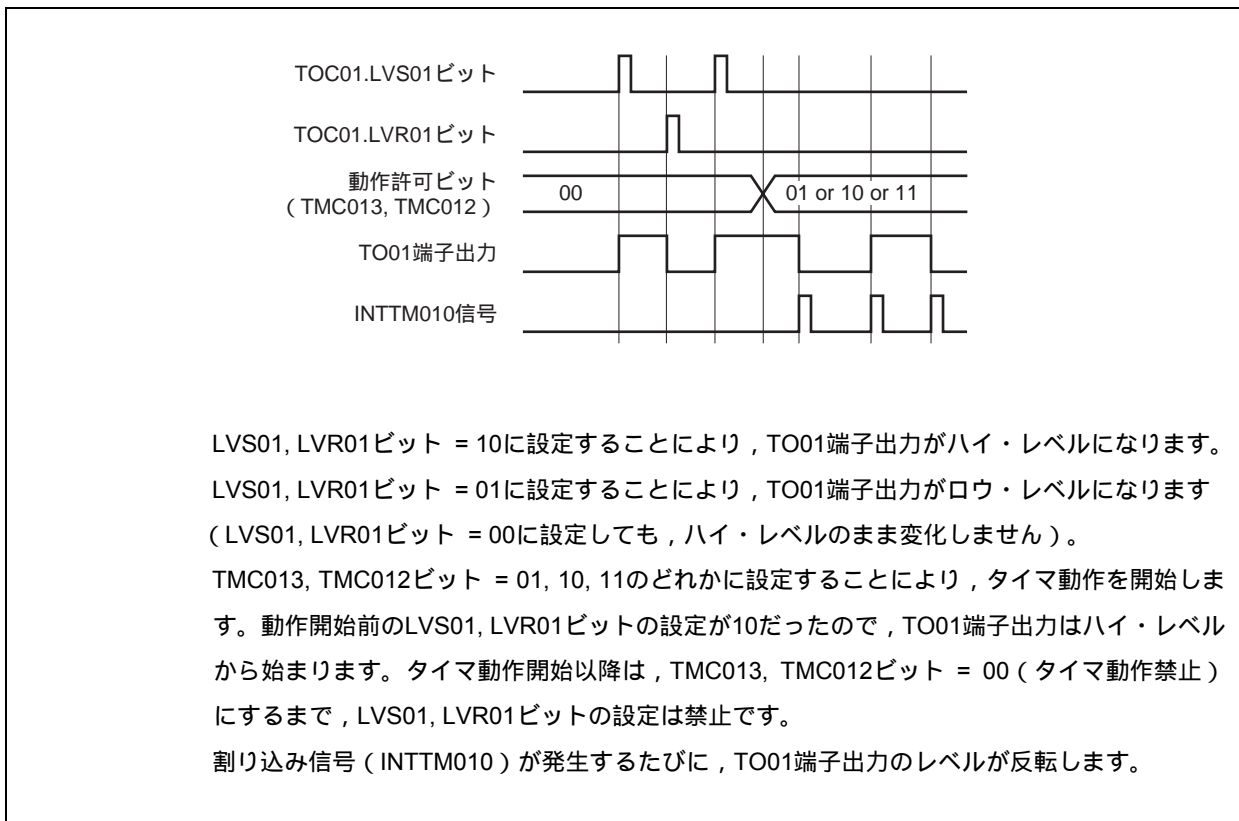


図7 - 45 LVR01, LVS01ビットのタイミング例



7.6 注意事項

(1) TI010/TO01端子兼用に関して

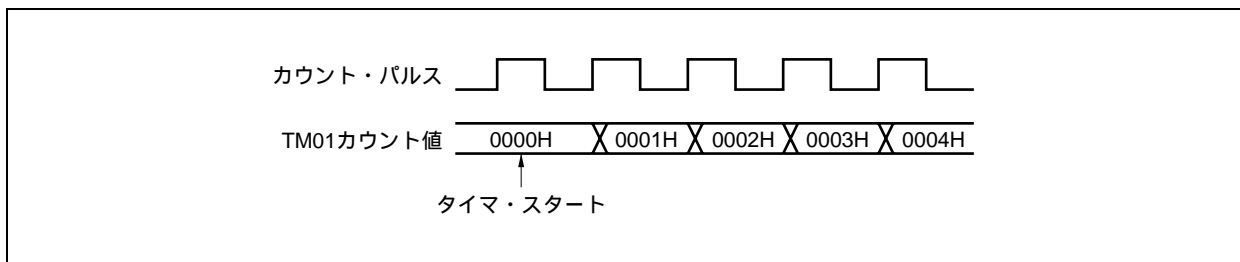
チャンネル	端子	兼用端子	備考
TM01	TI010	P35/TO01	TO01端子と兼用しています。
	TI011	P50/KR0/RTP00	
	TO01	P32/ASCK0/ADTRG	P32端子とP35端子の2つに割り当てています。
		P35/TI010	

- ・ TI010端子の有効エッジ検出をトリガとして、ワンショット・パルスを出力したい場合には、P32端子兼用のTO01端子出力を使用してください。
P35端子兼用のTO01端子出力を使用すると、同じくP35端子と兼用しているTI010端子が使用できません。ソフトウェア・トリガ（TOC01. OSPT01ビットのセット（1））だけをワンショット・パルス出力の起動トリガにする場合は、P32, P35端子のどちらでもTO01端子出力として使用できます。
- ・ TI010端子入力の有効エッジ検出によって、TO01端子出力の反転動作を行いたい場合には、P32端子兼用のTO01端子出力を使用してください。
P35端子兼用のTO01端子出力を使用すると、同じくP35端子と兼用しているTI010端子が使用できないため、TI010端子入力の有効エッジ検出によるTO01端子出力反転動作ができません。なお、P35端子兼用のTO01端子を使用するときは、TMC01.TMC011ビット = 0にしてください。

(2) タイマ・スタート時の誤差

タイマ・スタート後、一致信号が発生するまでの時間は最大で1クロック分の誤差が発生します。これは、カウント・パルスに対してTM01レジスタのカウント・スタートが非同期で行われるためです。

図7 - 46 TM01レジスタのカウント・スタート・タイミング



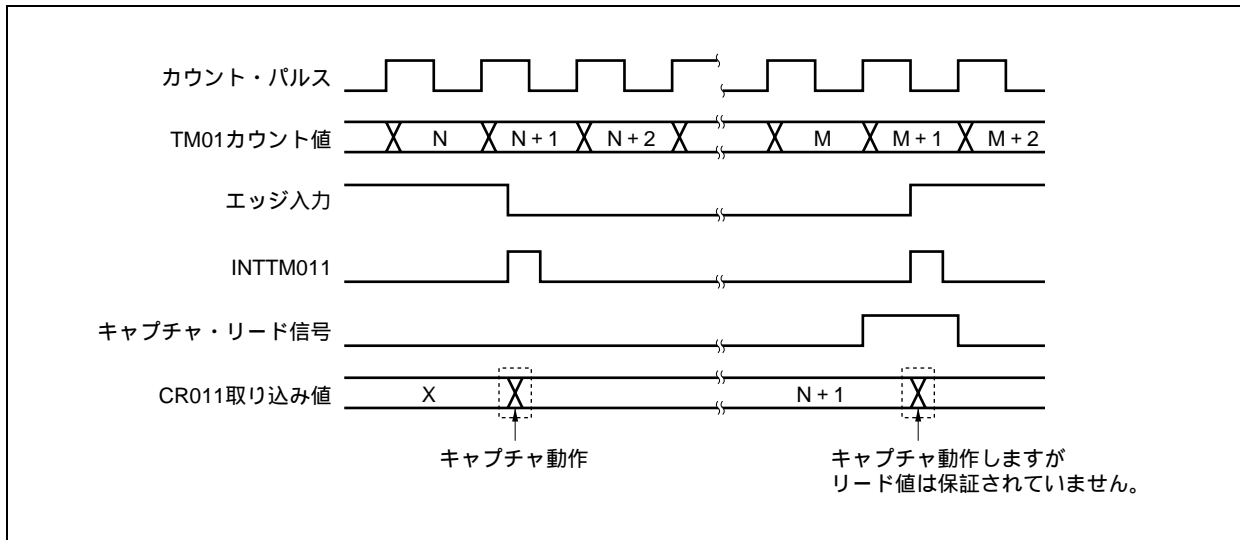
(3) CR010, CR011レジスタの設定（TM01レジスタとCR010レジスタの一致でクリア&スタート・モードの場合）

CR010, CR011レジスタには、0000H以外の値を設定してください（外部イベント・カウンタとして使用する場合、1パルスのカウント動作はできません）。

(4) キャプチャ・レジスタのデータ保持タイミング

(a) CR010/CR011レジスタの読み出し中にTI011/TI010端子の有効エッジ入力を検出したとき、CR010/CR011レジスタはキャプチャ動作を行います。このときのリード値は保証されません。ただし、有効エッジの検出による割り込み信号 (INTTM010/INTTM011) は発生します。

図7 - 47 キャプチャ・レジスタのデータ保持タイミング



(b) 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01停止後のCR010, CR011レジスタの値は保証されません。

(5) 有効エッジの設定

TI010端子の有効エッジの設定は、タイマ動作が停止 (TMC01.TMC013, TMC012ビット = 00) しているときに行ってください。有効エッジの設定は、PRM01.ES100, ES101ビットで行います。

(6) ワンショット・パルスの再トリガ

ワンショット・パルス出力モードで、アクティブ・レベルを出力中に、トリガが発生しないようにしてください。次のトリガ入力は、必ず現在のアクティブ・レベル出力が終わったあとで発生するようにしてください。

(7) OVF01フラグの動作

(a) OVF01フラグのセット(1)

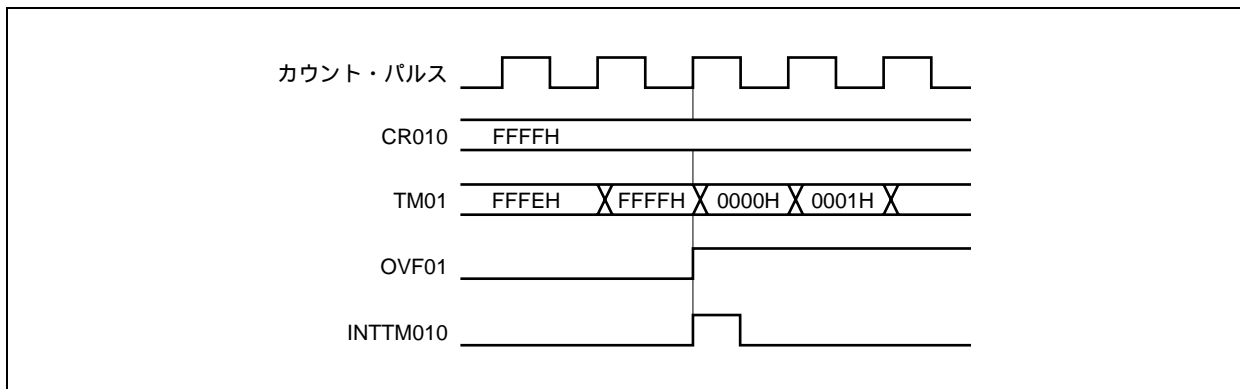
TMC01.OVF01フラグは、TM01レジスタがオーバーフローしたとき以外に、次のときにもセット(1)されます。

TM01レジスタとCR010レジスタの一致でクリア&スタート・モードを選択

CR010レジスタをFFFFHに設定

TM01レジスタがCR010レジスタとの一致によりFFFFHから0000Hにクリアされるとき

図7 - 48 OVF01フラグの動作タイミング



(b) OVF01フラグのクリア

TM01レジスタがオーバーフロー後、次のカウント・クロックがカウントされる(TM01レジスタが0001Hになる)前にOVF01フラグをクリア(0)しても、再度セット(1)されクリアは無効となります。

(8) ワンショット・パルス出力

ワンショット・パルス出力は、フリー・ランニング・タイマ・モードまたはTI010端子の有効エッジでクリア&スタート・モードのときに、正常に動作します。TM01レジスタとCR010レジスタの一致でクリア&スタート・モードでは、ワンショット・パルスを出力できません。

(9) キャプチャ動作**(a) カウント・クロックにTI010の有効エッジを指定した場合**

カウント・クロックにTI010の有効エッジを指定した場合、TI010をトリガに指定したキャプチャ・レジスタは正常に動作しません。

(b) TI011, TI010端子入力信号で確実にキャプチャするためのパルス幅

確実にキャプチャするためのキャプチャ・トリガとして、TI010, TI011端子に入力するパルスには、PRM01, SELCNT1レジスタで選択したカウント・クロックの2回分より長いパルス幅が必要です。

(c) 割り込み信号の発生

キャプチャ動作はカウント・クロックの立ち下がりで行われますが、割り込み信号 (INTTM010, INTTM011) は次のカウント・クロックの立ち上がりで発生します。

(d) CRC01.CRC011ビット = 1に設定したときの注意

TI010端子入力の逆相でTM01レジスタのカウント値をCR010レジスタにキャプチャする場合、キャプチャ後に割り込み要求信号 (INTTM010) は発生しません。この動作中に、TI011端子から有効エッジが検出された場合、キャプチャ動作は行われませんが、外部割り込み信号としてINTTM010信号が発生します。外部割り込みを使用しない場合は、INTTM010信号をマスクしてください。

(10) エッジ検出**(a) リセット後の有効エッジ指定**

リセット後、TI010端子またはTI011端子がハイ・レベルの状態、TI010端子またはTI011端子の有効エッジを立ち上がりエッジまたは両エッジに指定して、16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01の動作を許可すると、そのハイ・レベルを立ち上がりエッジとして検出してしまいます。TI010端子またはTI011端子をプルアップしている場合などは注意してください。ただし、いったん動作を停止させたあとの再動作許可時には、立ち上がりエッジは検出されません。

(b) ノイズ除去のためのサンプリング・クロック

TI010の有効エッジをカウント・クロックで使用する場合と、キャプチャ・トリガとして使用する場合で、ノイズ除去のためのサンプリング・クロックが異なります。前者は $f_{xx}/4$ 固定で、後者はPRM01, SELCNT1レジスタで選択したカウント・クロックでサンプリングします。

TI010端子入力信号をサンプリングして、2回連続して有効レベルを検出したときに、はじめて有効エッジと判断します。したがって、短いパルス幅のノイズを除去できます。

備考 f_{xx} : メイン・クロック周波数

第8章 8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5

V850ES/KE2は、8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5を2チャンネル搭載しています。

8.1 機能

8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5 n には、次の2つのモードがあります ($n=0, 1$)。

- ・8ビット・タイマ/イベント・カウンタを単体で使用するモード (単体モード)
- ・カスケード接続して使用するモード (16ビット分解能: カスケード接続モード)

次に、これら2つのモードについて説明します。

(1) 8ビット・タイマ/イベント・カウンタを単体で使用するモード (単体モード)

8ビットのタイマ/イベント・カウンタとして動作します。

次のような機能として使用できます。

- ・インターバル・タイマ
- ・外部イベント・カウンタ
- ・方形波出力
- ・PWM出力

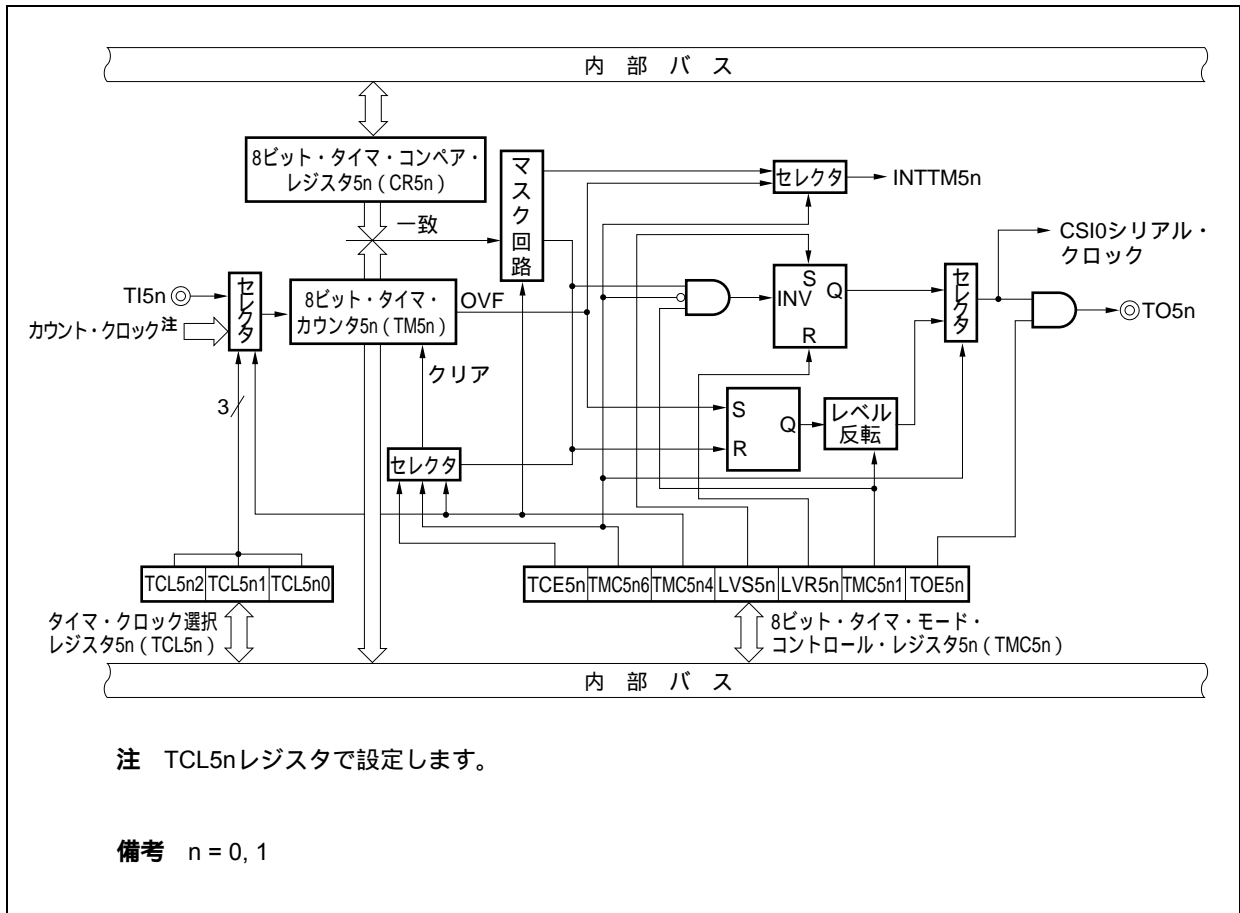
(2) カスケード接続して使用するモード (16ビット分解能: カスケード接続モード)

TM5 n レジスタをカスケード接続することにより、16ビットのタイマ/イベント・カウンタとして動作します。次のような機能として使用できます。

- ・16ビット分解能のインターバル・タイマ
- ・16ビット分解能の外部イベント・カウンタ
- ・16ビット分解能の方形波出力

次に、8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5 n のブロック図を示します。

図8-1 8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nのブロック図



8.2 構成

8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nは、次のハードウェアで構成されています。

表8-1 8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nの構成

項目	構成
タイマ・レジスタ	8ビット・タイマ・カウンタ5n (TM5n) 16ビット・タイマ・カウンタ5 (TM5) : カスケード接続時のみ
レジスタ	8ビット・タイマ・コンペア・レジスタ5n (CR5n) 16ビット・タイマ・コンペア・レジスタ5 (CR5) : カスケード接続時のみ
タイマ出力	1本 (TO5n端子)
制御レジスタ ^注	タイマ・クロック選択レジスタ5n (TCL5n) 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ5n (TMC5n) 16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ5 (TMC5) : カスケード接続時のみ

注 TI5n, TO5n端子の機能を使用する場合は、表4-12 ポート端子を兼用端子として使用する場合を参照してください。

備考 n = 0, 1

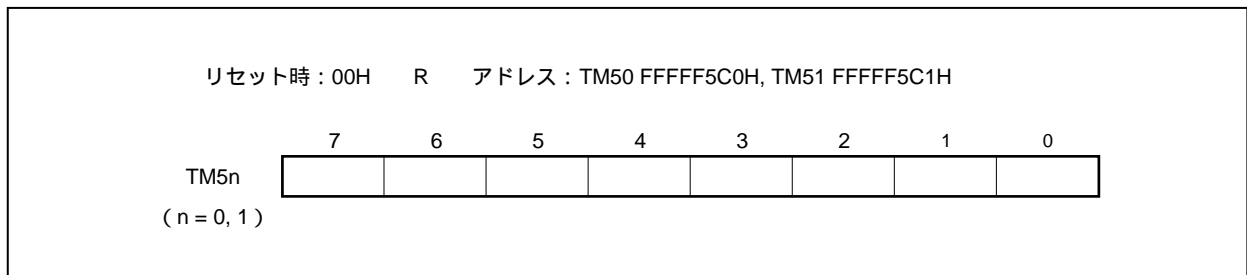
(1) 8ビット・タイマ・カウンタ5n (TM5n)

TM5nレジスタは、カウント・パルスをカウントする8ビットのリード専用レジスタです。

カウント・クロックの立ち上がり同期して、カウンタをインクリメントします。

TM5nレジスタは、それぞれカスケード接続し、16ビット・タイマとして使用できます。

TM50レジスタとTM51レジスタをカスケード接続し16ビット・タイマとして使用した場合、16ビット単位でリードのみ可能です。したがって、カウント変化中の読み出しを考慮し、2回読むことにより比較してください。



次の場合、カウント値は00Hになります。

リセット時

TMC5n.TCE5nビットをクリア(0)したとき

TM5nレジスタとCR5nレジスタの一致でクリア & スタート・モード時のTM5nレジスタとCR5nレジスタが一致したとき

注意 カスケード接続時は、最下位タイマ(TM50)のTCE50ビットをクリアしても0000Hとなります。

備考 n = 0, 1

(2) 8ビット・タイマ・コンペア・レジスタ5n (CR5n)

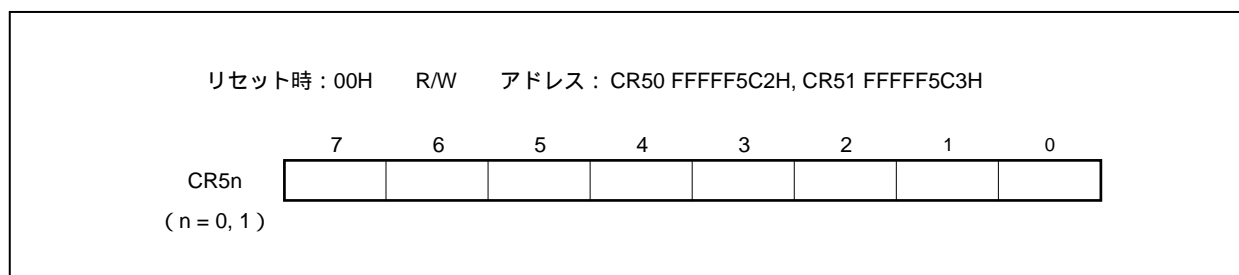
8ビット単位でリード/ライト可能です。

PWMモード以外では、CR5nレジスタに設定した値と、TM5nレジスタのカウンタ値を常に比較し、その2つの値が一致したときに、割り込み要求信号 (INTTM5n) が発生します。

PWMモード時は、TM5nレジスタのオーバフローによりTO5n端子出力がアクティブ・レベルになり、TM5nレジスタとCR5nレジスタの値が一致するとTO5n端子出力がインアクティブ・レベルになります。

CR5nレジスタの値は00H-FFHの範囲で設定できます。

TM50レジスタとTM51レジスタをカスケード接続し、16ビット・タイマとして使用した場合、CR50レジスタとCR51レジスタは、16ビット・タイマ・コンペア・レジスタ5 (CR5) として動作します。16ビット長でカウンタ値とレジスタ値を比較し、一致すると割り込み要求信号 (INTTM50) を発生します。



- 注意1.** TM5nレジスタとCR5nレジスタの一致でクリア&スタート・モード時 (TMC5n.TMC5n6ビット = 0) は、カウンタ動作中にCR5nレジスタに異なる値を書き込まないでください。
- 2.** PWMモード時は、CR5nレジスタの書き換え間隔を3カウント・クロック (TCL5nレジスタで選択したクロック) 以上にしてください。
- 3.** カスケード接続時にCR5nレジスタの値を変更するときは、必ずタイマ動作を停止させてから行ってください。

備考 n = 0, 1

8.3 レジスタ

8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nを制御するレジスタには、次の2種類があります。

- ・タイマ・クロック選択レジスタ5n (TCL5n)
- ・8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ5n (TMC5n)

備考 TI5n, TO5n端子の機能を使用する場合は、表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合を参照してください。

(1) タイマ・クロック選択レジスタ5n (TCL5n)

TCL5nレジスタは、8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nのカウンタ・クロックおよびTI5n端子入力の有効エッジを設定するレジスタです。

8ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：TCL50 FFFFF5C4H, TCL51 FFFFF5C5H

	7	6	5	4	3	2	1	0
TCL5n	0	0	0	0	0	TCL5n2	TCL5n1	TCL5n0

(n = 0, 1)

TCL5n2	TCL5n1	TCL5n0	カウンタ・クロックの選択 ^注		
			クロック	f _{xx}	
				20 MHz	10 MHz
0	0	0	TI5nの立ち下がりエッジ	-	-
0	0	1	TI5nの立ち上がりエッジ	-	-
0	1	0	f _{xx}	設定禁止	100 ns
0	1	1	f _{xx} /2	100 ns	200 ns
1	0	0	f _{xx} /4	200 ns	0.4 μs
1	0	1	f _{xx} /64	3.2 μs	6.4 μs
1	1	0	f _{xx} /256	12.8 μs	25.6 μs
1	1	1	INTTM010	-	-

注 内部クロック選択時は、次の条件を満たすように設定してください。

V_{DD} = 4.0 ~ 5.5 V : カウンタ・クロック 10 MHz

V_{DD} = 2.7 ~ 4.0 V : カウンタ・クロック 5 MHz

注意 TCL5nレジスタを同一データ以外に書き換える場合は、いったんタイマ動作を停止させてから行ってください。

備考 カスケード接続時、TCL51レジスタの設定は無効になります。

(2) 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ5n (TMC5n)

TMC5nレジスタは、次の6種類の設定を行うレジスタです。

- ・ TMC5nレジスタのカウンタ動作制御
- ・ TMC5nレジスタの動作モードの選択
- ・ 単体モード/カスケード接続モードの選択
- ・ タイマ出力F/F (フリップフロップ) の状態設定
- ・ タイマ出力F/Fの制御またはPWM (フリー・ランニング・タイマ) モード時のアクティブ・レベルの選択
- ・ タイマ出力の制御

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：TMC50 FFFFF5C6H, TMC51 FFFFF5C7H

	⑦	6	5	4	③	②	1	①
TMC5n (n = 0,1)	TCE5n	TMC5n6	0	TMC514 ^注	LVS5n	LVR5n	TMC5n1	TOE5n
	TCE5n	8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nのカウンタ動作制御						
	0	カウンタを0にクリア後, カウンタ動作禁止 (カウンタ禁止)						
	1	カウンタ動作開始						
	TMC5n6	8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nの動作モード選択						
	0	TM5nレジスタとCR5nレジスタの一致でクリア&スタート・モード						
	1	PWM (フリー・ランニング・タイマ) モード						
	TMC514	8ビット・タイマ/イベント・カウンタ51の単体モード/カスケード接続モードの選択						
	0	単体モード						
	1	カスケード接続モード (8ビット・タイマ/イベント・カウンタ50と接続)						
	LVS5n	LVR5n	タイマ出力F/Fの状態設定					
	0	0	変化しない					
	0	1	タイマ出力F/Fをリセット (0)					
	1	0	タイマ出力F/Fをセット (1)					
	1	1	設定禁止					
	TMC5n1	PWM (フリー・ランニング・タイマ) モード以外 (TMC5n6ビット = 0)			PWM (フリー・ランニング・タイマ) モード (TMC5n6ビット = 1)			
		タイマF/Fの制御			アクティブ・レベルの選択			
	0	反転動作禁止			ハイ・アクティブ			
	1	反転動作許可			ロウ・アクティブ			
	TOE5n	タイマ出力の制御						
	0	出力禁止 (TO5n端子はロウ・レベル)						
	1	出力許可						

注 TMC50レジスタのビット4は0固定です。

注意1. TO51端子とTI51端子は兼用しているため, どちらか一方の機能しか使用できません。

2. LVS5nビットとLVR5nビットの設定は, PWMモード時以外で有効になります。

3. 次の ~ の設定は同時に行わないでください。また設定は次の手順で行ってください。

TMC5n1, TMC5n6, TMC514^注ビットを設定 : 動作モードの設定

出力を許可する場合, TOE5nビットを設定 : タイマ出力許可

LVS5nビット, LVR5nビットを設定 (注意2) : タイマ出力F/Fの設定

TCE5nビットを設定

備考1. PWMモード時は, TCE5nビット = 0により, PWM出力がインアクティブ・レベルになります。

2. LVS5n, LVR5nビットをリードすると常に0が読み出されます。

3. TMC5n6, LVS5n, LVR5n, TMC5n1, TOE5nの各ビットの値は, TCE5nビットの値に関係なくTO5n出力に反映されます。

8.4 動作

8.4.1 インターバル・タイマとしての動作

CR5nレジスタにあらかじめ設定したカウント値をインターバルとし、繰り返し割り込みを発生するインターバル・タイマとして動作します。

TM5nレジスタのカウント値がCR5nレジスタに設定した値と一致したとき、TM5nレジスタの値を00Hにクリアしてカウントを継続すると同時に、割り込み要求信号 (INTTM5n) が発生します。

設定方法

各レジスタの設定を行います。

- ・ TCLK5nレジスタ : カウント・クロック (t) の選択
- ・ CR5nレジスタ : コンペア値 (N)
- ・ TMC5nレジスタ : カウント動作停止, TM5nレジスタとCR5nレジスタの一致でクリア & スタート・モードを選択 (TMC5nレジスタ = 0000xx00B x: don't care)

TM5n.TCE5nビット = 1を設定すると、カウント動作を開始します。

TM5nレジスタとCR5nレジスタの値が一致すると、INTTM5n信号が発生します (TM5nレジスタは00Hにクリアされます)。

以後、同一間隔でINTTM5n信号が繰り返し発生します。カウント動作を停止するときは、TCE5nビット = 0にしてください。

$$\text{インターバル時間} = (N + 1) \times t : N = 00H\text{-}FFH$$

注意 インターバル・タイマ動作中にCR5nレジスタの値を書き換えないでください。

備考 n = 0, 1

図8-2 インターバル・タイマ動作のタイミング (1/2)

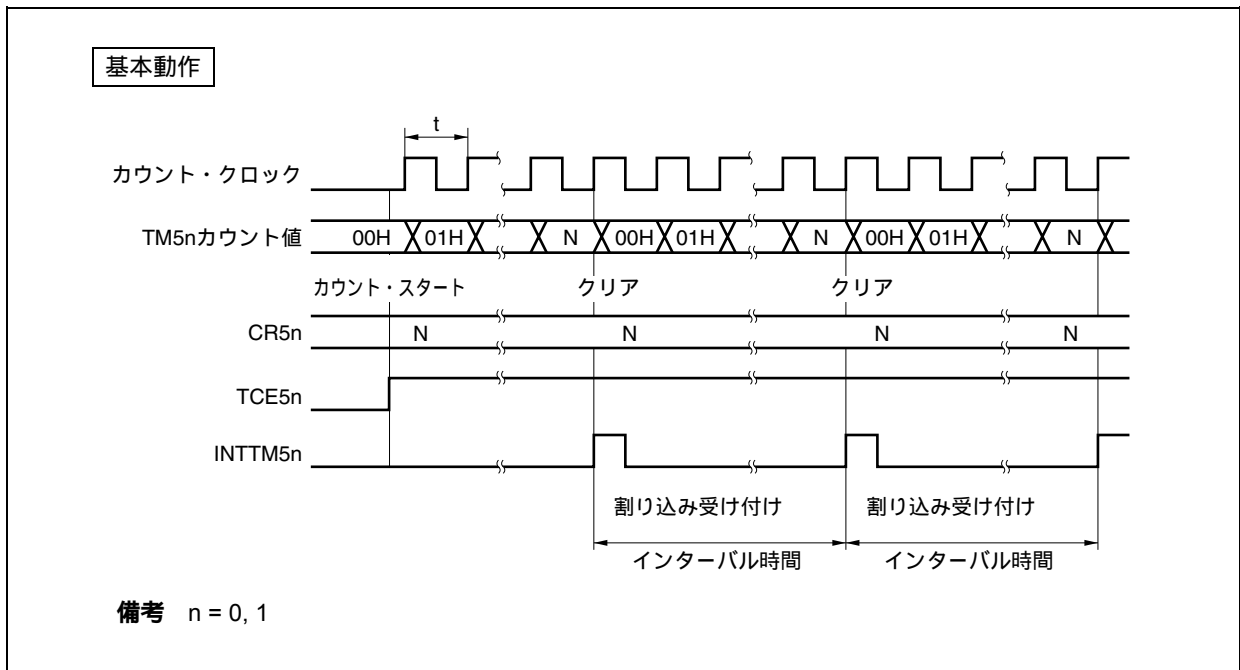
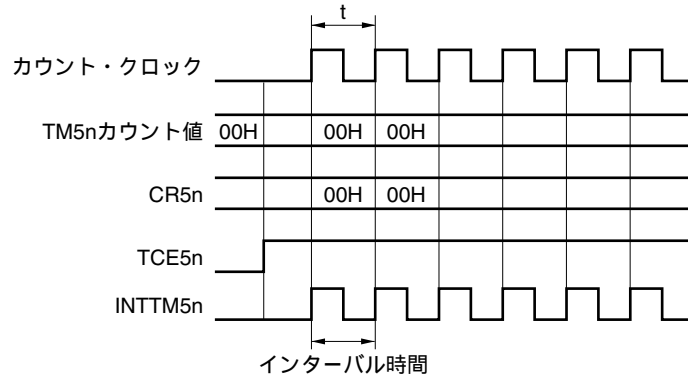


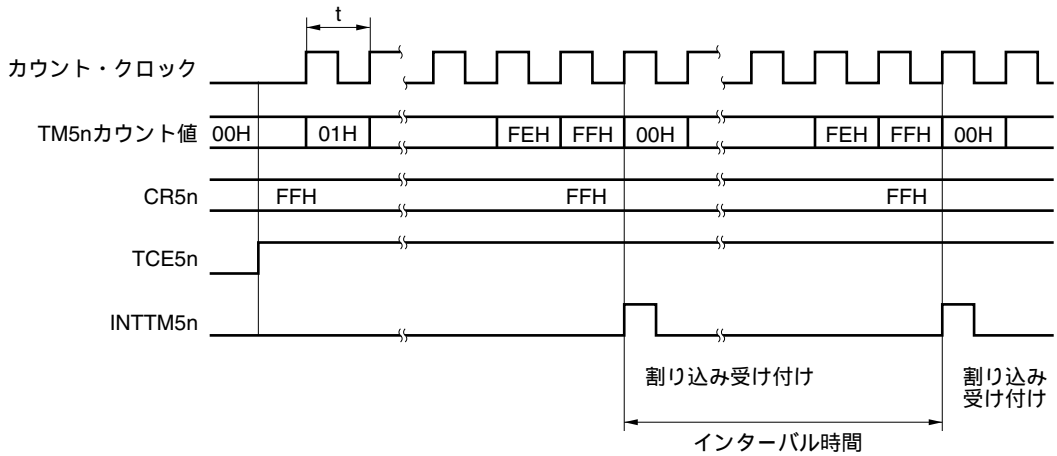
図8-2 インターバル・タイマ動作のタイミング (2/2)

CR5nレジスタ = 00Hの場合



備考 n = 0, 1

CR5nレジスタ = FFHの場合



備考 n = 0, 1

8.4.2 外部イベント・カウンタとしての動作

外部イベント・カウンタは、TI5n端子に入力される外部からのクロック・パルス数をTM5nレジスタでカウントします。

TI5n端子にTCL5nレジスタで指定した有効エッジが入力されるごとに、TM5nレジスタがインクリメントされます。エッジ指定は、立ち上がりまたは立ち下がりのいずれかを選択できます。

TM5nレジスタのカウント値がCR5nレジスタの値と一致すると、TM5nレジスタは00Hにクリアされ、割り込み要求信号 (INTTM5n) が発生します。

設定方法

各レジスタの設定を行います。

- ・TCL5nレジスタ : TI5n端子入力のエッジ選択

TI5n端子の立ち下がりエッジ TCL5nレジスタ = 00H

TI5n端子の立ち上がりエッジ TCL5nレジスタ = 01H

- ・CR5nレジスタ : コンペア値 (N)

- ・TMC5nレジスタ : カウント動作停止, TM5nレジスタとCR5nレジスタの一致でクリア & スタート・モードを選択, タイマ出力F/F反転動作禁止, タイマ出力禁止

(TMC5nレジスタ = 0000xx00B x : don't care)

- ・兼用端子の設定については表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合を参照してください。

TMC5n.TCE5nビット = 1を設定すると、TI5n端子から入力されるパルス数をカウントします。

TM5nレジスタとCR5nレジスタの値が一致すると、INTTM5n信号が発生します (TM5nレジスタは00Hにクリアされます)。

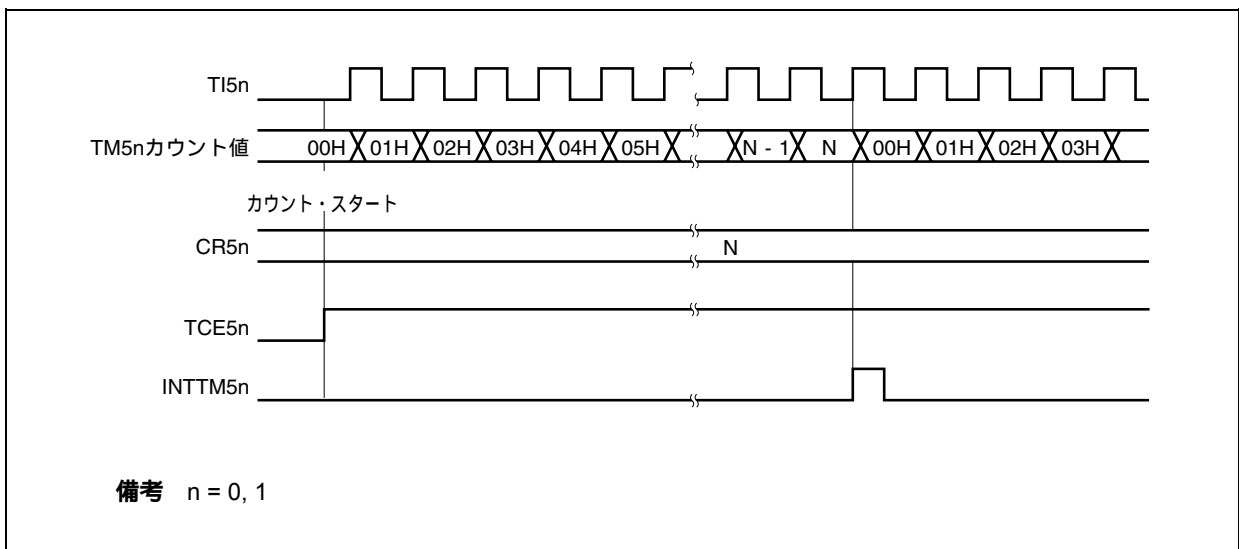
以後、TM5nレジスタとCR5nレジスタの値が一致するごとにINTTM5n信号が発生します。

TI5n端子に有効エッジがN + 1回入力されるとINTTM5n信号が発生 : N = 00H-FFH

注意 外部イベント・カウンタ動作中にCR5nレジスタの値を書き換えないでください。

備考 n = 0, 1

図8 - 3 外部イベント・カウンタ動作のタイミング (立ち上がりエッジ指定時)



8.4.3 方形波出力としての動作

CR5nレジスタにあらかじめ設定した値で決まるインターバルの、任意の周波数の方形波出力として動作します。

TMC5n.TOE5nビットに1を設定することにより、CR5nレジスタにあらかじめ設定したカウント値で決まるインターバルでTO5n端子の出力状態が反転します。これにより、任意の周波数の方形波出力（デューティ = 50 %）が可能です（n = 0, 1）。

設定方法

各レジスタの設定を行います。

- ・TCL5nレジスタ：カウント・クロック（t）の選択
- ・CR5nレジスタ：コンペア値（N）
- ・TMC5nレジスタ：カウント動作停止，TM5nレジスタとCR5nレジスタの一致でクリア&スタート・モード選択，タイマ出力の初期値設定，タイマ出力F/Fの反転許可，タイマ出力許可（TMC5nレジスタ = 00001011Bまたは00000111B）
- ・兼用端子の設定については表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合は参照してください。

TMC5n.TCE5nビット = 1を設定すると，カウント動作を開始します。

TM5nレジスタとCR5nレジスタの値が一致すると，タイマ出力F/Fが反転します。

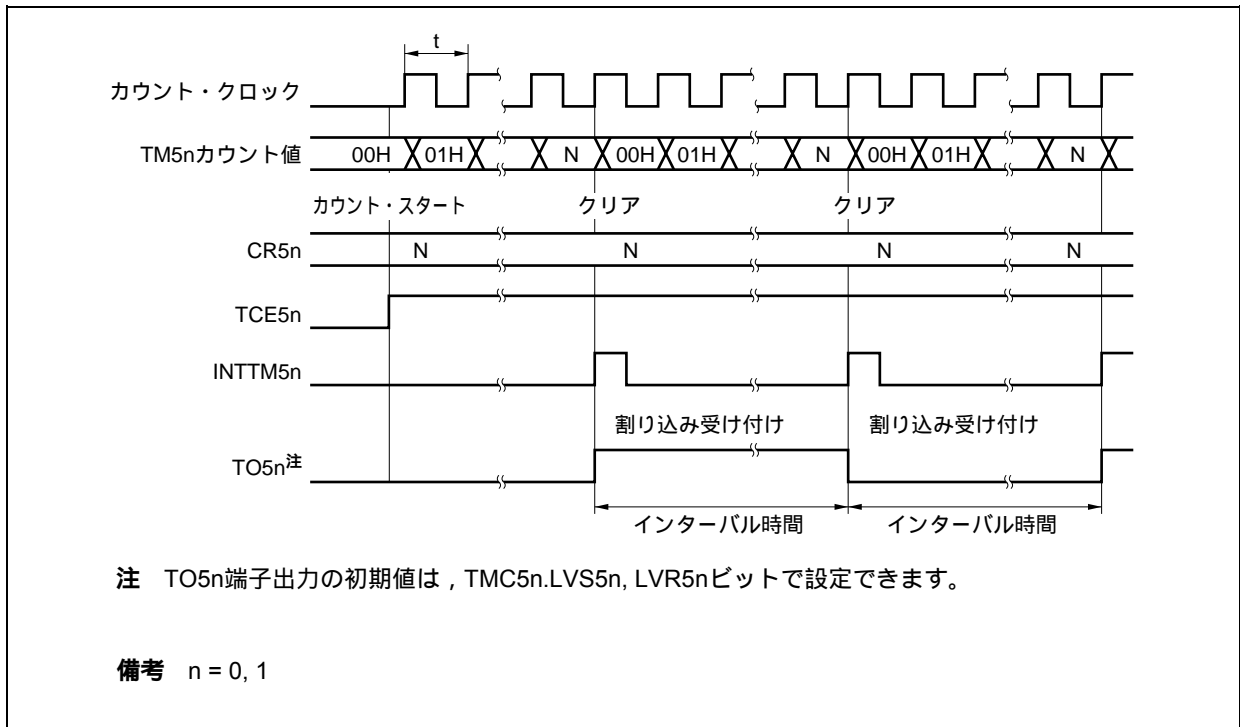
また，INTTM5n信号が発生し，TM5nレジスタは00Hにクリアされます。

以後，同一間隔でタイマ出力F/Fが反転し，TO5n端子から方形波が出力されます。

$$\text{周波数} = 1/2t (N + 1) : N = 00H\text{-}FFH$$

注意 方形波出力中にCR5nレジスタの値を書き換えないでください。

図8 - 4 方形波出力動作のタイミング



注 TO5n端子出力の初期値は，TMC5n.LVS5n, LVR5nビットで設定できます。

備考 n = 0, 1

8.4.4 8ビットPWM出力としての動作

TMC5n.TMC5n6ビットを“1”に設定することにより、PWM出力として動作します。

CR5nレジスタに設定した値で決まるデューティのパルスを、TO5n端子から出力します。

PWMパルスのアクティブ・レベルの幅は、CR5nレジスタに設定してください。また、アクティブ・レベルは、TMC5n.TMC5n1ビットにより選択できます。

カウント・クロックは、TCL5nレジスタで選択できます。

TMC5n.TOE5nビットにより、PWM出力の許可/禁止が選択できます。

注意 CR5nレジスタの書き換え間隔は、動作クロック（TCL5nレジスタで設定）の3クロック以上必要です。

使用方法

各レジスタの設定を行います。

- ・TCL5nレジスタ：カウント・クロック（t）の選択
- ・CR5nレジスタ：コンペア値（N）
- ・TMC5nレジスタ：カウント動作停止、PWMモード選択、タイマ出力F/F変化なし、アクティブ・レベル設定、タイマ出力許可（TMC5nレジスタ = 01000001Bまたは01000011B）
- ・兼用端子の設定については表4 - 12 **ポート端子を兼用端子として使用する場合**を参照してください。
TMC5n.TCE5nビット = 1を設定すると、カウント動作を開始します。

PWM出力の動作

カウント動作を開始すると、PWM出力（TO5n端子からの出力）はオーバフローが発生するまでインアクティブ・レベルを出力します。

オーバフローが発生すると、設定方法 で設定したアクティブ・レベルを出力します。アクティブ・レベルは、CR5nレジスタとTM5nレジスタのカウント値が一致するまで出力されます。また、割り込み要求信号（INTTM5n）が発生します。

CR5nレジスタとTM5nレジスタのカウント値が一致すると、インアクティブ・レベルを出力し、再度オーバフローが発生するまでインアクティブ・レベルを出力します。

以後、カウント動作が停止されるまで、を繰り返します。

TCE5nビット = 0によりカウント動作を停止すると、PWM出力はインアクティブ・レベルになります。

$$\text{周期} = 256t, \text{アクティブ・レベル幅} = Nt, \text{デューティ} = N/256 : N = 00H\text{-FFH}$$

備考1. n = 0, 1

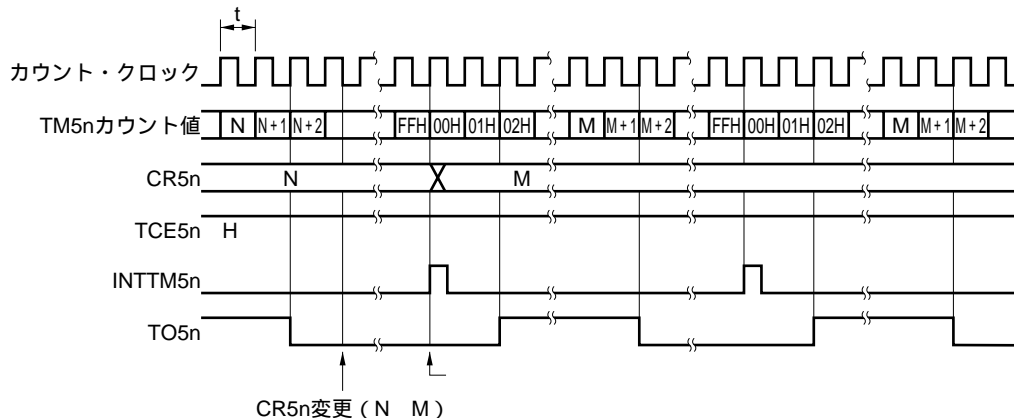
2. 詳細なタイミングについては、図8 - 5 PWM出力の動作タイミング、図8 - 6 CR5nレジスタ変更による動作タイミングを参照してください。

(b) CR5nレジスタ変更による動作について

図8 - 6 CR5nレジスタ変更による動作のタイミング

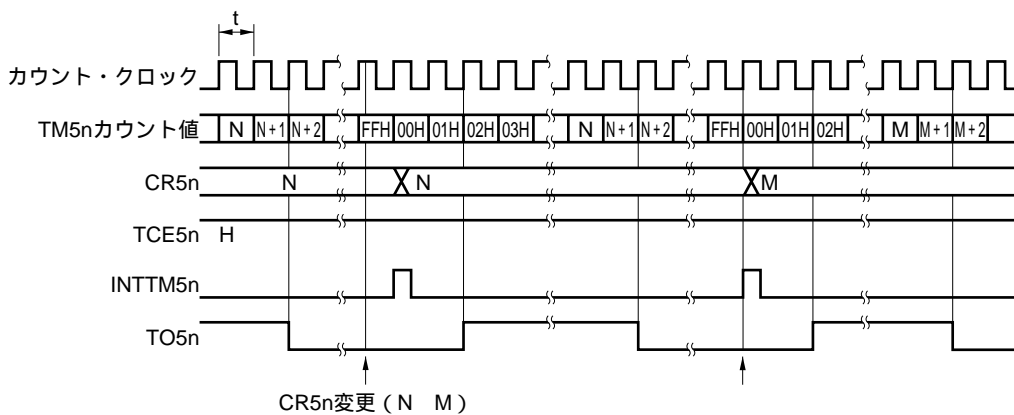
CR5nレジスタの値をFFHのクロック立ち上がりエッジよりも手前にN Mに変更した場合

直後のオーバーフローでCR5nレジスタに値が転送されます。



CR5nレジスタの値をFFHのクロックの立ち上がりエッジよりもあとにN Mに変更した場合

2回目のオーバーフローでCR5nレジスタに値が転送されます。



注意 から の間でCR5nレジスタからリードする場合、実際に動作する値と異なります（リード値：M，実際のCR5nレジスタの値：N）。

備考 n = 0, 1

8.4.5 インターバル・タイマ (16ビット) としての動作

TMC51.TMC514ビットに“1”を設定することにより、16ビット分解能のタイマ/イベント・カウンタ・モードになります。

16ビット・タイマ・コンペア・レジスタ5 (CR5) にあらかじめ設定したカウント値をインターバルとし、繰り返し割り込みを発生するインターバル・タイマとして動作します。

設定方法

各レジスタの設定を行います。

- ・TCL50レジスタ : カウント・クロック (t) の選択
(カスケード接続するTCL51レジスタは設定不要)
- ・CR50レジスタ : コンペア値 (N) ... 下位8ビット (00H-FFHの設定が可能)
- ・CR51レジスタ : コンペア値 (N) ... 上位8ビット (00H-FFHの設定が可能)
- ・TMC50, TMC51レジスタ : TM5レジスタとCR5レジスタの一致でクリア&スタート・モードを選択 (x : don't care)

$$\left[\begin{array}{l} \text{TMC50レジスタ} = 0000\text{xx}00\text{B} \\ \text{TMC51レジスタ} = 0001\text{xx}00\text{B} \end{array} \right]$$

TMC51.TCE51ビット = 1に設定します。そのあとにTMC50.TCE50ビット = 1に設定し、カウント動作を開始します。

カスケード接続されたTM5レジスタとCR5レジスタの値が一致すると、INTTM50信号が発生します (TM5レジスタは0000Hにクリアされます)。

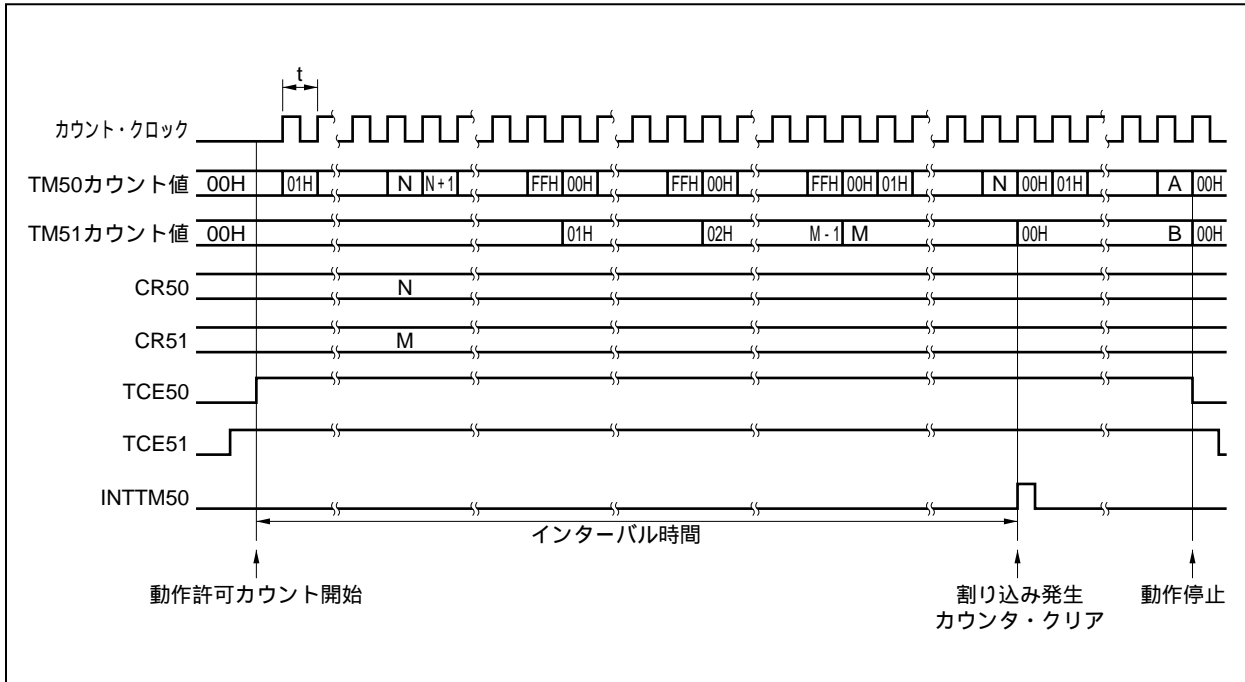
以後、同一間隔でINTTM50信号が繰り返し発生します。

$$\boxed{\text{インターバル時間} = (N + 1) \times t : N = 0000\text{H}-\text{FFFFH}}$$

- 注意1.** カスケード接続時に8ビット・アクセスでライトする場合、TCE5nビットの操作は、動作開始時はTCE51ビットをセット(1)してからTCE50ビットをセット(1)してください。動作停止時はTCE50ビットをクリア(0)してからTCE51ビットをクリア(0)してください。
2. カスケード接続時はTI50入力, TO50出力, INTTM50信号は使用し, TI51入力, TO51出力, INTTM51信号は使用しないでマスクしてください(詳細は第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください)。LVS51, LVR51, TMC511, TOE51ビットは0に設定してください。
3. タイマ動作中はCR5レジスタの値を変更しないでください。

16ビット分解能カスケード接続モードのタイミング例を次に示します。

図8 - 7 16ビット分解能カスケード接続モード



8.4.6 外部イベント・カウンタ (16ビット) としての動作

TMC51.TMC514ビットに“1”を設定することにより、16ビット分解能のタイマ/イベント・カウンタ・モードになります。

外部イベント・カウンタは、TI50端子に入力される外部からのクロック・パルス数を16ビット・タイマ・カウンタ5 (TM5) でカウントします。

設定方法

各レジスタの設定を行います。

- ・TCL50レジスタ : TI50端子入力のエッジ選択
(カスケード接続するTCL51レジスタは設定不要)
TI50端子の立ち下がりエッジ TCL50レジスタ = 00H
TI50端子の立ち上がりエッジ TCL50レジスタ = 01H
- ・CR50レジスタ : コンペア値 (N) ... 下位8ビット (00H-FFHの設定が可能)
- ・CR51レジスタ : コンペア値 (N) ... 上位8ビット (00H-FFHの設定が可能)
- ・TMC50, TMC51レジスタ : カウント動作停止, TM5レジスタとCR5レジスタの一致でクリア&スタート・モード, タイマ出力F/Fの反転禁止, タイマ出力禁止
(x : don't care)

TMC50レジスタ = 0000xx00B
TMC51レジスタ = 0001xx00B

・兼用端子の設定については表4 - 12 **ポート端子を兼用端子として使用する場合**を参照してください。
TMC51.TCE51ビット = 1に設定します。そのあとにTMC50.TCE50ビット = 1に設定し、TI50端子から入力されるパルス数をカウントします。

カスケード接続されたTM5レジスタとCR5レジスタの値が一致すると、INTTM50信号が発生します (TM5レジスタは0000Hにクリアされます)。

以後、TM5レジスタとCR5レジスタの値が一致するたびにINTTM50信号が発生します。

TI50端子に有効エッジがN+1回入力されるとINTTM50信号が発生 : N = 0000H-FFFFH

- 注意1.** 外部イベント・カウンタ動作中にCR5nレジスタの値を書き換えないでください。
2. カスケード接続時に8ビット・アクセスでライトする場合、TCE5nビットの操作は、動作開始時はTCE51ビットをセット (1) してからTCE50ビットをセット (1) してください。動作停止時はTCE50ビットをクリア (0) してからTCE51ビットをクリア (0) してください (n = 0, 1)。
 3. カスケード接続時はTI50入力、INTTM50信号は使用し、TI51入力、TO51出力、INTTM51信号は使用しないでマスクしてください (詳細は第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください)。LVS51, LVR51, TMC511, TOE51ビットは0に設定してください。
 4. 外部イベント・カウンタ動作中はCR5レジスタの値を変更しないでください。

8.4.7 方形波出力（16ビット分解能）としての動作

TMC51.TMC514ビットに“1”を設定することにより、16ビット分解能のタイマ/イベント・カウンタ・モードになります。

16ビット・タイマ・コンペア・レジスタ5（CR5）にあらかじめ設定した値をインターバルとする、任意の周波数の方形波出力として動作します。

設定方法

各レジスタの設定を行います。

- ・TCL50レジスタ : カウント・クロック (t) の選択
(カスケード接続するTCL51レジスタは設定不要)
- ・CR50レジスタ : コンペア値 (N) ... 下位8ビット (00H-FFHの設定が可能)
- ・CR51レジスタ : コンペア値 (N) ... 上位8ビット (00H-FFHの設定が可能)
- ・TMC50, TMC51レジスタ : カウント動作停止,
TM5レジスタとCR5レジスタの一致でクリア&スタート・モード,

LVS50	LVR50	タイマ出力F/Fの状態設定
1	0	ハイ・レベル出力
0	1	ロウ・レベル出力

タイマ出力F/Fの反転許可, タイマ出力許可

TMC50レジスタ = 00001011Bまたは00000111B
 TMC51レジスタ = 00010000B

・兼用端子の設定については表4-12 **ポート端子を兼用端子として使用する場合**を参照してください。
TMC51.TCE51ビット = 1に設定します。そのあとにTMC50.TCE50ビット = 1に設定し、カウント動作を開始します。

カスケード接続されたTM5レジスタとCR5レジスタの値が一致すると、TO50タイマ出力F/Fが反転します。また、INTTM50信号が発生し、TM5レジスタは0000Hにクリアされます。

以後、同一間隔でタイマ出力F/Fが反転し、TO50端子から方形波が出力されます。

$$\text{周波数} = 1/2t (N + 1) : N = 0000H-FFFFH$$

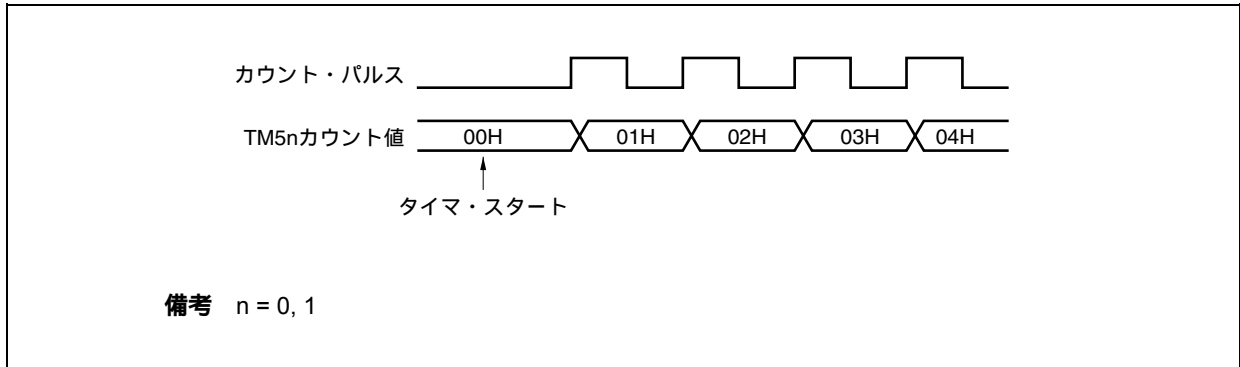
注意 動作中にCR5レジスタに異なる値を書き込まないでください。

8.4.8 注意事項

(1) タイマ・スタート時の誤差

タイマ・スタート後、一致信号が発生するまでの時間は、最大で1クロック分の誤差が生じます。これは、カウント・パルスに対してTM5nレジスタのスタートが非同期で行われるためです。

図8 - 8 TM5nレジスタのカウント・スタート・タイミング



第9章 8ビット・タイマH

V850ES/KE2は、8ビット・タイマHを2チャンネル搭載しています。

9.1 機能

8ビット・タイマHnには、次のような機能があります（ $n = 0, 1$ ）。

- ・インターバル・タイマ
- ・方形波出力
- ・PWM出力
- ・キャリア・ジェネレータ

9.2 構成

8ビット・タイマHnは、次のハードウェアで構成されています。

表9 - 1 8ビット・タイマHnの構成

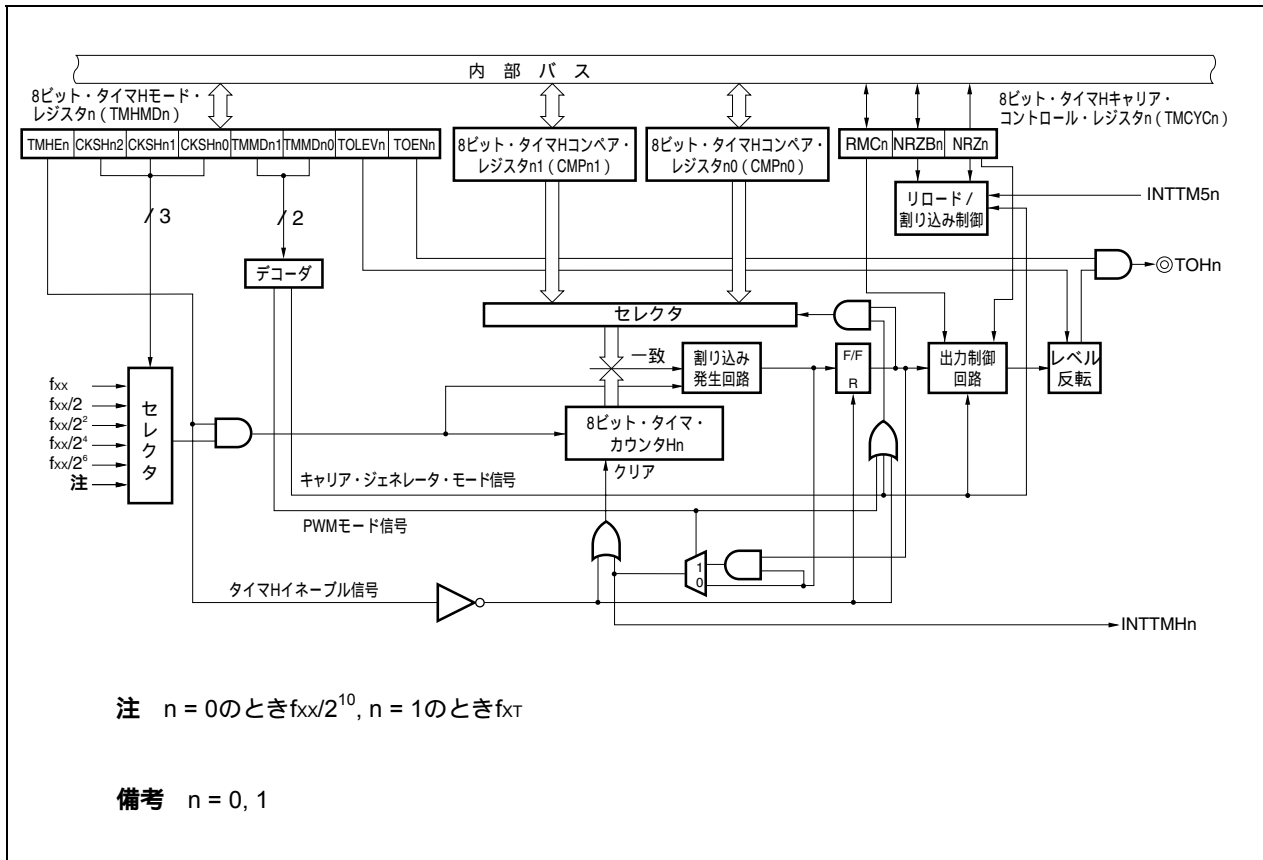
項目	構成
タイマ・レジスタ	8ビット・タイマ・カウンタHn：各1本
レジスタ	8ビット・タイマHコンペア・レジスタn0 (CMPn0)：各1本 8ビット・タイマHコンペア・レジスタn1 (CMPn1)：各1本
タイマ出力	TOHn，出力制御回路
制御レジスタ ^注	8ビット・タイマHモード・レジスタn (TMHMDn) 8ビット・タイマHキャリア・コントロール・レジスタn (TMCYCn)

注 TOHn端子の機能を使用する場合は、表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場
合を参照してください。

備考 $n = 0, 1$

次にブロック図を示します。

図9-1 8ビット・タイマHnのブロック図



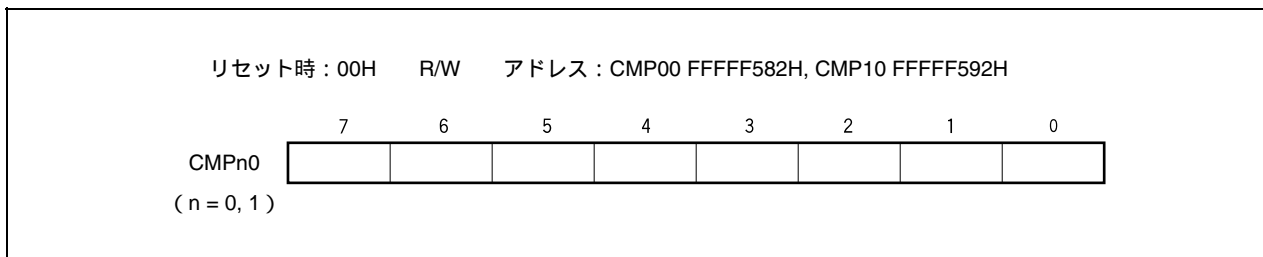
(1) 8ビット・タイマHコンペア・レジスタn0 (CMPn0)

8ビット単位でリード/ライト可能です。すべてのタイマ動作モードで使用します。

CMPn0レジスタに設定した値と8ビット・タイマ・カウンタHnのカウンタ値を常に比較し、その2つの値が一致したときに、割り込み要求信号 (INTTMHn) を発生し、TOHn端子の出力レベルを反転させます。

CMPn0レジスタは、タイマ停止中 (TMHMDn.TMHEnビット = 0) に書き換えを行ってください。

リセットにより00Hになります。



注意 CMPn0レジスタは、タイマ・カウンタ動作中に値を書き換えることは禁止です。

(2) 8ビット・タイマHコンペア・レジスタ_n1 (CMPn1)

8ビット単位でリード/ライト可能です。

PWM出力モードとキャリア・ジェネレータ・モードで使用します。

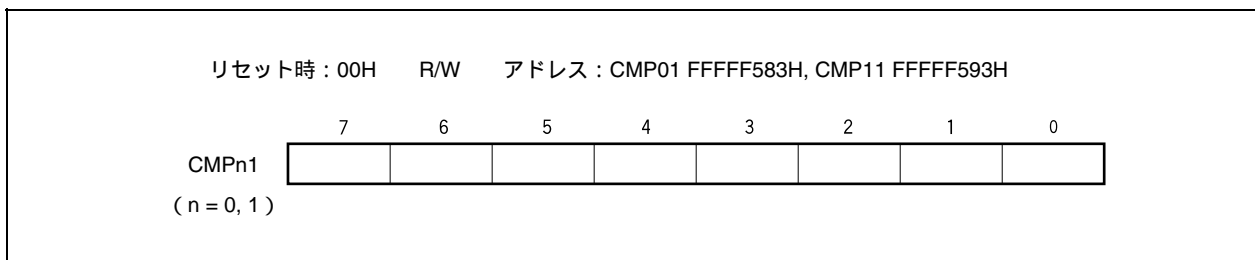
PWM出力モードでは、CMPn1レジスタに設定した値と、8ビット・タイマ・カウンタH_nのカウンタ値を常に比較し、その2つの値が一致したときに、TOH_n端子の出力レベルを反転させます。割り込み要求信号は発生されません。

キャリア・ジェネレータ・モードでは、CMPn1レジスタに設定した値と、8ビット・タイマ・カウンタH_nのカウンタ値を常に比較し、その2つの値が一致したときに、割り込み要求信号 (INTTMH_n) を発生します。同じタイミングで、カウンタ値はクリアされます。

CMPn1レジスタは、タイマ・カウンタ動作中に値の書き換えが可能です。

タイマ動作中にCMPn1レジスタを書き換える場合、その値はラッチされ、カウンタ値と変更前のCMPn1レジスタの値が一致するタイミングでCMPn1レジスタに転送され、CMPn1レジスタの値が変更されます。カウンタ値とCMPn1レジスタの値が一致するタイミングとCMPn1レジスタへの値の書き込みが競合した場合、CMPn1レジスタの値は変更されません。

リセットにより00Hになります。



CMPn1レジスタは、タイマ・カウンタ動作中に値の書き換えが可能です。

キャリア・ジェネレータ・モード時ではCMPn1レジスタを設定したあと、8ビット・タイマ・カウンタH_nのカウンタ値とCMPn1レジスタの設定値が一致すると割り込み要求信号 (INTTMH_n) が発生します。同時に8ビット・タイマ・カウンタH_nの値は00Hにクリアされます。

タイマ動作中にCMPn1レジスタの値を書き換えた場合、リロード・タイミングは8ビット・タイマ・カウンタH_nのカウンタ値とCMPn1レジスタの設定値が一致したタイミングで行います。転送タイミングとCPUからCMPn1レジスタへの書き込みが競合した場合、転送はされません。

注意 PWM出力モードおよびキャリア・ジェネレータ・モードでは、タイマ・カウンタ動作停止 (TMHMD_n.TMHEnビット = 0) 設定後、タイマ・カウンタ動作を開始する (TMHEnビット = 1) 場合、必ずCMPn1レジスタを設定してください (CMPn1レジスタへの設定値が同値の場合でも、必ず再設定してください)。

9.3 レジスタ

8ビット・タイマHnを制御するレジスタには、次の2種類があります。

- ・8ビット・タイマHモード・レジスタn (TMHMDn)
- ・8ビット・タイマHキャリア・コントロール・レジスタn (TMCYCn)

備考1. TOHn端子の機能を使用する場合は、表4 - 12 **ポート端子を兼用端子として使用する場合**を参照してください。

2. n = 0, 1

(1) 8ビット・タイマHモード・レジスタn (TMHMDn)

8ビット・タイマHnのモードを制御するレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

備考 n = 0, 1

(a) 8ビット・タイマHモード・レジスタ0 (TMHMD0)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFF580H

	⑦	6	5	4	3	2	①	①
TMHMD0	TMHE0	CKSH02	CKSH01	CKSH00	TMMD01	TMMD00	TOLEV0	TOEN0

TMHE0	8ビット・タイマH0動作許可
0	タイマ・カウント動作停止 (8ビット・タイマ・カウンタH0 = 00H)
1	タイマ・カウント動作許可 (クロックを入力することでカウント動作開始)

CKSH02	CKSH01	CKSH00	カウント・クロックの選択			
			カウント・クロック注	f _{xx} = 20 MHz	f _{xx} = 16.0 MHz	f _{xx} = 10.0 MHz
0	0	0	f _{xx}	設定禁止	設定禁止	100 ns
0	0	1	f _{xx} /2	100 ns	125 ns	200 ns
0	1	0	f _{xx} /4	200 ns	250 ns	400 ns
0	1	1	f _{xx} /16	800 ns	1 μs	1.6 μs
1	0	0	f _{xx} /64	3.2 μs	4 μs	6.4 μs
1	0	1	f _{xx} /1024	51.2 μs	64 μs	102.4 μs
上記以外			設定禁止			

TMMD01	TMMD00	8ビット・タイマH0動作モード
0	0	インターバル・タイマ・モード
0	1	キャリア・ジェネレータ・モード
1	0	PWMパルス・ジェネレータ・モード
1	1	設定禁止

TOLEV0	タイマ出力レベル制御 (デフォルト時)
0	ロウ・レベル
1	ハイ・レベル

TOEN0	タイマ出力制御
0	出力禁止
1	出力許可

注 次の条件を満たすように設定してください。

V_{DD} = 4.0 ~ 5.5 V : カウント・クロック 10 MHz

V_{DD} = 2.7 ~ 4.0 V : カウント・クロック 5 MHz

注意1. TMHE0ビット = 1のとき, TMHMD0レジスタのほかのビットを設定することは禁止です。

2. PWMパルス・ジェネレータ・モードおよびキャリア・ジェネレータ・モードでは, タイマ・カウント動作停止 (TMHE0ビット = 0) 設定後, タイマ・カウント動作を開始する (TMHE0ビット = 1) 場合, 必ずCMP01レジスタを設定してください (CMP01レジスタへの設定値が同値の場合でも, 必ず再設定してください)。

3. キャリア・ジェネレータ・モードを使用する場合, 8ビット・タイマH0のカウント・クロック周波数を8ビット・タイマノイベント・カウンタ50のカウント・クロック周波数の6倍以上になるように設定してください。

(b) 8ビット・タイマHモード・レジスタ1 (TMHMD1)

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFF590H

	⑦	6	5	4	3	2	①	①
TMHMD1	TMHE1	CKSH12	CKSH11	CKSH10	TMMD11	TMMD10	TOLEV1	TOEN1

TMHE1	8ビット・タイマH1動作許可
0	タイマ・カウント動作停止 (8ビット・タイマ・カウンタH1 = 00H)
1	タイマ・カウント動作許可 (クロックを入力することでカウント動作開始)

CKSH12	CKSH11	CKSH10	カウント・クロックの選択			
			カウント・クロック注	f _{xx} = 20.0 MHz	f _{xx} = 16.0 MHz	f _{xx} = 10.0 MHz
0	0	0	f _{xx}	設定禁止	設定禁止	100 ns
0	0	1	f _{xx} /2	100 ns	125 ns	200 ns
0	1	0	f _{xx} /4	200 ns	250 ns	400 ns
0	1	1	f _{xx} /16	800 ns	1 μs	1.6 μs
1	0	0	f _{xx} /64	3.2 μs	4 μs	6.4 μs
1	0	1	f _{XT} (サブクロック)			
上記以外			設定禁止			

TMMD11	TMMD10	8ビット・タイマH1動作モード
0	0	インターバル・タイマ・モード
0	1	キャリア・ジェネレータ・モード
1	0	PWMパルス・ジェネレータ・モード
1	1	設定禁止

TOLEV1	タイマ出力レベル制御 (デフォルト時)
0	ロウ・レベル
1	ハイ・レベル

TOEN1	タイマ出力制御
0	出力禁止
1	出力許可

注 次の条件を満たすように設定してください。

V_{DD} = 4.0 ~ 5.5 V : カウント・クロック 10 MHz

V_{DD} = 2.7 ~ 4.0 V : カウント・クロック 5 MHz

注意1. TMHE1ビット = 1のとき, TMHMD1レジスタのほかのビットを設定することは禁止です。

2. PWMパルス・ジェネレータ・モードおよびキャリア・ジェネレータ・モードでは, タイマ・カウント動作停止 (TMHE1ビット = 0) 設定後, タイマ・カウント動作を開始する (TMHE1ビット = 1) 場合, 必ずCMP11レジスタを設定してください (CMP11レジスタへの設定値が同値の場合でも, 必ず再設定してください)。

3. キャリア・ジェネレータ・モードを使用する場合, 8ビット・タイマH1のカウント・クロック周波数を8ビット・タイマ/イベント・カウンタ51のカウント・クロック周波数の6倍以上になるように設定してください。

(2) 8ビット・タイマHキャリア・コントロール・レジスタ_n (TMCYC_n)

8ビット・タイマH_nのリモコン出力およびキャリア・パルス出力の状態を制御するレジスタです。
 8/1ビット単位でリード/ライト可能です。ただし、NRZ_nビットは、リードのみです。
 リセットにより00Hになります。

備考 n = 0, 1

リセット時：00H R/W アドレス：TMCYC0 FFFFF581H, TMCYC1 FFFFF591H

	7	6	5	4	3	2	1	①
TMCYC _n	0	0	0	0	0	RMC _n	NRZB _n	NRZ _n

(n = 0, 1)

RMC _n	NRZB _n	リモコン出力
0	0	ロウ・レベル出力
0	1	ハイ・レベル出力
1	0	ロウ・レベル出力
1	1	キャリア・パルス出力

NRZ _n	キャリア・パルス出力状態フラグ
0	キャリア出力禁止状態 (ロウ・レベル状態)
1	キャリア出力許可状態

9.4 動作

9.4.1 インターバル・タイマ / 方形波出力としての動作

8ビット・タイマ・カウンタHnのカウンタ値とCMPn0レジスタの設定値が一致した場合、割り込み要求信号 (INTTMHn) が発生し、8ビット・タイマ・カウンタHnを“00H”にクリアします。

インターバル・タイマ・モードでCMPn1レジスタは使用しません。CMPn1レジスタを設定しても、8ビット・タイマ・カウンタHnとCMPn1レジスタの一致検出をしないため、タイマ出力に影響しません。

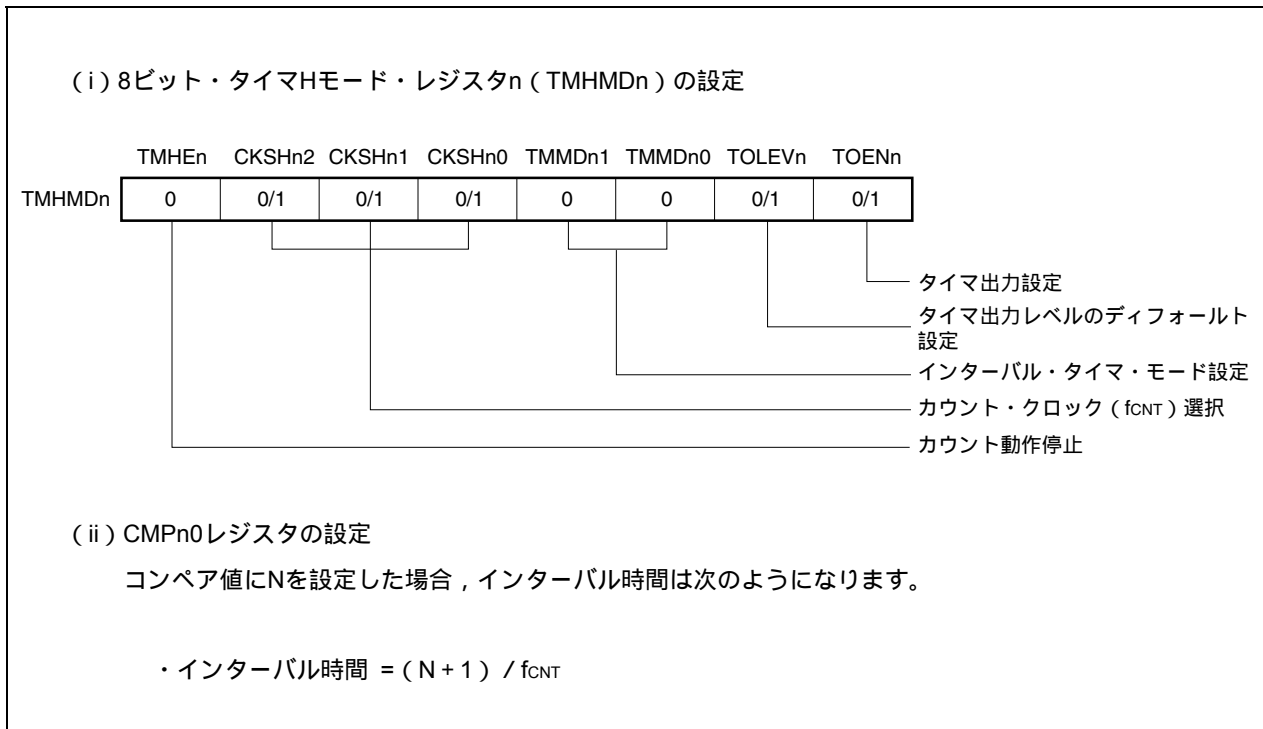
また、TMHMDn.TOENnビットをセット(1)することにより、TOHn端子から任意の周波数の方形波(デューティ = 50%)を出力できます。

- 備考1.** 兼用端子 (TOHn) の設定については、表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合を参照してください。
- 2.** INTTMHn信号の割り込み許可については、第17章 割り込み / 例外処理機能を参照してください。

設定方法

各レジスタの設定を行います。

図9 - 2 インターバル・タイマ・モード時のレジスタの設定



TMHEnビットをセット(1)すると、カウント動作を開始します。

8ビット・タイマ・カウンタHnのカウンタ値とCMPn0レジスタの設定値が一致すると、INTTMHn信号が発生し、8ビット・タイマ・カウンタHnは“00H”にクリアされます。

以後、同一間隔でINTTMHn信号が発生します。カウント動作を停止するときは、TMHEnビットをクリア(0)します。

図9-3 インターバル・タイマ/方形波出力動作のタイミング(1/2)

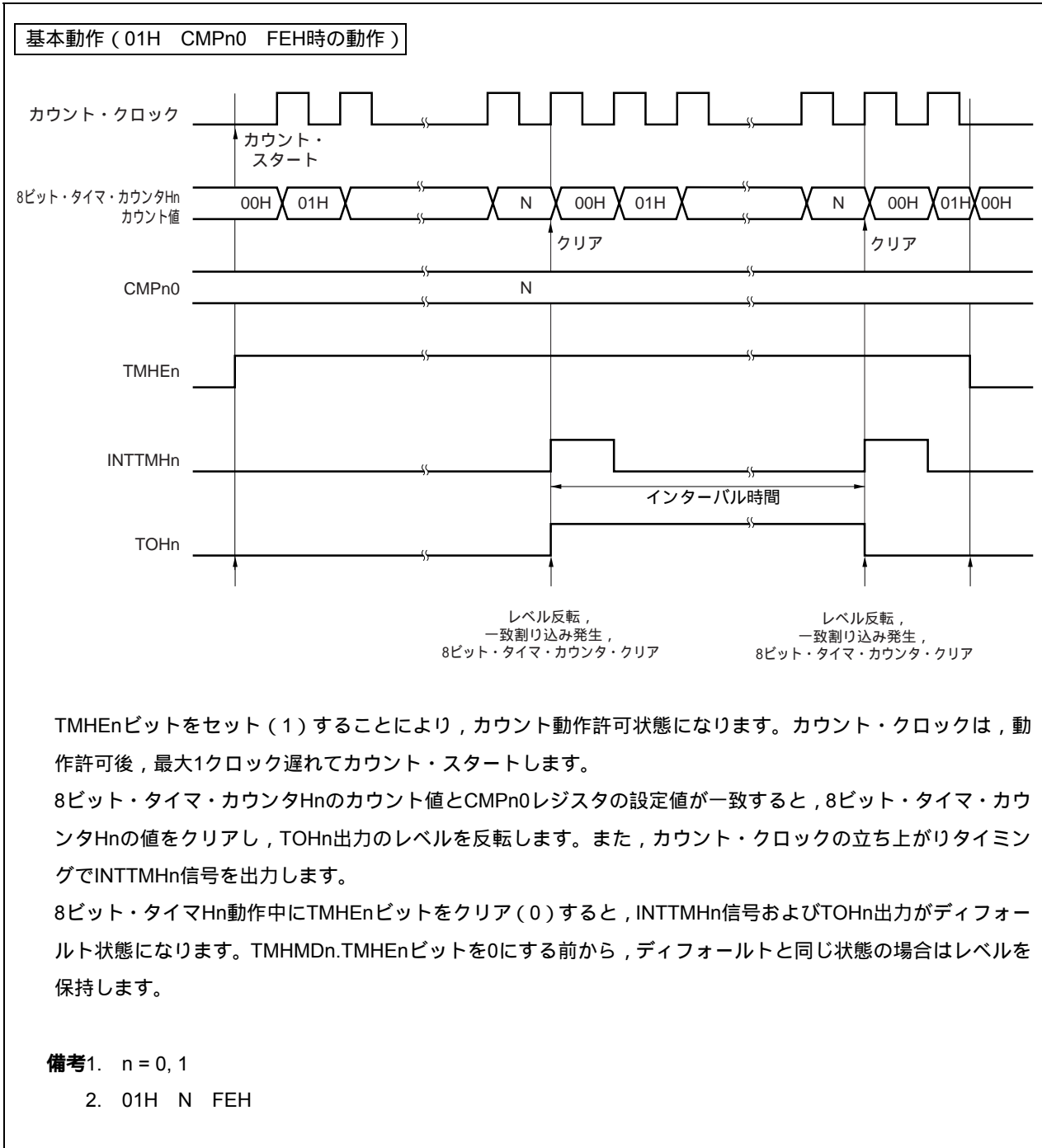
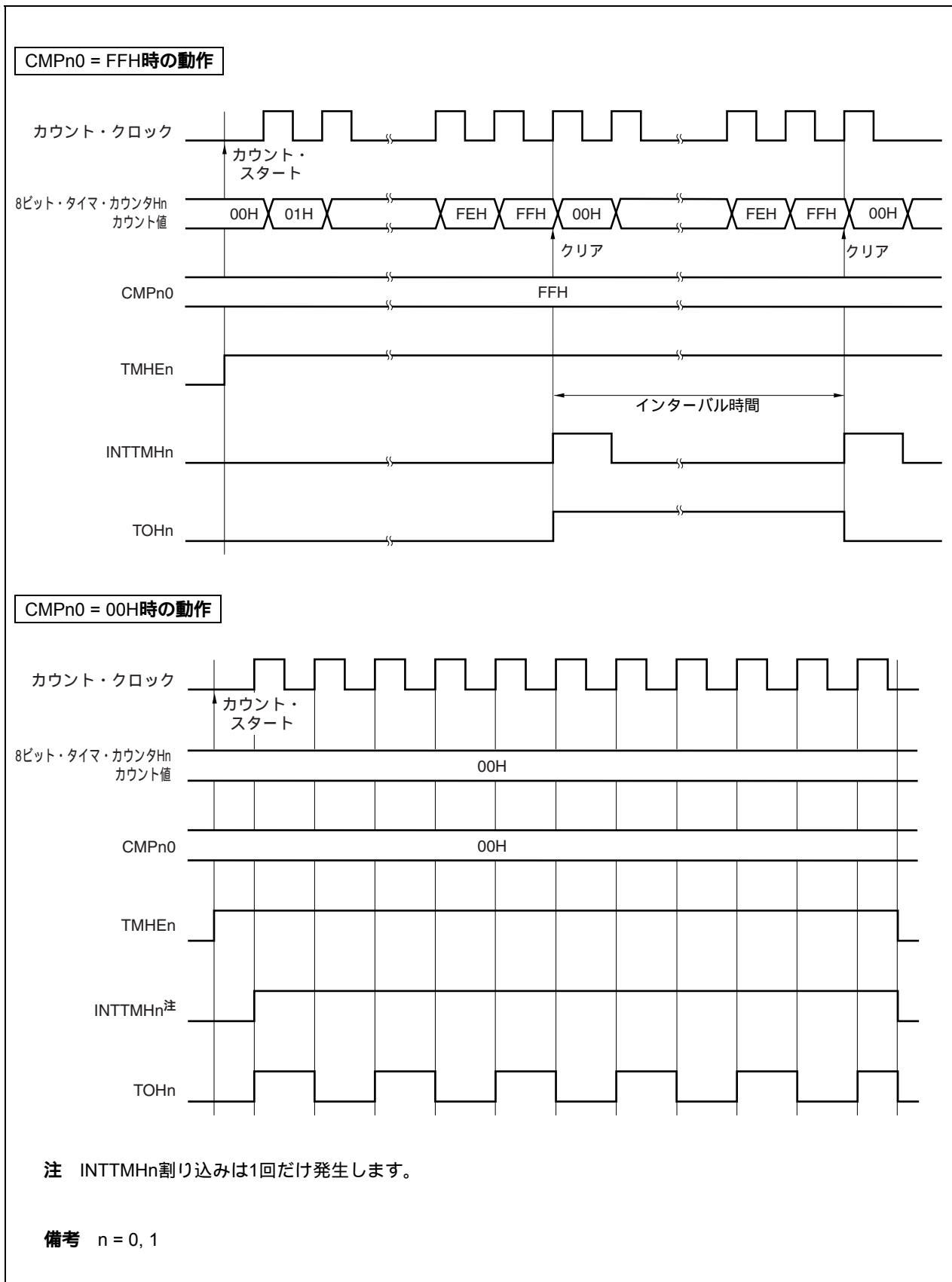


図9-3 インターバル・タイマノ方形波出力動作のタイミング (2/2)



9.4.2 PWM出力モードとしての動作

PWM出力モードでは、任意のデューティおよび周期のパルスを出力できます。

CMPn0レジスタはタイマ出力 (TOHn) の周期を制御します。タイマ動作中のCMPn0レジスタに対する書き換えは禁止です。

CMPn1レジスタはタイマ出力 (TOHn) のデューティを制御するレジスタです。タイマ動作中のCMPn1レジスタに対する書き換えが可能です。

PWM出力モードでの動作は次のようになります。

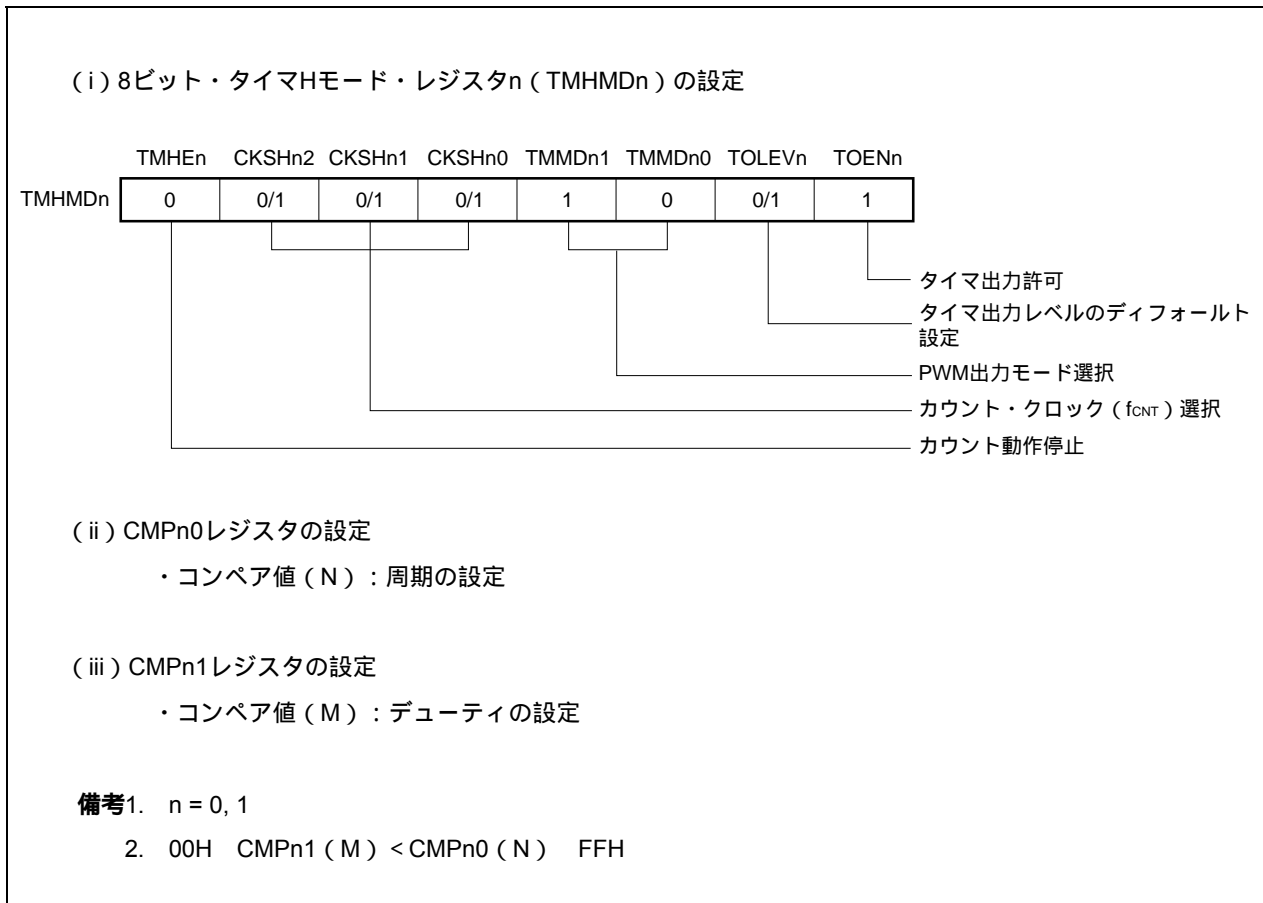
タイマ・カウント・スタート後、8ビット・タイマ・カウンタHnのカウント値とCMPn0レジスタの設定値が一致するとTOHn出力のレベルは反転し、8ビット・タイマ・カウンタHnは“00H”にクリアされます。また、8ビット・タイマ・カウンタHnのカウント値とCMPn1レジスタの設定値が一致するとTOHn出力のレベルは反転します。

- 備考1.** 兼用端子 (TOHn) の設定については、表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合を参照してください。
2. INTTMHn信号の割り込み許可については、第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください。

設定方法

各レジスタの設定を行います。

図9 - 4 PWM出力モード時のレジスタの設定



TMHEnビットをセット(1)すると、カウント動作を開始します。

カウント動作を許可したあと、最初の比較対象コンペア・レジスタはCMPn0レジスタです。8ビット・タイマ・カウンタHnのカウント値とCMPn0レジスタの設定値が一致すると、8ビット・タイマ・カウンタHnはクリアされ、割り込み要求信号(INTTMHn)が発生し、TOHn出力が反転します。同時に、8ビット・タイマ・カウンタHnとの比較対象コンペア・レジスタをCMPn0レジスタからCMPn1レジスタへ切り替えます。

8ビット・タイマ・カウンタHnのカウント値とCMPn1レジスタの設定値が一致すると、TOHn出力が反転し、同時に、8ビット・タイマ・カウンタHnとの比較対象コンペア・レジスタをCMPn1レジスタからCMPn0レジスタへ切り替えます。このとき8ビット・タイマ・カウンタHnはクリアされず、INTTMHn信号も発生しません。

以上 と を繰り返し、任意のデューティのパルスを得ることができます。

カウント動作を停止するときは、TMHEnビットをクリア(0)します。

CMPn0レジスタの設定値を(N)、CMPn1レジスタを(M)、カウント・クロックの周波数を f_{CNT} とすると、PWMパルス出力周期およびデューティは次のとおりになります。

$$\text{PWMパルス出力周期} = (N + 1) / f_{CNT}$$

$$\text{デューティ} = \text{インアクティブ幅} : \text{アクティブ幅} = (M + 1) : (N + 1)$$

- 注意1.** タイマ・カウント動作中に、CMPn1レジスタの設定値を変更することができます。ただし、CMPn1レジスタの値を変更してからレジスタに値が転送されるまでに、動作クロック(TMhMDnレジスタのCKSHn2-CKSHn0ビットで選択された信号)の3クロック分以上かかりません。
2. タイマ・カウント動作停止(TMHEnビット = 0)設定後、タイマ・カウント動作を開始する(TMHEnビット = 1)場合、必ずCMPn1レジスタを設定してください(CMPn1レジスタへの設定値が同値の場合でも、必ず再設定してください)。
 3. CMPn1レジスタの設定値(M)、CMPn0レジスタの設定値(N)は、必ず次の範囲内にしてください。

$$00H \leq \text{CMPn1}(M) < \text{CMPn0}(N) \leq FFH$$

図9 - 5 PWM出力モード動作のタイミング (2/4)

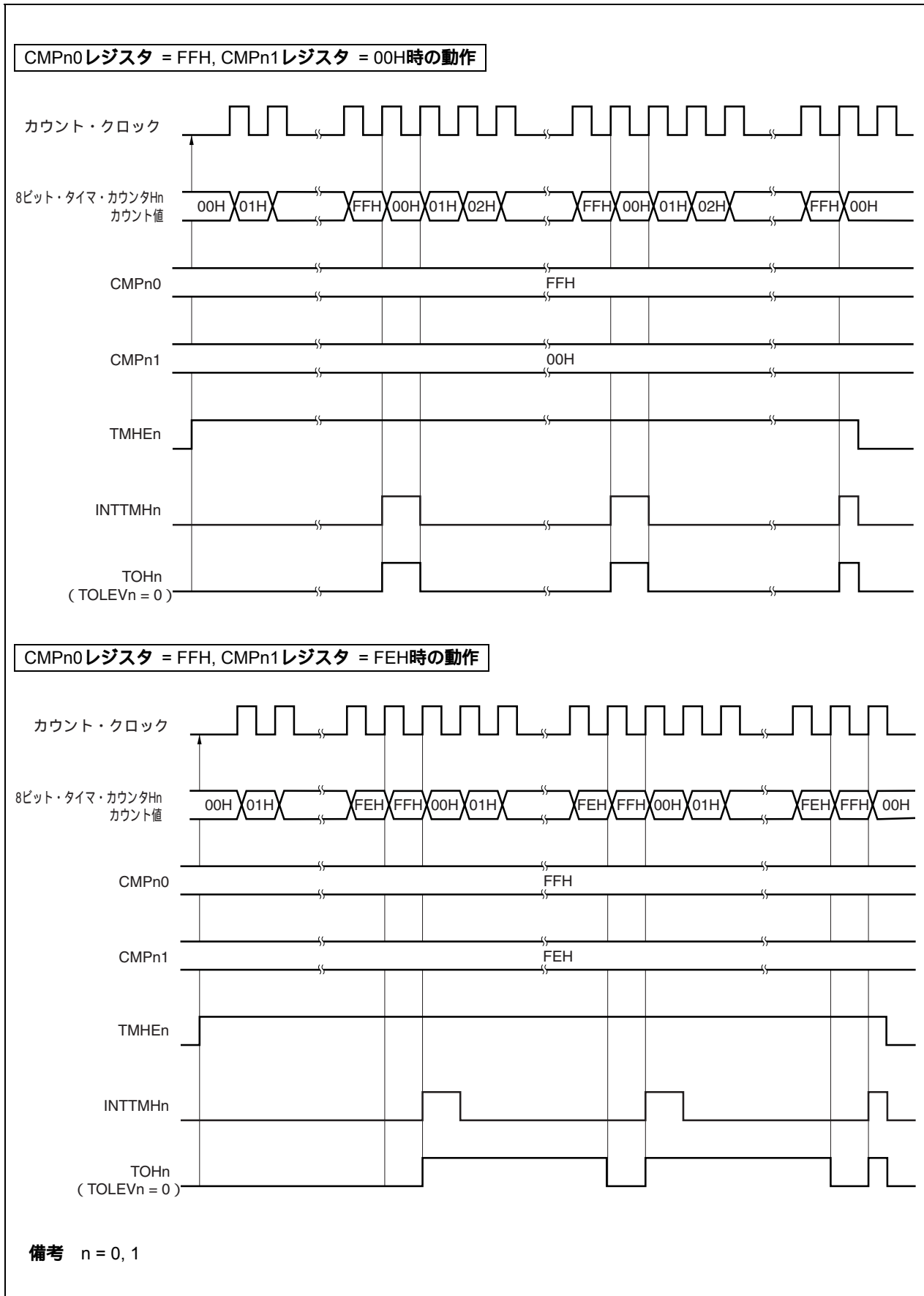


図9 - 5 PWM出力モード動作のタイミング (3/4)

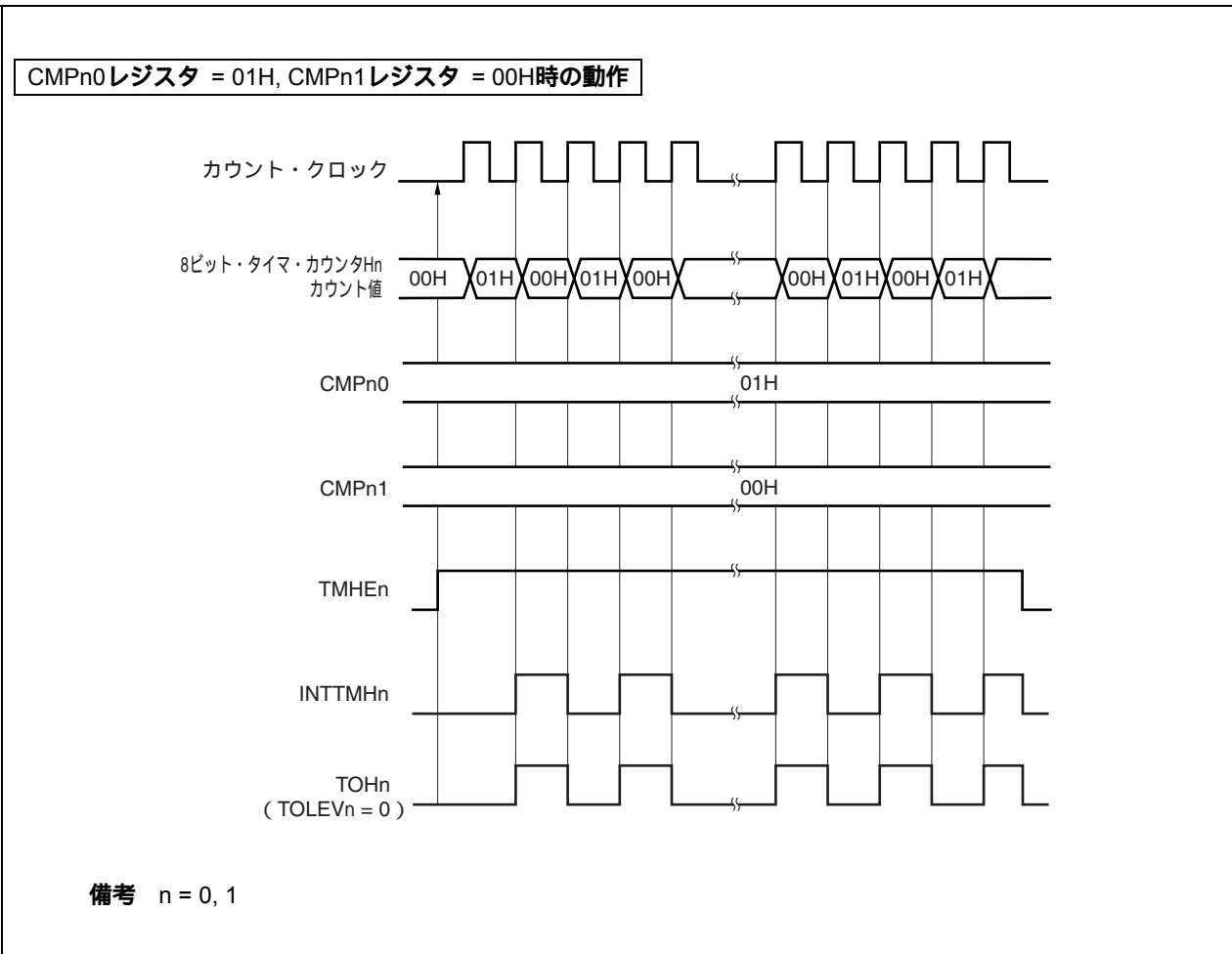
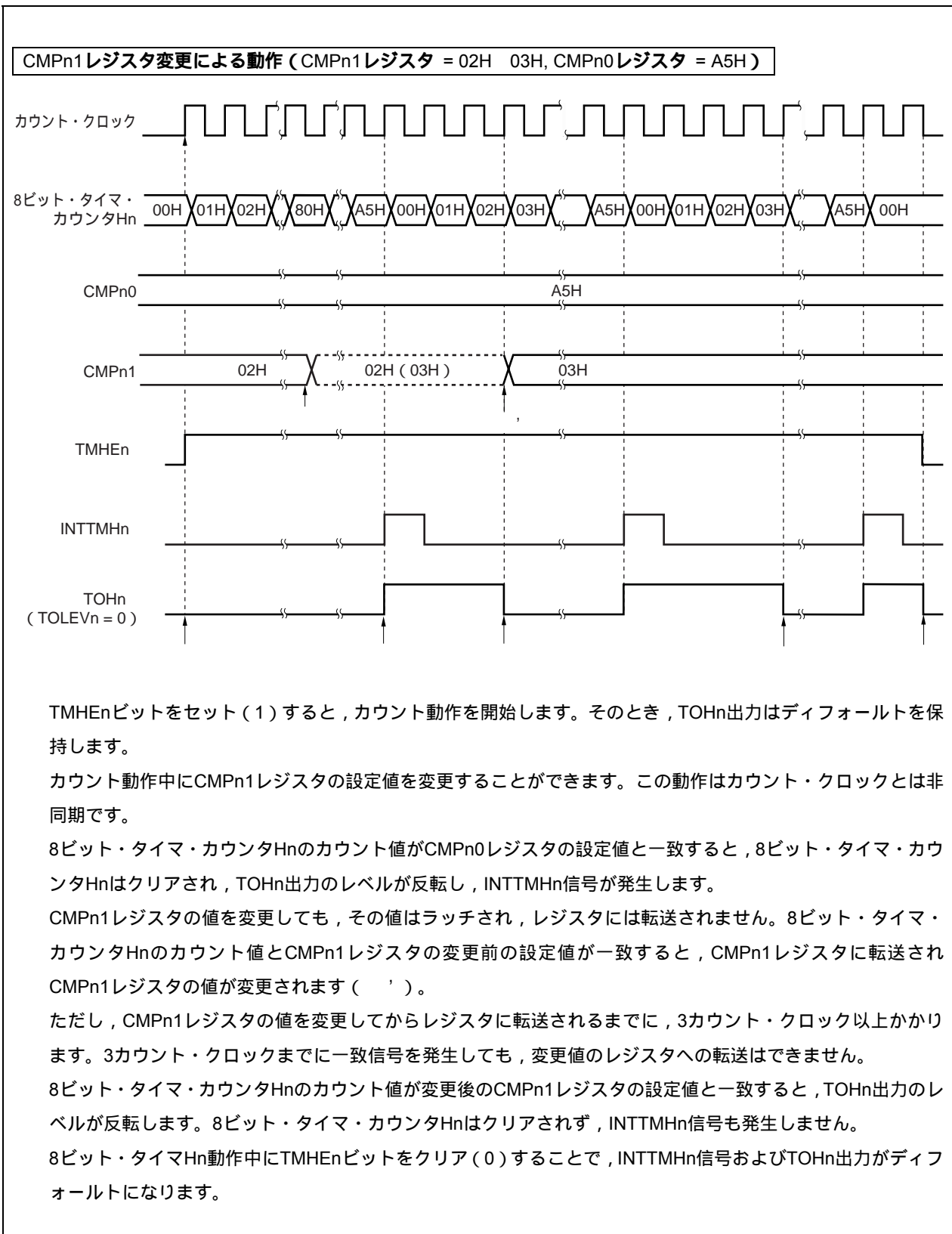


図9 - 5 PWM出力モード動作のタイミング (4/4)



9.4.3 キャリア・ジェネレータ・モードとしての動作

8ビット・タイマHnで生成されるキャリア・クロックは、8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nで設定した周期で出力されます。

キャリア・ジェネレータ・モードでは、8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nで8ビット・タイマHnのキャリア・パルスをもの程度出力するか制御し、TOHn出力からキャリア・パルスを出力します。

- 備考1.** 兼用端子 (TOHn) の設定については、表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合は参照してください。
2. INTTMHn信号の割り込み許可については、第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください。

(1) キャリアの生成

キャリア・ジェネレータ・モードのとき、CMPn0レジスタはキャリア・パルスのロウ・レベル幅の波形を生成し、CMPn1レジスタはキャリア・パルスのハイ・レベル幅の波形を生成します。

8ビット・タイマHn動作中に、CMPn1レジスタを書き換えることはできますが、CMPn0レジスタを書き換えることは禁止です。

(2) キャリアの出力制御

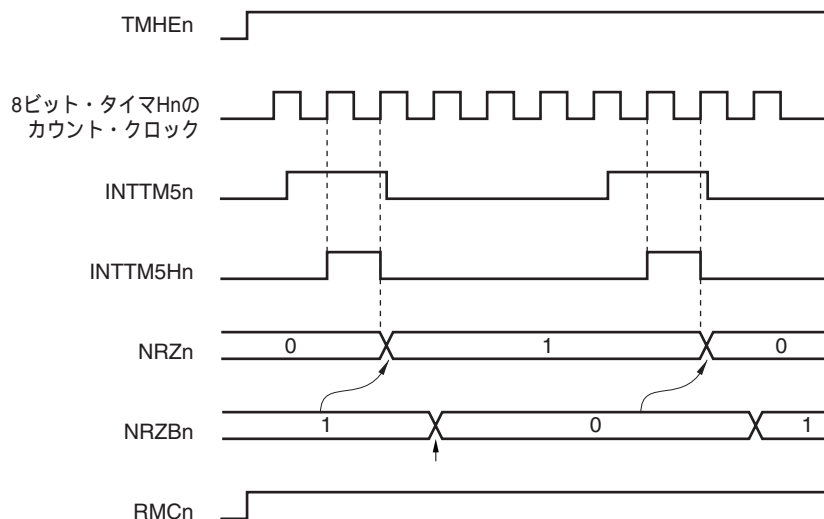
キャリアの出力制御は8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nの割り込み要求信号 (INTTM5n) とTMCYCn.NRZBn, RMCnビットにより行われます。出力の関係を次に示します。

RMCnビット	NRZBnビット	出力
0	0	ロウ・レベル出力
0	1	ハイ・レベル出力
1	0	ロウ・レベル出力
1	1	キャリア・パルス出力

備考 n = 0, 1

キャリア・パルス出力をカウント動作中に制御するために、TMCYCn.NRZn, NRZBnビットは、マスタとスレーブのビット構成になっています。NRZnビットはリードのみですが、NRZBnビットはリード/ライト可能です。INTTM5n信号は8ビット・タイマHnのクロックで同期化され、INTTM5Hn信号として出力されます。INTTM5Hn信号がNRZnビットのデータ転送信号となり、NRZBnビットの値がNRZnビットへ転送されます。NRZBnビットからNRZnビットへの転送タイミングは、次のとおりです。

図9 - 6 転送タイミング



INTTM5n信号は8ビット・タイマHnのカウンタ・クロックで同期化され、INTTM5Hn信号として出力されます。

INTTM5Hn信号の立ち上がりから2クロック目で、NRZBnビットの値がNRZnビットに転送されます。

INTTM5Hn割り込みにより起動された割り込み処理プログラミングの中で、または割り込み要求フラグをポーリングしてタイミングを確認後に、NRZBnビットに次の値を書き込みます。またCR5nレジスタに次の時間をカウントするためのデータを書き込みます。

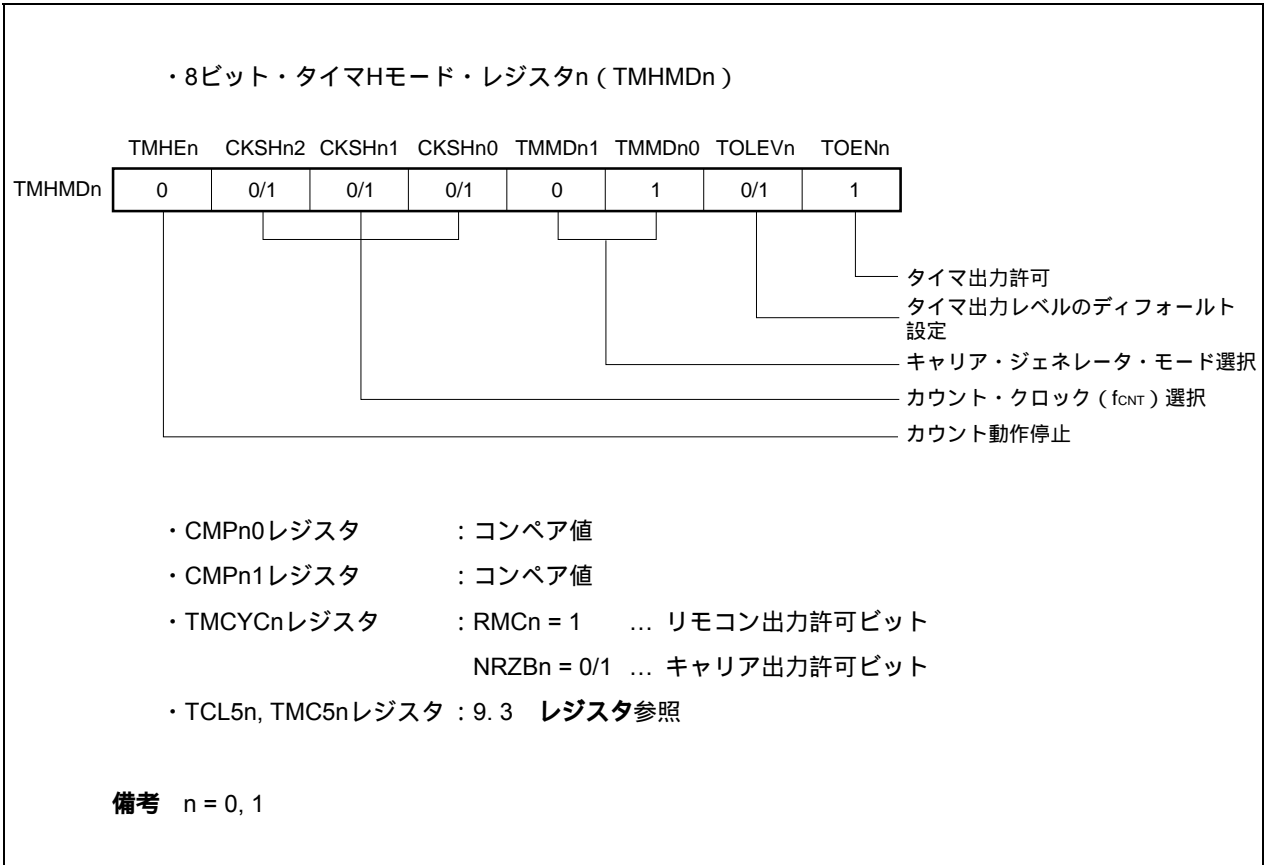
- 注意1.** NRZBnビットの値を書き換えてから2クロック目までに、再びNRZBnビットの値を書き換えしないでください。書き換えた場合のNRZBnビットからNRZnビットへの転送動作の保証はできません。
- 2.** 8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nをキャリア・ジェネレータ・モードで使用する場合、このタイミングで割り込みが発生します。8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nをキャリア・ジェネレータ・モード以外で使用する場合は、割り込み発生タイミングが異なります。

備考 n = 0, 1

設定方法

各レジスタの設定を行います。

図9-7 キャリア・ジェネレータ・モード時のレジスタの設定



TMHEnビットをセット(1)すると、8ビット・タイマHnのカウント動作を開始します。

TMC5n.TCE5nビットをセット(1)すると、8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nのカウント動作を開始します。

カウント動作を許可したあと、最初の比較対象コンペア・レジスタはCMPn0レジスタです。8ビット・タイマ・カウンタHnのカウント値とCMPn0レジスタの設定値が一致すると、INTTMHn信号が発生し、8ビット・タイマ・カウンタHnはクリアされます。同時に、8ビット・タイマ・カウンタHnとの比較対象コンペア・レジスタはCMPn0レジスタからCMPn1レジスタへ切り替わりません。

8ビット・タイマ・カウンタHnのカウント値とCMPn1レジスタの設定値が一致すると、INTTMHn信号が発生し、8ビット・タイマ・カウンタHnはクリアされます。同時に、8ビット・タイマ・カウンタHnとの比較対象コンペア・レジスタはCMPn1レジスタからCMPn0レジスタへ切り替わりません。

以上 と の繰り返しによって、キャリア・クロックが生成されます。

INTTM5n信号が8ビット・タイマHnで同期され、INTTM5Hn信号として出力されます。その信号がNRZBnビットのデータ転送信号となり、NRZBnビットの値がNRZnビットへ転送されます。

INTTM5Hn割り込みにより起動された割り込み処理プログラミングの中で、または割り込み要求フラグをポーリングしてタイミングを確認後に、NRZBnビットに次の値を書き込みます。またCR5nレジスタに次の時間をカウントするためのデータを書き込みます。

NRZnビットがハイ・レベルのとき、キャリア・クロックがTOHn端子より出力されます。

以上を繰り返し、任意のキャリア・クロックを得ることができます。カウント動作を停止するときはTMHEnビットをクリア(0)します。

CMPn0レジスタの設定値を(N)、CMPn1レジスタの設定値を(M)、カウント・クロックの周波数を f_{CNT} とすると、キャリア・クロック出力周期およびデューティは次のとおりになります。

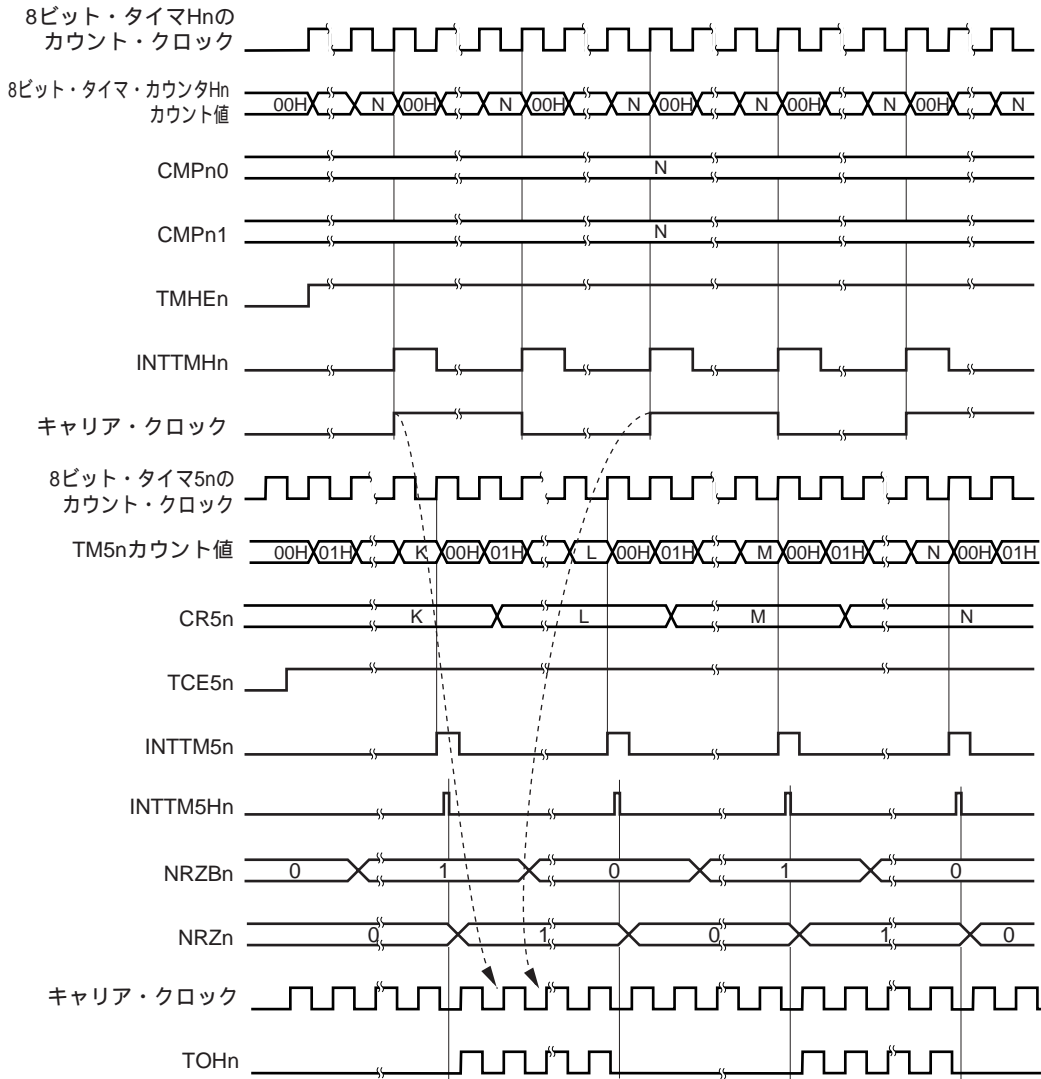
$$\text{キャリア・クロック出力周期} = (N + M + 2) / f_{CNT}$$

$$\text{デューティ} = \text{ハイ・レベル幅} : \text{キャリア・クロック出力幅} = (M + 1) : (N + M + 2)$$

- 注意1.** タイマ・カウント動作停止(TMHEnビット = 0)設定後、タイマ・カウント動作を開始する(TMHEnビット = 1)場合、必ずCMPn1レジスタを設定してください(CMPn1レジスタへの設定値が同値の場合でも、必ず再設定してください)。
2. CMPn0, CMPn1レジスタの値は、01H-FFHの範囲で設定してください。
 3. キャリア・ジェネレータ・モード時は、CMPn1レジスタを書き換えてから、実際にレジスタに転送するのに動作クロック(TMHMDn.CKSHn2-CKSHn0ビットで選択された信号)の3クロック分を必要とします。
 4. TMCYCn.RMCnビットの設定はカウント動作開始前に必ず設定してください。
 5. キャリア・ジェネレータ・モードを使用する場合、8ビット・タイマHnのカウント・クロック周波数を8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nのカウント・クロック周波数の6倍以上になるように設定してください。

図9 - 8 キャリア・ジェネレータ・モード (1/3)

CMPn0レジスタ = N , CMPn1レジスタ = Nに設定したときの動作



TMHEnビット = 0およびTCE5nビット = 0のとき、8ビット・タイマHnの動作は停止状態です。TMHEnビットをセット(1)すると、8ビット・タイマHnはカウンタ動作を開始します。そのときキャリア・クロックはデフォルトを保持します。

8ビット・タイマ・カウンタHnのカウント値がCMPn0レジスタの設定値と一致したときに、最初のINTTMHn信号を発生し、キャリア・クロック信号を反転し、8ビット・タイマ・カウンタHnとの比較対象コンペア・レジスタはCMPn0レジスタからCMPn1レジスタに切り替わります。8ビット・タイマ・カウンタHnは00Hにクリアされます。

8ビット・タイマ・カウンタHnのカウント値がCMPn1レジスタの設定値と一致したときに、INTTMHn信号を発生し、キャリア・クロック信号を反転し、8ビット・タイマ・カウンタHnとの比較対象コンペア・レジスタはCMPn1レジスタからCMPn0レジスタに切り替わります。8ビット・タイマ・カウンタHnは00Hにクリアされます。とを繰り返し、デューティ50%固定のキャリア・クロックを生成します。

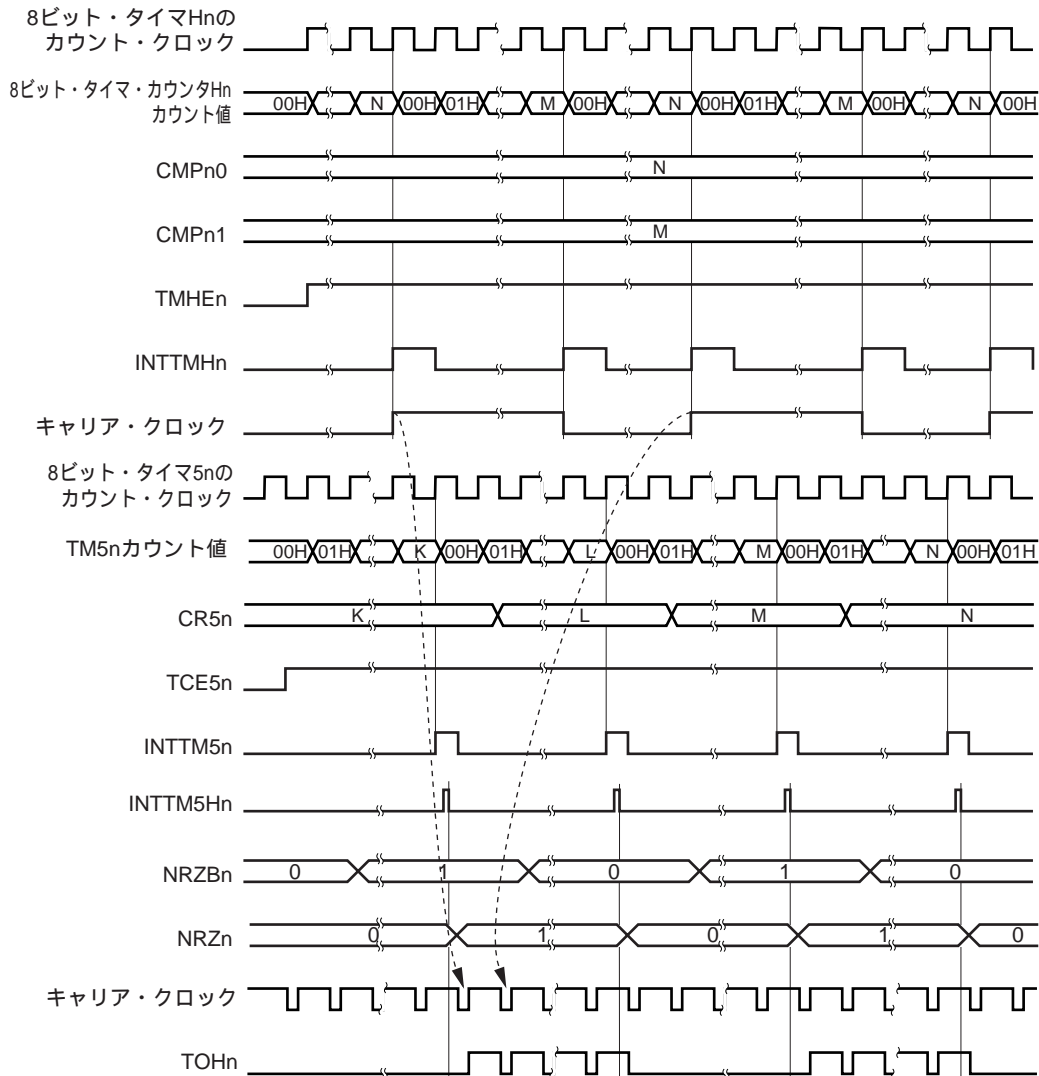
INTTM5n信号は8ビット・タイマHnで同期化され、INTTM5Hn信号として出力します。

INTTM5Hn信号がNRZBnビットのデータ転送信号となり、NRZBnビットの値がNRZnビットへ転送されます。NRZnビット = 0により、TOHn出力はロウ・レベルになります。

備考 n = 0, 1

図9 - 8 キャリア・ジェネレータ・モード (2/3)

CMPn0レジスタ = N, CMPn1レジスタ = Mに設定したときの動作



TMHEnビット = 0およびTCE5nビット = 0のとき、8ビット・タイマHnの動作は停止状態です。TMHEnビットをセット (1) すると、8ビット・タイマHnはカウント動作を開始します。そのときキャリア・クロックはデフォルトを保持します。

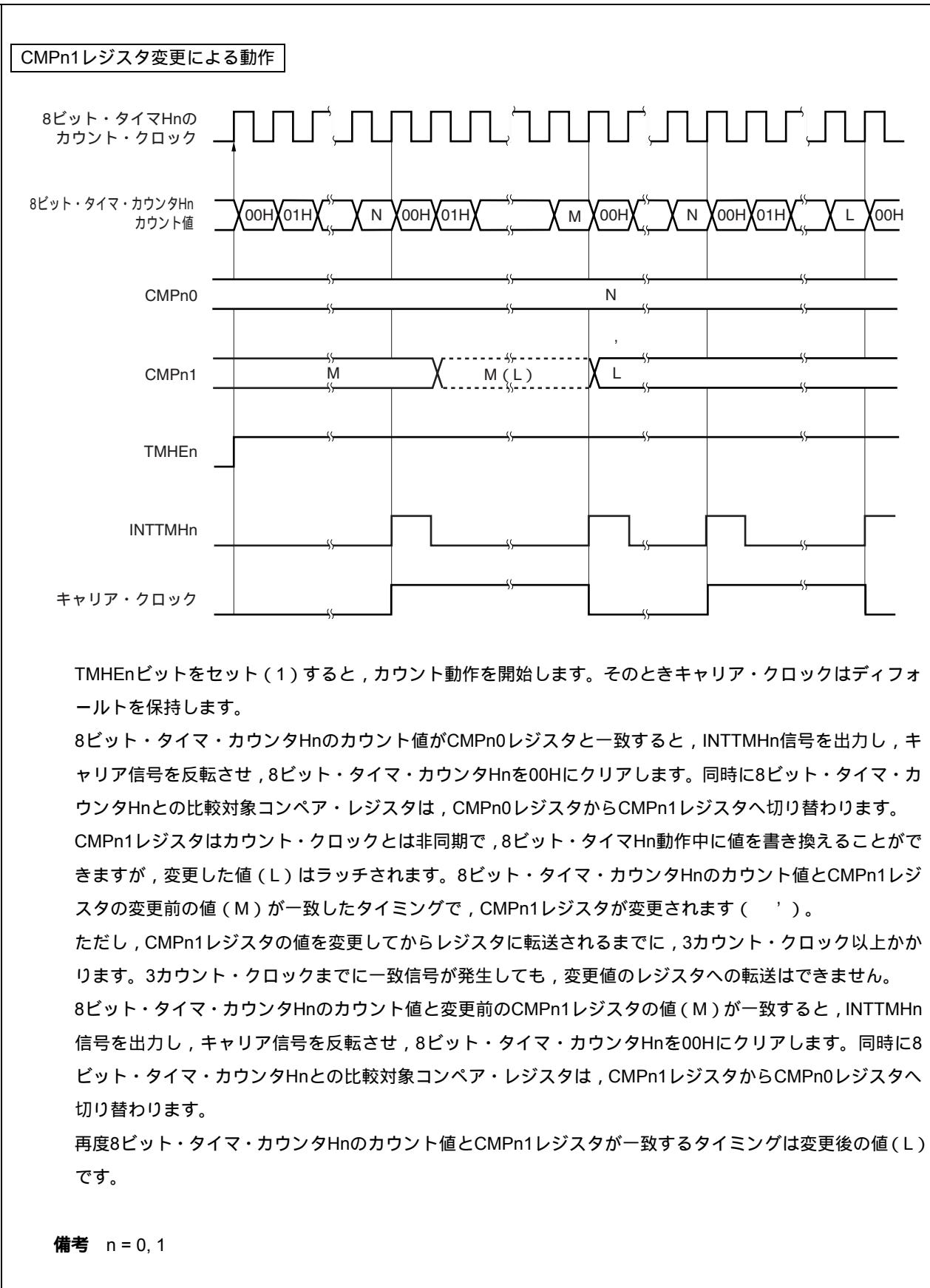
8ビット・タイマ・カウンタHnのカウント値がCMPn0レジスタの設定値と一致したときに、最初のINTTMHn信号を発生し、キャリア・クロック信号を反転し、8ビット・タイマ・カウンタHnとの比較対象コンペア・レジスタはCMPn0レジスタからCMPn1レジスタに切り替わります。8ビット・タイマ・カウンタHnは00Hにクリアされます。

8ビット・タイマ・カウンタHnのカウント値がCMPn1レジスタの設定値と一致したときに、INTTMHn信号を発生し、キャリア・クロック信号を反転し、8ビット・タイマ・カウンタHnとの比較対象コンペア・レジスタはCMPn1レジスタからCMPn0レジスタに切り替わります。8ビット・タイマ・カウンタHnは00Hにクリアされます。とを繰り返すことで、デューティ固定 (50 %以外) のキャリア・クロックを生成します。

INTTM5n信号を発生します。その信号は8ビット・タイマHnで同期化され、INTTM5Hn信号として出力します。NRZnビット = 1により、最初のキャリア・クロックの立ち上がりから、キャリアを出力します。NRZnビット = 0により、キャリア・クロックのハイ・レベル期間は、TOHn出力もハイ・レベルを保持しロウ・レベルに変化しません (、よりキャリア波形のハイ・レベル幅が保証できます)。

備考 n = 0, 1

図9 - 8 キャリア・ジェネレータ・モード (3/3)



第10章 インターバル・タイマ，時計タイマ

V850ES/KE2は、インターバル・タイマBRGと時計タイマを内蔵しています。インターバル・タイマBRGは、時計タイマのソース・クロックとしても使用できます。時計タイマは、インターバル・タイマWTとしても使用できます。

同時に、インターバル・タイマを2チャンネルと時計タイマを1チャンネル使用することもできます。

10.1 インターバル・タイマBRG

10.1.1 機能

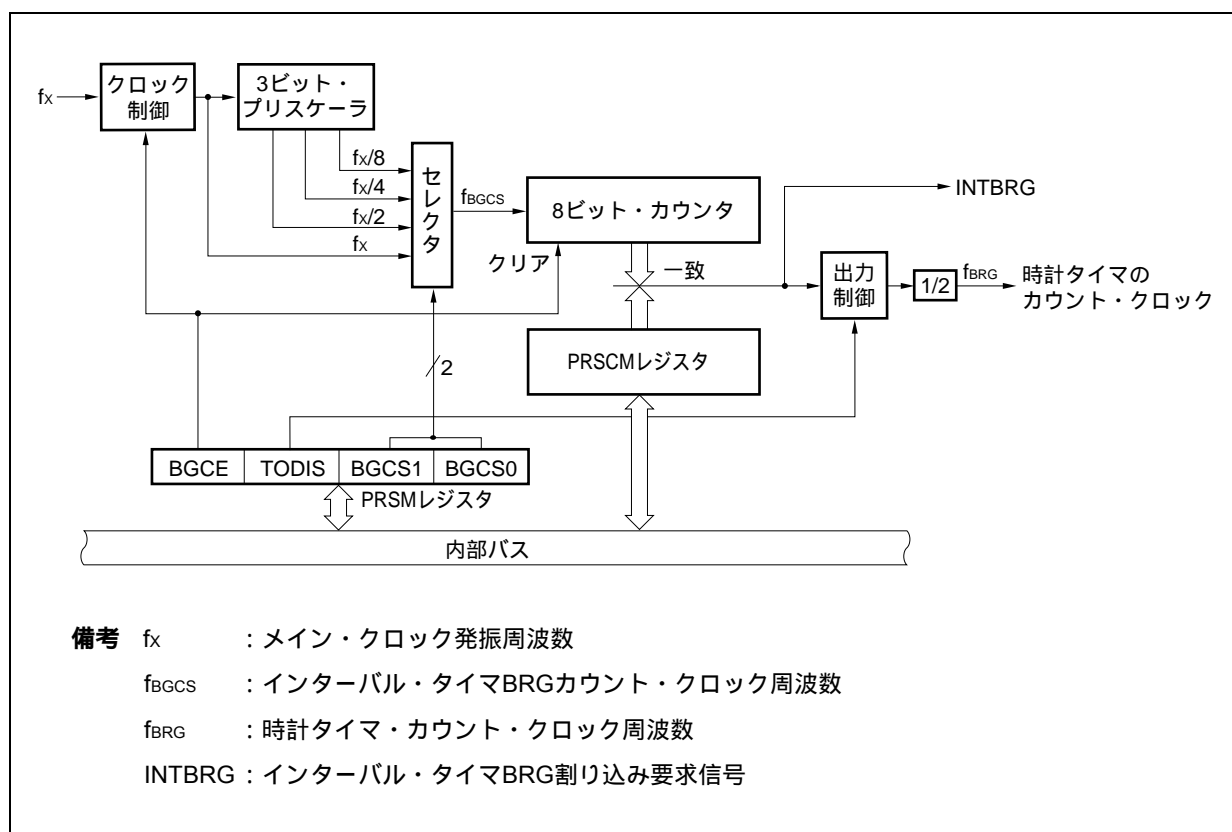
インターバル・タイマBRGには、次のような機能があります。

- ・インターバル・タイマBRG : 一定時間ごとに割り込み要求信号 (INTBRG) が発生します。
- ・時計タイマのカウント・クロック生成: 時計タイマのカウント・クロックとしてメイン・クロックを使用する場合、カウント・クロック (f_{BRG}) を生成します。

10.1.2 構成

次にインターバル・タイマBRGのブロック図を示します。

図10 - 1 インターバル・タイマBRGのブロック図



(1) クロック制御

インターバル・タイマBRGの動作クロック (f_x) の供給 / 停止を制御します。

(2) 3 ビット・プリスケアラ

f_x を分周して, $f_x/2$, $f_x/4$, $f_x/8$ を生成します。

(3) セレクタ

f_x , $f_x/2$, $f_x/4$, $f_x/8$ から, インターバル・タイマBRGのカウンタ・クロック (f_{BGCS}) を選択します。

(4) 8 ビット・カウンタ

カウンタ・クロック (f_{BGCS}) をカウントする8ビットのカウンタです。

(5) 出力制御

時計タイマのカウンタ・クロック (f_{BRG}) 供給を制御します。

(6) PRSCM レジスタ

インターバル時間を設定する8ビットのコンペア・レジスタです。

(7) PRSM レジスタ

インターバル・タイマBRGの動作, セレクタ, 時計タイマへのクロック供給を制御するレジスタです。

10.1.3 レジスタ

インターバル・タイマBRGには, 次のレジスタがあります。

(1) インターバル・タイマ BRG モード・レジスタ (PRSM)

インターバル・タイマBRGの動作, カウント・クロックの選択, 時計タイマへのクロック供給を制御します。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時: 00H R/W アドレス: FFFFF8B0H

	7	6	5	④	3	2	1	0
PRSM	0	0	0	BGCE	0	TODIS	BGCS1	BGCS0

BGCE	インターバル・タイマの動作制御
0	動作停止, 8ビット・カウンタを01Hにクリア
1	動作

TODIS	時計用タイマへのクロック供給の制御
0	時計用タイマにクロックを供給する
1	時計用タイマにクロックを供給しない

BGCS1	BGCS0	入力クロックの選択 (f _{BGCS}) 注			
			10 MHz	5 MHz	4 MHz
0	0	fx	100 ns	200 ns	250 ns
0	1	fx/2	200 ns	400 ns	500 ns
1	0	fx/4	400 ns	800 ns	1 μs
1	1	fx/8	800 ns	1.6 μs	2 μs

注 次の条件を満たすように設定してください。

V_{DD} = 4.0 ~ 5.5 V : f_{BGCS} 10 MHz

V_{DD} = 2.7 ~ 4.0 V : f_{BGCS} 5 MHz

注意1. インターバル・タイマBRG動作中 (BGCEビット = 1) に, TODIS, BGCS1, BGCS0 ビットの値を変更しないでください。TODIS, BGCS1, BGCS0 ビットの設定は, BGCE ビットをセット (1) する前に行ってください。

2. BGCE ビットをクリア (0) することにより, 8ビット・カウンタはクリアされます。

(2) インターバル・タイマ BRG コンペア・レジスタ (PRSCM)

8ビットのコンペア・レジスタです。

8ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFF8B1H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PRSCM	PRSCM7	PRSCM6	PRSCM5	PRSCM4	PRSCM3	PRSCM2	PRSCM1	PRSCM0

注意 インターバル・タイマBRG動作中 (PRSM.BGCEビット = 1) に ,
PRSCMレジスタを書き換えしないでください。PRSCMレジスタの設定
は , BGCEビットをセット (1) する前に行ってください。

10.1.4 動作

(1) インターバル・タイマ BRG の動作

PRSM.BGCS1, BGCS0ビットでカウント・クロックを, PRSCMレジスタで8ビットのコンペア値を設定してください。

PRSM.BGCEビットをセット(1)すると, インターバル・タイマBRGは動作を開始します。

8ビット・カウンタのカウント値とPRSCMレジスタの設定値が一致するごとに, 割り込み要求信号(INTBRG)が発生します。同時に, 8ビット・カウンタは01Hにクリアされ, カウントを継続します。

インターバル時間は, 次の式で求められます。

$$\text{インターバル時間} = 2^m \times N / f_x$$

備考 m : 分周値 (BGCS1, BGCS0ビット設定値) = 0-3

N : PRSCMレジスタ設定値[※] = 1-256 (PRSCMレジスタ設定値 = 00Hの場合, N = 256)

f_x : メイン・クロック発振周波数

注 PRSCMレジスタ = 01HのときINTBRG割り込みは1回だけ発生します。

(2) 時計タイマへのカウント・クロック供給

PRSM.BGCS1, BGCS0ビットでカウント・クロックを, PRSCMレジスタで8ビットのコンペア値を設定し, 時計タイマのカウント・クロック周波数(f_{BRG})が32.768 kHzになるようにしてください。同時にPRSM.TODISビットをクリア(0)してください。

PRSM.BGCEビットをセット(1)すると, 時計タイマにf_{BRG}を供給します。

f_{BRG}は, 次の式で求められます。

$$f_{BRG} = f_x / (2^{m+1} \times N)$$

f_{BRG}を32.768 kHzにするには, 次のように計算してBGCS1, BGCS0ビット, PRSCMレジスタを設定してください。

N = f_x/65,536 (小数点第一位を四捨五入)とし, m = 0としてください。

Nが偶数のとき, N = N/2とし, m = m + 1としてください。

Nが奇数になるか, またはm = 3になるまで, を繰り返します。

NをPRSCMレジスタに, mをBGCS1, BGCS0ビットに設定してください。

例: f_x = 4.00 MHzの場合

N = 4,000,000/65,536 = 61 (小数点第一位を四捨五入), m = 0

, Nは奇数なので, N = 61, m = 0のまま

PRSCMレジスタ設定値: 3DH (61), BGCS1, BGCS0ビット設定値: 00

備考 m : 分周値 (BGCS1, BGCS0ビット設定値) = 0-3

N : PRSCMレジスタ設定値 = 1-256 (PRSCMレジスタ設定値 = 00Hの場合, N = 256)

f_x : メイン・クロック発振周波数

10.2 時計タイマ

10.2.1 機能

時計タイマには, 次のような機能があります。

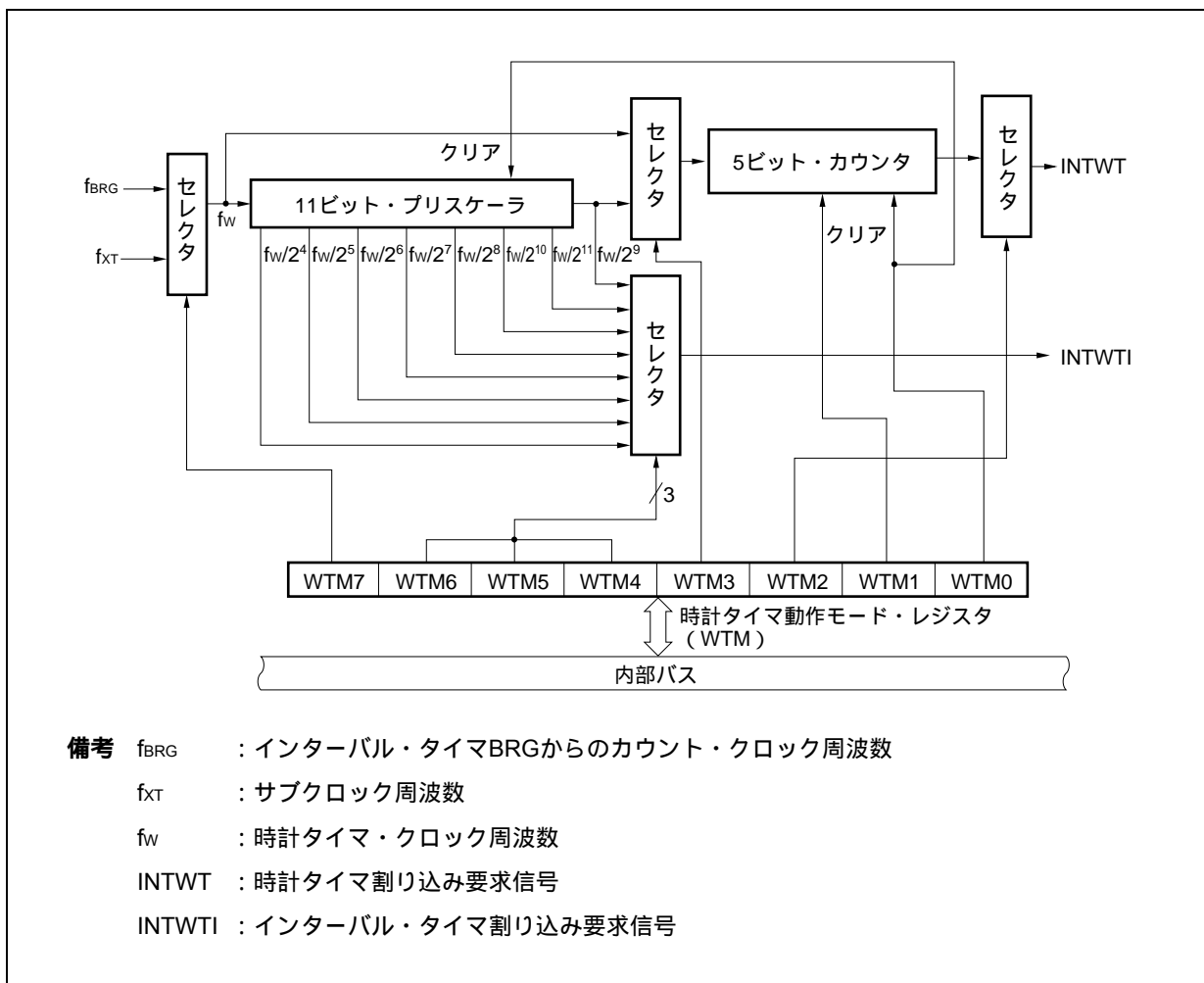
- ・時計タイマ : メイン・クロックまたはサブクロックを使用することで, 0.5秒または0.25秒の時間間隔で割り込み要求信号 (INTWT) を発生します。
- ・インターバル・タイマ : あらかじめ設定した時間間隔で, 割り込み要求信号 (INTWTI) を発生します。

時計タイマとインターバル・タイマは, 同時に使用できます。

10.2.2 構成

次に時計タイマのブロック図を示します。

図10-2 時計タイマのブロック図



(1) 11ビット・プリスケアラ

f_w を分周して, $f_w/2^4$ - $f_w/2^{11}$ のクロックを生成します。

(2) 5ビット・カウンタ

f_w または $f_w/2^9$ をカウントして, $2^4/f_w$, $2^5/f_w$, $2^{13}/f_w$ または $2^{14}/f_w$ ごとに時計タイマ割り込み要求信号 (INTWT) を発生します。

(3) セレクタ

時計タイマには, 次の4つのセレクタがあります。

- ・時計タイマのクロックとして, メイン・クロック (インターバル・タイマBRGからのクロック (f_{BRG}) かサブクロック (f_{XT})) を選択します。
- ・5ビット・カウンタのカウント・クロック周波数として, f_w か $f_w/2^9$ を選択します。
- ・INTWT信号発生時間間隔として, $2^4/f_w$ または $2^{13}/f_w$ か, $2^5/f_w$ または $2^{14}/f_w$ を選択します。
- ・インターバル・タイマWT割り込み要求信号 (INTWTI) 発生時間間隔として, $2^4/f_w$ - $2^{11}/f_w$ から選択します。

(4) 8ビット・カウンタ

カウント・クロック (f_{BGS}) をカウントする8ビットのカウンタです。

(5) WTMレジスタ

時計タイマ/インターバル・タイマWTの動作制御や割り込み要求信号発生間隔を設定する8ビットのレジスタです。

10.2.3 レジスタ

時計タイマには, 次のレジスタがあります。

(1) 時計タイマ動作モード・レジスタ (WTM)

時計タイマのカウント・クロックおよび動作の許可/禁止, 11ビット・プリスケーラのインターバル時間, 5ビット・カウンタの動作制御および時計タイマ割り込み要求信号 (INTWT) 発生時間を設定するレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFF680H

	7	6	5	4	3	2	①	②
WTM	WTM7	WTM6	WTM5	WTM4	WTM3	WTM2	WTM1	WTM0

WTM7	WTM6	WTM5	WTM4	インターバル・タイマ割り込み (INTWTI) 時間の選択
0	0	0	0	$2^4/f_w$ (488 μ s : $f_w = f_{XT}$)
0	0	0	1	$2^5/f_w$ (977 μ s : $f_w = f_{XT}$)
0	0	1	0	$2^6/f_w$ (1.95 ms : $f_w = f_{XT}$)
0	0	1	1	$2^7/f_w$ (3.91 ms : $f_w = f_{XT}$)
0	1	0	0	$2^8/f_w$ (7.81 ms : $f_w = f_{XT}$)
0	1	0	1	$2^9/f_w$ (15.6 ms : $f_w = f_{XT}$)
0	1	1	0	$2^{10}/f_w$ (31.3 ms : $f_w = f_{XT}$)
0	1	1	1	$2^{11}/f_w$ (62.5 ms : $f_w = f_{XT}$)
1	0	0	0	$2^4/f_w$ (488 μ s : $f_w = f_{BRG}$)
1	0	0	1	$2^5/f_w$ (977 μ s : $f_w = f_{BRG}$)
1	0	1	0	$2^6/f_w$ (1.95 ms : $f_w = f_{BRG}$)
1	0	1	1	$2^7/f_w$ (3.91 ms : $f_w = f_{BRG}$)
1	1	0	0	$2^8/f_w$ (7.81 ms : $f_w = f_{BRG}$)
1	1	0	1	$2^9/f_w$ (15.6 ms : $f_w = f_{BRG}$)
1	1	1	0	$2^{10}/f_w$ (31.3 ms : $f_w = f_{BRG}$)
1	1	1	1	$2^{11}/f_w$ (62.5 ms : $f_w = f_{BRG}$)

WTM7	WTM3	WTM2	時計タイマ割り込み (INTWT) 時間の選択
0	0	0	$2^{14}/f_w$ (0.5 s : $f_w = f_{XT}$)
0	0	1	$2^{13}/f_w$ (0.25 s : $f_w = f_{XT}$)
0	1	0	$2^5/f_w$ (977 μ s : $f_w = f_{XT}$)
0	1	1	$2^4/f_w$ (488 μ s : $f_w = f_{XT}$)
1	0	0	$2^{14}/f_w$ (0.5 s : $f_w = f_{BRG}$)
1	0	1	$2^{13}/f_w$ (0.25 s : $f_w = f_{BRG}$)
1	1	0	$2^5/f_w$ (977 μ s : $f_w = f_{BRG}$)
1	1	1	$2^4/f_w$ (488 μ s : $f_w = f_{BRG}$)

WTM1	5ビット・カウンタの動作制御
0	動作停止後クリア
1	スタート

WTM0	時計用タイマの動作許可
0	動作停止 (プリスケアラ, 5ビット・カウンタともにクリア)
1	動作許可

注意 WTM2-WTM7ビットを書き換える場合は, WTM0, WTM1ビットがともに0の状態で行ってください。

- 備考1. f_w : 時計タイマ・クロック周波数
 2. () 内は, $f_w = 32.768$ kHz動作時

10.2.4 動作

(1) 時計タイマとしての動作

時計タイマは、一定の時間間隔ごとに割り込み要求を発生します。

サブクロック (32.768 kHz) を使用すると、0.25秒または0.5秒の時間間隔の時計タイマとして動作します。

WTM.WTM0, WTM1ビットに11を設定するとカウント動作がスタートします。00を設定すると11ビット・プリスケアラと5ビット・カウンタがクリアされ、カウント動作が停止します。

時計タイマをインターバル・タイマWTと同時に動作させているとき、WTM1ビットを0にすることにより5ビット・カウンタをクリアし、時刻合わせができます。このとき、インターバル・タイマWTには影響はありませんが、時計タイマは最大で15.6 msの誤差が発生することがあります。

(2) インターバル・タイマとしての動作

あらかじめ設定したカウント値をインターバルとし、繰り返し割り込み要求信号 (INTWTI) を発生するインターバル・タイマとして動作します。

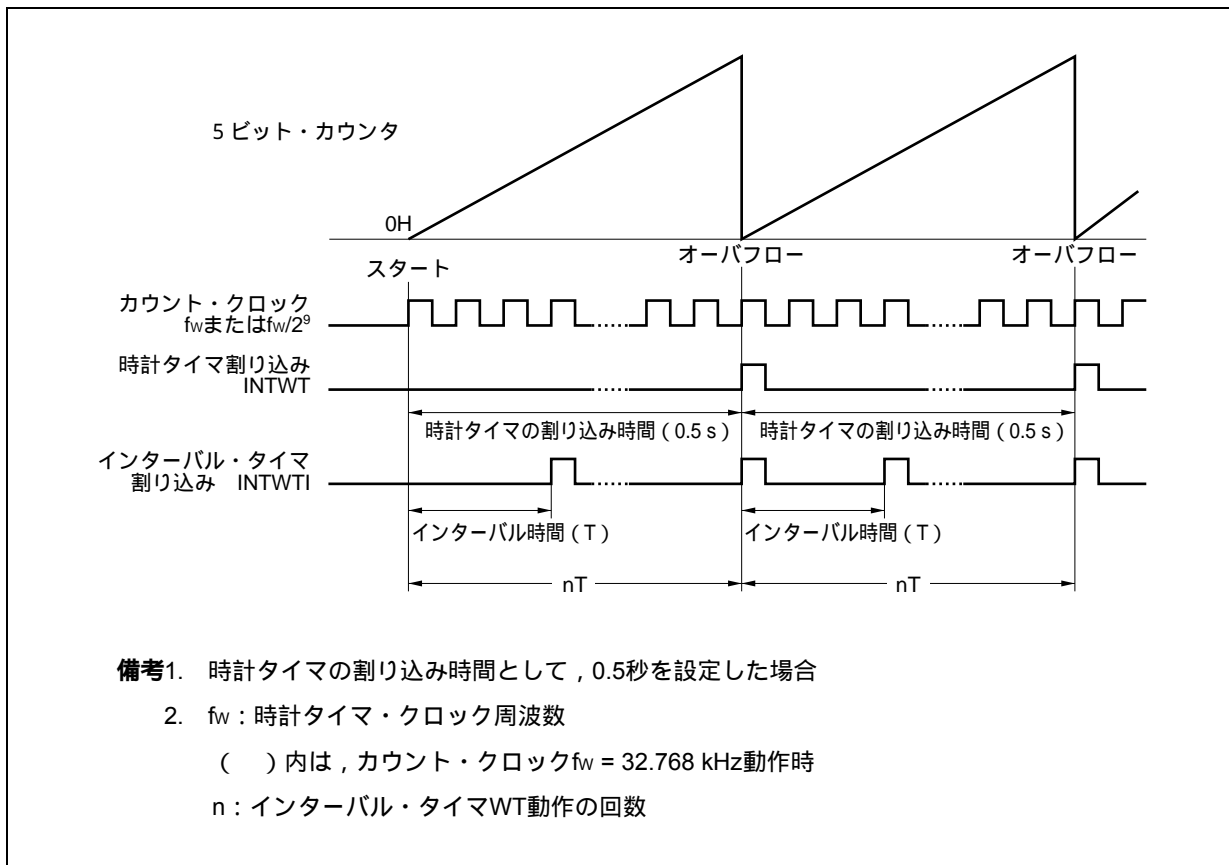
WTM.WTM4-WTM7ビットにより、インターバル時間を選択できます。

表10-1 インターバル・タイマのインターバル時間

WTM7	WTM6	WTM5	WTM4	インターバル時間	
0	0	0	0	$2^4 \times 1/f_w$	488 μ s ($f_w = f_{XT} = 32.768$ kHz動作時)
0	0	0	1	$2^5 \times 1/f_w$	977 μ s ($f_w = f_{XT} = 32.768$ kHz動作時)
0	0	1	0	$2^6 \times 1/f_w$	1.95 ms ($f_w = f_{XT} = 32.768$ kHz動作時)
0	0	1	1	$2^7 \times 1/f_w$	3.91 ms ($f_w = f_{XT} = 32.768$ kHz動作時)
0	1	0	0	$2^8 \times 1/f_w$	7.81 ms ($f_w = f_{XT} = 32.768$ kHz動作時)
0	1	0	1	$2^9 \times 1/f_w$	15.6 ms ($f_w = f_{XT} = 32.768$ kHz動作時)
0	1	1	0	$2^{10} \times 1/f_w$	31.3 ms ($f_w = f_{XT} = 32.768$ kHz動作時)
0	1	1	1	$2^{11} \times 1/f_w$	62.5 ms ($f_w = f_{XT} = 32.768$ kHz動作時)
1	0	0	0	$2^4 \times 1/f_w$	488 μ s ($f_w = f_{BRG} = 32.768$ kHz動作時)
1	0	0	1	$2^5 \times 1/f_w$	977 μ s ($f_w = f_{BRG} = 32.768$ kHz動作時)
1	0	1	0	$2^6 \times 1/f_w$	1.95 ms ($f_w = f_{BRG} = 32.768$ kHz動作時)
1	0	1	1	$2^7 \times 1/f_w$	3.91 ms ($f_w = f_{BRG} = 32.768$ kHz動作時)
1	1	0	0	$2^8 \times 1/f_w$	7.81 ms ($f_w = f_{BRG} = 32.768$ kHz動作時)
1	1	0	1	$2^9 \times 1/f_w$	15.6 ms ($f_w = f_{BRG} = 32.768$ kHz動作時)
1	1	1	0	$2^{10} \times 1/f_w$	31.3 ms ($f_w = f_{BRG} = 32.768$ kHz動作時)
1	1	1	1	$2^{11} \times 1/f_w$	62.5 ms ($f_w = f_{BRG} = 32.768$ kHz動作時)

備考 f_w : 時計タイマ・クロック周波数

図10-3 時計タイマ/インターバル・タイマの動作タイミング

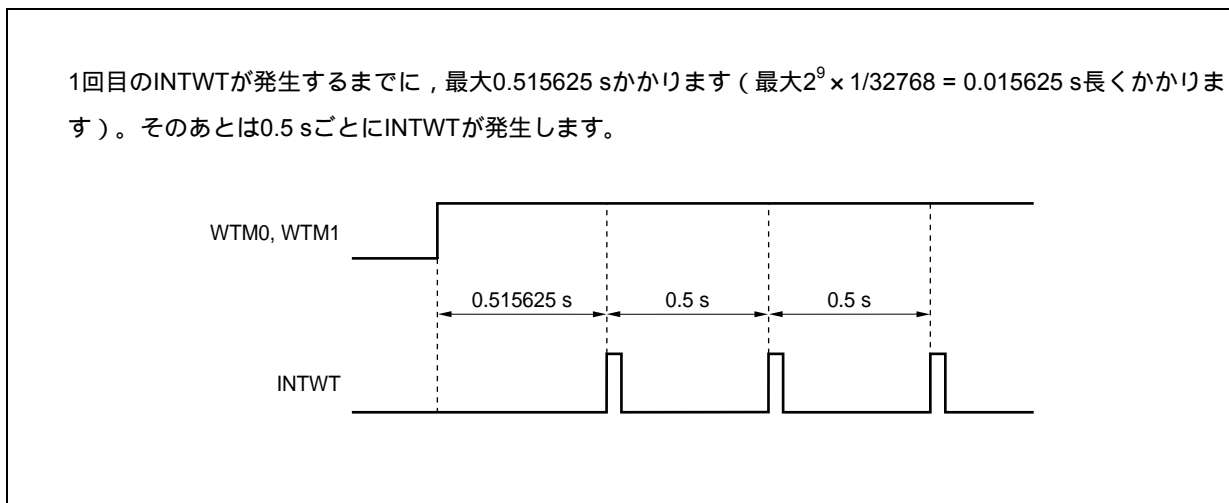


10.3 注意事項

(1) 時計タイマとしての動作

動作許可 (WTM.WTM1, WTM0ビット = 11) してから，1回目の時計タイマ割り込み要求 (INTWT) が発生するまで多少時間がかかります。

図10-4 時計タイマ割り込み要求 (INTWT) の発生例 (割り込み周期 = 0.5 sの場合)



(2) 時計タイマとインターバル・タイマ BRG を同時に動作させる場合

時計タイマのカウント・クロックとしてサブクロックを使用するときは、インターバル・タイマBRGのインターバル時間を任意に設定できます。また、インターバル時間を変更しても時計タイマには影響しません（変更するときは動作を停止してから変更してください）。

時計タイマのカウント・クロックとしてメイン・クロックを使用するときは、インターバル・タイマBRGのインターバル時間は約65.536 kHzにしてください。インターバル時間は変更しないでください。

(3) インターバル・タイマ BRG とインターバル・タイマ WT を同時に動作させる場合

インターバル・タイマWTのカウント・クロックとしてサブクロックを使用するときは、インターバル・タイマBRG, WTのインターバル時間をそれぞれ任意に設定できます。また、途中で変更もできます（変更するときは動作を停止してから変更してください）。

インターバル・タイマWTのカウント・クロックとしてメイン・クロックを使用するときは、インターバル・タイマBRGのインターバル時間を任意に設定できますが、途中で変更できません（インターバル・タイマWT動作停止時のみ変更できます）。インターバル・タイマWTのインターバル時間はインターバル・タイマBRGの 2^5 - 2^{12} 倍の時間を設定できます。また、途中で変更できます。

(4) 時計タイマとインターバル・タイマ WT を同時に動作させる場合

インターバル・タイマWTのインターバル時間は $488 \mu\text{s}$ -62.5 msの時間を設定できます。途中で変更できません。

時計タイマ動作中に、インターバル・タイマWTを停止（WTM.WTM0ビットをクリア（0））しないでください。WTM0ビットをクリア（0）して再度セット（1）すると、時計タイマが最大0.5秒または0.25秒ずれてしまいます。

(5) 時計タイマとインターバル・タイマ BRG とインターバル・タイマ WT を同時に動作させる場合

時計タイマのカウント・クロックとしてサブクロックを使用するときは、インターバル・タイマBRG, WTのインターバル時間を任意に設定できます。また、インターバル・タイマBRGのインターバル時間を途中で変更できます（変更するときは動作を停止してから変更してください）。

時計タイマのカウント・クロックとしてメイン・クロックを使用するときは、インターバル・タイマBRGのインターバル時間は約65.536 kHzにしてください。途中で変更できません。インターバル・タイマWTのインターバル時間は $488 \mu\text{s}$ -62.5 msの時間を設定できます。途中で変更できません。

時計タイマ動作中に、インターバル・タイマBRGを停止（PRSM.BGCEビットをクリア（0））しないでください。また、インターバル・タイマWTを停止（WTM.WTM0ビットをクリア（0））しないでください。

第11章 ウォッチドッグ・タイマ機能

11.1 ウォッチドッグ・タイマ1

11.1.1 機能

ウォッチドッグ・タイマ1には、次の動作モードがあります。

- ・ウォッチドッグ・タイマ
- ・インターバル・タイマ

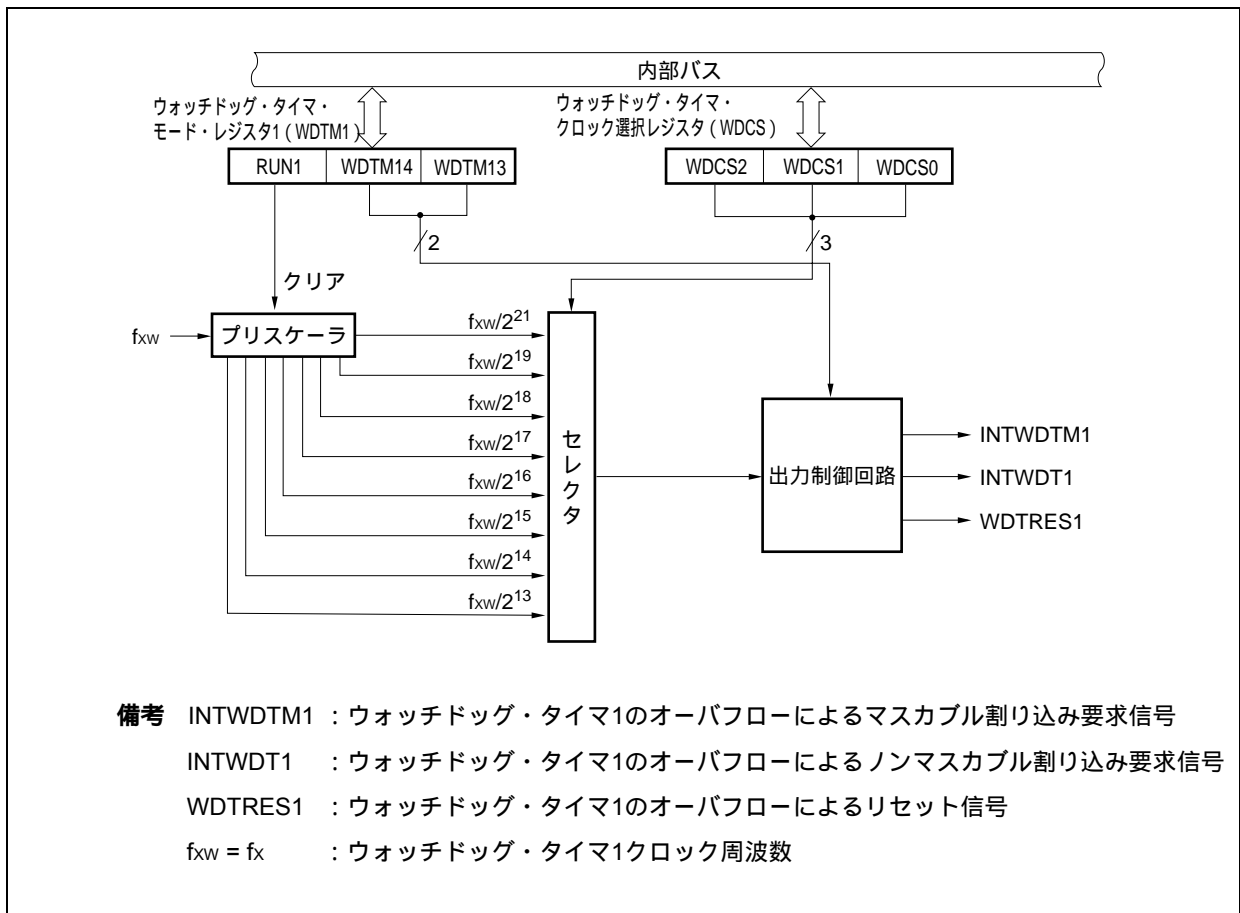
上記動作モードにより、次の機能を実現します。

- ・ウォッチドッグ・タイマ1のオーバーフローによる、ノンマスクابل割り込み要求信号 (INTWDT1) を発生する[※]。
- ・ウォッチドッグ・タイマ1のオーバーフローによる、システム・リセット信号 (WDTRES1) を発生する。
- ・インターバル・タイマのオーバーフローによる、マスクابل割り込み要求信号 (INTWDTM1) を発生する。

注 ノンマスクابل割り込み要求信号 (INTWDT1, INTWDT2) によるノンマスクابل割り込み処理については、17.10 **注意事項**を参照してください。

備考 ウォッチドッグ・タイマ1モードとして使用するか、インターバル・タイマ・モードとして使用するかは、WDTM1レジスタで選択してください。

図11-1 ウォッチドッグ・タイマ1のブロック図



11.1.2 構成

ウォッチドッグ・タイマ1は、次のハードウェアで構成されています。

表11-1 ウォッチドッグ・タイマ1の構成

項目	構成
制御レジスタ	ウォッチドッグ・タイマ・クロック選択レジスタ (WDCS) ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ1 (WDTM1)

11.1.3 レジスタ

ウォッチドッグ・タイマ1を制御するレジスタを次に示します。

- ・ウォッチドッグ・タイマ・クロック選択レジスタ (WDCS)
- ・ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ1 (WDTM1)

(1) ウォッチドッグ・タイマ・クロック選択レジスタ (WDCS)

ウォッチドッグ・タイマ1およびインターバル・タイマのオーバフロー時間を設定するレジスタです。
8/1ビット単位でリード/ライト可能です。
リセットにより00Hになります。

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFFFF6C1H								
	7	6	5	4	3	2	1	0
WDCS	0	0	0	0	0	WDCS2	WDCS1	WDCS0
	WDCS2	WDCS1	WDCS0	ウォッチドッグ・タイマ1 / インターバル・タイマのオーバフロー時間				
				f _{xw}				
				4 MHz	5 MHz	10 MHz		
	0	0	0	2 ¹³ /f _{xw}	2.048 ms	1.638 ms	0.819 ms	
	0	0	1	2 ¹⁴ /f _{xw}	4.096 ms	3.277 ms	1.638 ms	
	0	1	0	2 ¹⁵ /f _{xw}	8.192 ms	6.554 ms	3.277 ms	
	0	1	1	2 ¹⁶ /f _{xw}	16.38 ms	13.11 ms	6.554 ms	
	1	0	0	2 ¹⁷ /f _{xw}	32.77 ms	26.21 ms	13.11 ms	
	1	0	1	2 ¹⁸ /f _{xw}	65.54 ms	52.43 ms	26.2 ms	
	1	1	0	2 ¹⁹ /f _{xw}	131.1 ms	104.9 ms	52.43 ms	
	1	1	1	2 ²¹ /f _{xw}	524.3 ms	419.4 ms	209.7 ms	
備考 f _{xw} = f _x : ウォッチドッグ・タイマ1クロック周波数								

(2) ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ1 (WDTM1)

ウォッチドッグ・タイマ1の動作モード，カウント許可/禁止を設定するレジスタです。

このレジスタは特定レジスタです。特定のシーケンスによってだけ書き込みができます(3.4.7 特定レジスタ参照)。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

注意 メイン・クロック停止,サブクロック動作時に,WDTM1レジスタにアクセスしないでください。
詳細は,3.4.8(2)を参照してください。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF6C2H

	⑦	6	5	4	3	2	1	0
WDTM1	RUN1	0	0	WDTM14	WDTM13	0	0	0

RUN1	ウォッチドッグ・タイマ1の動作モードの選択 ^{注1}
0	カウントの停止
1	カウンタをクリアし,カウントを開始

WDTM14	WDTM13	ウォッチドッグ・タイマ1の動作モードの選択 ^{注2}
0	0	インターバル・タイマ・モード
0	1	(オーバーフロー発生時,マスカブル割り込みINTWDTM1発生)
1	0	ウォッチドッグ・タイマ・モード1 ^{注3}
		(オーバーフロー発生時,ノンマスカブル割り込みINTWDT1発生)
1	1	ウォッチドッグ・タイマ・モード2
		(オーバーフロー発生時,リセット動作WDTRES1を起動)

- 注1. RUN1ビットは,一度セット(1)されると,ソフトウェアでクリア(0)することはできません。
したがって,カウントを開始すると,リセット以外で停止させることはできません。
2. WDTM14, WDTM13ビットは,一度セット(1)されると,ソフトウェアでクリア(0)することはできません。これらのビットをクリアするには,リセットのみが有効です。
3. ノンマスカブル割り込み要求信号(INTWDT1)による,ノンマスカブル割り込み処理については,17.10 注意事項を参照してください。

11.1.4 動作

(1) ウォッチドッグ・タイマ1としての動作

WDTM1.WDTM14ビットに“1”を設定することにより、プログラムの暴走を検出するウォッチドッグ・タイマ1として動作します。

WDCS.WDCS2-WDCS0ビットでウォッチドッグ・タイマ1のカウント・クロック（暴走検出時間間隔）を選択できます。WDTM1.RUN1ビットに“1”を設定することにより、カウント動作を開始します。カウント動作を開始したあと、設定した暴走検出時間間隔内にRUN1ビットに再度“1”を設定すると、ウォッチドッグ・タイマ1はクリアされ、再度カウント動作を開始します。

RUN1ビットに“1”がセットされず、暴走検出時間を越えてしまった場合は、WDTM1.WDTM13ビットの値によりリセット信号（WDTRES1）もしくはノンマスクابل割り込み要求信号（INTWDT1）が発生します。

ウォッチドッグ・タイマ1は、STOPモード時とIDLEモード時は動作を停止します。STOPモードやIDLEモードに入る前にRUN1ビットを“1”に設定し、ウォッチドッグ・タイマ1をクリアしてください。

また、HALTモード時はウォッチドッグ・タイマ1は動作するため、HALT中にオーバフローが発生しないように注意してください。

注意1. CPUクロックにサブクロックを選択しているとき、ウォッチドッグ・タイマ1のカウント動作を停止（保持）します。

2. INTWDT1信号による、ノンマスクابل割り込み処理については、17.10 注意事項を参照してください。

表11-2 ウォッチドッグ・タイマ1の暴走検出時間

クロック	暴走検出時間		
	$f_{xw} = 4 \text{ MHz}$	$f_{xw} = 5 \text{ MHz}$	$f_{xw} = 10 \text{ MHz}$
$2^{13}/f_{xw}$	2.048 ms	1.638 ms	0.819 ms
$2^{14}/f_{xw}$	4.096 ms	3.277 ms	1.683 ms
$2^{15}/f_{xw}$	8.192 ms	6.554 ms	3.277 ms
$2^{16}/f_{xw}$	16.38 ms	13.11 ms	6.554 ms
$2^{17}/f_{xw}$	32.77 ms	26.21 ms	13.11 ms
$2^{18}/f_{xw}$	65.54 ms	52.43 ms	26.21 ms
$2^{19}/f_{xw}$	131.1 ms	104.9 ms	52.43 ms
$2^{21}/f_{xw}$	524.3 ms	419.4 ms	209.7 ms

備考 $f_{xw} = f_x$: ウォッチドッグ・タイマ1クロック周波数

(2) インターバル・タイマとしての動作

WDTM1.WDTM14ビットに“0”を設定することにより、あらかじめ設定したカウント値をインターバルとし、繰り返し割り込みを発生するインターバル・タイマとして動作します。

インターバル・タイマとして動作しているとき、WDTICレジスタの割り込みマスク・フラグ (WDTMK) と優先順位指定フラグ (WDTPR0-WDTPR2) が有効となり、マスクブル割り込み要求信号 (INTWDTM1) を発生させることができます。INTWDTM1信号のデフォルト優先順位は、マスクブル割り込み要求信号の中で最も高く設定されています。

インターバル・タイマは、HALTモード時では動作を継続しますが、STOPモード時とIDLEモード時は動作を停止します。

- 注意1. 一度WDTM14ビットに“1”を設定する (ウォッチドッグ・タイマ1モードを選択する) と、リセットがかからないかぎり、インターバル・タイマ・モードにはなりません。
2. CPUクロックにサブクロックを選択しているとき、ウォッチドッグ・タイマ1のカウント動作を停止 (保持) します。

表11-3 インターバル・タイマのインターバル時間

クロック	インターバル時間		
	$f_{xw} = 4 \text{ MHz}$	$f_{xw} = 5 \text{ MHz}$	$f_{xw} = 10 \text{ MHz}$
$2^{13}/f_{xw}$	2.048 ms	1.638 ms	0.819 ms
$2^{14}/f_{xw}$	4.096 ms	3.277 ms	1.638 ms
$2^{15}/f_{xw}$	8.192 ms	6.554 ms	3.277 ms
$2^{16}/f_{xw}$	16.38 ms	13.11 ms	6.554 ms
$2^{17}/f_{xw}$	32.77 ms	26.21 ms	13.11 ms
$2^{18}/f_{xw}$	65.54 ms	52.43 ms	26.21 ms
$2^{19}/f_{xw}$	131.1 ms	104.9 ms	52.43 ms
$2^{21}/f_{xw}$	524.3 ms	419.4 ms	209.7 ms

備考 $f_{xw} = f_x$: ウォッチドッグ・タイマ1クロック周波数

11.2 ウォッチドッグ・タイマ2

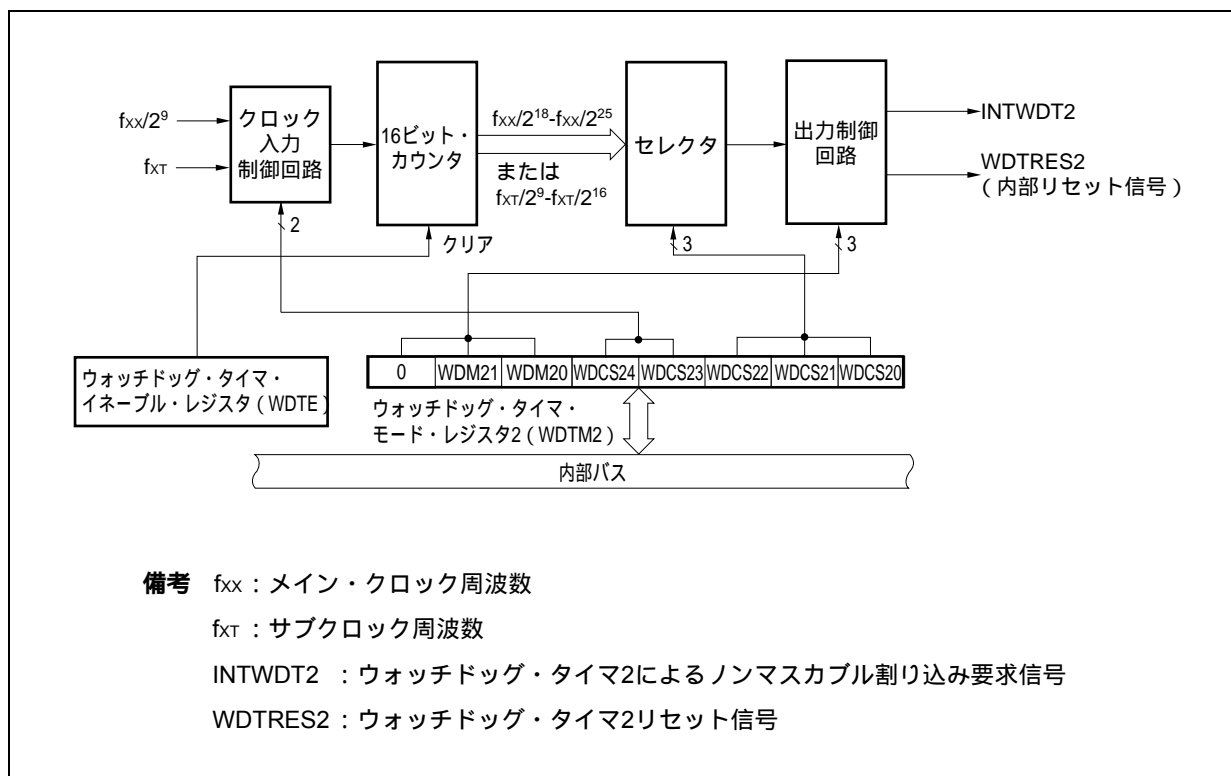
11.2.1 機能

ウォッチドッグ・タイマ2には、次のような機能があります。

- ・デフォルト・スタート・ウォッチドッグ・タイマ^{※1}
 - リセット・モード:ウォッチドッグ・タイマ2のオーパフローによるリセット動作 (WDTRES2信号を発生)
 - ノンマスクابل割り込み要求モード:ウォッチドッグ・タイマ2のオーパフローによるNMI動作 (INTWDT2信号を発生)^{※2}
- ・ソース・クロックとしてメイン・クロックとサブクロックからの入力を選択可能

- 注1. ウォッチドッグ・タイマ2は、リセット解除後に自動的にリセット・モードでスタートします。ウォッチドッグ・タイマ2を使用しない場合は、この機能によるリセットが発生する前に停止するか、一度ウォッチドッグ・タイマ2をクリアし、次のインターバル時間内で停止してください。
- また、デフォルトの設定 (リセット・モード、インターバル時間: $f_{xx}/2^{25}$) で変更する必要がない場合も、動作を確定するために、1回だけWDTM2レジスタへの書き込みを行ってください。
2. ノンマスクابل割り込み要求信号 (INTWDT2) によるノンマスクابل割り込み処理については17.10 注意事項を参照してください。

図11-2 ウォッチドッグ・タイマ2のブロック図



備考 f_{xx} : メイン・クロック周波数

f_{xt} : サブクロック周波数

INTWDT2 : ウォッチドッグ・タイマ2によるノンマスクابل割り込み要求信号

WDTRES2 : ウォッチドッグ・タイマ2リセット信号

11.2.2 構成

ウォッチドッグ・タイマ2は、次のハードウェアで構成されています。

表11-4 ウォッチドッグ・タイマ2の構成

項目	構成
制御レジスタ	ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ2 (WDTM2) ウォッチドッグ・タイマ・イネーブル・レジスタ (WDTE)

11.2.3 レジスタ

(1) ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ2 (WDTM2)

ウォッチドッグ・タイマ2のオーバフロー時間および動作クロックを設定するレジスタです。

8ビット単位でリード/ライト可能です。読み出しは何回でもできますが、書き込みはリセット解除後に1回のみできます。

リセットにより67Hになります。

注意 メイン・クロック停止,サブクロック動作時に,WDTM2レジスタにアクセスしないでください。
詳細は,3.4.8(2)を参照してください。

リセット時: 67H R/W アドレス: FFFFF6D0H

	7	6	5	4	3	2	1	0
WDTM2	0	WDM21	WDM20	WDCS24	WDCS23	WDCS22	WDCS21	WDCS20

WDM21	WDM20	ウォッチドッグ・タイマ2の動作モードの選択
0	0	動作停止
0	1	ノンマスクブル割り込み要求モード (INTWDT2を発生)
1	-	リセット・モード (WDTRES2を発生)

- 注意1.** ウォッチドッグ・タイマ2の動作を停止する場合は, WDTM2レジスタに“1FH”を書き込んでください
- WDCS4-WDCS0ビットについては表11-5 ウォッチドッグ・タイマ2のクロック選択を参照してください。
 - リセット後, WDTM2レジスタに2回書き込んだ場合, 強制的にオーバフロー信号を発生します。
 - 意図的にオーバフロー信号を発生させたい場合は, WDTM2レジスタに2回だけ書き込むか, WDTEレジスタに“ACH”以外の値を1回だけ書き込んでください。
ただしウォッチドッグ・タイマ2を動作停止に設定した場合は, WDTM2レジスタに2回だけ書き込む, またはWDTEレジスタに“ACH”以外の値を1回だけ書き込んでもオーバフロー信号は発生しません。

表11-5 ウォッチドッグ・タイマ2のクロック選択

WDCS24	WDCS23	WDCS22	WDCS21	WDCS20	選択クロック	f _{xx} = 20MHz時	f _{xx} = 16MHz時	f _{xx} = 10MHz時
0	0	0	0	0	2 ¹⁸ /f _{xx}	13.1 ms	16.4 ms	26.2 ms
0	0	0	0	1	2 ¹⁹ /f _{xx}	26.2 ms	32.8 ms	52.4 ms
0	0	0	1	0	2 ²⁰ /f _{xx}	52.4 ms	65.5 ms	104.9 ms
0	0	0	1	1	2 ²¹ /f _{xx}	104.9 ms	131.1 ms	209.7 ms
0	0	1	0	0	2 ²² /f _{xx}	209.7 ms	262.1 ms	419.4 ms
0	0	1	0	1	2 ²³ /f _{xx}	419.4 ms	524.3 ms	838.9 ms
0	0	1	1	0	2 ²⁴ /f _{xx}	838.9 ms	1048.6 ms	1677.7 ms
0	0	1	1	1	2 ²⁵ /f _{xx}	1677.7 ms	2097.2 ms	3355.4 ms
0	1	0	0	0	2 ⁹ /f _{XT}	15.625 ms (f _{XT} = 32.768 kHz)		
0	1	0	0	1	2 ¹⁰ /f _{XT}	31.25 ms (f _{XT} = 32.768 kHz)		
0	1	0	1	0	2 ¹¹ /f _{XT}	62.5 ms (f _{XT} = 32.768 kHz)		
0	1	0	1	1	2 ¹² /f _{XT}	125 ms (f _{XT} = 32.768 kHz)		
0	1	1	0	0	2 ¹³ /f _{XT}	250 ms (f _{XT} = 32.768 kHz)		
0	1	1	0	1	2 ¹⁴ /f _{XT}	500 ms (f _{XT} = 32.768 kHz)		
0	1	1	1	0	2 ¹⁵ /f _{XT}	1000 ms (f _{XT} = 32.768 kHz)		
0	1	1	1	1	2 ¹⁶ /f _{XT}	2000 ms (f _{XT} = 32.768 kHz)		
1	x	x	x	x	動作停止			

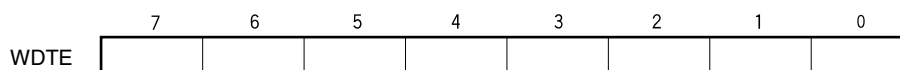
(2) ウォッチドッグ・タイマ・イネーブル・レジスタ (WDTE)

WDTEレジスタに“ACH”を書き込むことにより、ウォッチドッグ・タイマ2のカウンタをクリアし、再びカウントを開始します。

8ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより9AHになります。

リセット時：9AH R/W アドレス：FFFFF6D1H



- 注意1. WDTEレジスタに“ACH”以外の値を書き込んだ場合、強制的にオーバフロー信号を発生します。
- 2. WDTEレジスタに1ビット・メモリ操作命令を実行した場合、強制的にオーバフロー信号を発生します。
- 3. WDTEレジスタのリード値は、常に“9AH”（書き込んだ値（“ACH”）とは異なる値）になります。
- 4. 意図的にオーバフロー信号を発生させたい場合は、WDTEレジスタに“ACH”以外の値を1回だけ書き込むか、WDTM2レジスタに2回だけ書き込んでください。ただしウォッチドッグ・タイマ2を動作停止に設定した場合は、WDTEレジスタに“ACH”以外の値を1回だけ書き込む、またはWDTM2レジスタに2回だけ書き込んでもオーバフローは発生しません。

11.2.4 動作

ウォッチドッグ・タイマ2はリセット解除後に自動的にリセット・モードでスタートします。

WDTM2レジスタへの書き込みはバイト・アクセスのみリセット後に一度だけ可能です。ウォッチドッグ・タイマ2を使用する場合は、動作モードとインターバル時間を8ビット・メモリ操作でWDTM2レジスタに書き込んでください。この操作後、動作停止することはできません。

WDTM2.WDCS24-WDCS20ビットで、ウォッチドッグ・タイマ2の暴走検出時間間隔を選択できます。WDTEレジスタにACHを書き込むことにより、ウォッチドッグ・タイマ2のカウンタをクリアし、再度カウント動作を開始します。カウント動作を開始したあと、設定した暴走検出時間間隔内にWDTEレジスタにACHを書き込んでください。

WDTEレジスタにACHが書き込まれず、暴走検出時間を越えてしまった場合は、WDTM2.WDM21, WDM20ビットの設定値により、リセット信号(WDTRES2)またはノンマスカブル割り込み要求信号(INTWDT2)が発生します。

ウォッチドッグ・タイマ2を使用しない場合は、WDTM2レジスタに1FHを書き込んでください。

また、ノンマスカブル割り込み要求モードに設定した場合、ノンマスカブル割り込み処理については、17.10 **注意事項**を参照してください。

ウォッチドッグ・タイマ2のソース・クロックとしてメイン・クロックを選択した場合、IDLE/STOPモード時は動作を停止します。したがって、IDLE/STOPモードに入る前にWDTEレジスタにACHを書き込み、ウォッチドッグ・タイマ2をクリアしてください。

また、HALTモード時およびソース・クロックとしてサブクロックを選択した場合のIDLE/STOPモード時には、ウォッチドッグ・タイマ2は動作するため、HALT中にオーバフローが発生しないように注意してください。

第12章 リアルタイム出力機能 (RTO)

12.1 機 能

RTBL0, RTBH0レジスタにあらかじめ設定したデータを、タイマ割り込みの発生と同時にハードウェアでリアルタイム出力ラッチに転送して、外部に出力することをリアルタイム出力機能 (RTO) といいます。また、外部へ出力する端子をリアルタイム出力ポートと呼びます。

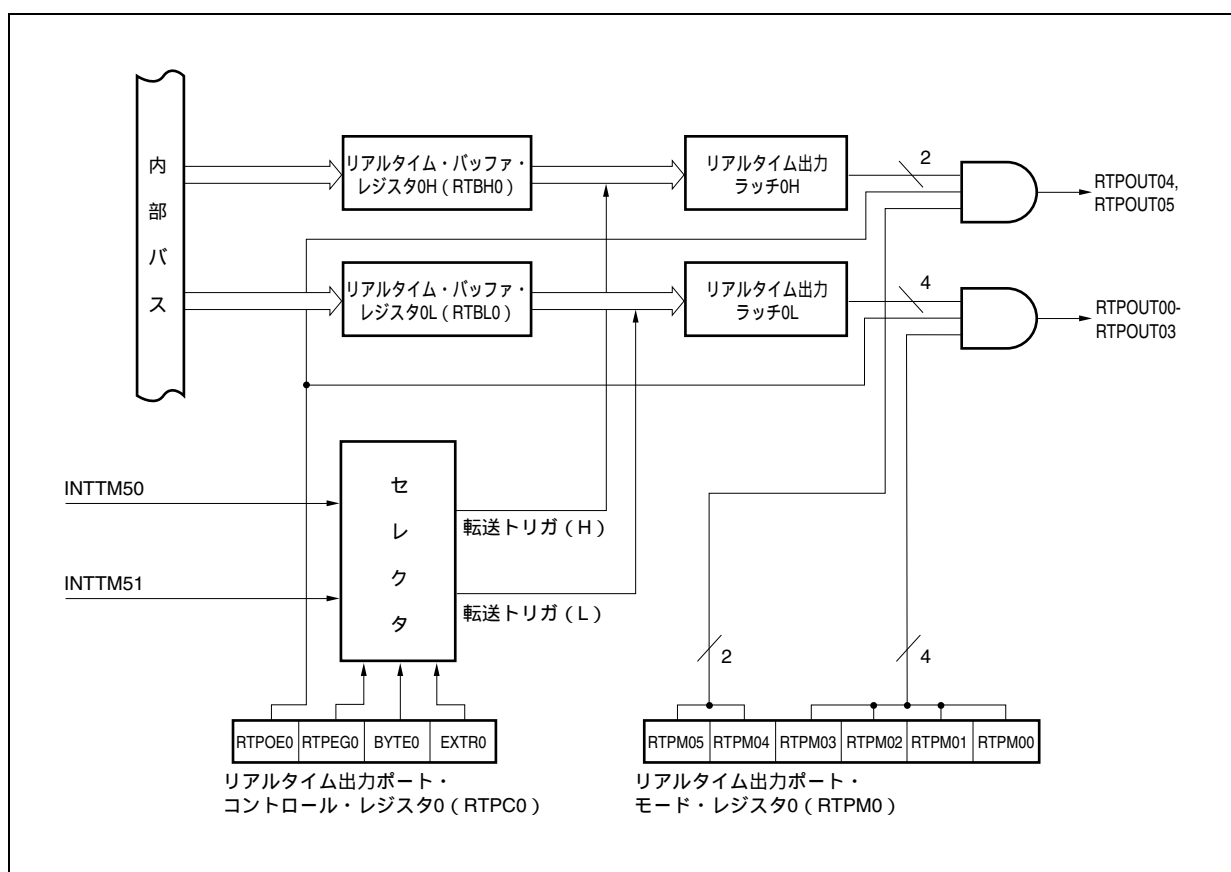
RTOを使用することにより、ジッタのない信号が出力できますので、ステッピング・モータなどの制御に最適です。

V850ES/KE2では、6ビット・リアルタイム出力ポートを1チャンネル搭載しています。

1ビット単位でポート・モード / リアルタイム出力ポート・モードの指定ができます。

次にRTOのブロック図を示します。

図12-1 RTOのブロック図



12.2 構 成

RTOは、次のハードウェアで構成しています。

表12 - 1 RTOの構成

項 目	構 成
レジスタ	リアルタイム出力バッファ・レジスタ0 (RTBL0, RTBH0)
制御レジスタ	リアルタイム出力ポート・モード・レジスタ0 (RTPM0) リアルタイム出力ポート・コントロール・レジスタ0 (RTPC0)

(1) リアルタイム出力バッファ・レジスタ0 (RTBL0, RTBH0)

出力データをあらかじめ保持しておく4ビットのレジスタです。

RTBL0, RTBH0レジスタは、周辺I/Oレジスタ領域内でそれぞれ独立したアドレスにマッピングされています。

1ビット/8ビット命令でリード/ライト可能です。

4ビット×1チャンネル, 2ビット×1チャンネルの動作モードを指定したとき (RTPC0.BYTE0ビット = 0) は、RTBL0, RTBH0レジスタはそれぞれ独立にデータを設定できます。また、RTBL0, RTBH0レジスタのどちらのアドレスを指定しても両方のデータを一括して読み出せます。

6ビット×1チャンネルの動作モードを指定したとき (BYTE0ビット = 1) は、RTBL0, RTBH0レジスタのどちらか一方に8ビット・データを書き込むことにより、RTBL0, RTBH0レジスタそれぞれにデータを設定できます。また、RTBL0, RTBH0レジスタのどちらのアドレスを指定しても両方のデータを一括して読み出せます。

表12 - 2にRTBL0, RTBH0レジスタに対する操作時の動作を示します。

リセット時 : 00H R/W アドレス : RTBL0 FFFFF6E0H, RTBH0 FFFFF6E2H

	7	6	5	4	3	2	1	0
RTBL0					RTBL03	RTBL02	RTBL01	RTBL00
RTBH0	0	0	RTBH05	RTBH04				

注意1. RTBH0レジスタのビット6, 7への書き込み時は、必ず“0”を書き込んでください。

2. メイン・クロック停止、サブクロック動作時に、RTBL0, RTBH0レジスタにアクセスしないでください。

詳細は、3. 4. 8 (2) を参照してください。

表12 - 2 RTBL0, RTBH0レジスタに対する操作時の動作

動作モード	操作対象 レジスタ	リード時		ライト時 ^注	
		上位4ビット	下位4ビット	上位4ビット	下位4ビット
4ビット×1チャンネル, 2ビット×1チャンネル	RTBL0	RTBH0	RTBL0	無効	RTBL0
	RTBH0	RTBH0	RTBL0	RTBH0	無効
6ビット×1チャンネル	RTBL0	RTBH0	RTBL0	RTBH0	RTBL0
	RTBH0	RTBH0	RTBL0	RTBH0	RTBL0

注 リアルタイム出力ポートに設定後、リアルタイム出力トリガが発生されるまでにRTBL0, RTBH0レジスタに出力データを設定してください。

12.3 レジスタ

RTOは、次の2種類のレジスタで制御します。

- ・リアルタイム出力ポート・モード・レジスタ0 (RTPM0)
- ・リアルタイム出力ポート・コントロール・レジスタ0 (RTPC0)

(1) リアルタイム出力ポート・モード・レジスタ0 (RTPM0)

リアルタイム出力ポート・モードとポート・モードの選択を1ビット単位で設定するレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF6E4H

	7	6	5	4	3	2	1	0
RTPM0	0	0	RTPM05	RTPM04	RTPM03	RTPM02	RTPM01	RTPM00
RTPM0m	リアルタイム出力ポートの制御 (m = 0-5)							
0	リアルタイム出力禁止							
1	リアルタイム出力許可							

- 注意1.** リアルタイム出力信号 (RTPOUT00-RTPOUT05) を端子 (RTP00-RTP05) に反映するには、PMC5、PFC5レジスタでリアルタイム出力ポートに設定してください。
- リアルタイム出力動作を許可 (RTPC0.RTPOE0ビット = 1) することにより、リアルタイム出力を許可されたビットはリアルタイム出力を行い、リアルタイム出力動作禁止に指定されたビットは“0”を出力します。
 - リアルタイム出力動作を禁止 (RTPOE0ビット = 0) の場合は、RTPM0レジスタの設定にかかわらず、リアルタイム出力信号 (RTPOUT00-RTPOUT05) は全ビット“0”を出力します。

(2) リアルタイム出力ポート・コントロール・レジスタ0 (RTPC0)

リアルタイム出力ポートの動作モード，および出力トリガを設定するレジスタです。

リアルタイム出力ポートの動作モードと出力トリガについては表12 - 3に示すような関係があります。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF6E5H

	⑦	6	5	4	3	2	1	0
RTPC0	RTPOE0	RTPEG0 ^{注1}	BYTE0	EXTR0 ^{注2}	0	0	0	0

RTPOE0	リアルタイム出力の動作制御
0	動作禁止 ^{注3}
1	動作許可

BYTE0	リアルタイム出力のチャンネル構成指定
0	4ビット×1チャンネル，2ビット×1チャンネル
1	6ビット×1チャンネル

注1. RTPEG0ビットの設定は動作に影響はありません。

2. EXTR0ビットについては，表12 - 3を参照してください。

3. リアルタイム出力動作禁止 (RTPOE0ビット = 0) の場合，リアルタイム出力信号 (RTPOUT00-RTPOUT05) は全ビット“0”を出力します。

注意 BYTE0, EXTR0ビットの設定は，必ずRTPOE0ビット = 0のときに行ってください。

表12 - 3 リアルタイム出力ポートの動作モードと出力トリガ

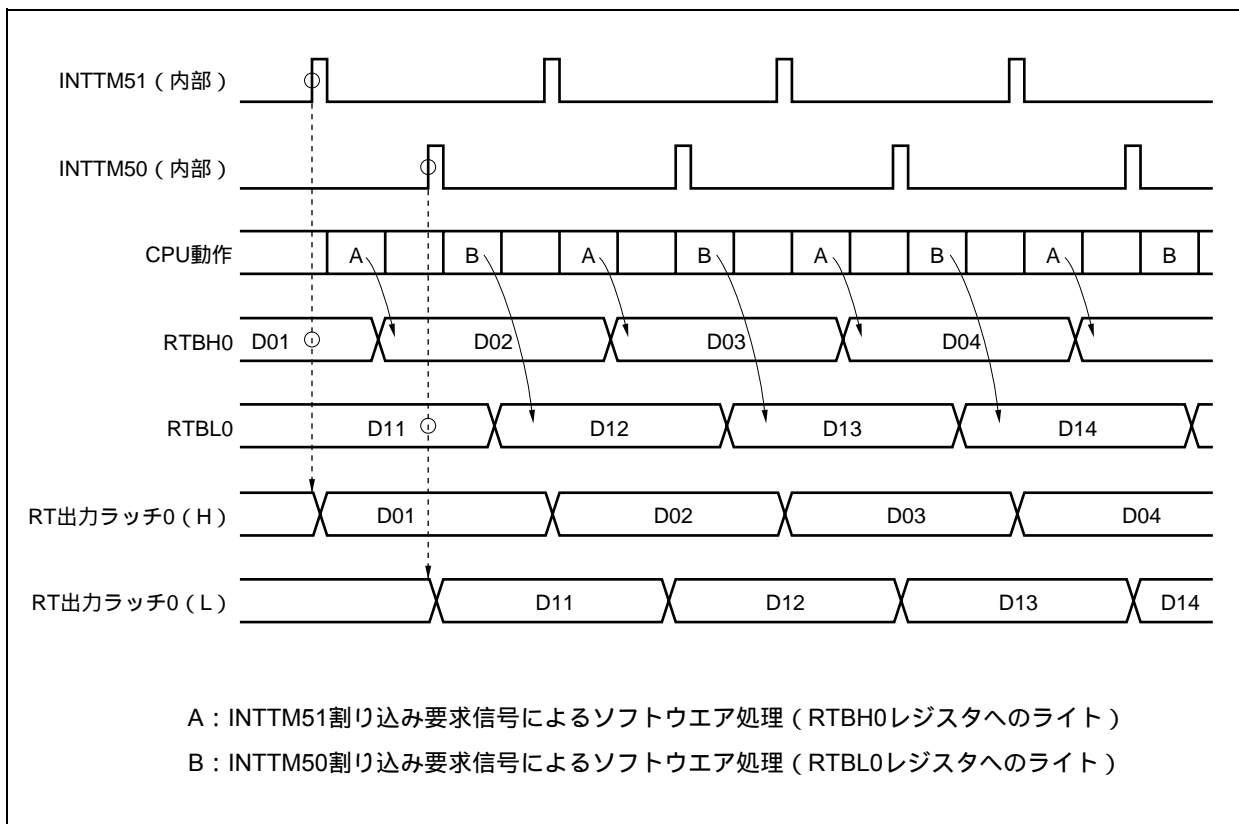
BYTE0	EXTR0	動作モード	RTBH0 (RTP04, RTP05)	RTBL0 (RTP00-RTP03)
0	0	4ビット×1チャンネル，	INTTM51	INTTM50
	1	2ビット×1チャンネル	INTTM50	トリガなし
1	0	6ビット×1チャンネル	INTTM50	
	1		設定禁止	

12.4 動作

RTPC0.RTPOE0ビット= 1でリアルタイム出力動作を許可した場合、選択された転送トリガ (RTPC0.EXTR0, BYTE0ビットで設定) の発生に同期して、RTBH0, RTBL0レジスタのデータをリアルタイム出力ラッチに転送します。転送されたデータのうちRTPM0レジスタの設定により、リアルタイム出力許可されたビットのデータのみをRTPOUT00-RTPOUT05のそれぞれのビットから出力します。RTPM0レジスタでリアルタイム出力動作禁止に指定されたビットは0を出力します。

RTPOE0ビット = 0でリアルタイム出力動作を禁止した場合は、RTPM0レジスタの設定に関係なくRTPOUT00-RTPOUT05信号は0を出力します。

図12-2 RTO0の動作タイミング例 (EXTR0, BYTE0ビット = 00の場合)



備考 スタンバイ時の動作については、第19章 スタンバイ機能を参照してください。

12.5 使用方法

(1) リアルタイム出力動作を禁止する。

RTPC0.RTPOE0ビット = 0に設定。

(2) 初期設定

- ・ビット単位でリアルタイム出力ポート・モード / ポート・モードを指定する。
RTPM0レジスタを設定。
- ・チャンネル構成, トリガおよび有効エッジを選択する。
RTPC0.EXTR0, BYTE0, RTPEG0ビットを設定。
- ・初期値をRTBH0, RTBL0レジスタに設定する^{注1}。

(3) リアルタイム出力動作を許可する。

RTPOE0ビットをセット(1)。

(4) 選択した転送トリガが発生するまでに, 次の出力値をRTBH0, RTBL0レジスタに設定する^{注2}。

(5) 選択したトリガに対応する割り込み処理により, 順次, 次のリアルタイム出力値をRTBH0, RTBL0レジスタに設定する。

注1. RTPOE0ビット = 0のとき, RTBH0, RTBL0レジスタに対してライトを行うと, その値がそれぞれリアルタイム出力ラッチ0H, リアルタイム出力ラッチ0Lに転送されます。

2. RTPOE0ビット = 1のとき, RTBH0, RTBL0レジスタに対してライトを行っても, リアルタイム出力ラッチ0H, リアルタイム出力ラッチ0Lにデータ転送はされません。

注意 リアルタイム出力信号 (RTPOUT00-RTPOUT05) を端子に反映するには, PMC5, PFC5レジスタでリアルタイム出力ポート (RTP00-RTP05) に設定してください。

12.6 注意事項

(1) ソフトウェアにより, 次の競合を回避してください。

- ・リアルタイム出力動作の禁止 / 許可の切り替え (RTPOE0ビット) と選択したリアルタイム出力トリガとの競合
- ・リアルタイム出力動作許可状態におけるRTBH0, RTBL0レジスタのライトと選択したリアルタイム出力トリガとの競合

(2) 初期設定は, リアルタイム出力動作を禁止 (RTPOE0ビット = 0) にしてから行ってください。

(3) 一度リアルタイム出力動作を禁止 (RTPOE0ビット = 0) した場合は, リアルタイム出力動作を許可 (RTPOE0ビット = 0 1) する前に, 必ずRTBH0, RTBL0レジスタに初期値を設定してください。

12.7 セキュリティ機能

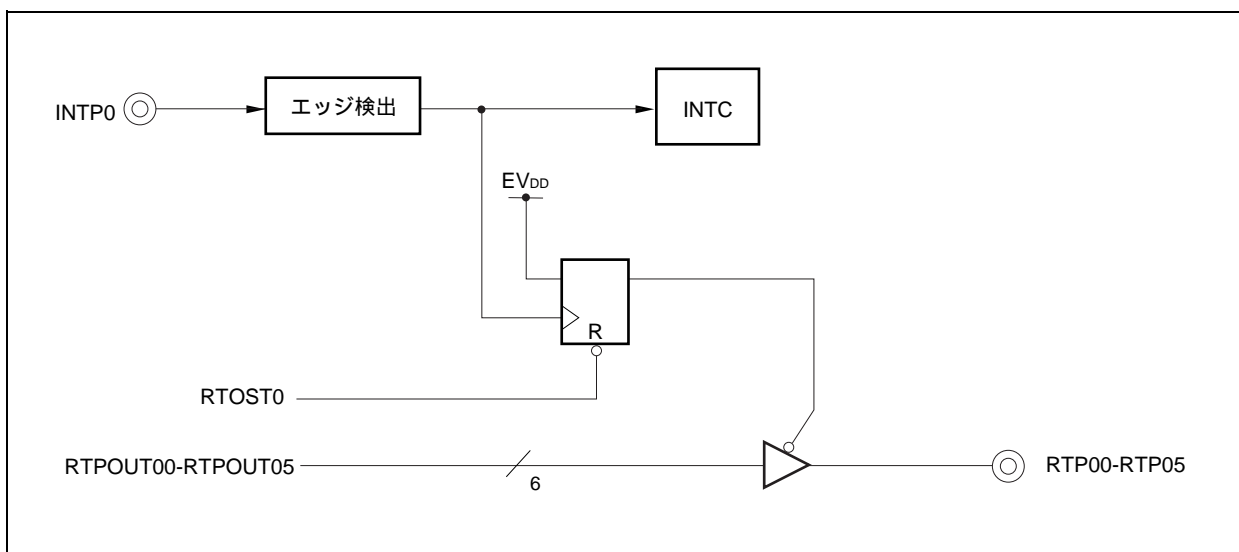
RTOで制御するステップング・モータなどが誤動作した場合のセキュリティ機能として、端子出力をハイ・インピーダンスとする回路を内蔵しています。外部割り込みINTP0端子のエッジ検出により、RTP00-RTP05に割り当てられている端子を強制的にリセット状態にしハイ・インピーダンスとします。

INTP0^{注1}端子によりハイ・インピーダンスとなったあとのポート(P50-P55端子)は、初期化^{注2}されているので、再設定する必要があります。

- 注1. INTP0端子により、ポートの設定にかかわらずP50-P55端子のすべてのポートがハイ・インピーダンスとなります。
2. 初期化されるのは次のレジスタのP50-P55端子に対応するすべてのビットです。
- ・ P5レジスタ
 - ・ PM5レジスタ
 - ・ PMC5レジスタ
 - ・ PU5レジスタ
 - ・ PFC5レジスタ

次にセキュリティ機能のブロック図を示します。

図12-3 セキュリティ機能のブロック図



この機能はPLLCTL.RTOST0ビットにより設定します。

(1) PLLコントロール・レジスタ (PLLCTL)

PLLCTLレジスタは、RTOのセキュリティ機能、PLLを制御する8ビット・レジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより01Hになります。

リセット時：01H R/W アドレス：FFFFFF806H

	7	6	5	4	3	②	①	①
PLLCTL	0	0	0	0	0	RTOST0	SELPLL ^注	PLLON ^注

RTOST0	RTP00-RTP05のセキュリティ機能制御
0	INTP0をセキュリティ機能のトリガとして使用しない
1	INTP0をセキュリティ機能のトリガとして使用する

注 SELPLLビット、PLLONビットについては、第5章 クロック発生機能を参照してください。

注意1. リアルタイム出力ポート (RTP00-RTP05) に値を出力する前に、INTP0の割り込みエッジ検出を選択し、その後にRTOST0ビットをセットしてください。

2. INTP0にてハイ・インピーダンスにした後のポート (P50-P55) を、リアルタイム出力ポートとして再設定するには、まずセキュリティ機能の解除を行ってください。

[再設定手順]

RTOST0 = 0にしてセキュリティ機能を解除し、ポート設定可能にする。

RTOST0 = 1 (必要な場合のみ)

RTP端子として再設定

3. ビット4-7には必ず0を設定してください。ビット3は変更しても動作に影響はありません。

第13章 A/Dコンバータ

13.1 概 要

A/Dコンバータは、アナログ入力をデジタル値に変換するコンバータで、8チャンネル（ANI0-ANI7）の構成になっています。

A/Dコンバータには次のような機能があります。

動作電圧（ AV_{REF0} ）：2.7～5.5 V

逐次比較方式10ビットA/Dコンバータ

アナログ入力端子：8本

トリガ・モード：

- ・ソフトウェア・トリガ・モード
- ・タイマ・トリガ・モード（INTTM010）
- ・外部トリガ・モード（ADTRG端子）

動作モード

- ・セレクト・モード
- ・スキャン・モード

A/D変換速度：

- ・通常モード：

14～100 μ S@4.0 V AV_{REF0} 5.5 V

17～100 μ S@2.7 V AV_{REF0} < 4.0 V

- ・高速モード：

3～100 μ S@4.5 V AV_{REF0} 5.5 V

4.8～100 μ S@4.0 V AV_{REF0} < 4.5 V

6～100 μ S@2.85 V AV_{REF0} < 4.0 V

14～100 μ S@2.7 V AV_{REF0} < 2.85 V

パワー・フェイル検出機能

注意 A/Dコンバータ使用時は、 AV_{REF0} は V_{DD} 、 EV_{DD} と同電位で動作させてください。

13.2 機 能

(1) 10ビット分解能A/D変換

アナログ入力をANI0-ANI7端子から1チャンネル選択し、10ビット分解能のA/D変換動作を繰り返します。

A/D変換を1回終了するたびに、割り込み要求信号（INTAD）を発生します。

(2) パワー・フェイル検出機能

バッテリー電圧低下を検出するための機能です。A/D変換結果（ADCRHレジスタ値）とPFTレジスタの値との大小比較を行い、比較条件に合致した場合のみINTAD信号を発生します。

13.3 構成

A/Dコンバータは、次のハードウェアで構成しています。

図13 - 1 A/Dコンバータのブロック図

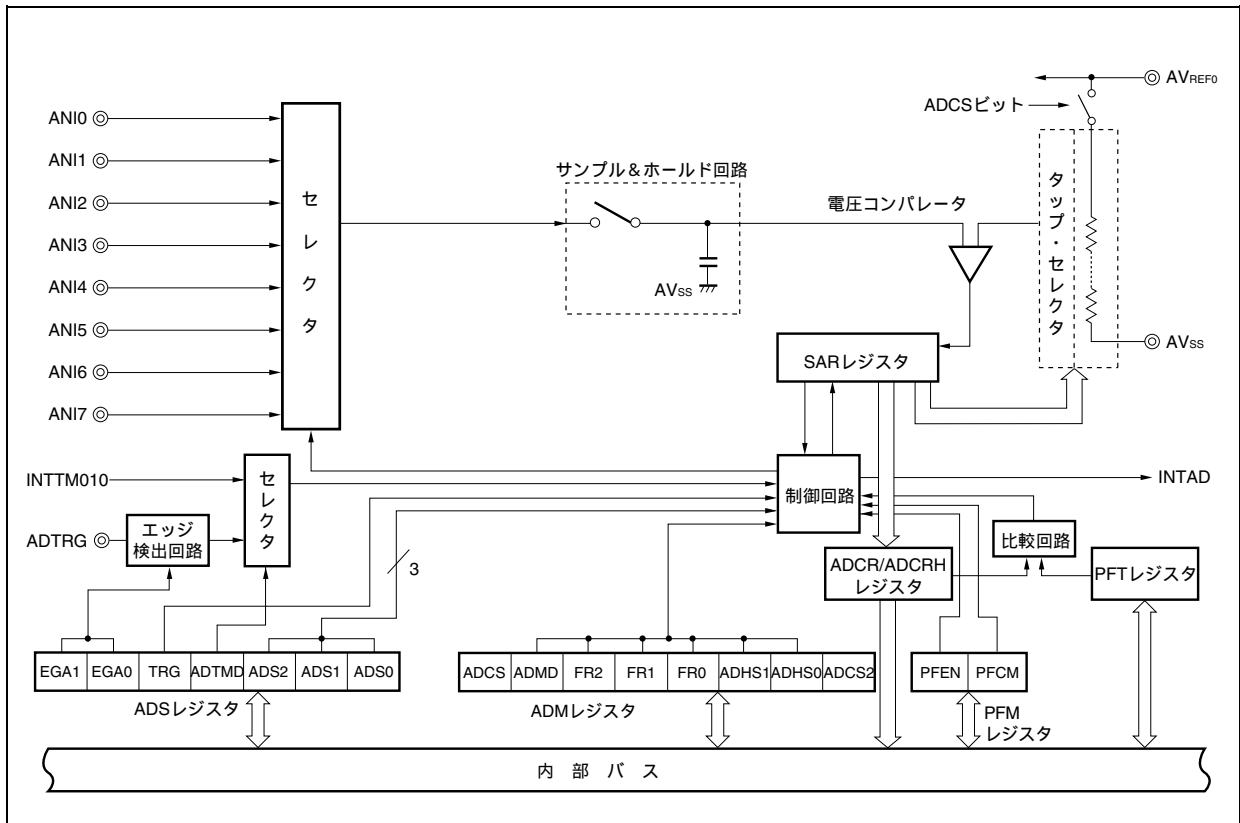


表13 - 1 ソフトウェア上で使用するA/Dコンバータのレジスタ

項目	構成
レジスタ	A/D変換結果レジスタ (ADCR) A/D変換結果レジスタH (ADCRH) : 上位8ビットだけ読み出し可能 パワー・フェイル比較しきい値レジスタ (PFT) A/Dコンバータ・モード・レジスタ (ADM) アナログ入力チャネル指定レジスタ (ADS) パワー・フェイル比較モード・レジスタ (PFM)

(1) ANI0-ANI7端子

A/Dコンバータへの8チャンネルのアナログ入力端子です。A/D変換するアナログ信号を入力します。ADSレジスタでアナログ入力として選択した端子以外は、入力ポートとして使用できます。

(2) サンプル&ホールド回路

サンプル&ホールド回路は、入力回路で選択されたアナログ入力信号をサンプリングし、電圧コンパレータに送ります。また、そのサンプリングしたアナログ入力電圧値をA/D変換中は保持します。

(3) 直列抵抗ストリング

直列抵抗ストリングはAV_{REF0}-AV_{SS}間に接続されており、アナログ入力と比較する電圧を発生します。

(4) 電圧コンパレータ

電圧コンパレータは、サンプリングされ保持された値と直列抵抗ストリングの出力電圧を比較します。

(5) 逐次変換レジスタ (SAR)

サンプリングされたアナログ電圧値と直列抵抗ストリングからの電圧値を比較し、その結果を最上位ビット (MSB) から変換するレジスタです。

最下位ビット (LSB) までデジタル値に変換すると (A/D変換終了)、SARレジスタの内容はADCRレジスタに転送されます。

SARレジスタは、直接リード/ライトできません。

(6) A/D変換結果レジスタ (ADCR) , A/D変換結果レジスタH (ADCRH)

A/D変換が終了するたびに、逐次変換レジスタから変換結果がロードされ、A/D変換結果を上位10ビットに保持します (下位6ビットは0に固定)。

(7) 制御回路

A/D変換が終了するか、パワーフェイル検出機能使用時、A/D変換結果 (ADCRHレジスタ値) とPFTレジスタの値との大小比較を行い、比較条件に合致した場合のみINTAD信号を発生します。

(8) AV_{REF0}端子

A/Dコンバータのアナログ電源端子 / 基準電圧を入力する端子です。A/Dコンバータを使用しないときでも、常にV_{DD}端子と同電位で使用してください。

AV_{REF0}, AV_{SS}間にかかる電圧に基づいて、ANI0-ANI7端子に入力される信号をデジタル信号に変換します。

(9) AV_{SS}端子

A/Dコンバータのグランド電位端子です。A/Dコンバータを使用しないときでも、常にV_{SS}端子と同電位で使用してください。

(10) A/Dコンバータ・モード・レジスタ (ADM)

A/D変換するアナログ入力の変換時間，変換動作の開始 / 停止を設定するレジスタです。

(11) アナログ入力チャンネル指定レジスタ (ADS)

A/D変換するアナログ電圧の入力ポートを指定するレジスタです。

(12) パワー・フェイル比較モード・レジスタ (PFM)

パワー・フェイル検出モードを設定するレジスタです。

(13) パワー・フェイル比較しきい値レジスタ (PFT)

ADCRレジスタと大小比較する場合のしきい値を設定するレジスタです。

13.4 レジスタ

A/Dコンバータは，次に示すレジスタで制御します。

- ・ A/Dコンバータ・モード・レジスタ (ADM)
- ・ アナログ入力チャンネル指定レジスタ (ADS)
- ・ パワー・フェイル比較モードレジスタ (PFM)
- ・ パワー・フェイルしきい値レジスタ (PFT)
- ・ A/D変換結果レジスタ，A/D変換結果レジスタH (ADCR, ADCRH)

(1) A/Dコンバータ・モード・レジスタ (ADM)

A/D変換するアナログ入力の変換時間，変換動作の開始 / 停止を設定するレジスタです。

8/1ビット単位でリード / ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF200H

	⑦	6	5	4	3	2	1	⑧
ADM	ADCS	ADMD	FR2 ^{注1}	FR1 ^{注1}	FR0 ^{注1}	ADHS1 ^{注1}	ADHS0 ^{注1}	ADCS2

ADCS	A/D変換動作の制御
0	変換動作停止
1	変換動作許可

ADMD	動作モードの制御
0	セレクト・モード
1	スキャン・モード

ADHS1	5 V系A/D変換速度モードの選択 (AV _{REF0} 4.5 V)
0	通常モード
1	高速モード (AV _{REF0} 4.5 V時のみ有効)

ADHS0	3 V系A/D変換速度モードの選択 (AV _{REF0} 2.7 Vまたは2.85 V)
0	通常モード
1	高速モード (AV _{REF0} 2.7 Vまたは2.85 V時のみ有効)

ADCS2	昇圧基準電圧生成回路の動作制御 ^{注2}
0	基準電圧生成回路の動作停止
1	基準電圧生成回路の動作許可

注1. FR2-FR0ビットおよびA/D変換に関する詳細は表13-2 A/D変換時間を参照してください。

- 昇圧用基準電圧生成回路はADCS2ビットで動作制御され、動作開始から安定するまで1 μs (高速モード) または14 μs (通常モード) かかります。このためADCS2ビット = 1(昇圧用基準電圧生成回路オン)としてから1 μs (高速モード) または14 μs (通常モード) 以上経過したあと、ADCSビット = 1 (A/D変換動作を開始) とした場合は、最初の変換結果より有効となります。

注意1. 通常モード(ADHS1, ADHS0ビット = 00)でA/D変換動作中(ADCSビット = 1)の場合、ADMレジスタの書き込みは禁止です。

高速モード (ADHS1, ADHS0ビット = 10または01) でA/D変換動作中に同値書き込みをした場合、変換は中断され、再度最初から変換動作を開始します。またA/D変換動作中にFR2-FR0, ADHS1, ADHS0ビットの書き込みは禁止です。

- ADHS1, ADHS0ビット = 11の設定は禁止です。
- メイン・クロック停止、サブクロック動作時に、ADMレジスタにアクセスしないでください。詳細は3. 4. 8 (2) 特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。

表13 - 2 A/D変換時間

ADHS1	ADHS0	FR2	FR1	FR0	A/D変換時間 [μ s]				変換速度 モード	
					20 MHz@ AV _{REF0} 4.5 V	16 MHz@ AV _{REF0} 4.0 V	8 MHz@ AV _{REF0} \geq 2.85 V	8 MHz@ AV _{REF0} 2.7 V		
0	0	0	0	0	288/f _{XX}	14.4	18.0	36.0	36.0	通常モード AV _{REF0} 2.7 V
0	0	0	0	1	240/f _{XX}	設定禁止	15.0	30.0	30.0	
0	0	0	1	0	192/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	24.0	24.0	
0	0	0	1	1	設定禁止					
0	0	1	0	0	144/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	18.0	18.0	通常モード AV _{REF0} 2.7 V
0	0	1	0	1	120/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	設定禁止	設定禁止	
0	0	1	1	0	96/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	設定禁止	設定禁止	
0	0	1	1	1	設定禁止					
0	1	0	0	0	96/f _{XX}	4.8	6.0	12.0	設定禁止	高速モード AV _{REF0} \geq 2.85 V
0	1	0	0	1	72/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	9.0	設定禁止	
0	1	0	1	0	48/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	6.0	設定禁止	
0	1	0	1	1	24/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	設定禁止	設定禁止	
0	1	1	0	0	224/f _{XX}	11.2	14.0	28.0	28.0	高速モード AV _{REF0} 2.7 V
0	1	1	0	1	168/f _{XX}	設定禁止	10.5	21.0	21.0	
0	1	1	1	0	112/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	設定禁止	設定禁止	
0	1	1	1	1	56/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	設定禁止	設定禁止	
1	0	0	0	0	72/f _{XX}	3.6	設定禁止	設定禁止	設定禁止	高速モード AV _{REF0} 4.5 V
1	0	0	0	1	54/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	設定禁止	設定禁止	
1	0	0	1	0	36/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	設定禁止	設定禁止	
1	0	0	1	1	18/f _{XX}	設定禁止	設定禁止	設定禁止	設定禁止	
1	0	1	×	×	設定禁止					
1	1	×	×	×	設定禁止					

(a) 昇圧基準電圧生成回路の制御

ADCS2ビット = 0のとき、A/Dコンバータはパワーダウン状態となります。ADCS2ビット= 0 1設定後、1 μ s (高速モード)、または14 μ s (通常モード)以上のセットアップ時間が必要です。

このため、ADCS2ビット = 0 1にして、1 μ s (高速モード)または14 μ s (通常モード)以上経過したあとにADCSビット = 0 1にすることで、最初のA/D変換結果から有効となります。

表13 - 3 ADCSビットとADCS2ビットの設定

ADCS	ADCS2	A/D変換動作
0	0	停止状態 (DC電力消費パスは存在しません)
0	1	変換待機モード (昇圧用基準電圧生成回路のみ電力を消費)
1	0	変換モード (基準電圧生成回路動作停止 ^{注1})
1	1	変換モード (基準電圧生成回路動作 ^{注2})

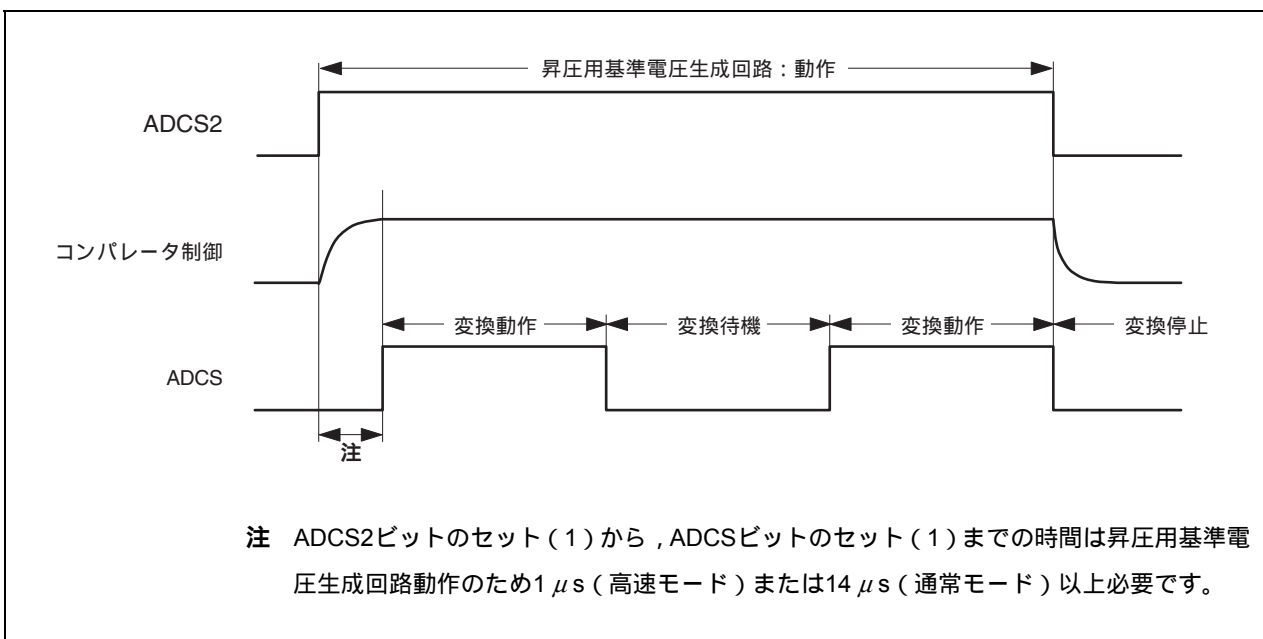
注1. ADCS, ADCS2ビット = 00B 10Bに設定した場合、昇圧用基準電圧生成回路は自動的にオンになります。また、ADCS2ビット = 0のまま、ADCSビット = 1 0に設定した場合、昇圧用基準電圧生成回路は自動的にオフになります。なお、ソフトウェア・トリガ・モード (ADS.TRGビット = 0) の場合、1回目のA/D変換結果は使用禁止です。

また、ハードウェア・トリガ・モード (TRGビット = 1) の場合、昇圧用基準電圧生成回路の安定時間経過後にA/D変換スタートしたA/D変換結果のみを使用してください。

2. ADCS, ADCS2ビット = 00B 11Bに設定した場合、昇圧用基準電圧生成回路は自動的にオンになります。また、ADCS2ビット = 1のまま、ADCSビット = 1 0に設定した場合、昇圧用基準電圧生成回路はオンのままとなります。なお、ソフトウェア・トリガ・モード (TRGビット = 0) の場合、1回目のA/D変換結果は使用禁止です。

また、ハードウェア・トリガ・モード (TRGビット = 1) の場合、昇圧用基準電圧生成回路の安定時間経過後にA/D変換スタートしたA/D変換結果のみを使用してください。

図13 - 2 動作シーケンス



注 ADCS2ビットのセット(1)から、ADCSビットのセット(1)までの時間は昇圧用基準電圧生成回路動作のため1 μ s (高速モード)または14 μ s (通常モード)以上必要です。

(2) アナログ入力チャンネル指定レジスタ (ADS)

A/D変換するアナログ電圧の入力ポートを指定するレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF201H

	7	6	5	4	3	2	1	0
ADS	EGA1 ^{注1}	EGA0 ^{注1}	TRG	ADTMD ^{注2}	0	ADS2	ADS1	ADS0

EGA1 ^{注1}	EGA0 ^{注1}	外部トリガ信号 (ADTRG) エッジ指定
0	0	エッジ検出なし
0	1	立ち下がりエッジ
1	0	立ち上がりエッジ
1	1	両エッジ

TRG	トリガ・モードの選択
0	ソフトウェア・トリガ・モード
1	ハードウェア・トリガ・モード

ADTMD ^{注2}	ハードウェア・トリガ・モードの指定
0	外部トリガ (ADTRG端子入力)
1	タイマ・トリガ (INTTM010信号発生)

ADS2	ADS1	ADS0	アナログ入力チャンネルの指定	
			セレクト・モード	スキャン・モード
0	0	0	ANI0	ANI0
0	0	1	ANI1	ANI0-ANI1
0	1	0	ANI2	ANI0-ANI2
0	1	1	ANI3	ANI0-ANI3
1	0	0	ANI4	ANI0-ANI4
1	0	1	ANI5	ANI0-ANI5
1	1	0	ANI6	ANI0-ANI6
1	1	1	ANI7	ANI0-ANI7

注1. EGA1, EGA0ビットはハードウェア・トリガ・モード (TRGビット = 1), かつ外部トリガ・モード (ADTRG端子入力: ADTMDビット = 1) を選択した場合のみ有効です。

2. ADTMDビットはハードウェア・トリガ・モード (TRGビット = 1) を選択した場合のみ有効です。

注意1. 通常モード (ADM.ADHS1, ADHS0ビット = 00) でA/D変換動作中 (ADM.ADCSビット = 1) の場合, ADSレジスタの書き込みは禁止です。

2. 通常モード (ADHS1, ADHS0ビット = 00) でA/D変換動作中 (ADCSビット = 1) に, 再度ソフトウェア/ハードウェア・トリガを入れることは禁止です。

3. メイン・クロック停止, サブクロック動作時に, ADSレジスタにアクセスしないでください。詳細は, 3. 4. 8 (2) 特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。

4. ビット3には必ず0を設定してください。

(3) A/D変換結果レジスタ, A/D変換結果レジスタH (ADCR, ADCRH)

ADCR, ADCRHレジスタは, A/D変換結果を格納するレジスタです。

16/8ビット単位でリードのみ可能です。ただし, 16ビット・アクセス時はADCRレジスタを指定, 8ビット・アクセス時はADCRHレジスタを指定します。ADCRレジスタは上位10ビットに変換結果の10ビットが読み出され, 下位6ビットは0が読み出されます。ADCRHレジスタには変換結果の上位8ビットが読み出されます。

リセットにより不定になります。

リセット時: 不定 R アドレス: FFFFF204H

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ADCR	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0	0	0	0	0	0	0

リセット時: 不定 R アドレス: FFFFF205H

	7	6	5	4	3	2	1	0
ADCRH	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2

注意 メイン・クロック停止, サブクロック動作時に, ADCR, ADCRHレジスタにアクセスしないでください。詳細は3.4.8(2) 特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。

(4) パワー・フェイル比較モード・レジスタ (PFM)

パワー・フェイル検出モードを設定するレジスタです。
 PFTレジスタの値とADCRHレジスタの値を比較します。
 8/1ビット単位でリード/ライト可能です。
 リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF202H

	⑦	⑥	5	4	3	2	1	0
PFM	PFEN	PFCM	0	0	0	0	0	0

PFEN	パワー・フェイル比較許可/禁止の選択
0	パワー・フェイル比較禁止
1	パワー・フェイル比較許可

PFCM	パワー・フェイル比較モードの選択
0	ADCR PFTで割り込み要求信号 (INTAD) を発生
1	ADCR < PFTで割り込み要求信号 (INTAD) を発生

- 注意1. 通常モード (ADM.ADHS1, ADHS0ビット = 00) でA/D変換動作中 (ADM.ADCSビット = 1) の場合, PFMレジスタの書き込みは禁止です。
2. メイン・クロック停止, サブクロック動作時に, PFMレジスタにアクセスしないでください。詳細は3. 4. 8 (2) 特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。

(5) パワー・フェイル比較しきい値レジスタ (PFT)

PFTレジスタは, パワー・フェイル検出モード時の比較値を設定するレジスタです。
 PFTレジスタに設定した8ビット・データとADCRHレジスタの値が比較されます。
 8ビット単位でリード/ライト可能です。
 リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF203H

	7	6	5	4	3	2	1	0
PFT								

- 注意1. 通常モード (ADM.ADHS1, ADHS0ビット = 00) でA/D変換動作中 (ADM.ADCSビット = 1) の場合, PFTレジスタの書き込みは禁止です。
2. メイン・クロック停止, サブクロック動作時に, PFTレジスタにアクセスしないでください。詳細は3. 4. 8 (2) 特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。

13.5 動作

13.5.1 基本動作

- <1> A/D変換するチャンネルをADSレジスタで1チャンネル選択してください。
ADM.ADHS1ビットまたはADHS0ビットを設定してください。
- <2> ADM.ADCS2ビットをセット(1)し $1\mu\text{s}$ (高速モード)または $14\mu\text{s}$ (通常モード)以上ウエイトしてください。
- <3> ADM.ADCSビットをセット(1)してください。A/D変換を開始します。
(<4>~<10>までハードウェアでの動作)
- <4> 選択されたアナログ入力チャンネルに入力されている電圧を,サンプル&ホールド回路でサンプリングします。
- <5> 一定時間サンプリングを行うとサンプル&ホールド回路はホールド状態となり,入力されたアナログ電圧をA/D変換が終了するまで保持します。
- <6> 逐次変換レジスタ(SAR)のビット9をセット(1)し,タップ・セレクタは直列抵抗ストリングの電圧タップを $(1/2) \times AV_{REF0}$ にします。
- <7> 直列抵抗ストリングの電圧タップとアナログ入力との電圧差を,電圧コンパレータで比較します。もし,アナログ入力が $(1/2) \times AV_{REF0}$ よりも大きければ,SARレジスタのMSBをセット(1)したままです。また, $(1/2) \times AV_{REF0}$ よりも小さければMSBをクリア(0)します。
- <8> 次にSARレジスタのビット8が自動的にセット(1)され,次の比較に移ります。ここではすでに決定しているビット9の値によって,次に示すように直列抵抗ストリングの電圧タップが選択されます。
- ・ビット9 = 1 : $(3/4) \times AV_{REF0}$
 - ・ビット9 = 0 : $(1/4) \times AV_{REF0}$
- この電圧タップとアナログ入力電圧を比較し,その結果でSARレジスタのビット8を次のように操作します。
- アナログ入力電圧 電圧タップ : ビット8 = 1
アナログ入力電圧 電圧タップ : ビット8 = 0
- <9> このような比較をSARレジスタのビット0まで続けます。
- <10> 10ビットの比較が終了したとき,SARレジスタには有効なデジタルの結果が残り,その値がADCRレジスタに転送され,ラッチされます。
同時に,A/D変換終了割り込み要求信号(INTAD)を発生します。
- <11> 以降<4>~<10>の動作を,ADCSビットをクリア(0)するまで繰り返します。
再度A/D変換するときは<3>から開始してください。ただし,ADCS2ビット = 0の状態から再度A/Dコンバータを動作させる場合は<2>から開始してください。

13.5.2 トリガ・モード

A/D変換の開始タイミングを設定するトリガ・モードには、次の3つのモードがあります。これらのトリガ・モードは、ADSレジスタで設定します。

- ・ソフトウェア・トリガ・モード
- ・外部トリガ・モード（ハードウェア・トリガ・モード）
- ・タイマ・トリガ・モード（ハードウェア・トリガ・モード）

(1) ソフトウェア・トリガ・モード

ADS.TRGビット = 0に設定した状態で、ADM.ADCSビットをセット（1）することによりA/D変換を開始するモードです。

A/D変換終了後は、ADCSビットをクリア（0）しないかぎり、次のA/D変換を繰り返し行います。

高速モード（ADM.ADHS1, ADHS0ビット = 01または10）で、変換動作中にADM, ADS, PFM, PFTレジスタに書き込みを行った場合、A/D変換は中断され、再度最初からA/D変換を行います。通常モード（ADHS1, ADHS0ビット = 00）で、変換動作中のADM, ADS, PFM, PFTレジスタの書き込みは禁止です。

(2) 外部トリガ・モード（ハードウェア・トリガ・モード）

高速モード（ADHS1, ADHS0ビット = 10または01）に設定して使用してください。通常モード（ADHS1, ADHS0ビット = 00）で、A/D変換中にADTRG端子に有効エッジが入力することは禁止です。

TRGビット = 1, ADS.ADTMDビット = 0に設定した状態で、ADCSビットをセット（1）したあと、外部トリガ（ADTRG）検出によりA/D変換を開始するモードです。

ADCSビットをセット（1）したあと、外部トリガ（ADTRG）待機状態になります。

ADTRG端子入力の有効エッジは、ADS.EGA1, EGA0ビットにより設定します。有効エッジを検出すると、A/D変換を開始します。

A/D変換終了後は、再び外部トリガ（ADTRG）待機状態になります。

なお、高速モード（ADHS1, ADHS0ビット = 01または10）で、A/D変換中にADTRG端子に有効エッジが入力された場合、A/D変換は中断され、再度最初からA/D変換を行います。

また、高速モード（ADHS1, ADHS0ビット = 01または10）で、変換動作中にADM, ADS, PFM, PFTレジスタに書き込みを行った場合、A/D変換は中断され、外部トリガ（ADTRG）待機状態になります。

(3) タイマ・トリガ・モード（ハードウェア・トリガ・モード）

高速モード（ADHS1, ADHS0ビット = 10または01）に設定して使用してください。通常モード（ADHS1, ADHS0ビット = 00）で、A/D変換中にADTRG端子に有効エッジが入力することは禁止です。

TRGビット = 1, ADTMDビット = 1に設定した状態で、ADCSビットをセット（1）したあと、タイマ・トリガ（INTTM010）検出によりA/D変換を開始するモードです。

ADCSビットをセット（1）したあと、タイマ・トリガ（INTTM010）待機状態になります。

INTTM010信号が発生すると、A/D変換を開始します。

A/D変換終了後は、再びタイマ・トリガ（INTTM010）待機状態になります。

なお、高速モード（ADHS1, ADHS0ビット = 01または10）で、A/D変換中にINTTM010信号が発生した場合、A/D変換は中断され、再度最初からA/D変換を行います。

また、高速モード（ADHS1, ADHS0ビット = 01または10）で、変換動作中にADM, ADS, PFM, PFTレジスタに書き込みを行った場合、A/D変換は中断され、タイマ・トリガ（INTTM010）待機状態になります。

13.5.3 動作モード

動作モードには、次の2つのモードがあります。これらの動作モードは、ADMレジスタで設定します。

- ・セレクト・モード
- ・スキャン・モード

(1) セレクト・モード

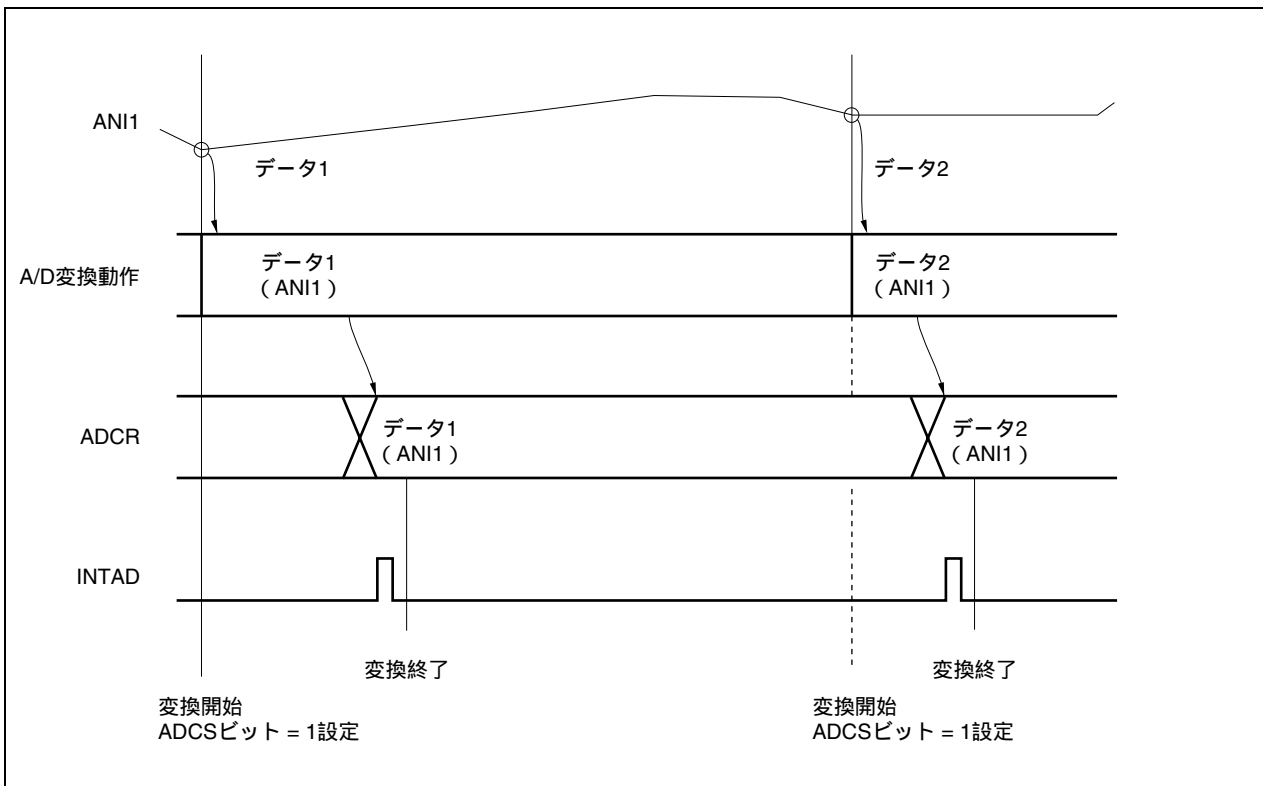
ADM.ADMDビット = 0の状態では、ADSレジスタで指定された1つのアナログ入力のA/D変換を行います。A/D変換が終了すると、変換結果をADCRレジスタに格納します。

また、同時にA/D変換終了割り込み要求信号(INTAD)を発生します。ただし、INTAD信号の発生は、PFM、PFTレジスタの設定に依存します。詳細は、13.5.4 **パワー・フェイル検出機能**を参照してください。

高速モード (ADM.ADHS1, ADHS0ビット = 00) で変換動作中にADM, ADS, PFM, PFTレジスタに書き込みを行った場合、A/D変換は中断され、ソフトウェア・トリガ・モードのときは再度最初からA/D変換を行い、ハードウェア・トリガ・モードのときはトリガ待機状態になります。通常モード (ADHS1, ADHS0ビット = 00) で、変換動作中のADM, ADS, PFM, PFTレジスタの書き込みは禁止です。

また、高速モード (ADHS1, ADHS0ビット = 01または10) で、ハードウェア・トリガ・モード時の変換動作中にトリガを検出した場合、A/D変換は中断され、再度最初からA/D変換を行います。通常モード (ADHS1, ADHS0ビット = 00) で、A/D変換中に再度トリガを入力することは禁止です。

図13-4 セレクト・モード動作タイミング例 (ADS.ADS2-ADS0ビット = 001B)



(2) スキャン・モード

ADM.ADMDビット = 1の状態では、ANI0端子からADSレジスタで指定されたアナログ入力を順に選択し、A/D変換を行います。

1つのアナログ入力のA/D変換が終了すると、変換結果をADCRレジスタに格納します。

また、同時にA/D変換終了割り込み要求信号 (INTAD) を発生します。

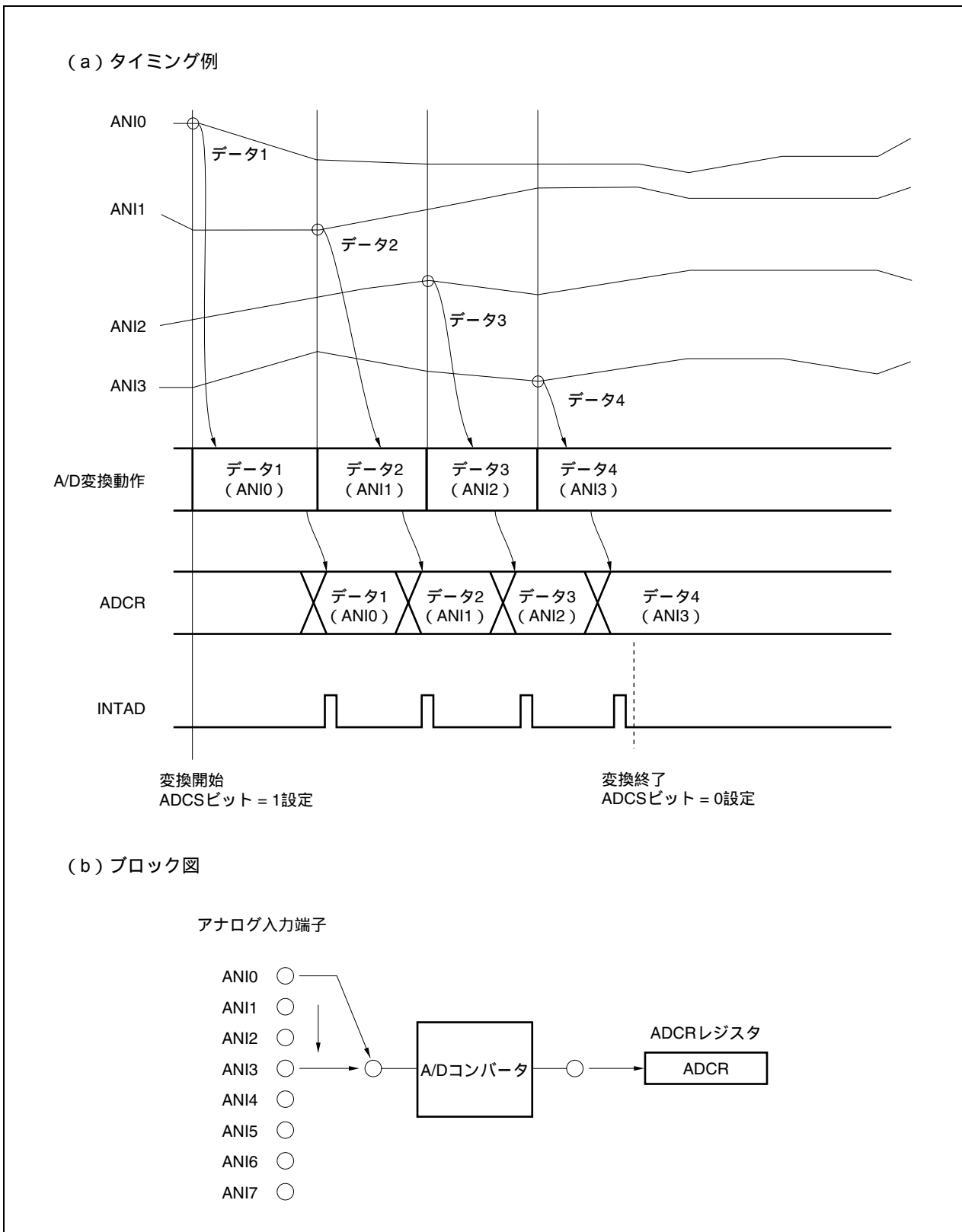
なお、すべてのアナログ入力のA/D変換結果は、ADCRレジスタに格納されるので、1つのアナログ入力のA/D変換が終了したら、ADCRレジスタの内容をRAMなどに転送することで退避することを推奨します。

ハードウェア・トリガ・モード (ADS.TRGビット = 1) の場合、ANI0端子からADSレジスタで指定されたアナログ入力までのA/D変換が終了すると、トリガ待機状態になります。

高速モード (ADM.ADHS1, ADHS0ビット = 01または10) で、変換動作中にADM, ADS, PFM, PFTレジスタに書き込みを行った場合、A/D変換は中断され、ソフトウェア・トリガ・モードのときは再度最初からA/D変換を行い、ハードウェア・トリガ・モードのときはトリガ待機状態になります。なお、再変換する場合は、ANI0端子からになります。通常モード (ADHS1, ADHS0ビット = 00) で、A/D変換中にADTRG端子に有効エッジを入力することは禁止です。

また、高速モード (ADHS1, ADHS0ビット = 01または10) でハードウェア・トリガ・モード時の変換動作中にトリガを検出した場合、A/D変換は中断され、再度最初 (ANI0端子) からA/D変換を行います。通常モード (ADHS1, ADHS0ビット = 00) で、変換動作中のADM, ADS, PFM, PFTレジスタの書き込みは禁止です。

図13 - 5 スキャン・モード動作のタイミング例 (ADS.ADS2-ADS0ビット = 011B)

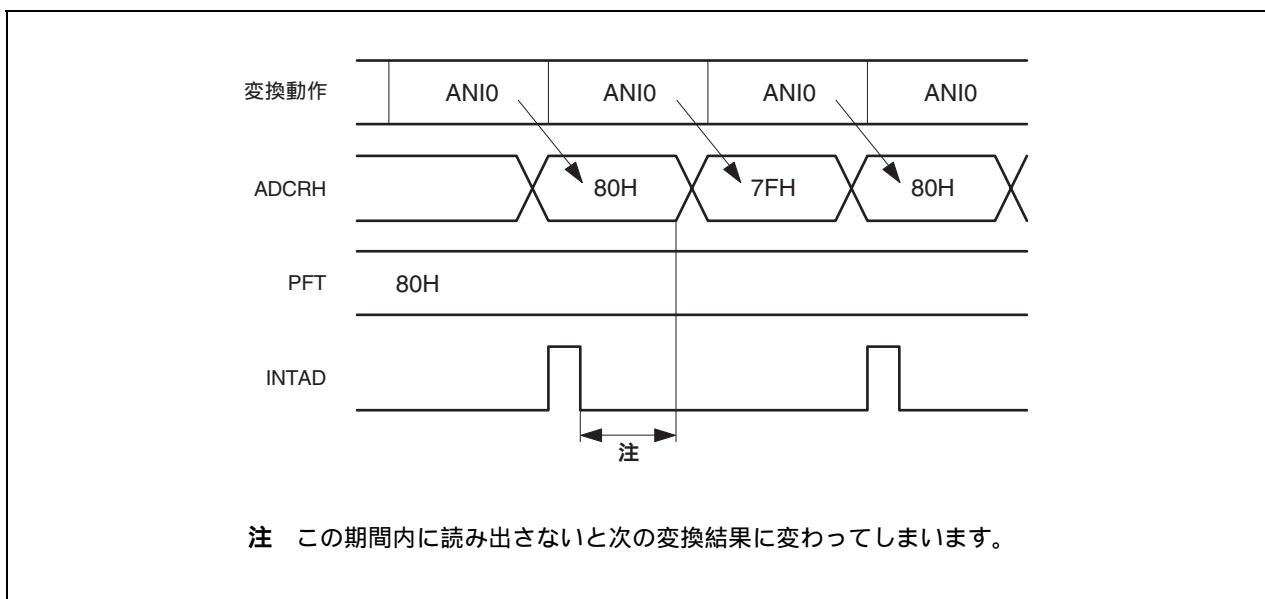


13.5.4 パワー・フェイル検出機能

PFM, PFTレジスタにより変換終了割り込み要求信号 (INTAD) を次のように制御可能です。

- ・PFM.PFENビット = 0の場合, 変換終了ごとにINTAD信号が発生します。
- ・PFENビット = 1かつPFM.PFCMビット = 0の場合, 変換終了タイミングで変換結果 (ADCRHレジスタ) とPFTレジスタの値を比較し, ADCRH = PFTの場合のみ, INTAD信号が発生します。
- ・PFENビット = 1かつPFCMビット = 1の場合, 変換終了タイミングで変換結果とPFTレジスタの値を比較し, ADCRH < PFTの場合のみINTAD信号が発生します。
- ・PFENビット = 1の状態では, INTAD信号が発生した後, 次の変換終了までの間に変換結果を読み出さないと変換結果が書き換わるため, 見かけ上, 上記の動作記述と矛盾する場合があります (図13 - 6参照)。

図13 - 6 パワー・フェイル検出機能 (PFCMビット = 0)



13.5.5 設定方法

次に設定方法を説明します。

(1) A/D変換動作として使用する場合

- <1> ADM.ADCS2ビットをセット (1)
- <2> ADS.ADS2-ADS0ビットとADM.ADHS1, ADHS0, FR2-FR0ビットで, チャンネルと変換時間を選択
- <3> ADM.ADCSビットをセット (1)
- <4> A/D変換データをADCRレジスタに転送
- <5> 割り込み要求信号 (INTAD) 発生
- <チャンネルを変更する>
- <6> ADS2-ADS0ビットで, チャンネルを変更
- <7> A/D変換データをADCRレジスタに転送
- <8> INTAD信号発生
- <A/D変換を終了する>
- <9> ADCSビットをクリア (0)
- <10> ADCS2ビットをクリア (0)

- 注意1.** <1>から<3>までの間は, $1\ \mu\text{s}$ (高速モード) または $14\ \mu\text{s}$ (通常モード) 以上空けてください。
2. <1>と<2>の順番が逆でも問題ありません。
 3. <1>は省略可能です。ただし, この場合には<3>のあとの1回目のA/D変換結果は使用しないでください。
 4. <4>から<7>までの時間は, ADHS1, ADHS0, FR2-FR0ビットで設定した変換時間とは異なります。
<6>から<7>までの時間が, ADHS1, ADHS0, FR2-FR0ビットで設定した変換時間となります。

(2) パワー・フェイル検出機能として使用する場合

- <1> PFM.PFENビットをセット (1)
- <2> PFM.PFCMビットでパワー・フェイル比較条件を設定
- <3> ADM.ADCS2ビットをセット (1)
- <4> ADS.ADS2-ADS0ビットとADM.ADHS1, ADHS0, FR2-FR0ビットで、チャンネルと変換時間を選択
- <5> PFTレジスタにしきい値を設定
- <6> ADM.ADCSビットをセット (1)
- <7> A/D変換データをADCRレジスタに転送
- <8> ADCRHレジスタとPFTレジスタとの大小比較を行い、条件が一致した場合に割り込み要求信号 (INTAD) 発生
- <チャンネルを変更する>
- <9> ADS2-ADS0ビットで、チャンネルを変更
- <10> A/D変換データをADCRレジスタに転送
- <11> ADCRHレジスタとPFTレジスタとの大小比較を行い、条件が一致した場合にINTAD信号発生
- <A/D変換を終了する>
- <12> ADCSビットをクリア (0)
- <13> ADCS2ビットをクリア (0)

備考 セレクト・モード、スキャン・モードにかかわらず、パワー・フェイル検出機能の動作を許可していれば、すべてのA/D変換結果に対して比較動作を行います。

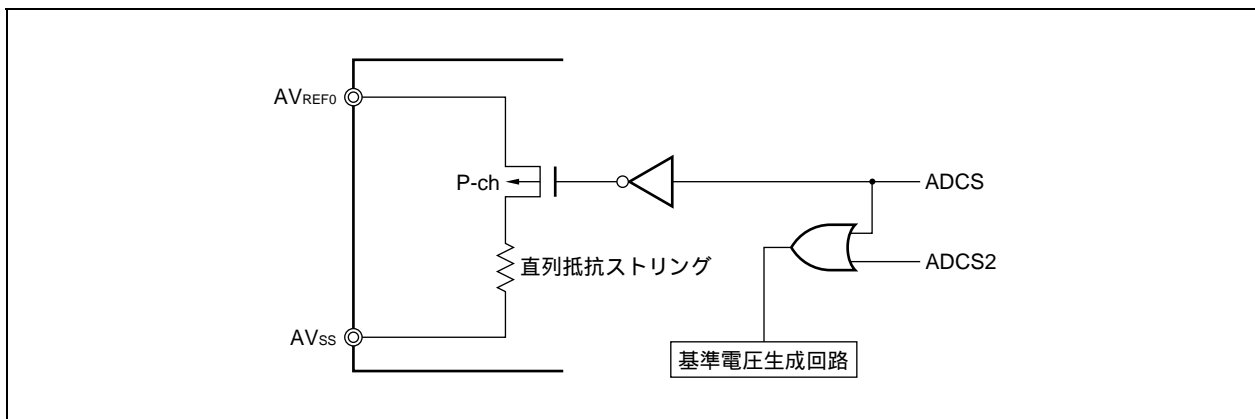
13.6 注意事項

(1) スタンバイ・モード時の消費電力について

A/Dコンバータは、スタンバイ・モード時には動作が停止します。このとき変換動作停止 (ADM.ADCSビット = 0)、および基準電圧生成回路を停止 (ADM.ADCS2ビット = 0) することにより、消費電力を低減させることができます。

スタンバイ・モード時の消費電力を低減させる方法例を図13 - 7に示します。

図13 - 7 スタンバイ・モード時の消費電力を低減させる方法例



(2) ANI0-ANI7端子入力範囲について

ANI0-ANI7端子入力電圧は規格の範囲内でご使用ください。特にAVREF0以上、AVSS以下（絶対最大定格の範囲内でも）の電圧が入力されると、そのチャネルの変換値が不定となります。また、ほかのチャネルの変換値にも影響を与えることがあります。

(3) 競合動作について

(a) 変換終了時のADCRレジスタ・ライトと命令によるADCRレジスタ・リードとの競合

ADCRレジスタのリードが優先されます。リードしたあと、新しい変換結果がADCRレジスタにライトされます。

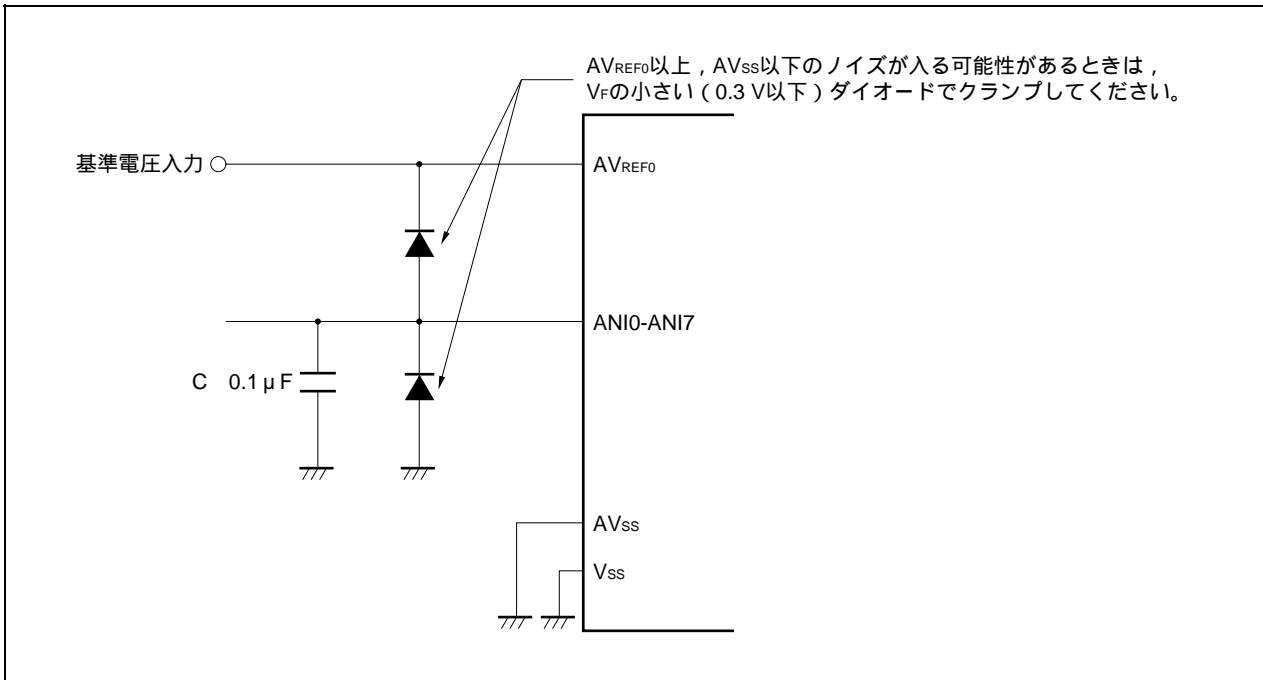
(b) 変換終了時のADCRレジスタ・ライトとADMレジスタ・ライト、またはADSレジスタ・ライトの競合

ADMレジスタまたはADSレジスタへのライトが優先されます。ADCRレジスタへのライトはされません。また、変換終了割り込み要求信号 (INTAD) も発生しません。

(4) ノイズ対策について

10ビット分解能を保つためには、 AV_{REF0} 、ANI0-ANI7端子へのノイズに注意する必要があります。アナログ入力源の出力インピーダンスが高いほど影響が大きくなりますので、ノイズを低減するために図13-8のようにコンデンサを外付けすることを推奨します。

図13-8 アナログ入力端子の処理

**(5) ANI0/P70-ANI7/P77端子**

アナログ入力 (ANI0-ANI7) 端子は入力ポート (P70-P77) 端子と兼用になっています。

ANI0-ANI7端子のいずれかを選択してA/D変換をする場合、変換中にポート7に対する入力命令は実行しないでください。変換分解能が低下することがあります。

また、A/D変換中の端子に隣接する端子へデジタル・パルスを印加すると、カップリング・ノイズによってA/D変換値が期待どおりに得られないこともあります。したがって、A/D変換中の端子に隣接する端子へのパルス印加はしないようにしてください。

(6) AV_{REF0}端子の入力インピーダンスについて

AV_{REF0}端子とAV_{SS}端子の間には数十kΩの直列抵抗ストリングが接続されています。

したがって、基準電圧源の出力インピーダンスが高い場合、AV_{REF0}端子とAV_{SS}端子の間の直列抵抗ストリングと直列接続することになり、基準電圧の誤差が大きくなります。

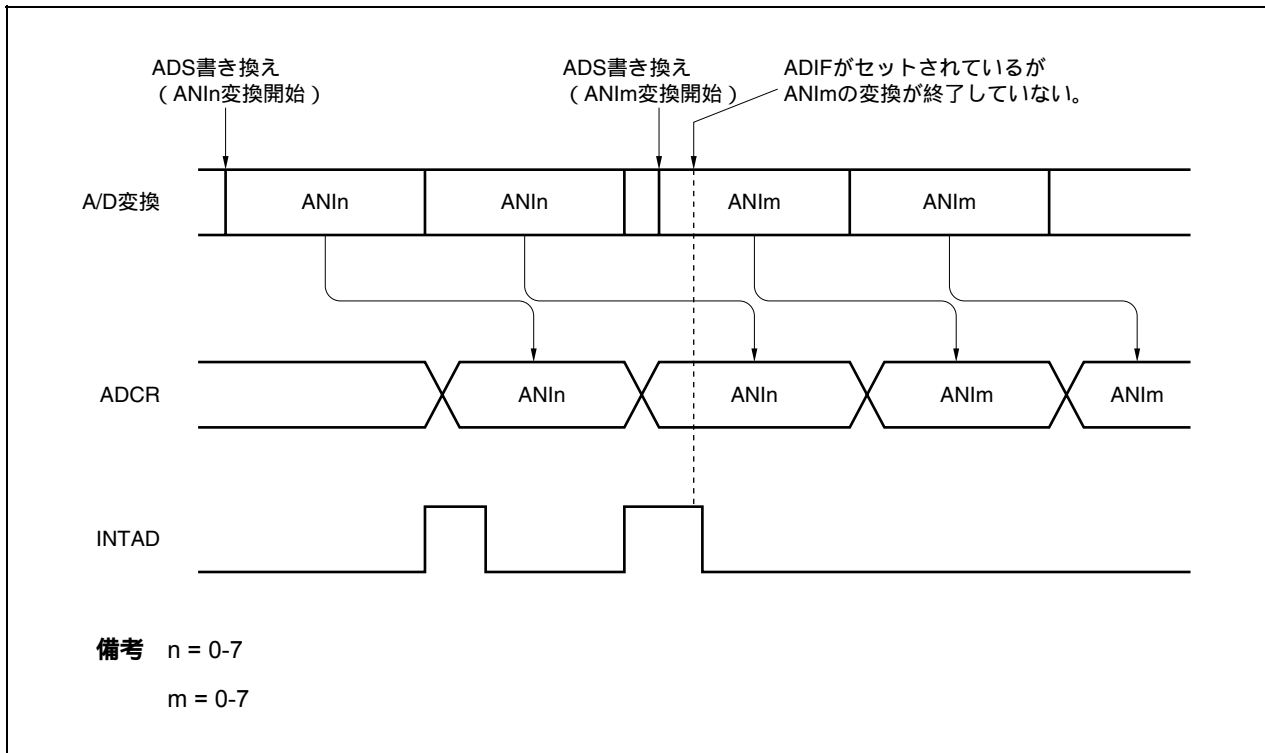
(7) 割り込み要求フラグ (ADIFC.ADIFビット) について

ADSレジスタを変更してもADIFビットはクリア(0)されません。

したがって、A/D変換中にアナログ入力端子の変更を行った場合、ADSレジスタ書き換え直前に、変更前のアナログ入力端子に対するA/D変換が終了しADIFビットがセット(1)されている場合があります。ADSレジスタ書き換え直後にADIFビットを読み出すと、変更後のアナログ入力端子に対するA/D変換が終了していないにもかかわらず、ADIFビットがセット(1)されていることとなりますので注意してください。

また、A/D変換を一度停止させて再開する場合は、再開する前にADIFビットをクリア(0)してください。

図13-9 A/D変換終了割り込み要求発生タイミング



(8) A/D変換スタート直後の変換結果について

ADM.ADCS2ビットをセット(1)してから、 $1 \mu\text{s}$ (高速モード) または $14 \mu\text{s}$ (通常モード) 以内でADM.ADCSビットをセット(1)した場合、またはADCS2ビット = 0の状態、ADCSビットをセット(1)した場合は、A/D変換動作をスタートした直後のA/D変換値は定格を満たさないことがあります。A/D変換終了割り込み要求信号(INTAD)をポーリングし、最初の変換結果を廃棄するなどの対策を行ってください。

(9) A/D変換結果レジスタ (ADCR) の読み出しについて

ADM, ADSレジスタに対して書き込み動作を行ったとき, ADCRレジスタの内容は不定となることがあります。変換結果は, 変換動作終了後, ADM, ADSレジスタに対して書き込み動作を行う前に読み出してください。上記以外のタイミングでは, 正しい変換結果が読み出されることがあります。

また, CPUがサブクロックで動作し, かつメイン・クロック発振 (fx) を停止しているときに, ADCR, ADCRHレジスタへのアクセスは禁止です。詳細は3. 4. 8 (2) 特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。

(10) A/Dコンバータのサンプリング時間とA/D変換開始遅延時間について

A/Dコンバータのサンプリング時間は, ADMレジスタの設定値によって異なります。また, A/Dコンバータを動作許可してから実際にサンプリングが行われるまで遅延時間が存在します。

A/D変換時間を厳密に必要とするセットの場合, 図13 - 10と表13 - 4に示す内容に注意してください。

図13 - 10 A/DコンバータのサンプリングとA/D変換開始遅延のタイミング

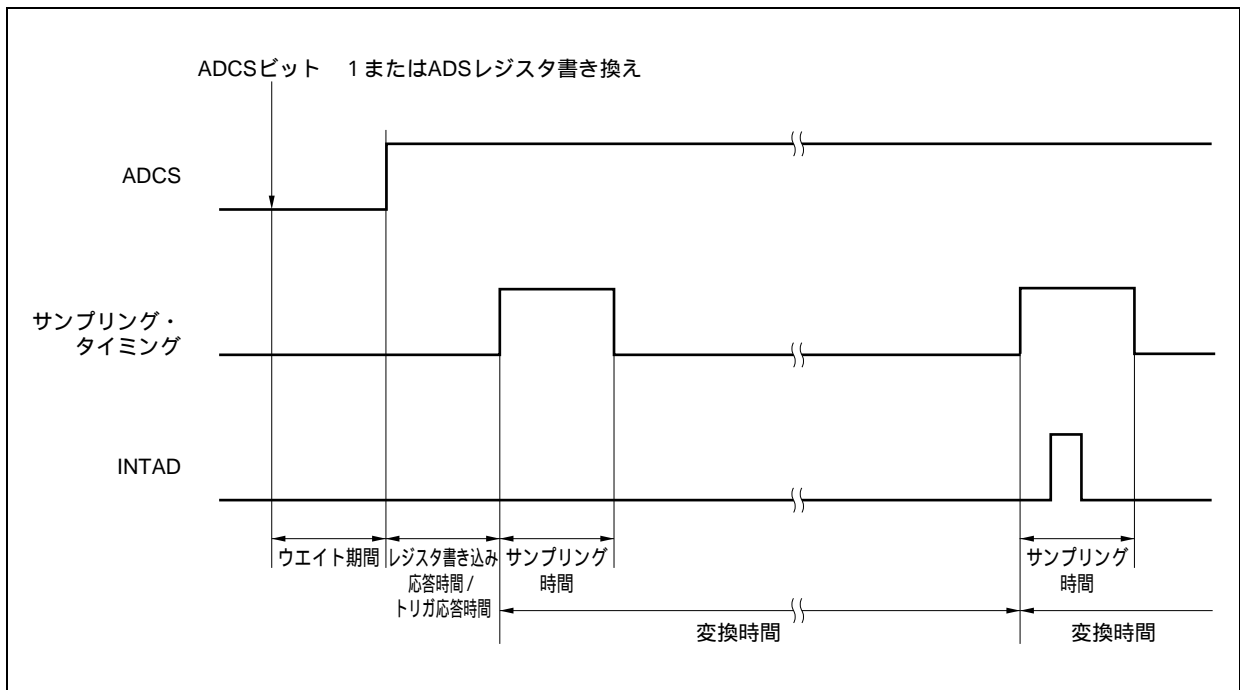


表13 - 4 A/Dコンバータの変換時間

ADHS1	ADHS0	FR2	FR1	FR0	変換時間	サンプリング 時間	レジスタ書き込み 応答時間 ^注		トリガ応答時間 ^注	
							MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
0	0	0	0	0	288/f _{xx}	176/f _{xx}	11/f _{xx}	12/f _{xx}	7/f _{xx}	8/f _{xx}
0	0	0	0	1	240/f _{xx}	176/f _{xx}	11/f _{xx}	12/f _{xx}	7/f _{xx}	8/f _{xx}
0	0	0	1	0	192/f _{xx}	132/f _{xx}	10/f _{xx}	11/f _{xx}	6/f _{xx}	7/f _{xx}
0	0	1	0	0	144/f _{xx}	88/f _{xx}	9/f _{xx}	10/f _{xx}	5/f _{xx}	6/f _{xx}
0	0	1	0	1	120/f _{xx}	88/f _{xx}	9/f _{xx}	10/f _{xx}	5/f _{xx}	6/f _{xx}
0	0	1	1	0	96/f _{xx}	48/f _{xx}	11/f _{xx}	12/f _{xx}	7/f _{xx}	8/f _{xx}
0	1	0	0	0	96/f _{xx}	48/f _{xx}	11/f _{xx}	12/f _{xx}	7/f _{xx}	8/f _{xx}
0	1	0	0	1	72/f _{xx}	36/f _{xx}	10/f _{xx}	11/f _{xx}	6/f _{xx}	7/f _{xx}
0	1	0	1	0	48/f _{xx}	24/f _{xx}	9/f _{xx}	10/f _{xx}	5/f _{xx}	6/f _{xx}
0	1	0	1	1	24/f _{xx}	12/f _{xx}	8/f _{xx}	9/f _{xx}	4/f _{xx}	5/f _{xx}
0	1	1	0	0	224/f _{xx}	176/f _{xx}	11/f _{xx}	12/f _{xx}	7/f _{xx}	8/f _{xx}
0	1	1	0	1	168/f _{xx}	132/f _{xx}	10/f _{xx}	11/f _{xx}	6/f _{xx}	7/f _{xx}
0	1	1	1	0	112/f _{xx}	88/f _{xx}	9/f _{xx}	10/f _{xx}	5/f _{xx}	6/f _{xx}
0	1	1	1	1	56/f _{xx}	44/f _{xx}	8/f _{xx}	9/f _{xx}	4/f _{xx}	5/f _{xx}
1	0	0	0	0	72/f _{xx}	24/f _{xx}	11/f _{xx}	12/f _{xx}	7/f _{xx}	8/f _{xx}
1	0	0	0	1	54/f _{xx}	18/f _{xx}	10/f _{xx}	11/f _{xx}	6/f _{xx}	7/f _{xx}
1	0	0	1	0	36/f _{xx}	12/f _{xx}	9/f _{xx}	10/f _{xx}	5/f _{xx}	6/f _{xx}
1	0	0	1	1	18/f _{xx}	6/f _{xx}	8/f _{xx}	9/f _{xx}	4/f _{xx}	5/f _{xx}
上記以外					設定禁止	-	-	-	-	-

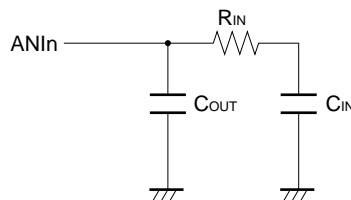
注 各応答時間はウエイト期間後の時間になります。ウエイトについては3.4.8(2) 特定の内部周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。

備考 f_{xx} : メイン・クロック周波数

(11) 内部等価回路について

アナログ入力部の等価回路を次に示します。

図13 - 11 ANIn端子内部等価回路



AV _{REF0}	R _{IN}	C _{OUT}	C _{IN}
4.5 V	3 kΩ	8 pF	15 pF
2.7 V	60 kΩ	8 pF	15 pF

備考1. 値は参考値です。

2. n = 0-7

(12) A/D変換結果のばらつきについて

電源電圧の変動やノイズなどの影響によりA/D変換結果がばらつくことがあります。ばらつきを軽減する必要がある場合は、A/D変換結果の平均値をとるなど、プログラムで対策してください。

(13) A/D変換のヒステリシス特性について

逐次比較型A/Dコンバータは、内部のサンプル&ホールド用コンデンサにアナログ入力電圧を保持し、そのあと、A/D変換を行います。A/D変換が終了したあとも、内部のサンプル&ホールド用コンデンサには、アナログ入力電圧が残っています。このため次のような現象が起きることがあります。

- ・同一チャンネルでA/D変換を実行している場合、以前のA/D変換時よりも高い電圧、または低い電圧に変化していると、変換結果が以前の値に影響されるヒステリシス特性が現れ、同じ電位でも変換結果が異なる場合があります。
- ・アナログ入力チャンネルを切り替える場合、1つのA/Dコンバータを用いてA/D変換を行っているため、変換結果が以前のチャンネルの値に影響されるヒステリシス特性が現れ、同じ電位でも変換結果が異なる場合があります。

このため、より正確な変換結果を得たい場合は、同一チャンネルで2回連続A/D変換を行い、1回目の変換結果を廃棄してください。

(14) 通常モード時のA/D変換動作について

- ・ソフトウェア・トリガ・モード時：
通常モード (ADM.ADHS1, ADHS0ビット = 00) で、変換動作中のADM, ADS, PFM, PFTレジスタの書き込みは禁止です。
- ・ハードウェア・トリガ (外部トリガ/タイマ・トリガ) ・モード時：
通常モード (ADHS1, ADHS0ビット = 00) では、使用できません。高速モード (ADHS1, ADHS0ビット = 10または01) を使用してください。

13.7 A/Dコンバータ特性表の読み方

A/Dコンバータに特有な用語について説明します。

(1) 分解能

識別可能な最小アナログ入力電圧、つまり、デジタル出力1ビットあたりのアナログ入力電圧の比率を1 LSB (Least Significant Bit) といいます。1 LSBのフルスケールに対する比率を%FSR (Full Scale Range) で表します。%FSRとは変換可能なアナログ入力電圧範囲に対する比率を百分率で表したもので分解能に関係なく次の式になります。

$$\begin{aligned} 1 \text{ \%FSR} &= (\text{変換可能なアナログ入力電圧の最大値} - \text{変換可能なアナログ入力電圧の最小値}) / 100 \\ &= (AV_{REF0} - 0) / 100 \\ &= AV_{REF0} / 100 \end{aligned}$$

1 LSBは分解能10ビットのとき、次のようになります。

$$\begin{aligned} 1 \text{ LSB} &= 1/2^{10} = 1/1024 \\ &= 0.098 \text{ \%FSR} \end{aligned}$$

精度は分解能とは関係なく、総合誤差によって決まります。

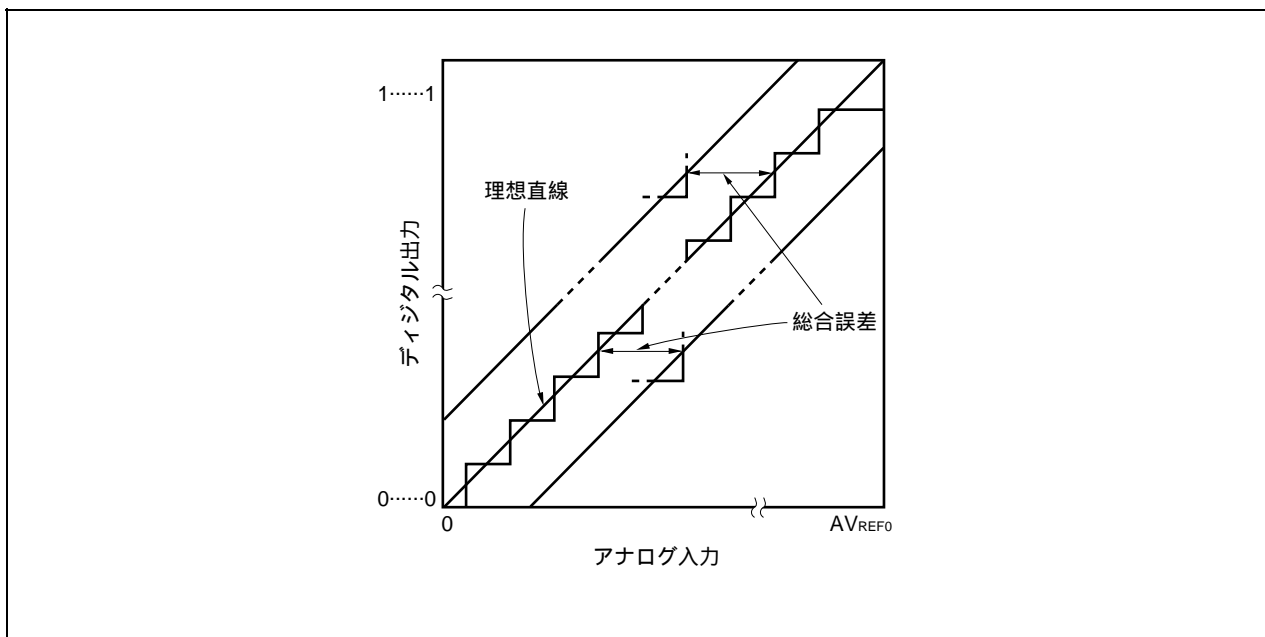
(2) 総合誤差

実測値と理論値との差の最大値を指しています。

ゼロスケール誤差、フルスケール誤差、直線性誤差、およびそれらの組み合わせから生じる誤差を総合したものです。

なお、特性表の総合誤差には量子化誤差は含まれていません。

図13 - 12 総合誤差

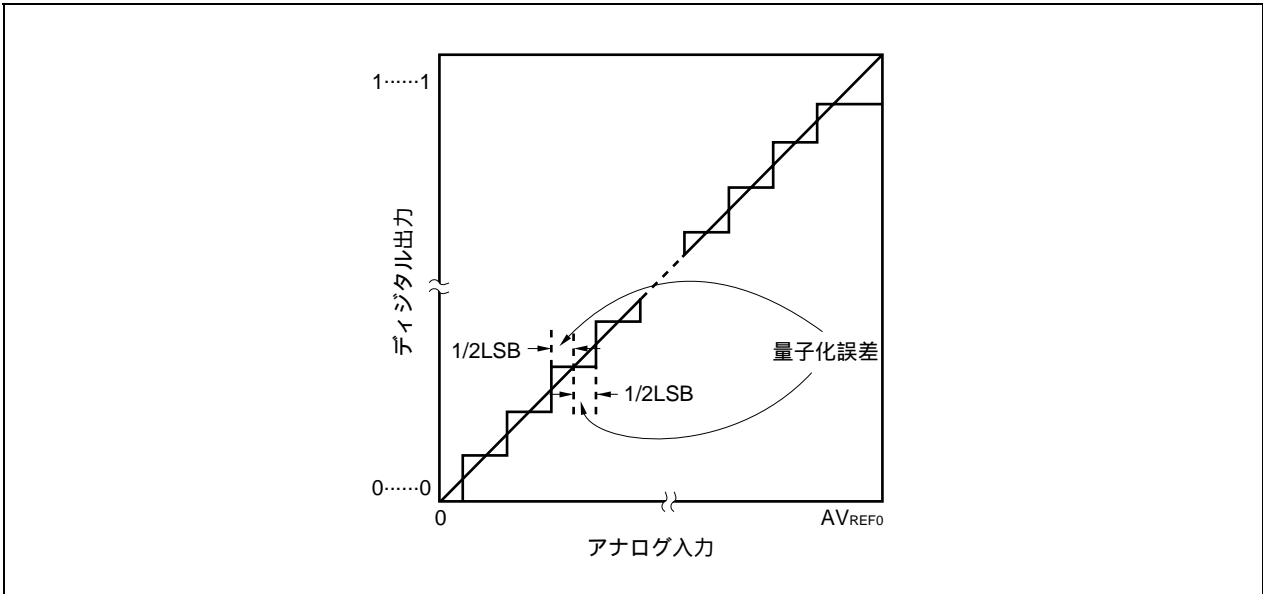


(3) 量子化誤差

アナログ値をデジタル値に変換するとき、必然的に生じる $\pm 1/2$ LSBの誤差です。A/Dコンバータでは、 $\pm 1/2$ LSBの範囲にあるアナログ入力電圧は、同じデジタル・コードに変換されるため、量子化誤差を避けることはできません。

なお、特性表の総合誤差、ゼロスケール誤差、フルスケール誤差、積分直線性誤差、微分直線性誤差には含まれていません。

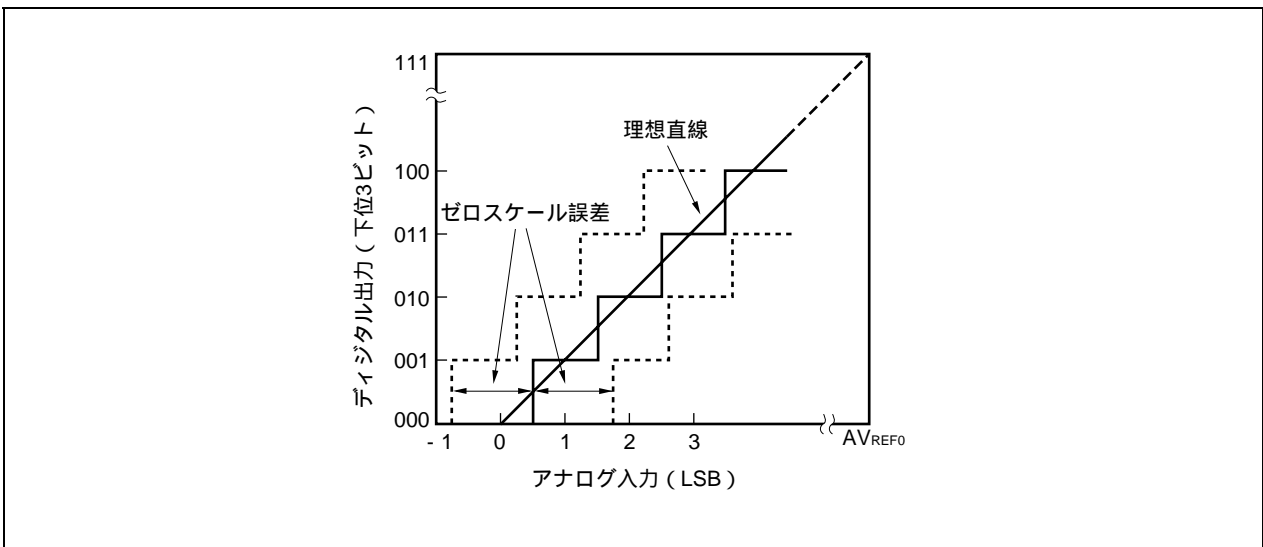
図13 - 13 量子化誤差



(4) ゼロスケール誤差

デジタル出力が0.....000から0.....001に変化するときの、アナログ入力電圧の実測値と理論値 ($1/2$ LSB) との差を表します。

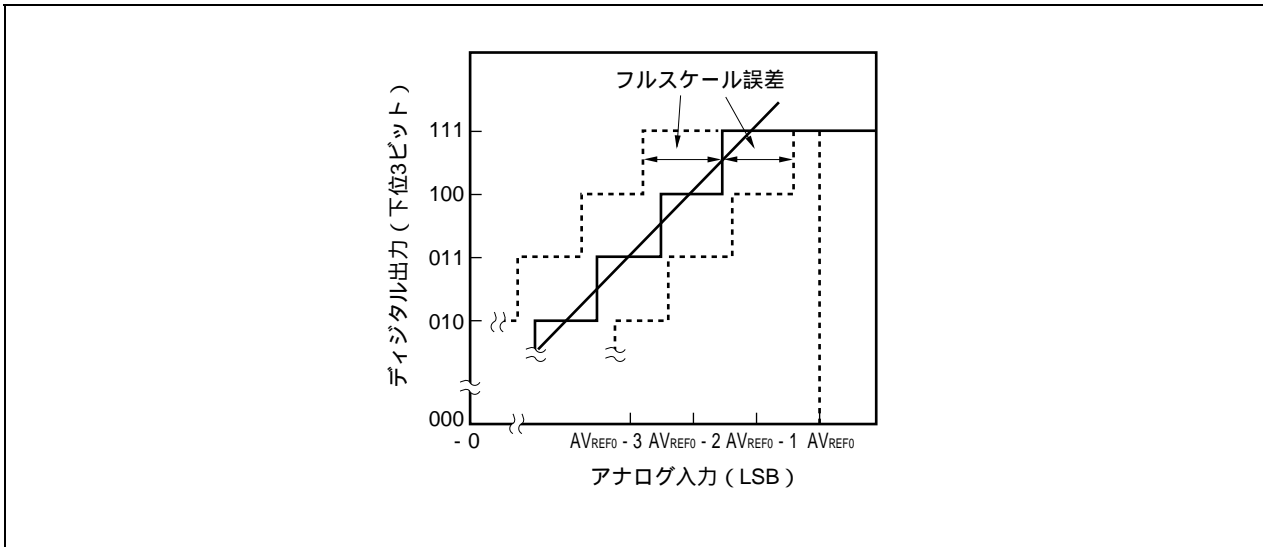
図13 - 14 ゼロスケール誤差



(5) フルスケール誤差

デジタル出力が1.....110から1.....111に変化するときの、アナログ入力電圧の実測値と理論値（フルスケール - 3/2 LSB）との差を表します。

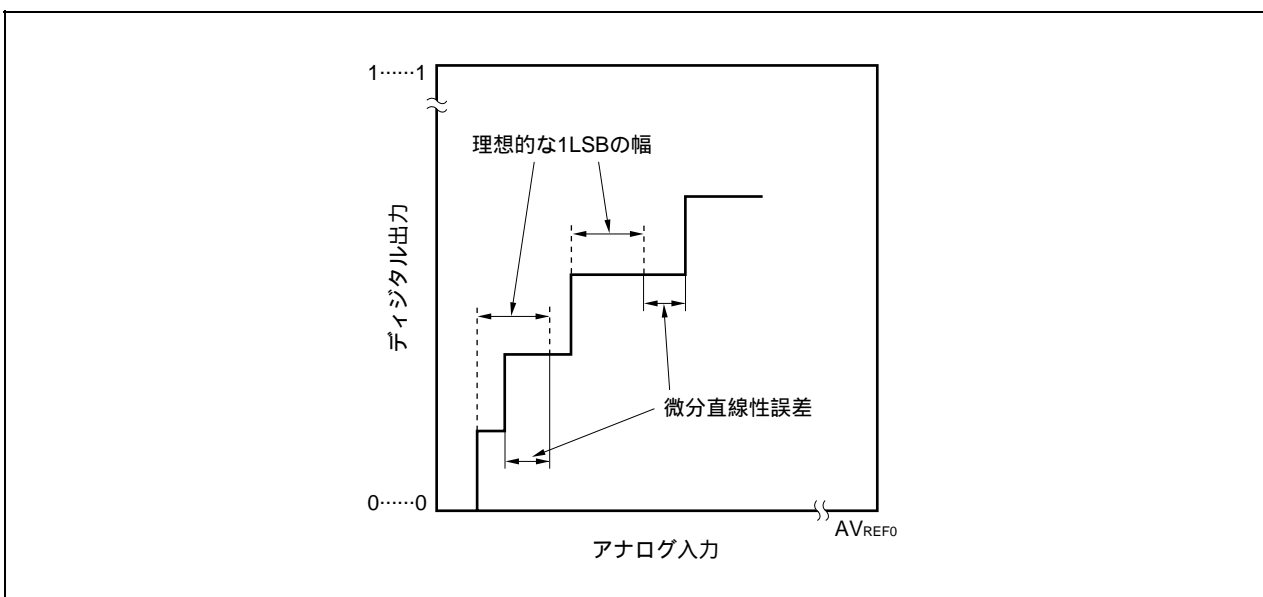
図13 - 15 フルスケール誤差



(6) 微分直線性誤差

理想的にはあるコードを出力する幅は1 LSBですが、あるコードを出力する幅の実測値と理想値との差を表します。同一チャネルのアナログ入力端子に印加する電圧をAVSSからAVREF0まで少しずつ単調増加させた場合のA/D変換の基本特性を示します。入力電圧が増減する場合や複数チャネルを使用する場合は、13.7 (2) 総合誤差を参照してください。

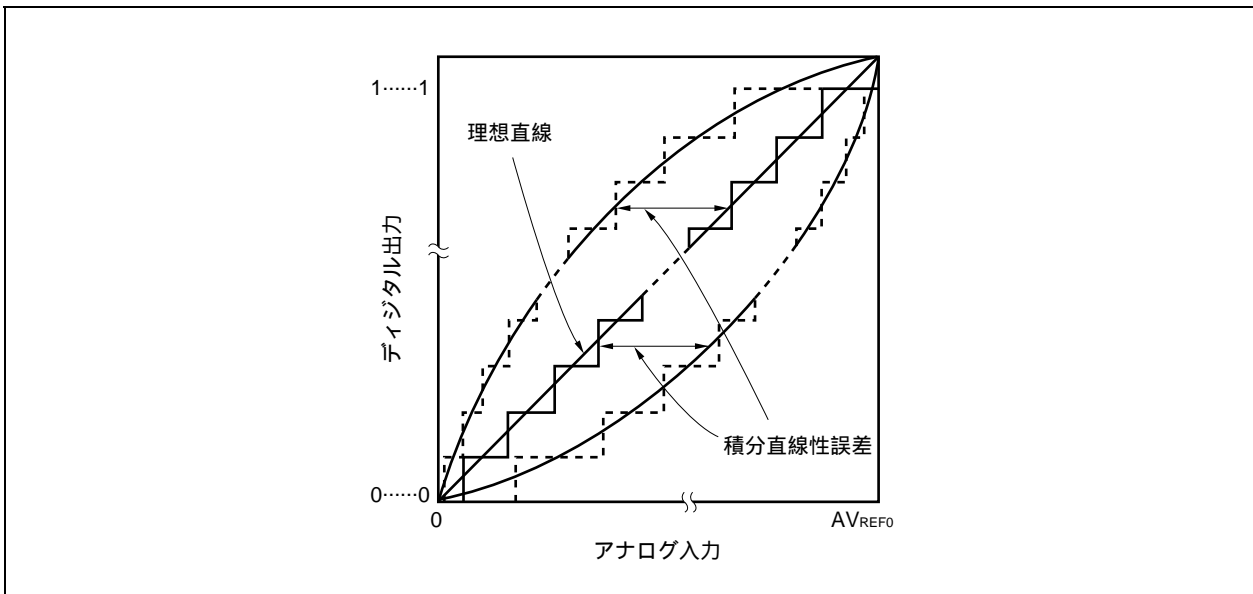
図13 - 16 微分直線性誤差



(7) 積分直線性誤差

変換特性が、理想的な直線関係から外れている程度を指します。ゼロスケール誤差、フルスケール誤差を0としたときの、実測値と理想直線との差の最大値を表します。

図13 - 17 積分直線性誤差



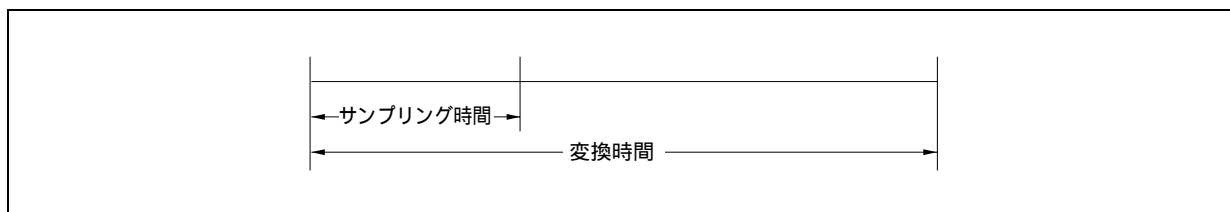
(8) 変換時間

アナログ入力電圧が与えられてから、デジタル出力が得られるまでの時間を表します。特性表の変換時間にはサンプリング時間が含まれています。

(9) サンプリング時間

アナログ電圧をサンプル&ホールド回路に取り込むため、アナログ・スイッチがオンしている時間です。

図13 - 18 サンプリング時間



第14章 アシクロナス・シリアル・インタフェース (UART)

V850ES/KE2は、アシクロナス・シリアル・インタフェース (UART) を2チャンネル搭載しています。

14.1 特徴

最大転送速度 312.5 kbps

全二重通信 RXBnレジスタ内蔵

TXBnレジスタ内蔵

2端子構成^注 TXDn : 送信データの出力端子

RXDn : 受信データの入力端子

受信エラー検出機能

- ・パリティ・エラー
- ・フレーミング・エラー
- ・オーバラン・エラー

割り込みソース : 3種類

- ・受信エラー割り込み要求信号 (INTSREn) : 3種類の受信エラーの論理和で割り込みを発生
- ・受信完了割り込み要求信号 (INTSRn) : 信許可状態において、シリアル転送完了後、受信シフト・レジスタからRXBnレジスタへ受信データを転送すると発生
- ・送信完了割り込み要求信号 (INTSTn) : シリアル送信を行って、送信シフト・レジスタから送信データ (8/7ビット) をシリアル送信し終わると発生

キャラクタ長 : 7, 8ビット

パリティ機能 : 奇数, 偶数, 0, なし

送信ストップ・ビット : 1, 2ビット

専用ポー・レート・ジェネレータ内蔵

注 UART0のみASCK0端子 (外部クロック入力) を持っています。

14.2 構成

表14 - 1 UARTnの構成

項目	構成
レジスタ	受信バッファ・レジスタ _n (RXB _n) 送信バッファ・レジスタ _n (TXB _n) 受信シフト・レジスタ 送信シフト・レジスタ アシクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ _n (ASIM _n) アシクロナス・シリアル・インタフェース・ステータス・レジスタ _n (ASIS _n) アシクロナス・シリアル・インタフェース送信ステータス・レジスタ _n (ASIF _n)
その他	受信制御パリティ・チェック 送信制御パリティ付加

備考 n = 0, 1

UARTnは、図14 - 1のように構成されています。

(1) アシクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ_n (ASIM_n)

ASIM_nレジスタは、UARTnの動作を指定する8ビット・レジスタです。

(2) アシクロナス・シリアル・インタフェース・ステータス・レジスタ_n (ASIS_n)

ASIS_nレジスタは、受信エラー発生時のエラー内容を示すフラグの集合レジスタです。受信エラーの各フラグは受信エラー発生時にセット(1)され、ASIS_nレジスタの読み出しによってクリア(0)されます。

(3) アシクロナス・シリアル・インタフェース送信ステータス・レジスタ_n (ASIF_n)

ASIF_nレジスタは、送信時のステータスを示す8ビット・レジスタです。

TXB_nレジスタのデータ保持状態を示す送信バッファ・データ・フラグと送信中であることを示す送信シフト・レジスタ・データ・フラグから構成されます。

(4) 受信制御パリティ・チェック

ASIM_nレジスタに設定された内容に従って、受信動作を制御します。また、受信動作時にパリティ・エラーなどのチェックも行い、エラーが検出された場合は、エラー内容に応じた値をASIS_nレジスタにセットします。

(5) 受信シフト・レジスタ

RXD_n端子に入力されたシリアル・データをパラレル・データに変換するシフト・レジスタです。1バイト分データを受信し、ストップ・ビットを検出すると、受信データをRXB_nレジスタへ転送します。

このレジスタは直接操作することはできません。

(6) 受信バッファ・レジスタ_n (RXB_n)

RXB_nレジスタは、受信データを保持する8ビットのバッファ・レジスタです。7キャラクタの受信では上位ビットには0が格納されます。

受信許可状態中は、受信データは1フレーム分のシフト・イン処理終了に同期して受信シフト・レジスタからRXB_nレジスタに転送されます。

また、RXB_nレジスタへの転送により、受信完了割り込み要求信号 (INTSR_n) が発生します。

(7) 送信シフト・レジスタ

送信シフト・レジスタは、TXB_nレジスタから転送されたパラレル・データをシリアル・データに変換するシフト・レジスタです。

TXB_nレジスタから1バイト分のデータが転送されると、シフト・レジスタのデータをTXD_n端子から出力します。

1フレームの送出終了時に同期して送信完了割り込み要求信号 (INTST_n) を発生します。

このレジスタは直接操作することはできません。

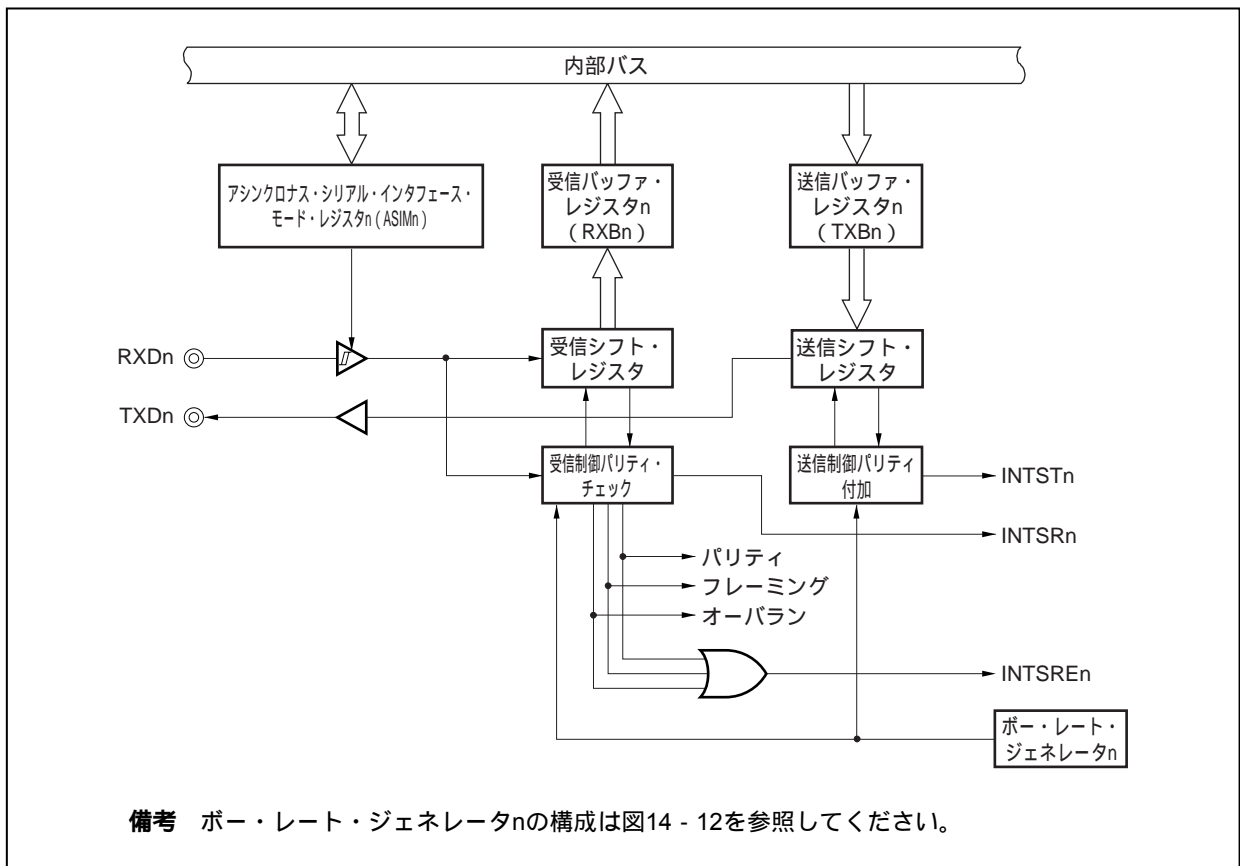
(8) 送信バッファ・レジスタ_n (TXB_n)

TXB_nレジスタは、8ビットの送信データ用バッファです。TXB_nレジスタへ送信データを書き込むことにより、送信動作が開始されます。

(9) 送信制御パリティ付加

ASIM_nレジスタに設定された内容に従って、TXB_nレジスタに書き込まれたデータにスタート・ビット、パリティ・ビット、ストップ・ビットを付加するなどして、送信動作の制御を行います。

図14 - 1 UART_nのブロック図



14.3 レジスタ

(1) アシクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ_n (ASIM_n)

ASIM_nレジスタは、UART_nの転送動作を制御する8ビットのレジスタです。

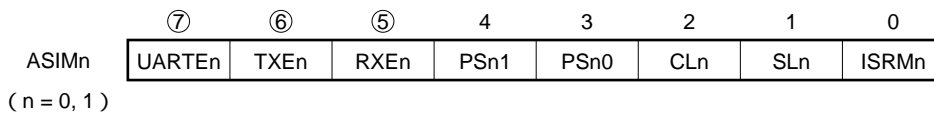
8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより01Hになります。

- 注意1. UART_nを使用する場合には、必ずUART_n機能に関連する外部端子をコントロール・モードに設定したあと、CKSR_n, BRGC_nレジスタの設定を行ってからUART_nビットをセット(1)してください。そのあとに、ほかのビットの設定を行ってください。
2. RXD_n端子にハイ・レベルが入力された状態でUART_nビット = 1, RXEnビット = 1と設定してください。ロウ・レベルのときにUART_nビット = 1, RXEnビット = 1と設定すると受信を開始してしまいます。

(1/2)

リセット時 : 01H R/W アドレス : ASIM0 FFFFFFFA00H, ASIM1 FFFFFFFA10H



UART _n En	動作クロックを制御
0	UART _n へのクロック供給を停止
1	UART _n へクロックを供給

・ UART_nEnビットをクリア(0)すると、UART_nを非同期にリセット^注します。

・ UART_nEnビット = 0の場合は、UART_nはリセット状態なので、UART_nを動作させる場合には、まずUART_nEnビットをセット(1)してください。

・ UART_nEnビットを1から0にクリアした場合は、UART_nのすべてのレジスタが初期化されます。再度UART_nEnビットをセット(1)する場合には、必ずUART_nのレジスタを再設定してください。

TXD_n端子の出力は、送信禁止状態の場合、UART_nEnビットの設定にかかわらずハイ・レベルになります。

TXEn	送信許可 / 禁止を指定
0	送信禁止
1	送信許可

・ 起動時はUART_nEnビットをセット(1)してから、TXEnビットをセット(1)してください。また、停止時はTXEnビットをクリア(0)してから、UART_nEnビットをクリア(0)してください。

・ 送信ユニットを初期化する場合は、TXEnビットをクリア(0)して、Clock(基本クロック)の2周期分の時間を経過してから、再びTXEnビットをセット(1)しなければ、状態の初期化ができない場合があります(基本クロックについては14.6.1(1)基本クロック参照)。

注 リセットされるのはASIS_n, ASIF_n, RXB_nレジスタです。

RXEn	受信許可 / 禁止を指定
0	受信禁止 ^注
1	受信許可

・起動時はUARTEnビットをセット(1)してから、RXEnビットをセット(1)してください。また、停止時は、RXEnビットをクリア(0)してから、UARTEnビットをクリア(0)してください。

・受信ユニットの状態を初期化する場合は、RXEnビットをクリア(0)して、Clock(基本クロック)の2周期分の時間を経過してから、再びRXEnビットをセット(1)しなければ、状態の初期化ができない場合があります(基本クロックについては14.6.1(1)基本クロック参照)。

PSn1	PSn0	送信動作	受信動作
0	0	パリティ・ビットを出力しない	パリティなしで受信
0	1	0パリティを出力	0パリティとして受信
1	0	奇数パリティを出力	奇数パリティとして判定を行う
1	1	偶数パリティを出力	偶数パリティとして判定を行う

・PSn1, PSn0ビットを書き換えるときは、TXEn, RXEnビットをクリア(0)してから行ってください。

・受信時に「0パリティ」を選択した場合、パリティ判定を行いません。したがって、ASISn.PEnビットはセットされないため、エラー割り込みも発生しません。

CLn	送受信データ1フレームのキャラクタ長指定
0	7ビット
1	8ビット

・CLnビットを書き換えるときは、TXEn, RXEnビットをクリア(0)してから行ってください。

SLn	送信データのストップ・ビット長指定
0	1ビット
1	2ビット

・SLnビットを書き換えるときは、TXEnビットをクリア(0)してから行ってください。

・受信は常に「ストップ・ビット長 = 1」として動作するので、SLnビットの設定は受信動作に影響を与えません。

ISRMn	エラー発生時の受信完了割り込み要求信号発生許可 / 禁止を指定
0	エラー発生時の割り込みとして、受信エラー割り込み要求信号 (INTSREn) を発生する。 この場合、受信完了割り込み要求信号 (INTSRn) は発生しません。
1	エラー発生時の割り込みとして、受信完了割り込み要求信号 (INTSRn) を発生する。 この場合、受信エラー - 割り込み要求信号 (INTSREn) は発生しません。

・ISRMnビットを書き換えるときは、RXEnビットをクリア(0)してから行ってください。

注 受信禁止時は、受信シフト・レジスタはスタート・ビットの検出を行いません。シフト・イン処理、RXBnレジスタへの転送処理は行わず、RXBnレジスタの内容は保持されます。

受信許可状態中は、スタート・ビットの検出に同期して受信シフト動作を開始し、1フレーム分の受信を終了すると受信シフト・レジスタの内容をRXBnレジスタに転送します。

また、RXBnレジスタへの転送に同期して、受信完了割り込み要求信号 (INTSRn) を発生します。

(2) アシクロナス・シリアル・インタフェース・ステータス・レジスタn (ASISn)

ASISnレジスタは、UARTnの受信終了時のエラー・ステータスを示すレジスタです。3ビットのエラー・フラグ (PEn, FEn, OVEN) で構成されています。

ASISnレジスタは、読み出しにより00Hにクリアされます。受信エラーが発生した場合は、ASISnレジスタを読み出したあと、RXBnレジスタを読み出し、エラー・フラグをクリアしてください。

8ビット単位でリードだけ可能です。

リセットにより00Hになります。

- 注意1.** ASIMn.UARTEn, RXEnビットを0に設定したとき、またはASISnレジスタを読み出したとき、PEn, FEn, OVENビットはクリア (0) されます。
2. ビット操作命令による操作は禁止です。
 3. メイン・クロック停止、サブクロック動作時にASISnレジスタにアクセスしないでください。詳細は、3.4.8 (2) を参照してください。

リセット時：00H R アドレス：ASIS0 FFFFFFFA03H, ASIS1 FFFFFFFA13H

	7	6	5	4	3	2	1	0
ASISn	0	0	0	0	0	PEn	FEn	OVEn

(n = 0, 1)

PEn	パリティ・エラーを示すステータス・フラグ
0	UARTEnビット = 0またはRXEnビット = 0に設定したとき、または、ASISnレジスタをリードしたあと
1	受信完了時、受信データのパリティとパリティ・ビットが一致しないとき
・PEnビットの動作は、ASIMn.PSn1, PSn0ビットの設定値により異なります。	

FEn	フレーミング・エラーを示すステータス・フラグ
0	UARTEnビット = 0またはRXEnビット = 0に設定したとき、または、ASISnレジスタをリードしたあと
1	受信完了時、ストップ・ビットが検出されないとき
・受信データのストップ・ビットは、ストップ・ビット長に関係なく最初の1ビットだけをチェックします。	

OVEn	オーバラン・エラーを示すステータス・フラグ
0	UARTEnビット = 0またはRXEnビット = 0に設定したとき、または、ASISnレジスタをリードしたあと
1	RXBnレジスタの受信データを読み出す前にUARTnが次の受信動作を完了したとき
・オーバラン・エラーが発生した場合、次の受信データはRXBnレジスタに書き込まれず、データは破棄されます。	

(3) アシクロナス・シリアル・インタフェース送信ステータス・レジスタ_n (ASIF_n)

ASIF_nレジスタは、送信時のステータスを示すレジスタです。2ビットのステータス・フラグで構成されています。

TXB_nレジスタから送信シフト・レジスタへデータが転送されたあとに、次のデータをTXB_nレジスタに書き込むことで、割り込み期間中も途切れることなく送信を続けることができます。連続して送信を行う場合には、TXB_nレジスタへの誤った書き込みを防止するために、TXBF_nビットを参照してから書き込みを行ってください。

8/1ビット単位でリードだけ可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R アドレス：ASIF0 FFFFFFFA05H, ASIF1 FFFFFFFA15H

	7	6	5	4	3	2	①	②
ASIF _n	0	0	0	0	0	0	TXBF _n	TXSF _n

(n = 0, 1)

TXBF _n	送信バッファ・データ・フラグ
0	TXB _n レジスタに次に転送すべきデータが存在しない (ASIM _n .UARTEnビット = 0またはTXEnビット = 0に設定したとき、または送信シフト・レジスタにデータを転送したとき)
1	TXB _n レジスタに次に転送すべきデータが存在する (TXB _n レジスタにデータを書き込んだとき)

・連続送信を行う場合は、必ずこのフラグが“0”であることを確認してからTXB_nレジスタに書き込んでください。このフラグが“1”のときにTXB_nレジスタにデータを書き込んだ場合の送信データは保証できません。

TXSF _n	送信シフト・レジスタ・データ・フラグ (UART _n の送信状態を示します。)
0	初期状態または送信待ち (UARTEnビット = 0またはTXEnビット = 0に設定したとき、または送信完了後にTXB _n レジスタから次のデータ転送がなかったとき)
1	送信中 (TXB _n レジスタからデータ転送されたとき)

・送信ユニットを初期化する場合は、送信完了割り込み要求信号 (INTST_n) 発生後に、必ずこのフラグが“0”であることを確認してから初期化を実行してください。このフラグが“1”のときに初期化を実行した場合の送信データは保証できません。

(4) 受信バッファ・レジスタ_n (RXB_n)

RXB_nレジスタは、受信シフト・レジスタで変換したパラレル・データを格納するための8ビット・バッファ・レジスタです。

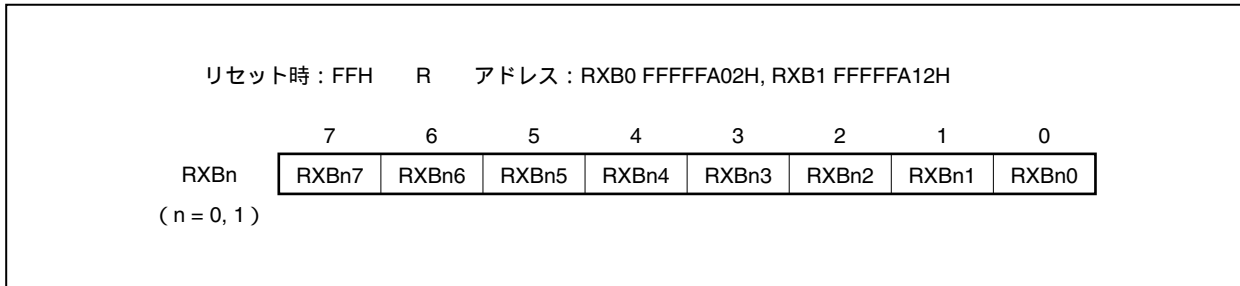
受信許可状態のとき (ASIM_n.RXEnビット = 1)、受信データは1フレーム分のシフト・イン処理終了時に同期して、受信シフト・レジスタからRXB_nレジスタに転送されます。また、RXB_nレジスタへの転送により、受信完了割り込み要求信号 (INTSR_n) が発生します。発生するタイミングについては14. 5. 4 受信動作を参照してください。

受信禁止状態のとき (ASIM_n.RXEnビット = 0)、1フレーム分のシフト・イン処理が終了してもRXB_nレジスタへの転送は処理されず、RXB_nレジスタの内容は保持されます。また、INTSR_n信号も発生しません。

データ長を7ビットに指定した場合、受信データはRXB_nレジスタのビット6-0に転送され、MSB (ビット7) は必ず0になります。また、オーバラン・エラー (ASIS_n.OVEnビット = 1) が発生した場合、そのときの受信データはRXB_nレジスタに転送されません。

リセットおよびASIM_n.UARTEnビット = 0によっても、RXB_nレジスタはFFHになります。

8ビット単位でリードだけ可能です。



(5) 送信バッファ・レジスタ_n (TXB_n)

TXB_nレジスタは、送信データを設定するための8ビット・バッファ・レジスタです。

送信許可状態のとき (ASIM_n.TXEnビット = 1) , TXB_nレジスタにデータを書き込むことで送信動作が開始されます。

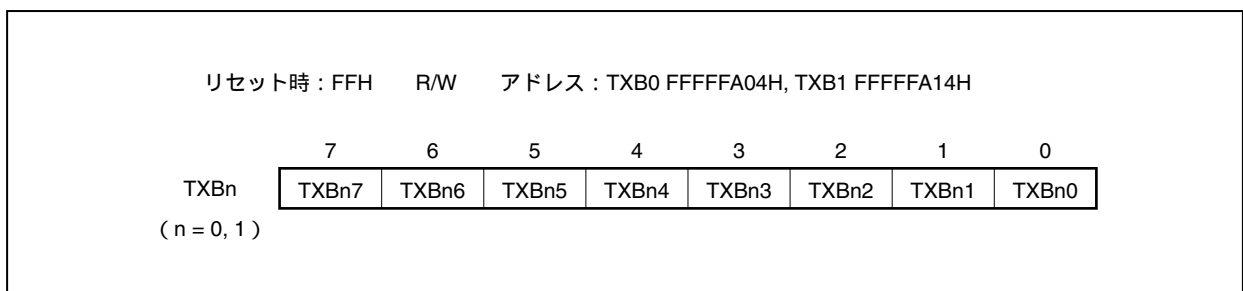
送信禁止状態のとき (TXEnビット = 0) , TXB_nレジスタにデータを書き込んでも値は無視されます。

TXB_nレジスタのデータが送信シフト・レジスタに転送され、送信シフト・レジスタから1フレーム分の送信終了に同期して送信完了割り込み要求信号 (INTST_n) を発生します。発生するタイミングについては 14.5.2 送信動作を参照してください。

ASIF_n.TXBF_nビット = 1のときは、TXB_nレジスタへの書き込みは行わないでください。

8ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットによりFFHになります。



14.4 割り込み要求

UARTnからは次の3種類の割り込み要求信号を発生します。

- ・受信エラー割り込み要求信号 (INTSREn)
- ・受信完了割り込み要求信号 (INTSRn)
- ・送信完了割り込み要求信号 (INTSTn)

これら3種類の割り込み要求信号のデフォルト優先順位は受信エラー割り込みが最も高く、受信完了割り込み、送信完了割り込みの順に低くなります。

表14 - 2 発生する割り込み要求信号とデフォルト優先順位

割り込み要求信号	優先順位
受信エラー割り込み要求信号 (INTSREn)	1
受信完了割り込み要求信号 (INTSRn)	2
送信完了割り込み要求信号 (INTSTn)	3

(1) 受信エラー割り込み要求信号 (INTSREn)

受信許可状態中で、ASISnレジスタで説明した3種類の受信エラーの論理和 (OR) でINTSREn信号を発生します。ASIMn.ISRMnビットにより、エラー発生時にINTSREn信号を発生させるか、INTSRn信号を発生させるかを指定できます。

受信禁止状態中は、INTSREn信号は発生しません。

(2) 受信完了割り込み要求信号 (INTSRn)

受信許可状態中で、受信シフト・レジスタにデータがシフト・インされRXBnレジスタに転送されるとINTSRn信号が発生します。

INTSRn信号は、ASIMn.ISRMnビットにより、受信エラーが起こった場合にも、INTSREn信号の代わりとして発生させることができます。

受信禁止状態中は、INTSRn信号は発生しません。

(3) 送信完了割り込み要求信号 (INTSTn)

送信シフト・レジスタから7ビット / 8ビットのキャラクタを含む1フレーム分の送信データがシフト・アウトされるとINTSTn信号を発生します。

14.5 動作

14.5.1 データ・フォーマット

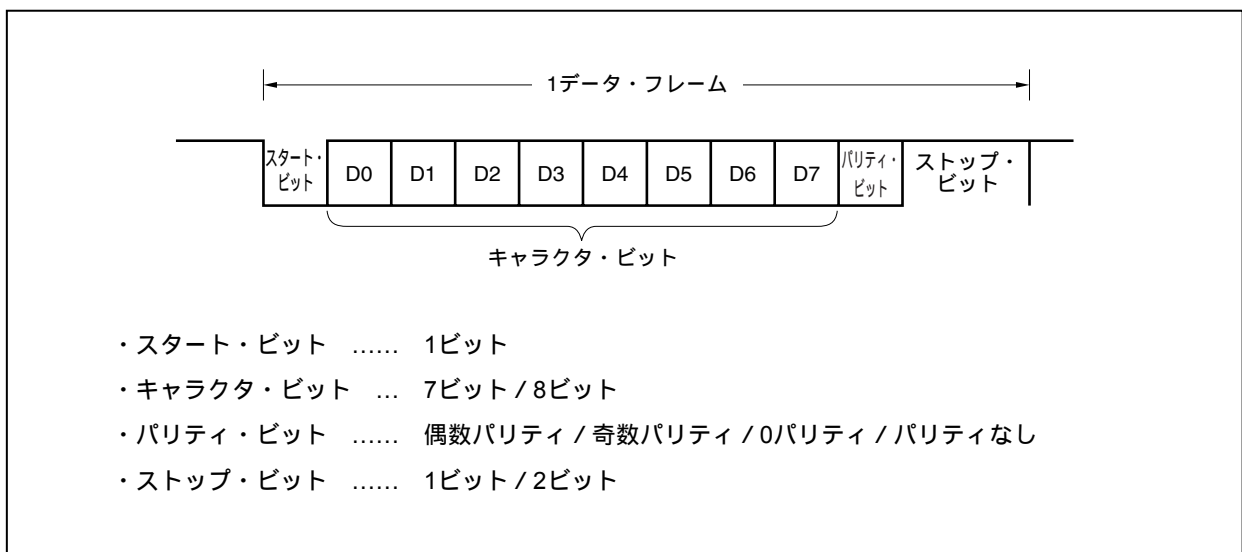
全二重シリアル・データの送受信を行います。

送受信データのフォーマットは図14-2に示すとおり、スタート・ビット、キャラクタ・ビット、パリティ・ビット、ストップ・ビットで1データ・フレームを構成します。

1データ・フレーム内のキャラクタ・ビット長の指定、パリティ選択、ストップ・ビット長の指定は、ASIMnレジスタによって行います。

また、データはLSBファーストで転送します。

図14-2 UARTnの送受信データのフォーマット



14.5.2 送信動作

ASIMn.UARTEnビットをセット(1)することにより、TXDn端子はハイ・レベルを出力します。

次にASIMn.TXEnビットをセット(1)すると送信許可状態になり、TXBnレジスタに送信データを書き込むと送信動作が起動します。

(1) 送信許可状態

TXEnビットで設定します。

- ・TXEnビット = 1 : 送信許可状態
- ・TXEnビット = 0 : 送信禁止状態

なお、UARTnにはCTS (送信許可信号) 入力端子がないので、相手側が受信許可状態かを確認するときはポートを使用してください。

(2) 送信動作の起動

送信許可状態では、TXBnレジスタに送信データを書き込むと送信動作が起動します。送信動作の開始により、TXBnレジスタ内のデータが送信シフト・レジスタに転送されます。そのあと、送信シフト・レジスタはTXDn端子にデータを出力します(スタート・ビットから順に送信されます)。スタート・ビット、パリティ・ビット、ストップ・ビットは自動的に付加されます。

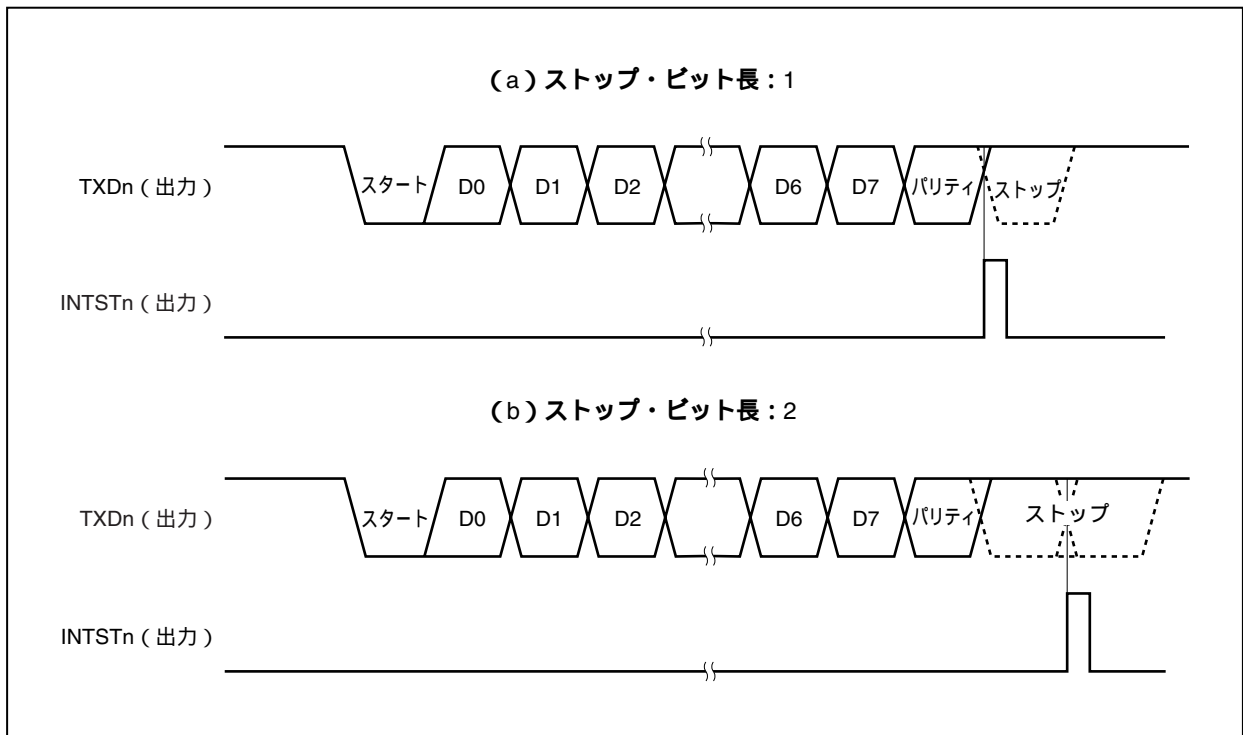
(3) 送信割り込み

送信シフト・レジスタが空になると送信完了割り込み要求信号(INTSTn)が発生します。ストップ・ビット長の指定により、INTSTn信号の発生タイミングが異なります。INTSTn信号は、最後のストップ・ビット出力と同時に発生します。

次に送信するデータをTXBnレジスタに書き込まなければ、送信動作は中断されます。

注意 通常、送信シフト・レジスタが空になったときにINTSTn信号が発生します。しかし、リセットにより送信シフト・レジスタが空になった場合、INTSTn信号は発生しません。

図14 - 3 UARTn送信完了割り込みタイミング



14.5.3 連続送信動作

UARTnは、送信シフト・レジスタがシフト動作を開始した時点で、次の送信データをTXBnレジスタへ書き込むことができます。これにより、1データ・フレーム送信後の送信完了割り込み処理時でも連続送信することができます。また、送信完了割り込み要求信号 (INTSTn) 発生後にASIFn.TXSFnビットを読み出すことにより、1データ・フレームの送信時間を待つことなく効率的に2回 (2バイト) のTXBnレジスタへの書き込みができます。

連続送信する場合は、必ずASIFnレジスタを参照し、送信状態とTXBnレジスタへの書き込み可否を確認してから、データの書き込みを行ってください。

注意 連続送信でASIF.TXBFn, TXSFnビットは、「10」→「11」→「01」と変化します。そのため、ステータスを確認する場合は、TXBFn, TXSFnビットの組み合わせで判断しないでください。連続送信を行う場合はTXBFnビットのみを読み出してください。

TXBFn	TXBnレジスタへの書き込み可否
0	書き込み可
1	書き込み不可

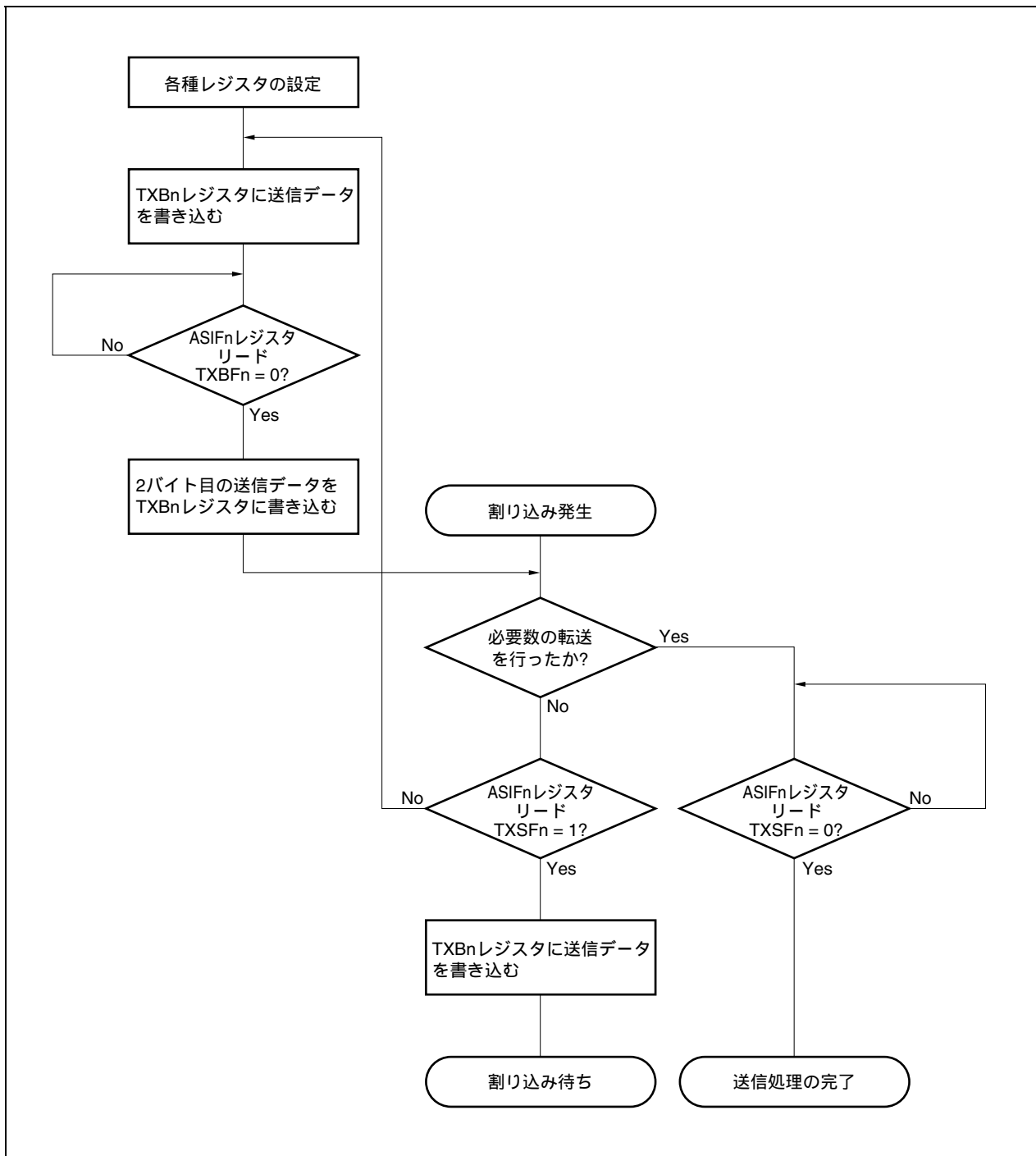
注意 連続送信を行う場合は、最初の送信データ (1バイト目) をTXBnレジスタに書き込んだあと、必ずTXBFnビットが“0”であることを確認してから次の送信データ (2バイト目) をTXBnレジスタに書き込んでください。TXBFnビットが“1”のときにTXBnレジスタにデータを書き込んだ場合の送信データは保証できません。

TXSFnビットで、通信状態を確認することができます。

TXSFn	送信状態
0	送信が終了しています。
1	送信中です。

- 注意1.** 連続送信完了時に送信ユニットを初期化する場合は、送信完了割り込み発生後に、必ずTXSFnビットが“0”であることを確認してから初期化を実行してください。TXSFnビットが“1”のときに初期化を実行した場合の送信データは保証できません。
- 2.** 連続送信時には、1データ・フレーム送信後のINTSTn割り込み処理を実行する前に次の送信が完了してしまうオーバーラン・エラーが発生する可能性があります。オーバーラン・エラーは送信データ数をカウントできるプログラムを組み込むこととTXSFnビットを参照することで検出できます。

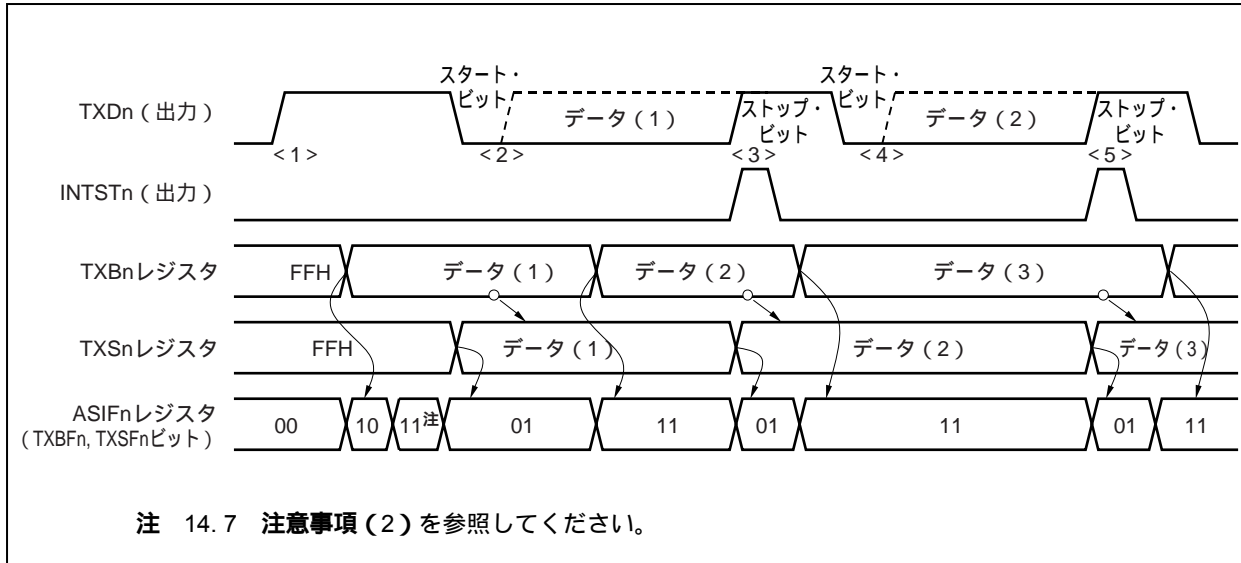
図14 - 4 連続送信の処理フロー



(1) 開始手順

連続送信を開始する手順を次に示します。

図14 - 5 連続送信の開始手順



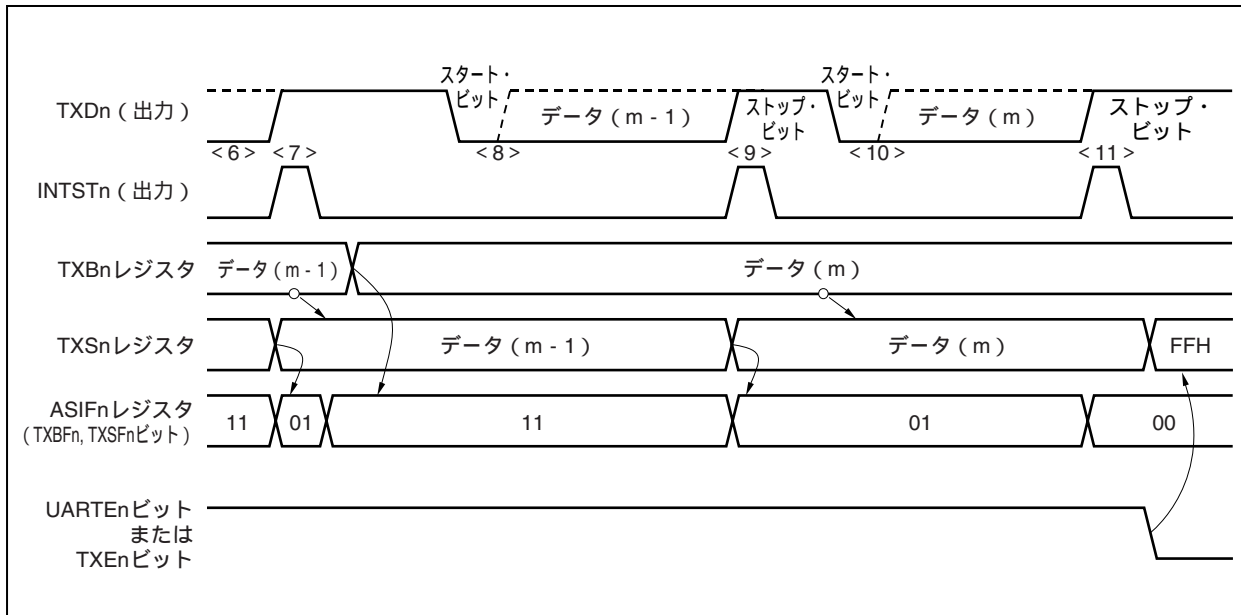
送信開始手順	内部動作	ASIFnレジスタ	
		TXBFn	TXSFn
送信モード設定	<1> 送信ユニットの起動	0	0
データ (1) の書き込み	<2> スタート・ビットの生成	1	1注
	データ (1) 送信スタート	0	1
ASIFnレジスタのリード (TXBFnビット = 0を確認する)		<u>0</u>	1
データ (2) の書き込み	<<送信中>>	1	1
	<3> INTSTn割り込み発生	0	1
ASIFnレジスタのリード (TXBFnビット = 0を確認する)		<u>0</u>	1
データ (3) の書き込み	<4> スタート・ビットの生成 データ (2) 送信スタート <<送信中>>	1	1
	<5> INTSTn割り込み発生	0	1
ASIFnレジスタのリード (TXBFnビット = 0を確認する)		<u>0</u>	1
データ (4) の書き込み		1	1

注 14.7 注意事項 (2) を参照してください。

(2) 終了手順

連続送信を終了する手順を次に示します。

図14 - 6 連続送信の終了手順



送信終了手順	内部動作	ASIFnレジスタ	
		TXBFn	TXSFn
ASIFnレジスタのリード (TXBFnビット = 0を確認する) ← データ (m) の書き込み →	<6> データ (m - 2) の送信中	1	1
	<7> INTSTn割り込み発生 →	0	1
		<u>0</u>	1
ASIFnレジスタのリード (TXSFnビット = 1を確認する) ← 書き込みデータはなし	<8> スタート・ビットの生成 データ (m - 1) 送信スタート <<送信中>>	1	1
	<9> INTSTn割り込み発生 →	0	1
		0	<u>1</u>
ASIFnレジスタのリード (TXSFnビット = 0を確認する) ← UARTEnビットまたはTXEnビットをクリア (0)	<10> スタート・ビットの生成 データ (m) 送信スタート <<送信中>>		
	<11> INTSTn割り込み発生 →	0	0
		0	<u>0</u>
	内部回路の初期化		

14.5.4 受信動作

ASIMn.UARTEnビットをセット(1)し、次にASIMn.RXEnビットをセット(1)することにより、受信待ち状態になります。受信動作を開始するには、まず、RXDn端子の立ち下がりを検出すると立ち下がりエッジでサンプリングを開始します。スタート・ビットのサンプリング・ポイントでRXDn端子がロウ・レベルであれば、スタート・ビットと認識します。受信動作を開始すると、設定されたボー・レートにあわせて、シリアル・データを順に受信シフト・レジスタに格納していきます。1フレームのデータ受信が終了するごとに受信完了割り込み要求信号(INTSRn)が発生します。通常、この割り込み処理でRXBnレジスタからメモリに受信データを転送します。

(1) 受信許可状態

受信動作はRXEnビットをセット(1)することにより、受信許可状態となります。

- ・RXEnビット = 1 : 受信許可状態
- ・RXEnビット = 0 : 受信禁止状態

なお、受信禁止状態では受信ハードウェアは初期状態で待機します。このとき、受信完了割り込み/受信エラー割り込みは発生せず、RXBnレジスタの内容は保持されます。

(2) 受信動作の起動

受信動作はスタート・ビットの検出により起動されます。

ボー・レート・ジェネレータn(BRGn)からのシリアル・クロックでRXDn端子をサンプリングします。

(3) 受信完了割り込み

RXEnビット = 1のとき、1フレーム分のデータの受信が完了(ストップ・ビットの検出)すると、INTSRn信号が発生すると同時に、受信シフト・レジスタ内の受信データをRXBnレジスタに転送します。

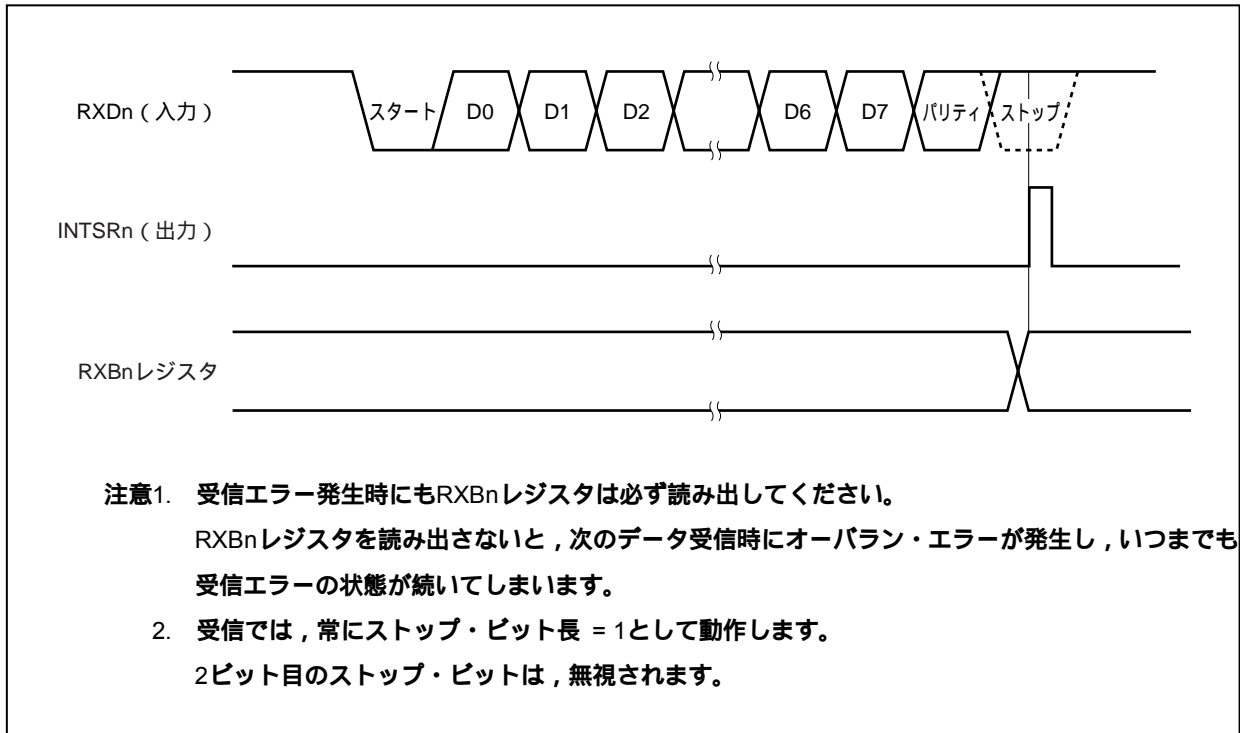
また、オーバラン・エラー(ASISn.OVEnビット = 1)が発生した場合、そのときの受信データは、RXBnレジスタに転送されず、ASIMn.ISRMnビットの設定に従って、INTSRn信号または受信エラー割り込み要求信号(INTSREn)が発生します。

なお、受信動作中にパリティ・エラー(ASISn.PEnビット = 1)、またはフレーミング・エラー(ASISn.FEnビット = 1)が発生した場合でも、ストップ・ビットの受信位置までは受信動作を継続し、受信完了後にISRMnビットの設定に従って、INTSRn信号またはINTSREn信号が発生します(受信シフト・レジスタ内の受信データはRXBnレジスタに転送されます)。

また、受信動作中にRXEnビットをクリア(0)すると、すぐに受信動作を停止します。このときRXBnレジスタとASISnレジスタの内容は変化せず、INTSRn信号またはINTSREn信号は発生しません。

RXEnビット = 0(受信禁止)では、INTSRn信号またはINTSREn信号は発生しません。

図14 - 7 UARTn受信完了割り込みタイミング



14.5.5 受信エラー

受信動作時のエラーは、パリティ・エラー、フレーミング・エラー、オーバラン・エラーの3種類があります。データ受信の結果、ASISnレジスタの各フラグがセット(1)されると同時に、受信エラー割り込み要求信号 (INTSREn)、または受信完了割り込み要求信号 (INTSRn) が発生します。INTSREn信号またはINTSRn信号のどちらかを発生させるかは、ASIMn.ISRMnビットで指定します。

INTSREn/INTSRn割り込み処理内で、ASISnレジスタの内容を読み出すことによって、受信時に発生したエラーの内容を検出することができます。

ASISnレジスタの内容は、ASISnレジスタの読み出しによってクリア(0)されます。

表14-3 受信エラーの要因

エラー・フラグ	受信エラー	要 因
PEn	パリティ・エラー	送信時のパリティ指定と受信データのパリティが一致しない
FEn	フレーミング・エラー	ストップ・ビットが検出されない
OVEEn	オーバラン・エラー	RXBnレジスタからデータを読み出す前に次のデータ受信が完了

(1) 受信エラー割り込み要求信号の分離

ISRMnビットをクリア(0)することにより、受信エラー割り込み要求信号をINTSRn信号から分離し、INTSREn信号として発生させることができます。

図14-8 受信エラー割り込み要求信号をINTSRn信号から分離する場合 (ISRMnビット = 0)

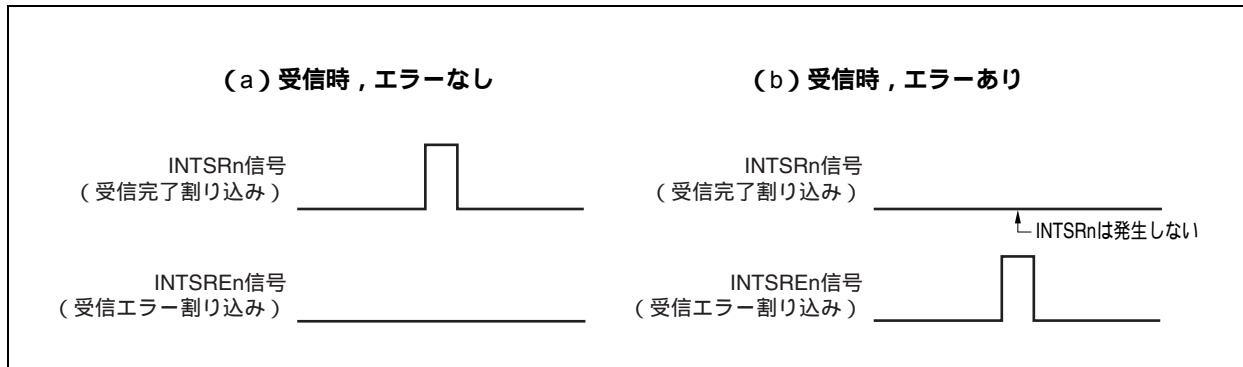
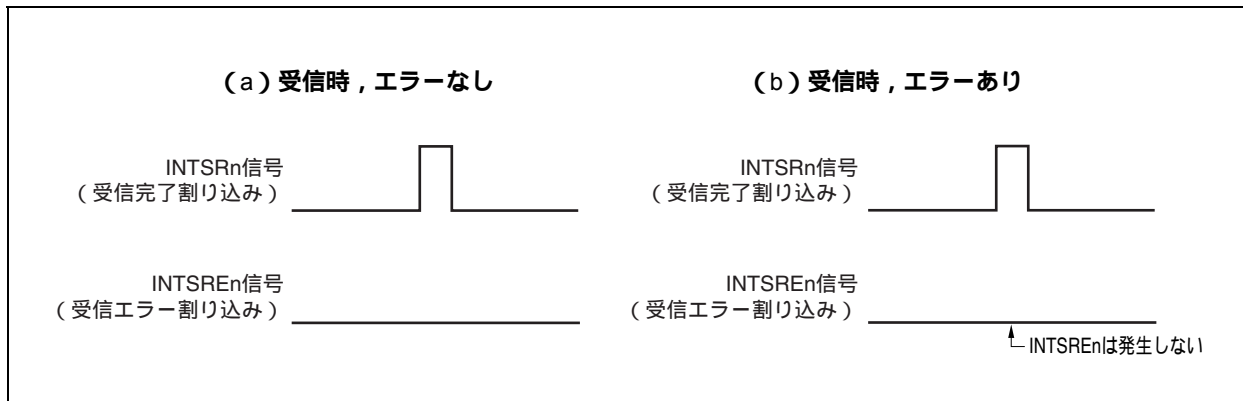


図14-9 受信エラー割り込み要求信号もINTSRn信号に含める場合 (ISRMnビット = 1)



14.5.6 パリティの種類と動作

パリティ・ビットは通信データのビット誤りを検出するためのビットです。通常は、送信側と受信側のパリティ・ビットは同一の種類のもを使用します。

(1) 偶数パリティ

(i) 送信時

パリティ・ビットを含めた送信データ中の、値が“1”のビット数を偶数個にするように制御します。パリティ・ビットの値は次のようになります。

- ・送信データ中に、値が“1”のビット数が奇数個：1
- ・送信データ中に、値が“1”のビット数が偶数個：0

(ii) 受信時

パリティ・ビットを含めた受信データ中の、値が“1”のビット数をカウントし、奇数個であった場合にパリティ・エラーを発生します。

(2) 奇数パリティ

(i) 送信時

偶数パリティとは逆に、パリティ・ビットを含めた送信データ中の、値が“1”のビット数を奇数個にするように制御します。パリティ・ビットの値は次のようになります。

- ・送信データ中に、値が“1”のビット数が奇数個：0
- ・送信データ中に、値が“1”のビット数が偶数個：1

(ii) 受信時

パリティ・ビットを含めた受信データ中の、値が“1”のビット数をカウントし、偶数個であった場合にパリティ・エラーを発生します。

(3) 0パリティ

送信時には、送信データによらずパリティ・ビットを“0”にします。

受信時にはパリティ・ビットの検査を行いません。したがって、パリティ・ビットが“0”でも“1”でもパリティ・エラーを発生しません。

(4) パリティなし

送信データにパリティ・ビットを付加しません。

受信時にもパリティ・ビットがないものとして受信動作を行います。パリティ・ビットがないため、パリティ・エラーを発生しません。

14.5.7 受信データのノイズ・フィルタ

プリスケアラ部出力の基本クロック (f_{CLK}) の立ち上がりでRXDn信号をサンプリングします。サンプリング値が同じ値を2回取ると、一致検出器の出力が変化し、入力データとしてサンプリングされます。したがって、1クロック幅以下のデータはノイズとして判断され、内部回路には伝わりません(図14-11参照)。基本クロックについては14.6.1(1)基本クロックを参照してください。

また、回路は図14-10のようになっているため、受信動作の内部での処理は、外部の信号状態により最大2クロック分遅れて動作することになります。

図14-10 ノイズ・フィルタ回路

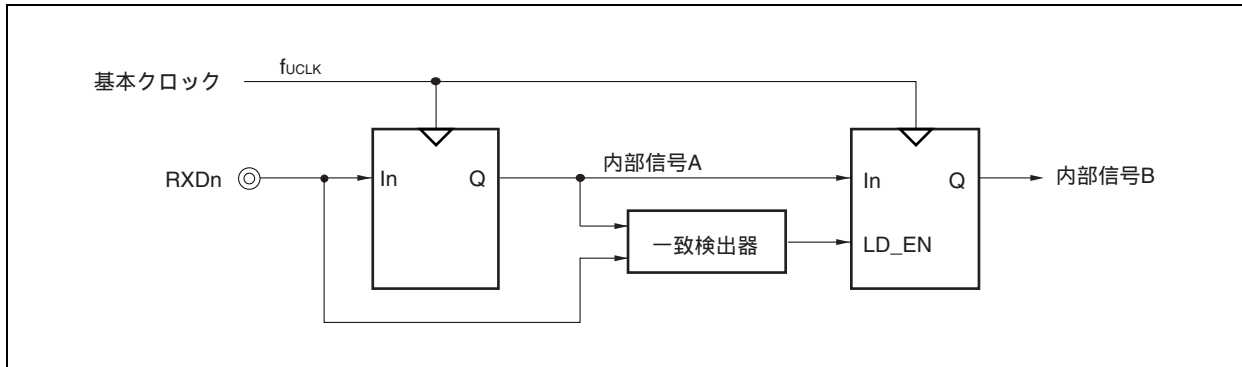
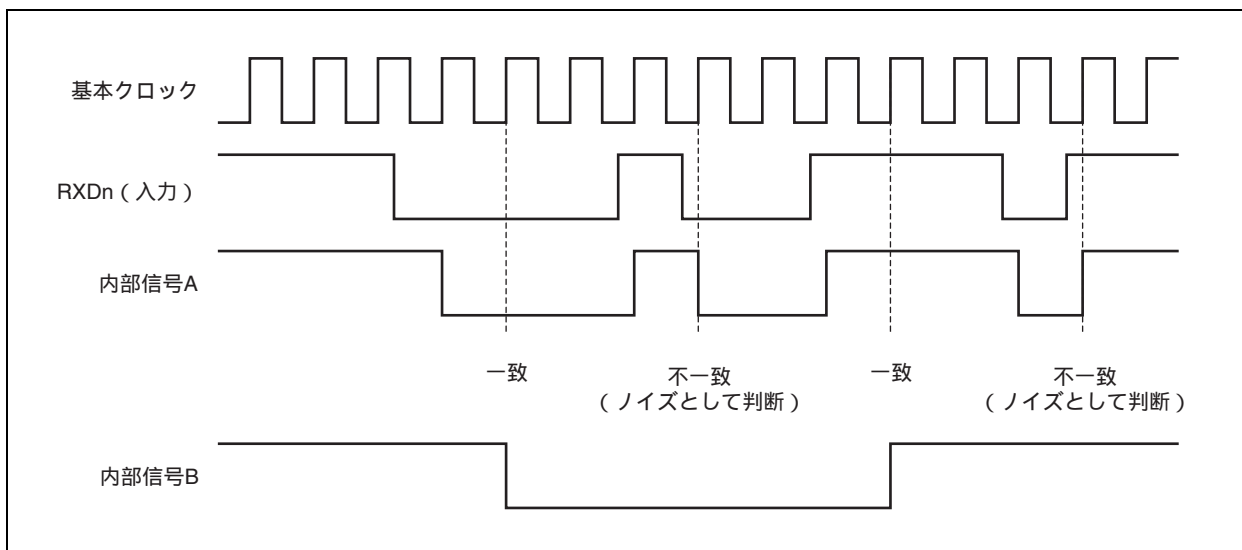


図14-11 ノイズとして判断されるRXDn信号のタイミング



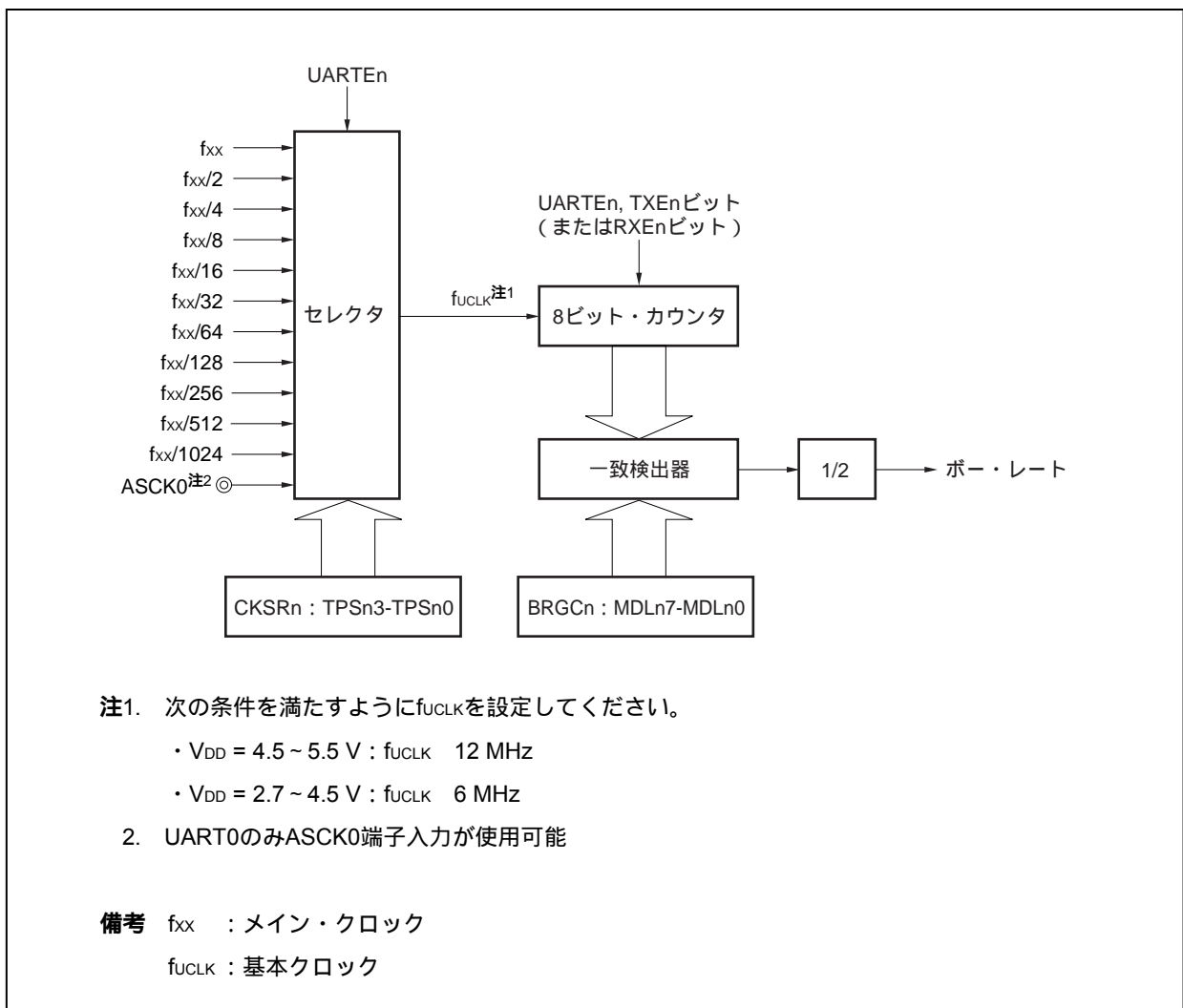
14.6 専用ポー・レート・ジェネレータ_n (BRG_n)

専用ポー・レート・ジェネレータは、ソース・クロック・セクタ部と8ビットのプログラマブル・カウンタにより構成され、UART_nにおける送受信時のシリアル・クロックを生成します。シリアル・クロックは、チャネルごとに専用ポー・レート・ジェネレータ出力を選択できます。

なお、8ビット・カウンタは送信用と受信用が別々に存在します。

14.6.1 ポー・レート・ジェネレータ_n (BRG_n) の構成

図14 - 12 ポー・レート・ジェネレータ_n (BRG_n) の構成



(1) 基本クロック

ASIM_n.UART_nビット = 1のとき、CKSR_n.TPSn3-TPSn0ビットで選択したクロックを送信 / 受信ユニットに供給します。このクロックを基本クロック (f_{uCLK}) と呼びます。UART_nビット = 0のときは、 f_{uCLK} はロウ・レベルに固定となります。

14.6.2 シリアル・クロックの生成

CKSRnレジスタとBRGCnレジスタの設定により、シリアル・クロックを生成できます。

CKSRn.TPSn3-TPSn0ビットにより、8ビット・カウンタへの基本クロックを選択します。

BRGCn.MDLn7-MDLn0ビットにより、8ビット・カウンタの分周値を設定できます。

(1) クロック選択レジスタn (CKSRn)

CKSRnレジスタは、TPSn3-TPSn0ビットにより、基本クロックを選択するための8ビット・レジスタです。TPSn3-TPSn0ビットで選択されたクロックが、送受信モジュールの基本クロック (f_{UCLK}) になります。

8ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

注意 TPSn3-TPSn0ビットを書き換える場合は、ASIMn.UARTEnビット = 0にしてから行ってください。

リセット時：00H R/W アドレス：CKSR0 FFFFFFFA06H, CKSR1 FFFFFFFA16H

	7	6	5	4	3	2	1	0
CKSRn	0	0	0	0	TPSn3	TPSn2	TPSn1	TPSn0

(n = 0, 1)

TPSn3	TPSn2	TPSn1	TPSn0	基本クロック (f_{UCLK}) ^{注1}
0	0	0	0	f_{xx}
0	0	0	1	$f_{xx}/2$
0	0	1	0	$f_{xx}/4$
0	0	1	1	$f_{xx}/8$
0	1	0	0	$f_{xx}/16$
0	1	0	1	$f_{xx}/32$
0	1	1	0	$f_{xx}/64$
0	1	1	1	$f_{xx}/128$
1	0	0	0	$f_{xx}/256$
1	0	0	1	$f_{xx}/512$
1	0	1	0	$f_{xx}/1024$
1	0	1	1	外部クロック ^{注2} (ASCK0端子)
上記以外				設定禁止

注1. 次の条件を満たすように f_{UCLK} を設定してください。

- ・ $V_{DD} = 4.5 \sim 5.5 \text{ V}$: $f_{UCLK} \ 12 \text{ MHz}$
- ・ $V_{DD} = 2.7 \sim 4.5 \text{ V}$: $f_{UCLK} \ 6 \text{ MHz}$

2. UART0のみASCK0端子入力クロックを使用可能
UART1, UART2は設定禁止

備考 f_{xx} : メイン・クロック周波数

(2) ボー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ_n (BRGC_n)

BRGC_nレジスタは、UART_nのボー・レート（シリアル転送スピード）を制御する8ビット・レジスタです。

8ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットによりFFHになります。

注意 MDLn7-MDLn0ビットを書き換える場合は、ASIMn.TXEnビット = 0, RXEnビット = 0にしてから行ってください。

リセット時：FFH R/W アドレス：BRGC0 FFFFFFFA07H, BRGC1 FFFFFFFA17H



MD Ln7	MD Ln6	MD Ln5	MD Ln4	MD Ln3	MD Ln2	MD Ln1	MD Ln0	設定値 (k)	シリアル・クロック
0	0	0	0	0	x	x	x	-	設定禁止
0	0	0	0	1	0	0	0	8	f _{uclk} /8
0	0	0	0	1	0	0	1	9	f _{uclk} /9
0	0	0	0	1	0	1	0	10	f _{uclk} /10
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
1	1	1	1	1	0	1	0	250	f _{uclk} /250
1	1	1	1	1	0	1	1	251	f _{uclk} /251
1	1	1	1	1	1	0	0	252	f _{uclk} /252
1	1	1	1	1	1	0	1	253	f _{uclk} /253
1	1	1	1	1	1	1	0	254	f _{uclk} /254
1	1	1	1	1	1	1	1	255	f _{uclk} /255

- 備考**
1. f_{uclk} : CKSR0.TPSn3-TPSn0ビットで選択した基本クロック周波数 [Hz]
 2. k : MDLn7-MDLn0ビットで設定した値 (k = 8, 9, 10, ... , 255)
 3. 8ビット・カウンタの出カクロックを2分周したものがボー・レートとなります。
 4. x : 任意

(3) ボー・レート

ボー・レートは次の式によって求められます。

$$\text{ボー・レート [bps]} = \frac{f_{\text{CLK}}}{2 \times k}$$

f_{CLK} = CKSRn.TPSn3-TPSn0ビットで選択した基本クロック周波数 [Hz]

k = BRGCn.MDLn7-MDLn0ビットで設定した値 ($k = 8, 9, 10, \dots, 255$)

(4) ボー・レートの誤差

ボー・レート誤差は次の式によって求められます。

$$\text{誤差 (\%)} = \left(\frac{\text{実際のボー・レート (誤差のあるボー・レート)}}{\text{目標ボー・レート (正常なボー・レート)}} - 1 \right) \times 100$$

注意1. 送信時のボー・レート誤差は、受信先の許容誤差以内になしてください。

2. 受信時のボー・レート誤差は、14. 6. 4 受信時の許容ボー・レート範囲で示す範囲を満たすようにしてください。

例 基本クロックの周波数 = 10 MHz = 10,000,000 Hz

BRGCn.MDL7-MDL0ビットの設定値 = 00100001B ($k = 33$)

目標ボー・レート = 153,600 bps

$$\begin{aligned} \text{ボー・レート} &= 10,000,000 / (2 \times 33) \\ &= 151,515 \text{ [bps]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{誤差} &= (151,515 / 153,600 - 1) \times 100 \\ &= -1.357 \text{ [\%]} \end{aligned}$$

14.6.3 ボー・レート設定例

表14-4 ボー・レート・ジェネレータ設定データ

ボー・レート (bps)	f _{xx} = 20 MHz			f _{xx} = 16 MHz			f _{xx} = 10 MHz		
	f _{uCLK}	k	ERR	f _{uCLK}	k	ERR	f _{uCLK}	k	ERR
300	f _{xx} /512	41H (65)	0.16	f _{xx} /1024	1AH (26)	0.16	f _{xx} /256	41H (65)	0.16
600	f _{xx} /256	41H (65)	0.16	f _{xx} /1024	0DH (13)	0.16	f _{xx} /128	41H (65)	0.16
1200	f _{xx} /128	41H (65)	0.16	f _{xx} /512	0DH (13)	0.16	f _{xx} /64	41H (65)	0.16
2400	f _{xx} /64	41H (65)	0.16	f _{xx} /256	0DH (13)	0.16	f _{xx} /32	41H (65)	0.16
4800	f _{xx} /32	41H (65)	0.16	f _{xx} /128	0DH (13)	0.16	f _{xx} /16	41H (65)	0.16
9600	f _{xx} /16	41H (65)	0.16	f _{xx} /64	0DH (13)	0.16	f _{xx} /8	41H (65)	0.16
10400	f _{xx} /64	0FH (15)	0.16	f _{xx} /64	0CH (12)	0.16	f _{xx} /32	0FH (15)	0.16
19200	f _{xx} /8	41H (65)	0.16	f _{xx} /32	0DH (13)	0.16	f _{xx} /4	41H (65)	0.16
24000	f _{xx} /32	0DH (13)	0.16	f _{xx} /2	A7H (167)	-0.20	f _{xx} /16	0DH (13)	0.16
31250	f _{xx} /32	0AH (10)	0.00	f _{xx} /32	08H (8)	0.00	f _{xx} /16	0AH (10)	0
33600	f _{xx} /2	95H (149)	-0.13	f _{xx} /2	77H (119)	0.04	f _{xx}	95H (149)	-0.13
38400	f _{xx} /4	41H (65)	0.16	f _{xx} /16	0DH (13)	0.16	f _{xx} /2	41H (65)	0.16
48000	f _{xx} /16	0DH (13)	0.16	f _{xx} /2	53H (83)	0.40	f _{xx} /8	0DH (13)	0.16
56000	f _{xx} /2	59H (89)	0.32	f _{xx} /2	47H (71)	0.60	f _{xx}	59H (89)	0.32
62500	f _{xx} /16	0AH (10)	0.00	f _{xx} /16	08H (8)	0.00	f _{xx} /8	0AH (10)	0.00
76800	f _{xx} /2	41H (65)	0.16	f _{xx} /8	0DH (13)	0.16	f _{xx}	41H (65)	0.16
115200	f _{xx} /2	2BH (43)	0.94	f _{xx} /2	23H (35)	-0.79	f _{xx}	2BH (43)	0.94
153600	f _{xx} /2	21H (33)	-1.36	f _{xx} /4	0DH (13)	0.16	f _{xx}	21H (33)	-1.36
312500	f _{xx} /4	08H (8)	0	f _{xx} /2	0DH (13)	-1.54	f _{xx} /2	08H (8)	0.00

注意 基本クロック (f_{uCLK}) の許容周波数は次のとおりです。

- V_{DD} = 4.5 ~ 5.5 V : f_{uCLK} 12 MHz
- V_{DD} = 2.7 ~ 4.5 V : f_{uCLK} 6 MHz

備考 f_{xx} : メイン・クロック周波数

f_{uCLK} : 基本クロック周波数

k : BRGCn.MDLn7-MDLn0ビットの設定値

ERR : ボー・レート誤差 [%]

n = 0-2

14.6.4 受信時の許容ポー・レート範囲

受信の際に、送信先のポー・レートのずれがどの程度まで許容できるかを次に示します。

注意 受信時のポー・レート誤差は、下記に示す算出式を使用して、必ず許容誤差範囲内になるように設定してください。

図14 - 13 受信時の許容ポー・レート範囲

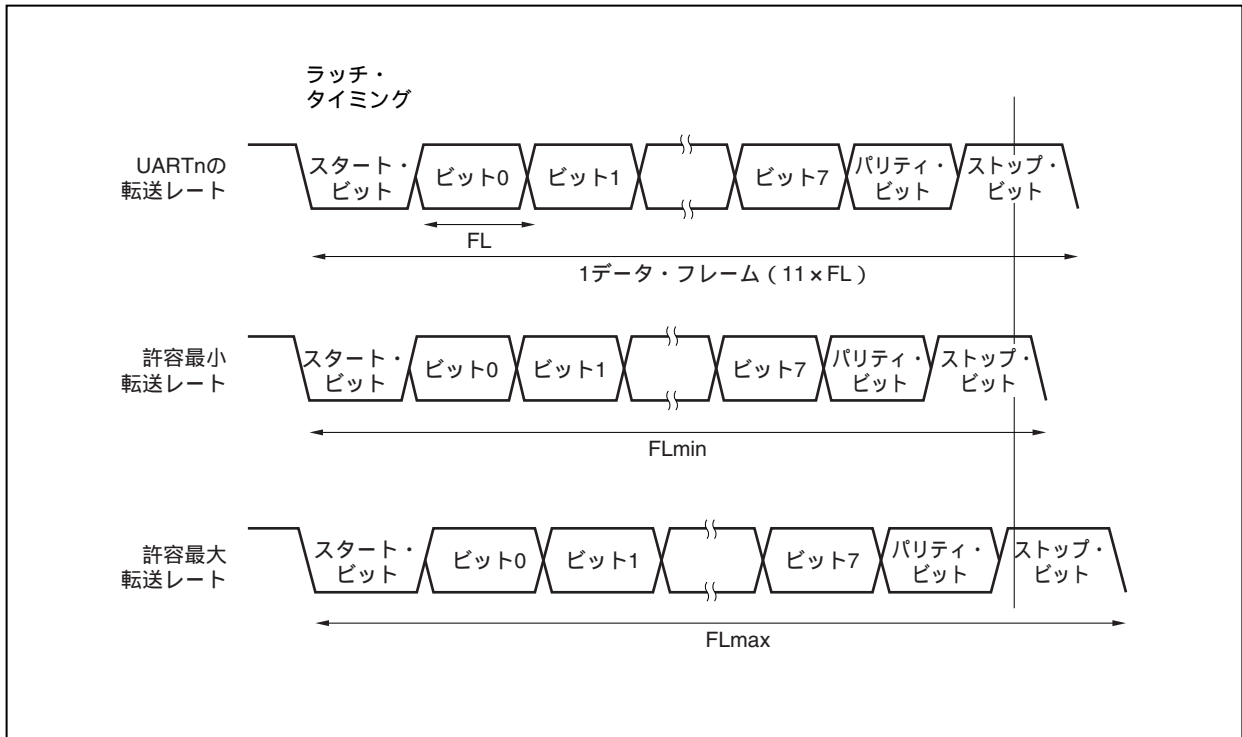


図14 - 13に示すように、スタート・ビット検出後はBRGCnレジスタで設定したカウンタにより、受信データのラッチ・タイミングが決定されます。このラッチ・タイミングに最終データ（ストップ・ビット）までが間に合えば正常に受信できます。

これを11ビット受信に当てはめると理論上、次のようになります。

$$FL = (\text{Brate})^{-1}$$

- Brate : UARTnのポー・レート
- k : BRGCnレジスタの設定値
- FL : 1ビット・データ長

ラッチ・タイミングのマージンを基本クロックの2クロック分とすると、許容最小転送レート (FLmin) は次のようになります。

$$FL_{\min} = 11 \times FL - \frac{k - 2}{2k} \times FL = \frac{21k + 2}{2k} FL$$

したがって、受信可能な送信先の最大ボー・レート (BRmax) は次のようになります。

$$BR_{max} = (FL_{min}/11)^{-1} = \frac{22k}{21k+2} \text{ Brate}$$

同様に、許容最大転送レート (FLmax) を求めると、次のようになります。

$$\frac{10}{11} \times FL_{max} = 11 \times FL - \frac{k+2}{2 \times k} \times FL = \frac{21k-2}{2 \times k} FL$$

$$FL_{max} = \frac{21k-2}{20k} FL \times 11$$

したがって、受信可能な送信先の最小ボー・レート (BRmin) は次のようになります。

$$BR_{min} = (FL_{max}/11)^{-1} = \frac{20k}{21k-2} \text{ Brate}$$

前述の最小 / 最大ボー・レート値の算出式から、UARTnと送信先とのボー・レートの許容誤差を求めると次のようになります。

表14 - 5 許容最大 / 最小ボー・レート誤差

分周比 (k)	許容最大ボー・レート誤差	許容最小ボー・レート誤差
8	+ 3.53 %	- 3.61 %
20	+ 4.26 %	- 4.31 %
50	+ 4.56 %	- 4.58 %
100	+ 4.66 %	- 4.67 %
255	+ 4.72 %	- 4.73 %

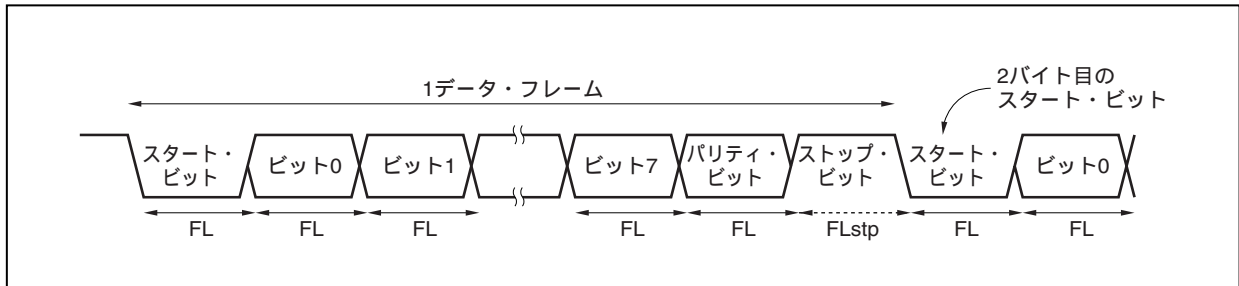
備考1. 受信の精度は、1フレーム・ビット数、基本クロック周波数、分周比 (k) に依存します。基本クロック周波数が高く、分周比 (k) が大きくなるほど精度は高くなります。

2. k : BRGCnレジスタの設定値

14.6.5 連続送信時の転送レート

連続送信する場合、ストップ・ビットから次のスタート・ビットまでの転送レートが通常より基本クロックの2クロック分延びます。ただし、受信側はスタート・ビットの検出により、タイミングの初期化が行われるので転送結果には影響しません。

図14 - 14 連続送信時の転送レート



1ビット・データ長：FL，ストップ・ビット長：FLstp，基本クロック周波数： f_{uCLK} とすると次の式が成り立ちます。

$$FLstp = FL + 2 / f_{uCLK}$$

したがって、連続送信での転送レートは次のようになります（ストップ・ビット長 = 1の場合）。

$$\text{転送レート} = 11 \times FL + (2 / f_{uCLK})$$

14.7 注意事項

UARTnについての注意事項を次に示します。

- (1) UARTnへの供給クロックが停止する場合（例：IDLE, STOPモード）は、各レジスタはクロック停止直前の値を保持したまま動作を停止します。TXDn端子出力も停止直前の値を保持、出力します。ただし、クロック供給の再開後の動作は保証しません。したがって、再開後はASIMn.UARTEn, RXEn, TXEnビット = 000とし、回路を初期化してください。
- (2) UARTnは、TXBnレジスタ、送信シフト・レジスタの2段バッファ構成になっており、それぞれのバッファの状態を示すステータス・フラグ（ASIFn.TXBFn, TXSFnビット）があります。連続送信でTXBFn, TXSFnビットを同時に読み出した場合、「10」「11」「01」と変化します。連続送信を行う場合は、次のデータをTXBnレジスタへ書き込むタイミングについて、TXBFnビットのみを読み出して判断してください。

第15章 クロック同期式シリアル・インタフェース0 (CSI0)

V850ES/KE2は、クロック同期式シリアル・インタフェース0 (CSI0) を2チャンネル搭載しています。

15.1 特 徴

最大転送速度：5 Mbps

マスタ・モードとスレーブ・モードを選択可能

送信データ長：8ビット / 16ビットに設定可能

転送データ方向をMSB先頭 / LSB先頭切り替え可能

8本のクロック信号を選択可能 (7本のマスタ・クロックと1本のスレーブ・クロック)

3線式 SO0n : シリアル送信データ出力

SI0n : シリアル受信データ入力

$\overline{\text{SCK0n}}$: シリアル・クロック入出力

割り込みソース1種

- ・送受信完了割り込み要求信号 (INTCSI0n)

送受信モードと受信専用モードを指定可能

2つの送信バッファ・レジスタ (SOTBFn/SOTBFLn, SOTBn/SOTBLn) と2つの受信バッファ・レジスタ (SIRBn/SIRBLn, SIRBE $\overline{\text{n}}$ /SIRBELn) を内蔵

シングル転送モードと連続転送モードを指定可能

備考 n = 0, 1

15.2 構成

CSIM0nレジスタによって、CSI0nを制御します。

(1) クロック同期式シリアル・インタフェース・モード・レジスタ0n (CSIM0n)

CSIM0nレジスタは、CSI0nの動作を指定する8ビット・レジスタです。

(2) クロック同期式シリアル・インタフェース・クロック選択レジスタn (CSICn)

CSICnレジスタは、CSI0nのシリアル転送動作を制御する8ビット・レジスタです。

(3) シリアルI/Oシフト・レジスタ0n (SIO0n)

SIO0nレジスタは、パラレル・データをシリアル・データに変換する16ビット・シフト・レジスタです。

SIO0nレジスタは送信および受信の両方に使用されます。

データは、MSB側またはLSB側からシフト・イン（受信）またはシフト・アウト（送信）されます。

バッファ・レジスタへのアクセスで実際の送受信動作が起動されます。

(4) シリアルI/Oシフト・レジスタ0nL (SIO0nL)

SIO0nLレジスタは、パラレル・データをシリアル・データに変換する8ビット・シフト・レジスタです。

SIO0nLレジスタは送信および受信の両方に使用されます。

データは、MSB側またはLSB側からシフト・イン（受信）またはシフト・アウト（送信）されます。

バッファ・レジスタへのアクセスで実際の送受信動作が起動されます。

(5) クロック同期式シリアル・インタフェース受信バッファ・レジスタn (SIRBn)

SIRBnレジスタは、受信データを格納する16ビット・バッファ・レジスタです。

(6) クロック同期式シリアル・インタフェース受信バッファ・レジスタnL (SIRBnL)

SIRBnLレジスタは、受信データを格納する8ビット・バッファ・レジスタです。

(7) クロック同期式シリアル・インタフェース・リード専用受信バッファ・レジスタn (SIRBEn)

SIRBEnレジスタは、受信データを格納する16ビット・バッファ・レジスタです。

SIRBEnレジスタは、SIRBnレジスタと同じものです。SIRBnレジスタの内容を読み出す場合に使用します。

(8) クロック同期式シリアル・インタフェース・リード専用受信バッファ・レジスタnL (SIRBEnL)

SIRBEnLレジスタは、受信データを格納する8ビット・バッファ・レジスタです。

SIRBEnLレジスタは、SIRBnLレジスタと同じものです。SIRBnLレジスタの内容を読み出す場合に使用します。

(9) クロック同期式シリアル・インタフェース送信バッファ・レジスタn (SOTBn)

SOTBnレジスタは、送信データを格納する16ビット・バッファ・レジスタです。

(10) クロック同期式シリアル・インタフェース送信バッファ・レジスタnL (SOTBnL)

SOTBnLレジスタは、送信データを格納する8ビット・バッファ・レジスタです。

(11) クロック同期式シリアル・インタフェース初段送信バッファ・レジスタ_n (SOTBF_n)

SOTBF_nレジスタは、連続転送モードでの初段送信データを格納する16ビット・バッファ・レジスタです。

(12) クロック同期式シリアル・インタフェース初段送信バッファ・レジスタ_{nL} (SOTBF_{nL})

SOTBF_{nL}レジスタは、連続転送モードでの初段送信データを格納する8ビット・バッファ・レジスタです。

(13) セレクタ

使用するシリアル・クロックを選択します。

(14) シリアル・クロック制御回路

シリアル・クロックのシフト・レジスタへの供給を制御します。また、内部クロック使用時には $\overline{\text{SCK0n}}$ 端子へ出力するクロックの制御も行います。

(15) シリアル・クロック・カウンタ

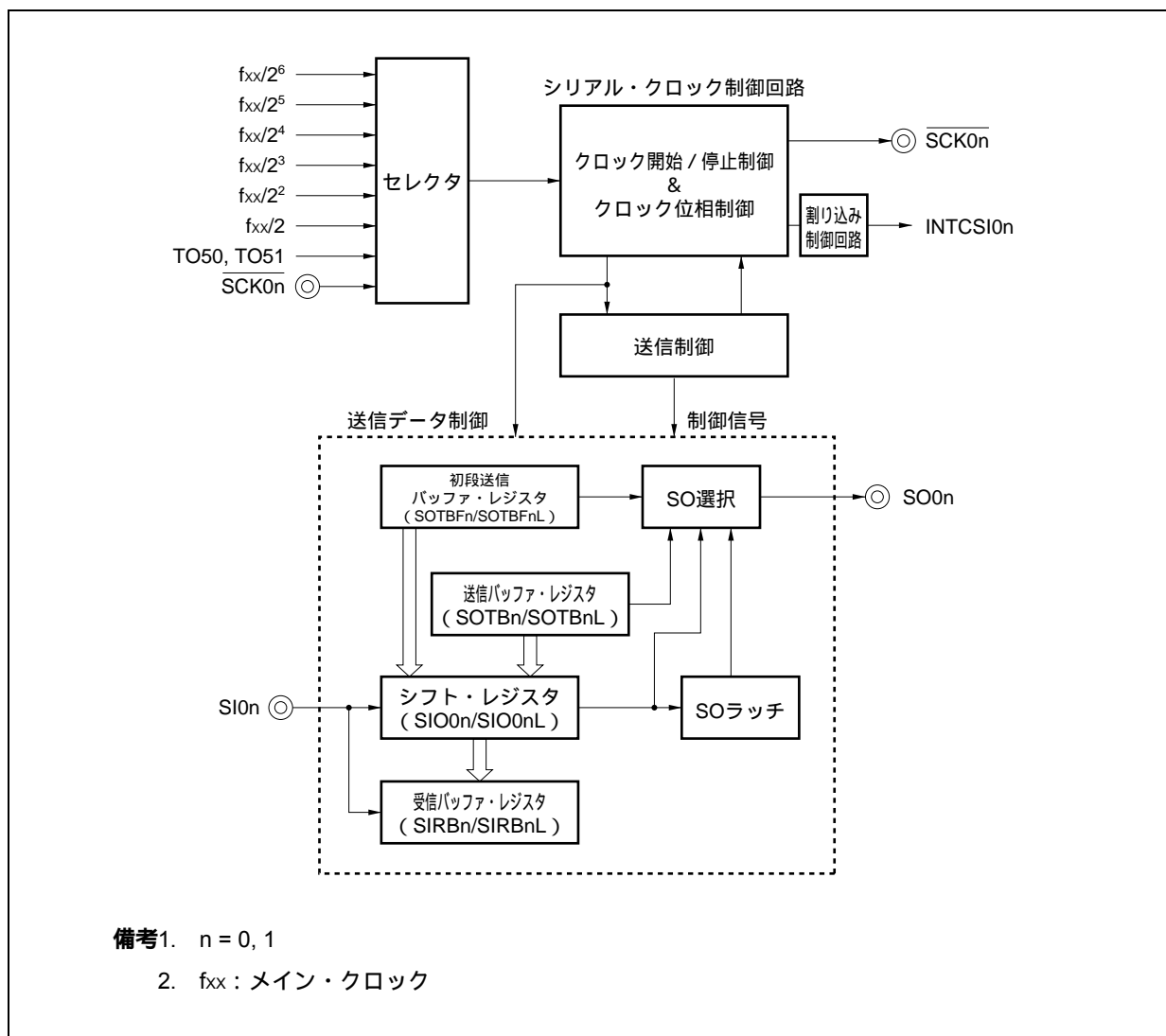
送信 / 受信動作時に出力する、または入力されるシリアル・クロックをカウントし、8/16ビット・データの送受信が行われたことを調べます。

(16) 割り込み制御回路

割り込み要求タイミングを制御します。

備考 $n = 0, 1$

図15 - 1 クロック同期式シリアル・インタフェースのブロック図



15.3 レジスタ

(1) クロック同期式シリアル・インタフェース・モード・レジスタ0n (CSIM0n)

CSIM0nレジスタは、CSI0nの動作を制御するレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です(ただし、CSOTnビットはリードだけ可能です)。

リセットにより00Hになります。

注意 CSIM0n.TRMDn, CCLn, DIRn, CSITn, AUTO_nビットの書き換えは、CSOTnビット = 0のときだけ可能です。それ以外のときにこれらのビットを書き換えた場合の動作は保証しません。

(1/2)

リセット時：00H R/W アドレス：CSIM00 FFFFFFFD00H, CSIM01 FFFFFFFD10H

	⑦	⑥	5	④	3	2	1	①
CSIM0n	CSI0En	TRMDn	CCLn	DIRn	CSITn	AUTO _n	0	CSOTn

(n = 0, 1)

CSI0En	CSI0n動作許可 / 禁止を指定
0	CSI _n 動作禁止
1	CSI _n 動作許可

CSI0Enビットをクリア(0)することで、CSI0nの内部回路を非同期にリセット^注することができます。
CSI0Enビット = 0のときのSCK0n, SO0n端子出力状態については15.5 出力端子を参照してください。

TRMDn	送受信モードを指定
0	受信専用モード
1	送受信モード

TRMDnビット = 0の場合、受信モードになり、SO0nはロウ・レベルを出力します。SIRBnレジスタの読み出しにより、データ受信を開始します。
TRMDnビット = 1の場合、SOTBnレジスタへのデータ書き込みにより送受信が開始されます。

CCLn	データ長を指定
0	8ビット
1	16ビット

DIRn	転送方向モード (MSB/LSB) を指定
0	転送データ先頭ビットはMSB
1	転送データ先頭ビットはLSB

注 リセットされるのは、CSOTnビット, SIRBn, SIRBnL, SIRBE, SIRBEnL, SION, SIONLレジスタです。

CSITn	割り込み要求信号の遅延制御を行う
0	遅延なし
1	遅延モード (割り込み要求信号がシリアル・クロックに対して半サイクル遅れる)

遅延モード (CSITnビット = 1) は、マスタ・モード (CSICn.CKS0n2-CKS0n0ビット = 111B以外) のときだけ有効です。スレーブ・モード (CKS0n2-CKS0n0ビット = 111B) 時は、遅延モードに設定しないでください。

AUTOn	シングル転送 / 連続転送モードを指定
0	シングル転送モード
1	連続転送モード

CSOTn	通信状態フラグ
0	通信停止
1	通信中

CSOTnビットは、CSI0Enビット = 0でクリア (0) されます。

(2) クロック同期式シリアル・インタフェース・クロック選択レジスタ_n (CSIC_n)

CSIC_nレジスタは、CSI0_nの転送動作を制御する8ビット・レジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

注意 CSIC_nレジスタはCSIM0_n.CSI0Enビット = 0のときだけ書き換えられます。

リセット時：00H R/W アドレス：CSIC0 FFFFFFFD01H, CSIC1 FFFFFFFD11H

	7	6	5	4	3	2	1	0
CSIC _n	0	0	0	CKP _n	DAP _n	CKS0 _{n2}	CKS0 _{n1}	CKS0 _{n0}

(n = 0, 1)

CKP _n	DAP _n	SCK0 _n に対するデータの送受信タイミングの指定
0	0	(タイプ1)
0	1	(タイプ2)
1	0	(タイプ3)
1	1	(タイプ4)

CKS0 _{n2}	CKS0 _{n1}	CKS0 _{n0}	シリアル・クロック ^注	モード
0	0	0	$f_{xx}/2$	マスタ・モード
0	0	1	$f_{xx}/2^2$	マスタ・モード
0	1	0	$f_{xx}/2^3$	マスタ・モード
0	1	1	$f_{xx}/2^4$	マスタ・モード
1	0	0	$f_{xx}/2^5$	マスタ・モード
1	0	1	$f_{xx}/2^6$	マスタ・モード
1	1	0	TO5 _n で生成されるクロック	マスタ・モード
1	1	1	外部クロック (SCK0 _n 端子)	スレーブ・モード

注 次の条件を満たすようにシリアル・クロックを設定してください。

- ・V_{DD} = 4.0 ~ 5.5 V : シリアル・クロック 5 MHz
- ・V_{DD} = 2.7 ~ 4.0 V : シリアル・クロック 2.5 MHz

備考 f_{xx} : メイン・クロック周波数

(3) クロック同期式シリアル・インタフェース受信バッファ・レジスタ_n, nL (SIRBn, SIRBnL)

SIRBnレジスタは、受信データを格納する16ビット・バッファ・レジスタです。

受信専用モード (CSIM0n.TRMDnビット = 0) に設定したとき、SIRBnレジスタからデータを読み出すことにより、受信動作を開始します。

16ビット単位でリードだけ可能です。ただし下位8ビットをSIRBnLレジスタとして使用する場合は、8ビット単位でリードだけ可能です。

リセット入力以外に、CSIM0n.CSI0Enビットをクリア (0) した場合も初期化されます。

注意1. SIRBnレジスタは、16ビット・データ長 (CSIM0n.CCLnビット = 1) に設定したときだけリードしてください。

SIRBnLレジスタは、8ビット・データ長 (CCLnビット = 0) に設定したときだけリードしてください。

2. シングル転送モード (CSIM0n.AUTOnビット = 0) に設定したときには、アイドル状態中 (CSIM0n.CSOTnビット = 0) だけリードしてください。データ転送中にSIRBn, SIRBnLレジスタをリードした場合のデータは保証しません。

(a) SIRBnレジスタ

リセット時 : 0000H R アドレス : SIRB0 FFFFFFFD02H, SIRB1 FFFFFFFD12H

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn	SIRBn
(n = 0, 1)	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

(b) SIRBnLレジスタ

リセット時 : 00H R アドレス : SIRB0L FFFFFFFD02H, SIRB1L FFFFFFFD12H

	7	6	5	4	3	2	1	0
SIRBnL	SIRBn7	SIRBn6	SIRBn5	SIRBn4	SIRBn3	SIRBn2	SIRBn1	SIRBn0
(n = 0, 1)								

(4) クロック同期式シリアル・インタフェース・リード専用受信バッファ・レジスタ_{n, nL} (SIRBEn, SIRBEnL)

SIRBEnレジスタは、受信データを格納する16ビット・バッファ・レジスタです。

SIRBEnレジスタは、SIRBnレジスタと同じものですが、SIRBEnレジスタを読み出しても次の動作は開始しません。シリアル受信を継続しないときのSIRBnレジスタの内容を読み出す場合に使用します。

16ビット単位でリードだけ可能です。ただし下位8ビットをSIRBEnLレジスタとして使用する場合は、8ビット単位でリードだけ可能です。

リセット入力以外に、CSIM0n.CSI0Enビットをクリア(0)した場合も初期化されます。

- 注意1. SIRBEn, SIRBEnLレジスタからデータを読み出しても、受信動作は開始しません。
2. SIRBEnレジスタは、16ビット・データ長(CSIM0n.CCLnビット = 1)に設定したときだけリードしてください。
- SIRBEnLレジスタは、8ビット・データ長(CCLnビット = 0)に設定したときだけリードしてください。

(a) SIRBEnレジスタ

リセット時：0000H R アドレス：SIRBE0 FFFFFFFD06H, SIRBE1 FFFFFFFD16H

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn	SIRBEn
(n = 0, 1)	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

(b) SIRBEnLレジスタ

リセット時：00H R アドレス：SIRBE0L FFFFFFFD06H, SIRBE1L FFFFFFFD16H

	7	6	5	4	3	2	1	0
SIRBEnL	SIRBEn7	SIRBEn6	SIRBEn5	SIRBEn4	SIRBEn3	SIRBEn2	SIRBEn1	SIRBEn0
(n = 0, 1)								

(5) クロック同期式シリアル・インタフェース送信バッファ・レジスタ_n, nL (SOTB_n, SOTB_nL)

SOTB_nレジスタは、送信データを格納する16ビット・バッファ・レジスタです。

送受信モード (CSIM0_n.TRMD_nビット = 1) に設定したとき、SOTB_nレジスタへのデータ書き込みにより、送信動作を開始します。

16ビット単位でリード/ライト可能です。ただし下位8ビットをSOTB_nLレジスタとして使用する場合は、8ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより初期化されます。

注意1. SOTB_nレジスタは、16ビット・データ長 (CSIM0_n.CCL_nビット = 1) に設定したときだけアクセスしてください。

SOTB_nLレジスタは、8ビット・データ長 (CCL_nビット = 0) に設定したときだけアクセスしてください。

2. シングル転送モード (CSIM0_n.AUTO_nビット = 0) に設定したときには、アイドル状態中 (CSIM0_n.CSOT_nビット = 0) だけアクセスしてください。データ転送中にSOTB_n, SOTB_nLレジスタをアクセスした場合のデータは保証しません。

(a) SOTB_nレジスタ

リセット時 : 0000H R/W アドレス : SOTB0 FFFFFFFD04H, SOTB1 FFFFFFFD14H

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n	SOTB _n
(n = 0, 1)	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

(b) SOTB_nLレジスタ

リセット時 : 00H R/W アドレス : SOTB0L FFFFFFFD04H, SOTB1L FFFFFFFD14H

	7	6	5	4	3	2	1	0
SOTB _n L	SOTB _n 7	SOTB _n 6	SOTB _n 5	SOTB _n 4	SOTB _n 3	SOTB _n 2	SOTB _n 1	SOTB _n 0
(n = 0, 1)								

(6) クロック同期式シリアル・インタフェース初段送信バッファ・レジスタ_{n, nL} (SOTBF_n, SOTBF_{nL})

SOTBF_nレジスタは、連続転送モードでの初段送信データを格納する16ビット・バッファ・レジスタです。

SOTBF_nレジスタにデータを書き込んでも、送信動作は開始されません。

16ビット単位でリード/ライト可能です。ただし下位8ビットをSOTBF_{nL}レジスタとして使用する場合は、8ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより初期化されます。

注意 SOTBF_nレジスタは、16ビット・データ長(CSIM0_n.CCL_nビット = 1)、SOTBF_{nL}レジスタは、8ビット・データ長(CCL_nビット = 0)で、アイドル状態中(CSIM0_n.CSOT_nビット = 0)のときだけアクセスしてください。データ転送中にSOTBF_n、SOTBF_{nL}レジスタをアクセスした場合のデータは保証しません。

(a) SOTBF_nレジスタ

リセット時：0000H R/W アドレス：SOTBF0 FFFFFFFD08H, SOTBF1 FFFFFFFD18H

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n	SOTBF _n
(n = 0, 1)	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

(b) SOTBF_{nL}レジスタ

リセット時：00H R/W アドレス：SOTBF0L FFFFFFFD08H, SOTBF1L FFFFFFFD18H

	7	6	5	4	3	2	1	0
SOTBF _{nL}	SOTBF _{n7}	SOTBF _{n6}	SOTBF _{n5}	SOTBF _{n4}	SOTBF _{n3}	SOTBF _{n2}	SOTBF _{n1}	SOTBF _{n0}
(n = 0, 1)								

(7) シリアルI/Oシフト・レジスタ_n, nL (SIO0n, SIO0nL)

SIO0nレジスタは、パラレル・データをシリアル・データに変換する16ビット・シフト・レジスタです。

SIO0nレジスタを読み出しても、転送は開始されません。

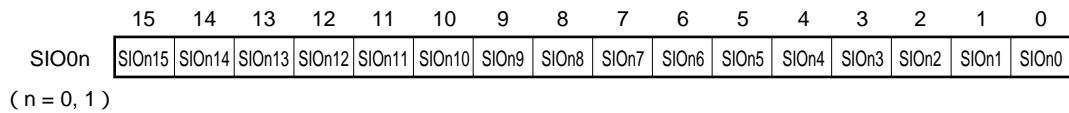
16ビット単位でリードだけ可能です。ただし下位8ビットをSIO0nLレジスタとして使用する場合は、8ビット単位でリードだけ可能です。

リセット入力以外に、CSIM0n.CSI0Enビットをクリア (0) した場合も初期化されます。

注意 SIO0nレジスタは、16ビット・データ長 (CSIM0n.CCLnビット = 1)、SIO0nLレジスタは、8ビット・データ長 (CCLnビット = 0) で、アイドル状態中 (CSIM0n.CSOTnビット = 0) のときだけリードしてください。データ転送中にSIO0n, SIO0nLレジスタをリードした場合のデータは保証しません。

(a) SIO0nレジスタ

リセット時 : 0000H R アドレス : SIO00 FFFFFFFD0AH, SIO01 FFFFFFFD1AH



(b) SIO0nLレジスタ

リセット時 : 00H R アドレス : SIO00L FFFFFFFD0AH, SIO01L FFFFFFFD1AH

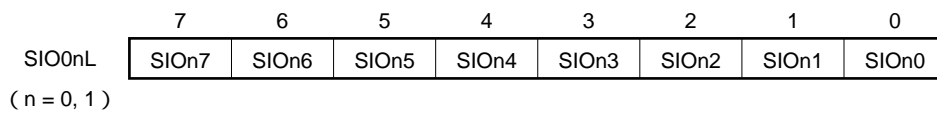


表15-1 各バッファ・レジスタの使用法

レジスタ名	R/W		シングル転送		連続転送 ^{注1}	
			送受信モード	受信専用モード	送受信モード	受信専用モード
SIRBn (SIRBnL)	Read	機能	受信データの格納 ^{注2}	・リードで受信を開始 ・受信データの格納	N - 1番目までの（最後以外の）受信データの格納 ^{注2}	・リードで受信を開始させる ・N-2番目まで（最後の2データ以外）のデータの格納
		使用方法	送受信完了後、このレジスタから受信データをリードする。	・最初にダミー・データのリードを行い転送開始する。 ・受信完了後、次のデータ受信を行う場合に、このレジスタから受信データをリードする。	受信完了後、このレジスタから受信データをリードする。この動作をN - 1番目のデータ受信完了まで繰り返す。	受信完了後、このレジスタの受信データをリードする。この動作をN-2番目のデータ受信完了まで繰り返す。 (補足) N - 1番目のデータはこのレジスタから読み出さない。読み出すと受信動作が開始されてしまい、繰り返し転送を終了できない。
SIRBEn (SIRBEnL)	Read	機能		最終受信データの格納 ^{注2}		N - 1番目の受信データの格納 ^{注2}
		使用方法	使用しない	受信完了後、次のデータ受信を行わない場合に、このレジスタから受信データをリードする。	使用しない	N - 1番目のもしくはN番目（最後）のデータ受信完了後、このレジスタからN - 1番目の受信データをリードする。
SIO0n (SIO0nL)	Read	機能			N番目（最後）の受信データの格納 ^{注2}	N番目（最後）の受信データの格納 ^{注2}
		使用方法	使用しない	使用しない	N番目（最後）の送受信完了後、N番目（最後）のデータをリードする。	N番目（最後）の受信完了後、N番目（最後）のデータをリードする。
SOTBn (SOTBnL)	Write	機能	・ライトで送受信を開始 ・送信データの格納		・ライトで送受信を開始 ・2番目以降の送信データの格納	
		使用方法	・送受信完了後、このレジスタへ次の送信データをライトする。	使用しない	送受信完了後、このレジスタへ次の送信データをライトし、次の送受信を開始する。	使用しない
SOTBFn (SOTBFnL)	Write	機能			1番目（最初）の送信データの格納 ^{注2}	
		使用方法	使用しない	使用しない	送受信開始前（SOTBnへ書き込む前）に、1番目（最初）の送信データをライトする。	使用しない

注1. N個のデータを転送する場合を示します。

2. リードもしくはライトを行っても通信を開始しません。

備考 16ビット・モードでは、() 外のレジスタを使用します。8ビット・モードでは、() 内のレジスタを使用します。

15.4 動作

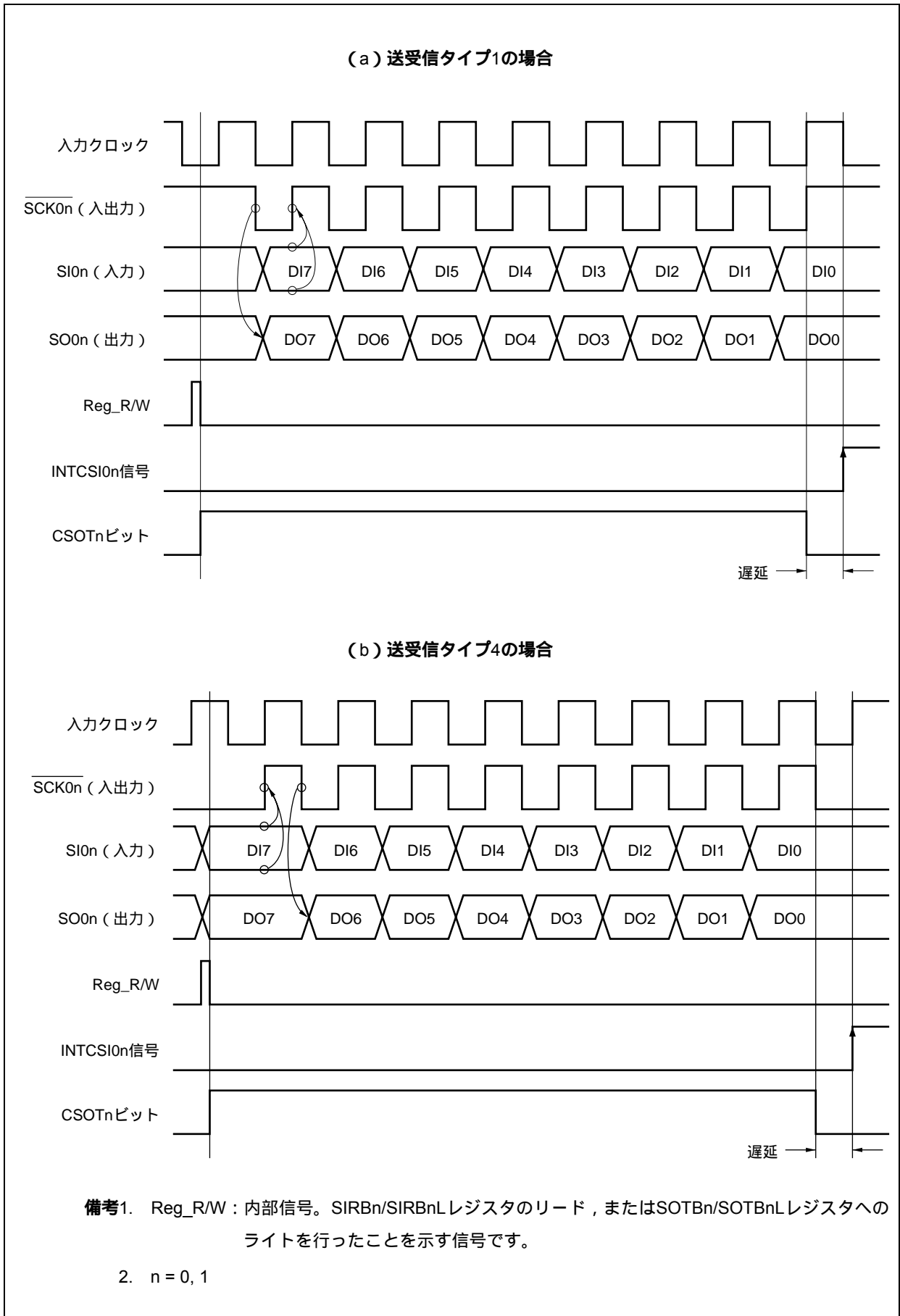
15.4.1 送受信完了割り込み要求信号 (INTCSI0n)

INTCSI0n信号は、データの送受信終了時にセット(1)されます。

CSIM0nレジスタのライトによってクリア(0)されます。

注意 遅延モード(CSIM0n.CSITnビット = 1)は、マスタ・モード(CSICn.CKS0n2-CKS0n0ビット = 111B以外)のときだけ有効です。スレーブ・モード(CKS0n2-CKS0n0ビット = 111B)時は、遅延モードに設定しないでください。

図15 - 2 遅延モード時のINTCSI0n信号出力タイミング・チャート



15.4.2 シングル転送モード

(1) 使用方法

受信専用モード (CSIM0n.TRMDnビット = 0) の場合, SIRBn/SIRBnLレジスタのリードで通信を開始します。

送受信モード (TRMDnビット = 1) の場合, SOTBn/SOTBnLレジスタへのライトで通信を開始します。

また, スレーブ・モードの場合, 前もって動作許可 (CSIM0n.CSI0Enビット = 1) になっている必要があります。

通信が開始されているときには, CSIM0n.CSOTnビット = 1 (送信実行状態) になります。

通信が終了すると, 送受信完了割り込み要求信号 (INTCSI0n) が発生し, CSOTnビットはクリア (0) されます。そして, 次のデータ通信要求の待ち状態になります。

注意 CSOTnビット = 1のときに, CSI0nのレジスタは操作しないでください。

備考 n = 0, 1

図15-3 シングル転送モードでのタイミング・チャート (1/2)

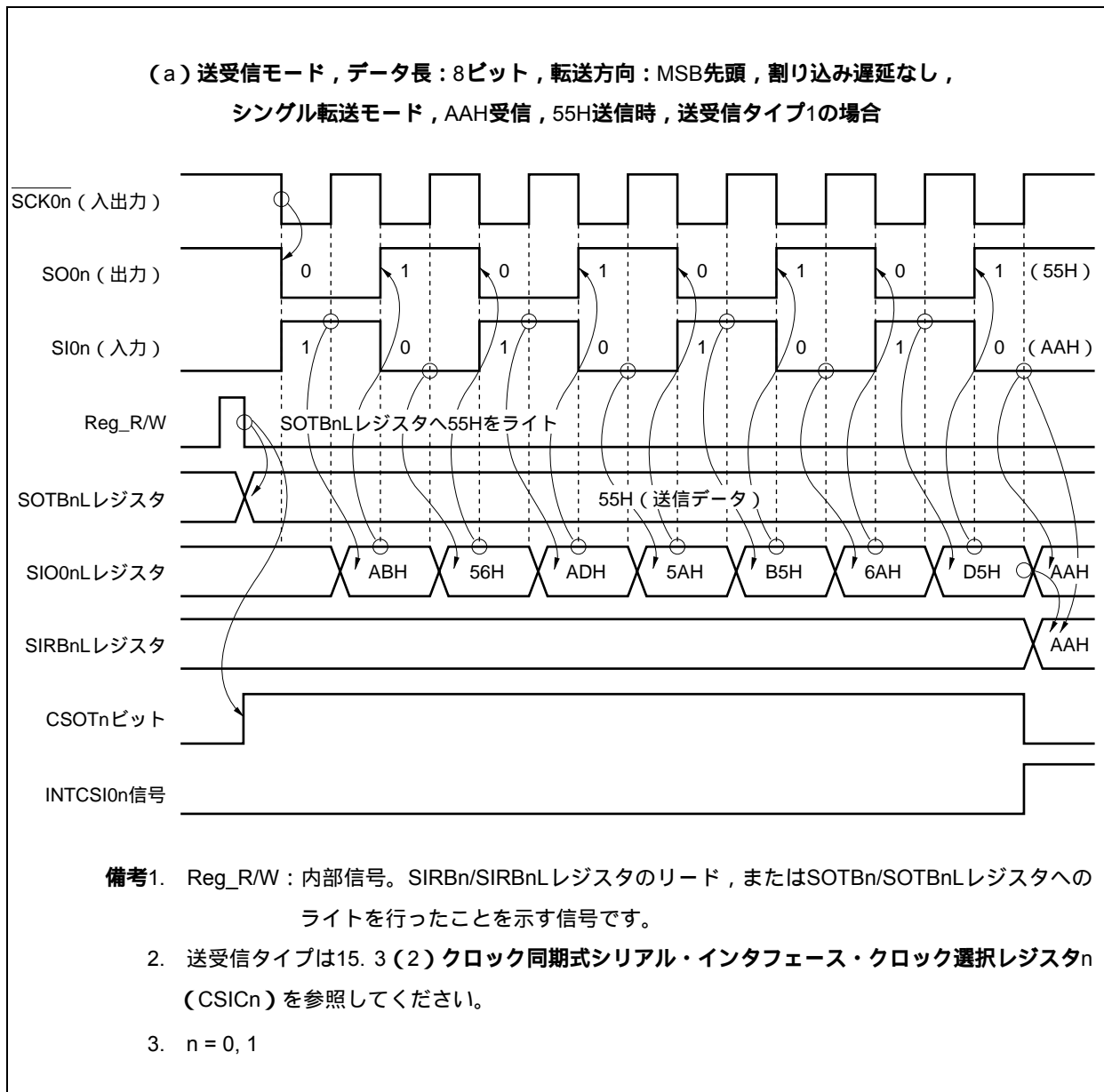
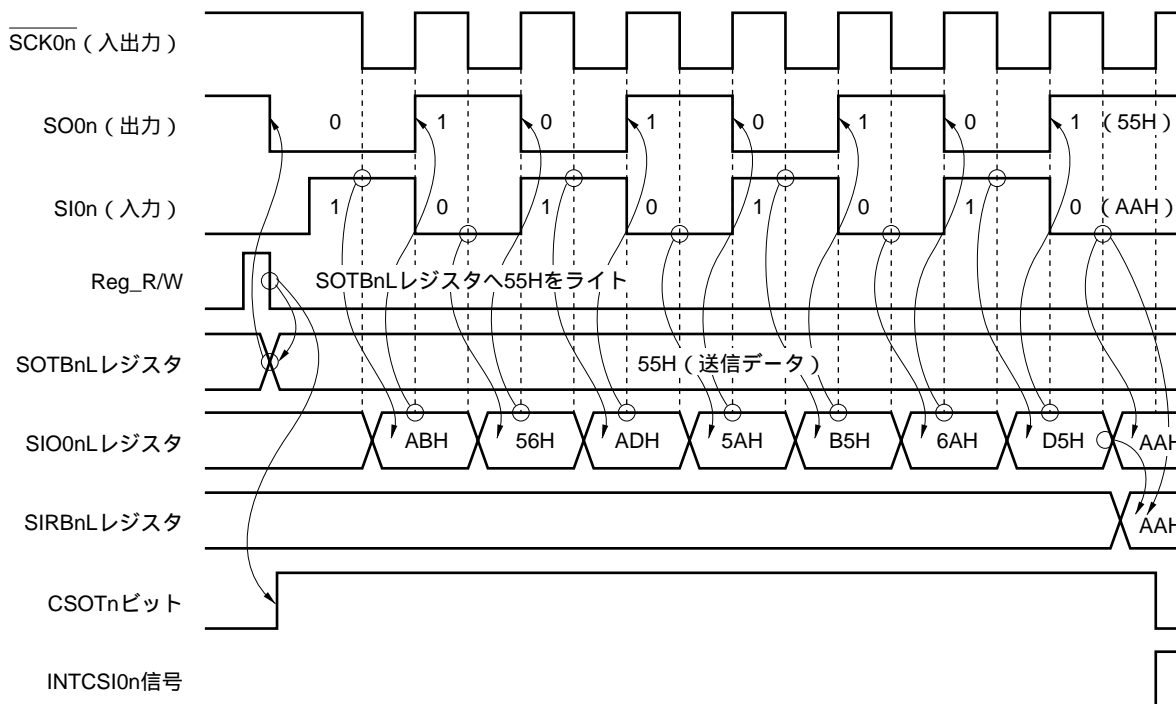


図15-3 シングル転送モードでのタイミング・チャート (2/2)

(b) 送受信モード, データ長: 8ビット, 転送方向: MSB先頭, 割り込み遅延なし,
 シングル転送モード, AAH受信, 55H送信時, 送受信タイプ2の場合



- 備考1. Reg_R/W: 内部信号。SIRBn/SIRBnLレジスタのリード, またはSOTBn/SOTBnLレジスタへのライトを行ったことを示す信号です。
2. 送受信タイプは15. 3 (2) クロック同期式シリアル・インタフェース・クロック選択レジスタn (CSICn) を参照してください。
 3. n = 0, 1

15.4.3 連続転送モード

(1) 使用方法 (受信専用: 8ビット・データ長)

<1> 連続転送モード (CSIM0n.AUTOnビット = 1), 受信専用モード (CSIM0n.TRMDnビット = 0) に設定する。

<2> SIRBnLレジスタをリードする (ダミー・リードで転送を開始させる)。

<3> 送受信完了割り込み要求信号 (INTCSI0n) が発生したら, SIRBnLレジスタをリードする^注 (次の転送を予約する)。

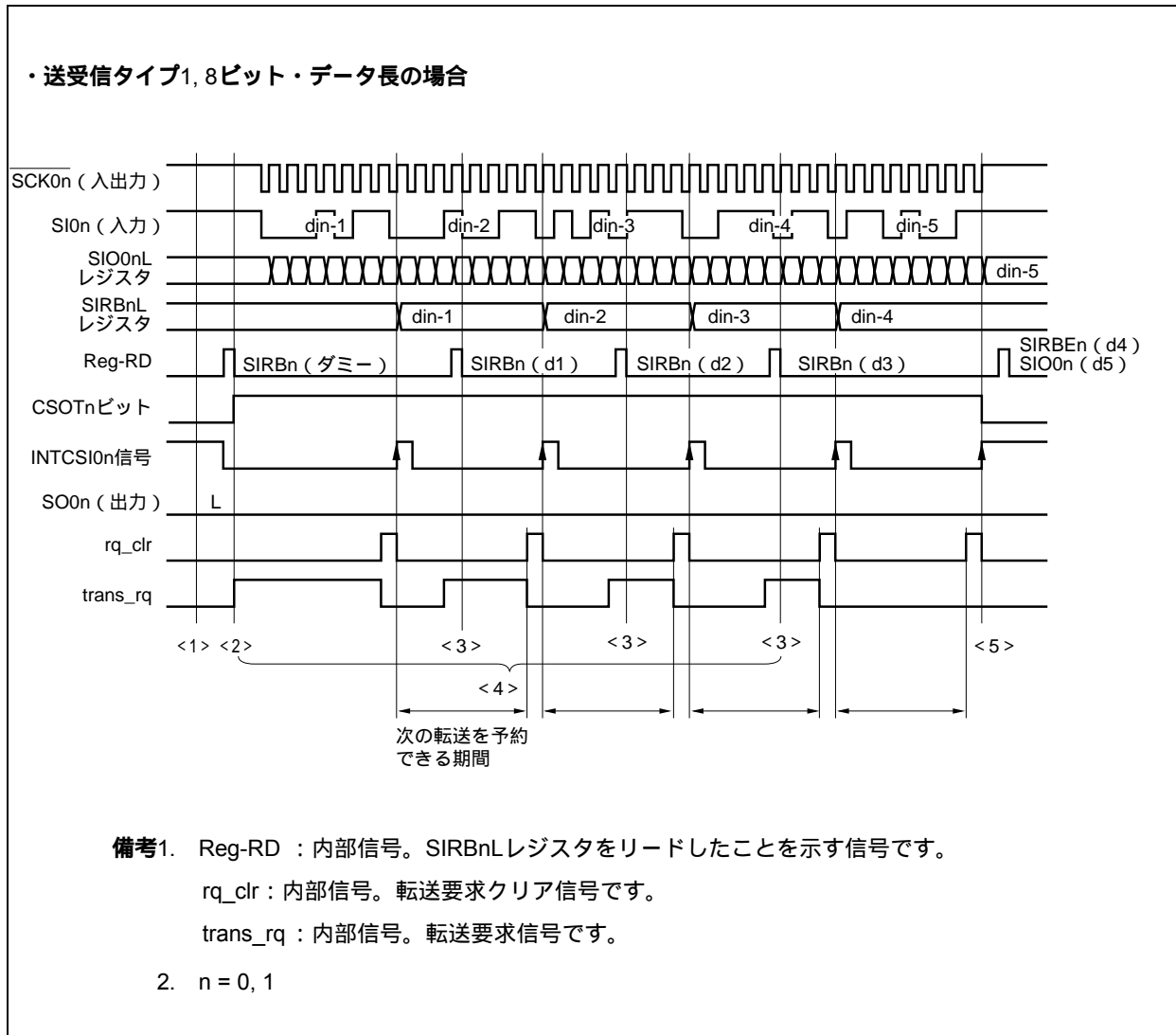
<4> (N - 2) 回, <3>を繰り返す (N: 転送データ数)。

N - 1回目のデータ受信による割り込みを無視する (ここでSIRBEnLレジスタをリードしてもよい)。

<5> 最後のINTCSI0n信号発生のおと, SIRBEnLレジスタとSIO0nLレジスタをリードする^注。

注 N個のデータを転送する場合, 最初のデータから (N - 2) 番目のデータまではSIRBnLレジスタをリードすることで受信データを取り込みます。 (N - 1) 番目のデータはSIRBEnLレジスタのリード, N番目 (最後) のデータはSIO0nLレジスタのリードにより受信データを取り込みます (表15-1 各バッファ・レジスタの使用方法を参照してください)。

図15 - 4 連続転送 (受信専用) タイミング・チャート



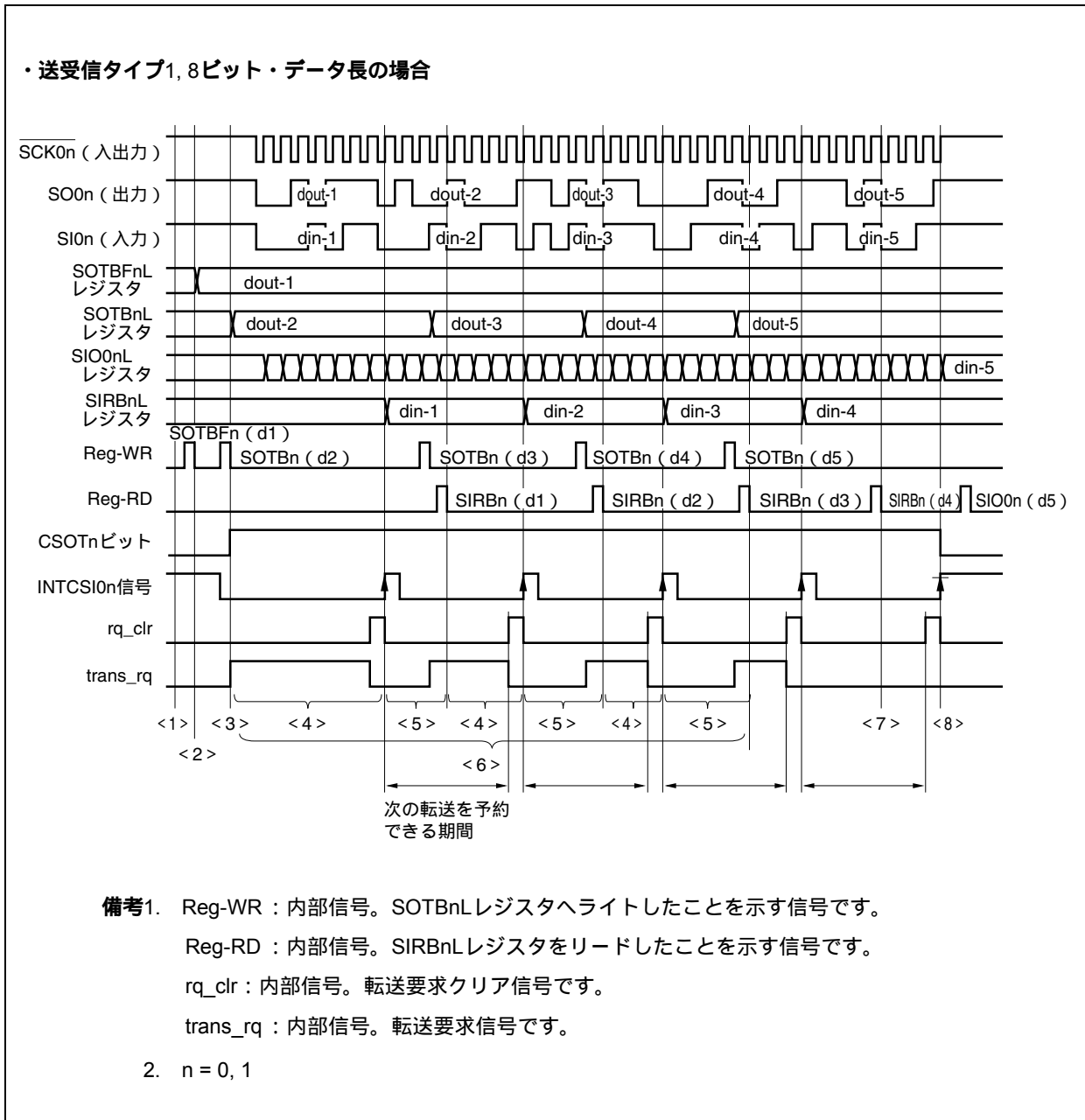
連続転送モードの場合、2回の転送要求が最初の転送開始で設定されます。INTCSI0n信号のあと、次の転送の予約期間内でSIRBnLレジスタをリードできれば、転送は続けられます。SIRBnLレジスタのリードができなければ、転送は終了し、SIRBnLレジスタはSIO0nLレジスタの新しい値を受け取りません。

最後のデータは、転送終了後のSIO0nLレジスタをリードしてください。

(2) 使用方法 (送受信 : 8ビット・データ長)

- <1> 連続転送モード (CSIM0n.AUTOnビット = 1) , 送受信モード (CSIM0n.TRMDnビット = 1) に設定する。
- <2> 最初のデータをSOTBFnLレジスタにライトする。
- <3> 2番目のデータをSOTBnLレジスタにライトする (転送を開始させる)。
- <4> 送受信完了割り込み要求信号 (INTCSI0n) が発生したら , SOTBnLレジスタに次のデータをライトする (次の転送を予約する) 。SIRBnLレジスタをリードして受信データを取り込む。
- <5> 送りたいデータがある間 , <4>を繰り返す。
- <6> INTCSI0n信号が発生したら , SIRBnLレジスタをリードして (N - 1) 番目の受信データを取り込む (N : 転送データ数) 。
- <7> 最後のINTCSI0n信号のあと ,SIO0nLレジスタをリードしてN番目(最後)の受信データを取り込む。

図15 - 5 連続転送 (送受信) タイミング・チャート



連続転送モードの場合、2回の転送要求が最初の転送開始で設定されます。INTCSI0n信号発生のもと、次の転送の予約期間内でSOTBnLレジスタに次のデータをライトできれば、転送は続けられます。SOTBnLレジスタへのライトができなければ、転送は終了し、SIRBnLレジスタはSIO0nLレジスタの新しい値を受け取りません。

最後の受信データは、転送終了後のSIO0nLレジスタをリードしてください。

(3) 次転送予約期間

連続転送モードでは、図15 - 6に示す期間中に次の転送の準備をする必要があります。

図15 - 6 次転送予約期間タイミング・チャート (1/2)

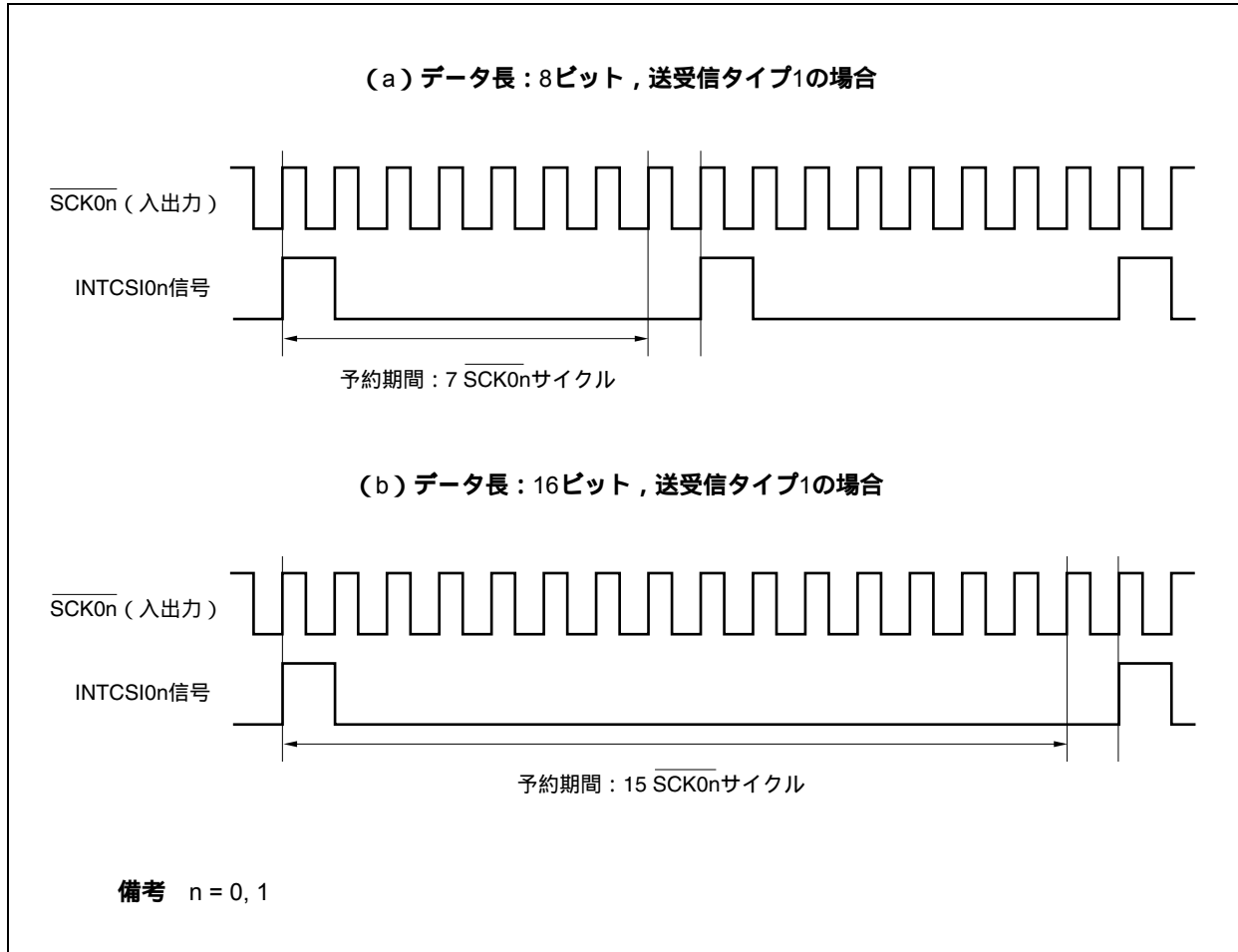
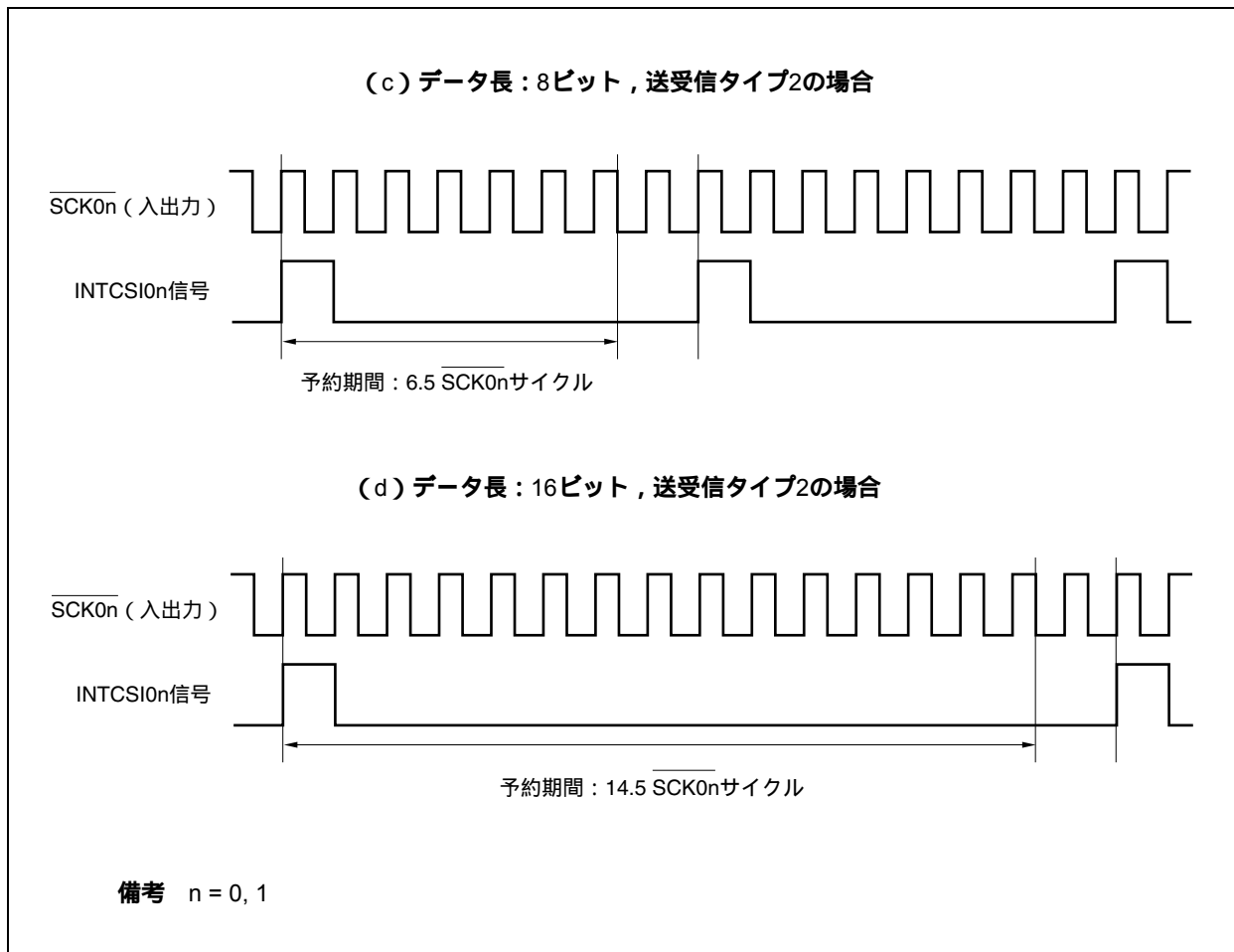


図15 - 6 次転送予約期間タイミング・チャート (2/2)



(4) 注意事項

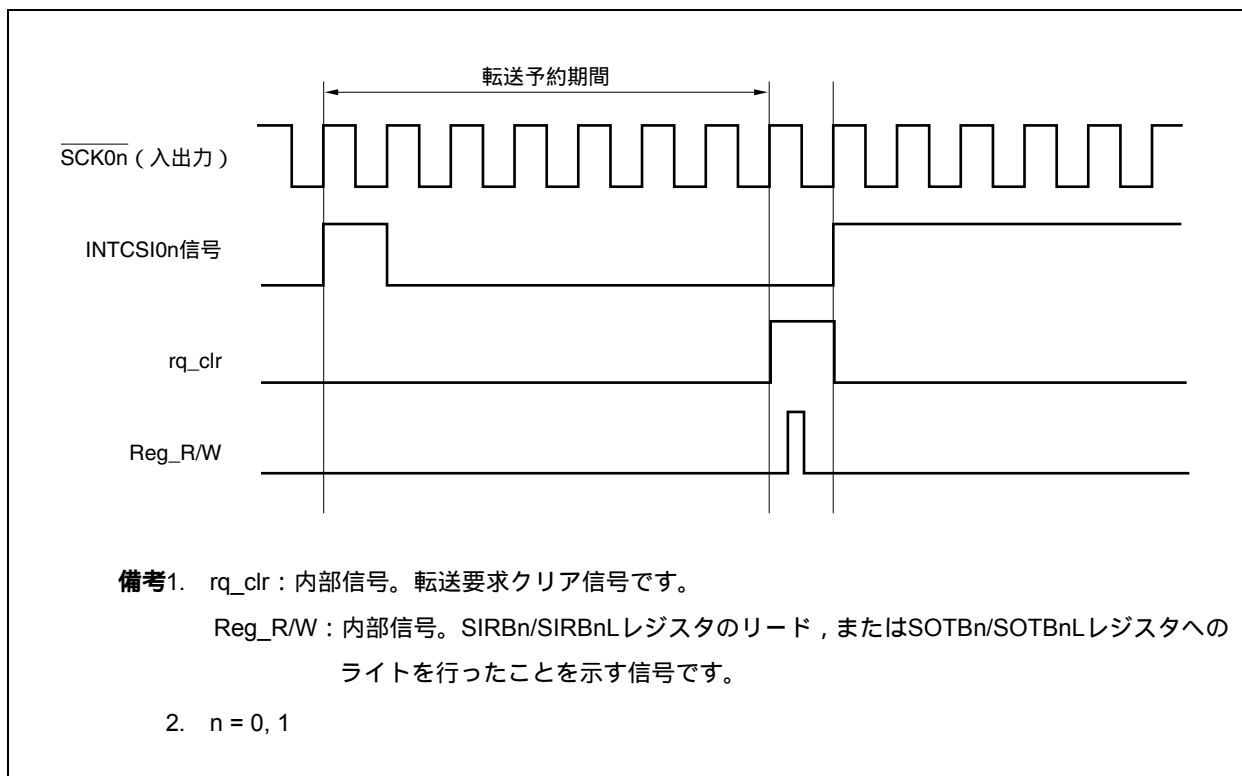
連続転送を継続させるため、転送予約期間中にSIRBnレジスタのリード、またはSOTBnレジスタへのライトを必ず行ってください。

転送予約期間を過ぎてSIRBnレジスタやSOTBnレジスタをアクセスしたときには次のようになります。

(i) 転送要求クリアとレジスタ・アクセスが競合した場合

転送要求のクリアは高い優先順位を持つため、次の転送要求は無視されます。そのため、転送は中断することになり、正常なデータ転送が行えなかったこととなります。

図15 - 7 転送要求クリアとレジスタ・アクセスの競合



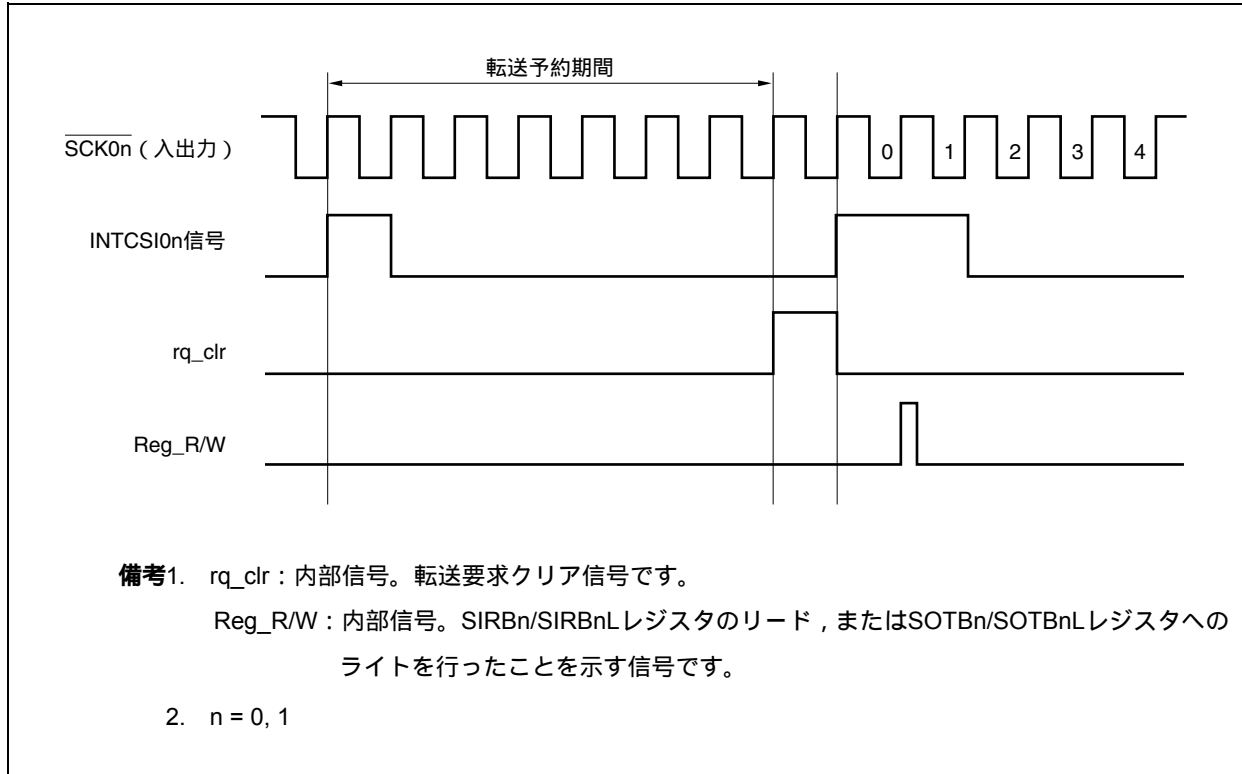
(ii) 送受信完了割り込み要求信号 (INTCSI0n) 発生とレジスタ・アクセスが競合した場合

連続転送がいったん停止するため、新しい連続転送開始として実行します。

スレーブ・モードの場合には、ビット相違の転送エラーとなります (図15 - 8参照)。

送受信モードの場合には、SOTBFnレジスタの値を再転送し、不正データを送ります。

図15 - 8 割り込み要求とレジスタ・アクセスの競合



15.5 出力端子

各出力端子について説明します。各端子の設定については表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合は参照してください。

(1) SCK0n端子

CSI0n動作禁止 (CSIM0n.CSI0Enビット = 0) のとき、SCK0n端子出力状態は次のようになります。

表15 - 2 SCK0n端子出力状態

CKPn	CKS0n2	CKS0n1	CKS0n0	SCK0n端子出力
0	任意	任意	任意	ハイ・レベル固定
1	1	1	1	ハイ・インピーダンス
	上記以外			ロウ・レベル固定

備考 n = 0, 1

(2) SO0n端子

CSI0n動作禁止 (CSI0Enビット = 0) のとき、SO0n端子出力状態は次のようになります。

表15 - 3 SO0n端子出力状態

TRMDn	DAPn	AUTO0n	CCLn	DIRn	SO0n端子出力
0	任意	任意	任意	任意	ロウ・レベル固定
1	0	任意	任意	任意	SOラッチの値 (ロウ・レベル)
				0	SOTBn7ビットの値
			1	0	SOTBn0ビットの値
				1	SOTBn15ビットの値
	1	0	0	0	SOTBFn7ビットの値
				1	SOTBFn0ビットの値
		1	0	0	SOTBFn15ビットの値
				1	SOTBFn0ビットの値

備考 n = 0, 1

第16章 I²Cバス

この機能を使用する場合は、P38/SDA0、P39/SCL0端子を兼用端子として使用し、N-chオープン・ドレイン出力に設定してください。

V850ES/KE2は、I²Cバスを1チャンネル搭載しています。

16.1 特 徴

I²C0には、次の2種類のモードがあります。

- ・動作停止モード
- ・I²C (Inter IC) バス・モード (マルチマスタ対応)

(1) 動作停止モード

シリアル転送を行わないときに使用するモードです。消費電力を低減できます。

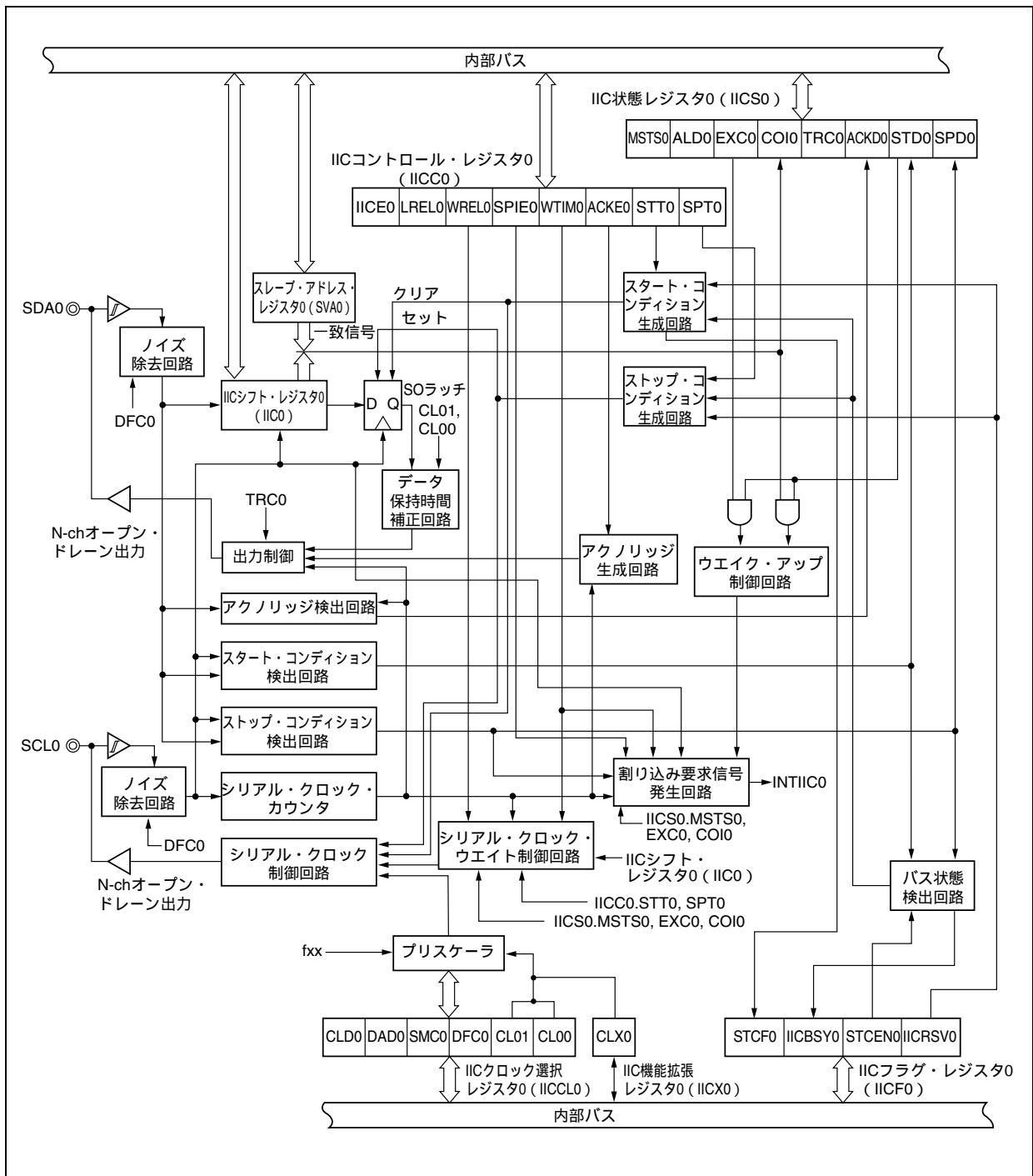
(2) I²Cバス・モード (マルチマスタ対応)

シリアル・クロック (SCL0) とシリアル・データ・バス (SDA0) の2本のラインにより、複数のデバイスと8ビット・データ転送を行うモードです。

I²Cバス・フォーマットに準拠しており、マスタはスレーブに対してシリアル・データ・バス上に“スタート・コンディション”、“アドレス”、“転送方向指定”、“データ”および“ストップ・コンディション”を生成できます。スレーブは、受信したこれらの状態およびデータをハードウェアにより自動的に検出します。この機能により応用プログラムのI²Cバス制御部分を簡単にすることができます。

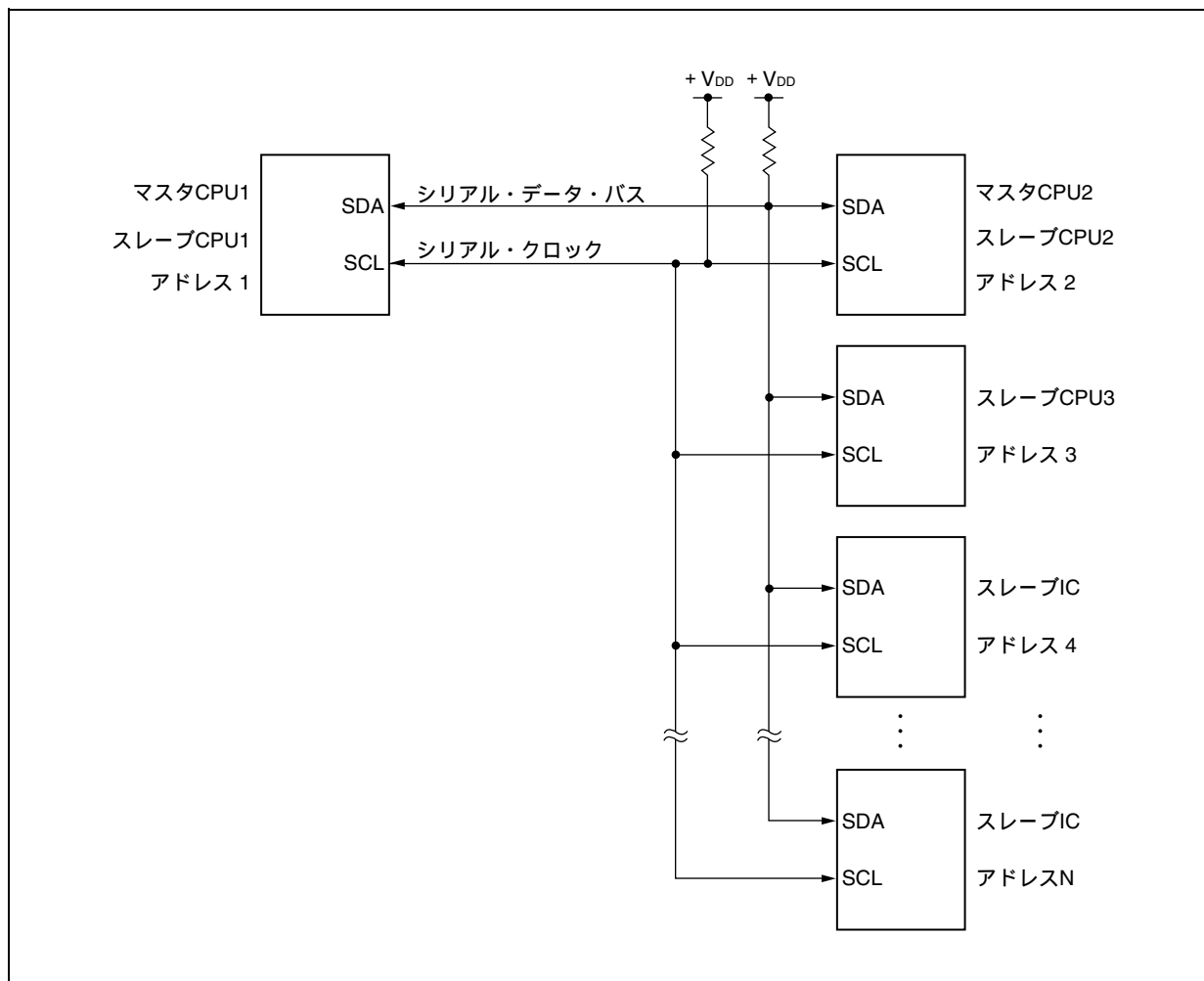
I²C0では、SCL0端子とSDA0端子はN-chオープン・ドレイン出力で使用するため、シリアル・クロック・ラインおよびシリアル・データ・バス・ラインにはプルアップ抵抗が必要です。

図16-1 I²C0のブロック図



次にシリアル・バス構成例を示します。

図16 - 2 I²Cバスによるシリアル・バス構成例



16.2 構成

I²C0は、次のハードウェアで構成されています。

表16 - 1 I²C0の構成

項 目	構 成
レジスタ	IICシフト・レジスタ0 (IIC0) スレーブ・アドレス・レジスタ0 (SVA0)
制御レジスタ	IICコントロール・レジスタ0 (IICC0) IIC状態レジスタ0 (IICS0) IICフラグ・レジスタ0 (IICF0) IICクロック選択レジスタ0 (IICCL0) IIC機能拡張レジスタ0 (IICX0)

(1) IICシフト・レジスタ0 (IIC0)

IIC0レジスタは、8ビットのシリアル・データを8ビットの平行・データに、8ビットの平行・データを8ビットのシリアル・データに変換するレジスタです。IIC0レジスタは送信および受信の両方に使用されます。

IIC0レジスタに対する書き込み/読み出しにより、実際の送受信動作が制御されます。

8ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

(2) スレーブ・アドレス・レジスタ0 (SVA0)

スレーブとして使用する場合に、自局アドレスを設定するレジスタです。

8ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

(3) SOラッチ

SOラッチは、SDA0端子出力レベルを保持するラッチです。

(4) ウェイク・アップ制御回路

SVA0レジスタに設定したアドレス値と受信アドレスが一致した場合、または拡張コードを受信した場合に、割り込み要求信号 (INTIIC0) を発生させる回路です。

(5) プリスケアラ

使用するサンプリング・クロックを選択します。

(6) シリアル・クロック・カウンタ

送信/受信動作時に出力する、または入力されるシリアル・クロックをカウントし、8ビット・データの送受信が行われたことを調べます。

(7) 割り込み要求信号発生回路

割り込み要求信号 (INTIIC0) の発生を制御します。

I²C割り込みは、次の2つのトリガで発生します。

- ・ シリアル・クロックの8クロック目または9クロック目の立ち下がり (IICC0.WTIM0ビットで設定)
- ・ ストップ・コンディション検出による割り込み発生 (IICC0.SPIE0ビットで設定)

(8) シリアル・クロック制御回路

マスタ・モード時に、SCL0端子に出力するクロックをサンプリング・クロックから生成します。

(9) シリアル・クロック・ウェイト制御回路

ウェイト・タイミングを制御します。

(10) アクノリッジ生成回路, ストップ・コンディション検出回路, スタート・コンディション検出回路, アクノリッジ検出回路

各状態の生成および検出を行います。

(11) データ保持時間補正回路

シリアル・クロックの立ち下がりに対するデータの保持時間を生成するための回路です。

(12) スタート・コンディション生成回路

IICC0.STT0ビットがセットされるとスタート・コンディションを生成します。

ただし通信予約禁止状態 (IICF0.IICRSV0ビット = 1) で、かつバスが解放されていない (IICF0.IICBSY0ビット = 1) 場合には、スタート・コンディション要求は無視し、IICF0.STCF0ビットをセット (1) します。

(13) ストップ・コンディション生成回路

IIC0.SPT0ビットがセット (1) されるとストップ・コンディションを生成します。

(14) バス状態検出回路

スタート・コンディションおよびストップ・コンディションの検出により、バスが解放されているか、解放されていないかを検出します。

ただし動作直後はバス状態を検出できないため、IICF0.STCEN0ビットにより、バス状態検出回路の初期状態を設定してください。

16.3 レジスタ

I²C0は、次のレジスタで制御します。

- ・IICコントロール・レジスタ0 (IICC0)
- ・IIC状態レジスタ0 (IICS0)
- ・IICフラグ・レジスタ0 (IICF0)
- ・IICクロック選択レジスタ0 (IICCL0)
- ・IIC機能拡張レジスタ0 (IICX0)

また、次のレジスタも使用します。

- ・IICシフト・レジスタ0 (IIC0)
- ・スレーブ・アドレス・レジスタ0 (SVA0)

備考 兼用端子の設定は表4 - 12 **ポート端子を兼用端子として使用する場合**を参照してください。

(1) IICコントロール・レジスタ0 (IICC0)

I²C0の動作許可/停止, ウェイト・タイミングの設定, その他I²C動作の設定を行うレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。ただし, SPIE0, WTIMO, ACKE0ビットは, IICE0ビット = 0 のとき, またはウェイト期間中に設定してください。IICE0ビットを“0”から“1”に設定するとき, 同時にこれらのビットを設定できます。

リセットにより00Hになります。

(1/4)

リセット時: 00H R/W アドレス: IICC0 FFFFFFFD82H

	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	①
IICC0	IICE0	LRELO	WRELO	SPIE0	WTIMO	ACKE0	STT0	SPT0

IICE0	I ² C0動作許可/禁止の指定
0	動作停止。IICS0レジスタをリセット ^{注1} 。内部動作も停止。
1	動作許可。
このビットのセット(1)は, 必ずSCL0, SDA0ラインがハイ・レベルの状態で行ってください。	
クリアされる条件 (IICE0ビット = 0)	セットされる条件 (IICE0ビット = 1)
・命令によるクリア ・リセット時	・命令によるセット

LRELO ^{注2}	通信退避
0	通常動作。
1	現在行っている通信から退避し, 待機状態。実行後自動的にクリア(0)される。 自局に関係ない拡張コードを受信したときなどに使用する。 SCL0, SDA0ラインはハイ・インピーダンス状態になる。 STT0, SPT0ビット, IICS0.MSTS0, EXC0, COI0, TRC0, ACKD0, STD0ビットがクリア(0)される。
次の通信参加条件が満たされるまでは, 通信から退避した待機状態となる。 ストップ・コンディション検出後, マスタとしての起動 スタート・コンディション後のアドレス一致または拡張コード受信	
クリアされる条件 (LRELOビット = 0)	セットされる条件 (LRELOビット = 1)
・実行後, 自動的にクリア ・リセット時	・命令によるセット

注1. リセットされるのはIICS0レジスタ, IICF0.STCF0, IICBSY0ビット, IICCL0.CLD0, DAD0ビットです。

2. IICE0ビット = 0により, このフラグの信号を無効にします。

注意 SCL0ラインがハイ・レベル, SDA0ラインがロウ・レベルの状態, I²C0を動作許可 (IICE0ビット = 1) した場合, 直後にスタート・コンディションを検出してしまいます。I²C0を動作許可 (IICE0ビット = 1) したあと, 連続してビット操作命令によりLRELOビットをセット(1)してください。

WRELO ^注	ウェイト解除の制御	
0	ウェイトを解除しない。	
1	ウェイト解除する。ウェイト解除後、自動的にクリア(0)される。	
クリアされる条件 (WRELOビット = 0)		セットされる条件 (WRELOビット = 1)
<ul style="list-style-type: none"> ・実行後、自動的にクリア ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるセット

SPIE0 ^注	ストップ・コンディション検出による割り込み要求発生時の許可/禁止	
0	禁止	
1	許可	
クリアされる条件 (SPIE0ビット = 0)		セットされる条件 (SPIE0ビット = 1)
<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるクリア ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるセット

WTIMO ^注	ウェイトおよび割り込み要求発生の制御	
0	8クロック目の立ち下がりで割り込み要求発生。 マスタの場合 : 8クロック出力後、クロック出力をロウ・レベルにしたままウェイト スレーブの場合 : 8クロック入力後、クロックをロウ・レベルにしてマスタをウェイト	
1	9クロック目の立ち下がりで割り込み要求発生。 マスタの場合 : 9クロック出力後、クロック出力をロウ・レベルにしたままウェイト スレーブの場合 : 9クロック入力後、クロックをロウ・レベルにしてマスタをウェイト	
<p>アドレス転送中はこのビットの設定にかかわらず、9クロック目の立ち下がりで割り込みが発生します。アドレス転送終了後このビットの設定が有効になります。またマスタ時、アドレス転送中は9クロックの立ち下がりにウェイトが入ります。自局アドレスを受信したスレーブは、アクノリッジ (ACK) 発生後の9クロック目の立ち下がりでウェイトに入ります。ただし拡張コードを受信したスレーブは、8クロック目の立ち下がりですべてウェイトに入ります。</p>		
クリアされる条件 (WTIMOビット = 0)		セットされる条件 (WTIMOビット = 1)
<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるクリア ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるセット

ACKE0 ^注	アクノリッジ制御	
0	アクノリッジを禁止。	
1	アクノリッジを許可。9クロック期間中にSDA0ラインをロウ・レベルにする。	
<p>アドレス受信のときは、ACKE0ビットの設定は無効です。この場合、アドレスが一致したときはアクノリッジを生成します。 ただし、拡張コードのアドレス受信のときは、ACKE0ビットの設定は有効になります。</p>		
クリアされる条件 (ACKE0ビット = 0)		セットされる条件 (ACKE0ビット = 1)
<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるクリア ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるセット

注 IICE0ビット = 0により、このフラグの信号を無効にします。

STT0	スタート・コンディション・トリガ	
0	スタート・コンディションを生成しない。	
1	<p>バスが解放されているとき（ストップ状態）： スタート・コンディションを生成する（マスタとしての起動）。SCL0ラインがハイ・レベルの状態ではSDA0ラインをハイ・レベルからロウ・レベルに変化させ、スタート・コンディションを生成する。そのあと、規格の時間を確保し、SCL0ラインをロウ・レベル（ウェイト状態）にする。</p> <p>第三者が通信中のとき： ・通信予約機能許可の場合（IICF0.IICRSV0ビット=0） スタート・コンディション予約フラグとして機能。セット（1）されると、バスが解放されたあと、自動的にスタート・コンディションを生成する。 ・通信予約機能禁止の場合（IICRSV0ビット=1） IICF0.STCF0ビットをセット（1）しSTT0ビットにセット（1）した情報をクリアする。 スタート・コンディションは生成しない。</p> <p>ウェイト状態（マスタ時）： ウェイトを解除してリスタート・コンディションを生成する。</p>	
<p>セット・タイミングに関する注意</p> <p>マスタ受信の場合：転送中のセット（1）は禁止です。ACKE0ビット = 0に設定し、受信の最後であることをスレーブに伝えたあとにだけセット（1）可能です。</p> <p>マスタ送信の場合：アクリッジ期間中は、正常にスタート・コンディションが生成されないことがあります。9クロック目出力後のウェイト期間中にセット（1）してください。</p> <p>・SPT0ビットと同時にセット（1）することは禁止です。 ・STT0ビットをセット（1）後、クリア（0）される前に再度セット（1）することは禁止です。</p>		
クリアされる条件（STT0ビット=0）		セットされる条件（STT0ビット=1）
<ul style="list-style-type: none"> ・通信予約禁止状態でのSTT0ビットのセット（1） ・アービトレーションに負けたとき ・マスタでのスタート・コンディション生成によるクリア ・LREL0ビット=1（通信退避）によるクリア ・IICE0ビット=1 0（動作停止）のとき ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるセット

備考 STT0ビットは、データ設定後に読み出すと0になっています。

SPT0	ストップ・コンディション・トリガ				
0	ストップ・コンディションを生成しない。				
1	ストップ・コンディションを生成する（マスタとしての転送終了）。 SDA0ラインをロウ・レベルにしたあと、SCL0ラインをハイ・レベルにするか、またはSCL0端子がハイ・レベルになるのを待つ。そのあと、規格の時間を確保し、SDA0ラインをロウ・レベルからハイ・レベルに変化させ、ストップ・コンディションを生成する。				
<p>セット・タイミングに関する注意</p> <p>マスタ受信の場合：転送中のセット（1）は禁止です。ACKE0ビット = 0に設定し、受信の最後であることをスレーブに伝えたあとのウエイト期間中にだけセット（1）可能です。</p> <p>マスタ送信の場合：アクノリッジ期間中は、正常にストップ・コンディションが生成されないことがあります。9クロック目出力後のウエイト期間中にセット（1）してください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・STT0ビットと同時にセット（1）することは禁止です。 ・SPT0ビットのセット（1）は、マスタのときのみ行ってください注。 ・WTIM0ビット = 0設定時に、8クロック出力後のウエイト期間中にSPT0ビットをセット（1）すると、ウエイト解除後、9クロック目のハイ・レベル期間中にストップ・コンディションを生成するので注意してください。8クロック出力後のウエイト期間中にWTIM0ビット = 0 1にセットし、9クロック目出力後のウエイト期間中にSPT0ビットをセット（1）してください。 ・SPT0ビットをセット（1）後、クリア（0）される前に再度セット（1）することは禁止です。 					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>クリアされる条件 (SPT0ビット = 0)</th> <th>セットされる条件 (SPT0ビット = 1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・アービトレーションに負けたとき ・ストップ・コンディション検出後、自動的にクリア ・LREL0ビット = 1 (通信退避) によるクリア ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・命令によるセット </td> </tr> </tbody> </table>		クリアされる条件 (SPT0ビット = 0)	セットされる条件 (SPT0ビット = 1)	<ul style="list-style-type: none"> ・アービトレーションに負けたとき ・ストップ・コンディション検出後、自動的にクリア ・LREL0ビット = 1 (通信退避) によるクリア ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 	<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるセット
クリアされる条件 (SPT0ビット = 0)	セットされる条件 (SPT0ビット = 1)				
<ul style="list-style-type: none"> ・アービトレーションに負けたとき ・ストップ・コンディション検出後、自動的にクリア ・LREL0ビット = 1 (通信退避) によるクリア ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 	<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるセット 				

注 SPT0ビットのセット（1）は、マスタのときのみ行ってください。ただし、動作許可後最初のストップ・コンディションを検出する前にマスタ動作を行うには、一度SPT0ビットをセット（1）してストップ・コンディションを生成する必要があります。詳細は、16. 14 **注意事項**を参照してください。

注意 IICS0.TRC0ビット = 1のとき、9クロック目にWREL0ビットをセット（1）してウエイト解除すると、TRC0ビットをクリア（0）してSDA0ラインをハイ・インピーダンスにします。

備考 SPT0ビットは、データ設定後に読み出すと0になっています。

(2) IIC状態レジスタ0 (IICS0)

I²C0のステータスを表すレジスタです。

8/1ビット単位でリードのみ可能です。

ただしIICS0レジスタは、IICC0.STT0ビット = 1のとき、またはウェイト期間中だけリード可能です。

リセットにより00Hになります。

注意 メイン・クロック停止、サブクロック動作時に、IICS0レジスタにアクセスしないでください。
詳細は、3.4.8 (2) を参照してください。

(1/3)

リセット時：00H R アドレス：IICS0 FFFFFFFD86H

	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	①
IICS0	MSTS0	ALD0	EXC0	COI0	TRC0	ACKD0	STD0	SPD0

MSTS0	マスタの状態	
0	スレーブ状態または通信待機状態。	
1	マスタ通信状態。	
クリアされる条件 (MSTS0ビット = 0)		セットされる条件 (MSTS0ビット = 1)
<ul style="list-style-type: none"> ・ストップ・コンディション検出時 ・ALD0ビット = 1 (アービトレーション負け) のとき ・IICC0.LREL0ビット = 1 (通信退避) によるクリア ・IICC0.IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> ・スタート・コンディション生成時

ALD0	アービトレーション負け検出	
0	アービトレーションが起こっていない状態。またはアービトレーションに勝った状態。	
1	アービトレーションに負けた状態。MSTS0ビットがクリア (0) される。	
クリアされる条件 (ALD0ビット = 0)		セットされる条件 (ALD0ビット = 1)
<ul style="list-style-type: none"> ・IICS0レジスタ読み出し後、自動的にクリア^注 ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> ・アービトレーションに負けたとき

EXC0	拡張コード受信検出	
0	拡張コードを受信していない。	
1	拡張コードを受信している。	
クリアされる条件 (EXC0ビット = 0)		セットされる条件 (EXC0ビット = 1)
<ul style="list-style-type: none"> ・スタート・コンディション検出時 ・ストップ・コンディション検出時 ・LREL0ビット = 1 (通信退避) によるクリア ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> 受信したアドレス・データの上位4ビットが “0000” または “1111” のとき (8クロック目の立ち上がりでセット)

注 IICS0レジスタのほかのビットに対しビット操作命令を実行した場合もクリアされます。

COI0	アドレス一致検出	
0	アドレスが一致していない。	
1	アドレスが一致している。	
	クリアされる条件 (COI0ビット = 0)	セットされる条件 (COI0ビット = 1)
	<ul style="list-style-type: none"> ・スタート・コンディション検出時 ・ストップ・コンディション検出時 ・LRELOビット = 1 (通信退避) によるクリア ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 	受信アドレスが自局アドレス (SVA0レジスタ) と一致したとき (8クロック目の立ち上がりでセット)

TRC0	送信 / 受信状態検出	
0	受信状態 (送信状態以外)。SDA0ラインをハイ・インピーダンスにする。	
1	送信状態。SDA0ラインにSOラッチの値が出力できるようにする (1バイト目の9クロック目の立ち上がり以降有効)	
	クリアされる条件 (TRC0ビット = 0)	セットされる条件 (TRC0ビット = 1)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ストップ・コンディション検出時 ・LRELOビット = 1 (通信退避) によるクリア ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・IICC0.WRELOビット = 1 (ウエイト解除) によるクリア^注 ・ALD0ビット = 0 1 (アービトレーション負け) のとき ・リセット時 マスタの場合 <ul style="list-style-type: none"> ・1バイト目のLSB (転送方向指定ビット) に “1” を出力したとき スレーブの場合 <ul style="list-style-type: none"> ・スタート・コンディション検出時 通信不参加の場合	マスタの場合 <ul style="list-style-type: none"> ・スタート・コンディション生成時 ・1バイト目のLSB (転送方向指定ビット) に “0” を出力したとき スレーブの場合 <ul style="list-style-type: none"> ・1バイト目のLSB (転送方向指定ビット) に “1” を入力したとき

ACKD0	アクノリッジ (ACK) 検出	
0	アクノリッジを検出していない。	
1	アクノリッジを検出している。	
	クリアされる条件 (ACKD0ビット = 0)	セットされる条件 (ACKD0ビット = 1)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ストップ・コンディション検出時 ・次のバイトの1クロック目の立ち上がり時 ・LRELOビット = 1 (通信退避) によるクリア ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 	SCL0端子の9クロック目の立ち上がり時にSDA0端子がロウ・レベルであったとき

注 IICS0.TRIC0ビット = 1のとき, 9クロック目にIICC0.WRELOビットをセット (1) してウエイトを解除すると, TRIC0ビットをクリア (0) してSDA0ラインをハイ・インピーダンスにします。

STD0	スタート・コンディション検出	
0	スタート・コンディションを検出していない。	
1	スタート・コンディションを検出している。アドレス転送期間であることを示す。	
	クリアされる条件 (STD0ビット = 0)	セットされる条件 (STD0ビット = 1)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ストップ・コンディション検出時 ・アドレス転送後の次のバイトの1クロック目の立ち上がり時 ・LRELOビット = 1 (通信退避) によるクリア ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 	<ul style="list-style-type: none"> ・スタート・コンディション検出時

SPD0	ストップ・コンディション検出	
0	ストップ・コンディションを検出していない。	
1	ストップ・コンディションを検出している。マスタでの通信が終了し、バスが解放される。	
	クリアされる条件 (SPD0ビット = 0)	セットされる条件 (SPD0ビット = 1)
	<ul style="list-style-type: none"> ・このビットのセット後で、スタート・コンディション検出後の、アドレス転送バイトの1クロック目の立ち上がり時 ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 	<ul style="list-style-type: none"> ・ストップ・コンディション検出時

(3) IICフラグ・レジスタ0 (IICF0)

I²C0の動作モードの設定と、I²Cバスの状態を表すレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。ただし、STCF0, IICBSY0ビットはリードのみ可能です。

IICRSV0ビットにより通信予約機能の禁止/許可を設定します(16.13 **通信予約**参照)。

また、STCEN0ビットにより、IICBSY0ビットの初期値を設定します(16.14 **注意事項**参照)。

IICRSV0, STCEN0ビットは、I²C0が動作禁止(IICC0.IICE0ビット = 0)のときのみ書き込み可能です。動作許可後、IICF0レジスタは読み出し可能となります。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W^注 アドレス：IICF0 FFFFFFFD8AH

	⑦	⑥	5	4	3	2	①	①
IICF0	STCF0	IICBSY0	0	0	0	0	STCEN0	IICRSV0

STCF0	IICC0.STT0クリア・フラグ	
0	スタート・コンディション発行	
1	スタート・コンディション発行できずSTT0フラグ・クリア	
クリアされる条件 (STCF0ビット = 0)		セットされる条件 (STCF0ビット = 1)
<ul style="list-style-type: none"> ・STT0ビット = 1によるクリア ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> ・通信予約禁止 (IICRSV0ビット = 1) 設定時にスタート・コンディション発行できず, STT0ビットがクリア (0) されたとき

IICBSY0	I ² C0バス状態フラグ	
0	バス解放状態 (STCEN0ビット = 1時の通信初期状態)	
1	バス通信状態 (STCEN0ビット = 0時の通信初期状態)	
クリアされる条件 (IICBSY0ビット = 0)		セットされる条件 (IICBSY0ビット = 1)
<ul style="list-style-type: none"> ・ストップ・コンディション検出時 ・IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> ・スタート・コンディション検出時 ・STCEN0ビット = 0時のIICE0ビットのセット

STCEN0	初期スタート許可トリガ	
0	動作許可 (IICE0ビット = 1) 後, ストップ・コンディションの検出により, スタート・コンディションを生成許可。	
1	動作許可 (IICE0ビット = 1) 後, ストップ・コンディションを検出せずに, スタート・コンディションを生成許可。	
クリアされる条件 (STCEN0ビット = 0)		セットされる条件 (STCEN0ビット = 1)
<ul style="list-style-type: none"> ・スタート・コンディション検出時 ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるセット

IICRSV0	通信予約機能禁止ビット	
0	通信予約許可	
1	通信予約禁止	
クリアされる条件 (IICRSV0ビット = 0)		セットされる条件 (IICRSV0ビット = 1)
<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるクリア ・リセット時 		<ul style="list-style-type: none"> ・命令によるセット

注 ビット6, 7はリード・オンリーです。

- 注意1. STCEN0ビットへの書き込みは動作停止 (IICE0ビット = 0) 時のみ行ってください。
2. STCEN0ビット = 1とした場合, 実際のバス状態にかかわらずバス解放状態 (IICBSY0ビット = 0)と認識しますので, 1回目のスタート・コンディションを発行 (STT0ビット = 1) する場合は他の通信を破壊しないように第三者の通信が行われていないことを確認する必要があります。
3. IICRSV0ビットへの書き込みは動作停止 (IICE0ビット = 0) 時のみ行ってください。

(4) IICクロック選択レジスタ0 (IICCL0)

I²C0の転送クロックを設定するレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。ただし、CLD0, DAD0ビットはリードのみ可能です。SMC0, CL01, CL00ビットの設定は、IICX0.CLX0ビットと組み合わせて設定します (16.3(6) I²C0の転送クロックの設定方法参照)。

IICCL0レジスタはIICC0.IICE0ビット = 0のときに設定してください。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W^注 アドレス：IICCL0 FFFFFFFD84H

	7	6	⑤	④	3	2	1	0
IICCL0	0	0	CLD0	DAD0	SMC0	DFC0	CL01	CL00

CLD0	SCL0端子のレベル検出 (IICC0.IICE0ビット = 1のときのみ有効)	
0	SCL0端子がロウ・レベルであることを検出	
1	SCL0端子がハイ・レベルであることを検出	
クリアされる条件 (CLD0ビット = 0)		
<ul style="list-style-type: none"> ・ SCL0端子がロウ・レベルのとき ・ IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・ リセット時 		
セットされる条件 (CLD0ビット = 1)		
<ul style="list-style-type: none"> ・ SCL0端子がハイ・レベルのとき 		

DAD0	SDA0端子のレベル検出 (IICE0ビット = 1のときのみ有効)	
0	SDA0端子がロウ・レベルであることを検出	
1	SDA0端子がハイ・レベルであることを検出	
クリアされる条件 (DAD0ビット = 0)		
<ul style="list-style-type: none"> ・ SDA0端子がロウ・レベルのとき ・ IICE0ビット = 1 0 (動作停止) のとき ・ リセット時 		
セットされる条件 (DAD0ビット = 1)		
<ul style="list-style-type: none"> ・ SDA0端子がハイ・レベルのとき 		

SMC0	動作モードの切り替え	
0	標準モードで動作	
1	高速モードで動作	

DFC0	デジタル・フィルタの動作制御	
0	デジタル・フィルタ・オフ	
1	デジタル・フィルタ・オン	
デジタル・フィルタは、高速モード時にのみ使用できます。 高速モード時はDFC0ビットのセット/クリアにより、転送クロックが変化することはありません。 デジタル・フィルタは、高速モード時にノイズ除去のために使用します。		

注 ビット4, ビット5はリード・オンリーです。

(5) IIC機能拡張レジスタ0 (IICX0)

I²C0の機能拡張を設定するレジスタです（高速モード時のみ有効）。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。CLX0ビットの設定は、IICCL0.SMC0, CL01, CL00ビットと組み合わせて設定します（16.3(6) I²C0の転送クロックの設定方法参照）。

IICX0レジスタはIICC0.IICE0ビット = 0のときに設定してください。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：IICX0 FFFFFFFD85H

	7	6	5	4	3	2	1	①
IICX0	0	0	0	0	0	0	0	CLX0

(6) I²C0の転送クロックの設定方法

I²C0の転送クロック周波数 (f_{SCL}) は、次の計算式により求められます。

$$f_{SCL} = 1 / (m \times T + t_R + t_F)$$

m = 12, 24, 48, 54, 86, 88, 172, 198 (表16 - 2 選択クロックの設定参照)

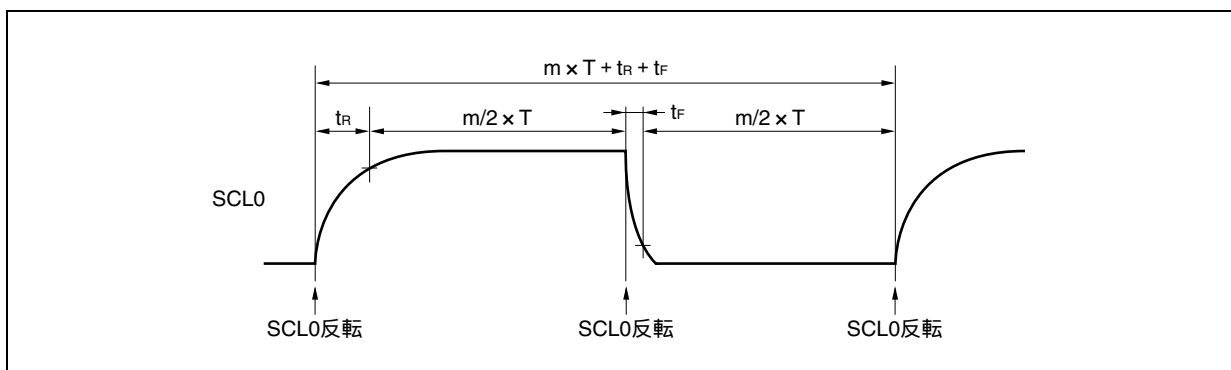
T : 1/f_{xx}

t_R : SCL0立ち上がり時間

t_F : SCL0立ち下がり時間

たとえば、f_{xx} = 20 MHz, m = 54, t_R = 200 ns, t_F = 50 nsの場合のI²C0の転送クロック周波数 (f_{SCL}) は、次の計算式により求められます。

$$f_{SCL} = 1 / (54 \times 50 \text{ ns} + 200 \text{ ns} + 50 \text{ ns}) \quad 339 \text{ kHz}$$



選択クロックは、IICCL0.SMC0, CL01, CL00ビット、IICX0.CLX0ビットを組み合わせで設定します。

表16 - 2 選択クロックの設定

IICX0 ビット0 CLX0	IICCL0			選択クロック	転送クロック (f _{xx} /m)	設定可能な 内部システム・クロック 周波数 (f _{xx}) の範囲	動作モード
	ビット3 SMC0	ビット1 CL01	ビット0 CL00				
0	0	0	0	f _{xx} /2	f _{xx} /88	4.0 MHz ~ 8.38 MHz	標準モード (SMC0ビット = 0)
0	0	0	1	f _{xx} /2	f _{xx} /172	8.38 MHz ~ 16.76 MHz	
0	0	1	0	f _{xx}	f _{xx} /86	4.19 MHz ~ 8.38 MHz	
0	0	1	1	f _{xx} /3	f _{xx} /198	16.0 MHz ~ 19.8 MHz	
0	1	0	x	f _{xx} /2	f _{xx} /48	8 MHz ~ 16.76 MHz	高速モード (SMC0ビット = 1)
0	1	1	0	f _{xx}	f _{xx} /24	4 MHz ~ 8.38 MHz	
0	1	1	1	f _{xx} /3	f _{xx} /54	16 MHz ~ 20 MHz	
1	0	x	x	設定禁止			
1	1	0	x	f _{xx} /2	f _{xx} /24	8.00 MHz ~ 8.38 MHz	高速モード (SMC0ビット = 1)
1	1	1	0	f _{xx}	f _{xx} /12	4.00 MHz ~ 4.19 MHz	
1	1	1	1	設定禁止			

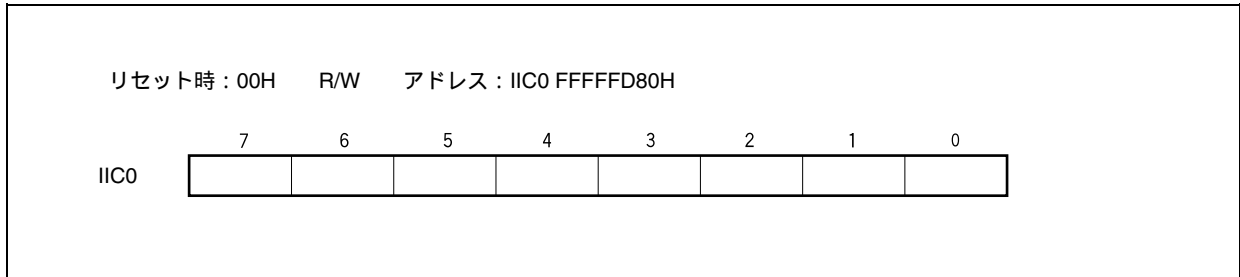
備考 x : Don't care

(7) IICシフト・レジスタ0 (IIC0)

このレジスタは、シリアル・クロックに同期してシリアル送受信(シフト動作)を行うためのものです。8ビット単位でリード/ライト可能ですが、データ転送中にIIC0レジスタへデータを書き込まないでください。

IIC0レジスタには、ウエイト期間中にだけアクセス(リード/ライト)してください。ウエイト期間中を除く通信状態でのIIC0レジスタのアクセスは禁止です。ただし、マスタになる場合は、送信トリガ・ビット(IIC0.STT0)をセット(1)したあと、1回ライトできます。

ウエイト期間中のIIC0レジスタへの書き込みにより、ウエイトを解除しデータ転送を開始します。リセットにより00Hになります。



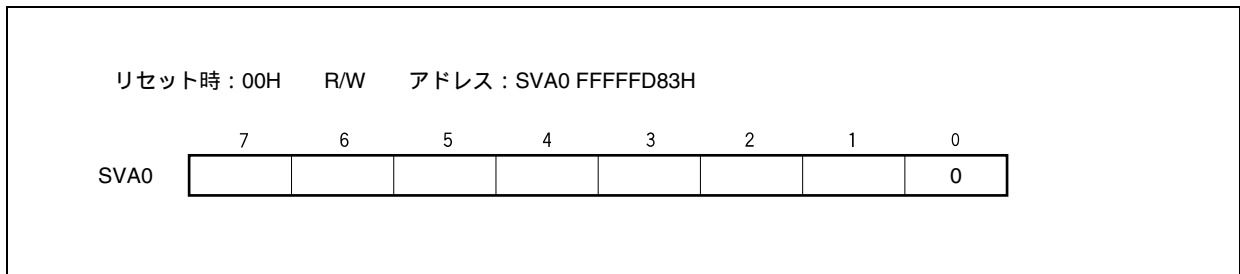
(8) スレーブ・アドレス・レジスタ0 (SVA0)

このレジスタには、I²Cバスのスレーブ・アドレスを格納します。

ただし、IICS0.STD0ビット = 1(スタート・コンディション検出)のときの書き換えは禁止です。

8ビット単位でリード/ライト可能ですが、ビット0は0に固定されています。

リセットにより00Hになります。



16.4 機能

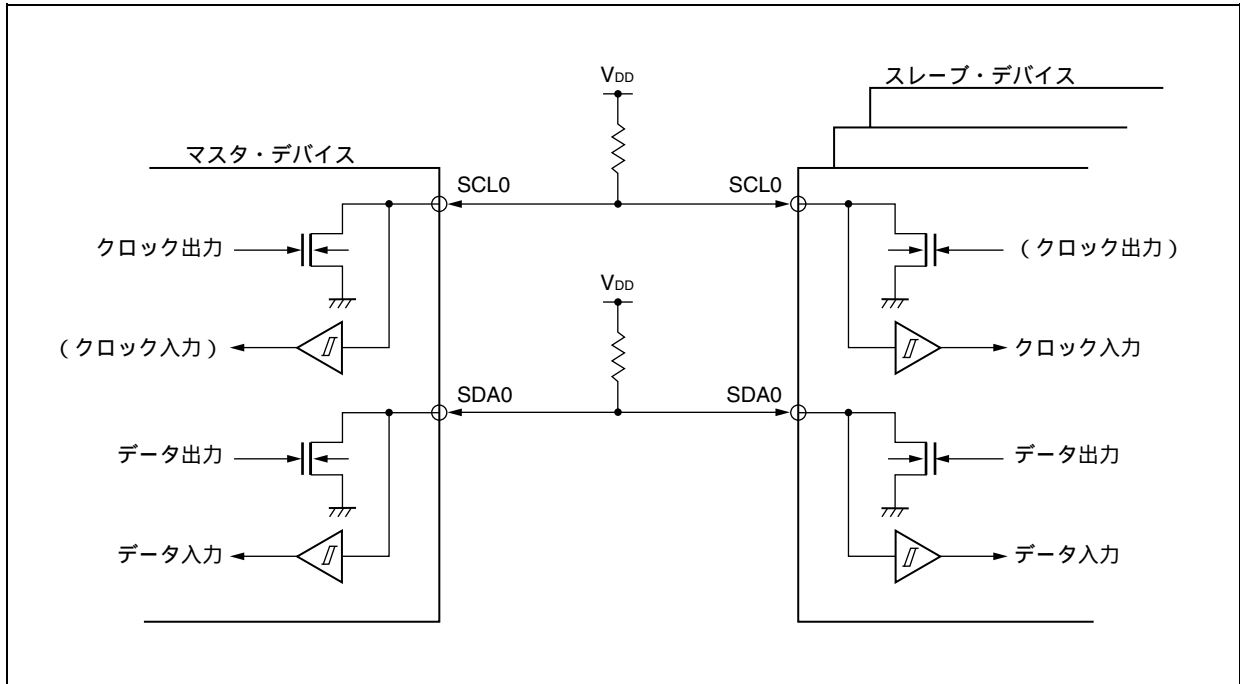
16.4.1 端子構成

シリアル・クロック端子 (SCL0) と、シリアル・データ・バス端子 (SDA0) の構成は、次のようになっています。

- SCL0 ... シリアル・クロックを入出力するための端子。
 マスタ、スレーブともに、出力はN-chオープン・ドレイン。入力はシュミット入力。
- SDA0 ... シリアル・データの入出力兼用端子。
 マスタ、スレーブともに、出力はN-chオープン・ドレイン。入力はシュミット入力。

シリアル・クロック・ラインおよびシリアル・データ・バス・ラインは、出力がN-chオープン・ドレインのため、外部にプルアップ抵抗が必要となります。

図16-3 端子構成図

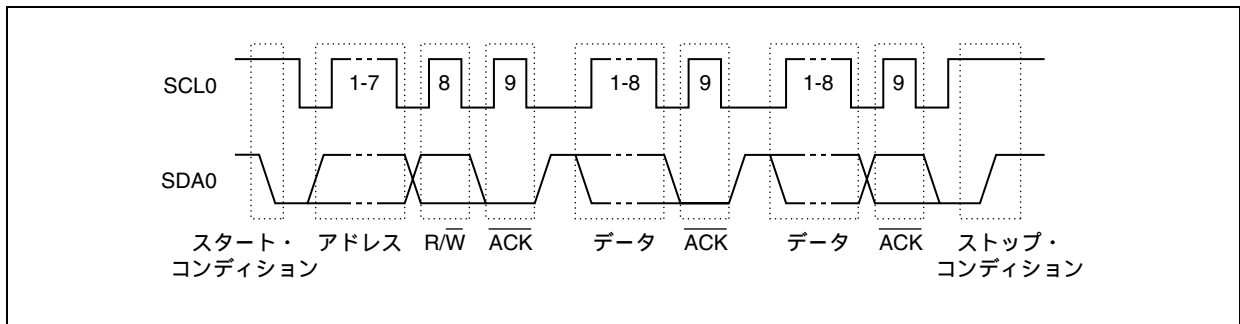


16.5 I²Cバスの定義および制御方法

I²Cバスのシリアル・データ通信フォーマットおよび、生成される状態の意味について次に説明します。

I²Cバスのシリアル・データ・バス上に生成されている“スタート・コンディション”、“アドレス”、“転送方向指定”、“データ”および“ストップ・コンディション”の各転送タイミングを次に示します。

図16-4 I²Cバスのシリアル・データ転送タイミング



スタート・コンディション、スレーブ・アドレス、ストップ・コンディションはマスタが生成します。

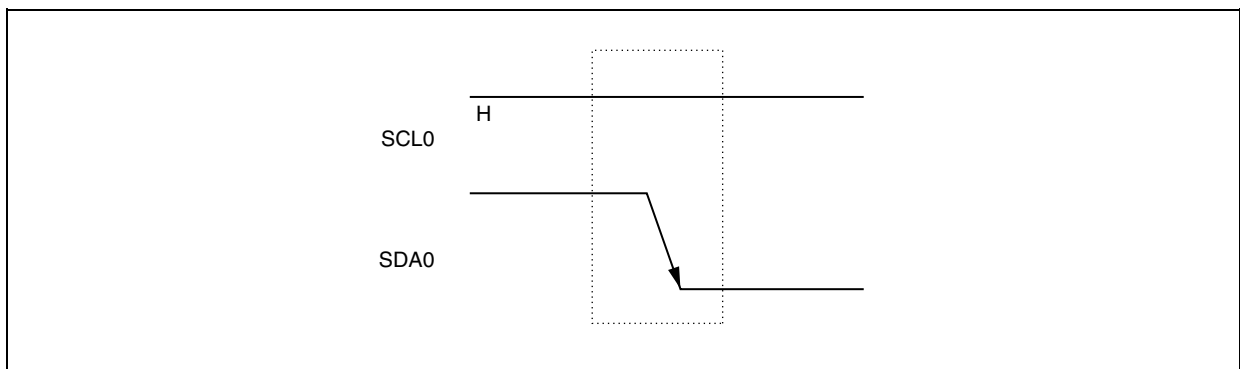
アクノリッジ (ACK) は、マスタ、スレーブのどちらでも生成できます (通常、8ビット・データの受信側が生成します)。

シリアル・クロック (SCL0) は、マスタが出力し続けます。ただし、スレーブはSCL0のロウ・レベル期間を延長し、ウェイトを挿入できます。

16.5.1 スタート・コンディション

SCL0端子がハイ・レベルのときに、SDA0端子がハイ・レベルからロウ・レベルに変化するとスタート・コンディションとなります。SCL0端子、SDA0端子のスタート・コンディションはマスタがスレーブに対してシリアル転送を開始するときに生成されます。スレーブとして使用する場合は、スタート・コンディションを検出できます。

図16-5 スタート・コンディション



スタート・コンディションは、ストップ・コンディション検出状態 (IICS0.SPD0ビット = 1) のときに IICC0.STT0ビットをセット (1) すると生成されます。また、スタート・コンディションを検出すると、IICS0.STD0ビットがセット (1) されます。

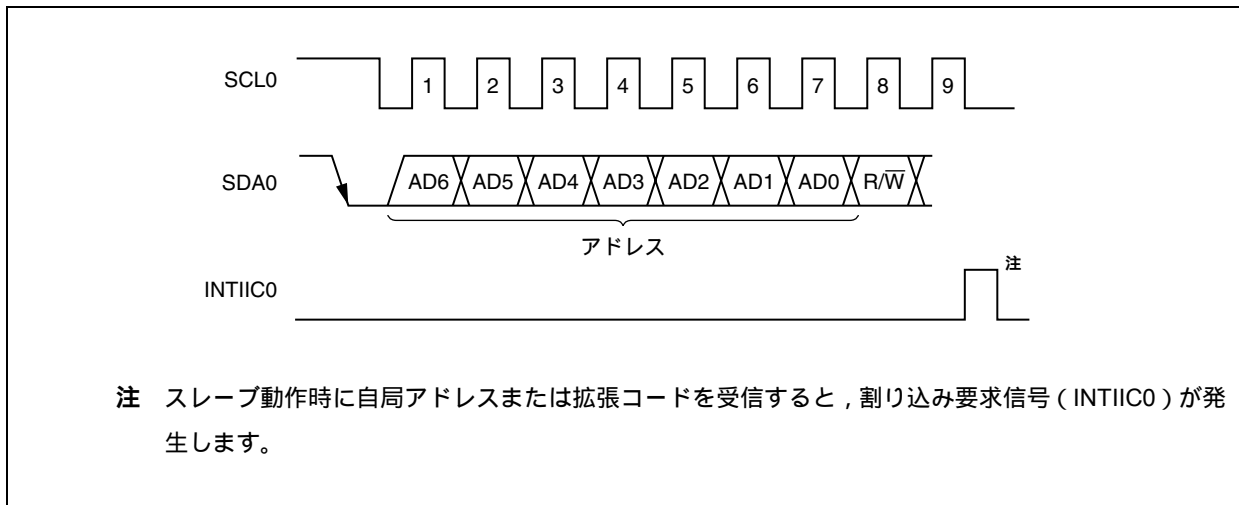
16.5.2 アドレス

スタート・コンディションに続く7ビット・データはアドレスと定義されています。

アドレスは、マスタがバス・ラインに接続されている複数のスレーブの中から、特定のスレーブを選択するために出力する7ビット・データです。したがって、バス・ライン上のスレーブは、すべて異なるアドレスにしておく必要があります。

スレーブは、ハードウェアでこの条件を検出し、さらに、7ビット・データがSVA0レジスタと一致しているかを調べます。このとき、7ビット・データとSVA0の値が一致すると、そのスレーブが選択されたことになり、以後、マスタがスタート・コンディションまたはストップ・コンディションを生成するまでマスタとの通信を行います。

図16-6 アドレス



アドレスは、スレーブのアドレスと16.5.3 転送方向指定に説明する転送方向を合わせて8ビットとしてIIC0レジスタに書き込むと出力します。また、受信したアドレスはIIC0レジスタに書き込まれます。

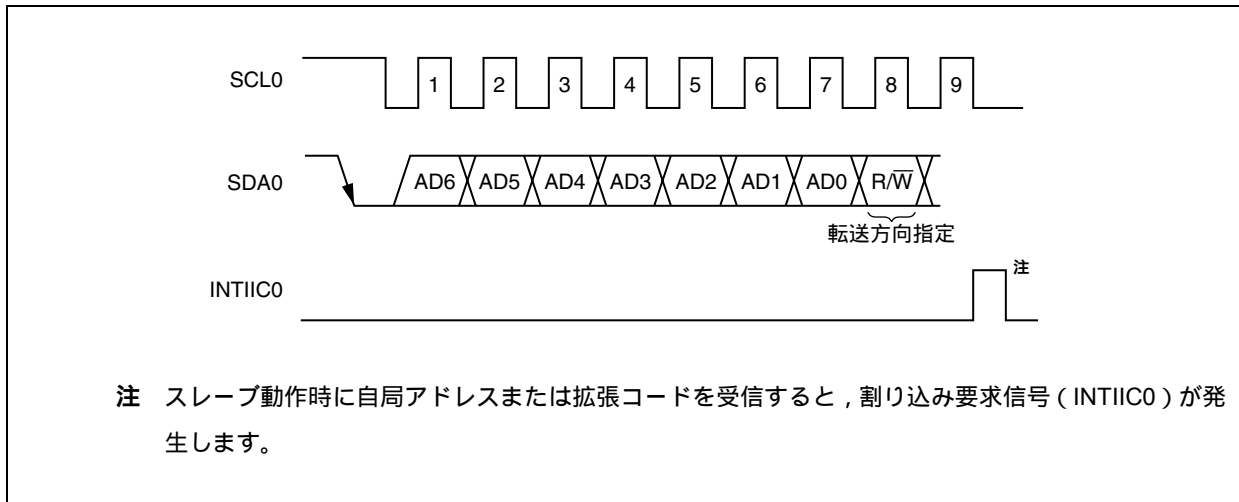
なお、スレーブのアドレスは、IIC0レジスタの上位7ビットに割り当てられます。

16.5.3 転送方向指定

マスタは、7ビットのアドレスに続いて、転送方向を指定するための1ビット・データを送信します。

この転送方向指定ビットが0のとき、マスタがスレーブにデータを送信することを示します。また、転送方向指定ビットが1のとき、マスタがスレーブからデータを受信することを示します。

図16 - 7 転送方向指定



16.5.4 アクノリッジ (ACK)

アクノリッジ ($\overline{\text{ACK}}$) によって、送信側と受信側におけるシリアル・データの状態を確認することができます。

受信側は、8ビット・データを受信するごとにアクノリッジを返します。

送信側は通常、8ビット・データ送信後、アクノリッジを受信します。受信側からアクノリッジが返されたとき、受信が正しく行われたものとして処理を続けます。アクノリッジの検出は、IIC0.ACKD0ビットで確認できます。

マスタが受信で最終データを受信したときはアクノリッジを返さず、ストップ・コンディションを生成します。スレーブが受信でアクノリッジを返さないとき、マスタはストップ・コンディションまたはリスタート・コンディションを生成し、送信を中止します。アクノリッジが返らない場合、次の要因が考えられます。

受信が正しく行われていない。

最終データの受信が終わっている。

アドレス指定した受信側が存在しない。

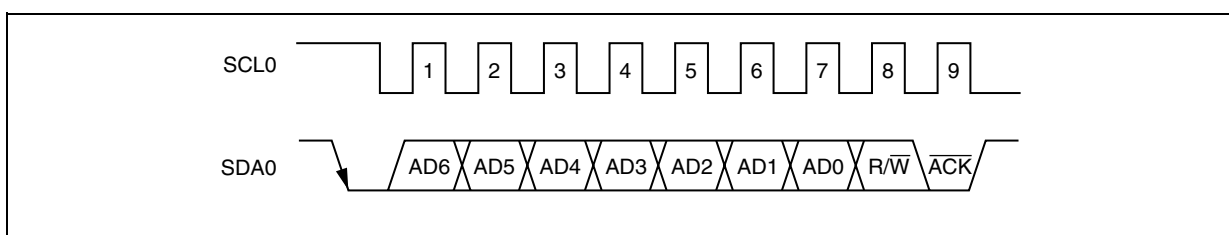
アクノリッジ生成は、受信側が9クロック目にSDA0ラインをロウ・レベルにすることによって行われます(正常受信)。

IIC0.ACKE0ビットをセット(1)することによって、アクノリッジが自動生成可能な状態になります。7ビットのアドレス情報に続く8ビット目のデータによりIIC0.TRC0ビットが設定されます。受信(TRC0ビット = 0)の場合は、通常、ACKE0ビットをセット(1)してください。

スレーブ受信動作時(TRC0ビット = 0)にデータを受信できなくなったときは、ACKE0ビットをクリア(0)し、マスタ側に受信ができないことを示してください。

マスタ受信動作時(TRC0ビット = 0)に、次のデータを必要としない場合、アクノリッジを生成しないようにACKE0ビットをクリア(0)してください。これによって、スレーブ送信側にデータの終わりを知らせます(送信停止)。

図16-8 アクノリッジ ($\overline{\text{ACK}}$)



自局アドレス受信時は、ACKE0ビットの値にかかわらずアクノリッジを自動生成します。自局アドレス以外の受信時は、アクノリッジを生成しません(NACK)。

拡張コード受信時は、あらかじめACKE0ビットをセット(1)しておくことによってアクノリッジを生成します。

データ受信時のアクノリッジ生成方法は、ウエイト・タイミングの設定により次のように異なります。

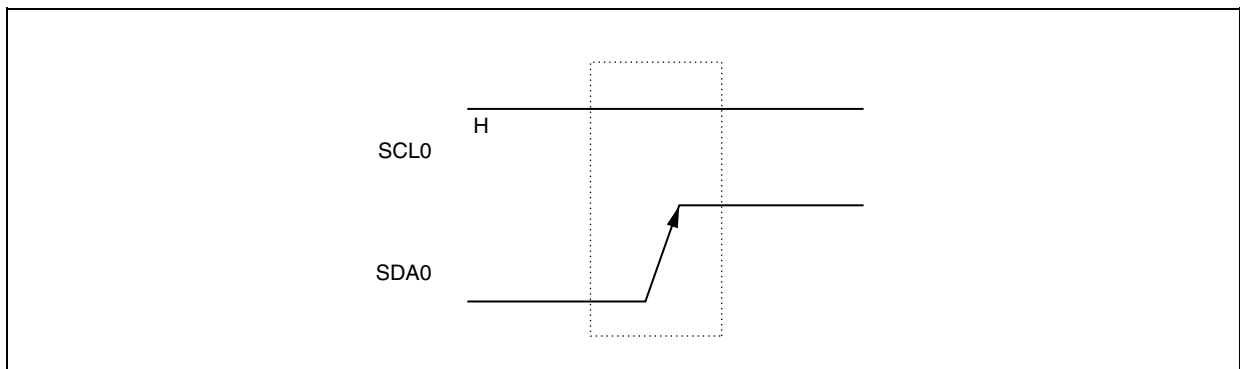
- ・8クロック・ウエイト選択時 (IICC0.WTIM0ビット = 0) :
ウエイト解除を行う前にACKE0ビットをセット (1) することによって、SCL0端子の8クロック目の立ち下がりに同期してアクノリッジを生成します。
- ・9クロック・ウエイト選択時 (WTIM0ビット = 1) :
あらかじめACKE0ビットをセット (1) することによって、アクノリッジを生成します。

16.5.5 ストップ・コンディション

SCL0端子がハイ・レベルのときに、SDA0端子がロウ・レベルからハイ・レベルに変化すると、ストップ・コンディションとなります。

ストップ・コンディションは、マスタがスレーブに対してシリアル転送が終了したときに生成します。スレーブとして使用する場合は、ストップ・コンディションを検出できます。

図16-9 ストップ・コンディション



ストップ・コンディションは、IICC0.SPT0ビットをセット (1) すると発生します。また、ストップ・コンディションを検出するとIICS0.SPD0ビットがセット (1) され、IICC0.SPIE0ビットがセット (1) されている場合には割り込み要求信号 (INTIIC0) が発生します。

16.5.6 ウェイト

ウェイトは、マスタまたはスレーブがデータの送受信が準備中（ウェイト状態）であることを相手に知らせます。

SCL0端子をロウ・レベルにすることにより、相手にウェイト状態を知らせます。マスタ、スレーブ両方のウェイト状態が解除されると、次の転送を開始できます。

図16 - 10 ウェイト (1/2)

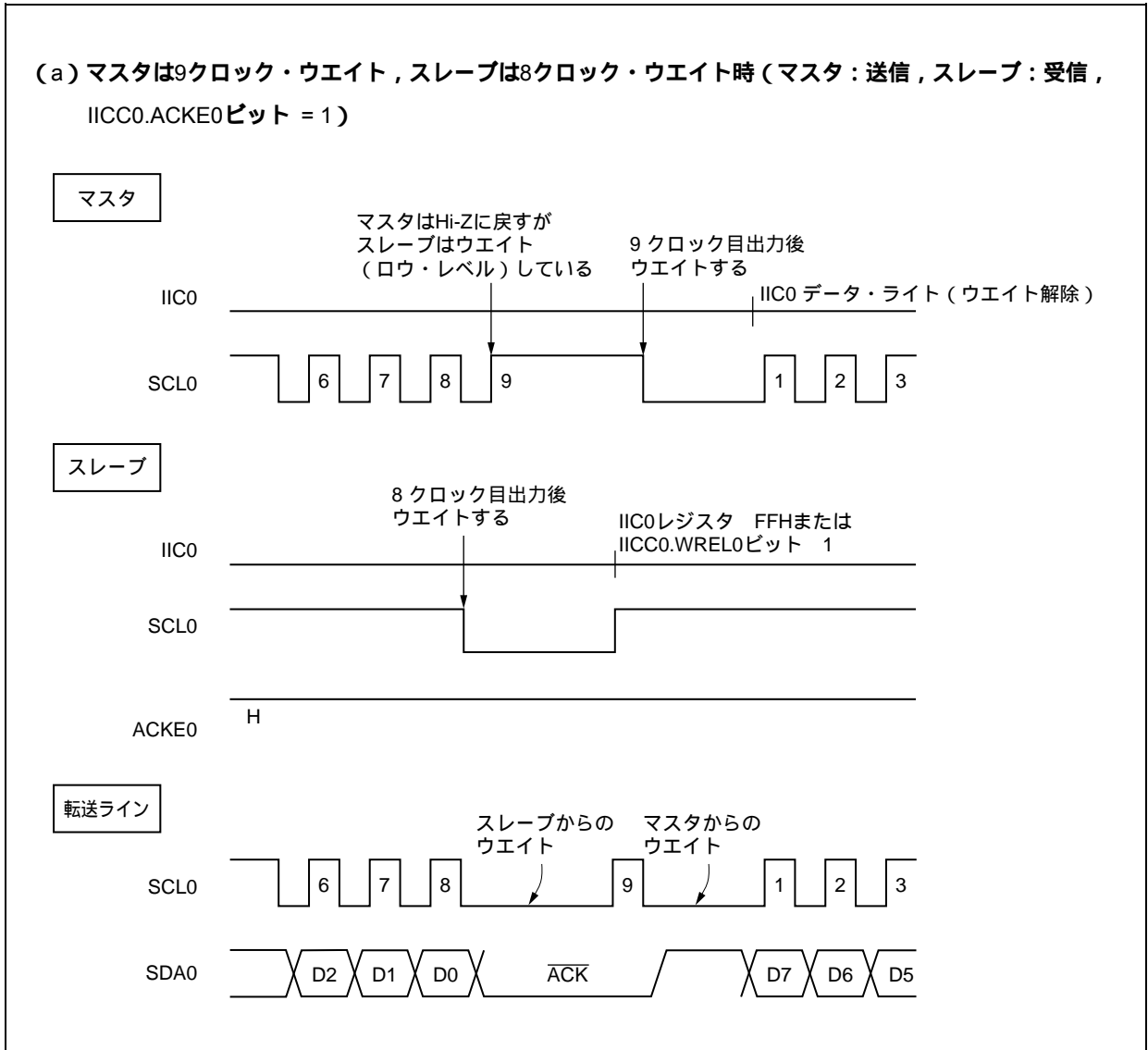
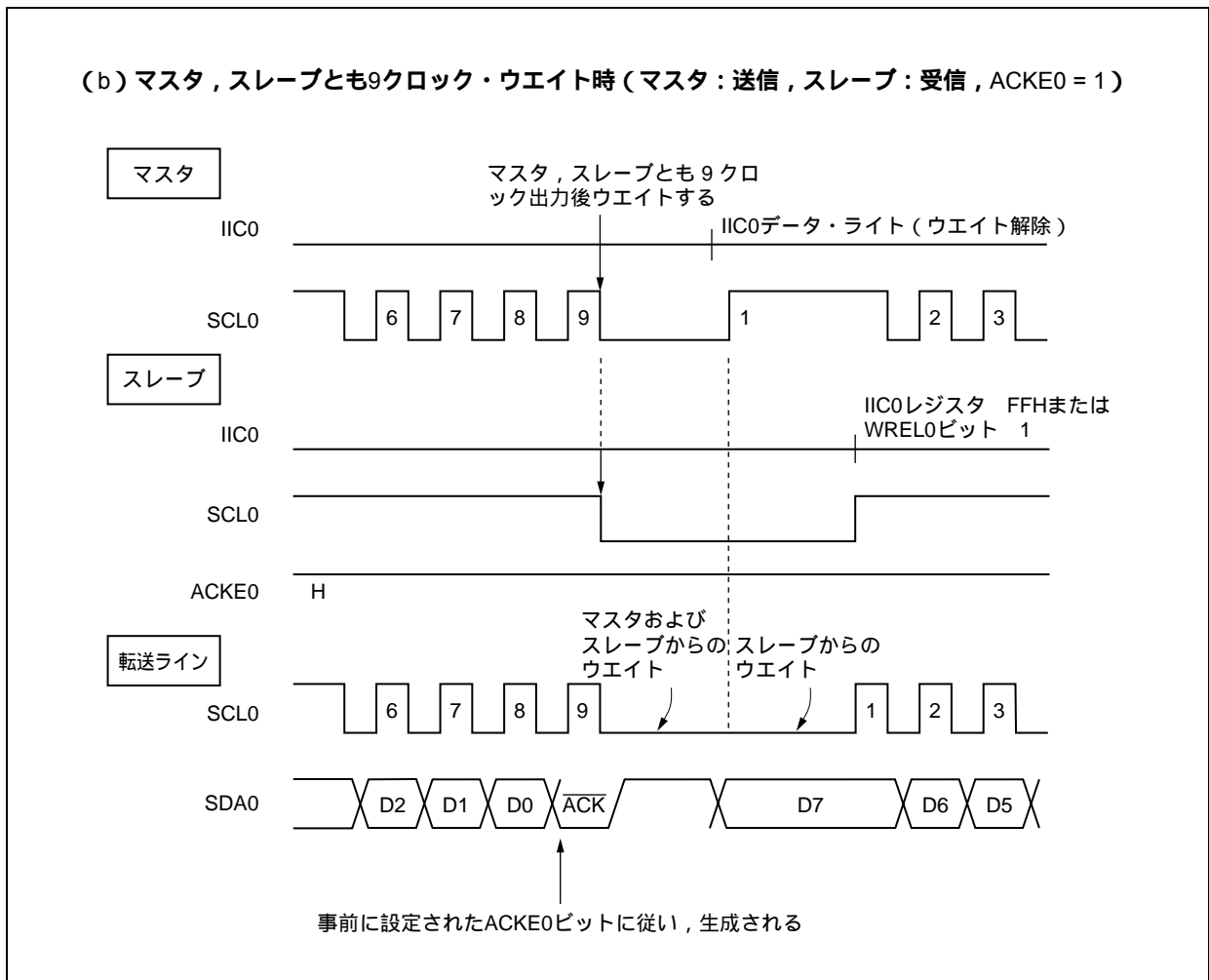


図16 - 10 ウェイト (2/2)



スタート・コンディション生成後, 自動的にウェイト状態になります。また, IIC0.WTIM0ビットの設定により自動的にウェイト状態になります。

通常, 受信側はWREL0ビット= 1またはIIC0レジスタ FFHライトにするとウェイトを解除し, 送信側はIIC0レジスタにデータを書き込むとウェイトを解除します。

マスタの場合は, 次の方法でもウェイトを解除できます。

- ・ IIC0.STT0ビット= 1
- ・ IIC0.SPT0ビット= 1

16.5.7 ウェイト解除方法

I²C0では、通常、次のような処理でウェイトを解除できます。

- ・ IIC0レジスタへのデータ書き込み
- ・ IICC0.WREL0ビットのセット（ウェイト解除）
- ・ IICC0.STT0ビットのセット（スタート・コンディションの生成）^注
- ・ IICC0.SPT0ビットのセット（ストップ・コンディションの生成）^注

注 マスタのみ

これらのウェイト解除処理を実行した場合、I²C0はウェイトを解除し通信が再開されます。

ウェイトを解除してデータ（アドレスを含む）を送信する場合には、IIC0レジスタにデータを書き込んでください。

ウェイト解除後にデータを受信する場合、またはデータ送信を完了する場合には、WREL0ビットをセット（1）してください。

ウェイト解除後にリスタート・コンディションを生成する場合には、STT0ビットをセット（1）してください。

ウェイト解除後にストップ・コンディションを生成する場合には、SPT0ビットをセット（1）してください。

1回のウェイト状態に対して1回だけ解除処理を実行してください。

たとえば、WREL0ビットのセット（1）によるウェイト解除後、IIC0レジスタへのデータ書き込みを実施した場合には、SDA0ラインの変化タイミングとIIC0レジスタへの書き込みタイミングの競合により、SDA0ラインへの出力データが間違った値になる可能性があります。

このような処理以外でも、通信を途中で中止した場合には、IICC0.IICE0ビットをクリア（0）すると通信を停止するので、ウェイトを解除できます。

I²Cバスの状態がノイズなどによりデッド・ロックしてしまった場合には、IICC0.LREL0ビットをセット（1）すると通信から退避するので、ウェイトを解除できます。

16.6 I²C割り込み要求信号 (INTIIC0)

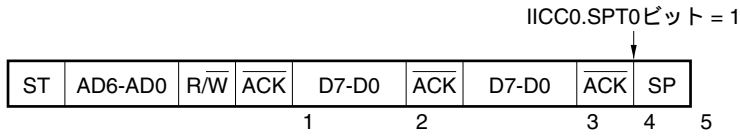
次に,INTIIC0割り込み要求信号発生タイミングと,INTIIC0信号タイミングでのIICS0レジスタの値を示します。

備考	ST	: スタート・コンディション
	AD6-AD0	: アドレス
	$\overline{R/W}$: 転送方向指定
	\overline{ACK}	: アクノリッジ
	D7-D0	: データ
	SP	: ストップ・コンディション

16.6.1 マスタ動作

(1) Start ~ Address ~ Data ~ Data ~ Stop (通常送受信)

IICC0.WTIM0ビット = 0のとき

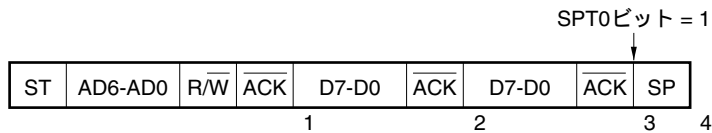


- 1 : IICS0レジスタ = 1000X110B
- 2 : IICS0レジスタ = 1000X000B
- 3 : IICS0レジスタ = 1000X000B (WTIM0ビット = 1[※])
- 4 : IICS0レジスタ = 1000XX00B
- 5 : IICS0レジスタ = 00000001B

注 ストップ・コンディションを生成するためにWTIM0ビットをセット(1)し、割り込み要求信号(INTIIC0)の発生タイミングを変更してください。

備考 必ず発生
IICC0.SPIE0ビット = 1のときだけ発生
X 任意

WTIM0ビット = 1のとき

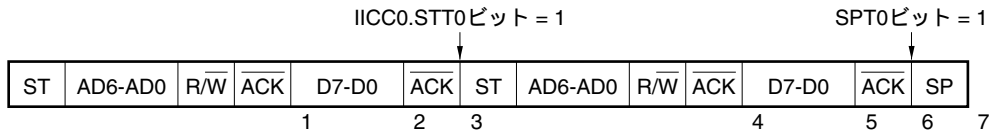


- 1 : IICS0レジスタ = 1000X110B
- 2 : IICS0レジスタ = 1000X100B
- 3 : IICS0レジスタ = 1000XX00B
- 4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
SPIE0ビット = 1のときだけ発生
X 任意

(2) Start ~ Address ~ Data ~ Start ~ Address ~ Data ~ Stop (リスタート)

WTIM0ビット = 0のとき

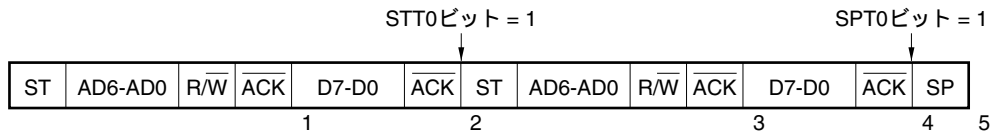


- 1 : IICS0レジスタ = 1000X110B
- 2 : IICS0レジスタ = 1000X000B (WTIM0ビット = 1^{注1})
- 3 : IICS0レジスタ = 1000XX00B (WTIM0ビット = 0^{注2})
- 4 : IICS0レジスタ = 1000X110B
- 5 : IICS0レジスタ = 1000X000B (WTIM0ビット = 1^{注3})
- 6 : IICS0レジスタ = 1000XX00B
- 7 : IICS0レジスタ = 00000001B

- 注1. スタート・コンディションを生成するためにWTIM0ビットをセット(1)し、割り込み要求信号 (INTIIC0) の発生タイミングを変更してください。
- 2. 設定を元に戻すためにWTIM0ビットをクリア(0)します。
- 3. ストップ・コンディションを生成するためにWTIM0ビットをセット(1)し、割り込み要求信号 (INTIIC0) の発生タイミングを変更してください。

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

WTIM0ビット = 1のとき

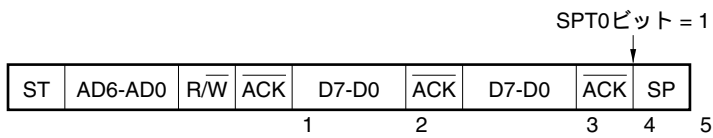


- 1 : IICS0レジスタ = 1000X110B
- 2 : IICS0レジスタ = 1000XX00B
- 3 : IICS0レジスタ = 1000X110B
- 4 : IICS0レジスタ = 1000XX00B
- 5 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

(3) Start ~ Code ~ Data ~ Data ~ Stop (拡張コード送信)

WTIM0ビット = 0のとき



1 : IICS0レジスタ = 1010X110B

2 : IICS0レジスタ = 1010X000B

3 : IICS0レジスタ = 1010X000B (WTIM0ビット = 1[※])

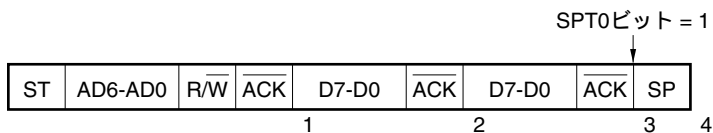
4 : IICS0レジスタ = 1010XX00B

5 : IICS0レジスタ = 00000001B

注 ストップ・コンディションを生成するためにWTIM0ビットをセット(1)し、割り込み要求信号(INTIIC0)の発生タイミングを変更してください。

備考 必ず発生
SPIE0ビット = 1のときだけ発生
X 任意

WTIM0ビット = 1のとき



1 : IICS0レジスタ = 1010X110B

2 : IICS0レジスタ = 1010X100B

3 : IICS0レジスタ = 1010XX00B

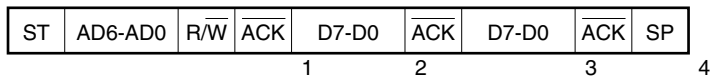
4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
SPIE0ビット = 1のときだけ発生
X 任意

16.6.2 スレーブ動作（スレーブ・アドレス受信時（アドレス一致））

(1) Start ~ Address ~ Data ~ Data ~ Stop

IICC0.WTIM0ビット = 0のとき



1 : IICS0レジスタ = 0001X110B

2 : IICS0レジスタ = 0001X000B

3 : IICS0レジスタ = 0001X000B

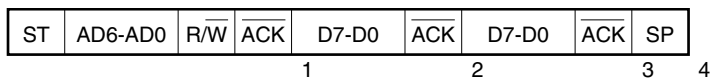
4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生

IICC0.SPIE0ビット = 1のときだけ発生

X 任意

WTIM0ビット = 1のとき



1 : IICS0レジスタ = 0001X110B

2 : IICS0レジスタ = 0001X100B

3 : IICS0レジスタ = 0001XX00B

4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生

SPIE0ビット = 1のときだけ発生

X 任意

(2) Start ~ Address ~ Data ~ Start ~ Address ~ Data ~ Stop

WTIM0ビット = 0のとき (リスタート後, アドレス一致)

ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-D0	ACK	ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-D0	ACK	SP
				1	2					3	4	5

1 : IICS0レジスタ = 0001X110B

2 : IICS0レジスタ = 0001X000B

3 : IICS0レジスタ = 0001X110B

4 : IICS0レジスタ = 0001X000B

5 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生

SPIE0ビット = 1のときだけ発生

X 任意

WTIM0ビット = 1のとき (リスタート後, アドレス一致)

ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-D0	ACK	ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-D0	ACK	SP
				1	2					3	4	5

1 : IICS0レジスタ = 0001X110B

2 : IICS0レジスタ = 0001XX00B

3 : IICS0レジスタ = 0001X110B

4 : IICS0レジスタ = 0001XX00B

5 : IICS0レジスタ = 00000001B

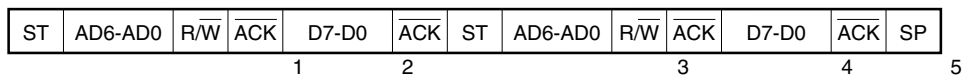
備考 必ず発生

SPIE0ビット = 1のときだけ発生

X 任意

(3) Start ~ Address ~ Data ~ Start ~ Code ~ Data ~ Stop

WTIM0ビット = 0のとき (リスタート後, アドレス不一致 (拡張コード))



1 : IICS0レジスタ = 0001X110B

2 : IICS0レジスタ = 0001X000B

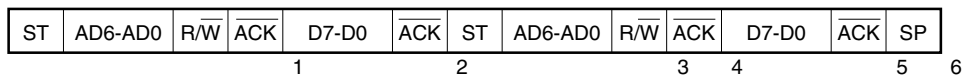
3 : IICS0レジスタ = 0010X010B

4 : IICS0レジスタ = 0010X000B

5 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
SPIE0ビット = 1のときだけ発生
X 任意

WTIM0ビット = 1のとき (リスタート後, アドレス不一致 (拡張コード))



1 : IICS0レジスタ = 0001X110B

2 : IICS0レジスタ = 0001XX00B

3 : IICS0レジスタ = 0010X010B

4 : IICS0レジスタ = 0010X110B

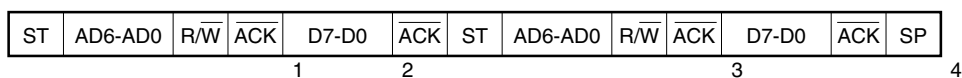
5 : IICS0レジスタ = 0010XX00B

6 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
SPIE0ビット = 1のときだけ発生
X 任意

(4) Start ~ Address ~ Data ~ Start ~ Address ~ Data ~ Stop

WTIM0ビット = 0のとき (リスタート後, アドレス不一致 (拡張コード以外))



1 : IICS0レジスタ = 0001X110B

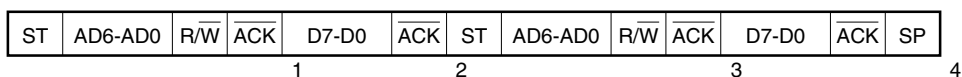
2 : IICS0レジスタ = 0001X000B

3 : IICS0レジスタ = 00000110B

4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

WTIM0ビット = 1のとき (リスタート後, アドレス不一致 (拡張コード以外))



1 : IICS0レジスタ = 0001X110B

2 : IICS0レジスタ = 0001XX00B

3 : IICS0レジスタ = 00000110B

4 : IICS0レジスタ = 00000001B

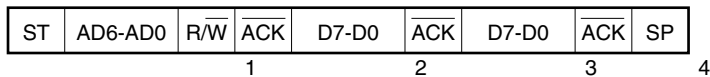
備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

16.6.3 スレーブ動作（拡張コード受信時）

拡張コード受信時は常に通信に参加しています。

(1) Start ~ Code ~ Data ~ Data ~ Stop

IIC0.WTIM0ビット = 0のとき



1 : IICS0レジスタ = 0010X010B

2 : IICS0レジスタ = 0010X000B

3 : IICS0レジスタ = 0010X000B

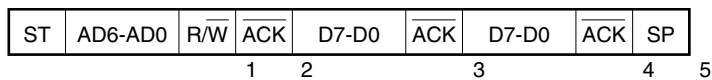
4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生

IIC0.SPIE0ビット = 1のときだけ発生

X 任意

WTIM0ビット = 1のとき



1 : IICS0レジスタ = 0010X010B

2 : IICS0レジスタ = 0010X110B

3 : IICS0レジスタ = 0010X100B

4 : IICS0レジスタ = 0010XX00B

5 : IICS0レジスタ = 00000001B

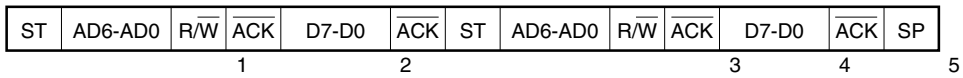
備考 必ず発生

SPIE0ビット = 1のときだけ発生

X 任意

(2) Start ~ Code ~ Data ~ Start ~ Address ~ Data ~ Stop

WTIM0ビット = 0のとき (リスタート後, アドレス一致)



1 : IICS0レジスタ = 0010X010B

2 : IICS0レジスタ = 0010X000B

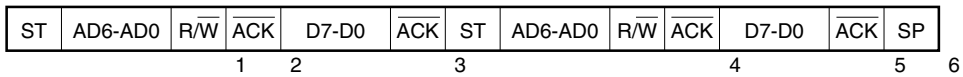
3 : IICS0レジスタ = 0001X110B

4 : IICS0レジスタ = 0001X000B

5 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
SPIE0ビット = 1のときだけ発生
X 任意

WTIM0ビット = 1のとき (リスタート後, アドレス一致)



1 : IICS0レジスタ = 0010X010B

2 : IICS0レジスタ = 0010X110B

3 : IICS0レジスタ = 0010XX00B

4 : IICS0レジスタ = 0001X110B

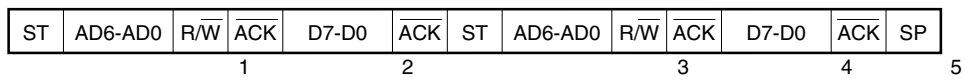
5 : IICS0レジスタ = 0001XX00B

6 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
SPIE0ビット = 1のときだけ発生
X 任意

(3) Start ~ Code ~ Data ~ Start ~ Code ~ Data ~ Stop

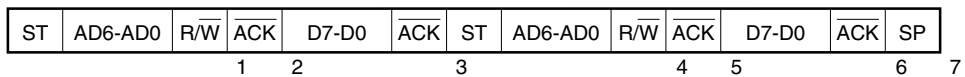
WTIM0ビット = 0のとき (リスタート後, 拡張コード受信)



- 1 : IICS0レジスタ = 0010X010B
- 2 : IICS0レジスタ = 0010X000B
- 3 : IICS0レジスタ = 0010X010B
- 4 : IICS0レジスタ = 0010X000B
- 5 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

WTIM0ビット = 1のとき (リスタート後, 拡張コード受信)

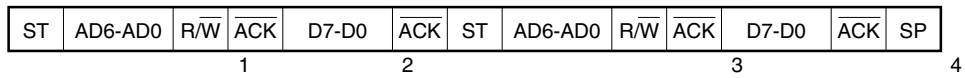


- 1 : IICS0レジスタ = 0010X010B
- 2 : IICS0レジスタ = 0010X110B
- 3 : IICS0レジスタ = 0010XX00B
- 4 : IICS0レジスタ = 0010X010B
- 5 : IICS0レジスタ = 0010X110B
- 6 : IICS0レジスタ = 0010XX00B
- 7 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

(4) Start ~ Code ~ Data ~ Start ~ Address ~ Data ~ Stop

WTIM0ビット = 0のとき (リスタート後, アドレス不一致 (拡張コード以外))



1 : IICS0レジスタ = 0010X010B

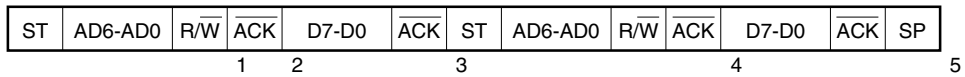
2 : IICS0レジスタ = 0010X000B

3 : IICS0レジスタ = 00000110B

4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

WTIM0ビット = 1のとき (リスタート後, アドレス不一致 (拡張コード以外))



1 : IICS0レジスタ = 0010X010B

2 : IICS0レジスタ = 0010X110B

3 : IICS0レジスタ = 0010XX00B

4 : IICS0レジスタ = 00000110B

5 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

16.6.4 通信不参加の動作

(1) Start ~ Code ~ Data ~ Data ~ Stop

ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-D0	ACK	D7-D0	ACK	SP
----	---------	-----	-----	-------	-----	-------	-----	----

1

1 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 IICC0.SPIE0ビット = 1のときだけ発生

16. 6. 5 アービトレーション負けの動作 (アービトレーション負けのあと、スレーブとして動作)

マルチマスタ・システムでマスタとして使用する場合はINTIIC0割り込み発生ごとにアービトレーション結果を確認するためのIICS0.MSTS0ビットをリードし、アービトレーション結果を確認してください。

(1) スレーブ・アドレス・データ送信中にアービトレーションに負けた場合

IICC0.WTIM0ビット = 0のとき

ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-D0	ACK	D7-D0	ACK	SP
				1	2		3	4

1 : IICS0レジスタ = 0101X110B

2 : IICS0レジスタ = 0001X000B

3 : IICS0レジスタ = 0001X000B

4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生

IICC0.SPIE0ビット = 1のときだけ発生

X 任意

WTIM0ビット = 1のとき

ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-D0	ACK	D7-D0	ACK	SP
				1	2		3	4

1 : IICS0レジスタ = 0101X110B

2 : IICS0レジスタ = 0001X100B

3 : IICS0レジスタ = 0001XX00B

4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生

SPIE0ビット = 1のときだけ発生

X 任意

(2) 拡張コード送信中にアービトレーションに負けた場合

WTIM0ビット = 0のとき

ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-D0	ACK	D7-D0	ACK	SP
			1		2		3	4

1 : IICS0レジスタ = 0110X010B

2 : IICS0レジスタ = 0010X000B

3 : IICS0レジスタ = 0010X000B

4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

WTIM0ビット = 1のとき

ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-D0	ACK	D7-D0	ACK	SP
			1	2		3		4
								5

1 : IICS0レジスタ = 0110X010B

2 : IICS0レジスタ = 0010X110B

3 : IICS0レジスタ = 0010X100B

4 : IICS0レジスタ = 0010XX00B

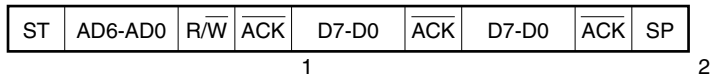
5 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

16.6.6 アービトレーション負けの動作(アービトレーション負けのあと,不参加)

マルチマスタ・システムでマスタとして使用する場合はINTIIC0割り込み発生ごとにアービトレーション結果を確認するためのIICS0.MSTS0ビットをリードし,アービトレーション結果を確認してください。

(1)スレーブ・アドレス・データ送信中にアービトレーションに負けた場合

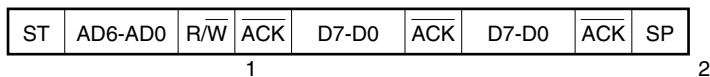


1 : IICS0レジスタ = 01000110B

2 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 IICC0.SPIE0ビット = 1のときだけ発生

(2)拡張コード送信中にアービトレーションに負けた場合



1 : IICS0レジスタ = 0110X010B

ソフトウェアでIICC0.LREL0ビット = 1を設定

2 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

(3) データ転送時にアービトレーションに負けた場合

IIC0.WTIM0ビット = 0のとき

ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-D0	ACK	D7-D0	ACK	SP
				1	2			3

1 : IICS0レジスタ = 10001110B

2 : IICS0レジスタ = 01000000B

3 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
SPIE0ビット = 1のときだけ発生

WTIM0ビット = 1のとき

ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-D0	ACK	D7-D0	ACK	SP
				1	2			3

1 : IICS0レジスタ = 10001110B

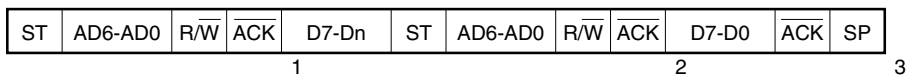
2 : IICS0レジスタ = 01000100B

3 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
SPIE0ビット = 1のときだけ発生

(4) データ転送時にリスタート・コンディションで負けた場合

拡張コード以外 (例 アドレス不一致)



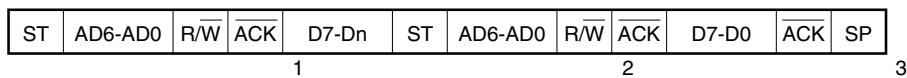
1 : IICS0レジスタ = 1000X110B

2 : IICS0レジスタ = 01000110B

3 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意
 Dn = D6-D0

拡張コード



1 : IICS0レジスタ = 1000X110B

2 : IICS0レジスタ = 0110X010B

ソフトウェアでLREL0ビット = 1を設定

3 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意
 Dn = D6-D0

(5) データ転送時にストップ・コンディションで負けた場合

ST	AD6-AD0	R/W	ACK	D7-Dn	SP
			1		2

1 : IICS0レジスタ = 1000X110B

2 : IICS0レジスタ = 01000001B

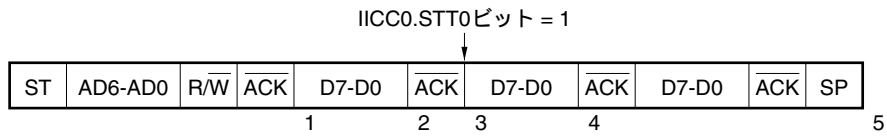
備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生

X 任意

Dn = D6-D0

(6) リスタート・コンディションを発生しようとしたが、データがロウ・レベルでアービトレーションに負けた場合

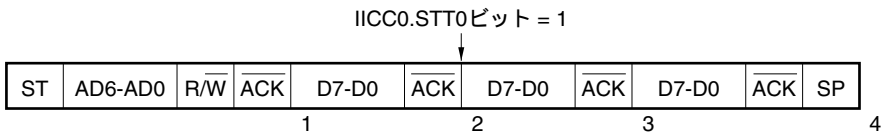
WTIM0ビット = 0のとき



- 1 : IICS0レジスタ = 1000X110B
- 2 : IICS0レジスタ = 1000X000B (WTIM0ビット = 1)
- 3 : IICS0レジスタ = 1000X100B (WTIM0ビット = 0)
- 4 : IICS0レジスタ = 01000000B
- 5 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

WTIM0ビット = 1のとき

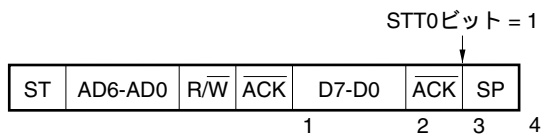


- 1 : IICS0レジスタ = 1000X110B
- 2 : IICS0レジスタ = 1000X100B
- 3 : IICS0レジスタ = 01000100B
- 4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

(7) リスタート・コンディションを発生しようとして、ストップ・コンディションでアービトレーションに負けた場合

WTIM0ビット = 0のとき



1 : IICS0レジスタ = 1000X110B

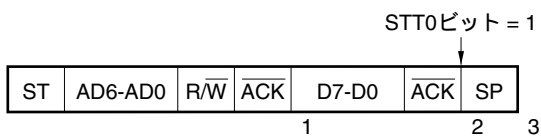
2 : IICS0レジスタ = 1000X000B (WTIM0ビット = 1)

3 : IICS0レジスタ = 1000XX00B

4 : IICS0レジスタ = 01000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

WTIM0ビット = 1のとき



1 : IICS0レジスタ = 1000X110B

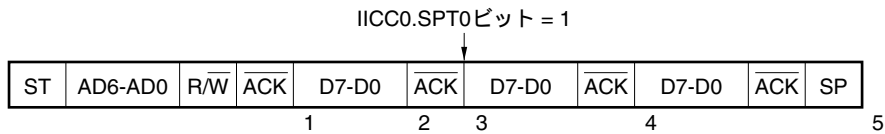
2 : IICS0レジスタ = 1000XX00B

3 : IICS0レジスタ = 01000001B

備考 必ず発生
 SPIE0ビット = 1のときだけ発生
 X 任意

(8) ストップ・コンディションを発生しようとしたが、データがロウ・レベルでアービトレーションに負けた場合

WTIM0ビット = 0のとき



1 : IICS0レジスタ = 1000X110B

2 : IICS0レジスタ = 1000X000B (WTIM0ビット = 1)

3 : IICS0レジスタ = 1000X100B (WTIM0ビット = 0)

4 : IICS0レジスタ = 01000100B

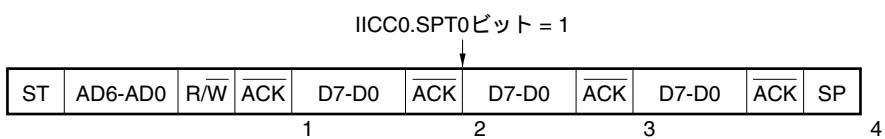
5 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生

SPIE0ビット = 1のときだけ発生

X 任意

WTIM0ビット = 1のとき



1 : IICS0レジスタ = 1000X110B

2 : IICS0レジスタ = 1000X100B

3 : IICS0レジスタ = 01000100B

4 : IICS0レジスタ = 00000001B

備考 必ず発生

SPIE0ビット = 1のときだけ発生

X 任意

16.7 割り込み要求信号 (INTIIC0) 発生タイミングおよびウェイト制御

IIC0.WTIM0ビットの設定で、次に示すタイミングでINTIIC0信号が発生して、ウェイト制御を行います。

表16 - 3 INTIIC0信号発生タイミングおよびウェイト制御

WTIM0ビット	スレーブ動作時			マスタ動作時		
	アドレス	データ受信	データ送信	アドレス	データ受信	データ送信
0	9 ^{注1,2}	8 ^{注2}	8 ^{注2}	9	8	8
1	9 ^{注1,2}	9 ^{注2}	9 ^{注2}	9	9	9

注1. スレーブのINTIIC0信号およびウェイトは、SVA0レジスタに設定しているアドレスと一致したときのみ、9クロック目の立ち下がりが発生します。

また、このとき、IIC0.ACKE0ビットの設定にかかわらず、アクノリッジが生成されます。拡張コードを受信したスレーブは8クロック目の立ち下がりINTIIC0信号が発生します。

ただし、リスタート後にアドレス不一致になった場合には、9クロック目の立ち下がりINTIIC0信号が発生しますが、ウェイトは発生しません。

2. SVA0レジスタと受信したアドレスが一致せず、かつ拡張コードを受信していない場合は、INTIIC0信号もウェイトも発生しません。

備考 表中の数字は、シリアル・クロックのクロック数を示しています。また、割り込み要求、ウェイト制御ともにシリアル・クロックの立ち下がりに同期します。

(1) アドレス送受信時

- ・スレーブ動作時：WTIM0ビットにかかわらず、上記の注1, 2の条件により、割り込みおよびウェイト・タイミングが決まります。
- ・マスタ動作時：WTIM0ビットにかかわらず、割り込みおよびウェイト・タイミングは、9クロック目の立ち下がり発生します。

(2) データ受信時

マスタ/スレーブ動作時：WTIM0ビットにより、割り込みおよびウェイト・タイミングが決まります。

(3) データ送信時

マスタ/スレーブ動作時：WTIM0ビットにより、割り込みおよびウェイト・タイミングが決まります。

(4) ウェイト解除方法

ウェイトの解除方法には次の4つがあります。

- ・ IIC0レジスタへのデータ書き込み
- ・ IICC0.WREL0ビットのセット(ウェイト解除)
- ・ IICC0.STT0ビットのセット(スタート・コンディションの生成)^注
- ・ IICC0.SPT0ビットのセット(ストップ・コンディションの生成)^注

注 マスタのみ

8クロック・ウェイト選択(WTIM0ビット = 0)時は、ウェイト解除前にアクノリッジの生成の有無を決定する必要があります。

(5) ストップ・コンディション検出

ストップ・コンディションを検出するとINTIIC0信号を発生します。

16.8 アドレスの一致検出方法

I²Cバス・モードでは、マスタがスレーブ・アドレスを送信することにより、特定のスレーブ・デバイスを選択できます。

アドレス一致の検出は、ハードウェアで自動的に行えます。SVA0レジスタに自局アドレスを設定した場合、マスタから送信されたスレーブ・アドレスとSVA0レジスタに設定したアドレスが一致したとき、または拡張コードを受信した場合だけ、INTIIC0割り込み要求信号が発生します。

16.9 エラーの検出

I²Cバス・モードでは、送信中のシリアル・バス(SDA0)の状態が、送信しているデバイスのIIC0レジスタにも取り込まれるため、送信開始前と送信終了後のIIC0レジスタのデータを比較することにより、送信エラーを検出できます。この場合、2つのデータが異なっていれば送信エラーが発生したものと判断します。

16.10 拡張コード

(1) 受信アドレスの上位4ビットが“0000”と“1111”のときを拡張コード受信として、拡張コード受信フラグ (EXC0) をセットし、8クロック目の立ち下がりで割り込み要求信号 (INTIIC0) を発生します。SVA0レジスタに格納された自局アドレスは影響しません。

(2) 10ビット・アドレス転送で、SVA0レジスタに“11110xx0”を設定し、マスタから“11110xx0”が転送されてきた場合は、次のようになります。ただしINTIIC0信号は、8クロック目の立ち下がりで発生します。

上位4ビット・データの一致 : IICS0.EXC0ビット = 1

7ビット・データの一致 : IICS0.COI0ビット = 1

(3) INTIIC0信号発生後の処理は、拡張コードに続くデータによって異なるため、ソフトウェアが行います。スレーブ動作時に拡張コードを受信した場合は、アドレス不一致でも通信に参加しています。たとえば拡張コード受信後、スレーブとして動作したくない場合は、IICC0.LREL0ビット=1に設定してください。次の通信待機状態となります。

表16 - 4 拡張コードのビットの定義

スレーブ・アドレス	R/Wビット	説明
0000 000	0	ジェネラル・コール・アドレス
0000 000	1	スタート・バイト
0000 001	x	CBUSアドレス
0000 010	x	異なるバス・フォーマット用に予約されているアドレス
1111 0xx	x	10ビット・スレーブ・アドレス指定

16.11 アービトレーション

複数のマスタがスタート・コンディションを同時に生成した場合（IICS0.STD0ビット = 1になる前に IICC0.STT0ビット = 1にしたとき）、データが異なるまでクロックの調整をしながら、マスタ通信を行います。この動作をアービトレーションと呼びます。

アービトレーションに負けたマスタは、アービトレーションに負けたタイミングで、アービトレーション負けフラグ（IICS0.ALD0ビット）をセット（1）し、SCL0、SDA0ラインともハイ・インピーダンス状態にしてバスを解放します。

アービトレーションに負けたことは、次の割り込み要求信号（INTIIC0）発生タイミング（8または9クロック目、ストップ・コンディション検出など）で、ソフトウェアでALD0ビット = 1になっていることで検出します。

割り込み発生タイミングについては、16.6 I²C割り込み要求信号（INTIIC0）を参照してください。

図16 - 11 アービトレーション・タイミング例

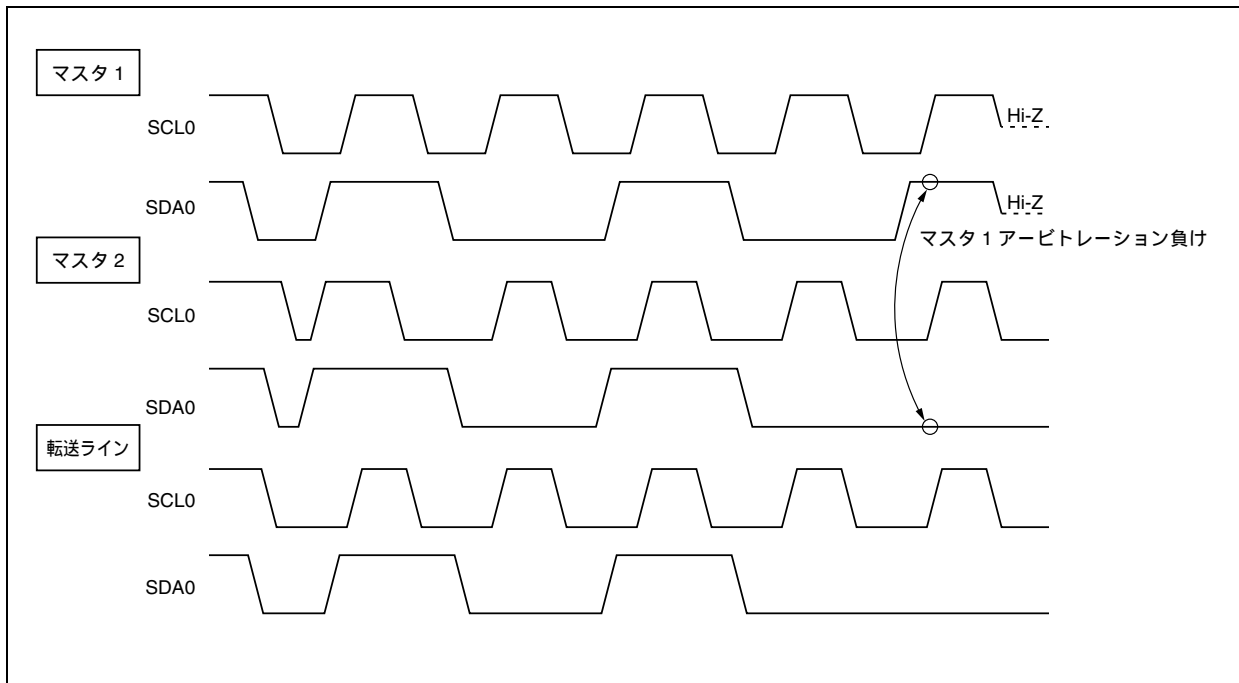


表16 - 5 アービトレーション発生時の状態と割り込み要求発生タイミング

アービトレーション発生時の状態	割り込み要求発生タイミング
アドレス送信中	バイト転送後8または9クロック目の立ち下がり ^{注1}
アドレス送信後のリード/ライト情報	
拡張コード送信中	
拡張コード送信後のリード/ライト情報	
データ送信中	
データ受信後のアクノリッジ転送期間中	
データ転送中, リスタート・コンディション検出	
データ転送中, ストップ・コンディション検出	ストップ・コンディション生成時 (IICC0.SPIE0ビット = 1時) ^{注2}
リスタート・コンディションを生成しようとしたがSDA0端子がロウ・レベル	バイト転送後8または9クロック目の立ち下がり ^{注1}
リスタート・コンディションを生成しようとしたがストップ・コンディション検出	ストップ・コンディション生成時 (SPIE0ビット = 1時) ^{注2}
ストップ・コンディションを生成しようとしたがSDA0端子がロウ・レベル	バイト転送後8または9クロック目の立ち下がり ^{注1}
リスタート・コンディションを生成しようとしたがSCL0端子がロウ・レベル	

注1. IICC0.WTIM0ビット = 1の場合には、9クロック目の立ち下がりタイミングで割り込み要求を発生します。
WTIM0ビット = 0および拡張コードのスレーブ・アドレス受信時には、8クロック目の立ち下がりタイミングで割り込み要求を発生します。

2. アービトレーションが起こる可能性がある場合、マスタ動作ではSPIE0ビット = 1にしてください。

16. 12 ウェイク・アップ機能

I²Cバスのスレーブ機能で、自局アドレスまたは拡張コードを受信したときに割り込み要求信号 (INTIIC0) が発生する機能です。アドレスが一致しないときは不要な割り込み要求を発生せず、効率よく処理できます。

スタート・コンディションを検出すると、ウェイク・アップ待機状態となります。マスタ (スタート・コンディションを生成した場合) でも、アービトレーション負けでスレーブになる可能性があるため、アドレスを送信しながらウェイク・アップ待機状態になります。

ただしストップ・コンディションを検出すると、ウェイク・アップ機能に関係なく、IICC0.SPIE0ビットの設定によって、割り込み要求の発生許可 / 禁止が決定します。

16. 13 通信予約

16. 13. 1 通信予約機能許可の場合 (IICF0.IICRSV0ビット = 0)

バスに不参加の状態、次にマスタ通信を行いたい場合は、通信予約を行うことにより、バス解放時にスタート・コンディションを送信できます。この場合のバスの不参加とは次の2つの状態を含みます。

- ・アービトレーションでマスタにもスレーブにもなれなかった場合
- ・拡張コードを受信してスレーブとして動作しない(アクノリッジを返さず、IICC0.LREL0ビット = 1でバスを解放した)とき。

バスに不参加の状態、IICC0.STT0ビットをセット(1)すると、バスが解放されたあと(ストップ・コンディション検出後)に、自動的にスタート・コンディションを生成し、ウェイト状態になります。

IICC0.SPIE0ビットをセット(1)し、割り込み要求(INTIIC0)発生でバスの解放を検出(ストップ・コンディション検出)したあと、IIC0レジスタにアドレスを書き込むと、自動的にマスタとして通信を開始します。ストップ・コンディションを検出する前に、IIC0レジスタに書き込んだデータは無効となります。

STT0ビットをセット(1)したときスタート・コンディションとして動作するか通信予約として動作するかはバスの状態により決定されます。

バスが解放されているとき …………… スタート・コンディション生成
 バスが解放されていないとき(待機状態) … 通信予約

通信予約として動作するかどうかを確認するには、STT0ビットをセット(1)し、ウェイト時間をとったあと、IICS0.MSTS0ビットを確認することで行います。

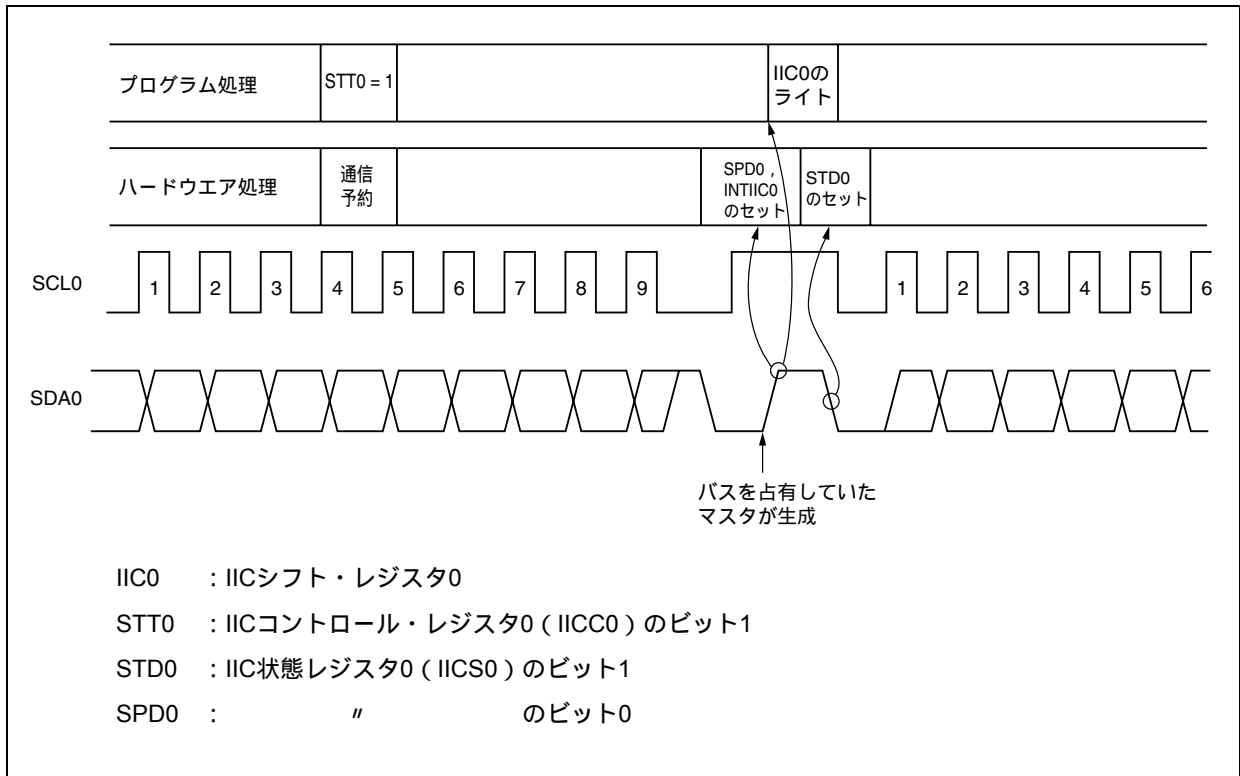
ウェイト時間は、表16-6に示す時間をソフトウェアにより確保してください。なお、ウェイト時間はIICX0.CLX0、IICCL0.SMC0、CL01、CL00ビットにより設定できます。

表16-6 ウェイト時間

CLX0	SMC0	CL01	CL00	選択クロック	ウェイト時間
0	0	0	0	fxx/2	46クロック
0	0	0	1	fxx/2	86クロック
0	0	1	0	fxx	43クロック
0	0	1	1	fxx/3	102クロック
0	1	0	1/0	fxx/2	30クロック
0	1	1	0	fxx	15クロック
0	1	1	1	fxx/3	36クロック
1	1	0	1/0	fxx/2	18クロック
1	1	1	0	fxx	9クロック

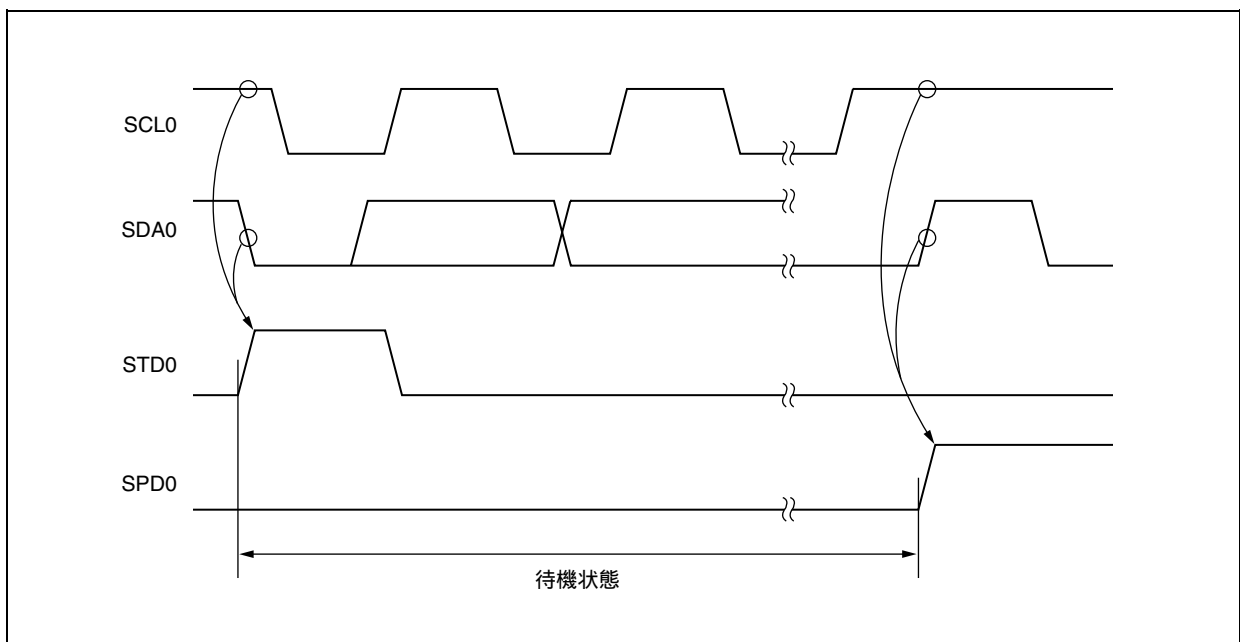
通信予約のタイミングを次に示します。

図16 - 12 通信予約のタイミング



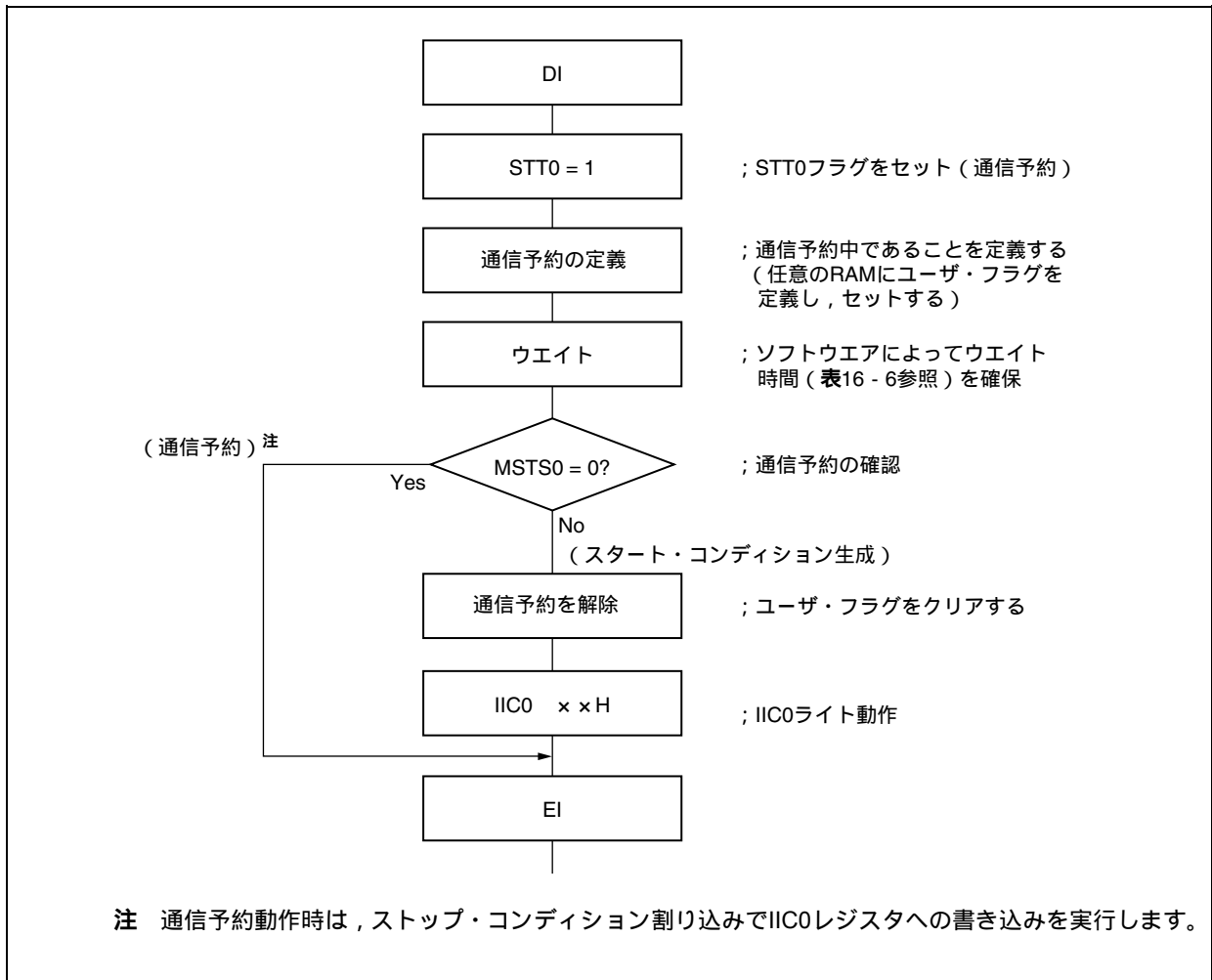
通信予約は次のタイミングで受け付けられます。IICS0.STD0ビット = 1になったあと、ストップ・コンディション検出までにIICC0.STT0ビット = 1で通信予約をします。

図16 - 13 通信予約受け付けタイミング



次に通信予約の手順を示します。

図16 - 14 通信予約の手順



16. 13. 2 通信予約機能禁止の場合 (IICF0.IICRSV0ビット = 1)

バスが通信中で、この通信に不参加の状態ではICC0.STT0ビットをセットすると、この要求を拒絶しスタート・コンディションを生成しません。この場合のバスの不参加とは次の2つの状態を含みます。

- ・アービトレーションでマスタにもスレーブにもなれなかった場合
- ・拡張コードを受信してスレーブとして動作しない(アクノリッジを返さず、IICC0.LRELOビット = 1でバスを解放した)とき。

スタート・コンディションが生成されたか拒絶されたを確認するには、IICF0.STCF0フラグを確認することにより行います。STT0ビット = 1としてからSTCF0フラグがセットされるまで表16 - 7に示す時間がかかりますので、ソフトウェアによりこの時間を確保してください。

表16 - 7 ウェイト時間

CL01	CL00	選択クロック	ウェイト時間
0	0	$f_{xx}/2$	10クロック
0	1	$f_{xx}/2$	10クロック
1	0	f_{xx}	5クロック
1	1	$f_{xx}/3$	15クロック

16.14 注意事項

(1) IICF0.STCEN0ビット = 0の場合

I²C0動作許可直後、実際のバス状態にかかわらず通信状態 (IICF0.IICBSY0ビット = 1) と認識します。ストップ・コンディションを検出していない状態からマスタ通信を行おうとする場合は、まずストップ・コンディションを生成し、バスを解放してからマスタ通信を行ってください。

ストップ・コンディションの生成は次の順番で行ってください。

IICCL0レジスタの設定
IICC0.IICE0ビットのセット
IICC0.SPT0ビットのセット

(2) IICF0.STCEN0ビット = 1の場合

I²C0動作許可直後、実際のバス状態にかかわらず解放状態 (IICBSY0ビット = 0) と認識しますので、1回目のスタート・コンディションを生成 (IICC0.STT0ビット = 1) する場合は、ほかの通信を破壊しないようにバスが解放されていることを確認する必要があります。

(3) ほかのデバイス同士の通信中にV850ES/KE2のIICC0.IICE0ビットをセット (1) した場合、通信ラインの状態によってスタート・コンディションを検出することがあります。IICC0.IICE0ビットのセット (1) は、必ずSCL0, SDA0ラインがハイ・レベルの状態で行ってください。

(4) 動作許可 (IICC0.IICE0ビット = 1) する前にIICCL0, IICX0レジスタで動作クロック周波数を決定してください。動作クロック周波数を変更する場合は、一度IICC0.IICE0ビットをクリア (0) してください。

(5) IICC0.STT0, SPT0ビットをセット (1) したあと、クリア (0) される前の再セットは禁止します。

(6) 送信予約をした場合には、IICC0.SPIE0ビットをセット (1) してストップ・コンディション検出で割り込み要求が発生するようにしてください。割り込み要求発生後にI²C0に通信データをライトすることによってウェイトが解除され転送が開始します。ストップ・コンディション検出で割り込みを発生させないと、スタート時には割り込み要求が発生しないため、ウェイト状態で停止します。ただし、ソフトウェアでIICS0.MSTS0ビットを検出する場合には、SPIE0ビットをセット (1) する必要はありません。

16.15 通信動作

ここでは、次の3つの動作手順をフローとして示します。

(1) シングルマスタ・システムでのマスタ動作

シングルマスタ・システムで、マスタとして使用する場合のフローを示します。

このフローは大きく「初期設定」と「通信処理」に分かれています。起動時に「初期設定」部分を実行し、スレーブとの通信が必要になったら通信に必要な準備を行って「通信処理」部分を実行します。

(2) マルチマスタ・システムでのマスタ動作

I²C0バスのマルチマスタ・システムでは、通信に参加した段階ではバスが解放状態にあるか使用状態にあるかがI²Cバスの仕様だけでは判断できません。ここでは、一定(1フレーム)期間、データとクロックがハイ・レベルであれば、バスが解放状態としてバスに参加するようにしています。

このフローは大きく「初期設定」、「通信待ち」、「通信処理」に分かれています。ここでは、アービトレーションで負けてスレーブに指定された場合の処理は省略し、マスタとしての処理だけを示しています。起動時に「初期設定」部分を実行してバスに参加します。そのあとは「通信待ち」で、マスタとしての通信要求、またはスレーブとしての指定を待ちます。実際に通信を行うのは「通信処理」部分で、スレーブとのデータ送受信以外に、ほかのマスタとのアービトレーションにも対応しています。

(3) スレーブ動作

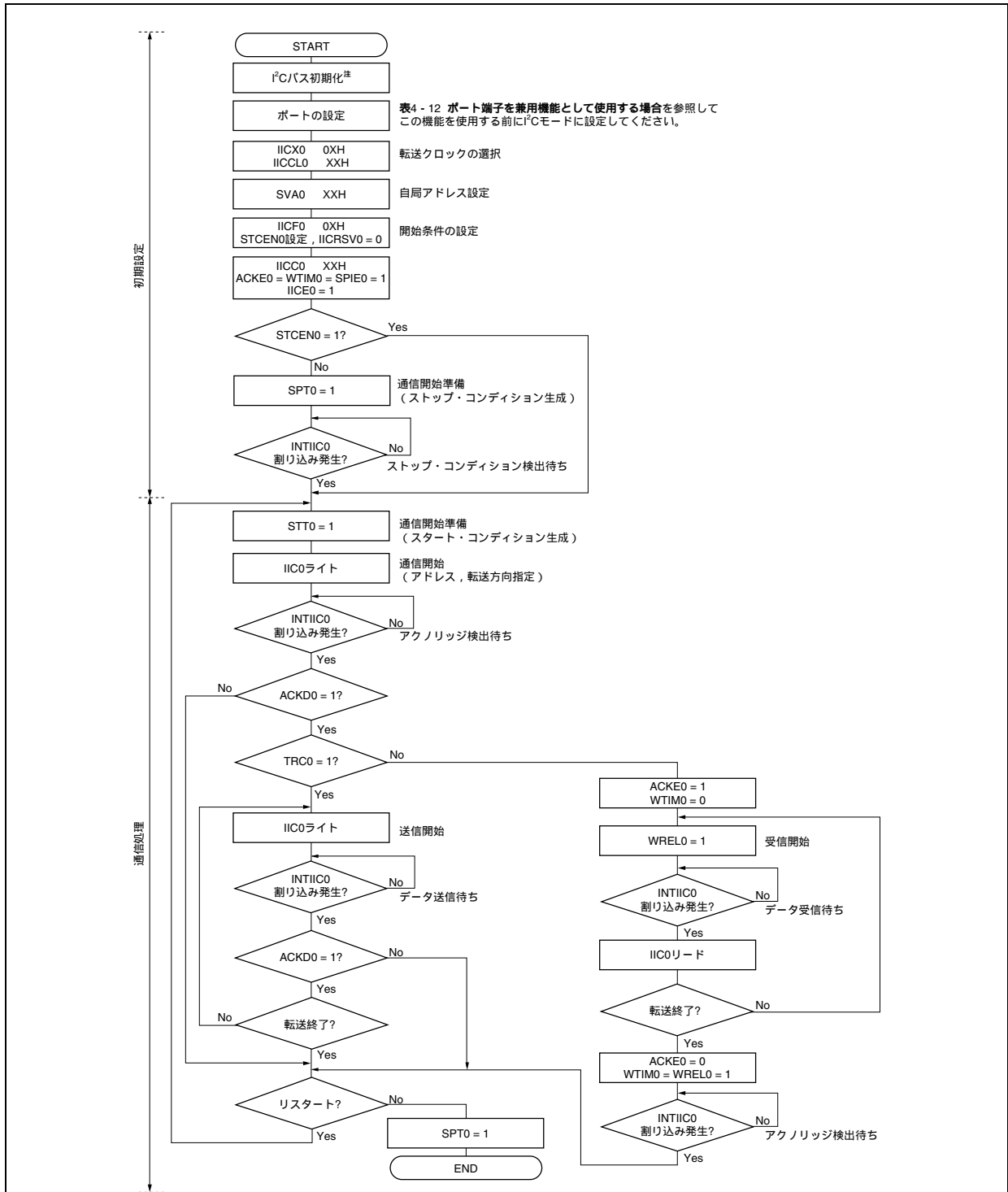
I²C0バスのスレーブとして使用する場合の例を示します。

スレーブの場合には、割り込みによって動作を開始します。起動時に「初期設定」部分を実行し、そのあとは通信待ちでINTIIC0割り込みの発生を待ちます。INTIIC0割り込みが発生すると通信状態を判定し、フラグとしてメイン処理に引き渡します。

各フラグをチェックすることにより、必要な「通信処理」を行います。

16. 15. 1 シングルマスタ・システムでのマスタ動作

図16 - 15 シングルマスタ・システムでのマスタ動作



注 通信している製品の仕様に準拠し、I²Cバスを解放 (SCL0, SDA0端子 = ハイ・レベル) してください。たとえば、EEPROM[®]がSDA0端子にロウ・レベルを出力した状態であれば、SCL0端子を出力ポートに設定し、SDA0端子が定常的にハイ・レベルになるまで、出力ポートからクロック・パルスを出力してください。

備考 送信および受信フォーマットは通信している製品の仕様に準拠してください。

16. 15. 2 マルチマスタ・システムでのマスタ動作

図16 - 16 マルチマスタ・システムでのマスタ動作 (1/3)

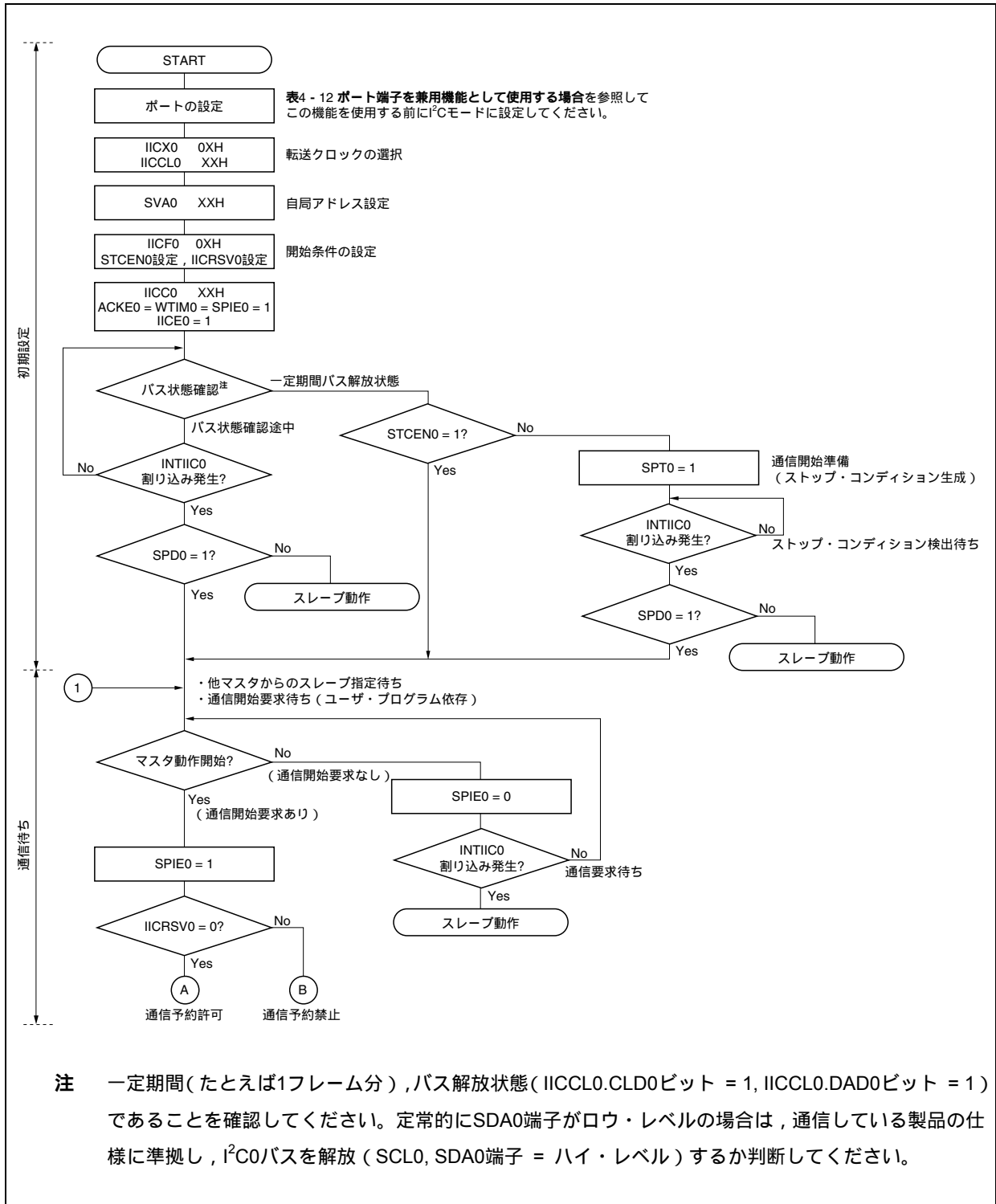


図16 - 16 マルチマスタ・システムでのマスタ動作 (2/3)

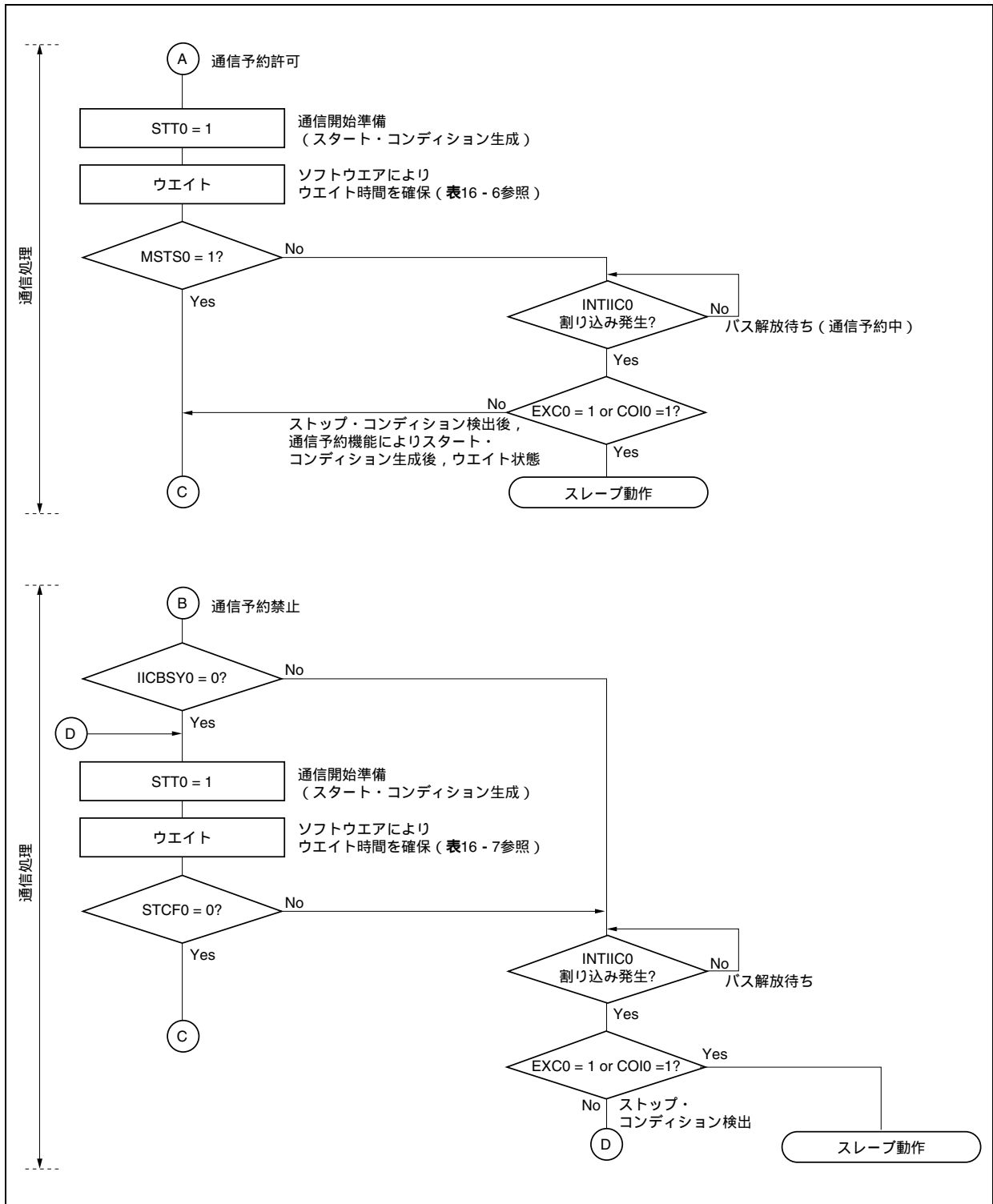
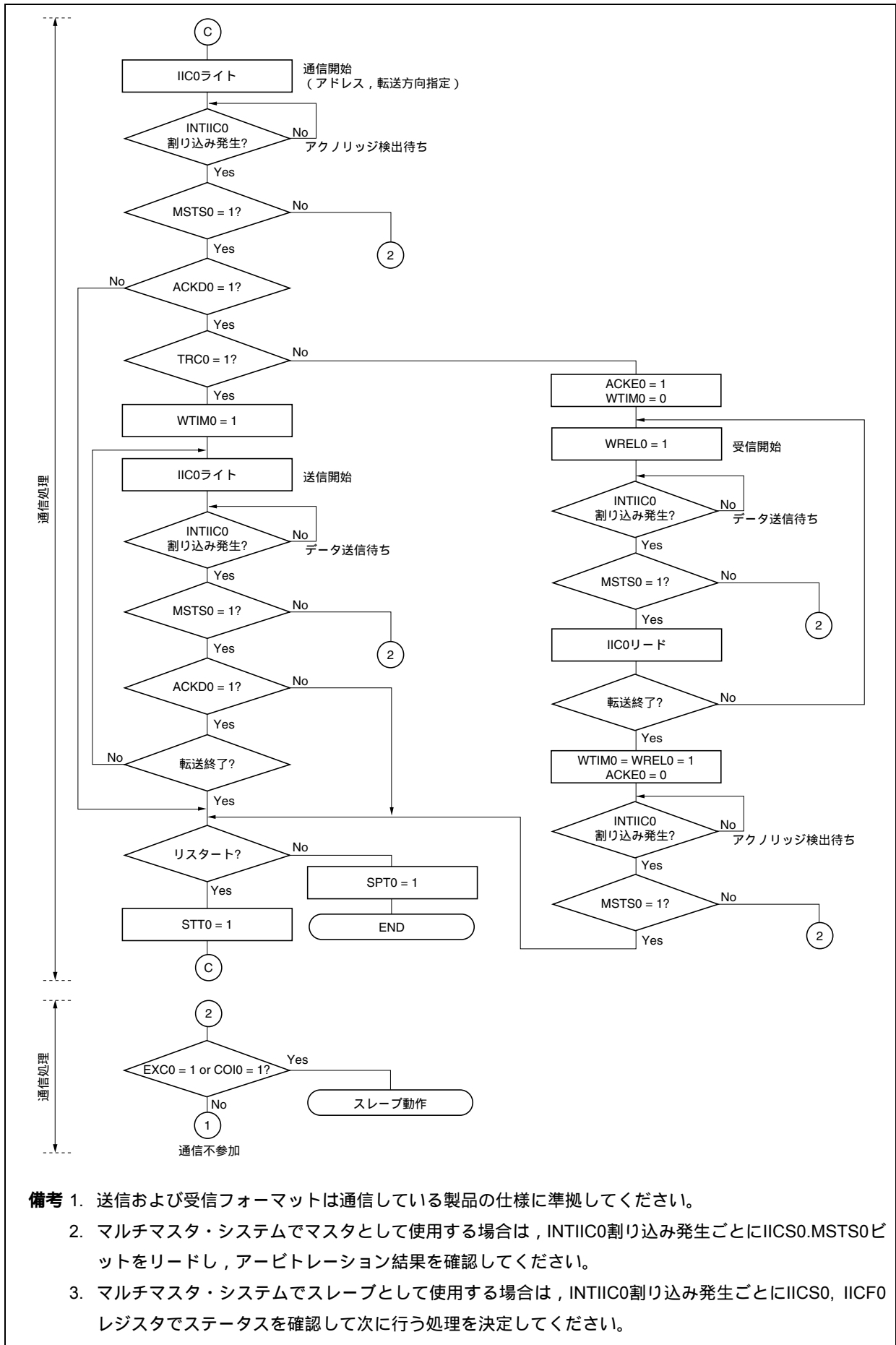


図16 - 16 マルチマスタ・システムでのマスタ動作 (3/3)



- 備考**
1. 送信および受信フォーマットは通信している製品の仕様に準拠してください。
 2. マルチマスタ・システムでマスタとして使用する場合は、INTIIC0割り込み発生ごとにIICS0.MSTS0ビットをリードし、アービトレーション結果を確認してください。
 3. マルチマスタ・システムでスレープとして使用する場合は、INTIIC0割り込み発生ごとにIICS0, IICF0レジスタでステータスを確認して次に行う処理を決定してください。

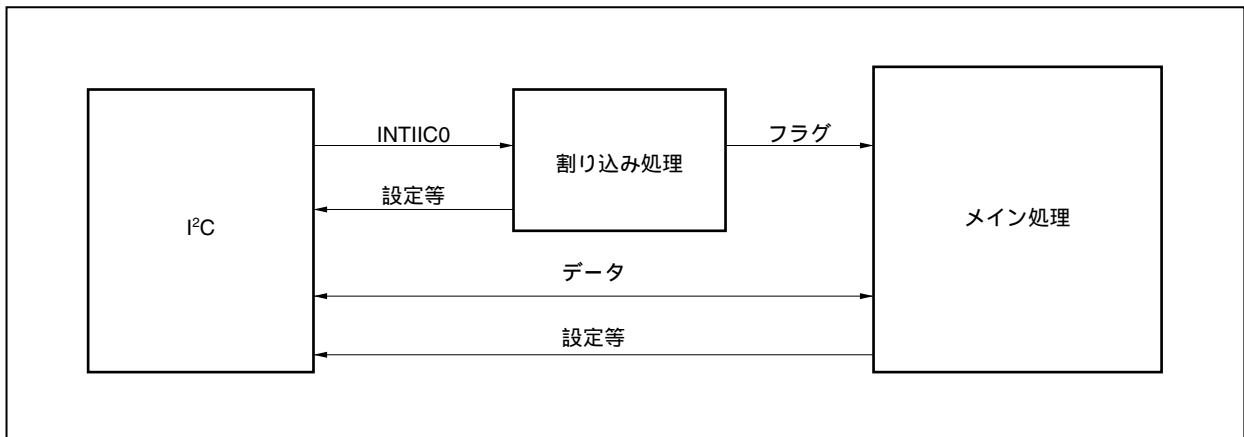
16.15.3 スレーブ動作

スレーブ動作の処理手順を次に示します。

基本的にスレーブの場合には、イベント・ドリブンでの動作となります。このためINTIIC0割り込みによる処理（通信中のストップ・コンディション検出など、動作状態を大きく変更する必要がある処理）が必要となります。

この説明では、データ通信は拡張コードには対応しないものとします。またINTIIC0割り込み処理では状態遷移の処理だけを行い、実際のデータ通信はメイン処理で行うものとします。

図16 - 17 スレーブ動作時のソフトウェア概要



このため、3つのフラグを準備し、これをINTIIC0信号の代わりにメイン処理に渡すことでデータ転送処理を行います。

(1) 通信モード・フラグ

次の2つの通信状態を示します。

クリア・モード : データ通信を行っていない状態

通信モード : データの通信を行っている状態（有効アドレス検出～ストップ・コンディション検出、マスタからのアクノリッジ未検出、アドレス不一致）

(2) レディ・フラグ

データ通信が可能になったことを示します。通常のデータ転送ではINTIIC0割り込みと同じです。割り込み処理部でセットし、メイン処理部でクリアします。通信の開始時には、割り込み処理部でクリアしておきます。ただし、送信の最初のデータについては、レディ・フラグは割り込み処理部でセットされませんので、クリア処理をしないで最初のデータを送信することになります（アドレス一致自体が次のデータの要求と解釈します）。

(3) 通信方向フラグ

通信の方向を示すフラグで、IIC0.TR0ビットの値と同じです。

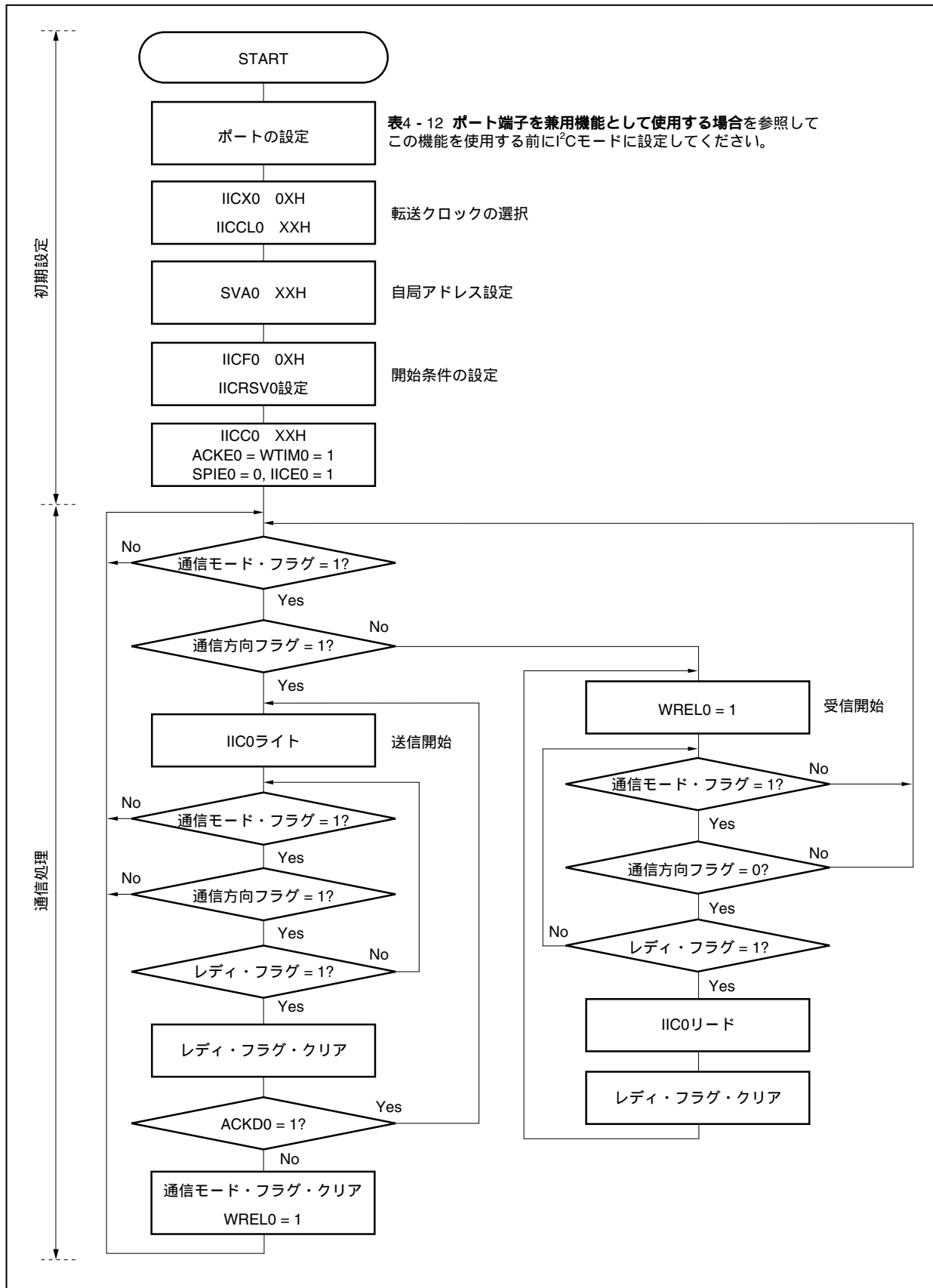
次にスレーブ動作でのメイン処理部の動作を示します。

I²C0を起動し、通信可能状態になるのを待ちます。通信可能状態になったら、通信モード・フラグとレディ・フラグを使って転送を行います（ストップ・コンディションやスタート・コンディションの処理は割り込みで行いますので、ここではフラグで確認します）。

送信ではマスタからアクノリッジが来なくなるまで送信動作を繰り返します。マスタからアクノリッジが戻らなかったら転送を完了します。

受信では必要な数のデータ受信し、転送完了したら次のデータでアクノリッジを戻さないようにします。その後、マスタはストップ・コンディションまたはリスタート・コンディションを生成します。これにより、通信状態から抜け出します。

図16 - 18 スレーブ動作手順 (1)



スレーブのINTIIC0割り込みでの処理手順例を示します(ここでは拡張コードはないものとして処理します)。INTIIC0割り込みではステータスを確認して、次のように行います。

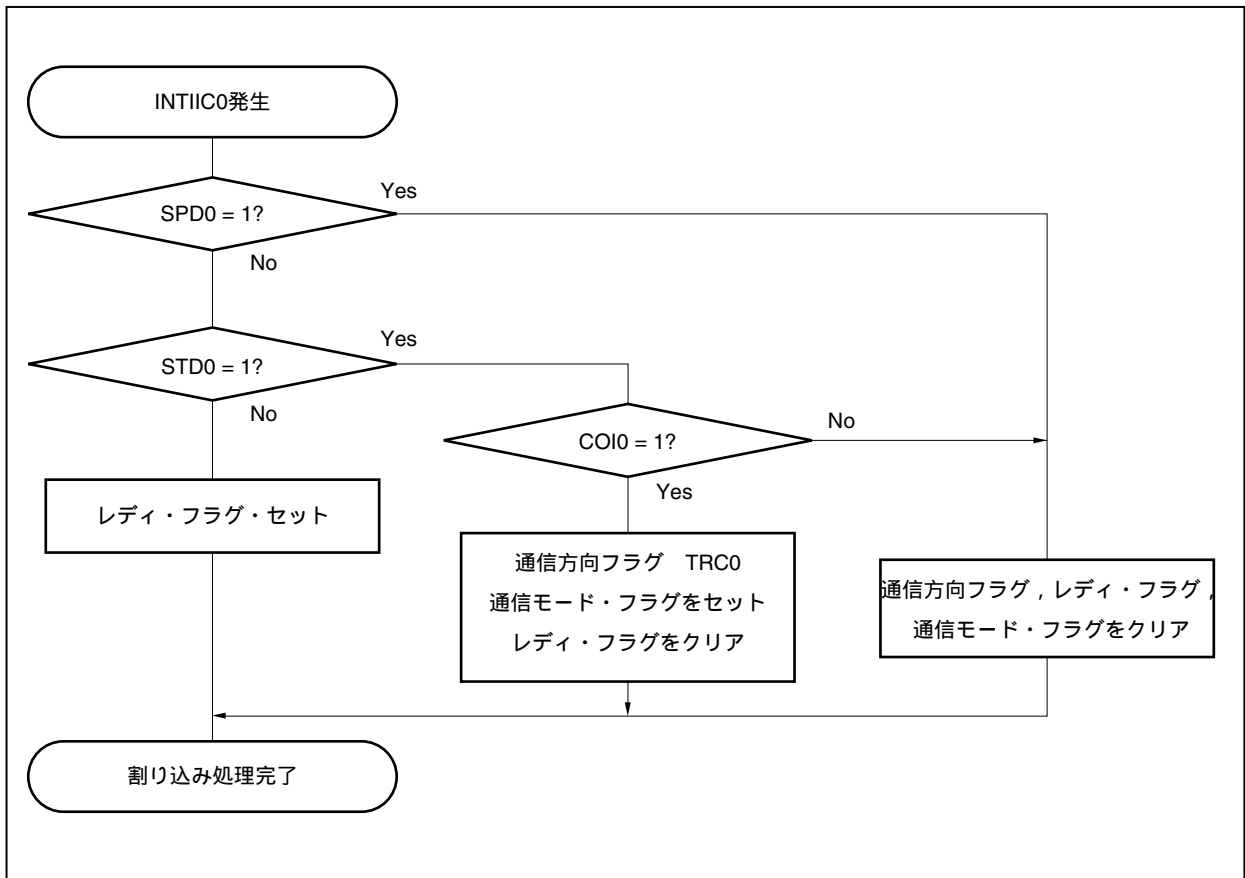
ストップ・コンディションの場合、通信を終了します。

スタート・コンディションの場合、アドレスを確認し、一致していなければ通信を終了します。アドレスが一致していれば、モードを通信モードに設定し、ウエイトを解除して、割り込みから戻ります(レディ・フラグはクリアする)。

データ送受信の場合、レディ・フラグをセットするだけで、I²C0バスはウエイト状態のまま、割り込みから戻ります。

備考 上述の ~ は、図16-19 スレーブ動作手順(2)の ~ と対応しています。

図16-19 スレーブ動作手順(2)



16. 16 データ通信のタイミング

I²Cバス・モードでは、マスタがシリアル・バス上にアドレスを生成することで複数のスレーブ・デバイスの中から通信対象となるスレーブ・デバイスを1つ選択します。

マスタは、スレーブ・アドレスの次にデータの転送方向を示すIICS0.TRC0ビットを送信し、スレーブとのシリアル通信を開始します。

シリアル・クロック（SCL0端子）の立ち下がりに同期してIIC0レジスタのシフト動作が行われ、送信データがSOラッチに転送され、SDA0端子からMSBファーストで出力されます。

また、SCL0端子の立ち上がりでSDA0端子に入力されたデータがIIC0レジスタに取り込まれます。

データ通信のタイミングを次に示します。

図16 - 20 マスタ スレーブ通信例 (マスタ, スレーブとも9クロックでウェイト選択時) (1/3)

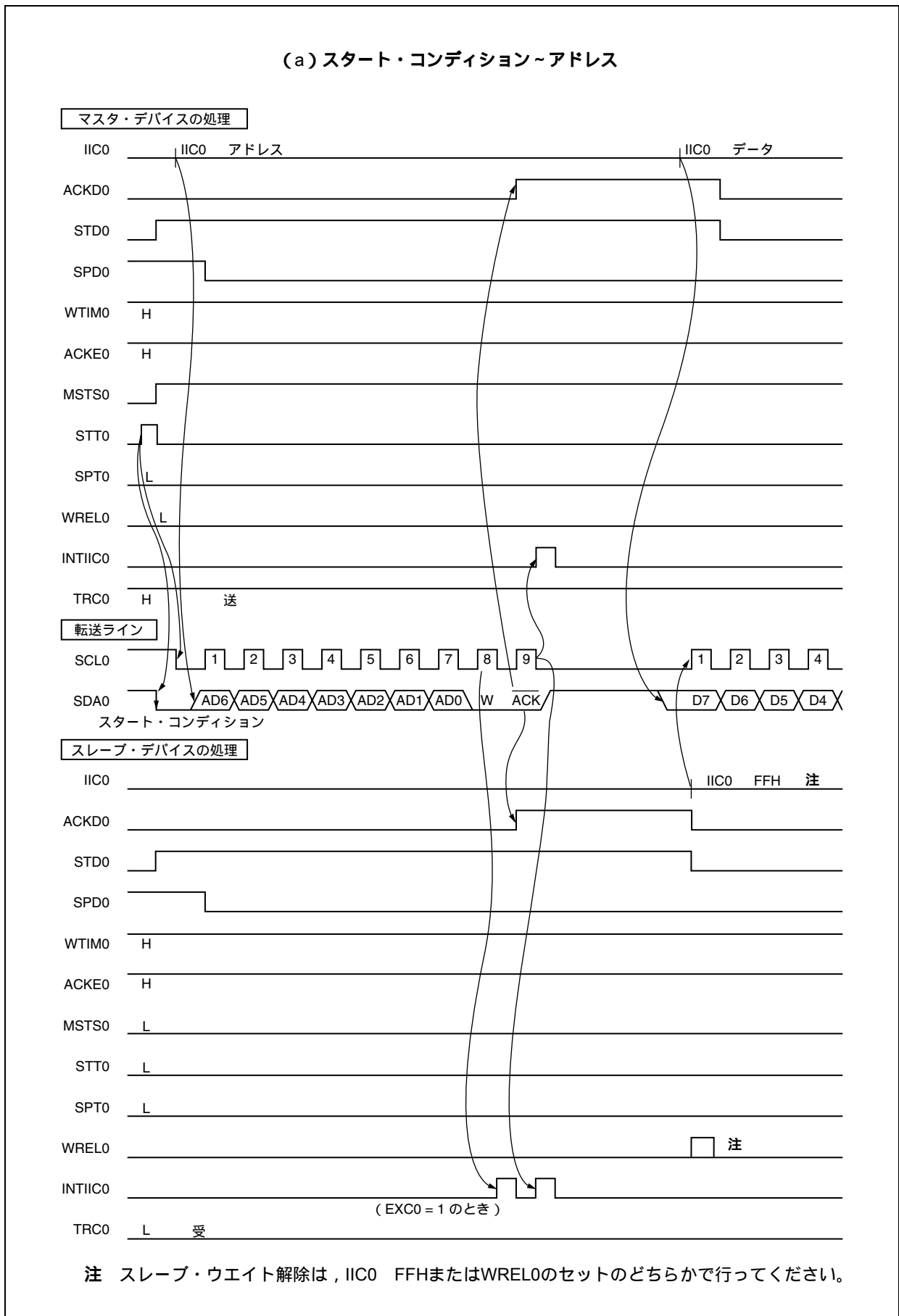


図16 - 20 マスタ スレーブ通信例 (マスタ, スレーブとも9クロックでウェイト選択時) (2/3)

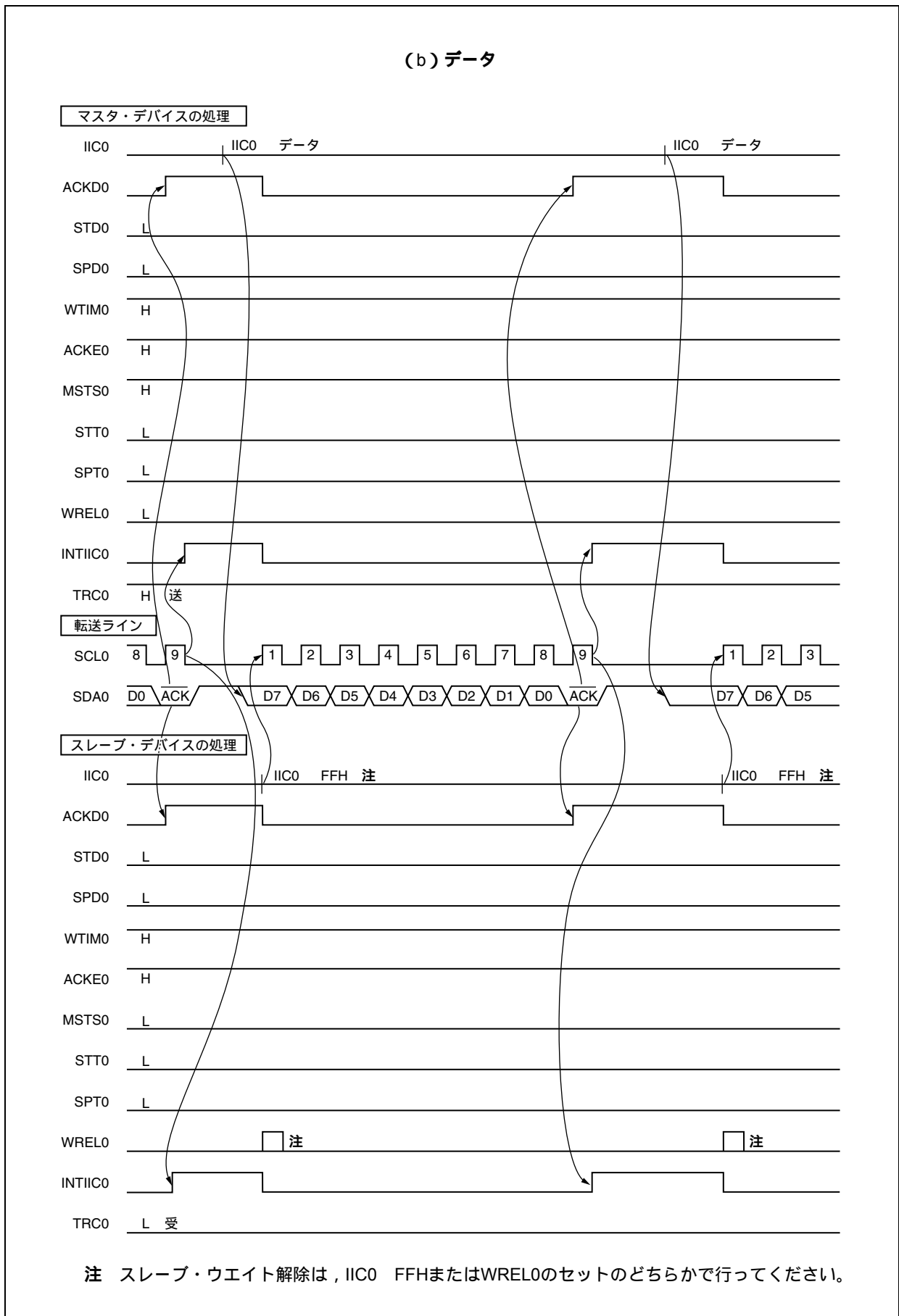


図16 - 20 マスタ スレーブ通信例 (マスタ, スレーブとも9クロックでウェイト選択時) (3/3)

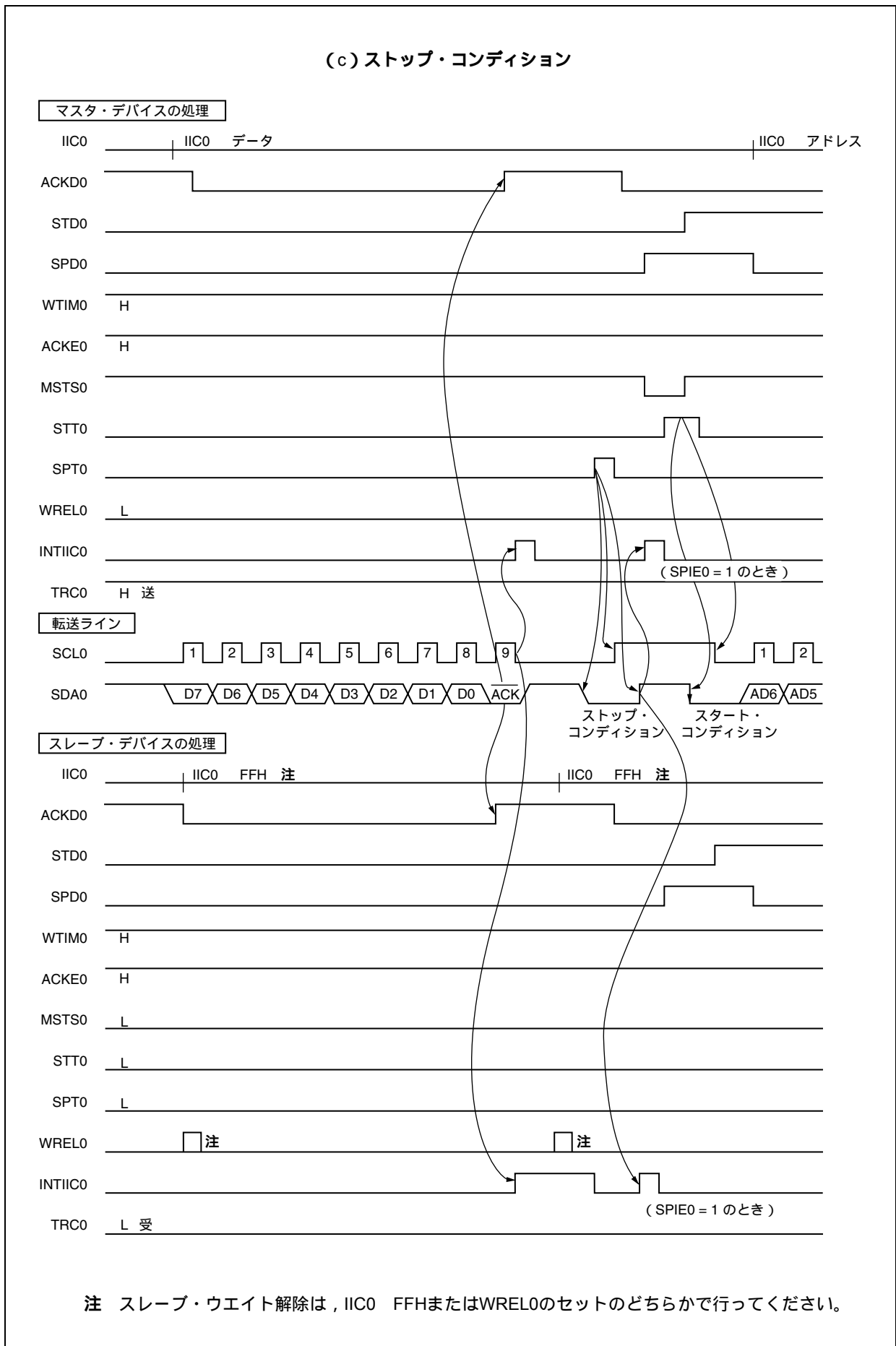


図16-21 スレーブ マスタ通信例 (マスタ: 8クロック, スレーブ: 9クロックでウエイト選択時) (1/3)

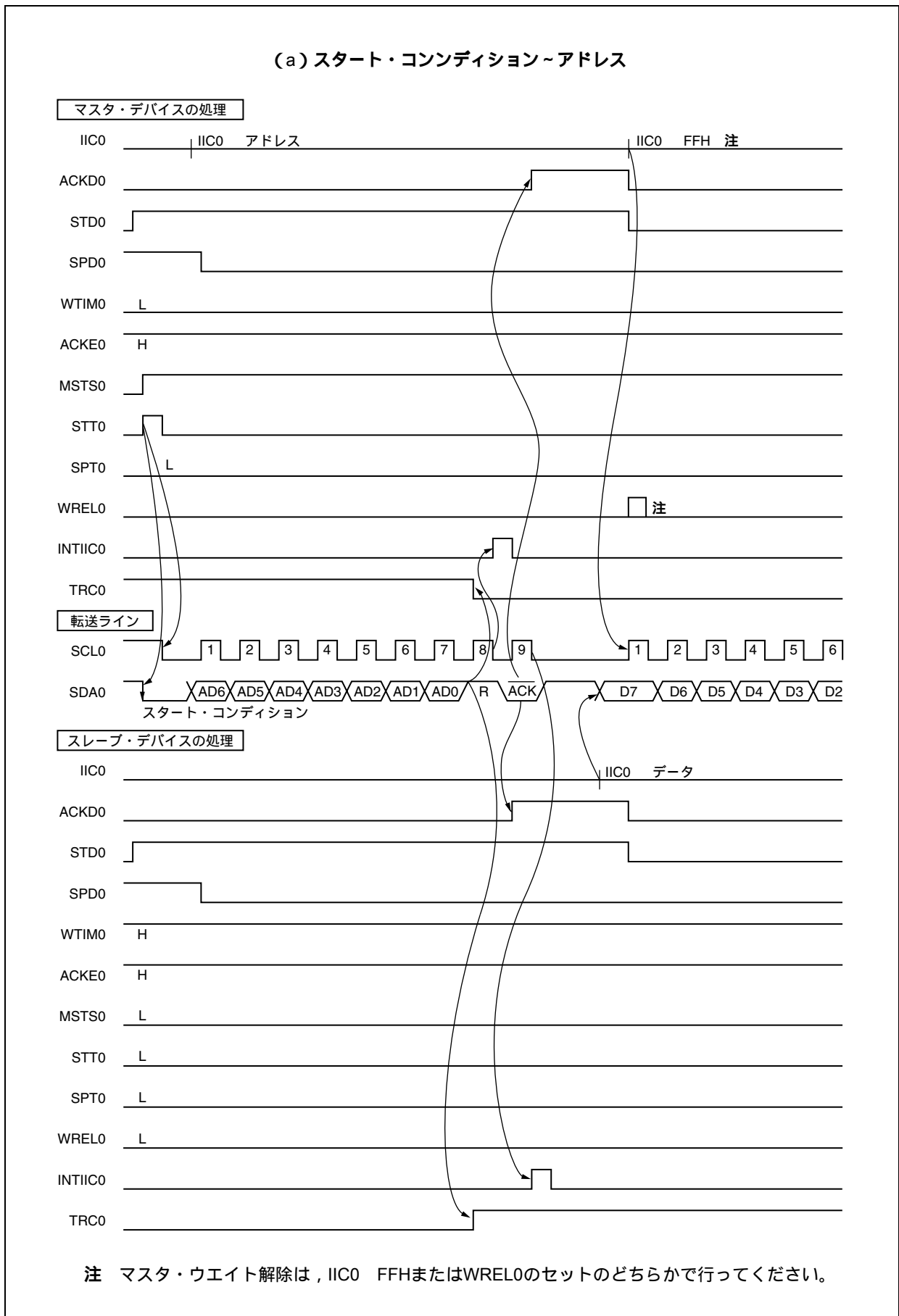


図16-21 スレーブ マスタ通信例 (マスタ: 8クロック, スレーブ: 9クロックでウエイト選択時) (2/3)

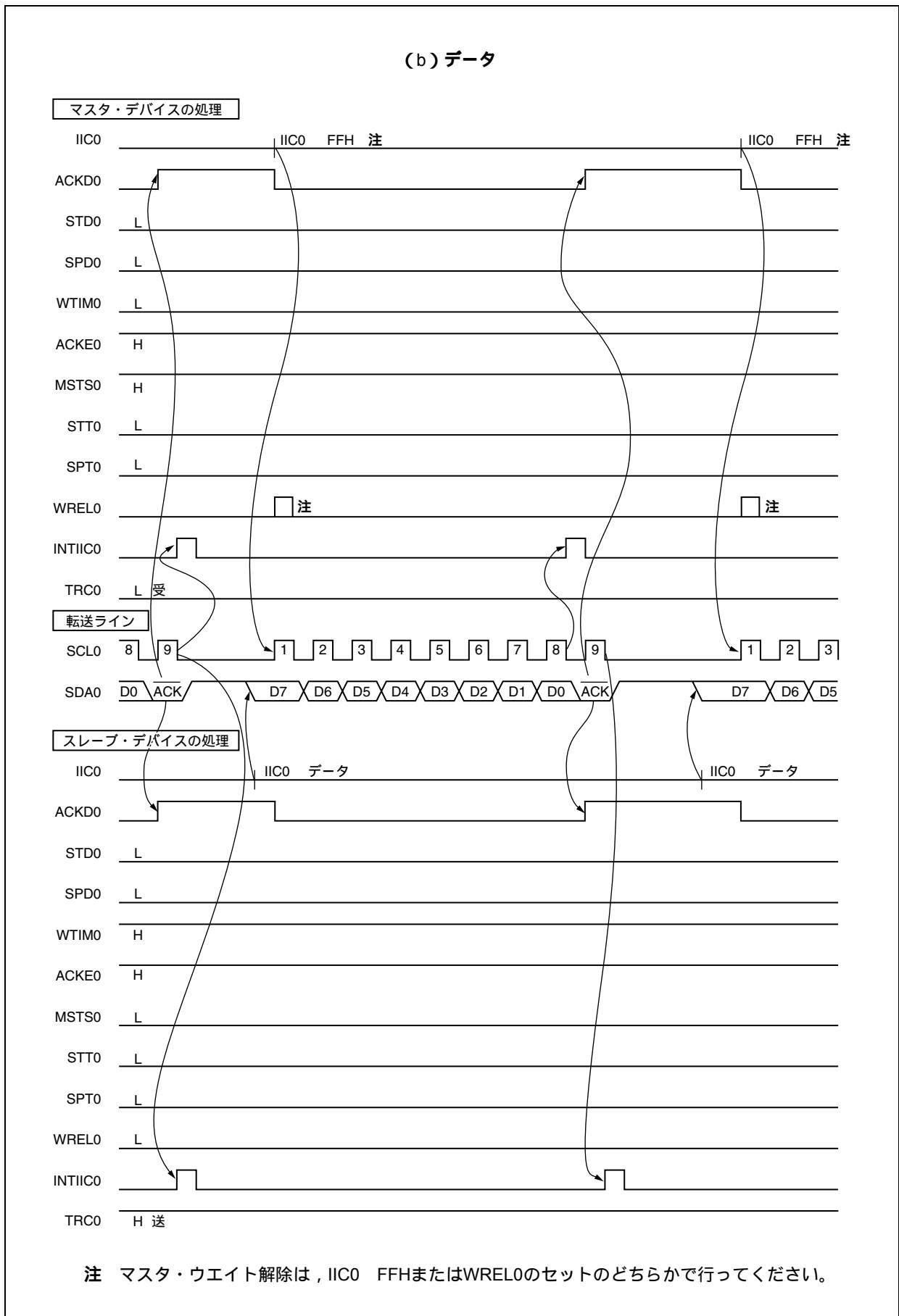
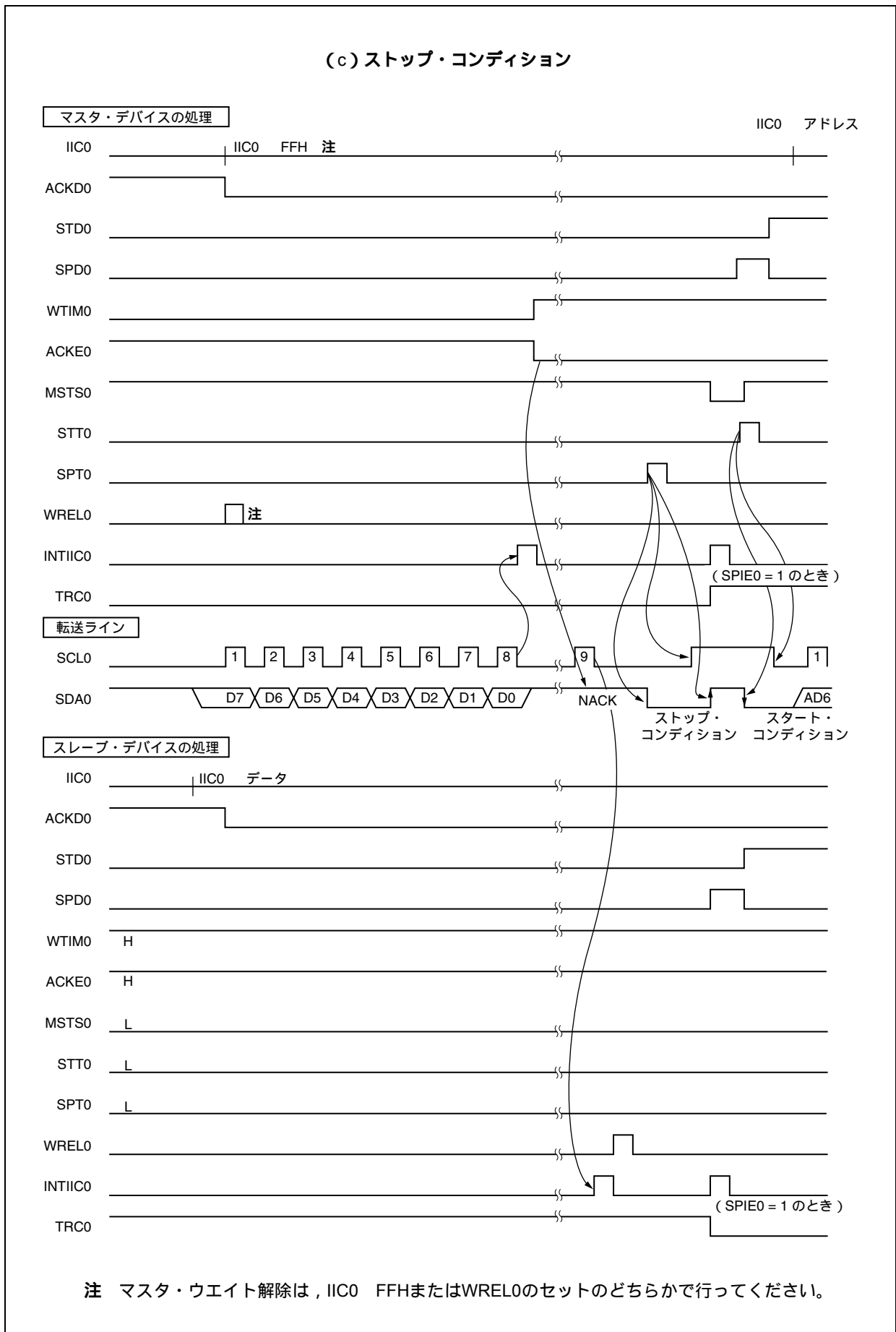


図16-21 スレーブ マスタ通信例 (マスタ: 8 クロック, スレーブ: 9クロックでウエイト選択時) (3/3)



第17章 割り込み / 例外処理機能

17.1 概要

V850ES/KE2は、割り込み処理用に専用の割り込みコントローラ（INTC）を内蔵し、合計35要因の割り込み要求を処理できる割り込み機能を実現しています。

なお、割り込みをプログラムの実行とは別に独立して発生する事象とし、例外をプログラムの実行に依存して発生する事象とします。

V850ES/KE2では、内蔵している周辺ハードウェアと外部からの各種割り込み要求を処理できます。さらに、TRAP命令による例外処理の起動（ソフトウェア例外）や、例外事象の発生（不正命令コードのフェッチ）による例外処理の起動（例外トラップ）が可能です。

17.1.1 特徴

割り込み要因			V850ES/KE2	
割り込み機能	ノンマスクابل 割り込み	外部	1チャンネル（NMI端子）	
		内部	2チャンネル（WDT1, WDT2）	
	マスクابل 割り込み	外部	8チャンネル（すべてエッジ検出割り込み）	
		内部	WDT1	1チャンネル
			TMP	3チャンネル
			TM0	2チャンネル
			TMH	2チャンネル
			TM5	2チャンネル
			WT	2チャンネル
			BRG	1チャンネル
			UART	6チャンネル
			CSI0	2チャンネル
			IIC	1チャンネル
			KR	1チャンネル
AD	1チャンネル			
合計	24チャンネル			
例外機能	ソフトウェア例外		16チャンネル（TRAP00H-TRAP0FH）	
			16チャンネル（TRAP10H-TRAP1FH）	
	例外トラップ		2チャンネル（ILGOP/DBG0）	

割り込み / 例外要因を表17 - 1に示します。

表17 - 1 割り込み要因一覧 (1/2)

種類	分類	デフォルト・ 優先リティ	名称	トリガ	発生 ユニット	例外 コード	ハンドラ・ アドレス	復帰PC	割り込み制御 レジスタ
リセット	割り込み	-	RESET	RESET端子入力	端子	0000H	00000000H	不定	-
				WDT1, WDT2からの内 部リセット入力	WDT1 WDT2				
ノンマス カブル	割り込み	-	NMI	NMI端子有効エッジ入力	端子	0010H	00000010H	nextPC	-
		-	INTWDT1	WDT1オーバフロー (ノンマスカブル割り 込み選択時)	WDT1	0020H	00000020H	注1	-
		-	INTWDT2	WDT2オーバフロー (ノンマスカブル割り 込み選択時)	WDT2	0030H	00000030H	注1	-
ソフトウ エア例外	例外	-	TRAP0n ^{注2}	TRAP命令	-	004nH ^{注2}	00000040H	nextPC	-
		-	TRAP1n ^{注2}	TRAP命令	-	005nH ^{注2}	00000050H	nextPC	-
例外トラップ	例外	-	ILGOP/ DBG0	不正命令コード/ DBTRAP命令	-	0060H	00000060H	nextPC	-
マスカブル	割り込み	0	INTWDTM1	WDT1オーバフロー (インターバル・タイマ 選択時)	WDT1	0080H	00000080H	nextPC	WDT1IC
		1	INTP0	INTP0端子有効エッジ入力	端子	0090H	00000090H	nextPC	PIC0
		2	INTP1	INTP1端子有効エッジ入力	端子	00A0H	000000A0H	nextPC	PIC1
		3	INTP2	INTP2端子有効エッジ入力	端子	00B0H	000000B0H	nextPC	PIC2
		4	INTP3	INTP3端子有効エッジ入力	端子	00C0H	000000C0H	nextPC	PIC3
		5	INTP4	INTP4端子有効エッジ入力	端子	00D0H	000000D0H	nextPC	PIC4
		6	INTP5	INTP5端子有効エッジ入力	端子	00E0H	000000E0H	nextPC	PIC5
		7	INTP6	INTP6端子有効エッジ入力	端子	00F0H	000000F0H	nextPC	PIC6
		10	INTTM010	TM01とCR010の一致	TM01	0120H	00000120H	nextPC	TM0IC10
		11	INTTM011	TM01とCR011の一致	TM01	0130H	00000130H	nextPC	TM0IC11
		12	INTTM50	TM50とCR50の一致	TM50	0140H	00000140H	nextPC	TM5IC0
		13	INTTM51	TM51とCR51の一致	TM51	0150H	00000150H	nextPC	TM5IC1
		14	INTCSI00	CSI00の転送終了	CSI00	0160H	00000160H	nextPC	CSI0IC0
		15	INTCSI01	CSI01の転送終了	CSI01	0170H	00000170H	nextPC	CSI0IC1
		16	INTSRE0	UART0の受信エラー発生	UART0	0180H	00000180H	nextPC	SREIC0
		17	INTSR0	UART0の受信完了	UART0	0190H	00000190H	nextPC	SRIC0
		18	INTST0	UART0の送信完了	UART0	01A0H	000001AH	nextPC	STIC0
		19	INTSRE1	UART1の受信エラー発生	UART1	01B0H	000001B0H	nextPC	SREIC1
		20	INTSR1	UART1の受信完了	UART1	01C0H	000001C0H	nextPC	SRIC1
		21	INTST1	UART1の送信完了	UART1	01D0H	000001D0H	nextPC	STIC1
		22	INTTMH0	TMH0とCMP00/CMP01 の一致	TMH0	01E0H	000001E0H	nextPC	TMHIC0

注1. INTWDT1, INTWDT2の場合の復帰については, 17. 10 注意事項を参照してください。

2. nは0-FHの値

表17 - 1 割り込み要因一覧 (2/2)

種類	分類	デフォルト・ プライオリティ	名称	トリガ	発生 ユニット	例外 コード	ハンドラ・ アドレス	復帰PC	割り込み制御 レジスタ
マスカブル	割り込み	23	INTTMH1	TMH1とCMP10/CMP11 の一致	TMH1	01F0H	000001F0H	nextPC	TMHIC1
		25	INTIIC0	I ² C0の転送完了	I ² C0	0210H	00000210H	nextPC	IICIC0
		26	INTAD	A/D変換終了	A/D	0220H	00000220H	nextPC	ADIC
		27	INTKR	キー・リターン割り込み	KR	0230H	00000230H	nextPC	KRIC
		28	INTWTI	時計用タイマのインタ ーバル	WT	0240H	00000240H	nextPC	WTIIC
		29	INTWT	時計用タイマの基準時間	WT	0250H	00000250H	nextPC	WTIC
		30	INTBRG	プリスケータ3の8ピッ ト・カウンタとPRSCM の一致	プリ スケ ータ3	0260H	00000260H	nextPC	BRGIC
		45	INTP7	INTP7端子有効エッジ入力	端子	0390H	00000390H	nextPC	PIC7
		46	INTTP0OV	TMP0オーバフロー	TMP	03A0H	000003A0H	nextPC	TPOVIC
		47	INTTP0CC0	TMP0キャプチャ0 / コ ンペア0一致	TMP	03B0H	000003B0H	nextPC	TPCCIC0
48	INTTP0CC1	TMP0キャプチャ1 / コ ンペア1一致	TMP	03C0H	000003C0H	nextPC	TPCCIC1		

備考1. デフォルト・プライオリティ：複数の同一優先順位レベルのマスカブル割り込み要求が同時に発生して
いる場合に優先される順位です。0が最高優先順位です。

ノンマスカブル割り込みの優先順位は次のとおりです。

INTWDT2 > INTWDT1 > NMI

復帰PC：割り込み処理起動時に、CPUのEIPC、FEPCまたはDBPCにセーブされるプログラム・カウンタ
(PC) のことです。なお、次の命令実行中にノンマスカブル / マスカブル割り込みを受け付けた
場合の復帰PCはnextPCとはなりません (命令実行中に割り込みを受け付けると実行を中止し、
割り込み処理完了後に再実行されます)。

- ・ロード命令 (SLD.B, SLD.BU, SLD.H, SLD.HU, SLD.W)
- ・除算命令 (DIV, DIVH, DIVU, DIVHU)
- ・PREPARE, DISPOSE命令 (スタック・ポインタの更新前に割り込みが発生した場合のみ)

nextPC：割り込み / 例外処理後に処理を開始するPC値です。

2. 不正命令コード例外時の不正命令の実行アドレスは、(復帰PC - 4) で求められます。

17.2 ノンマスカブル割り込み

ノンマスカブル割り込み要求信号は、CPUが割り込み禁止（DI）状態でも無条件に受け付けられます。また、割り込み優先順位の対象にならず、すべての割り込み要求信号に対して最優先されます。

この製品のノンマスカブル割り込み要求信号には、次の3つがあります。

- ・ NMI端子入力（NMI）
- ・ ウォッチドッグ・タイマ1のオーバーフローによるノンマスカブル割り込み要求信号（INTWDT1）
- ・ ウォッチドッグ・タイマ2のオーバーフローによるノンマスカブル割り込み要求信号（INTWDT2）

NMI端子の有効エッジは、“立ち上がりエッジ”、“立ち下がりエッジ”、“両エッジ”、“エッジ検出なし”の4種類から選択できます。

ウォッチドッグ・タイマ1のオーバーフローによるノンマスカブル割り込み要求信号（INTWDT1）は、WDTM1.WDTM14, WDTM13ビットを“10”と設定することで機能します。

ウォッチドッグ・タイマ2のオーバーフローによるノンマスカブル割り込み要求信号（INTWDT2）は、WDTM2.WDM21, WDM20ビットを“01”と設定することで機能します。

複数のノンマスカブル割り込みが重なって発生した場合は、次の優先順位に従って順位の高い処理が実行されます（優先順位の低い割り込み要求信号は無視されます）。

INTWDT2 > INTWDT1 > NMI

なお、NMI 処理中に、新たに NMI, INTWDT1, INTWDT2 要求信号が発生した場合は次のような処理を行います。

（1）NMI 処理中に、新たに NMI 要求信号が発生した場合

PSW.NP ビットの値によらず、新たな NMI 要求信号は保留されます。保留された NMI 要求信号は、現在実行中の NMI 処理終了後（RETI 命令実行後）に受け付けられます。

（2）NMI 処理中に、新たに INTWDT1 要求信号が発生した場合

NMI 処理中に NP ビットがセット（1）されたままであれば、新たな INTWDT1 要求信号は保留されます。保留された INTWDT1 要求信号は、現在実行中の NMI 処理終了後（RETI 命令実行後）に受け付けられます。

NMI 処理中に NP ビットをクリア（0）すれば、新たに発生した INTWDT1 要求信号が実行されます（NMI 処理は中断されます）。

（3）NMI 処理中に、新たに INTWDT2 要求信号が発生した場合

NP ビットの値によらず、新たに発生した INTWDT2 要求信号が実行されます（NMI 処理は中断されます）。

注意 ノンマスカブル割り込み要求信号（INTWDT1, INTWDT2）によるノンマスカブル割り込み処理については、17.10 注意事項を参照してください。

図17 - 1 ノンマスクブル割り込み要求信号の受け付け動作 (1/2)

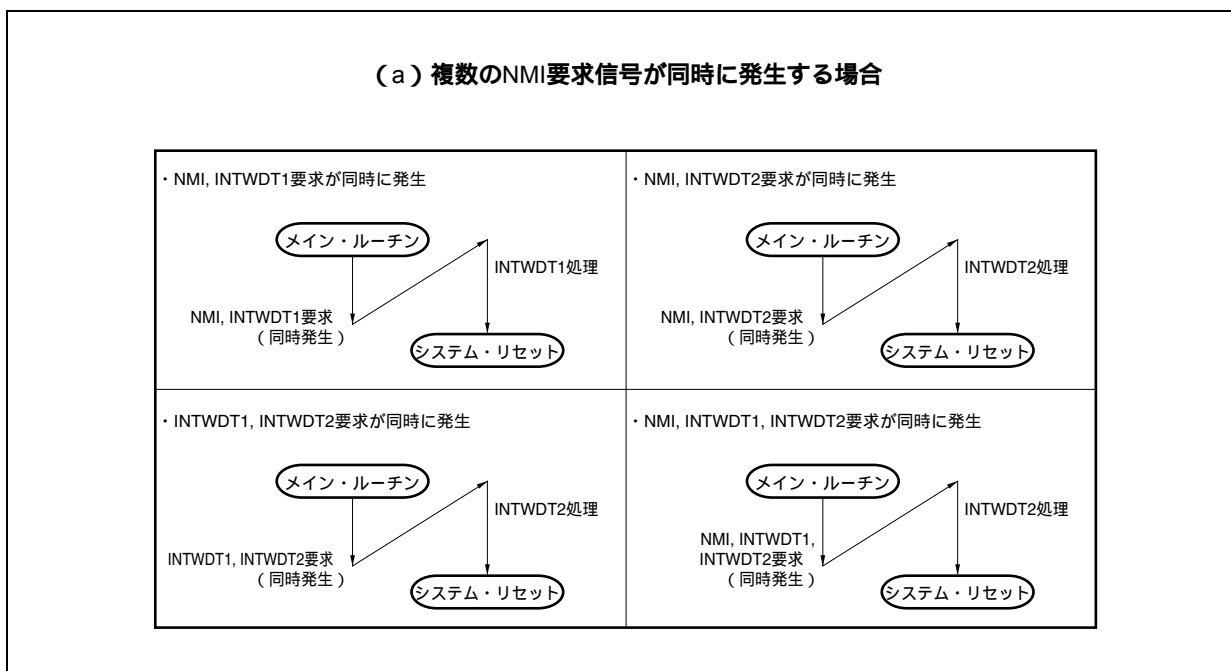


図17-1 ノンマスク割り込み要求信号の受け付け動作 (2/2)

(b) ノンマスク割り込み処理中に新たにノンマスク割り込み要求信号が発生する場合

処理中の ノンマスク 割り込み	ノンマスク割り込み処理中に新たに発生するノンマスク割り込み要求		
	NMI	INTWDT1	INTWDT2
NMI	<p>・ NMI処理中にNMI要求が発生</p>	<p>・ NMI処理中にINTWDT1要求が発生 (INTWDT1要求前にNP = 1のまま)</p> <p>・ NMI処理中にINTWDT1要求が発生 (INTWDT1要求前にNP = 0にする)</p> <p>・ NMI処理中にINTWDT1要求が発生 (INTWDT1要求後にNP = 0にする)</p>	<p>・ NMI処理中にINTWDT2要求が発生</p>
INTWDT1	<p>・ INTWDT1処理中にNMI要求が発生</p>	<p>・ INTWDT1処理中にINTWDT1要求が発生</p>	<p>・ INTWDT1処理中にINTWDT2要求が発生</p>
INTWDT2	<p>・ INTWDT2処理中にNMI要求が発生</p>	<p>・ INTWDT2処理中にINTWDT1要求が発生</p>	<p>・ INTWDT2処理中にINTWDT2要求が発生</p>

17.2.1 動作

ノンマスクブル割り込み要求信号が発生した場合、CPUは次の処理を行い、ハンドラ・ルーチンに制御を移します。

復帰PCをFEPCに退避します。

現在のPSWをFEPSWに退避します。

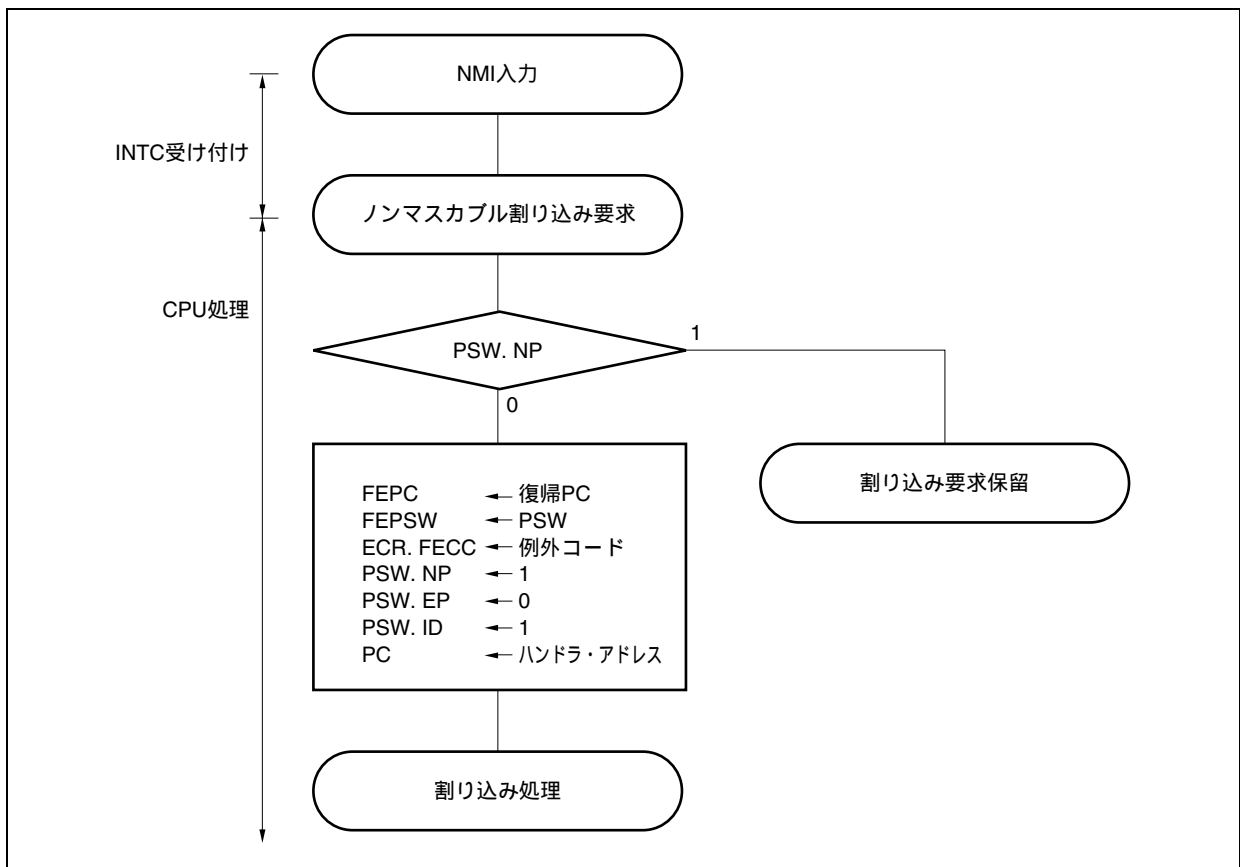
ECRの上位ハーフワード (FECC) に例外コード (0010H, 0020H, 0030H) を書き込みます。

PSWのNP, IDビットをセット (1) し, EPビットをクリア (0) します。

PCにノンマスクブル割り込みに対するハンドラ・アドレス (00000010H, 00000020H, 00000030H) をセットし, 制御を移します。

ノンマスクブル割り込みの処理形態を次に示します。

図17-2 ノンマスクブル割り込みの処理形態



17.2.2 復 帰

ノンマスクابل割り込み処理からは、RETI命令で復帰します。

(1) NMIの場合

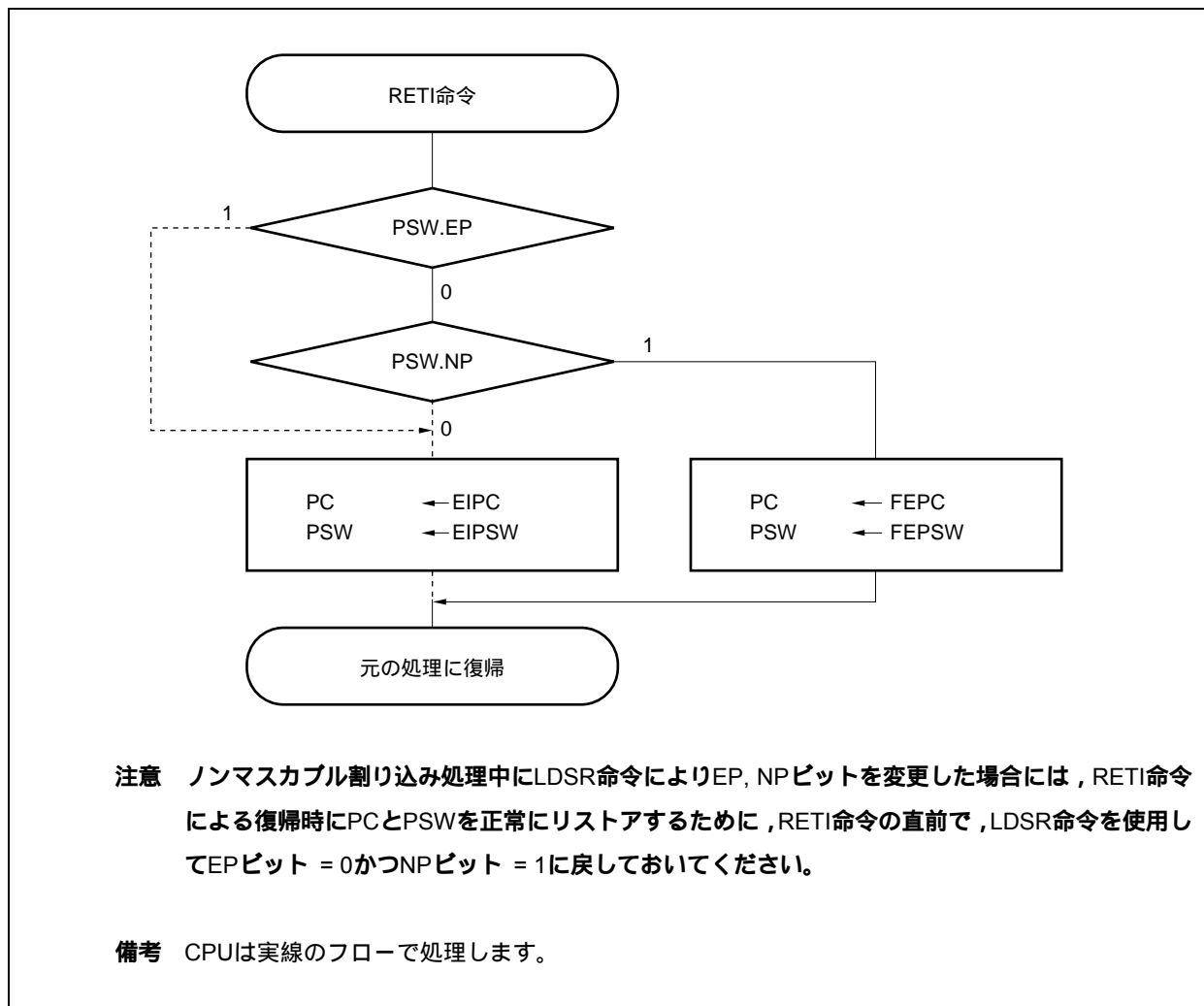
NMI処理からの復帰は、RETI命令により行います。

RETI命令の実行により、CPUは次の処理を行い、復帰PCのアドレスへ制御を移します。

- (i) PSW.EPビット = 0かつPSW.NPビット = 1なので、FEPC, FEPSWから復帰PC, PSWを取り出します。
- (ii) 取り出した復帰PC, PSWのアドレスに制御を移します。

RETI命令の処理形態を次に示します。

図17 - 3 RETI命令の処理形態



(2) INTWDT1, INTWDT2信号の場合

ノンマスクابل割り込み要求信号 (INTWDT1, INTWDT2) によるノンマスクابل割り込み処理については、17.10 **注意事項**を参照してください。

17.2.3 NPフラグ

NPフラグは、ノンマスクابل割り込みの処理中であることを示すステータス・フラグです。

ノンマスクابل割り込み要求を受け付けるとセットされ、ノンマスクابل要求をマスクして多重割り込みを禁止します。

リセット時：00000020H

	31		8	7	6	5	4	3	2	1	0
PSW	0			NP	EP	ID	SAT	CY	OV	S	Z

NP	NMI処理状態
0	ノンマスクابل割り込み処理中でない
1	ノンマスクابل割り込み処理中

17.3 マスカブル割り込み

マスカブル割り込み要求信号は、割り込み制御レジスタにより、割り込み受け付けをマスクできる割り込み要求信号です。V850ES/KE2には33種類のマスカブル割り込み要因があります（17.1.1 特徴参照）。

複数のマスカブル割り込み要求信号が同時に発生した場合は、デフォルト優先順位により、その優先順位が決定します。またデフォルト優先順位とは別に、割り込み制御レジスタによって、8レベルの割り込み優先順位を設定できます（プログラマブル優先順位制御）。

割り込み要求信号が受け付けられると割り込み禁止（DI）状態になり、以後のマスカブル割り込み要求信号の受け付けを禁止します。

割り込み処理ルーチン内でEI命令を実行すると割り込み許可（EI）状態となり、受け付け中の割り込み要求信号の優先順位レベル（割り込み制御レジスタで指定）よりも高い優先順位の割り込み要求信号の受け付けを許可します。同一レベル同士のネスティングはできません。

ただし、多重割り込みを許可するときは、EI命令を実行する前にEIPC、EIPSWをメモリ、またはレジスタに退避し、RETI命令を実行する前にDI命令を実行して、EIPC、EIPSWを元の値に復帰してください。

WDTM1.WDTM14ビットを“0”に設定すると、ウォッチドッグ・タイマ1オーバーフロー割り込みは、マスカブル割り込み（INTWDTM1）として機能します。

17.3.1 動作

マスカブル割り込み要求が発生した場合、CPUは次の処理を行い、ハンドラ・ルーチンに制御を移します。

復帰PCをEIPCに退避します。

現在のPSWをEIPSWに退避します。

ECRの下位ハーフワード（EICC）に例外コードを書き込みます。

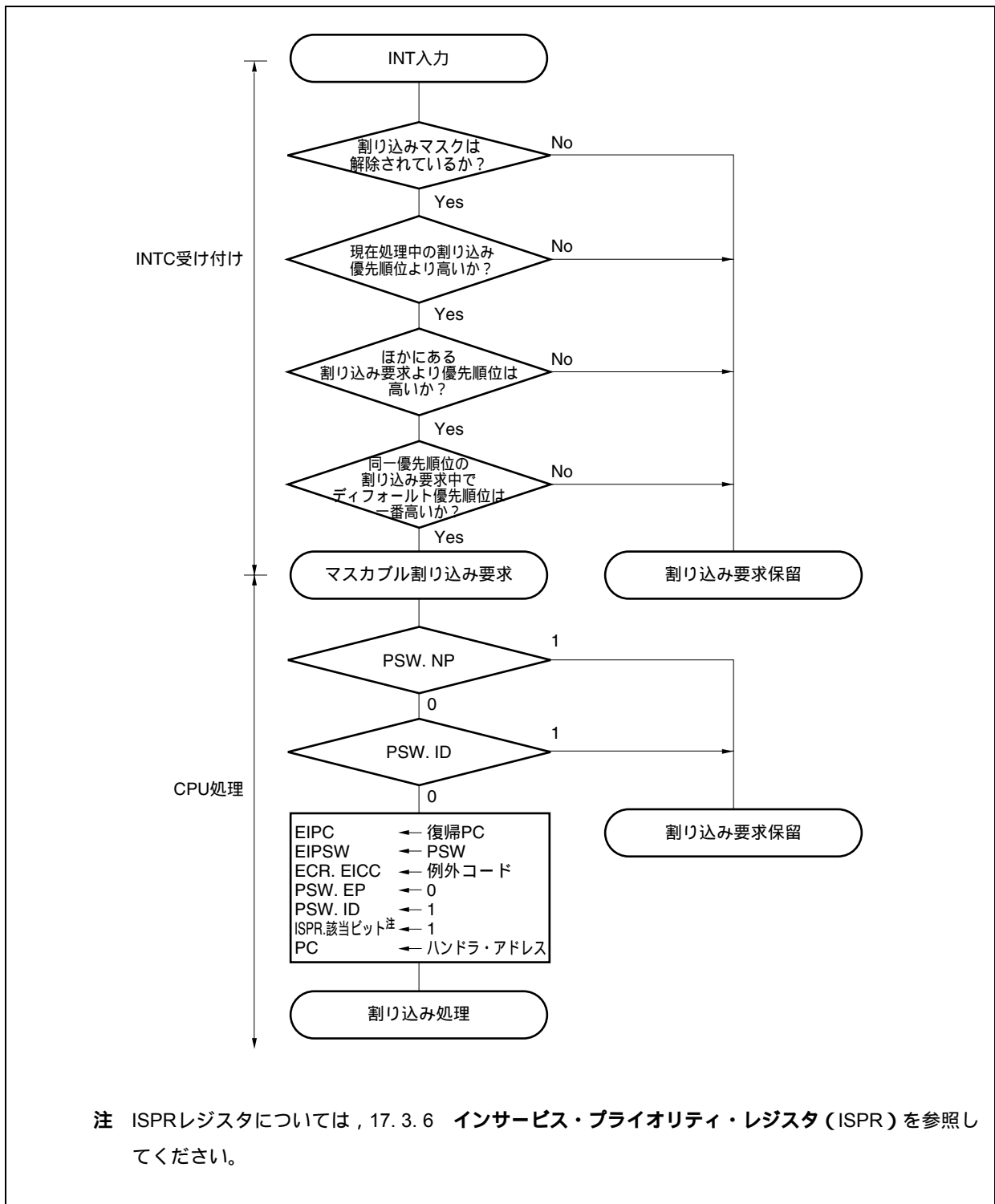
PSW.IDビットをセット（1）し、PSW.EPビットをクリア（0）します。

PCに各割り込みに対するハンドラ・アドレスをセットし、制御を移します。

なお、INTCでマスクされているマスカブル割り込み要求信号と、ほかの割り込み処理中（PSW.NPビット = 1またはIDビット = 1）に発生したマスカブル割り込み要求信号は、INTC内部で保留されます。この場合、マスクを解除するか、またはRETI命令、LDSR命令を使用してNPビット = 0かつIDビット = 0にすると、保留していたマスカブル割り込み要求信号の優先順位に従い、新たなマスカブル割り込み処理が開始されます。

マスカブル割り込みの処理形態を次に示します。

図17-4 マスカブル割り込みの処理形態



17.3.2 復 帰

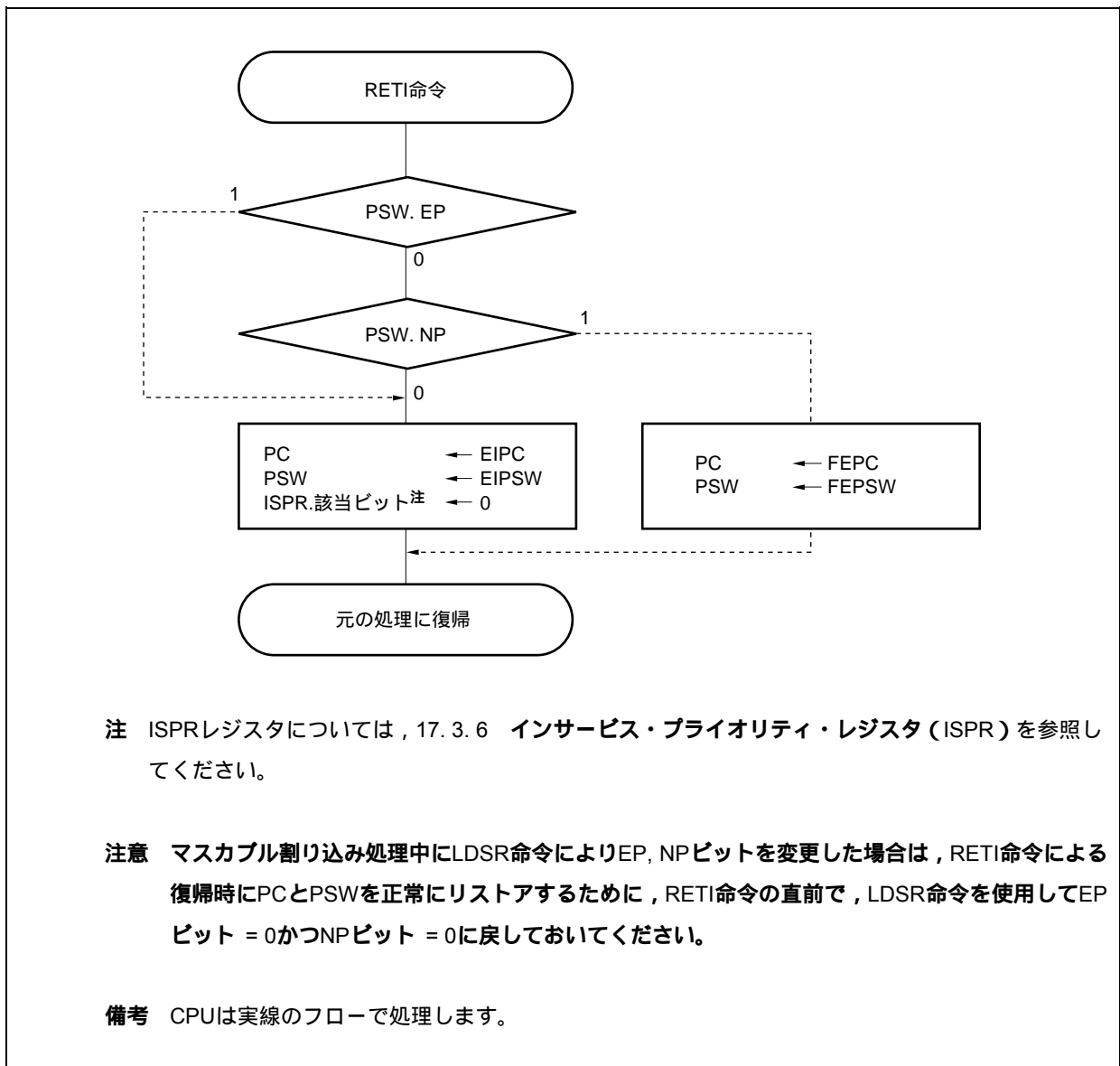
マスクブル割り込み処理からは、RETI命令で復帰します。

RETI命令の実行により、CPUは次の処理を行い復帰PCのアドレスへ制御を移します。

- (1) PSW.EPビット = 0かつPSW.NPビット = 0なので、EIPC, EIPSWから復帰PC, PSWを取り出します。
- (2) 取り出した復帰PC, PSWのアドレスに制御を移します。

RETI命令の処理形態を次に示します。

図17 - 5 RETI命令の処理形態



17.3.3 マスカブル割り込みの優先順位

INTCは、割り込み処理中にさらに別の割り込みを受け付ける多重割り込みの処理を行います。多重割り込みは、優先順位によって制御できます。

優先順位制御には、デフォルト優先順位による制御と、割り込み優先順位指定ビット (xxICn.xxPRnビット) によるプログラマブル優先順位制御があります。デフォルト優先順位による制御は、xxPRnビットによる複数の同一優先順位レベルの割り込みが同時に発生している場合、各割り込み要求にあらかじめ割り付けてある優先順位 (デフォルト優先順位) に従って割り込みを処理します (表17-1 割り込み要因一覧参照)。プログラマブル優先順位制御は、各割り込み要求を優先順位指定フラグの設定によって8レベルに分けます。

なお、割り込み要求信号を受け付けるとPSW.IDフラグが自動的にセット (1) されるので、多重割り込みを使用する場合は、割り込み処理プログラム中でEI命令を実行するなどしてIDフラグをクリア (0) し、割り込み許可状態にしてください。

備考 xx : 各周辺ユニット識別名称 (表17-2 割り込み制御レジスタ (xxICn) 参照)

n : 周辺ユニット番号 (表17-2 割り込み制御レジスタ (xxICn) 参照)

図17-6 割り込み処理中にほかの割り込み要求信号が発生した場合の処理例 (2/2)

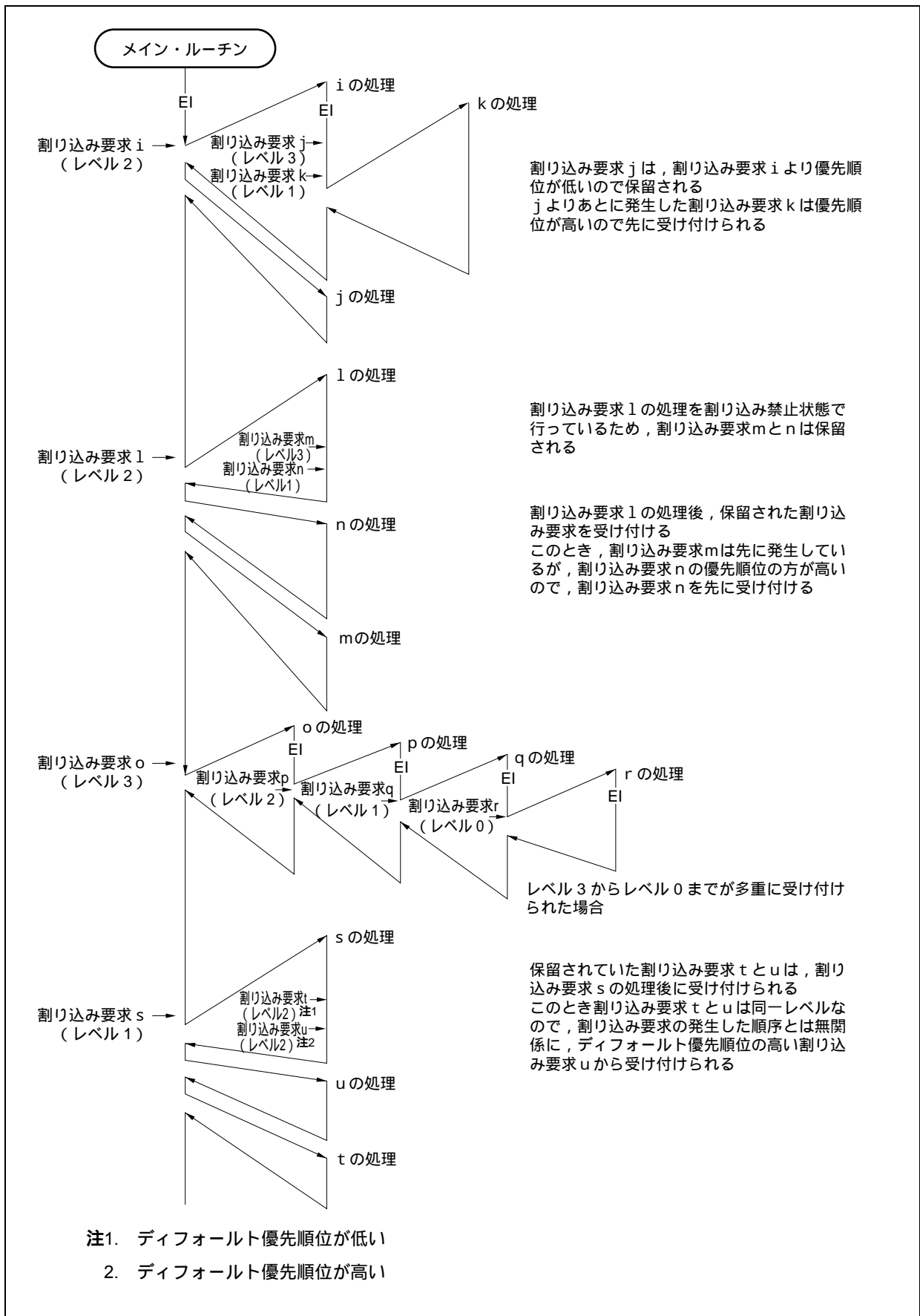
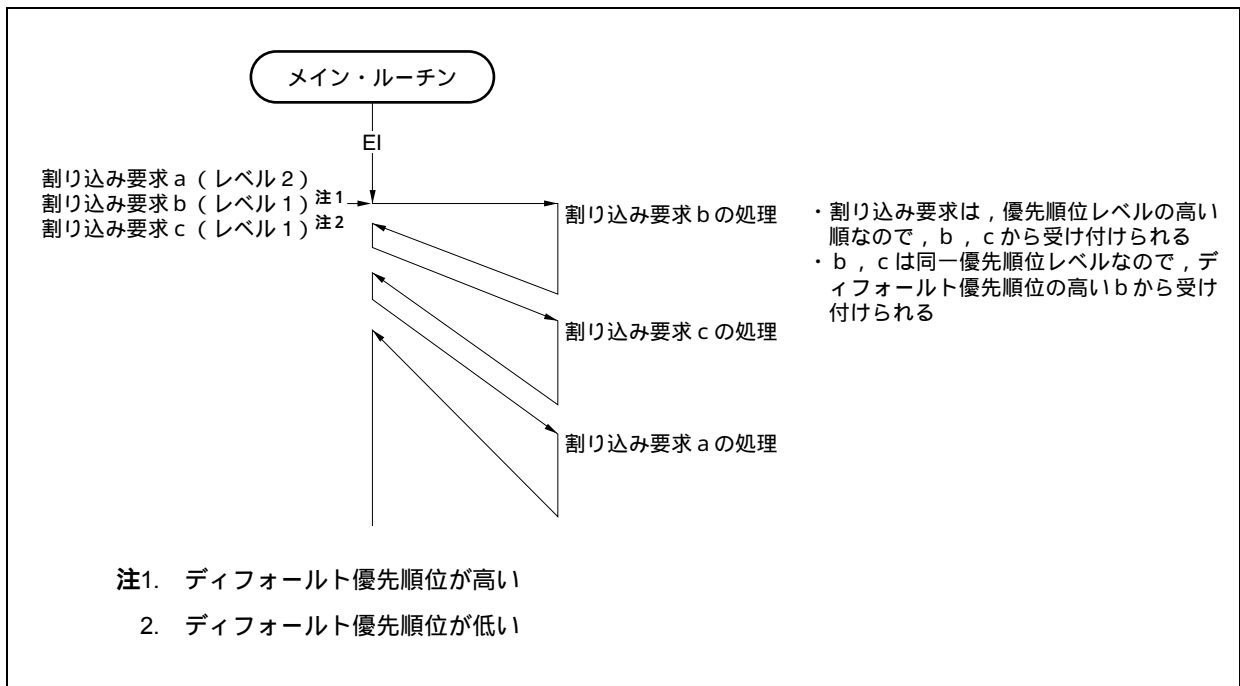


図17 - 7 同時発生した割り込み要求信号の処理例



17.3.4 割り込み制御レジスタ (xxICn)

割り込み要求 (マスカブル割り込み) ごとに割り当てられ, 各割り込みに対する制御条件を設定します。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより47Hになります。

注意 xxICn.xxIFn ビットを読み出す場合は, 割り込み禁止(DI)状態で行ってください。割り込み許可(EI)状態で xxIFn ビットを読み出すと, 割り込みの受け付けとビットの読み出しのタイミングが競合した場合に, 正常な値が読み出せないことがあります。

リセット時: 47H R/W アドレス: FFFFFFF110H-FFFFFF168H

	⑦	⑥	5	4	3	2	1	0
xxICn	xxIFn	xxMKn	0	0	0	xxPRn2	xxPRn1	xxPRn0

xxIFn	割り込み要求フラグ ^注
0	割り込み要求なし
1	割り込み要求あり

xxMKn	割り込みマスク・フラグ
0	割り込み処理を許可
1	割り込み処理を禁止 (保留)

xxPRn2	xxPRn1	xxPRn0	割り込み優先順位指定ビット
0	0	0	レベル0 (最高位) を指定
0	0	1	レベル1 を指定
0	1	0	レベル2 を指定
0	1	1	レベル3 を指定
1	0	0	レベル4 を指定
1	0	1	レベル5 を指定
1	1	0	レベル6 を指定
1	1	1	レベル7 (最低位) を指定

注 割り込み要求が受け付けられるとハードウェアにより自動的にリセットされます。

備考 xx : 各周辺ユニット識別名称 (表17-2 割り込み制御レジスタ (xxICn) 参照)

n : 周辺ユニット番号 (表17-2 割り込み制御レジスタ (xxICn) 参照)

各割り込み制御レジスタのアドレスとビットを次に示します。

表17 - 2 割り込み制御レジスタ (xxlCn)

アドレス	レジスタ	ビット							
				5	4	3	2	1	0
FFFFFF110H	WDT1IC	WDT1IF	WDT1MK	0	0	0	WDT1PR2	WDT1PR1	WDT1PR0
FFFFFF112H	PIC0	PIF0	PMK0	0	0	0	PPR02	PPR01	PPR00
FFFFFF114H	PIC1	PIF1	PMK1	0	0	0	PPR12	PPR11	PPR10
FFFFFF116H	PIC2	PIF2	PMK2	0	0	0	PPR22	PPR21	PPR20
FFFFFF118H	PIC3	PIF3	PMK3	0	0	0	PPR32	PPR31	PPR30
FFFFFF11AH	PIC4	PIF4	PMK4	0	0	0	PPR42	PPR41	PPR40
FFFFFF11CH	PIC5	PIF5	PMK5	0	0	0	PPR52	PPR51	PPR50
FFFFFF11EH	PIC6	PIF6	PMK6	0	0	0	PPR62	PPR61	PPR60
FFFFFF124H	TM0IC10	TM0IF10	TM0MK10	0	0	0	TM0PR102	TM0PR101	TM0PR100
FFFFFF126H	TM0IC11	TM0IF11	TM0MK11	0	0	0	TM0PR112	TM0PR111	TM0PR110
FFFFFF128H	TM5IC0	TM5IF0	TM5MK0	0	0	0	TM5PR02	TM5PR01	TM5PR00
FFFFFF12AH	TM5IC1	TM5IF1	TM5MK1	0	0	0	TM5PR12	TM5PR11	TM5PR10
FFFFFF12CH	CSI0IC0	CSI0IF0	CSI0MK0	0	0	0	CSI0PR02	CSI0PR01	CSI0PR00
FFFFFF12EH	CSI0IC1	CSI0IF1	CSI0MK1	0	0	0	CSI0PR12	CSI0PR11	CSI0PR10
FFFFFF130H	SREIC0	SREIF0	SREMK0	0	0	0	SREPR02	SREPR01	SREPR00
FFFFFF132H	SRIC0	SRIF0	SRMK0	0	0	0	SRPR02	SRPR01	SRPR00
FFFFFF134H	STIC0	STIF0	STMK0	0	0	0	STPR02	STPR01	STPR00
FFFFFF136H	SREIC1	SREIF1	SREMK1	0	0	0	SREPR12	SREPR11	SREPR10
FFFFFF138H	SRIC1	SRIF1	SRMK1	0	0	0	SRPR12	SRPR11	SRPR10
FFFFFF13AH	STIC1	STIF1	STMK1	0	0	0	STPR12	STPR11	STPR10
FFFFFF13CH	TMHIC0	TMHIF0	TMHMK0	0	0	0	TMHPR02	TMHPR01	TMHPR00
FFFFFF13EH	TMHIC1	TMHIF1	TMHMK1	0	0	0	TMHPR12	TMHPR11	TMHPR10
FFFFFF142H	IICIC0	IICIF0	IICMK0	0	0	0	IICPR02	IICPR01	IICPR00
FFFFFF144H	ADIC	ADIF	ADMK	0	0	0	ADPR2	ADPR1	ADPR0
FFFFFF146H	KRIC	KRIF	KRMK	0	0	0	KRPR2	KRPR1	KRPR0
FFFFFF148H	WTIIC	WTIIF	WTIMK	0	0	0	WTIPR2	WTIPR1	WTIPR0
FFFFFF14AH	WTIC	WTIF	WTMK	0	0	0	WTPR2	WTPR1	WTPR0
FFFFFF14CH	BRGIC	BRGIF	BRGMK	0	0	0	BRGPR2	BRGPR1	BRGPR0
FFFFFF172H	PIC7	PIF7	PMK7	0	0	0	PPR72	PPR71	PPR70
FFFFFF174H	TP0OVIC	TP0OVIF	TP0OVMK	0	0	0	TP0OVPR2	TP0OVPR1	TP0OVPR0
FFFFFF176H	TP0CCIC0	TP0CCIF0	TP0CCMK0	0	0	0	TP0CCPR02	TP0CCPR01	TP0CCPR00
FFFFFF178H	TP0CCIC1	TP0CCIF1	TP0CCMK1	0	0	0	TP0CCPR12	TP0CCPR11	TP0CCPR10

17.3.5 割り込みマスク・レジスタ0, 1, 3 (IMR0, IMR1, IMR3)

マスク可能割り込みに対する割り込みマスク状態を設定します。IMR0, IMR1, IMR3レジスタのxxMKnビットとxxlCnレジスタのxxMKnビットは、それぞれ連結しています。

IMRmレジスタは、16ビット単位でリード/ライト可能です (m = 0, 1, 3)。

IMRkレジスタの上位8ビットをIMRkHレジスタ、下位8ビットをIMRkLレジスタとして使用する場合は、8/16ビット単位でリード/ライト可能です (k = 0, 1)。

注意 デバイス・ファイルでは、xxlCnレジスタのxxMKnビットを予約語として定義しています。したがって、xxMKnビットの名称でビット操作を行うと、IMRmレジスタではなくxxlCnレジスタを書き換えます (結果としてIMRmレジスタも書き換わります)。

リセット時：FFFFH R/W アドレス：IMR0 FFFFF100H,
IMP0L FFFFF100H, IMR0H FFFFF101H

IMR0 (IMR0H ^注)	15	14	13	12	11	10	9	8
	CSI0MK1	CSI0MK0	TM5MK1	TM5MK0	TM0MK11	TM0MK10	1	1
(IMR0L)	7	6	5	4	3	2	1	0
	PMK6	PMK5	PMK4	PMK3	PMK2	PMK1	PMK0	WDT1MK

リセット時：FFFFH R/W アドレス：IMR1 FFFFF102H
IMR1L FFFFF102H, IMR1H FFFFF103H

IMR1 (IMR1H ^注)	15	14	13	12	11	10	9	8
	1	BRGMK	WTMK	WTIMK	KRMK	ADMK	IICMK0	1
(IMR1L)	7	6	5	4	3	2	1	0
	TMHMK1	TMHMK0	STMK1	SRMK1	SREMK1	STMK0	SRMK0	SREMK0

リセット時：FFFFH R/W アドレス：IMR3 IMR3L FFFFF106H

IMR3	15	14	13	12	11	10	9	8
	1	1	1	1	1	1	1	1
(IMR3L)	7	6	5	4	3	2	1	0
	1	1	1	TP0CCMK1	TP0CCMK2	TP0OVFMK	PMK7	1

xxMKn	割り込みマスク・フラグの設定
0	割り込み処理を許可
1	割り込み処理を禁止

注 IMR0, IMR1のビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は, IMR0H, IMR1Hのビット0-7として指定してください。

注意 IMR0レジスタのビット9, 8, IMR1レジスタのビット15, 8, IMR3レジスタのビット15-5, 0には, **必ず1を設定してください。変更した場合の動作は保証できません。**

備考 xx : 各周辺ユニット識別名称 (表17-2 割り込み制御レジスタ (xxICn) 参照)
n : 周辺ユニット番号 (表17-2 割り込み制御レジスタ (xxICn) 参照)

17.3.6 インサース・プライオリティ・レジスタ (ISPR)

受け付け中のマスカブル割り込みの優先順位レベルを保持します。割り込み要求信号が受け付けられると、その割り込み要求信号の優先順位レベルに対応するビットがセット(1)され、サービス中保持されます。

RETI命令の実行時、ISPRレジスタ内でセット(1)されているビットのうち、最も優先順位の高い割り込み要求信号に対応するビットがハードウェアにより自動的にクリア(0)されます。ただし、ノンマスカブルの割り込み処理や例外処理からの復帰の場合はクリア(0)されません。

8/1ビット単位でリードのみ可能です。

リセットにより00Hになります。

注意 割り込み許可(EI)状態において、ISPRレジスタをリード中に割り込みを受け付けた場合、その割り込み受け付けによるビットがセット(1)されたあとのISPRレジスタ値がリードされることがあります。割り込み受け付け前のISPRレジスタの値を確実にリードしたい場合は、割り込み禁止(DI)状態でリードしてください。

リセット時 : 00H R アドレス : FFFFF1FAH

	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	①
ISPR	ISPR7	ISPR6	ISPR5	ISPR4	ISPR3	ISPR2	ISPR1	ISPR0

ISPRn	受け付け中の割り込みの優先順位
0	優先順位nの割り込み要求を受け付けていない
1	優先順位nの割り込み要求を受け付け中

備考 n : 0-7 (優先順位のレベル)

17.3.7 IDフラグ

マスクブル割り込みの動作状態を制御し、割り込み要求信号受け付けの許可/禁止制御情報を記憶します。

割り込み禁止フラグ (ID) は、PSWに割り付けられています。

リセットにより00000020Hになります。

リセット時：00000020H

	31		8	7	6	5	4	3	2	1	0				
PSW	0							NP	EP	ID	SAT	CY	OV	S	Z

ID	マスクブル割り込み処理の指定 ^注
0	マスクブル割り込み要求信号の受け付けを許可
1	マスクブル割り込み要求信号の受け付けを禁止

注 割り込み禁止フラグ (ID) の機能

DI命令でセット (1) , EI命令でクリア (0) されます。また, RETI命令およびPSWへのLDSR命令により値が書き換えられます。

ノンマスクブル割り込み要求信号および例外は, このフラグの状態に関係なく受け付けられます。また, マスクブル割り込み要求信号を受け付けると, IDフラグはハードウェアで自動的にセット (1) されます。

受け付け禁止期間中 (IDフラグ = 1) に発生した割り込み要求信号は, xxCn.xxIFnビットがセット (1) され, IDフラグがクリア (0) されると受け付けられます。

17.3.8 ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ1 (WDTM1)

このレジスタは、特定レジスタです。特定のシーケンスによってのみ書き込みができます。マスクブル割り込み (INTWDT1) を発生させるには、WDTM14ビットを0に設定してください。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です (詳細は第11章 ウォッチドッグ・タイマ機能参照)。

リセット時 : 00H R/W アドレス : FFFFFFF6C2H

	⑦	6	5	4	3	2	1	0
WDTM1	RUN1	0	0	WDTM14	WDTM13	0	0	0

RUN1	ウォッチドッグ・タイマの動作モードの選択 ^{注1}
0	カウントの停止
1	カウンタをクリアし、カウントを開始

WDTM14	WDTM13	ウォッチドッグ・タイマの動作モードの選択 ^{注2}
0	0	インターバル・タイマ・モード
0	1	(オーバーフロー発生時、マスクブル割り込みINTWDTM1発生)
1	0	ウォッチドッグ・タイマ・モード ^{注3} (オーバーフロー発生時、ノンマスクブル割り込みINTWDT1発生)
1	1	ウォッチドッグ・タイマ・モード ² (オーバーフロー発生時、リセット動作WDTRES2を起動)

注1. RUN1ビットは、一度セット (1) されると、ソフトウェアでクリア (0) することはできません。

したがって、カウントを開始すると、リセット以外で停止させることはできません。

2. WDTM14, WDTM13ビットは、一度セット (1) されると、ソフトウェアでクリア (0) することはできません。これらのビットをクリアするには、リセットだけが有効です。

3. ノンマスクブル割り込み要求信号 (INTWDT1) による、ノンマスクブル割り込み処理については、17.10 注意事項を参照してください。

17.4 外部割り込み要求入力端子 (NMI, INTP0-INTP7)

17.4.1 ノイズ除去

(1) NMI端子のノイズ除去

NMI端子はアナログ・ディレイによるノイズ除去回路を内蔵しています。したがって、NMI端子への入力レベルを一定時間以上維持しなければ、エッジとして検出できません。また、エッジの検出は一定時間後になります。

なお、NMI端子はSTOPモードの解除に使用します。STOPモードでは、内部システム・クロックは停止しているため、システム・クロックを使用したノイズ除去を行っていません。

(2) INTP0-INTP2, INTP4-INTP7端子のノイズ除去

INTP0-INTP2, INTP4-INTP7端子はアナログ・ディレイによるノイズ除去回路を内蔵しています。したがって、各端子への入力レベルを一定時間以上維持しなければ、エッジとして検出できません。また、エッジの検出は一定時間後になります。

(3) INTP3端子のノイズ除去

INTP3端子はデジタル/アナログ・ノイズ除去回路を内蔵しており、NFC.NFENビットにより選択できます。

デジタル・ノイズ除去回路のサンプリング回数は、NFC.NFSTSビットにより3回または2回を選択できます。サンプリング・クロックは、NFC.NFC2-NFC0ビットにより $f_{xx}/64$, $f_{xx}/128$, $f_{xx}/256$, $f_{xx}/512$, $f_{xx}/1024$, f_{XT} の中から選択できます。なお、サンプリング・クロックを $f_{xx}/64$, $f_{xx}/128$, $f_{xx}/256$, $f_{xx}/512$, $f_{xx}/1024$ に設定した場合、IDLE/STOPモード時にサンプリング・クロックが停止するので、スタンバイ解除要因として使用できません。この場合、サンプリング・クロックを f_{XT} とするか、またはアナログ・ノイズ除去回路を選択することで、スタンバイ解除要因として使用できます。

(a) デジタル・ノイズ除去制御レジスタ (NFC)

NFCレジスタは、INTP3端子のノイズ除去の制御をします。ノイズ除去クロックにf_{XT}を使用すると、IDLE/STOPモード時にもINTP3端子による外部割り込み機能を使用できます。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF318H

	7	6	5	4	3	2	1	0
NFC	NFEN	NFSTS	0	0	0	NFC2	NFC1	NFC0

NFEN	INTP3端子のノイズ除去の設定
0	アナログ・ノイズ除去
1	デジタル・ノイズ除去

NFSTS	デジタル・ノイズ除去のサンプリング回数の設定
0	サンプリング回数 = 3回
1	サンプリング回数 = 2回

NFC2	NFC1	NFC0	サンプリング・クロックの選択
0	0	0	f _{xx} /64
0	0	1	f _{xx} /128
0	1	0	f _{xx} /256
0	1	1	f _{xx} /512
1	0	0	f _{xx} /1024
1	0	1	f _{XT}
上記以外			設定禁止

備考 f_{xx}：メイン・クロック周波数

f_{XT}：サブクロック周波数

< ノイズ除去幅 >

デジタル・ノイズ除去幅 (t_{WIT3}) は、サンプリング・クロック周期：T，サンプリング回数：Mとすると、次のようになります。

- ・ $t_{WIT3} < (M - 1) T$: 確実にノイズとして除去
- ・ $(M - 1) T < t_{WIT3} < MT$: ノイズとして除去，あるいは有効エッジとして検出
- ・ $t_{WIT3} > MT$: 確実に有効エッジとして検出

したがって、INTP3端子入力の有効エッジを確実に検出するためには、MT以上のパルス幅を入力する必要があります。

NFSTS	NFC2	NFC1	NFC0	サンプリング・クロック	除去できる最小ノイズ幅		
					$f_{xx} = 20 \text{ MHz}$	$f_{xx} = 10 \text{ MHz}$	$f_{xx} = 8 \text{ MHz}$
0	0	0	0	$f_{xx}/64$	6.4 μs	12.8 μs	16 μs
0	0	0	1	$f_{xx}/128$	12.8 μs	25.6 μs	32 μs
0	0	1	0	$f_{xx}/256$	25.6 μs	51.2 μs	64 μs
0	0	1	1	$f_{xx}/512$	51.2 μs	102.4 μs	128 μs
0	1	0	0	$f_{xx}/1024$	102.4 μs	204.8 μs	256 μs
0	1	0	1	$f_{XT} (32.768 \text{ kHz})$	61.04 μs		
1	0	0	0	$f_{xx}/64$	3.2 μs	6.4 μs	8 μs
1	0	0	1	$f_{xx}/128$	6.4 μs	12.8 μs	16 μs
1	0	1	0	$f_{xx}/256$	12.8 μs	25.6 μs	32 μs
1	0	1	1	$f_{xx}/512$	25.6 μs	51.2 μs	64 μs
1	1	0	0	$f_{xx}/1024$	51.2 μs	102.4 μs	128 μs
1	1	0	1	$f_{XT} (32.768 \text{ kHz})$	30.52 μs		
上記以外				設定禁止			

17.4.2 エッジ検出

NMI, INTP0-INTP7端子の有効エッジは、次の4種類から端子ごとに選択できます。

- ・ 立ち上がりエッジ
- ・ 立ち下がりエッジ
- ・ 両エッジ
- ・ エッジ検出なし

リセット後のNMI端子は“エッジ検出なし”になっていますので、INTF0, INTR0レジスタで有効エッジを許可しないと、割り込み要求を受け付けません（通常ポートとして機能します）。

P02を出力ポートとして使用する場合は、NMI端子の有効エッジを“エッジ検出なし”に設定してください。

(1) 外部割り込み立ち上がり, 立ち下がりエッジ指定レジスタ0 (INTR0, INTF0)

NMI, INTP0-INTP3端子の立ち上がり, 立ち下がりエッジ検出を指定する8ビットのレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hなります。

注意 外部割り込み機能(兼用機能)からポート機能に切り替える際, エッジ検出を行う可能性があるため, INTF0n, INTR0nビット = 00に設定したあとにポート・モードに設定してください。

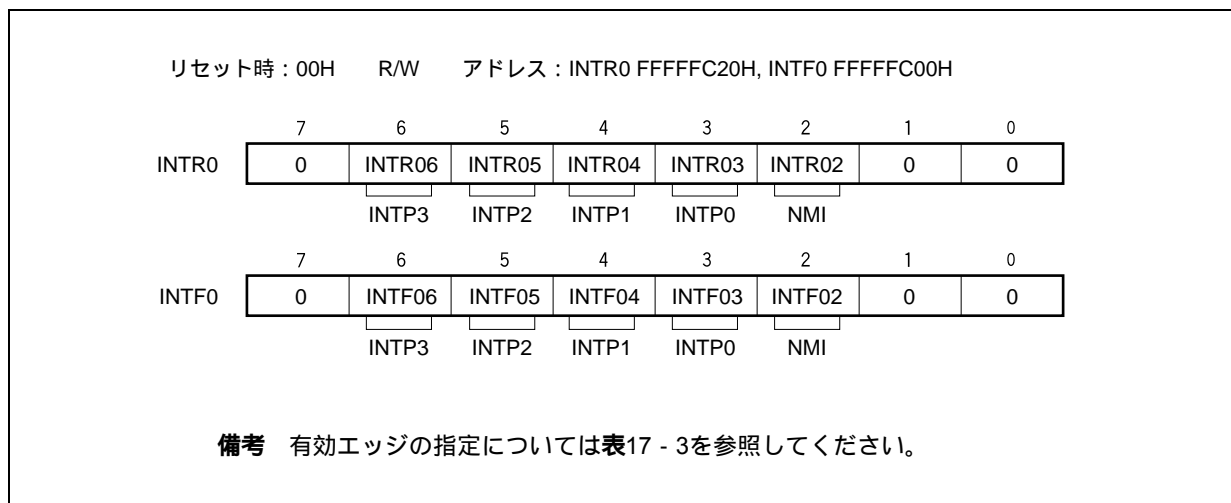


表17 - 3 NMI, INTP0-INTP3端子の有効エッジの指定

INTF0n	INTR0n	有効エッジの指定 (n = 2-6)
0	0	エッジ検出なし
0	1	立ち上がりエッジ
1	0	立ち下がりエッジ
1	1	両エッジ

備考 n = 2 : NMI端子の制御

n = 3-6 : INTP0-INTP3端子の制御

(2) 外部割り込み立ち上がり, 立ち下がりエッジ指定レジスタ3 (INTR3, INTF3)

INTP7端子の立ち上がり, 立ち下がりエッジ検出を指定する8ビットのレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

注意 外部割り込み機能(兼用機能)からポート機能に切り替える際, エッジ検出を行う可能性があるため, INTF31, INTR31ビット = 00に設定したあとにポート・モードに設定してください。

リセット時: 00H R/W アドレス: INTR3 FFFFFFFC26H, INTF3 FFFFFFFC06H

	7	6	5	4	3	2	1	0
INTR3	0	0	0	0	0	0	INTR31	0
							└──┬──┘	
							INTP7	

	7	6	5	4	3	2	1	0
INTF3	0	0	0	0	0	0	INTF31	0
							└──┬──┘	
							INTP7	

備考 有効エッジの指定については表17-4を参照してください。

表17-4 INTP7端子の有効エッジの指定

INTF31	INTR31	有効エッジの指定
0	0	エッジ検出なし
0	1	立ち上がりエッジ
1	0	立ち下がりエッジ
1	1	両エッジ

(3) 外部割り込み立ち上がり, 立ち下がりエッジ指定レジスタ9H (INTR9H, INTF9H)

INTP4-INTP6端子の立ち上がりエッジ検出を指定する8ビットのレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

注意 外部割り込み機能(兼用機能)からポート機能に切り替える際, エッジ検出を行う可能性があるため, INTF9n, INTR9nビット = 00に設定したあとにポート・モードに設定してください。

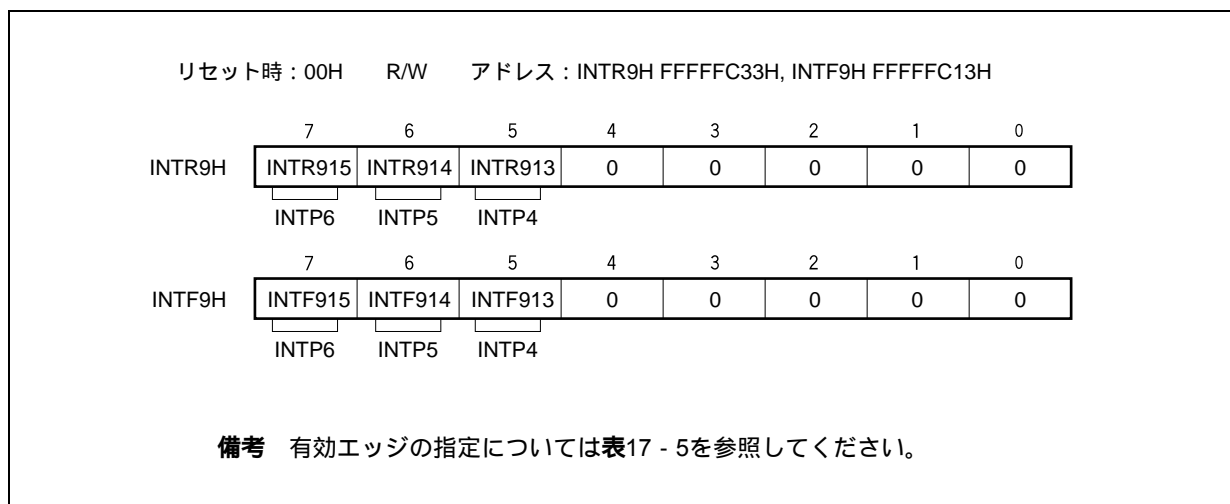


表17 - 5 INTP4-INTP6端子の有効エッジの指定

INTF9n	INTR9n	有効エッジの指定 (n = 13-15)
0	0	エッジ検出なし
0	1	立ち上がりエッジ
1	0	立ち下がりエッジ
1	1	両エッジ

備考 n = 13-15 : INTP4-INTP6端子の制御

17.5 ソフトウェア例外

ソフトウェア例外は、CPUのTRAP命令の実行により発生する例外で、常に受け付け可能です。

17.5.1 動作

ソフトウェア例外が発生した場合、CPUは次の処理を行い、ハンドラ・ルーチンへ制御を移します。

復帰PCをEIPCに退避します。

現在のPSWをEIPSWに退避します。

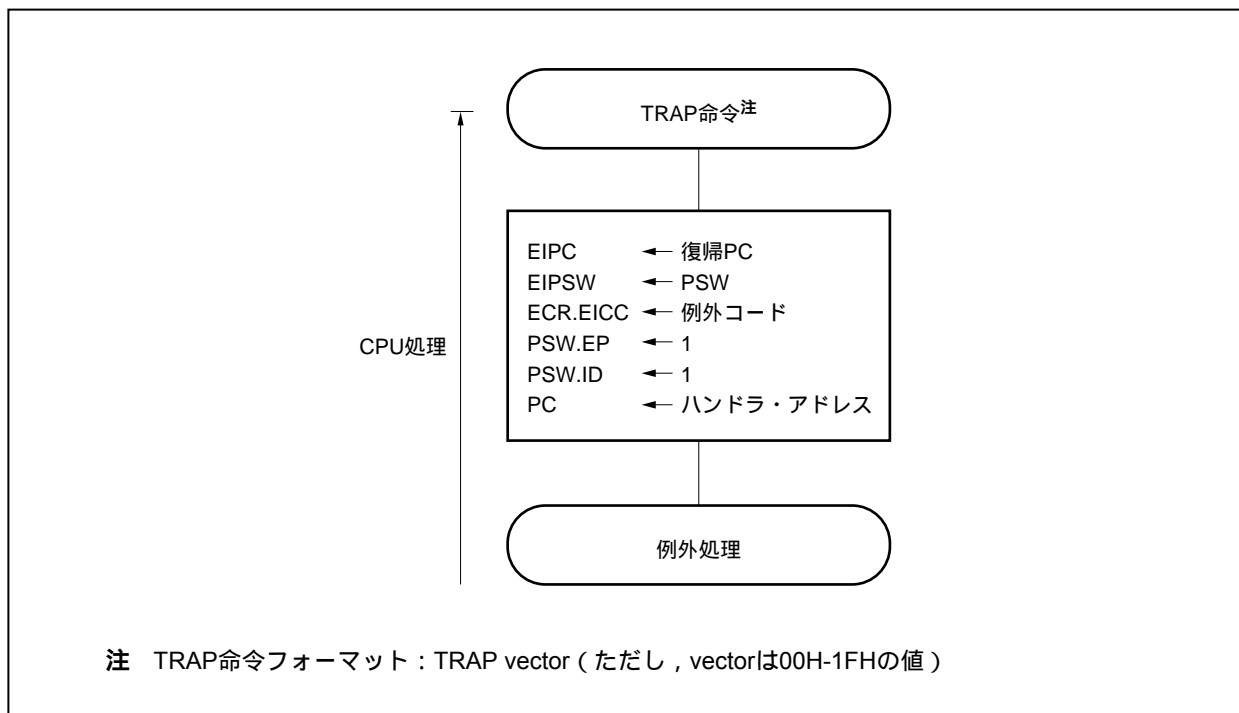
ECR (割り込み要因) の下位16ビット (EICC) に例外コードを書き込みます。

PSW.EP, IDビットをセット (1) します。

PCにソフトウェア例外に対するハンドラ・アドレス (00000040Hまたは00000050H) をセットし、制御を移します。

ソフトウェア例外の処理形態を、次に示します。

図17-8 ソフトウェア例外の処理形態



ハンドラ・アドレスは、TRAP命令のオペランド (vector) によって決まります。vectorが00H-1FHの場合は00000040Hとなり、10H-1FHの場合は00000050Hとなります。

17.5.2 復 帰

ソフトウェア例外処理からの復帰は、RETI命令により行います。

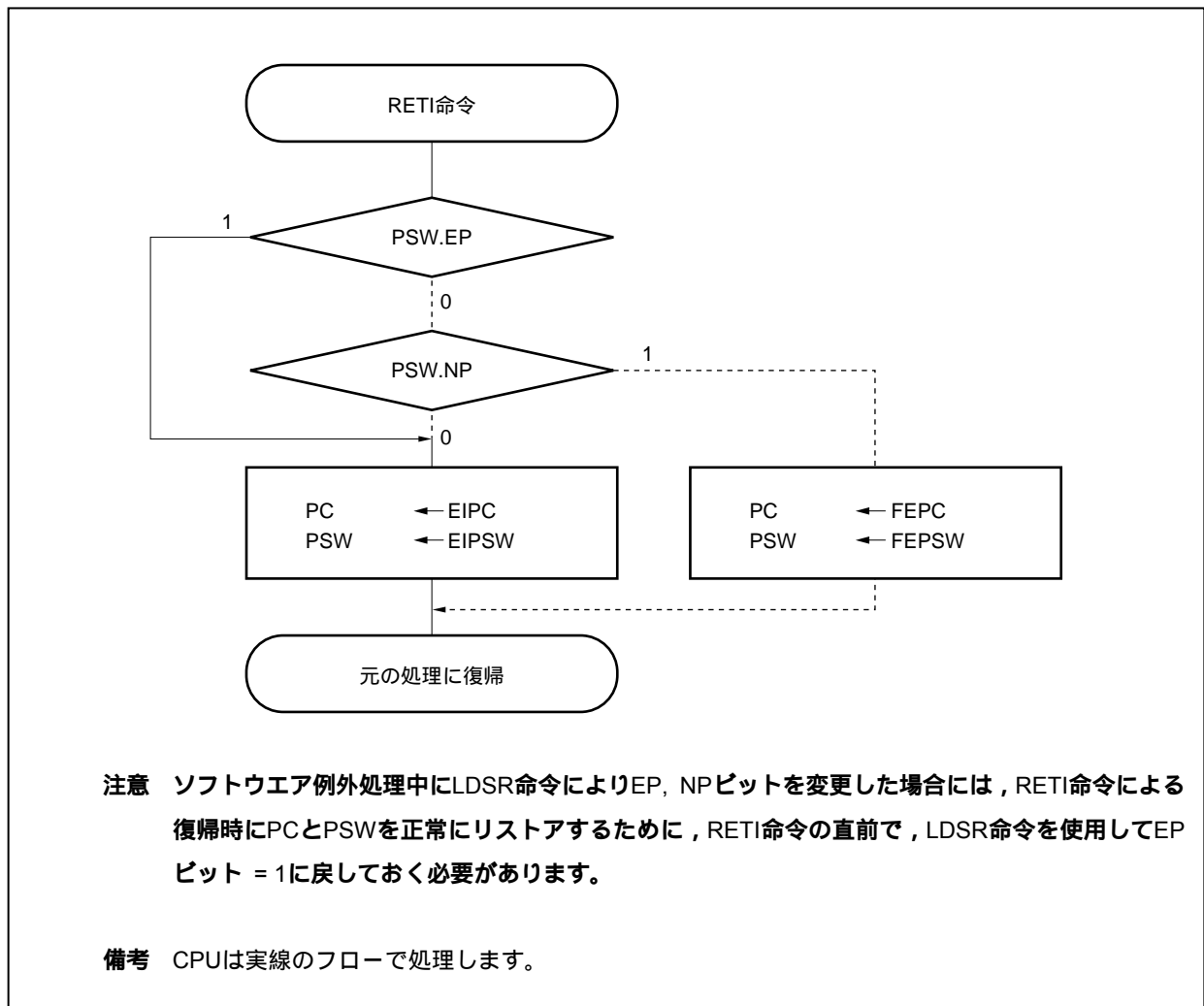
RETI命令の実行により、CPUは次の処理を行い復帰PCのアドレスへ制御を移します。

PSW.EPビット = 1なので、EIPC, EIPSWから復帰PC, PSWを取り出します。

取り出した復帰PCのアドレス、PSWの状態に制御を移します。

RETI命令の処理形態を次に示します。

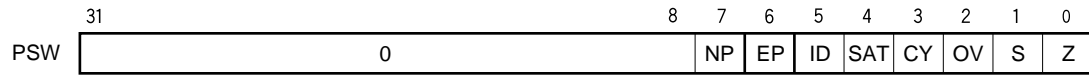
図17 - 9 RETI命令の処理形態



17.5.3 EPフラグ

EPフラグは例外処理中であることを示すステータス・フラグです。例外の発生でセットされます。

リセット時：00000020H



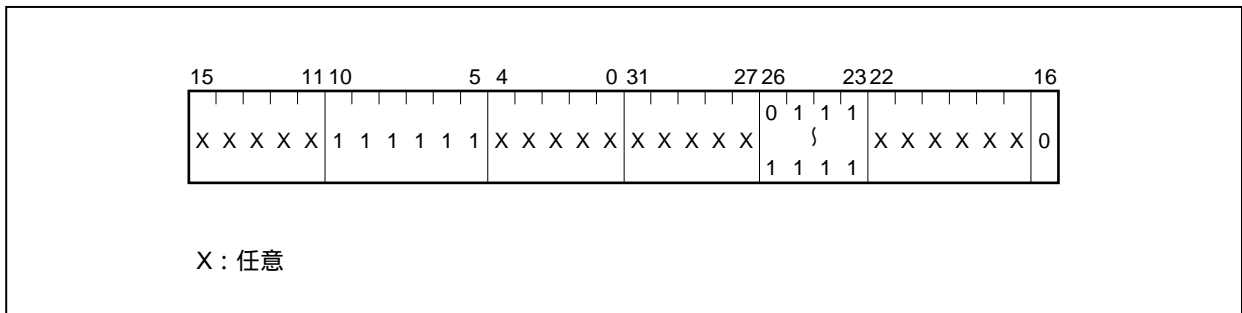
EP	例外処理状態
0	例外処理中でない
1	例外処理中

17.6 例外トラップ

例外トラップは、命令の不正実行が発生した場合に要求される割り込みです。V850ES/KE2では、不正命令コード・トラップ (ILGOP : Illegal Opcode Trap) が例外トラップに当たります。

17.6.1 不正命令コード

不正命令は、命令のオペコード(ビット10-5)が11111Bで、サブオペコード(ビット26-23)が0111B-1111B、サブオペコード(ビット16)が0Bであるものです。この不正命令に当てはまる命令を実行したときに、例外トラップが発生します。



注意 不正命令コードには、将来、新規に命令を割り当てる可能性があるため、使用しないことを推奨します。

(1) 動作

例外トラップが発生した場合、CPUは次の処理を行い、ハンドラ・ルーチンへ制御を移します。

復帰PCをDBPCに退避します。

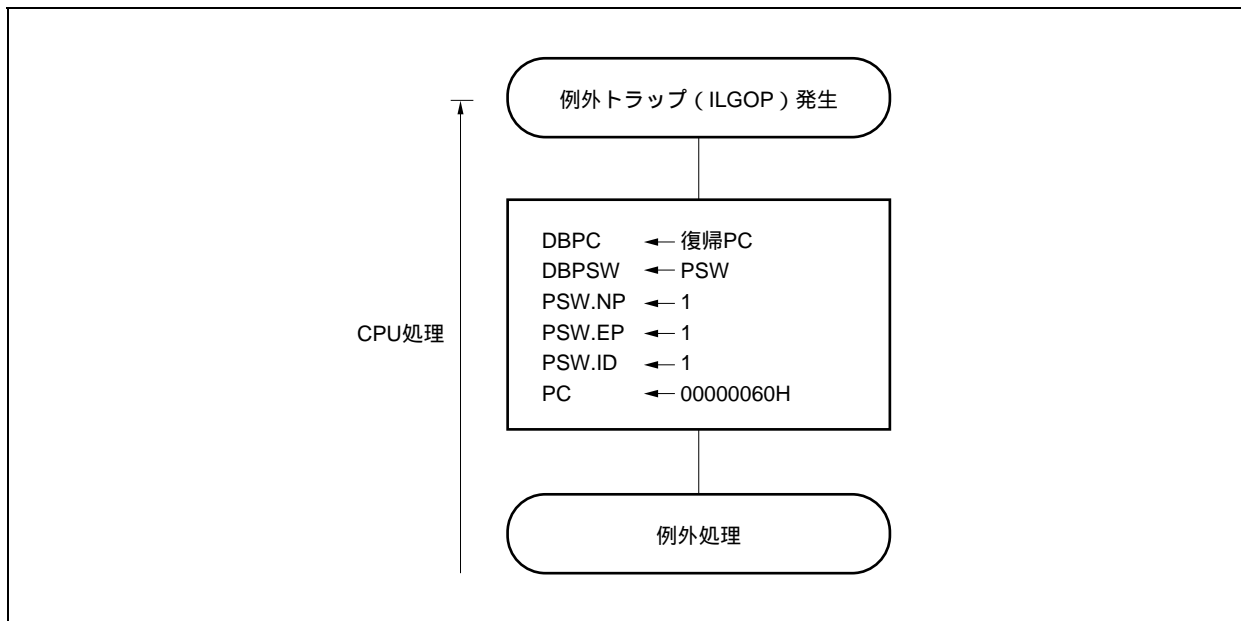
現在のPSWをDBPSWに退避します。

PSW.NP, EP, IDビットをセットします。

PCに例外トラップに対するハンドラ・アドレス (00000060H) をセットし、制御を移します。

例外トラップの処理形態を次に示します。

図17 - 10 例外トラップの処理形態



(2) 復 帰

例外トラップからの復帰は、DBRET命令により行われます。DBRET命令の実行により、CPUは次の処理を行い復帰PCのアドレスを制御します。

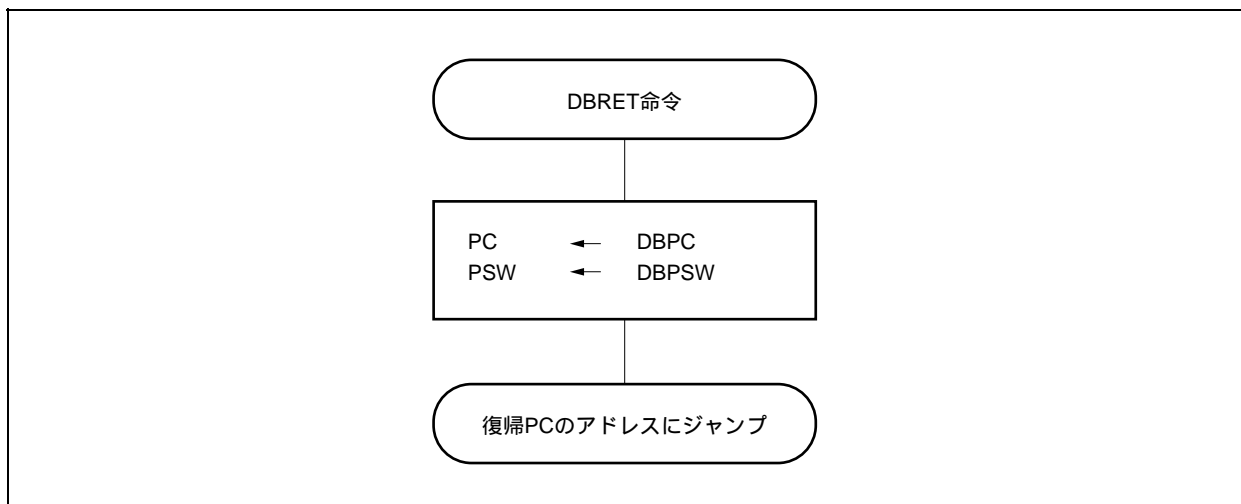
DBPC, DBPSWから復帰PC, PSWを取り出します。

取り出した復帰PC, PSWのアドレスに制御を移します。

注意 DBPCとDBPSWには、不正命令コードを実行してからDBRET命令を実行するまでの期間だけアクセス可能です。

例外トラップからの復帰の処理形態を次に示します。

図17 - 11 例外トラップからの復帰の処理形態



17.6.2 デバッグ・トラップ

デバッグ・トラップは、DBTRAP命令の実行により発生する常時受け付けが可能な例外です。

デバッグ・トラップが発生した場合、CPUは次の処理を行います。

(1) 動作

復帰PCをDBPCに退避します。

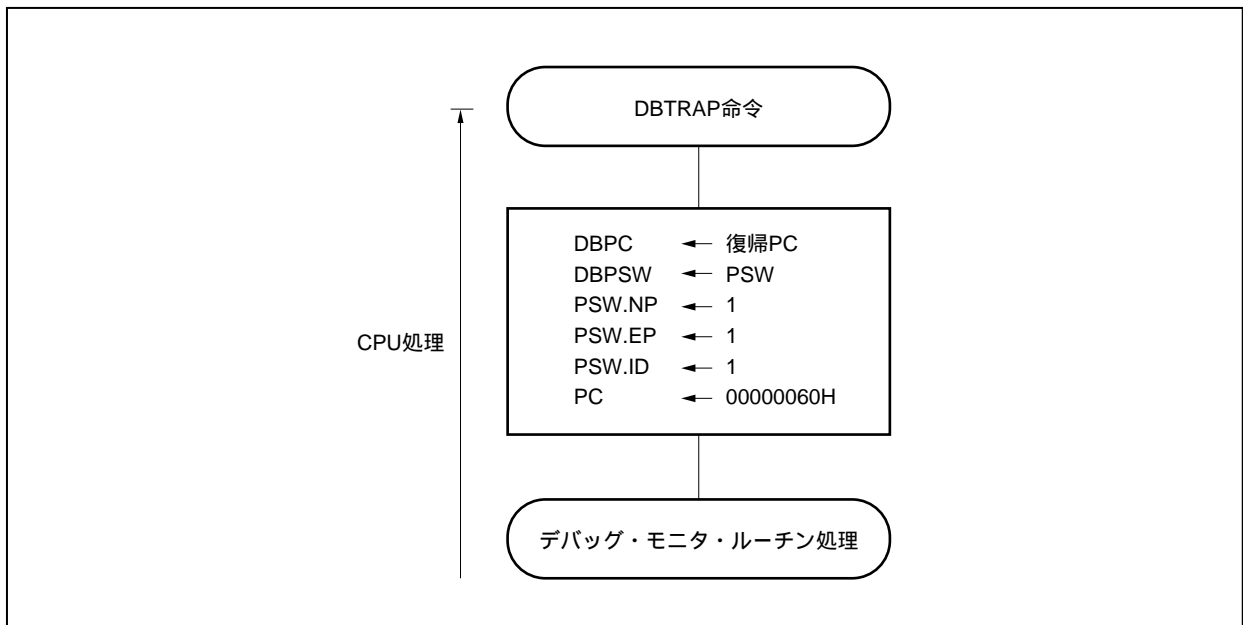
現在のPSWをDBPSWに退避します。

PSW.NP, EP, IDビットをセットします。

PCにデバッグ・トラップに対するハンドラ・アドレス(00000060H)をセットし、制御を移します。

デバッグ・トラップの処理形態を次に示します。

図17-12 デバッグ・トラップの処理形態



(2) 復 帰

デバッグ・トラップからの復帰は、DBRET命令により行われます。DBRET命令の実行により、CPUは次の処理を行い復帰PCのアドレスを制御します。

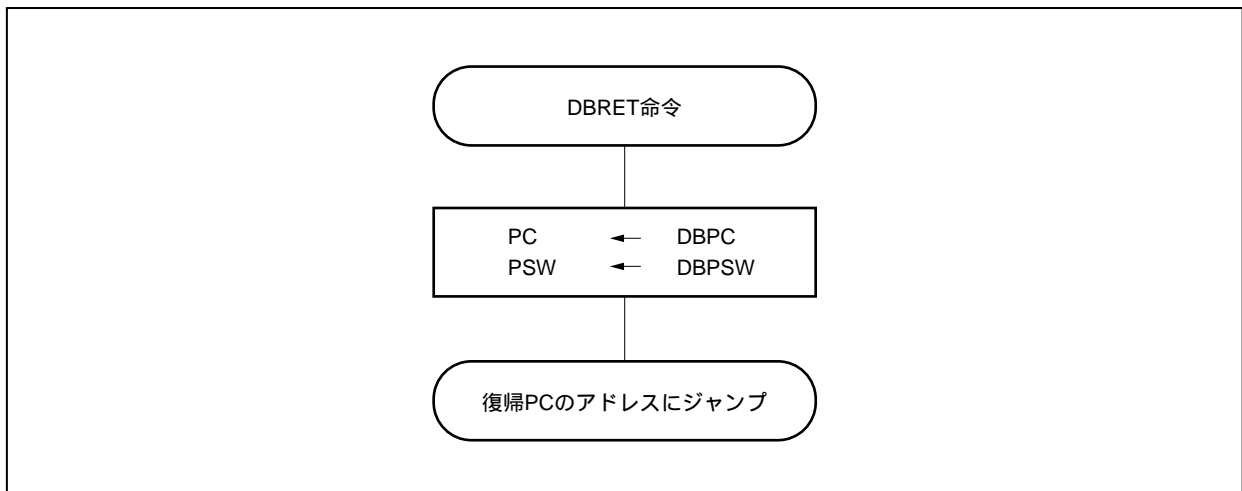
DBPC, DBPSWから復帰PC, PSWを取り出します。

取り出した復帰PC, PSWのアドレスに制御を移します。

注意 DBPCとDBPSWには、DBTRAP命令を実行してからDBRET命令を実行するまでの期間だけアクセス可能です。

デバッグ・トラップからの復帰の処理形態を次に示します。

図17 - 13 デバッグ・トラップからの復帰の処理形態



17.7 多重割り込み処理制御

多重割り込み処理制御は、現在処理中の割り込みより優先順位レベルの高い割り込み要求信号があった場合、現在処理中の割り込みを中断して、優先順位の高い割り込み要求信号の受け付け処理を行う機能です。

現在処理中の割り込みの優先順位レベル以下の割り込み要求信号だった場合は、その割り込み要求信号は保留されます。

マスクブル割り込みの多重処理制御は、割り込み許可状態 (PSW.IDビット = 0) のときに行われます。したがって、多重割り込みを行う場合は割り込み処理ルーチンでも割り込み許可状態 (IDビット = 0) にする必要があります。

マスクブル割り込みまたはソフトウェア例外のサービス・プログラム中に、マスクブル割り込みの許可またはソフトウェア例外を発生させる場合は、EIPC, EIPSWを退避する必要があります。

次のような手順で行います。

(1) サービス・プログラム中にマスクブル割り込み要求信号を受け付ける場合

マスクブル割り込みまたは例外のサービス・プログラム

```

...
...
・ EIPCをメモリまたはレジスタへ退避
・ EIPSWをメモリまたはレジスタへ退避
・ EI命令 (割り込み受け付け許可)
...
...
...
...
・ DI命令 (割り込み受け付け禁止)
・ 退避していた値をEIPSWに復帰
・ 退避していた値をEIPCに復帰
・ RETI命令

```

マスクブル割り込み受け付け

(2) サービス・プログラム中に例外を発生させる場合

マスクブル割り込みまたは例外のサービス・プログラム

...
...
・ EIPCをメモリまたはレジスタへ退避
・ EIPSWをメモリまたはレジスタへ退避
...
・ TRAP命令
...
・ 退避していた値をEIPSWに復帰
・ 退避していた値をEIPCに復帰
・ RETI命令

TRAP命令などの例外受け付け

多重割り込み処理制御のための優先順位は、各マスクブル割り込み要求ごとに0-7までの8レベル（0が最優先）が、ソフトウェアにより任意に設定可能です。優先順位レベルの設定は、マスクブル割り込み要求ごとに用意されているxxICn.xxPRn0-xxPRn2ビットで行います。システム・リセット時には、xxICn.xxMKnビットにより割り込み要求はマスクされ、xxPRn0-xxPRn2ビットにより優先順位はレベル7に設定されません。

マスクブル割り込みの優先順位は次のようになります。

（高） レベル0 > レベル1 > レベル2 > レベル3 > レベル4 > レベル5 > レベル6 > レベル7 （低）

多重処理制御により中断された割り込み処理は、優先順位レベルの高い割り込み処理が終了し、RETI命令が実行されたあと、再開します。

保留された割り込み要求信号は、実行中の割り込み処理が終了したあと、RETI命令の実行後に受け付けられます。

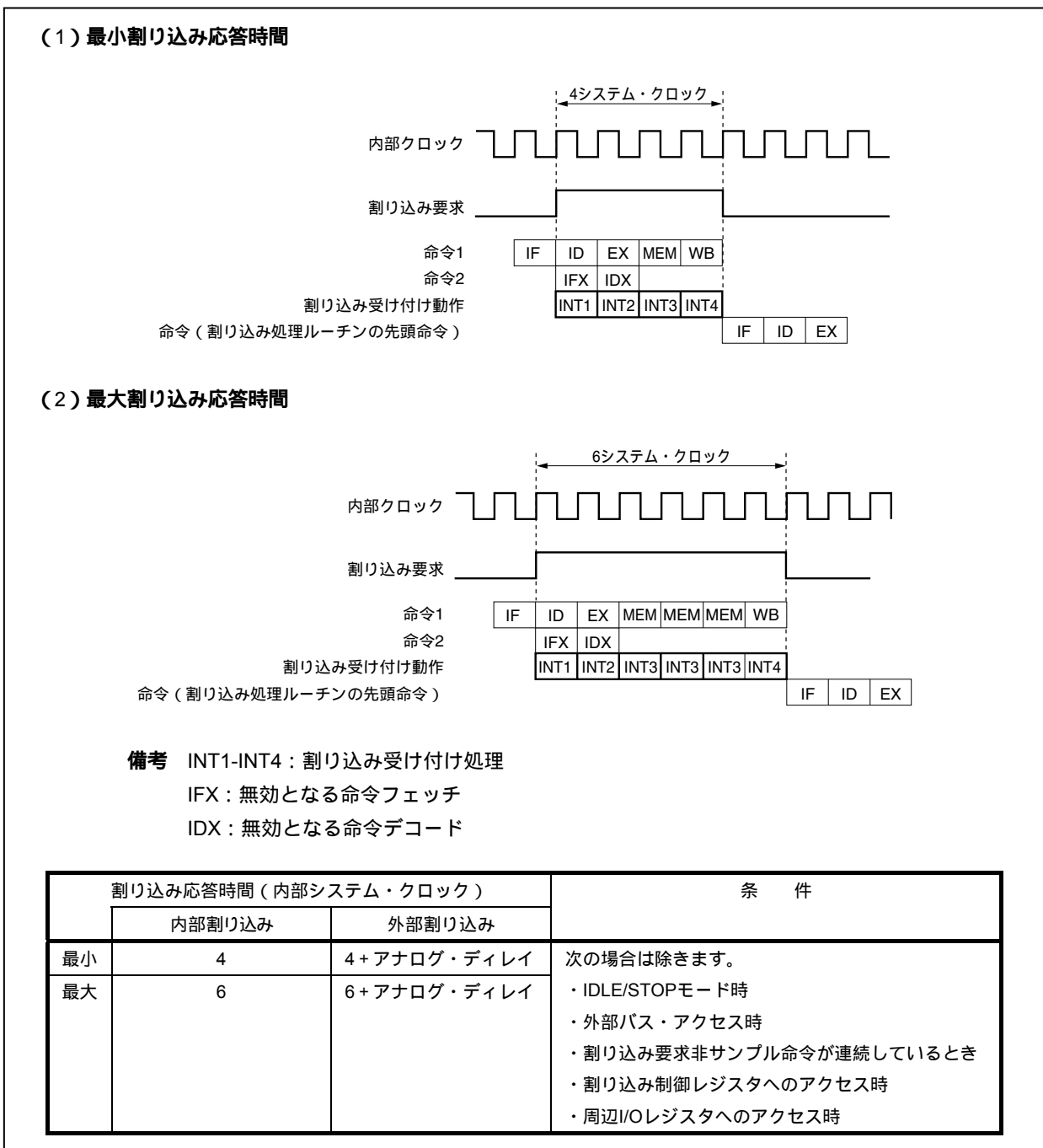
注意 ノンマスクブル割り込み処理ルーチン内（RETI命令を実行するまでの期間）では、マスクブル割り込みを受け付けず、保留します。

17.8 割り込み応答時間

次の場合を除き、CPUの割り込み応答時間は、最小4クロックとなります。連続して割り込み要求信号を入力する場合には、最低でも4クロック以上間をあけて次の割り込み要求信号を入力する必要があります。

- ・ IDLE/STOPモード時
- ・ 外部バス・アクセス時
- ・ 割り込み要求非サンプル命令（17.9 CPUが割り込みを受け付けられない期間参照）が連続しているとき
- ・ 割り込み制御レジスタへのアクセス時
- ・ 周辺I/Oレジスタへのアクセス時

図17-14 割り込み要求信号受け付け時のパイプライン動作（概略）



17.9 CPUが割り込みを受け付けられない期間

CPUの割り込み受け付けは、命令の実行中に行います。ただし、割り込み要求非サンプル命令とその次の命令の間では、割り込みを受け付けません。

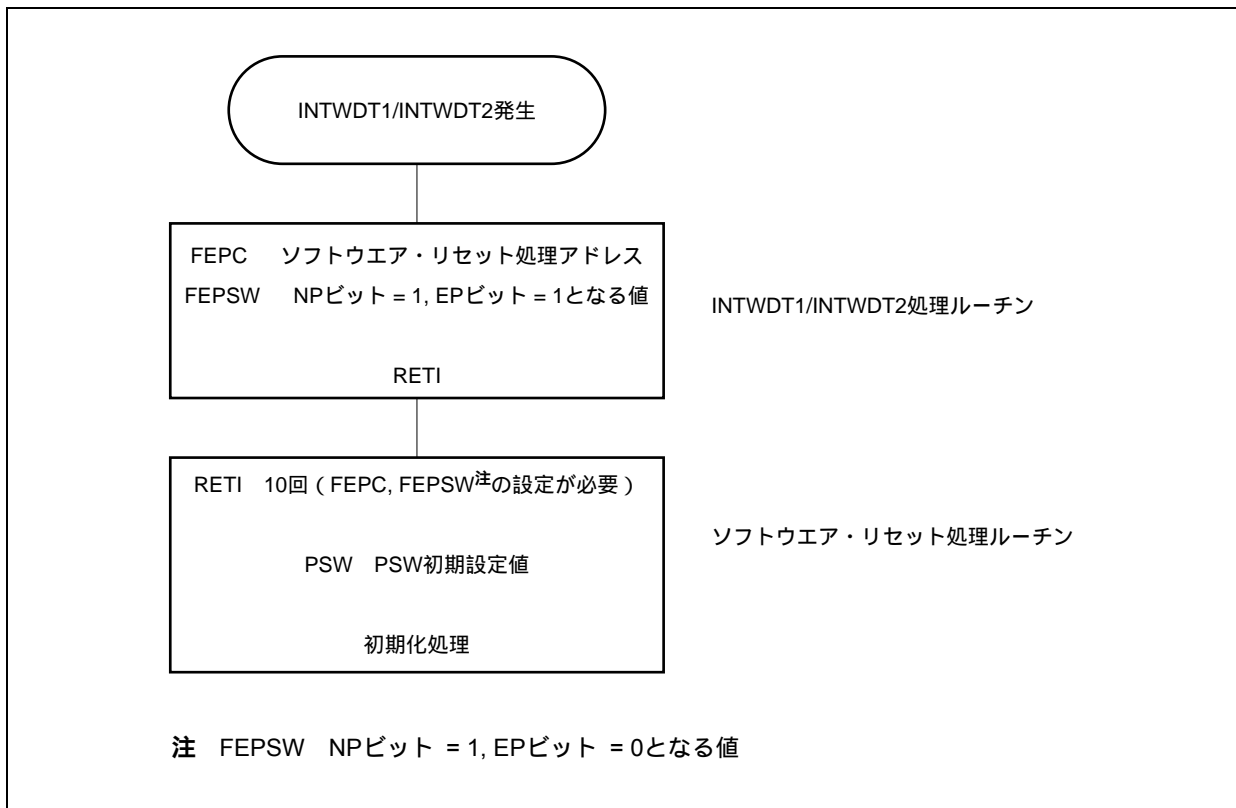
割り込み要求非サンプル命令は次のとおりです（割り込みは保留されます）。

- ・EI命令
- ・DI命令
- ・LDSR reg2, 0x5命令（対PSW）
- ・PRCMDレジスタに対するストア命令
- ・次のレジスタに対するストア命令およびSET1, NOT1, CLR1命令
 - ・割り込み関連のレジスタ：
 - 割り込み制御レジスタ（xxICn），割り込みマスク・レジスタ0, 1, 3（IMR0, IMR1, IMR3）
 - ・パワー・セーブ・コントロール・レジスタ（PSC）

17.10 注意事項

ノンマスクابل割り込み要求信号（INTWDT1/INTWDT2）によるノンマスクابل割り込み処理後のRETI命令による復帰は次のようにしてください。

図17 - 15 RETI命令による復帰



第18章 キー割り込み機能

18.1 機能

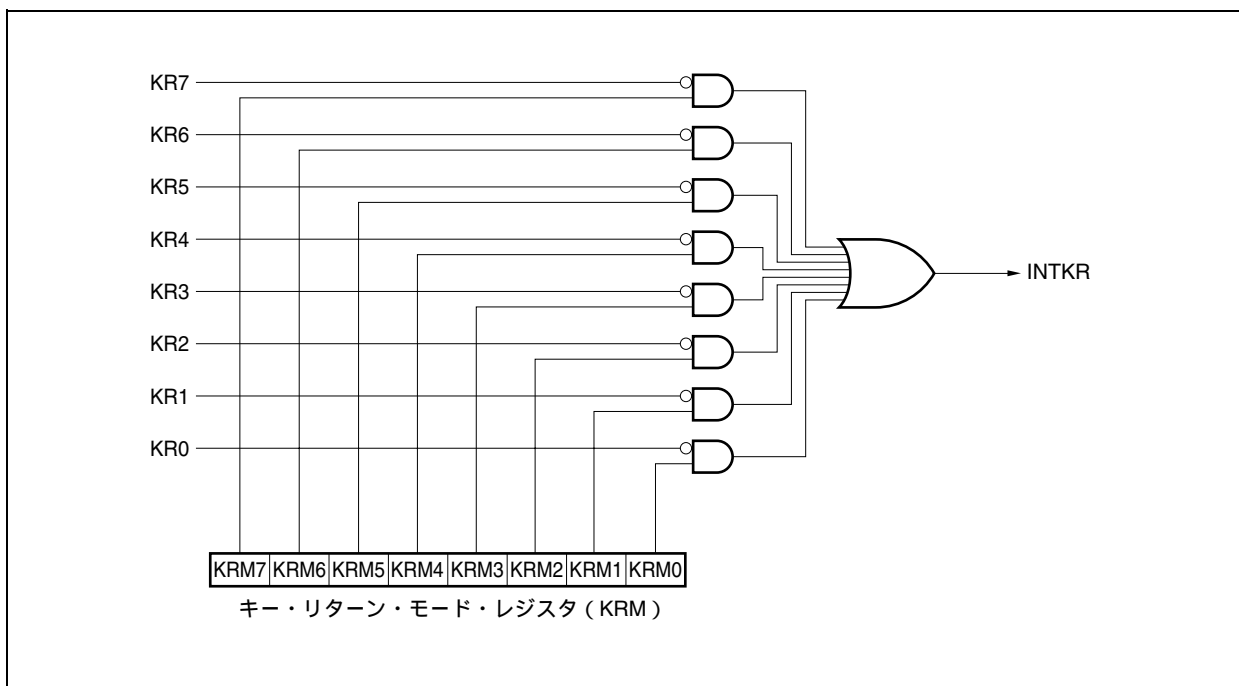
KRMレジスタの設定により、キー入力端子 (KR0-KR7) に立ち下がりエッジを入力することによって、キー割り込み要求信号 (INTKR) を発生させることができます。

注意 KR0-KR7端子のうち1つでもロウ・レベルが入力されていると、別の端子で立ち下がりエッジを入力してもINTKR信号が発生しません。

表18 - 1 キー・リターン検出端子の割り当て

フラグ	設定される端子
KRM0	KR0信号を1ビット単位で制御
KRM1	KR1信号を1ビット単位で制御
KRM2	KR2信号を1ビット単位で制御
KRM3	KR3信号を1ビット単位で制御
KRM4	KR4信号を1ビット単位で制御
KRM5	KR5信号を1ビット単位で制御
KRM6	KR6信号を1ビット単位で制御
KRM7	KR7信号を1ビット単位で制御

図18 - 1 キー・リターンのブロック図



18.2 レジスタ

(1) キー・リターン・モード・レジスタ (KRM)

KRMレジスタは、KRM0-KRM7ビットをそれぞれKR0-KR7信号を制御するレジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF300H

	7	6	5	4	3	2	1	0
KRM	KRM7	KRM6	KRM5	KRM4	KRM3	KRM2	KRM1	KRM0

KRMn	キー・リターン・モードの制御
0	キー・リターン信号を検出しない
1	キー・リターン信号を検出する

注意 KRMレジスタを変更すると、割り込み要求信号 (INTKR) が発生する場合があります。したがって、あらかじめ割り込みを禁止 (DI) してからKRMレジスタを変更し、割り込み要求フラグ (KRIC.KRIFビット) をクリア (0) してから、割り込みを許可 (EI) してください。

備考 兼用端子の設定は表4 - 12 ポート端子を兼用端子として使用する場合は参照してください。

第19章 スタンバイ機能

19.1 概要

各モードを組み合わせ、用途によって切り替えて使用すると、効果的な低消費電力システムを実現できます。スタンバイ機能には、次に示すものがあります。

表23 - 1 スタンバイ機能のモード一覧

モード	機能概要
HALTモード	CPUの動作クロックのみを停止させるモード
IDLEモード	発振回路以外の内部回路の動作をすべて停止させるモード ^{注1}
STOPモード	サブクロック発振回路以外の内部回路の動作をすべて停止させるモード ^{注2}
サブクロック動作モード	内部システム・クロックをサブクロックで動作させるモード
サブIDLEモード	サブクロック動作モード時、発振回路以外の内部回路の動作をすべて停止させるモード

注1. PLLは停止しません。低消費電力を実現する場合PLLを停止してからIDLEモードへ移行してください。

2. クロック・スルー・モードに変更し、次にPLLを停止させたあと、STOPモードに移行してください。詳細は第5章 **クロック発生機能**を参照してください。

図19-1 状態遷移図 (1/2)

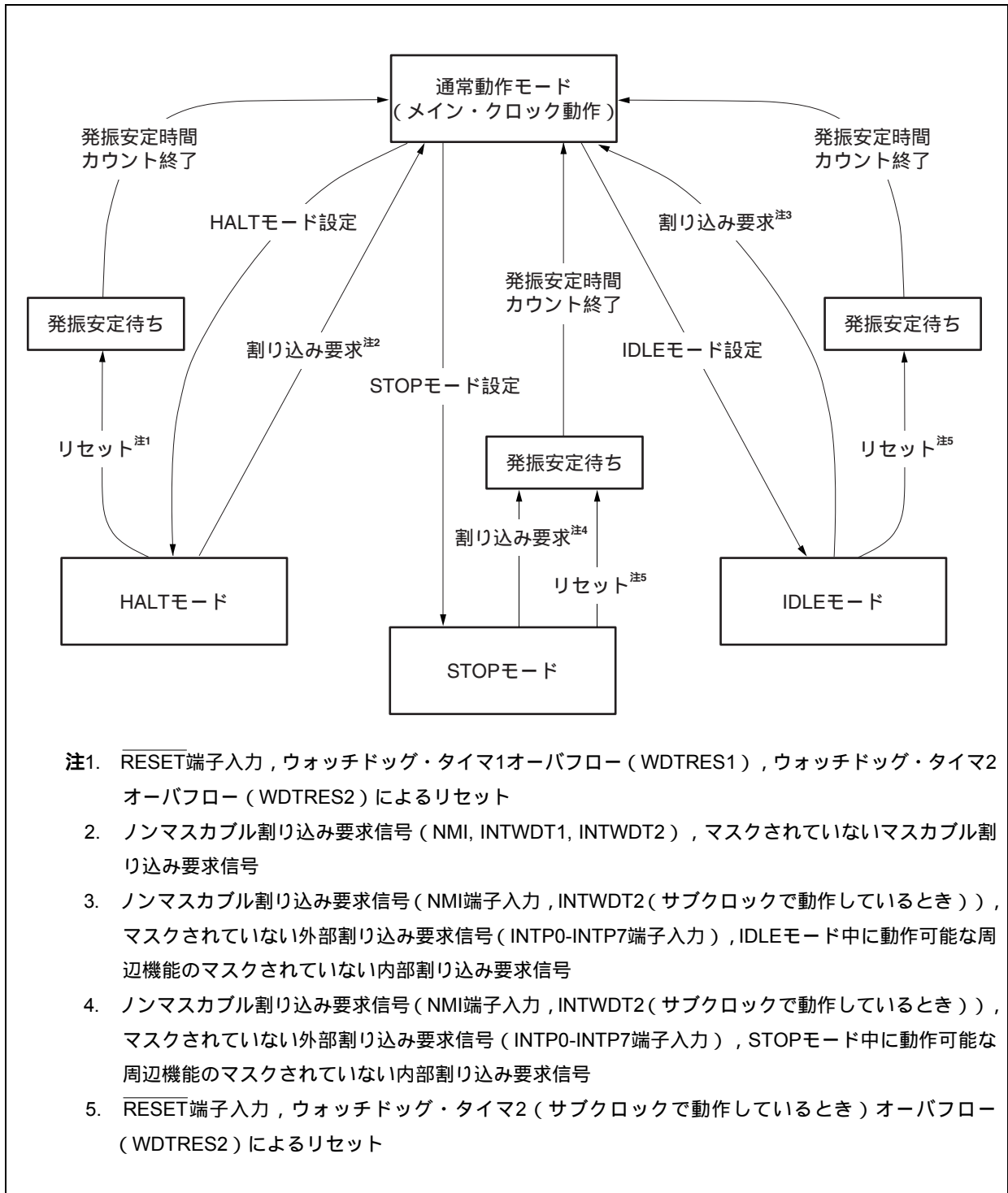
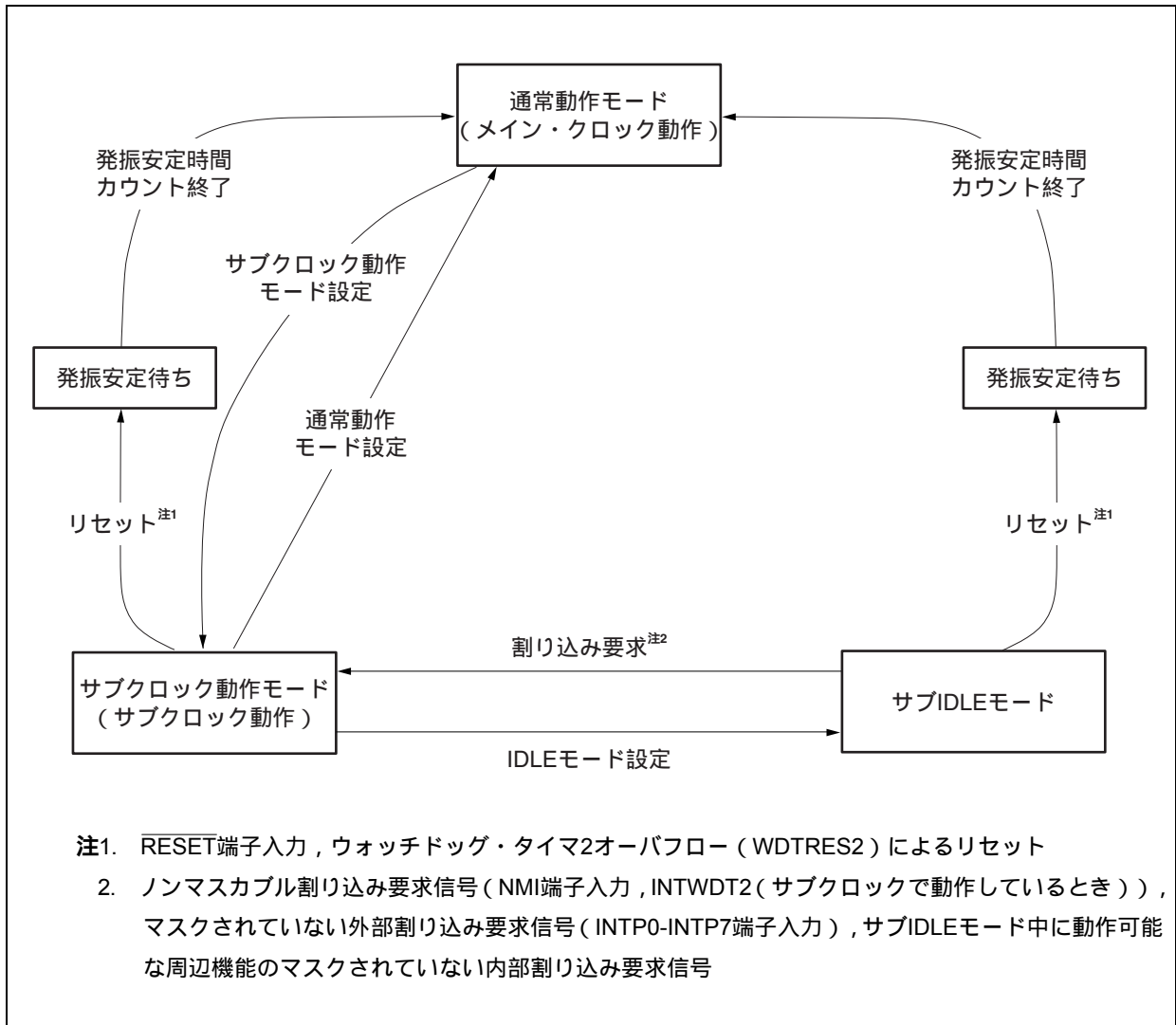


図19 - 1 状態遷移図 (2/2)



19.2 レジスタ

(1) パワー・セーブ・コントロール・レジスタ (PSC)

スタンバイ機能を制御する8ビットのレジスタです。STPビットの設定によりスタンバイ・モードを指定します。PSCレジスタは特定レジスタです。特定のシーケンスによってだけ書き込みができます(3.4.7 特定レジスタ参照)。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF1FEH

	⑦	6	⑤	④	3	2	①	0
PSC	NMI2M	0	NMI0M	INTM	0	0	STP	0

NMI2M	INTWDT2信号によるスタンバイ・モード ^注 解除の制御
0	INTWDT2信号によるスタンバイ・モード ^注 解除許可
1	INTWDT2信号によるスタンバイ・モード ^注 解除禁止

NMI0M	NMI端子入力によるスタンバイ・モード ^注 解除の制御
0	NMI端子入力によるスタンバイ・モード ^注 解除許可
1	NMI端子入力によるスタンバイ・モード ^注 解除禁止

INTM	マスカブル割り込み要求信号によるスタンバイ・モード ^注 解除の制御
0	マスカブル割り込み要求信号によるスタンバイ・モード ^注 解除許可
1	マスカブル割り込み要求信号によるスタンバイ・モード ^注 解除禁止

STP	スタンバイ・モード ^注 の設定
0	通常モード
1	スタンバイ・モード ^注

注 スタンバイ・モードとは、ここではIDLE/STOPモードのことです。HALTモードは含みません。

- 注意1.** NMI2M, NMI0M, INTMビットと、STPビットを同時にセット(1)した場合、NMI2M, NMI0M, INTMビットの設定は無効になります。したがって、IDLE/STOPモードに移行する際にマスクされていない保留中の割り込み要求信号がある場合は、その割り込み要求信号に対するビット(NMI2M, NMI0M, INTM)をセット(1)したあとにSTPビットをセット(1)してください。
- 2.** IDLE/STOPモードに設定するときは、PSMR.PSMビットを設定してから、STPビットを設定してください。

(2) パワー・セーブ・モード・レジスタ (PSMR)

スタンバイ・モードの動作状態やクロックの動作を制御する8ビット・レジスタです。

8/1ビット単位でリード/ライト可能です。

リセットにより00Hになります。

リセット時：00H R/W アドレス：FFFFFF820H

	7	6	5	4	3	2	1	①
PSMR	XTSTP	0	0	0	0	0	0	PSM

XTSTP	サブクロック発振回路使用 / 未使用の指定
0	サブクロック発振回路使用
1	サブクロック発振回路未使用

PSM	スタンバイ・モード時の動作指定
0	IDLEモード
1	STOPモード

- 注意1. サブクロック発振子を接続しているときは ,XTSTPビットには必ず0を設定してください。
2. PSMRレジスタのビット1-6には ,必ず0を設定してください。
3. PSMビットは , PSC.STPビット = 1のときのみ有効です。

(3) 発振安定時間選択レジスタ (OSTS)

STOPモードを解除してから発振が安定するまでのウェイト時間は、OSTSレジスタで制御します。

8ビット単位でリード/ライト可能です。

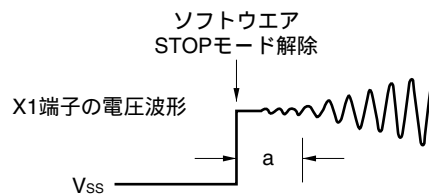
リセットにより01Hになります。

リセット時：01H R/W アドレス：FFFFF6C0H

	7	6	5	4	3	2	1	0
OSTS	0	0	0	0	0	OSTS2	OSTS1	OSTS0

OSTS2	OSTS1	OSTS0	発振安定時間の選択	fx		
				4 MHz	5 MHz	10 MHz
				0	0	0
0	0	1	$2^{15}/fx$	8.192 ms	6.554 ms	3.277 ms
0	1	0	$2^{16}/fx$	16.38 ms	13.11 ms	6.554 ms
0	1	1	$2^{17}/fx$	32.77 ms	26.21 ms	13.11 ms
1	0	0	$2^{18}/fx$	65.54 ms	52.43 ms	26.21 ms
1	0	1	$2^{19}/fx$	131.1 ms	104.9 ms	52.43 ms
1	1	0	$2^{20}/fx$	262.1 ms	209.7 ms	104.9 ms
1	1	1	$2^{21}/fx$	524.3 ms	419.4 ms	209.7 ms

注意1. STOPモード解除時のウェイト時間は、リセットによる場合も、割り込み要求信号発生による場合も、STOPモード解除後クロック発振を開始するまでの時間(下図 a)は含みません。



2. ビット7-3には必ず“0”を設定してください。
3. リセット解除後の発振安定時間は、 $2^{15}/fx$ (OSTSレジスタの初期値 = 01Hのため) となります
4. 外部クロック入力時においても発振安定時間は挿入されます。

備考 fx：メイン・クロック発振周波数

19.3 HALTモード

19.3.1 設定および動作状態

通常動作モード時、専用命令（HALT命令）を実行することにより、HALTモードに設定されます。

HALTモードに設定すると、クロック発振回路は動作を継続しますが、CPUへのクロック供給のみが停止し、そのほかの内蔵周辺機能へのクロック供給は継続されます。

これにより、プログラムの実行が停止し、内蔵RAMの内容は、HALTモード設定前の状態を保持します。また、CPUの命令処理に依存しない内蔵周辺機能は動作を継続します。

表19-3にHALTモード時の動作状態を示します。

HALTモードは、通常動作モードとの間欠動作により、システム全体の平均消費電力を低減できます。

注意1. HALT命令のあとには、NOP命令を5命令以上挿入してください。

2. マスクされていない割り込み要求信号が保留されている状態でHALT命令を実行した場合、HALTモードに移行するが、保留されている割り込み要求信号によりHALTモードはすぐに解除されます。

19.3.2 HALTモードの解除

HALTモードは、ノンマスクابل割り込み要求信号（NMI端子入力、INTWDT1、INTWDT2信号）、マスクされていないマスクابل割り込み要求信号、リセット信号（RESET端子入力、WDTRES1、WDTRES2信号）により解除されます。

HALTモードの解除により、通常動作モードに移行します。

(1) ノンマスクابل割り込み要求信号、マスクされていないマスクابل割り込み要求信号

ノンマスクابل割り込み要求信号、マスクされていないマスクابل割り込み要求信号により、優先順位とは無関係に解除されます。ただし、割り込み処理ルーチン内でHALTモードに設定した場合は次のようになります。

- (a) 現在処理中の割り込み要求よりも優先順位の低い割り込み要求信号が発生するとHALTモードの解除だけ行い、この割り込み要求信号は受け付けません。割り込み要求信号そのものは保持します。
- (b) 現在処理中の割り込み要求よりも優先順位が高い割り込み要求信号（ノンマスクابل割り込み要求信号を含む）が発生すると、HALTモードの解除とともにこの割り込み要求信号を受け付けます。

表19-2 割り込み要求信号によるHALTモードの解除後の動作

解除ソース	割り込み許可（EI）状態	割り込み禁止（DI）状態
ノンマスクابل割り込み要求信号	ハンドラ・アドレスに分岐	
マスクابل割り込み要求信号	ハンドラ・アドレスに分岐、 または次の命令を実行	次の命令を実行

(2) リセットによる解除

通常のリセット動作と同じです。

表19-3 HALTモード時の動作状態

項 目	HALTモードの設定	CPUがメイン・クロックで動作中	
		サブクロックがない場合	サブクロックがある場合
CPU		動作停止	
メイン・クロック発振回路		発振可能	
サブクロック発振回路		-	発振可能
割り込みコントローラ		動作可能	
タイマP (TMP0)		動作可能	
16ビット・タイマ (TM01)		動作可能	
8ビット・タイマ (TM50, TM51)		動作可能	
タイマH (TMH0, TMH1)		動作可能	
時計用タイマ		カウント・クロックにメイン・クロックを 選択時に動作可能	動作可能
ウォッチドッグ・タイマ1		動作可能	
ウォッチドッグ・タイマ2		カウント・クロックにメイン・クロックを 選択時に動作可能	動作可能
シリアル・インタ フェース	CSI00, CSI01	動作可能	
	I ² C0	動作可能	
	UART0, UART1	動作可能	
キー割り込み機能		動作可能	
A/Dコンバータ		動作可能	
リアルタイム出力		動作可能	
ポート機能		HALTモード設定前の状態を保持	
内部データ		CPUのレジスタ, ステータス, データ, 内蔵RAMなどの内部データは, すべてHALT モード設定前の状態を保持	

19.4 IDLEモード

19.4.1 設定および動作状態

通常動作モード時、PSMR.PSMビットを“0”に設定し、PSC.STPビットを“1”に設定することにより、IDLEモードに設定されます。

IDLEモードに設定すると、クロック発振回路は動作を継続しますが、CPUやそのほかの内蔵周辺機能へのクロック供給が停止します。

これにより、プログラムの実行が停止し、内蔵RAMの内容はIDLEモード設定前の状態を保持します。また、CPUやそのほかの内蔵周辺機能は動作を停止します。ただし、サブクロック、あるいは外部クロックで動作可能な内蔵周辺機能に関しては、動作を継続します。

表19-5にIDLEモード時の動作状態を示します。

IDLEモードは、内蔵周辺機能の動作が停止するので、HALTモードよりさらに低消費電力を実現できます。また、メイン・クロック発振回路は停止しないので、IDLEモード解除時、HALTモードと同様に発振安定時間を確保することなく、通常動作モードに復帰できます。

注意 IDLEモードに設定するためのPSCレジスタに対するストア命令の後には、NOP命令を5命令以上挿入してください。

19.4.2 IDLEモードの解除

IDLEモードは、ノンマスクابل割り込み要求信号(NMI端子入力,INTWDT2信号(サブクロックで動作時)),マスクされていない外部割り込み要求信号(INTP0-INTP7端子入力),IDLEモード中に動作可能な周辺機能のマスクされていない内部割り込み要求信号,リセット(RESET端子入力,WDTRES2信号(サブクロックで動作時))により解除されます。

IDLEモードの解除により,通常動作モードに移行します。

(1) ノンマスクابل割り込み要求信号,マスクされていないマスクابل割り込み要求信号

ノンマスクابل割り込み要求信号,マスクされていないマスクابل割り込み要求信号により,優先順位とは無関係に解除されます。ただし,割り込み処理ルーチン内でIDLEモードに設定した場合は次のようになります。

- (a) 現在処理中の割り込み要求よりも優先順位の低い割り込み要求信号が発生するとIDLEモードの解除だけ行い,この割り込み要求信号は受け付けません。割り込み要求信号そのものは保持します。
- (b) 現在処理中の割り込み要求よりも優先順位が高い割り込み要求信号(ノンマスクابل割り込み要求信号を含む)が発生すると,IDLEモードの解除とともにこの割り込み要求信号を受け付けます。

表19-4 割り込み要求信号によるIDLEモードの解除後の動作

解除ソース	割り込み許可(EI)状態	割り込み禁止(DI)状態
ノンマスクابل割り込み要求信号	ハンドラ・アドレスに分岐	
マスクابل割り込み要求信号	ハンドラ・アドレスに分岐, または次の命令を実行	次の命令を実行

注意 PSC.NMI2M, NMI0M, INTMビット = 1 (割り込み禁止) になっている割り込み要求信号は無効となり, IDLEモードは解除されません。

(2) リセットによる解除

通常のリセット動作と同じです。

表19-5 IDLEモード時の動作状態

項目	IDLEモードの設定	CPUがメイン・クロックで動作中	
		サブクロックがない場合	サブクロックがある場合
CPU		動作停止	
メイン・クロック発振回路		発振可能	
サブクロック発振回路		-	発振可能
割り込みコントローラ		動作停止	
タイマP (TMP0)		動作停止	
16ビット・タイマ (TM01)		カウント・クロックにINTWTを選択し, WTのカウント・クロックにf _{BRG} を選択時に動作可能	カウント・クロックにINTWTを選択時に動作可能
8ビット・タイマ (TM50, TM51)		・カウント・クロックにTI5mを選択時に動作可能 ・カウント・クロックにINTTM010を選択し, TM01をIDLEモード時の動作可能条件に設定時に動作可能	
タイマH (TMH0)		動作停止	
タイマH (TMH1)		動作停止	カウント・クロックにfxTを選択時に動作可能
時計用タイマ		カウント・クロックにメイン・クロックを選択時に動作可能	動作可能
ウォッチドッグ・タイマ1		動作停止	
ウォッチドッグ・タイマ2		動作停止	カウント・クロックにfxTを選択時に動作可能
シリアル・インタフェース	CSI00, CSI01	動作クロックにSCK0m入力クロックを選択時に動作可能	
	I ² C0	動作停止	
	UART0	カウント・クロックにASCK0を選択時に動作可能	
	UART1	動作停止	
キー割り込み機能		動作可能	
A/Dコンバータ		動作停止 ^注	
リアルタイム出力		リアルタイム出力トリガとしてINTTM5mを選択し, TM5mをIDLEモード時の動作可能条件に設定時に動作可能。ただし, CPUが停止しているためRTBH0, RTBL0レジスタは更新できません。	
ポート機能		IDLEモード設定前の状態を保持	
内部データ		CPUのレジスタ, ステータス, データ, 内蔵RAMなどの内部データは, すべてIDLEモード設定前の状態を保持	

注 ADM.ADCS, ADCS2ビット = 00Bに設定してください。

備考 m = 0, 1

19.5 STOPモード

19.5.1 設定および動作状態

通常動作モード時、PSMR.PSMビットを“1”に設定し、PSC.STPビットを“1”に設定することにより、STOPモードに設定されます。

STOPモードに設定すると、サブクロック発振回路は動作を継続しますが、メイン・クロック発振回路は動作を停止します。また、CPUやそのほかの内蔵周辺機能へのクロック供給が停止します。

これにより、プログラムの実行が停止し、内蔵RAMの内容はSTOPモード設定前の状態を保持します。また、CPUやそのほかの内蔵周辺機能は動作を停止します。ただし、サブクロック発振回路、あるいは外部クロックで動作可能な内蔵周辺機能に関しては、動作を継続します。

表19 - 7にSTOPモード時の動作状態を示します。

STOPモードは、メイン・クロック発振回路の動作が停止するので、IDLEモードよりさらに低消費電力を実現できます。また、サブクロック発振回路、かつ外部クロックを使用しない場合は、リーク電流のみの超低消費電力を実現できます

注意 STOPモードに設定するためのPSCレジスタに対するストア命令のあとには、NOP命令を5命令以上挿入してください。

19.5.2 STOPモードの解除

STOPモードは、ノンマスクابل割り込み要求信号(NMI端子入力,INTWDT2信号(サブクロックで動作時)),マスクされていない外部割り込み要求信号(INTP0-INTP7端子入力),STOPモード中に動作可能な周辺機能のマスクされていない内部割り込み要求信号,リセット($\overline{\text{RESET}}$ 端子入力,WDTRES2信号(サブクロックで動作時))により解除されます。

STOPモードの解除により,発振安定時間を確保したあと,通常動作モードに移行します。

(1) ノンマスクابل割り込み要求信号,マスクされていないマスクابل割り込み要求信号

ノンマスクابل割り込み要求信号,マスクされていないマスクابل割り込み要求信号により,優先順位とは無関係に解除されます。ただし,割り込み処理ルーチン内でSTOPモードに設定した場合は次のようになります。

- (a) 現在処理中の割り込み要求よりも優先順位の低い割り込み要求信号が発生するとSTOPモードの解除だけを行い,この割り込み要求信号は受け付けません。割り込み要求信号そのものは保持します。
- (b) 現在処理中の割り込み要求よりも優先順位が高い割り込み要求信号(ノンマスクابل割り込み要求信号を含む)が発生すると,STOPモードの解除とともにこの割り込み要求信号を受け付けます。

表19-6 割り込み要求信号によるSTOPモードの解除後の動作

解除ソース	割り込み許可(EI)状態	割り込み禁止(DI)状態
ノンマスクابل割り込み要求信号	ハンドラ・アドレスに分岐	
マスクابل割り込み要求信号	ハンドラ・アドレスに分岐, または次の命令を実行	次の命令を実行

注意 PSC.NMI2M, NMI0M, INTMビット = 1 (割り込み禁止) になっている割り込み要求信号は無効となり,STOPモードは解除されません。

(2) リセットによる解除

通常のリセット動作と同じです。

表19-7 STOPモード時の動作状態

項目	STOPモードの設定	CPUがメイン・クロックで動作中	
		サブクロックがない場合	サブクロックがある場合
CPU		動作停止	
メイン・クロック発振回路		発振停止	
サブクロック発振回路		-	発振可能
割り込みコントローラ		動作停止	
タイマP (TMP0)		動作停止	
16ビット・タイマ (TM01)		動作停止	カウント・クロックにINTWTを選択し、WTのカウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能
8ビット・タイマ (TM50, TM51)		カウント・クロックにTI5mを選択時に動作可能	カウント・クロックにTI5mを選択時、またはカウント・クロックにINTTM010を選択し、TM01をSTOPモード時の動作可能条件に設定時に動作可能
タイマH (TMH0)		動作停止	
タイマH (TMH1)		動作停止	カウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能
時計用タイマ		動作停止	カウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能
ウォッチドッグ・タイマ1		動作停止	
ウォッチドッグ・タイマ2		動作停止	カウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能
シリアル・インタフェース	CSI00, CSI01	動作クロックにSCK0m入力クロックを選択時に動作可能	
	I ² C0	動作停止	
	UART0	カウント・クロックにASCK0を選択時に動作可能	
	UART1	動作停止	
キー割り込み機能		動作可能	
A/Dコンバータ		動作停止 ^注	
リアルタイム出力		リアルタイム出力トリガとしてINTTM5mを選択し、TM5mをSTOPモード時の動作可能条件に設定時に動作可能。ただし、CPUが停止しているためRTBH0、RTBL0レジスタを更新できません。	
ポート機能		STOPモード設定前の状態を保持に動作可能	
内部データ		CPUのレジスタ、ステータス、データ、内蔵RAMなどの内部データは、すべてSTOPモード設定前の状態を保持	

注 ADM.ADCS, ADCS2ビット = 00Bに設定してください。

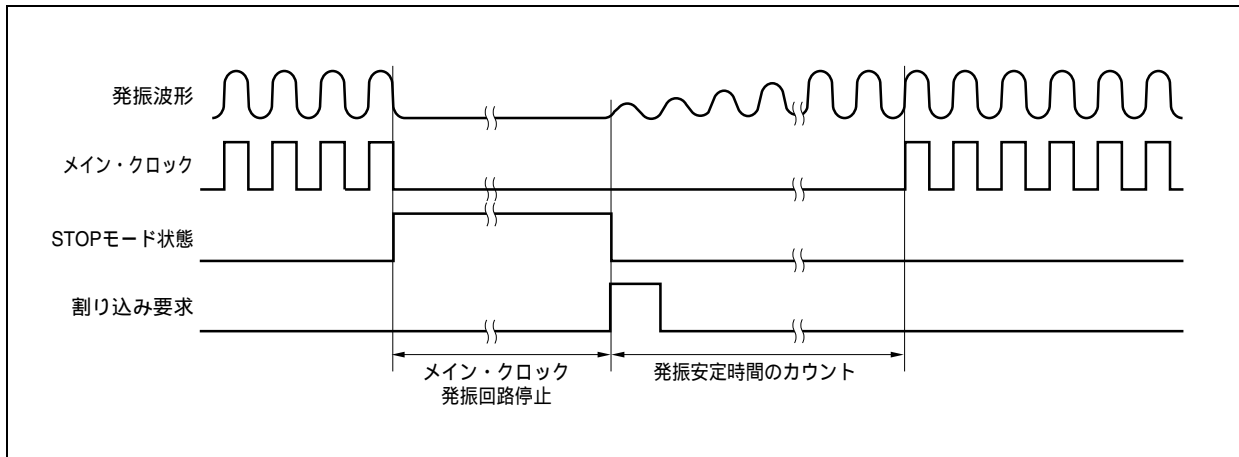
備考 m = 0, 1

19.5.3 STOPモード解除時の発振安定時間の確保

STOPモードを解除すると、OSTSレジスタで設定していた時間だけ発振安定時間を確保します。ただし、リセットによる解除時は、OSTSレジスタのリセット値： $2^{15}/f_x$ ($f_x = 4 \text{ MHz}$ 時、8.192 ms) となります。

STOPモードを割り込み要求信号で解除した場合の動作を次に示します。

図19-2 発振安定時間



備考 OSTSレジスタの詳細は、19.2(3)発振安定時間選択レジスタ (OSTS) を参照してください。

19.6 サブクロック動作モード

19.6.1 設定および動作状態

通常動作モード時、PCC.CK3ビットを“1”に設定することにより、サブクロック動作モードに設定されます。

サブクロック動作モードに設定すると、内部システム・クロックがメイン・クロック サブクロックに切り替わります。

さらに、PCC.MCKビットを“1”に設定することにより、メイン・クロック発振回路の動作を停止します。これにより、システム全体がサブクロックでのみ動作します。

表19-8にサブクロック動作モード時の動作状態を示します。

サブクロック動作モードは、内部システム・クロックがサブクロックとなるので、通常動作モードよりも消費電力を低減できます。さらに、メイン・クロック発振回路の動作を停止させることにより、STOPモードに近い低消費電力を実現できます。

注意1. CK3ビットを操作する場合、PCC.CK2-CK0ビットの設定値は変更しないでください（ビット操作命令を推奨）。詳細は、5.3(1) プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ（PCC）を参照してください。

2. 次の条件を満たしていない場合は、条件を満たすようにCK2-CK0ビットを変更後、サブクロック動作モードに移行してください。

$$\text{内部システム・クロック (f}_{\text{CLK}}) > \text{サブクロック (f}_{\text{XT}} : 32.768 \text{ kHz}) \times 4$$

備考 内部システム・クロック (f_{CLK}) : CK2-CK0ビットの設定によってメイン・クロック (f_{XX}) から生成するクロック

19.6.2 サブクロック動作モードの解除

サブクロック動作モードは、CK3ビットを“0”に設定するか、リセット（ $\overline{\text{RESET}}$ 端子入力、WDTRES1、WDTRES2信号）により解除されます。なお、メイン・クロックを停止（MCKビット = 1）していた場合は、MCKビットを“1”に設定し、メイン・クロックの発振安定時間をソフトウェアにより確保してから、CK3ビットを“0”に設定します。

サブクロック動作モードの解除により、通常動作モードに移行します。

注意 CK3ビットを操作する場合、CK2-CK0ビットの設定値は変更しないでください（ビット操作命令を推奨）。詳細は、5.3(1) プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ（PCC）を参照してください。

表19 - 8 サブクロック動作モード時の動作状態

項目	サブクロック動作モードの設定	動作状態	
		メイン・クロック発振時	メイン・クロック停止時
CPU		動作可能	
サブクロック発振回路		発振可能	
割り込みコントローラ		動作可能	
タイマP (TMP0)		動作可能	動作停止
16ビット・タイマ (TM01)		動作可能	カウント・クロックにINTWTを選択し、WTのカウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能
8ビット・タイマ (TM50, TM51)		動作可能	・カウント・クロックにT15mを選択時に動作可能 ・カウント・クロックにINTTM010を選択し、TM01をサブクロック動作モード時の動作可能条件に設定時に動作可能
タイマH (TMH0)		動作可能	動作停止
タイマH (TMH1)		動作可能	カウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能
時計用タイマ		動作可能	カウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能
ウォッチドッグ・タイマ1		動作停止	
ウォッチドッグ・タイマ2		動作可能	カウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能
シリアル・インタフェース	CSI00, CSI01	動作可能	動作クロックにSCK0m入力クロックを選択時に動作可能
	I ² C0	動作可能	動作停止
	UART0	動作可能	カウント・クロックにASCK0を選択時に動作可能
	UART1	動作可能	動作停止
キー割り込み機能		動作可能	
A/Dコンバータ		動作可能	動作停止
リアルタイム出力		動作可能	リアルタイム出力トリガとしてINTTM5mを選択し、TM5mのカウント・クロックにT15mを選択時に動作可能
ポート機能		設定可能	
内部データ		設定可能	

備考 m = 0, 1

19.7 サブIDLEモード

19.7.1 設定および動作状態

サブクロック動作モード時、PSMR.PSMビットを“0”に設定し、PSC.STPビットを“1”に設定することにより、サブIDLEモードに設定されます。

サブIDLEモードに設定すると、クロック発振回路は動作を継続しますが、CPUやそのほかの内蔵周辺機能へのクロック供給が停止します。

これにより、プログラムの実行が停止し、内蔵RAMの内容はサブIDLEモード設定前の状態を保持します。また、CPUやそのほかの内蔵周辺機能は動作を停止します。ただし、サブクロック、あるいは外部クロックで動作可能な内蔵周辺機能に関しては、動作を継続します。

表19 - 10にサブIDLEモード時の動作状態を示します。

サブIDLEモードは、CPUやその他内蔵周辺機能の動作が停止するので、サブクロック動作モードよりさらに低消費電力を実現できます。また、メイン・クロックを停止してからサブIDLEモードに設定した場合は、STOPモードに近い低消費電力を実現できます。

注意 サブIDLEモードに設定するためのPSCレジスタに対するストア命令のあとには、NOP命令を5命令以上挿入してください。

19.7.2 サブIDLEモードの解除

サブIDLEモードは、ノンマスクابل割り込み要求信号（NMI端子入力、INTWDT2信号（サブクロックで動作時））、マスクされていない外部割り込み要求信号（INTP0-INTP7端子入力）、サブIDLEモード中動作可能な周辺機能のマスクされていない内部割り込み要求信号、リセット（ $\overline{\text{RESET}}$ 端子入力、WDTRES2信号（サブクロックで動作時））により解除されます。

サブIDLEモードの割り込み要求信号による解除により、サブクロック動作モードに移行します。また、リセットによる解除により、通常動作モードに移行します。

(1) ノンマスクابل割り込み要求信号、マスクされていないマスクابل割り込み要求信号

ノンマスクابل割り込み要求信号、マスクされていないマスクابل割り込み要求信号により、優先順位とは無関係に解除されます。ただし、割り込み処理ルーチン内でサブIDLEモードに設定した場合は次のようになります。

- (a) 現在処理中の割り込み要求よりも優先順位の低い割り込み要求信号が発生するとサブIDLEモードの解除だけ行い、この割り込み要求信号は受け付けません。割り込み要求信号そのものは保持します。
- (b) 現在処理中の割り込み要求よりも優先順位が高い割り込み要求信号（ノンマスクابل割り込み要求信号を含む）が発生すると、サブIDLEモードの解除とともにこの割り込み要求信号を受け付けます。

表19-9 割り込み要求信号によるサブIDLEモードの解除後の動作

解除ソース	割り込み許可 (EI) 状態	割り込み禁止 (DI) 状態
ノンマスクابل割り込み要求信号	ハンドラ・アドレスに分岐	
マスクابل割り込み要求信号	ハンドラ・アドレスに分岐、 または次の命令を実行	次の命令を実行

注意 PSC.NMI2M, NMI0M, INTMビット = 1(割り込み禁止)になっている割り込み要求信号は無効となり、サブIDLEモードは解除されません。

(2) リセットによる解除

通常のリセット動作と同じです。

表19 - 10 サブIDLEモード時の動作状態

項目	サブIDLEモードの設定	動作状態	
		メイン・クロック発振時	メイン・クロック停止時
CPU		動作停止	
サブクロック発振回路		発振可能	
割り込みコントローラ		動作停止	
タイマP (TMP0)		動作停止	
16ビット・タイマ (TM01)		カウント・クロックにINTWTを選択時に動作可能	カウント・クロックにINTWTを選択し、WTのカウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能
8ビット・タイマ (TM50, TM51)		<ul style="list-style-type: none"> ・カウント・クロックにTI5mを選択時に動作可能 ・カウント・クロックにINTTM010を選択し、TM01をサブIDLEモード時の動作可能条件に設定時に動作可能 	
タイマH (TMH0)		動作停止	
タイマH (TMH1)		カウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能	
時計用タイマ		動作可能	カウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能
ウォッチドッグ・タイマ1		動作停止	
ウォッチドッグ・タイマ2		カウント・クロックにf _{XT} を選択時に動作可能	
シリアル・インタフェース	CSI00, CSI01	動作クロックにSCK0m入力クロックを選択時に動作可能	
	I ² C0	動作停止	
	UART0	カウント・クロックにASCK0を選択時に動作可能	
	UART1	動作停止	
キー割り込み機能		動作可能	
A/Dコンバータ		動作停止 ^注	
リアルタイム出力		リアルタイム出力トリガとしてINTTM5mを選択し、TM5mをサブIDLEモード時の動作可能条件に設定時に動作可能	
ポート機能		サブIDLEモード設定前の状態を保持	
内部データ		CPUのレジスタ、ステータス、データ、内蔵RAMなどの内部データは、すべてサブIDLEモード設定前の状態を保持	

注 ADM.ADCS, ADCS2ビット = 00Bに設定してください。

備考 m = 0, 1

第20章 リセット機能

20.1 概 要

リセット機能の概要を次に示します。

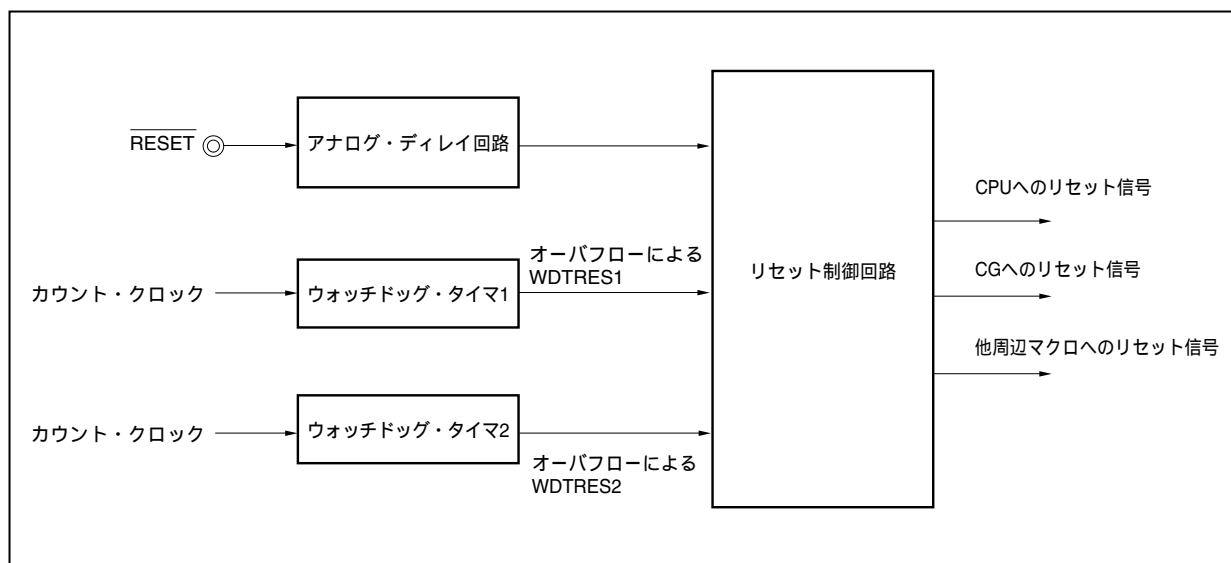
- ・ $\overline{\text{RESET}}$ 端子入力によるリセット機能
- ・ ウォッチドッグ・タイマ1のオーバーフローによるリセット機能 (WDTRES1)
- ・ ウォッチドッグ・タイマ2のオーバーフローによるリセット機能 (WDTRES2)

$\overline{\text{RESET}}$ 端子がロウ・レベルからハイ・レベルになると、リセット状態が解除され、CPUはプログラムの実行を開始します。各種レジスタの内容は、プログラムの中で必要に応じてイニシャライズしてください。

$\overline{\text{RESET}}$ 端子はノイズによる誤動作を防ぐためにアナログ・ディレイによるノイズ除去回路を内蔵しています。

20.2 構 成

図20 - 1 リセットのブロック図



20.3 動作

$\overline{\text{RESET}}$ 端子にロウ・レベルを入力, またはウォッチドッグ・タイマ1のオーバーフロー (WDTRES1), ウォッチドッグ・タイマ2のオーバーフロー (WDTRES2) によって, システム・リセットがかかり, 各ハードウェアを初期化します。

$\overline{\text{RESET}}$ 端子にロウ・レベルを入力期間中は, メイン・クロック発振回路は停止するので, システム全体の消費電力を低減することができます。

$\overline{\text{RESET}}$ 端子入力をロウ・レベルからハイ・レベルに変化, またはWDTRES1, WDTRES2信号が受け付けられると, リセット状態を解除します。

$\overline{\text{RESET}}$ 端子入力, またはWDTRES2信号によるリセット解除の場合, 発振安定時間 (OSTSレジスタのリセット値: $2^{15}/f_{\text{xx}}$) を確保したあと, CPUはプログラムの実行を開始します。

WDTRES1信号によるリセット解除の場合, メイン・クロック発振回路は停止しないので, 発振安定時間は挿入されません。

表20 - 1 RESET端子入力，またはWDTRES2信号発生時の各ハードウェアの状態

項 目	リセット中	リセット後
メイン・クロック発振回路 (fx)	発振停止	発振開始
サブクロック発振回路 (fxT)	発振継続	
周辺クロック (fxx-fxx/1024)	動作停止	発振安定時間確保後，動作開始
内部システム・クロック (fCLK)	動作停止	発振安定時間確保後，動作開始 (fxx/8に初期化)
CPUクロック (fCPU)	動作停止	発振安定時間確保後，動作開始 (fxx/8に初期化)
ウォッチドッグ・タイマ1クロック (fxw)	動作停止	動作開始
CPU	初期化	発振安定時間確保後，プログラムの実行開始
内蔵RAM	パワーオン時のリセット，またはRAMへのデータ書き込み (CPUによる) とリセットが競合 (データ破壊) した場合，不定。 それ以外は，リセット入力直前の値を保持。	
I/Oライン	ハイ・インピーダンス	
内蔵周辺I/Oレジスタ	所定の状態に初期化。	
ウォッチドッグ・タイマ2	動作停止	発振安定時間確保後，動作開始
上記以外の内蔵周辺機能	動作停止	発振安定時間確保後，動作開始可能

表20 - 2 WDTRES1信号発生時の各ハードウェアの状態

項 目	リセット中	リセット後
メイン・クロック発振回路 (fx)	発振継続	
サブクロック発振回路 (fxT)	発振継続	
周辺クロック (fxx-fxx/1024)	動作停止	動作開始
内部システム・クロック (fCLK)	発振継続 (fxx/8に初期化)	
CPUクロック (fCPU)	発振継続 (fxx/8に初期化)	
ウォッチドッグ・タイマ1クロック (fxw)	動作継続	
内蔵RAM	RAMへのデータ書き込み (CPUによる) とリセットが競合 (データ破壊) した場合，不定。 それ以外は，リセット直前の値を保持。	
I/Oライン	ハイ・インピーダンス	
内蔵周辺I/Oレジスタ	所定の状態に初期化。	
ウォッチドッグ・タイマ2	動作停止	動作開始
上記以外の内蔵周辺機能	動作停止	動作開始可能

図20 - 2 RESET端子入力時の各ハードウェアの状態

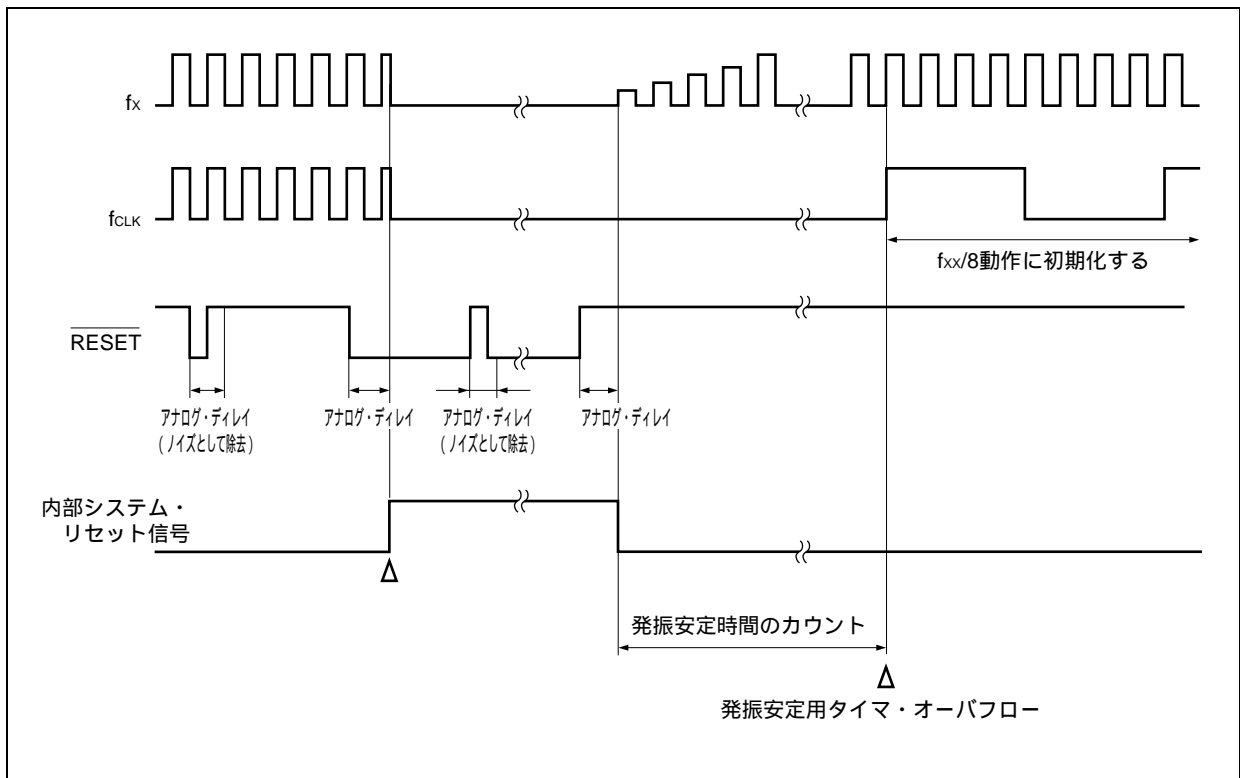


図20 - 3 パワーオン時の動作

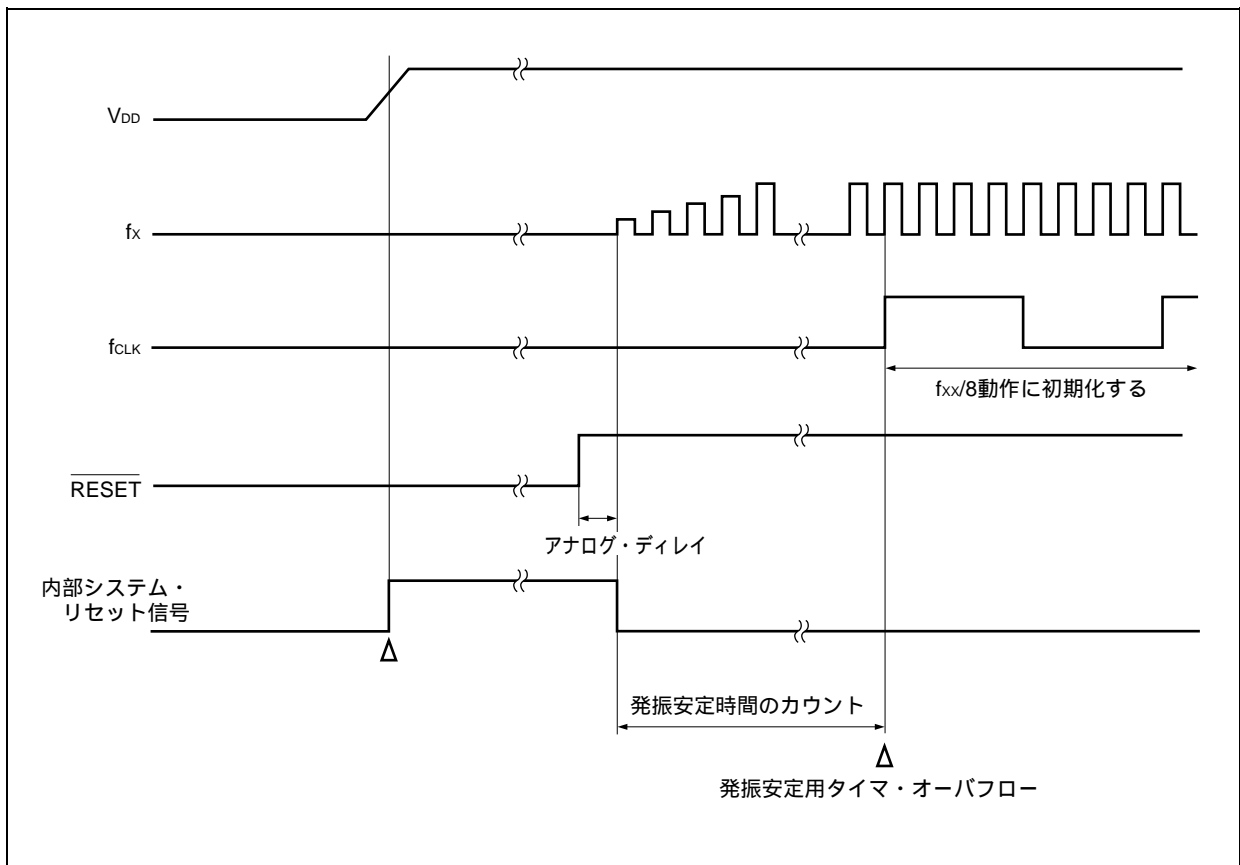


図20 - 4 ウォッチドッグ・タイマ1によるリセット動作のタイミング

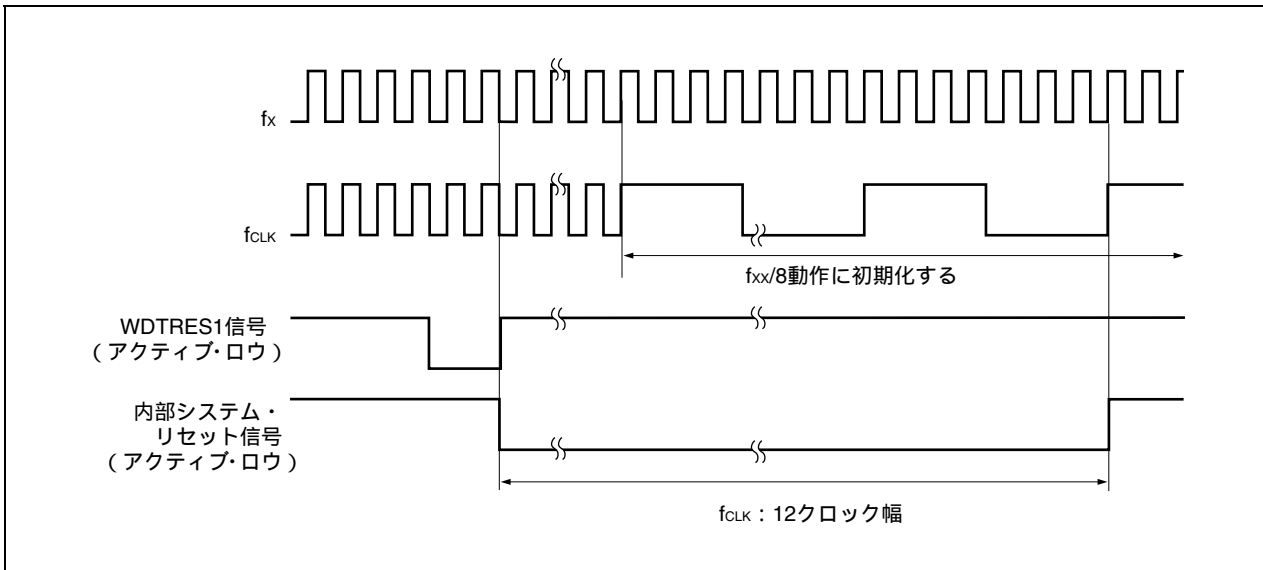
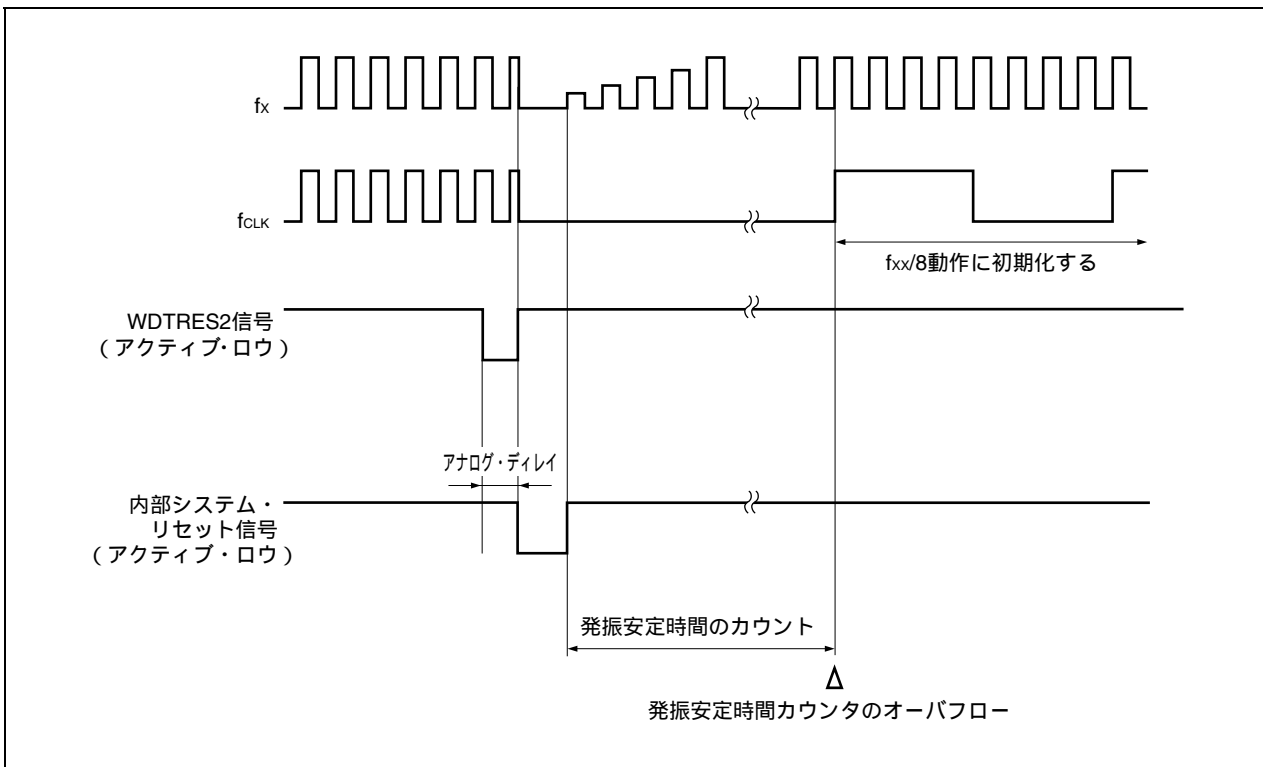


図20 - 5 ウォッチドッグ・タイマ2によるリセット動作のタイミング



第21章 フラッシュ・メモリ

注意 フラッシュ・メモリの書き換えに関するスペックについては第23章 電気的特性を参照してください。

フラッシュ・メモリ内蔵品を使用した開発用途および量産用途として次のようなことが考えられます。

ターゲット・システムにV850ES/KE2を半田実装後、ソフトウェアの変更可能
量産立ち上げ時のデータ調整が容易
規格ごとにソフトウェアを区別することで少量多品種生産が容易
在庫管理が容易
出荷後のソフトウェアのアップデートが容易

21.1 特 徴

4バイト/1クロック・アクセス（命令フェッチ時）

容量：128 Kバイト

書き換え電圧：単電源による消去 / 書き込みが可能

書き換え方式

- ・専用フラッシュ・ライターとのシリアル・インタフェースを介しての通信による書き換え（オンボード / オフボード・プログラミング）
- ・ユーザ・プログラムによるフラッシュ・メモリの書き換え（セルフ・プログラミング）

フラッシュ・メモリの書き換え禁止機能をサポート（セキュリティ機能）

ブート・スワップ機能により、セルフ・プログラミングによる全フラッシュ・メモリ領域の安全な書き換えが可能

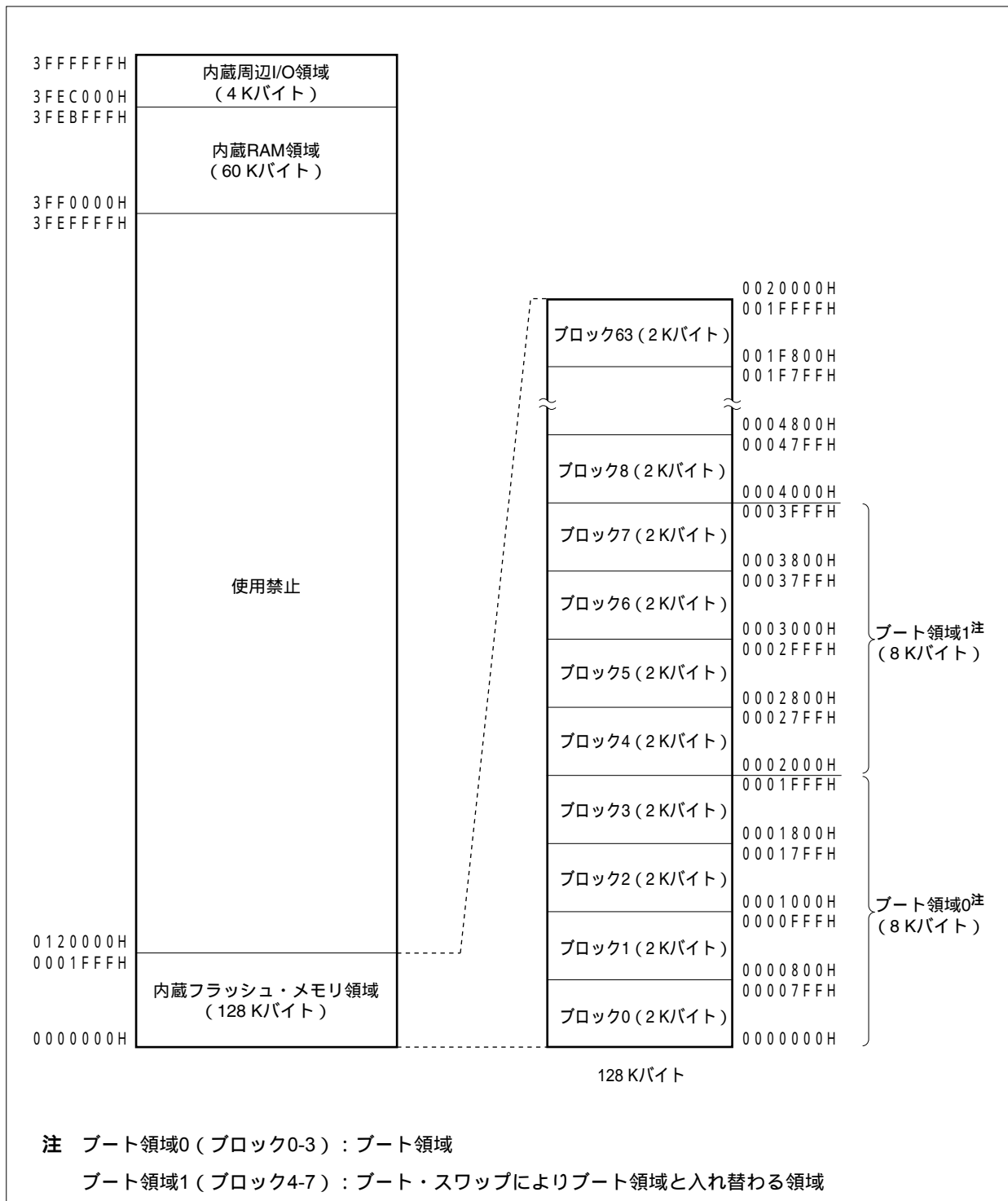
セルフ・プログラミング中の割り込み受け付け可能

21.2 メモリ構成

128 Kバイトの内蔵フラッシュ・メモリの領域は64個のブロックに分割されており、各ブロック単位にてプログラム/消去可能となっています。全ブロックの一括消去も可能です。

また、ブート・スワップ機能を用いた場合、ブート領域0のアドレスに配置された物理メモリ（ブロック0-3）と、ブート領域1のアドレスに配置された物理メモリ（ブロック4-7）が入れ替わります。ブート・スワップ機能詳細については、21.5 セルフ・プログラミングによる書き換えを参照してください。

図21-1 フラッシュ・メモリ・マッピング



21.3 機能概要

V850ES/KE2の内蔵フラッシュ・メモリは、専用フラッシュ・ライターによる書き換え機能により、ターゲット・システムへの実装前、実装後にかかわらず書き換えが可能です（オンボード/オフボード・プログラミング）。

また、内蔵フラッシュ・メモリに書かれたユーザ・プログラムの書き換えを禁止するセキュリティ機能をサポートしており、第三者によるプログラムの改ざん防止などに対応可能となっています。

ユーザ・プログラムによる書き換え機能（セルフ・プログラミング）は、ターゲット・システムの製造/出荷後のプログラム変更を想定したアプリケーションに適した書き換え方法です。全フラッシュ・メモリ領域を安全に書き換えるためのブート・スワップ機能もサポートしています。また、セルフ・プログラミング中の割り込み処理のサポートにより、外部との通信処理を行いながら書き換えを行うなど、さまざまな条件での書き換えが可能です。

表21-1 書き換え方法

書き換え方法	機能概要	動作モード
オンボード・プログラミング	専用フラッシュ・ライターを用いてターゲット・システム上に実装後にフラッシュ・メモリの書き換えが可能です。	フラッシュ・メモリ・プログラミング・モード
オフボード・プログラミング	専用フラッシュ・ライターと専用プログラム・アダプタ・ボード（FAシリーズ）を用いることにより、ターゲット・システムに実装する前に、フラッシュ・メモリの書き換えが可能です。	
セルフ・プログラミング	オンボード/オフボード・プログラミングによりフラッシュ・メモリへあらかじめ書き込まれたユーザ・プログラムの実行により、フラッシュ・メモリの書き換えが可能です。（セルフ・プログラミング中は内蔵フラッシュ・メモリ領域からの命令フェッチおよびデータ・アクセスはできませんので、内蔵RAMもしくは外部メモリへ書き換え用のプログラムをあらかじめ転送して実行する必要があります。）	通常動作モード

備考 FAシリーズは、（株）内藤電誠町田製作所の製品です。

表21-2 基本機能一覧

機能	機能概要	サポートの有無 (: サポート, × : 未サポート)	
		オンボード/オフボード・ プログラミング	セルフ・プログラミング
ブロック消去	指定したブロックのメモリの内容の消去を行います。		
チップ消去	全メモリの内容の一括消去を行います。		×
書き込み	指定したアドレスの書き込みおよび書き込みレベルが確保されているかどうかのベリファイ・チェックを行います。		
ベリファイ/チェック・サム	フラッシュ・メモリから読み出したデータと, フラッシュ・ライターから転送されたデータの比較を行います。		× (ユーザ・プログラムにて読み出しは可能)
ブランク・チェック	全メモリの消去状態の確認を行います。		
セキュリティ設定	ブロック消去コマンド/チップ消去コマンド/プログラム・コマンド/リード・コマンドの使用禁止設定およびブート領域の書き換え禁止設定を行います。		× (設定を許可から禁止にする場合のみ可能)

次にセキュリティ機能の一覧を示します。ブロック消去コマンド禁止/チップ消去コマンド禁止/プログラム・コマンド禁止機能は、出荷後の初期状態はすべて許可になっており、オンボード/オフボード・プログラミングによる書き換えでのみセキュリティ設定が可能です。各セキュリティ設定に関しては、同時に組み合わせて使用できます。

表21-3 セキュリティ機能一覧

機能	機能概要
ブロック消去コマンド禁止	全ブロックに対してのブロック消去コマンドの実行を禁止します。チップ消去コマンドの実行によって、禁止設定の初期化が可能です。
チップ消去コマンド禁止	全ブロックに対してのブロック消去および、チップ消去コマンドの実行を禁止します。一度禁止設定するとチップ消去コマンドが実行できないため、すべての禁止設定の初期化ができなくなります。
プログラム・コマンド禁止	全ブロックに対してのプログラム・コマンドとブロック消去コマンドを禁止します。チップ消去コマンドの実行によって、禁止設定の初期化が可能です。
リード・コマンド禁止	全ブロックに対してのリード・コマンドを禁止します。チップ消去コマンドの実行によって、禁止設定の初期化が可能です。
ブート領域の書き換え禁止設定	ブロック0から指定した最終ブロックまで、ブート領域を保護することが可能です。ブート領域を保護すると、それ以降保護されたブート領域の書き換え(消去および書き込み)はできません。チップ消去コマンドを実行しても、禁止設定の初期化はできません。

表21-4 セキュリティ設定

機能	各セキュリティ設定時の消去 / 書き込み/読み出し動作 (: 実行可能, x : 実行不可, : 未サポート)		セキュリティ設定 注意事項	
	オンボード/オフボード・ プログラミング	セルフ・プログラミング	オンボード/オ フボード・プロ グラミング	セルフ・プログ ラミング
ブロック消去 コマンド禁止	ブロック消去コマンド : x チップ消去コマンド : プログラム・コマンド : リード・コマンド :	ブロック消去 (FlashBlockErase) : チップ消去 : - 書き込み (FlashWordWrite) : 読み出し (FlashWordRead) :	チップ消去コマ ンドによる禁止 設定の初期化が 可能	設定を許可から 禁止にする場合 のみ可能
チップ消去 コマンド禁止	ブロック消去コマンド : x チップ消去コマンド : x プログラム・コマンド : ^{注1} リード・コマンド :	ブロック消去 (FlashBlockErase) : チップ消去 : - 書き込み (FlashWordWrite) : 読み出し (FlashWordRead) :	禁止設定の初期 化が不可能	
プログラム・ コマンド禁止	ブロック消去コマンド : x チップ消去コマンド : プログラム・コマンド : x リード・コマンド :	ブロック消去 (FlashBlockErase) : チップ消去 : - 書き込み (FlashWordWrite) : 読み出し (FlashWordRead) :	チップ消去コマ ンドによる禁止 設定の初期化が 可能	
リード・ コマンド禁止	ブロック消去コマンド : チップ消去コマンド : プログラム・コマンド : リード・コマンド : x	ブロック消去 (FlashBlockErase) : チップ消去 : - 書き込み (FlashWordWrite) : 読み出し (FlashWordRead) :	チップ消去コマ ンドによる禁止 設定の初期化が 可能	
ブート領域の書 き換え禁止	ブロック消去コマンド : ^{注2} チップ消去コマンド : x プログラム・コマンド : ^{注2} リード・コマンド :	ブロック消去 (FlashBlockErase) : チップ消去 : - 書き込み (FlashWordWrite) : 読み出し (FlashWordRead) :	禁止設定の初期 化が不可能	

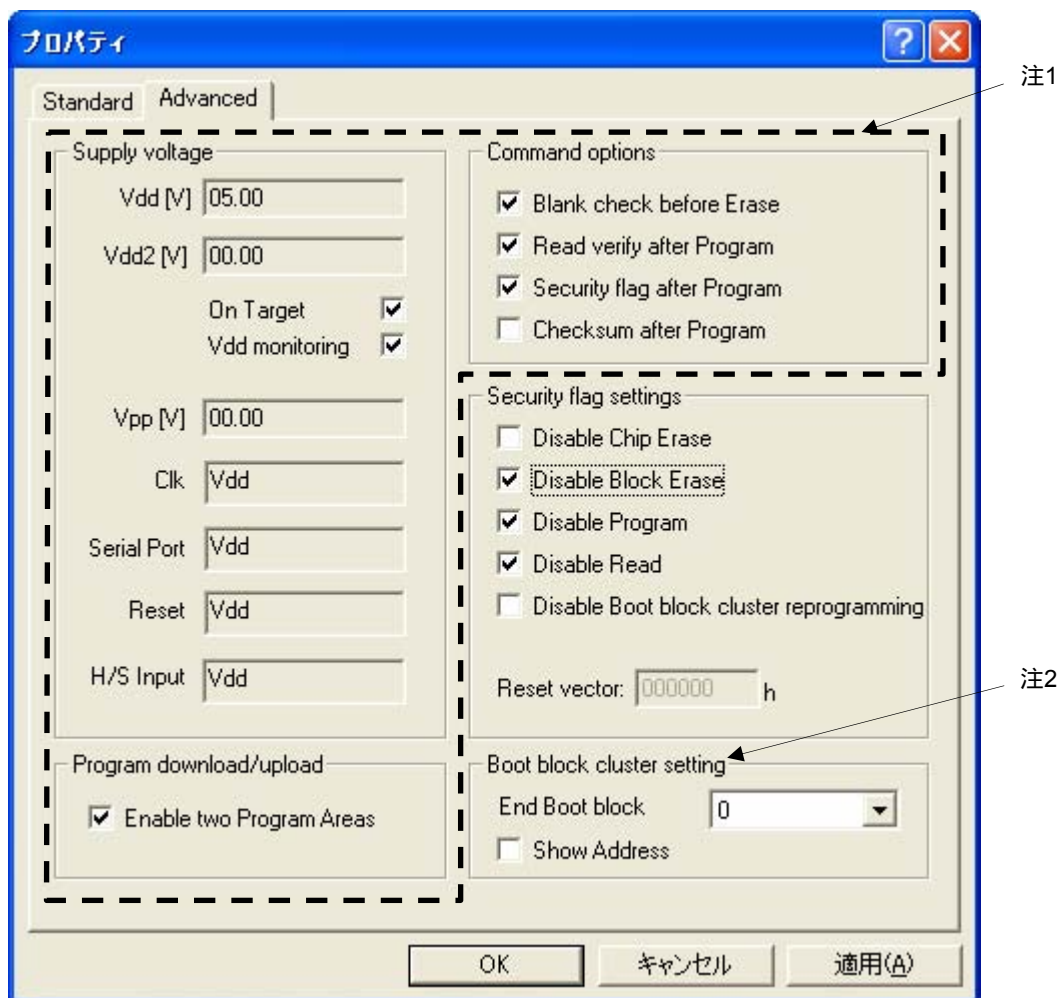
注1. 消去コマンドは無効となるため,すでにフラッシュ・メモリに書き込まれているデータと異なるデータを書き込むことはできません。

2. 書き換えが禁止されたブート領域は無効です。

(1) PG-FP4でのセキュリティ設定 (Security flag settings)

リード・コマンド禁止 (Disable Read) に設定する場合、セキュリティを高めるために、ブロック消去コマンド禁止 (Disable Block Erase) とプログラム・コマンド禁止 (Disable Program) にすることを推奨します。

さらに、マスクROM製品と同様にプログラムを書き換える必要がない場合は、チップ消去コマンド禁止 (Disable Chip Erase) を追加してください。



注1. 破線内のSupply voltage, Program download/upload, Command optionsに関しては使用条件に応じて設定してください。

- ブート領域 (Boot block cluster setting) の書き換えを禁止する場合は、Security flag settingのDisable Boot block cluster reprogrammingを選択し、書き換えを禁止するブート領域の最終ブロックを選択してください。

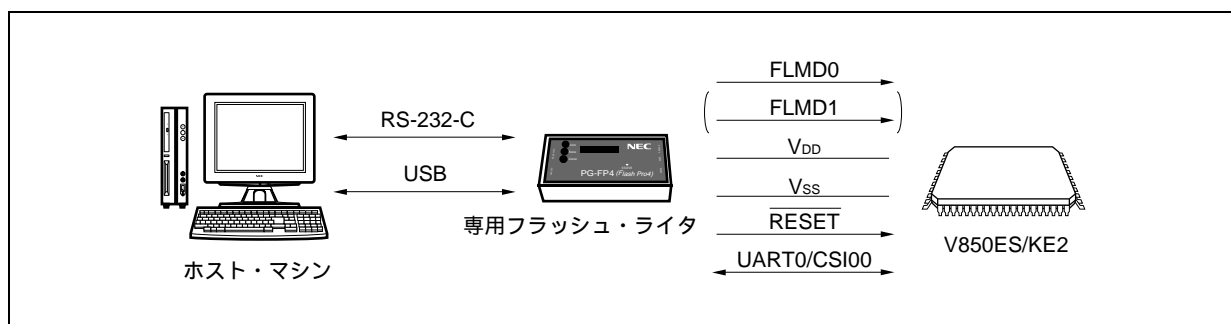
21.4 専用フラッシュ・ライターでの書き換え

専用フラッシュ・ライターにて、ターゲット・システム上にV850ES/KE2を実装後のフラッシュ・メモリの書き換えが可能です(オンボード・プログラミング)。また、専用プログラム・アダプタ(FAシリーズ)を使用すれば、ターゲット・システムに実装する前でのフラッシュ・メモリの書き換えが可能です(オフボード・プログラミング)。

21.4.1 プログラミング環境

V850ES/KE2のフラッシュ・メモリにプログラムを書き込むために必要な環境を示します。

図21-2 フラッシュ・メモリにプログラムを書き込むための環境



専用フラッシュ・ライターには、これを制御するホスト・マシンが必要です。

また、専用フラッシュ・ライターとV850ES/KE2とのインターフェースはUART0またはCSI00を使用して、書き込み、消去等の操作を行います。オフボードで書き込む場合は、専用プログラム・アダプタ(FAシリーズ)が必要です。

- ・ FA-70F3726GB-8EU-MX (配線済み)
- ・ FA-64GB-8EU-A (未配線：配線が必要です。)

備考 FAシリーズは、(株)内藤電誠町田製作所の製品です。

21.4.2 通信方式

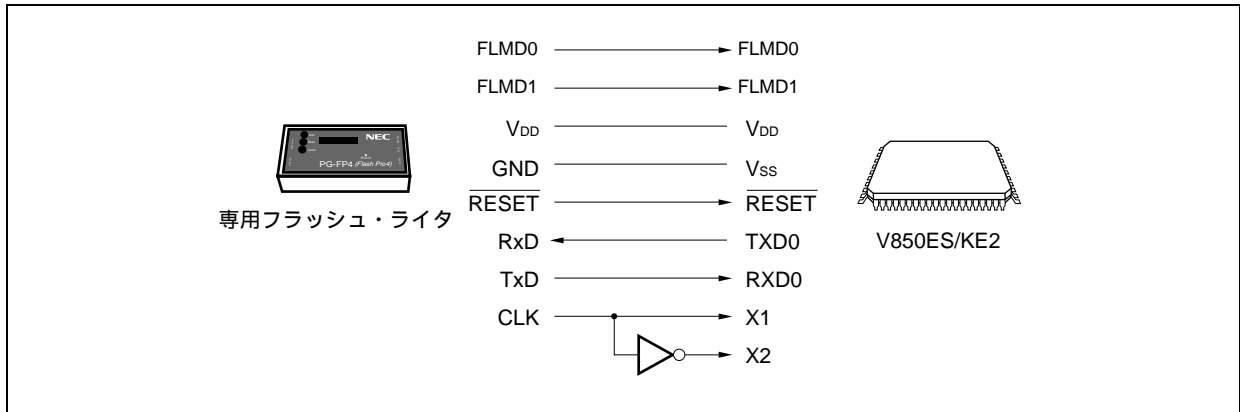
専用フラッシュ・ライタとV850ES/KE2との通信は、V850ES/KE2のUART0またはCSI00によるシリアル通信で行います。

(1) UART0

転送レート：9600, 19200, 31250, 38400, 76800, 153600 bps

(57600, 115200, 128000 bpsの設定はサポートしていません)

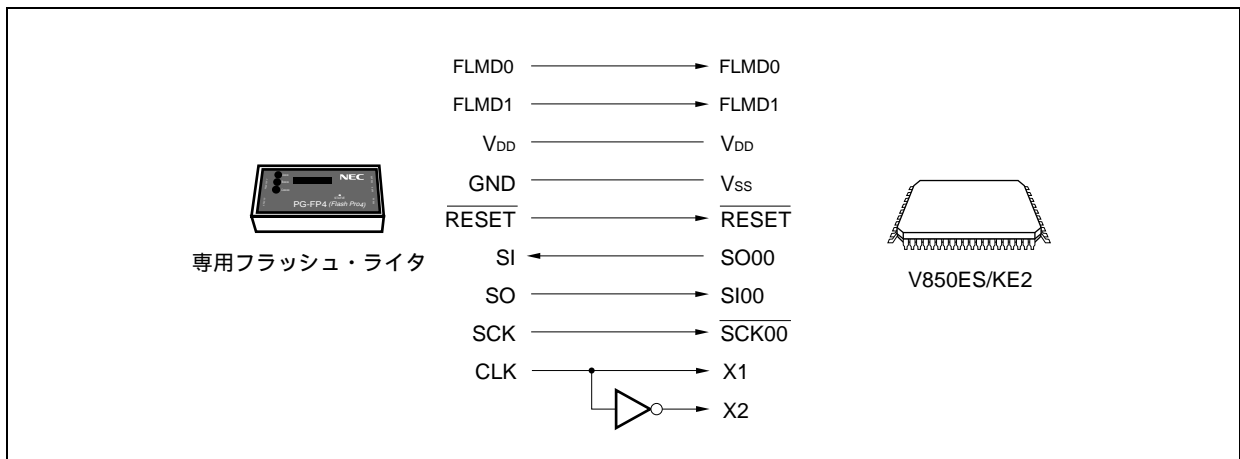
図21 - 3 専用フラッシュ・ライタとの通信 (UART0)



(2) CSI00

シリアル・クロック：2.4 kHz~2.5 MHz (MSBファースト)

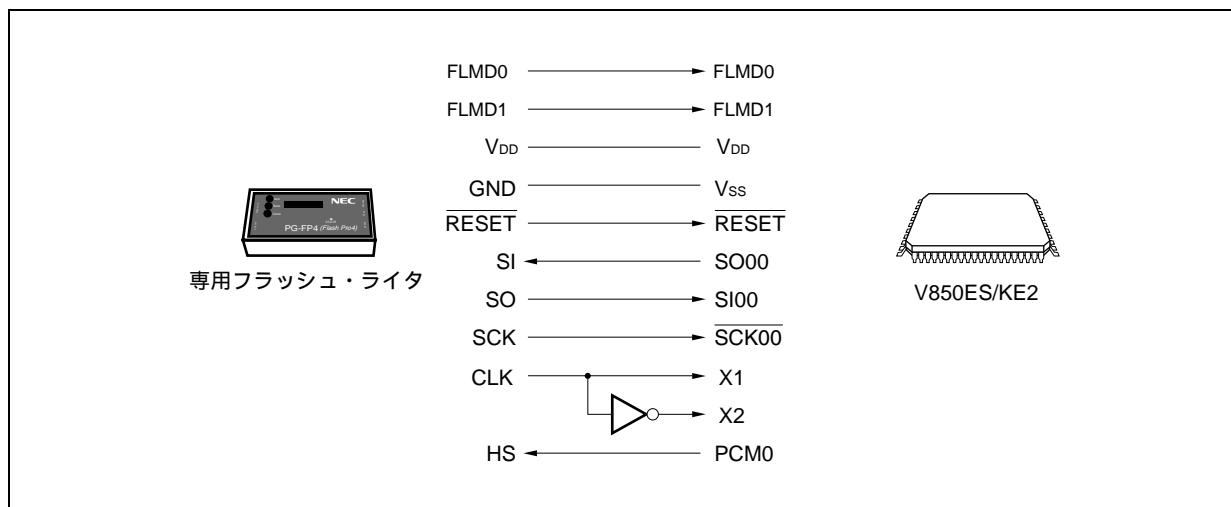
図21 - 4 専用フラッシュ・ライタとの通信 (CSI00)



(3) CSI00 + HS

シリアル・クロック : 2.4 kHz ~ 2.5 MHz (MSBファースト)

図21 - 5 専用フラッシュ・ライタとの通信 (CSI00 + HS)



専用フラッシュ・ライタが転送クロックを出力し、V850ES/KE2はスレーブとして動作します。

専用フラッシュ・ライタとしてPG-FP4を使用した場合、PG-FP4はV850ES/KE2に対して次の信号を生成します。詳細はPG-FP4 ユーザーズ・マニュアル (U15260J) を参照してください。

表21 - 5 専用フラッシュ・ライタ (PG-FP4) の信号接続一覧

PG-FP4			V850ES/KE2	接続時の処置		
信号名	入出力	端子機能	端子名	UARTA0	CSI00	CSI00+HS
FLMD0	出力	書き込み許可 / 禁止	FLMD0			
FLMD1	出力	書き込み許可 / 禁止	FLMD1	注1	注1	注1
VDD	-	V _{DD} 電圧生成/電圧監視	V _{DD}			
GND	-	グラウンド	V _{SS}			
CLK	出力	V850ES/KE2へのクロック出力	X1, X2	×注2	×注2	×注2
RESET	出力	リセット信号	RESET			
SI/RxD	入力	受信信号	SO00			
SO/TxD	出力	送信信号	SI00			
SCK	出力	転送クロック	SCK00	×		
HS	入力	CSI00 + HS通信のハンドシェイク信号	PCM0	×	×	

注1. 図21 - 6のように配線するか、もしくはボード上でプルダウン抵抗を介してGNDに接続してください。

2. PG-FP4からクロック供給を行う場合は接続してください (図21 - 6のように配線するか、ボード上に発振回路を作成してクロックを供給してください。)。

備考 : 必ず接続してください。

× : 接続の必要はありません。

表21 - 6 V850ES/KE2とPG-FP4の配線表

フラッシュ・ライタ(PG-FP4)接続端子図			FAボードの	CSI00-HS使用時		CSI00使用時		UART0使用時	
信号名	入出力	端子機能	端子名	端子名	ピン番号	端子名	ピン番号	端子名	ピン番号
SI/RxD	入力	受信信号	SI	P41/SO00	20	P41/SO00	20	P30/TXD0	22
SO/TxD	出力	送信信号	SO	P40/SI00	19	P40/SI00	19	P31/RXD0/ INTP7	23
SCK	出力	転送クロック	SCK	P42/SCK00	21	P42/SCK00	21	必要なし	必要なし
CLK	出力	V850ES/KE2 へのクロック	X1	X1	7	X1	7	X1	7
			X2	X2 ^注	8	X2 ^注	8	X2 ^注	8
/RESET	出力	リセット信号	/RESET	RESET	9	RESET	9	RESET	9
FLMD0	出力	書き込み電圧	FLMD0	FLMD0	3	FLMD0	3	FLMD0	3
FLMD1	出力	書き込み電圧	FLMD1	PDL5 / FLMD1	52	PDL5 / FLMD1	52	PDL5 / FLMD1	52
HS	入力	CSI00 + HS通信の ハンドシェーク信号	RESERVE /HS	PCM0	45	必要なし	必要なし	必要なし	必要なし
VDD	-	VDD電圧生成 /電圧監視	VDD	VDD	4	VDD	4	VDD	4
				EVDD	33	EVDD	33	EVDD	33
				AVREF0	1	AVREF0	1	AVREF0	1
GND	-	グラウンド	GND	VSS	6	VSS	6	VSS	6
				AVSS	2	AVSS	2	AVSS	2
				EVSS	32	EVSS	32	EVSS	32

注 フラッシュ・ライタのクロック出力を使用する際は、ライタのCLKとX1を接続し、X2にはその反転信号を接続してください。

図21 - 6 V850ES/KE2フラッシュ書き込み用アダプタ (FA-64GB-8EU-A) の配線例 (1/2)

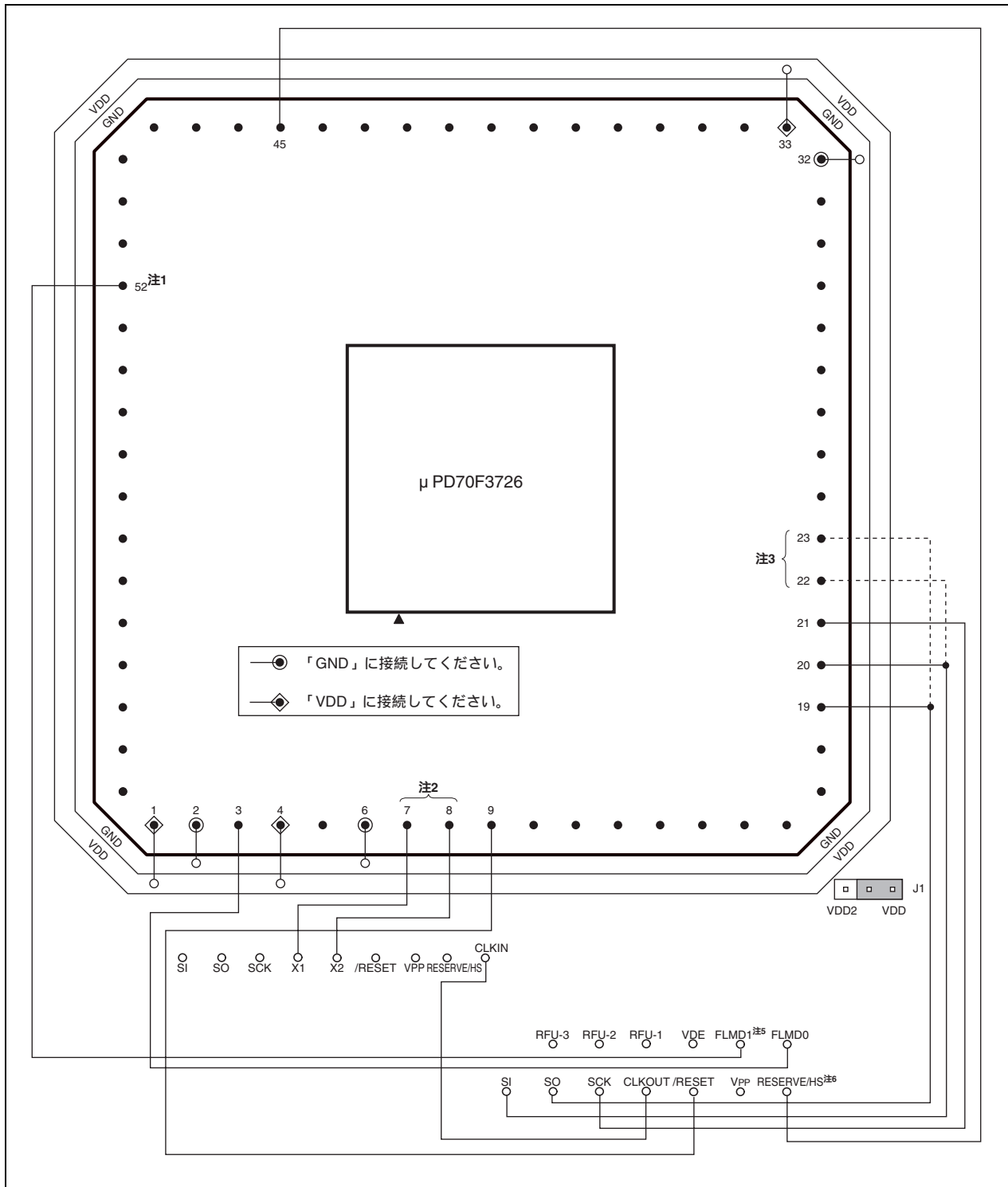
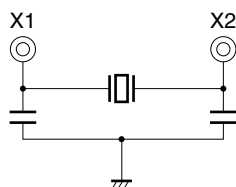


図21 - 6 V850ES/KE2フラッシュ書き込み用アダプタ (FA-64GB-8EU-A) の配線例 (2/2)

- 注1. FLMD1端子は図のように配線するか、もしくはボード上でプルダウン抵抗を介してGNDに接続してください。
2. この図はPG-FP4からクロック供給をする場合の配線例です。
PG-FP4からクロック供給をする場合は必ず次のように設定、接続してください。

- ・フラッシュ・アダプタ (FA) のJ1をVDD側に設定
- ・FAのCLKOUTをFAのCLKINに接続
- ・FAのX1をデバイスのX1に接続
- ・FAのX2をデバイスのX2に接続

フラッシュ・アダプタ上に発振回路を作成してクロックを供給する場合は上記の設定・接続の必要はありません。次に回路例を示します。



3. UART0使用時の該当端子

備考 1. 記述していない端子は、未使用時の端子処理に従って処理してください (2.2 端子の入出力回路タイプと未使用時の処理参照)。

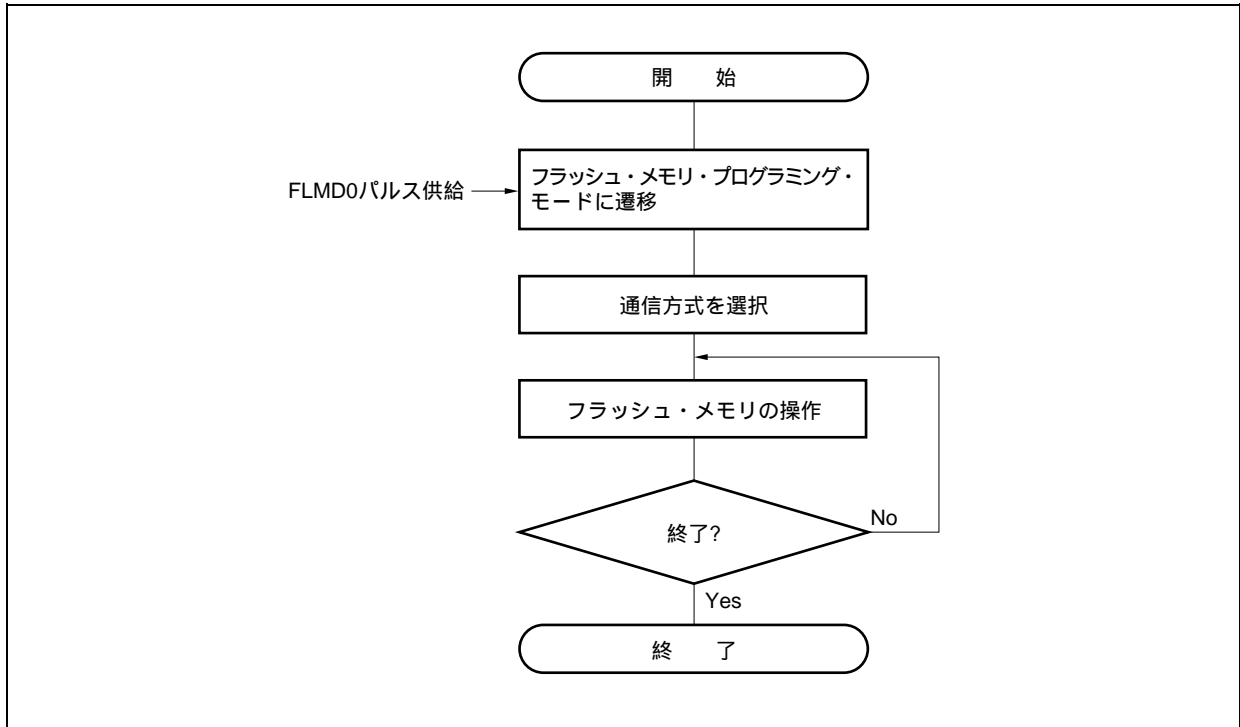
抵抗を介して V_{DD} に接続する場合、1 k ~ 10 k Ω の抵抗を接続することを推奨します。

2. このアダプタは64ピン・プラスチックLQFP (ファインピッチ) パッケージ用です。
3. この図はハンドシェイク対応CSI時の結線です。

21.4.3 フラッシュ・メモリ制御

フラッシュ・メモリを操作する手順を次に示します。

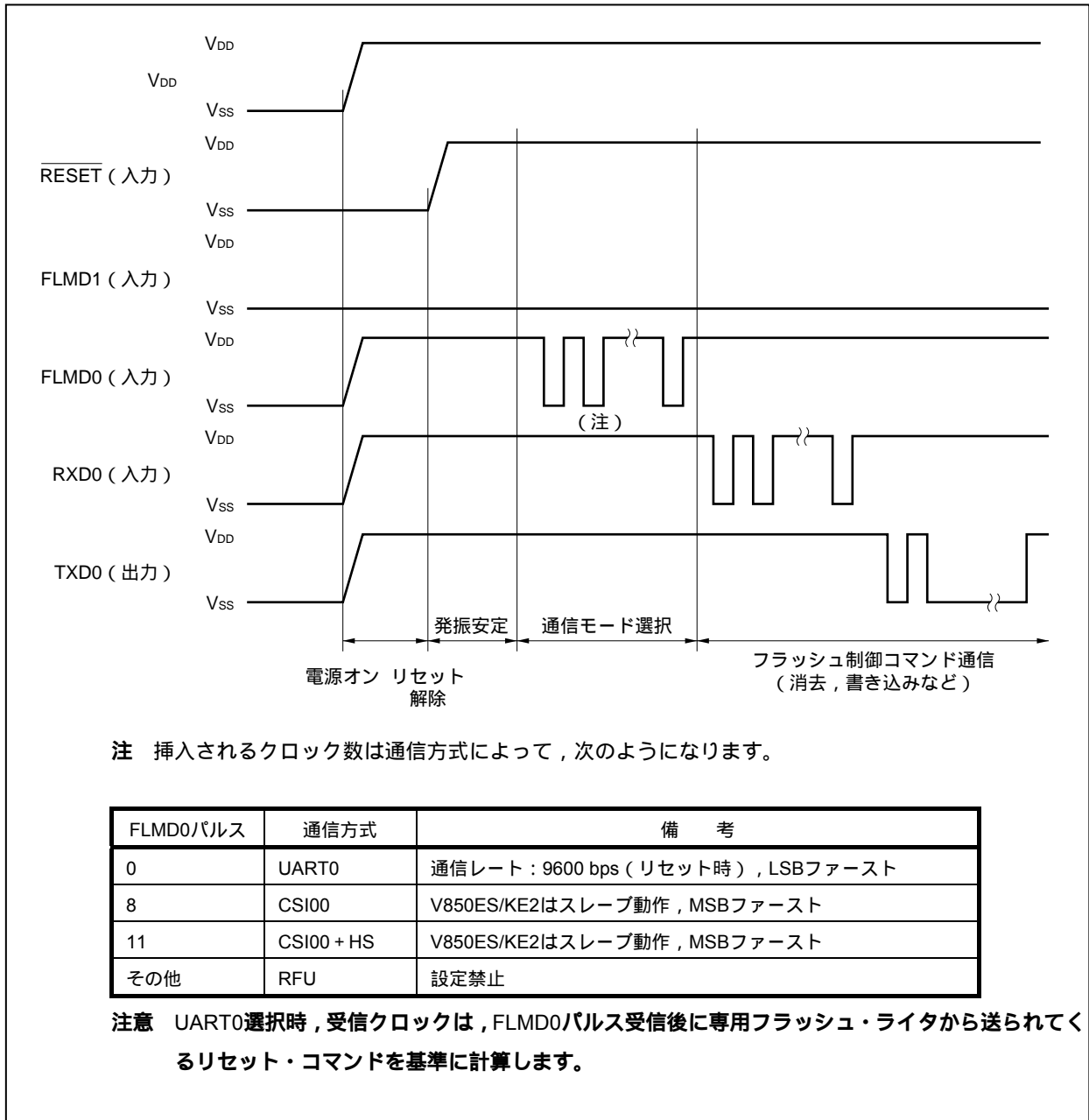
図21-7 フラッシュ・メモリの操作手順



21.4.4 通信方式の選択

V850ES/KE2では、フラッシュ・メモリ・プログラミング・モードに遷移後、FLMD0端子にパルス（最大11パルス）を入力することで通信方式を選択します。このFLMD0パルスは専用フラッシュ・ライタが生成します。パルス数と通信方式の関係を次に示します。

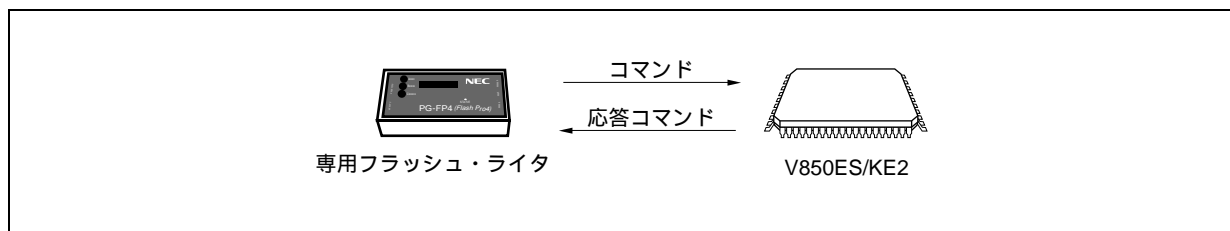
図21-8 通信方式の選択



21.4.5 通信コマンド

V850ES/KE2と専用フラッシュ・ライタは、コマンドを介して通信します。専用フラッシュ・ライタからV850ES/KE2へ送られる信号を「コマンド」と呼び、V850ES/KE2から専用フラッシュ・ライタへ送られる応答信号を「応答コマンド」と呼びます。

図21-9 通信コマンド



V850ES/KE2のフラッシュ・メモリ制御用コマンドを次に示します。これらのコマンドはすべてライタから発行され、V850ES/KE2がコマンドに対応した各処理を行います。

表21-7 フラッシュ・メモリ制御用コマンド

分類	コマンド名称	対応			機能
		CSI00	CSI00+HS	UART0	
ブランク・チェック	ブロック・ブランク・チェック・コマンド				指定したブロックのメモリの消去状態を確認
消去	チップ消去コマンド				全メモリの内容を消去
	ブロック消去コマンド				指定したブロックのメモリの内容を消去
書き込み	プログラム・コマンド				指定したアドレス範囲の書き込み、内容ベリファイ・チェックを実行
ベリファイ	ベリファイ・コマンド				指定したアドレス範囲のメモリの内容と、フラッシュ・ライタから転送されたデータを比較
	チェック・サム・コマンド				指定したアドレス範囲のチェック・サムを読み出す。
システム設定, 制御	シリコン・シグネチャ・コマンド				シリコン・シグネチャ情報を読み出す
	セキュリティ設定コマンド				チップ消去コマンド, ブロック消去コマンド, プログラム・コマンド, リード・コマンドの禁止設定, およびブート領域の書き換え禁止設定

21.4.6 端子処理

オンボード書き込みを行う場合は、ターゲット・システム上に専用フラッシュ・ライタと接続するためのコネクタを設けます。また、オンボード上に通常動作モードからフラッシュ・メモリ・プログラミング・モードへの切り替え機能を設けてください。

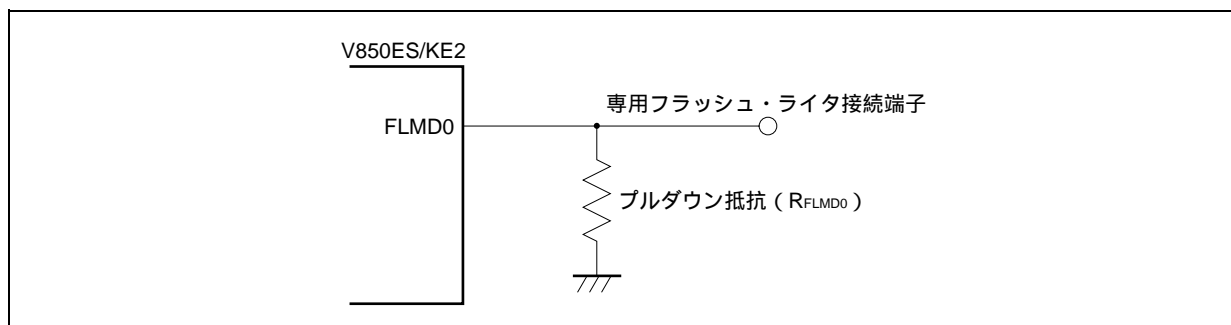
フラッシュ・メモリ・プログラミング・モードに遷移すると、フラッシュ・メモリ・プログラミングに使用しない端子は、すべてリセット直後と同じ状態になります。したがって、外部デバイスがリセット直後の状態を認めない場合は端子処理が必要です。

(1) FLMD0端子

通常動作モード時は、FLMD0端子に V_{SS} レベルの電圧を入力します。また、フラッシュ・メモリ・プログラミング・モード時は、FLMD0端子に V_{DD} レベルの書き込み電圧を供給します。

また、FLMD0端子はセルフ・プログラミング・モード時には書き換え保護用の端子となるため、書き換え前にポート制御などによって、FLMD0端子に V_{DD} レベルの電圧を供給する必要があります。詳細は、21.5.5 (1) FLMD0端子を参照してください。

図21 - 10 FLMD0端子の接続例



(2) FLMD1端子

FLMD0端子に0 Vを入力された場合、FLMD1端子は機能しません。FLMD0端子に V_{DD} が供給された場合、フラッシュ・メモリ・プログラミング・モードに引き込むため、FLMD1端子に0 Vを入力する必要があります。FLMD1端子の接続例を次に示します。

図21 - 11 FLMD1端子の接続例

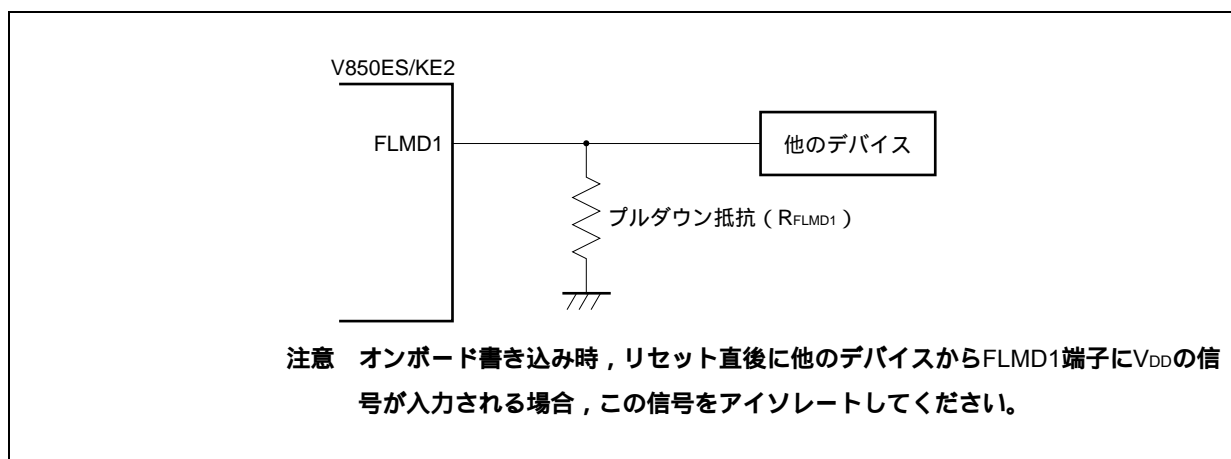


表21 - 8 リセット解除時のFLMD0, FLMD1端子の動作モードとの関係

FLMD0	FLMD1	動作モード
0	任意	通常動作モード
V _{DD}	0	フラッシュ・メモリ・プログラミング・モード
V _{DD}	V _{DD}	設定禁止

(3) シリアル・インタフェース端子

各シリアル・インタフェースが使用する端子を次に示します。

表21 - 9 各シリアル・インタフェースが使用する端子

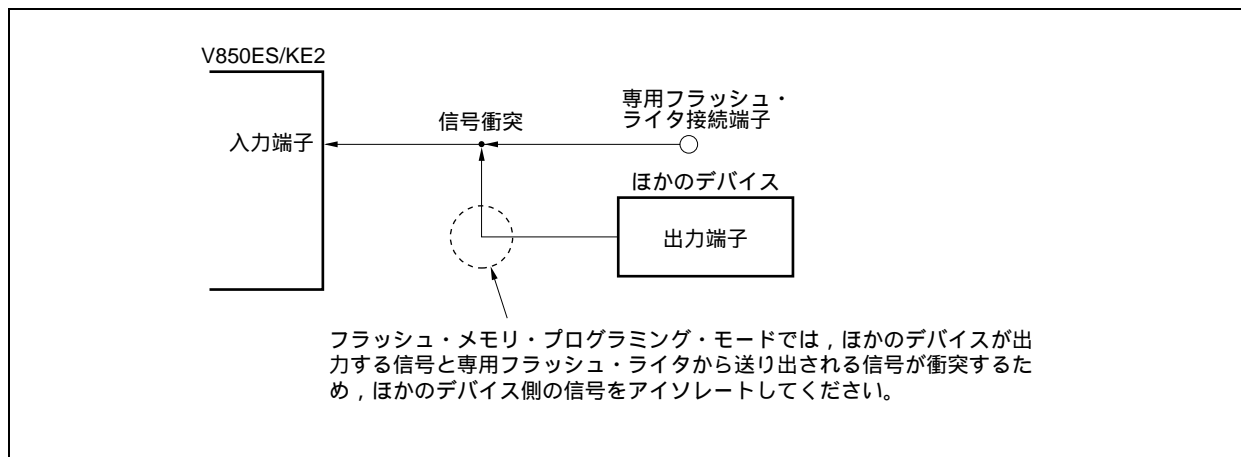
シリアル・インタフェース	使用端子
UART0	TXD0, RXD0
CSI00	SO00, SI00, SCK00
CSI00 + HS	SO00, SI00, SCK00, PCM0

オンボード上でほかのデバイスと接続しているシリアル・インタフェース用の端子に、専用フラッシュ・ライタを接続する場合、信号の衝突、ほかのデバイスの異常動作などに注意してください。

(a) 信号の衝突

ほかのデバイス（出力）と接続しているシリアル・インタフェース用の端子（入力）に、専用フラッシュ・ライタ（出力）を接続すると、信号の衝突が発生します。この信号の衝突を避けるため、ほかのデバイスとの接続をアイソレートするか、またはほかのデバイスを出力ハイ・インピーダンス状態にしてください。

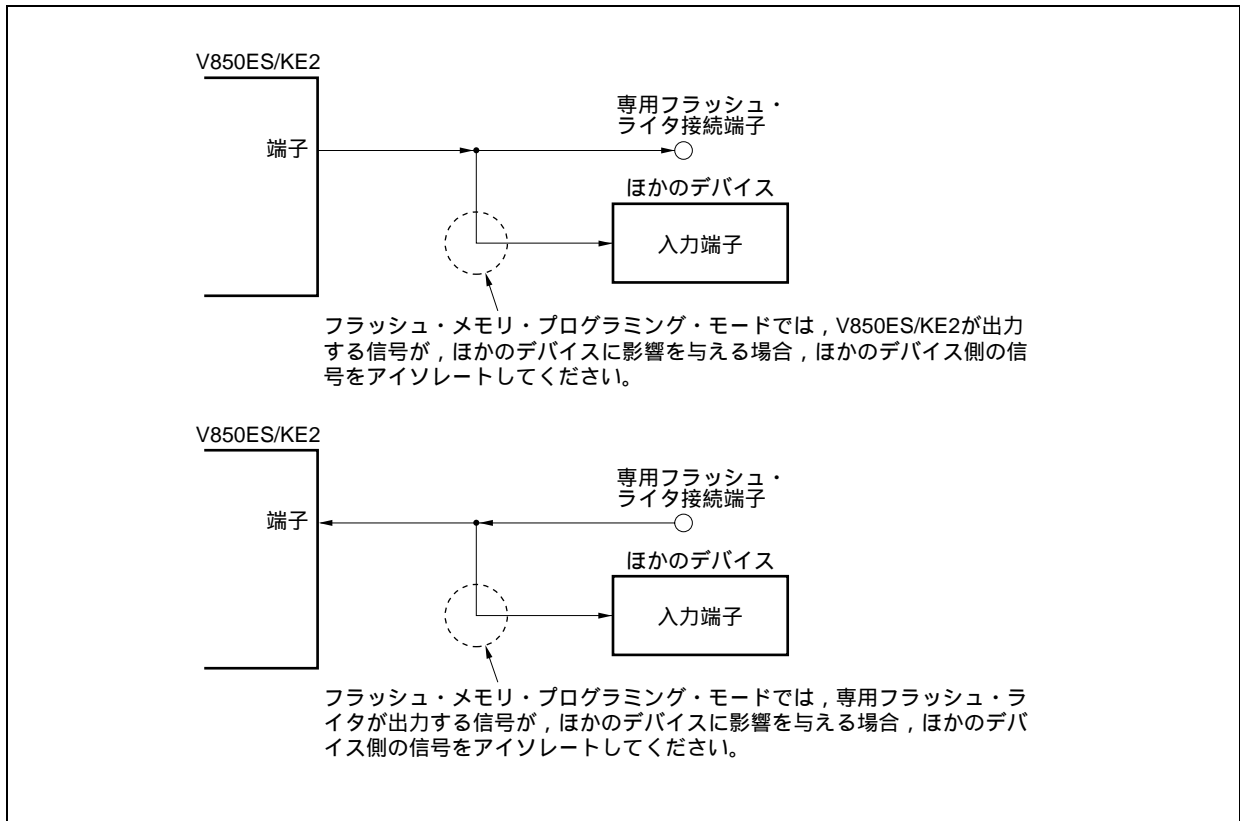
図21 - 12 信号の衝突（シリアル・インタフェースの入力端子）



(b) ほかのデバイスの異常動作

ほかのデバイス(入力)と接続しているシリアル・インタフェース用の端子(入力または出力)に、専用フラッシュ・ライター(出力または入力)を接続する場合、ほかのデバイスに信号が出力され、異常動作を起こす可能性があります。この異常動作を避けるため、ほかのデバイスとの接続をアイソレートしてください。

図21 - 13 ほかのデバイスの異常動作

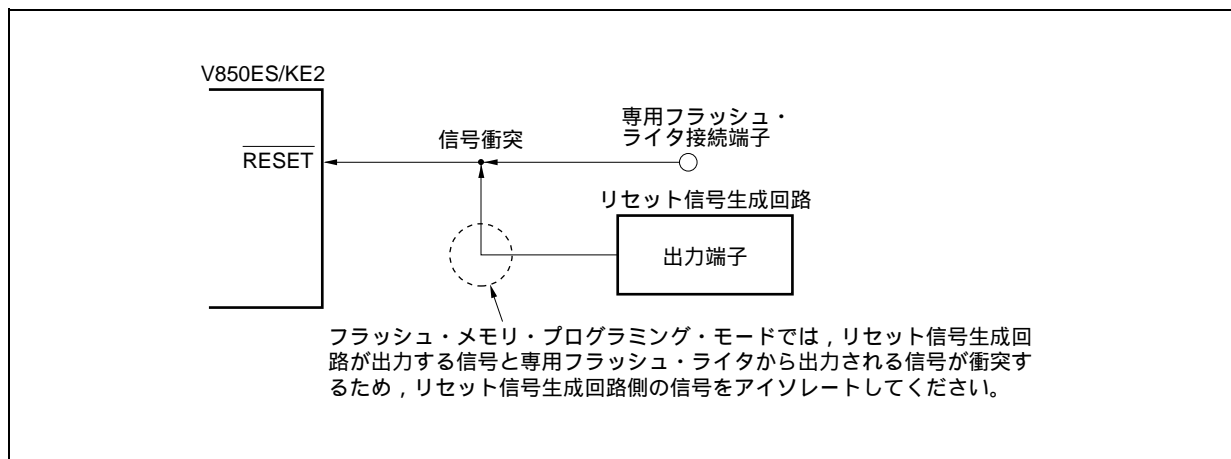


(4) RESET端子

オンボード上で、リセット信号生成回路と接続しているRESET端子に、専用フラッシュ・ライタのリセット信号を接続する場合、信号の衝突が発生します。この信号の衝突を避けるため、リセット信号生成回路との接続をアイソレートしてください。

また、フラッシュ・メモリ・プログラミング・モード期間中に、ユーザ・システムからリセット信号を入力した場合、正常なプログラミング動作が行われなくなるので、専用フラッシュ・ライタからのリセット信号以外は入力しないでください。

図21 - 14 信号の衝突 (RESET端子)



(5) ポート端子 (NMIを含む)

フラッシュ・メモリ・プログラミング・モードに設定すると、フラッシュ・メモリ・プログラミングに使用しない端子は、すべてリセット直後と同じ状態になります。したがって、各ポートに接続された外部デバイスが、リセット直後のポート状態を認めない場合は、抵抗を介してV_{DD}に接続するか、または抵抗を介してV_{SS}に接続するなどの端子処理が必要です。

(6) その他の信号端子

X1, X2, XT1, XT2は、通常動作モード時と同じ状態に接続してください。

(7) 電 源

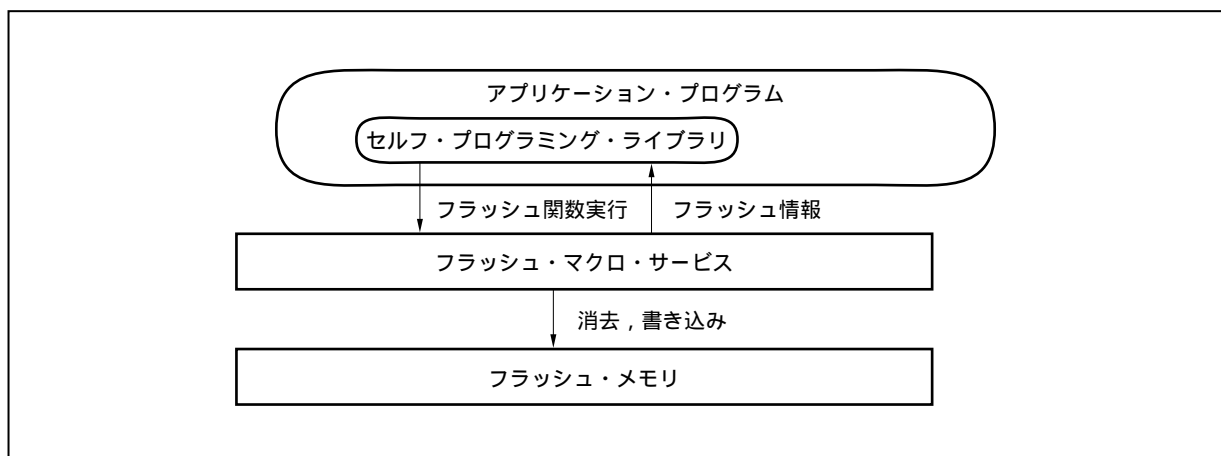
電源 (V_{DD}, V_{SS}, EV_{DD}, EV_{SS}, AV_{SS}, AV_{REF0}) は、通常動作モード時と同じ電源を供給してください。

21.5 セルフ・プログラミングによる書き換え

21.5.1 概 要

V850ES/KE2は、ユーザ・プログラム自身で内蔵フラッシュ・メモリの書き換えを行うための、フラッシュ・マクロ・サービスをサポートしています。このインタフェースおよび、フラッシュ・メモリの書き換えをユーザのアプリケーション・プログラムで行うためのセルフ・プログラミング・ライブラリを利用することにより、内蔵RAMもしくは、外部メモリへあらかじめ転送しておいたユーザ・アプリケーションから、フラッシュ・メモリの書き換えが可能になり、フィールドでのユーザ・プログラムのアップグレードや、定数データ書き換えを行うことができます。

図21 - 15 セルフ・プログラミングの概念図

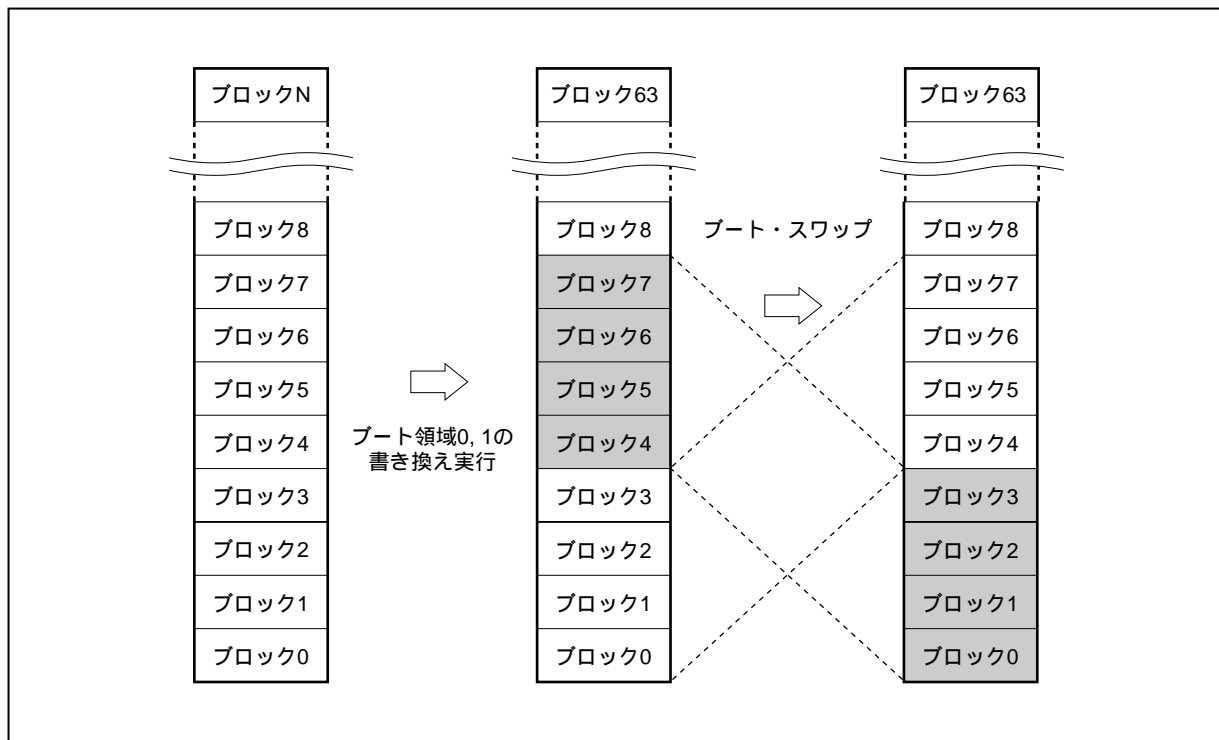


21.5.2 特 徴

(1) セキュア・セルフ・プログラミング (ブート・スワップ機能)

V850ES/KE2は、ブート領域0の物理メモリ(ブロック0-3)と、ブート領域1の物理メモリ(ブロック4-7)を入れ替えることができるブート・スワップ機能をサポートしているため、あらかじめ書き換えたい起動用のプログラムをブート領域1に書いておき、物理メモリをスワップさせることにより、書き換え中に電源遮断が発生しても常にブート領域0には正常なユーザ・プログラムが存在する状態となるため、全領域の書き換えが安全に実行可能となります。

図21 - 16 全メモリ領域の書き換え (ブート・スワップ対応)



(2) 割り込み対応

セルフ・プログラミング中は、フラッシュ・メモリからの命令フェッチが不可能であるため、従来は割り込みが発生してもフラッシュ・メモリに書き込まれているユーザ・ハンドラは使用できません。

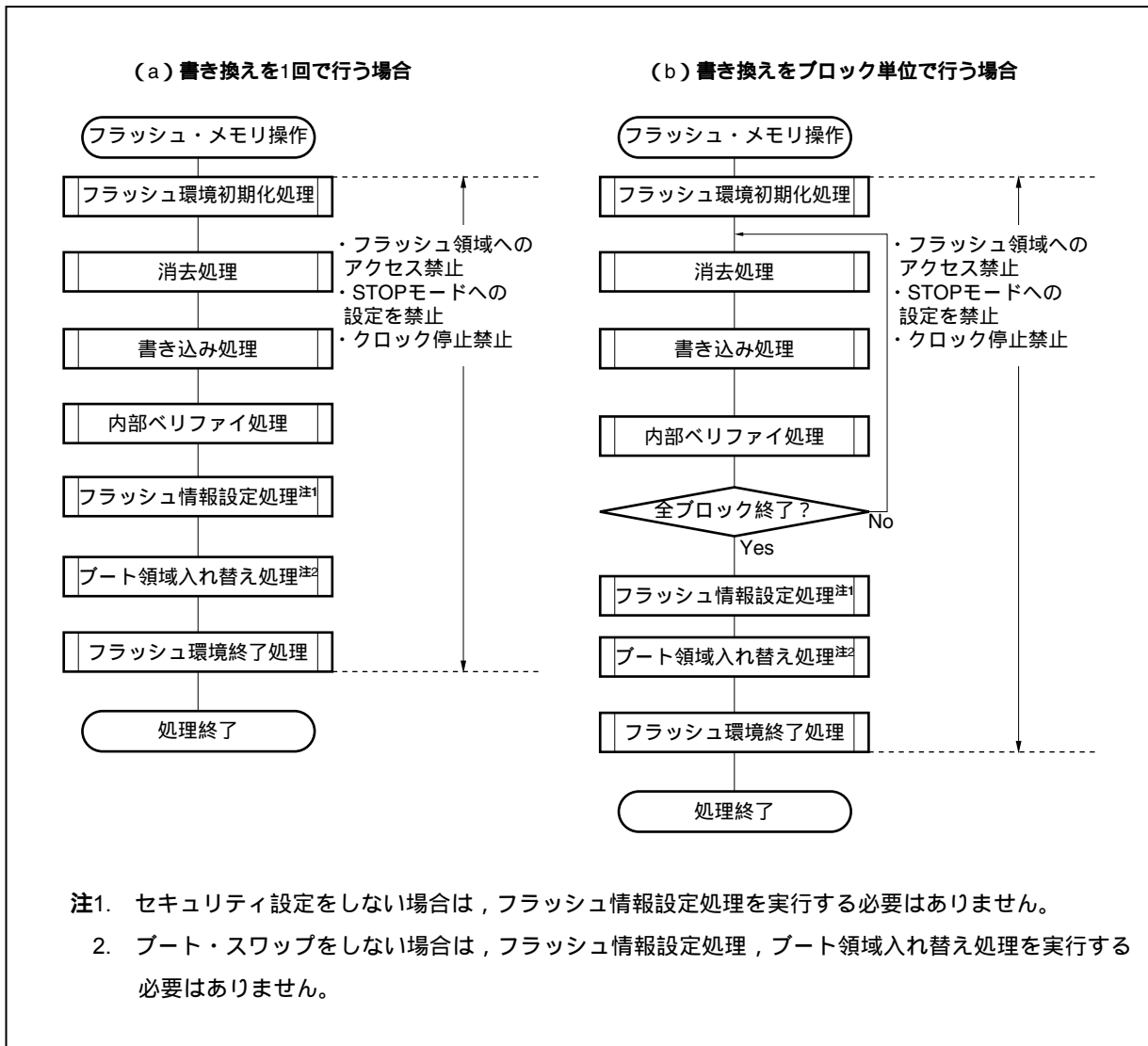
そのため、V850ES/KE2では、セルフ・プログラミング中に割り込みを利用する場合、内蔵RAMの特定番地[※]に処理が移ります。したがって、あらかじめ内蔵RAMの特定番地[※]にユーザ割り込み処理へ遷移するjump命令を用意してください。

- 注 MNI割り込み : 内蔵RAMの先頭番地
 マスカブル割り込み : 内蔵RAMの先頭 + 4番地

21.5.3 標準セルフ・プログラミング・フロー

フラッシュ・セルフ・プログラミングにて、フラッシュ・メモリへの書き換えを行う際の全体処理を次に示します。

図21-17 標準セルフ・プログラミング・フロー



21.5.4 フラッシュ関数一覧

表21 - 10 主なフラッシュ関数一覧

関数名	概要	対応
FlashEnv	フラッシュ制御マクロの初期化	
FlashBlockErase	指定した1ブロックの消去	
FlashWordWrite	指定したアドレスからの書き込み	
FlashBlockVerify	指定した1ブロックの内部ベリファイ	
FlashBlockBlankCheck	指定した1ブロックのブランク・チェック	
FlashFLMDCheck	FLMD端子のチェック	
FlashGetInfo	フラッシュ情報の読み出し	
FlashSetInfo	フラッシュ情報の設定	
FlashBootSwap	ブート領域入れ替え	
FlashWordRead	指定したアドレスからのデータ読み出し	

備考 詳細は、V850シリーズ フラッシュ・メモリ・セルフ・プログラミング (単電源フラッシュ・メモリ編) ユーザーズ・マニュアルを参照してください。

なお、このマニュアルについては、当社販売員にお問い合わせください。

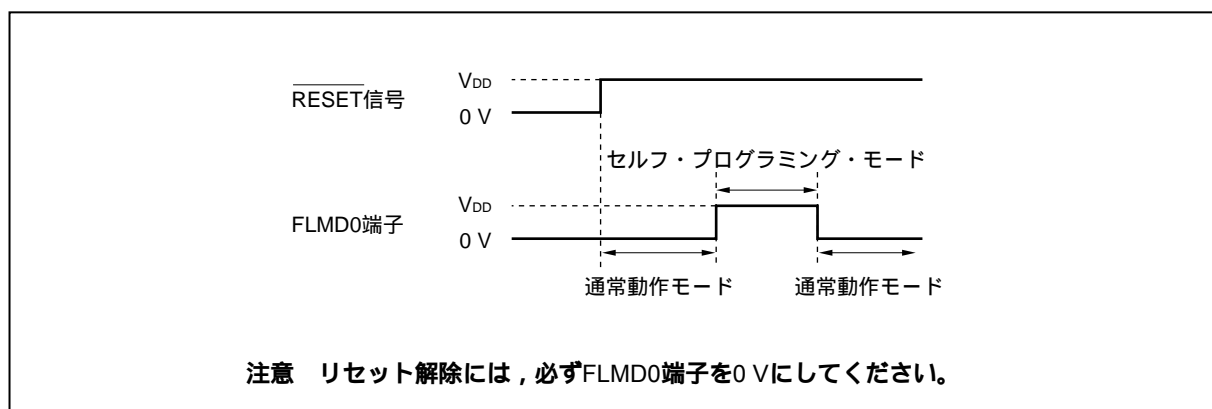
21.5.5 端子処理

(1) FLMD0端子

FLMD0端子は、リセット解除時の動作モード設定と、セルフ書き換え時の書き換え保護機能の兼用端子となっているため、リセット解除～通常動作実行時は、FLMD0端子へ印加される電圧を0 Vに保持し、セルフ・プログラミング・モードの期間は、書き換え前にポート制御などによって、FLMD0端子に V_{DD} レベルの電圧を印加する必要があります。

また、セルフ・プログラミングが終了したあとは、FLMD0端子の電圧を0 Vに戻す必要があります。

図21 - 18 モード切り替わりタイミング



21.5.6 使用する内部資源

セルフ・プログラミングにて使用する内部資源を次に示します。なお、セルフ・プログラミング以外では、次の内部資源については自由に使用できます。

表21 - 11 使用する内部資源

リソース名	説明
エントリRAM領域 (内部RAM / 外部RAMサイズ : 136バイト)	フラッシュ・マクロ・サービスへの遷移のためのルーチンとパラメータを配置。 ライブラリ初期化関数の呼び出しによりエントリ・プログラムとデフォルトのパラメータがコピーされます。
スタック領域 (スタック・サイズ : 600バイト)	ユーザの使用しているスタックの延長をライブラリが使用。 (内部RAM / 外部RAMのどちらでも使用可)
ライブラリ・コード (コード・サイズ : 約1600バイト)	ライブラリのプログラム本体。 (操作対象のフラッシュ・メモリ・ブロック以外ならどこでも使用可)
アプリケーション・プログラム	ユーザ・アプリケーションとしての実行 フラッシュ関数の呼び出し
マスカブル割り込み	ユーザ・アプリケーションの実行状態、セルフ・プログラミング状態で利用可能。 セルフ・プログラミング状態で利用した場合、内蔵RAMの先頭+4番地(3FFE004H)に処理が移るので、あらかじめ内蔵RAMの先頭+4番地(3FFE004H)にユーザ割り込み処理へ遷移するjump命令を用意してください。
NMI割り込み	ユーザ・アプリケーションの実行状態、セルフ・プログラミング状態で利用可能。 セルフ・プログラミング状態で利用した場合、内蔵RAMの先頭番地(3FFE000H)に処理が移るので、あらかじめ内蔵RAMの先頭番地(3FFE000H)にユーザ割り込み処理へ遷移するjump命令を用意してください。
TM50, TM51	フラッシュ・マクロ・サービスで使用しますので、セルフ・プログラミング状態では使用しないでください。 セルフ・プログラミング後にTM50, TM51を使用する場合は、再度設定してください。

備考 詳細は、V850シリーズ **フラッシュ・メモリ・セルフ・プログラミング(単電源フラッシュ・メモリ編) ユーザーズ・マニュアル**を参照してください。

なお、このマニュアルについては、当社販売員にお問い合わせください。

第22章 オンチップ・デバッグ機能

V850ES/KE2はユーザ資源を使用してMINICUBE2などによってオンチップ・デバッグを実現します。

V850ES/KE2にはDCU (デバッグ・コントロール・ユニット) は、搭載されておりません。しかし、オンチップ・デバッグ・エミュレータ (MINICUBE[®]) およびデバッグ・アダプタ (QB-V850ESKX1H-DA) を使用して簡易インサートキット・エミュレータとして使用することができます (接続方法については付録A 開発ツールを参照してください)。

備考 DCU (デバッグ・コントロール・ユニット) とは $\overline{\text{DRST}}$, DCK, DMS, DDI, DDO端子をデバッグ・インタフェース端子としてオンチップ・デバッグを実現する回路のことです。

2つのオンチップ・デバッグ機能の特徴を次に示します。

表22 - 1 オンチップ・デバッグ機能の特徴

	DCUを使用する方法	DCUを使用しない方法	
デバッグ・インタフェース端子	サポートしていません	・ UART0使用時 RXD0, TXD0 ・ CSI00使用時 SI00, SO00, SCK00, HS (PCM0)	
ユーザ資源の確保	サポートしていません	必要	
ハードウェア・ブレーク機能	サポートしていません	サポートしていません	
ソフトウェア・ ブレーク機能	内蔵ROM領域	サポートしていません	4ポイント
	RAM領域	サポートしていません	2000ポイント
リアルタイムRAMモニタ機能 ^{注1}	サポートしていません	可能	
ダイナミック・メモリ・モディフィケーション (DMM) 機能 ^{注2}	サポートしていません	可能	
マスク機能	サポートしていません	$\overline{\text{RESET}}$ 端子	
ROMセキュリティ機能	サポートしていません	10バイトIDコード認証	
使用するハードウェア	サポートしていません	MINICUBE2など	
トレース機能	サポートしていません	サポートしていません	
デバッグ割り込みインタフェース機能 (DBINT)	サポートしていません	サポートしていません	

注1. プログラム実行中にメモリの内容の読み出しを行う機能です。

2. プログラム実行中にRAMの内容の書き換えを行う機能です。

22.1 DCUを使用しない方法

DCUを使用せず，UART0用端子（RXD0，TXD0）またはCSI00用端子（SI00，SO00， $\overline{\text{SCK00}}$ ，HS（PMC0））をデバッグ・インタフェースとしてMINICUBE2を使用してオンチップ・デバッグ機能を実現する方法を次に示します。

22.1.1 接続回路例

図22 - 1 UART0/CSI00を通信インタフェースとして使用する場合の回路接続例

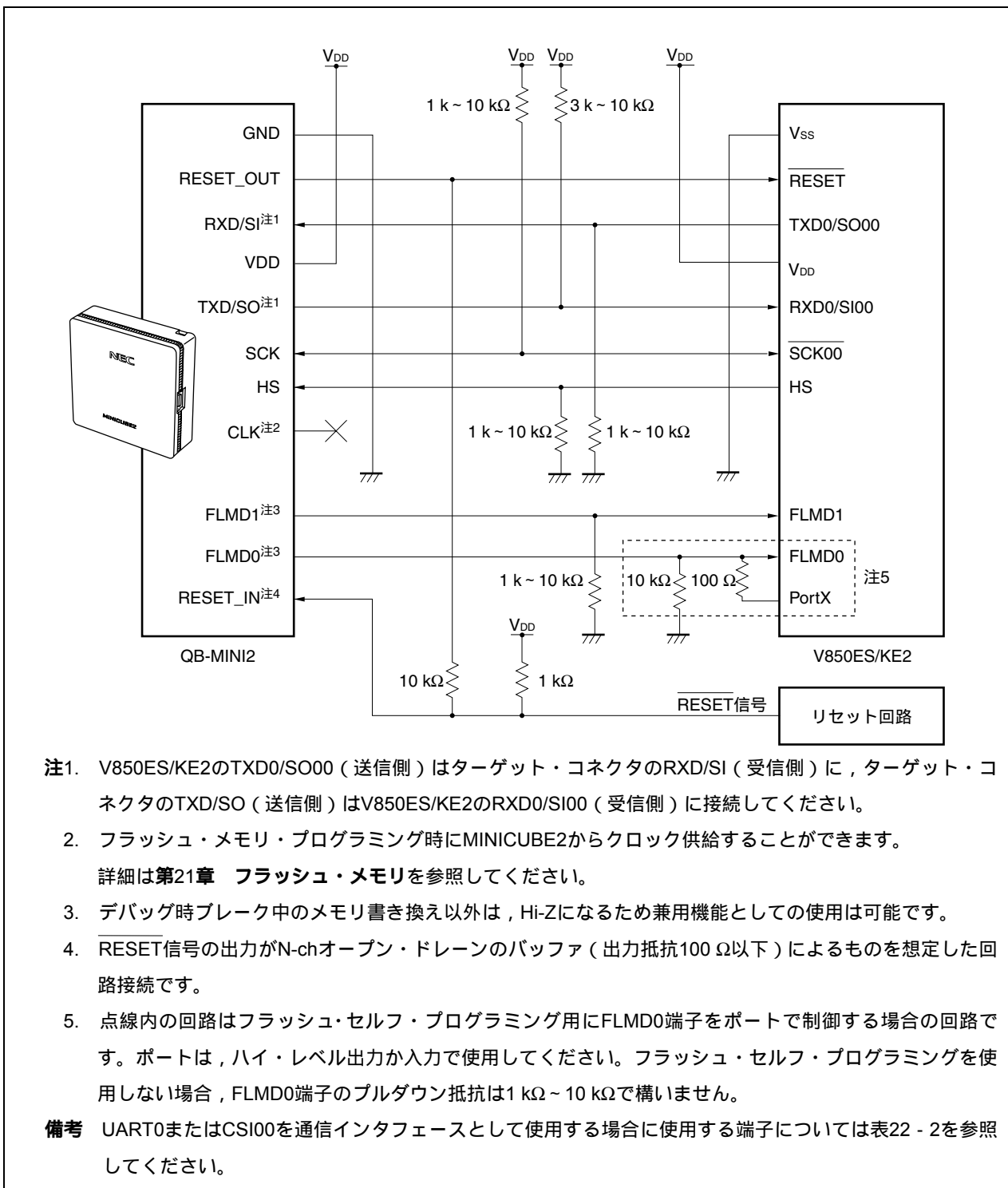


表22 - 2 V850ES/KE2とMINICUBE2の配線表

MINICUBE2 (QB-MINI2) 接続端子			CSI00-HS使用時		UART0使用時	
信号名	入出力	端子機能	端子名	ピン番号	端子名	ピン番号
SI/RxD	入力	V850ES/KE2からのコマンド, データ受信端子	P41/SO00	20	P30/TXD0	22
SO/TxD	出力	V850ES/KE2へのコマンド, データ送信端子	P40/SI00	19	P31/RXD0	23
SCK	出力	3線式シリアル通信用クロック出力端子	P42/SCK00	21	必要なし	必要なし
CLK ^注	出力	V850ES/KE2へのクロック出力端子	必要なし ^注	必要なし ^注	必要なし ^注	必要なし ^注
RESET_OUT	出力	V850ES/KE2へのリセット出力端子	RESET	9	RESET	9
FLMD0	出力	V850ES/KE2をデバッグ・モード, またはプログラミング・モードにするための出力端子	FLMD0	3	FLMD0	3
FLMD1	出力	プログラミング・モードにするための出力端子	PDL5/FLMD1	52	PDL5/FLMD1	52
HS	入力	CSI0 + HS通信のハンドシェイク信号	PCM0	45	必要なし	必要なし
VDD	-	VDD電圧生成	VDD	4	VDD	4
			EVDD	33	EVDD	33
			AVREF0	1	AVREF0	1
GND	-	グラウンド	VSS	6	VSS	6
			AVSS	2	AVSS	2
			EVSS	32	EVSS	32
RESET_IN	入力	ターゲット・システム上のリセット入力端子				

注 MINICUBE2のフラッシュ・ライターとして使用する場合のクロック出力として使用します。詳細は第21章 フラッシュ・メモリを参照してください

22.1.2 マスク機能

リセット信号のみマスクが可能です。

次にデバッガ (ID850QB) のマスク機能および対応する機能を示します。

表22 - 3 マスク機能

デバッガ (ID850QB) のマスク機能	対応するV850ES/KE2の機能
NMIO	×
NMI1	×
NMI2	×
STOP	×
HOLD	×
RESET	RESET端子入力によるリセット信号発生
WAIT	×

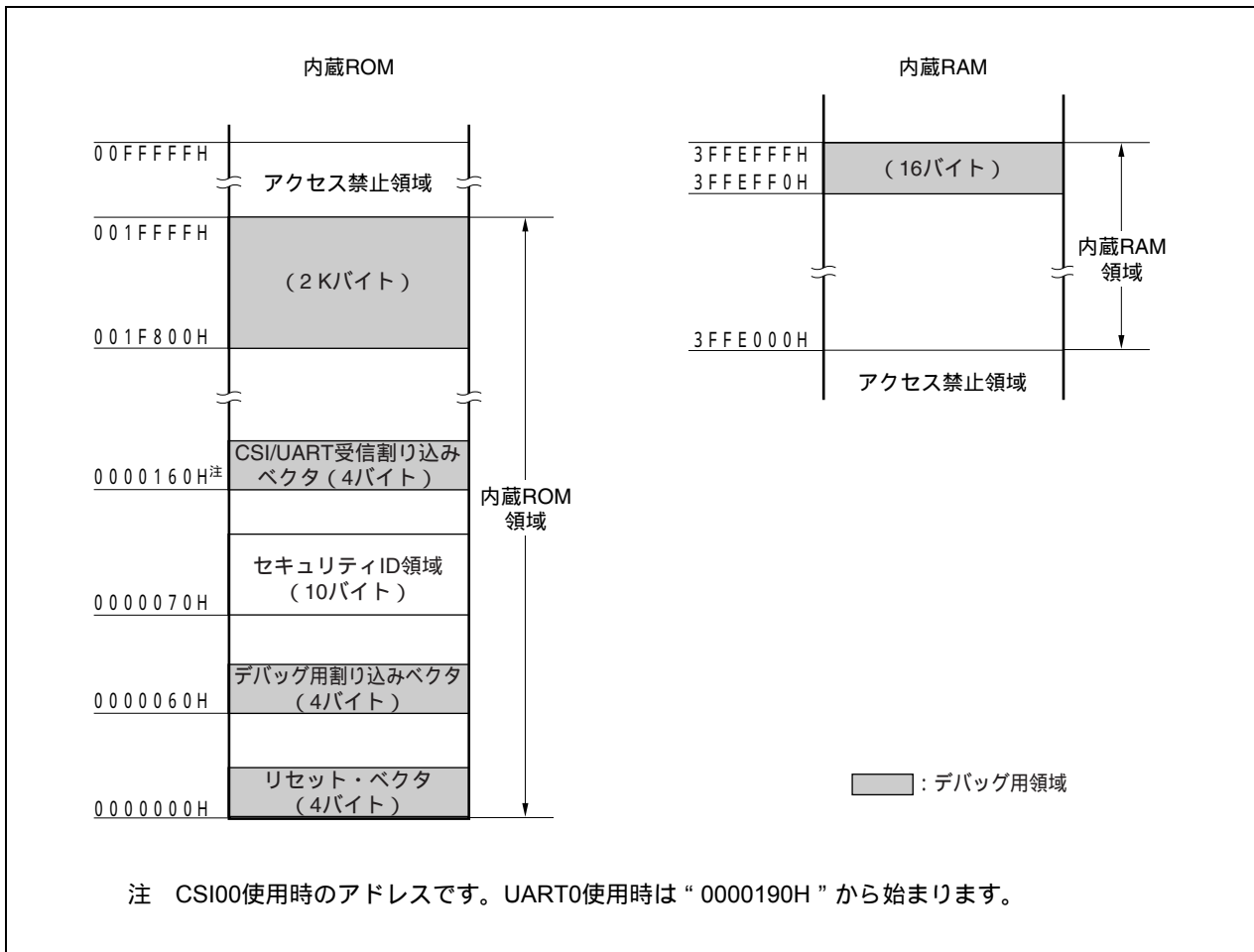
22.1.3 ユーザ資源の確保

MINICUBE2は対象デバイスとの通信，または各デバッグ機能を実現するために次に示す準備を行う必要があります。これらは，ユーザ・プログラムやコンパイラ・オプションで設定する必要があります。

(1) メモリ空間の確保

図22 - 2で示すデバッグ領域はデバッグ用のモニタ・プログラムを組み込むために，ユーザ・プログラムやデータを配置できない空間です。この空間を使用しないように，領域を確保する必要があります。

図22 - 2 デバッグ用モニタ・プログラムが配置されるメモリ空間



・セキュリティIDの設定

図22 - 2で示す0000070H-0000079H領域は第三者からメモリの内容を読み取られないようにするために，IDコードを埋め込む必要があります。詳細は22.2 ROMセキュリティ機能を参照してください。

(2) リセット・ベクタ

リセット・ベクタにはデバッグ用モニタ・プログラムへのジャンプ命令が組み込まれます。

【領域確保の方法】

この領域は意図的に確保する必要はありません。ただし、プログラムのダウンロード時に、次のケースに応じてデバッガがリセット・ベクタの書き換えを行います。書き換えパターンが次に示すケースに一致しない場合、デバッガがエラーを発生します（ID850QBの場合F0C34番）。

(a) 0番地からnopが2個連続している場合

書き換え前	書き換え後
0x0 nop	0x0 デバッグ用モニタ・プログラムへジャンプ
0x2 nop	0x4 xxxx
0x4 xxxx	

(b) 0番地から0xFFFFが2個連続している場合（消去済みデバイスが該当します）

書き換え前	書き換え後
0x0 0xFFFF	0x0 デバッグ用モニタ・プログラムへジャンプ
0x2 0xFFFF	0x4 xxxx
0x4 xxxx	

(c) 0番地がjr命令の場合（CA850では通常このケースに該当）

書き換え前	書き換え後
0x0 jr disp22	0x0 デバッグ用モニタ・プログラムへジャンプ
	0x4 jr disp22 - 4

(d) 0番地からmov32とjmpが連続している（IAR社製コンパイラ ICCV850では通常このケースに該当）

書き換え前	書き換え後
0x0 mov imm32,reg1	0x0 デバッグ用モニタ・プログラムへジャンプ
0x6 jmp [reg1]	0x4 mov imm32,reg1
	0xa jmp [reg1]

(e) 0番地が既にデバッグ用モニタ・プログラムへのジャンプ命令の場合

書き換え前	書き換え後
0x0 デバッグ用モニタ・プログラムへジャンプ	変更なし

(3) デバッグ用モニタ・プログラム領域の確保

図22 - 2の示すデバッグ用領域は、デバッグ用モニタ・プログラムが配置される空間です。モニタ・プログラムはデバッグ用通信インタフェースの初期化処理や、CPUのRUN / ブレーク処理などを行うものです。内蔵ROM領域については0xFFでフィルする必要があります。また、この領域をユーザ・プログラム内で書き換えないようにすることが必要です。

【領域確保の方法】

この空間をユーザ・プログラムで使用しない場合は、必ずしも領域を確保する必要はありません。

しかし、デバッグ起動時のトラブルを回避するために、あらかじめコンパイラなどで領域確保しておくことを推奨いたします。

次に、NECエレクトロニクス社製コンパイラCA850を使用している場合に領域の確保を行う例を示します。次に示すように、アセンブル・ソースとリンクディレクティブ・コードを追加してください。

- ・アセンブル・ソース（次の内容をアセンブル・ソース・ファイルとして追加してください）

```
-- MonitorROMセクションとして2Kバイトの空間を確保
.section "MonitorROM", const
.space 0x800, 0xff

-- デバッグ用割り込みベクタの確保
.section "DBG0"
.space 4, 0xff

-- シリアル通信用割り込みベクタの確保
-- セクション名は使用するシリアル通信に応じて変更してください
.section "INTCSI00"
.space 4, 0xff

-- MonitorRAMセクションとして16バイトの空間を確保
.section "MonitorRAM", bss
.lcomm monitorramsym, 16, 4 ; -- monitorramsymシンボルを定義
```

- ・リンク・ディレクティブ（以下をリンク・ディレクティブ・ファイルの内容に追加してください）

次の例は、内蔵ROMが128 Kバイト（最終アドレス001FFFFH）、内蔵RAMが4 Kバイト（最終アドレス：3FFEFFH）の場合です。

```
MROMSEG : !LOAD ?R V0x01f800{
        MonitorROM = $PROGBITS ?A MonitorROM;
};
MRAMSEG : !LOAD ?RW V0x03ffeff0{
        MonitorRAM = $NOBITS ?AW MonitorRAM;
};
```

(4) 通信シリアル・インタフェースの確保

MINICUBE2は対象デバイスと通信するためにUART0，もしくはCSI00のいずれかを使用します。これらのシリアル・インタフェースに関する設定は、デバッグ用モニタ・プログラムで行っていますが、ユーザ・プログラム上で、この設定を変更した場合、通信異常となりエラーが発生する可能性があります。

このようなトラブルが発生しないよう、ユーザ・プログラムで通信シリアル・インタフェースの確保を行う必要があります。

【通信シリアル・インタフェース確保の方法】**●シリアル・インタフェースのレジスタ**

通信用に使用するUART0やCSI00のレジスタ設定は、ユーザ・プログラムで行わないようにしてください。

●割り込みマスク・レジスタ

通信用にUART0を使用する場合、受信完了割り込み（INTSR0）をマスクしないようにしてください。CSI00の場合、転送終了割り込み（INTCSI00）をマスクしないようにしてください。

(a) CSI00の場合

	7	6	5	4	3	2	1	0
CSI0IC0	x	0	x	x	x	x	x	x

(b) UART0の場合

	7	6	5	4	3	2	1	0
SRIC0	x	0	x	x	x	x	x	x

備考 x : 任意

●UART0使用時のポートに関するレジスタ

通信用にUART0を使用する場合、TXD0, RXD0端子を有効になるように、デバッグ用モニタ・プログラムで行っています。デバッグ中に次のレジスタの設定をユーザ・プログラムで変更しないでください(同値書き込みは可能です)。

	7	6	5	4	3	2	1	0
PMC3L	x	x	x	x	x	x	1	1

備考 x : 任意

●CSI00使用時のポートに関するレジスタ

通信用にCSI00を使用する場合、SI00, SO00, $\overline{\text{SCK00}}$ およびHS (PMC0) 端子が有効になるように、デバッグ用モニタ・プログラムで行っています。デバッグ中に次のレジスタの設定をユーザ・プログラムで変更しないでください(同値書き込みは可能です)。

(a) SI00, SO00, $\overline{\text{SCK00}}$ の設定

	7	6	5	4	3	2	1	0
PMC4	x	x	x	x	x	1	1	1

(b) HS (PMC0端子) の設定

	7	6	5	4	3	2	1	0
PMCM	x	x	x	x	x	x	x	0

	7	6	5	4	3	2	1	0
PCM	x	x	x	x	x	x	x	注

注 ライト禁止です。

HS端子の値はモニタ・プログラムがデバッグの状態に応じて変更を行っています。ポート・レジスタの設定を8ビット単位で操作したい場合、ユーザ・プログラム上でリード・モディファイ・ライトを行えば、ほとんど問題ありませんが、ライト前にデバッグ用の割り込みが入った場合、意図しない動作になる可能性があります。

備考 x : 任意

22.1.4 注意事項

(1) デバッグに使用したデバイスの取り扱いについて

デバッグに使用したデバイスを、量産製品に搭載しないでください（デバッグ中にフラッシュ・メモリの書き換えをしており、フラッシュ・メモリの書き換え回数を保証することができないためです）。また、デバッグ用モニタ・プログラムは量産製品には組み込まないでください。

(2) ブレークができない場合について

次の状態が継続している場合は、強制ブレークすることができません。

- 割り込み禁止中（DI）の場合
- MINICUBE2と対象デバイスの通信に使用するシリアル・インタフェースの割り込みがマスクされている場合
- マスカブル割り込みによるスタンバイ解除を禁止している状態で、スタンバイ・モードに入っている場合
- MINICUBE2と対象デバイスの通信インタフェースがUART0の場合に、メイン・クロックを停止している場合

(3) 疑似リアルタイムRAMモニタ（RRM）機能やDMM機能が動作しない場合について

次の状態の場合、疑似RRM機能、DMM機能が動作しません。

- 割り込み禁止中（DI）の場合
- MINICUBE2と対象デバイスの通信に使用するシリアル・インタフェースの割り込みがマスクされている場合
- マスカブル割り込みによるスタンバイ解除を禁止している状態で、スタンバイ・モードに入っている場合
- MINICUBE2と対象デバイスの通信インタフェースがUART0の場合に、メイン・クロックを停止している場合
- MINICUBE2と対象デバイスの通信インタフェースがUART0の場合に、デバッガで指定する動作クロックと異なるクロックで動作している場合

(4) 疑似RRMやDMM機能を有効にしている場合のスタンバイ解除について

次の状態の場合、疑似RRM機能、DMM機能によりスタンバイ・モードが解除されます。

- MINICUBE2と対象デバイスの通信インタフェースがCSI00の場合
- MINICUBE2と対象デバイスの通信インタフェースがUART0の場合に、メイン・クロックが停止していない場合

(5) 特定シーケンスを必要とする周辺I/OレジスタへのDMM機能による書き換えについて

特定シーケンスを必要とする周辺I/Oレジスタは、DMM機能により書き換えることができません。

(6) フラッシュ・セルフ・プログラミングについて

デバッグ用モニタ・プログラムが配置された空間を、フラッシュ・セルフ・プログラミングで書き換えた場合、デバッガが正常に動作しなくなります。

22.2 ROMセキュリティ機能

22.2.1 セキュリティID

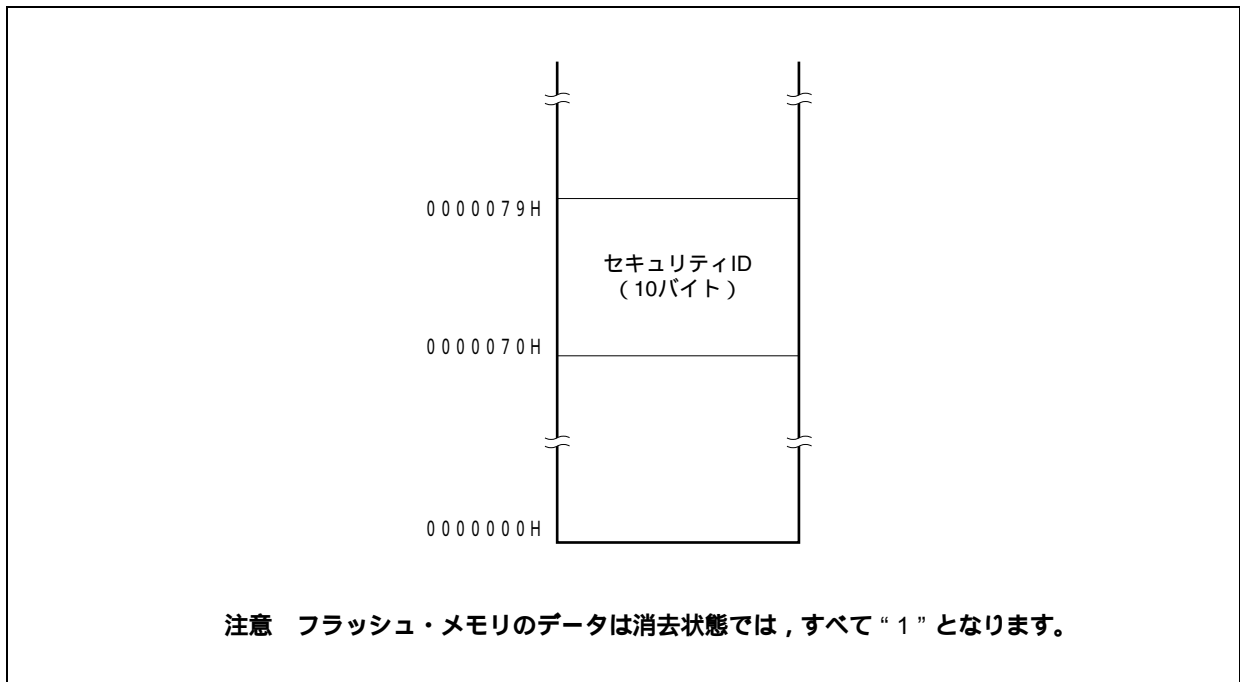
オンチップ・デバッグ・エミュレータによるオンチップ・デバッグ時、フラッシュ・メモリの内容を第三者に読み出されることを防ぐために、10バイトのIDコードによる認証を行います。

IDコードは、あらかじめ内蔵フラッシュ・メモリ領域の0000070H-0000079Hの10バイト分に設定し、デバッガがID認証を行います。

このID照合が一致していれば、セキュリティが解除されフラッシュ・メモリ読み出し許可、オンチップ・デバッグ・エミュレータ使用許可となります。

- ・10バイトのIDコードは、0000070H-0000079Hに設定します。
- ・0000079Hのビット7はオンチップ・デバッグ・エミュレータ使用許可フラグです。
(0：使用禁止，1：使用許可)
- ・オンチップ・デバッグ・エミュレータを起動すると、デバッガがID入力を要求します。デバッガ上で入力したIDコードと、0000070H-0000079Hに埋め込んだIDコードが一致すればデバッガが起動します。
- ・IDコードが一致しても、オンチップ・デバッグ・エミュレータ使用許可フラグが“0”である場合は、デバッグを行うことはできません。

図22 - 3 セキュリティID領域



22.2.2 設定方法

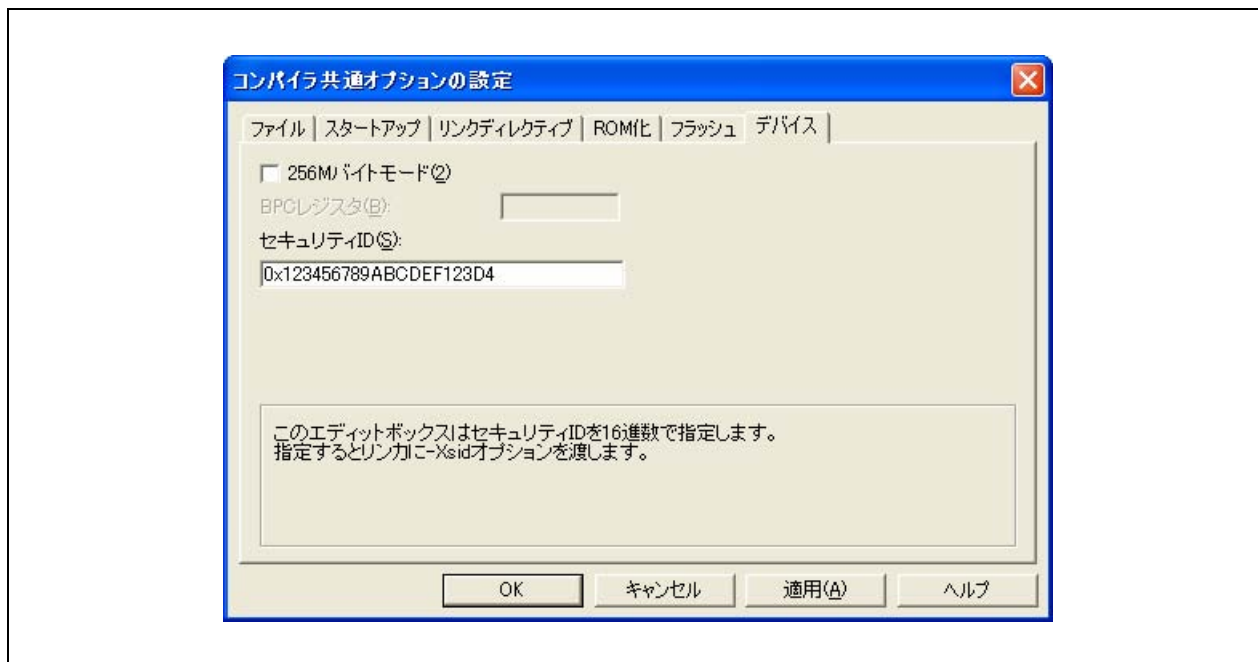
IDコードを表22 - 4のように設定する方法を次に示します。

表22 - 4のようにIDコードを設定した場合、ID850QBのコンフィギュレーション・ダイアログ上で入力するIDコードは「123456789ABCDEF123D4」となります（英数字は大文字でも小文字でも同じIDコードとして認識します）。

表22 - 4 IDコード

番地	値
0x70	0x12
0x71	0x34
0x72	0x56
0x73	0x78
0x74	0x9A
0x75	0xBC
0x76	0xDE
0x77	0xF1
0x78	0x23
0x79	0xD4

CA850 Ver. 3.10以上とセキュリティIDに対応したデバイス・ファイルであれば、PM+のコンパイラ共通オプション設定でIDコードを指定することができます。



[プログラム例 (CA850 V3.10以上 使用時)]

```
#-----  
# SECURITYID  
#-----  
    .section    "SECURITY_ID"    -- Interrupt handler address 0x70  
    .word       0x78563412       -- 0 - 3 byte code  
    .word       0xF1DEBC9A       -- 4 - 7 byte code  
    .hword      0xD423           -- 8 - 9 byte code
```

備考 上記プログラム例はスタートアップ・ファイルに追加してください。

第23章 電気的特性

絶対最大定格 (TA = 25) (1/2)

項目	略号	条件	定格	単位
電源電圧	V _{DD}	V _{DD} = EV _{DD} = AV _{REF0}	- 0.3 ~ + 6.5	V
	AV _{REF0}	V _{DD} = EV _{DD} = AV _{REF0}	- 0.3 ~ + 6.5	V
	EV _{DD}	V _{DD} = EV _{DD} = AV _{REF0}	- 0.3 ~ + 6.5	V
	V _{SS}	V _{SS} = EV _{SS} = AV _{SS}	- 0.3 ~ + 0.3	V
	AV _{SS}	V _{SS} = EV _{SS} = AV _{SS}	- 0.3 ~ + 0.3	V
	EV _{SS}	V _{SS} = EV _{SS} = AV _{SS}	- 0.3 ~ + 0.3	V
入力電圧	V _{I1}	P00-P06, P30-P35, P38, P39, P40-P42, P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7, RESET, FLMD0	- 0.3 ~ EV _{DD} + 0.3 ^注	V
	V _{I2}	X1, X2, XT1, XT2	- 0.3 ~ V _{DD} + 0.3 ^注	V
アナログ入力電圧	V _{IAN}	P70-P77	- 0.3 ~ AV _{REF0} + 0.3 ^注	V

注 それぞれの電源電圧の絶対最大定格 (MAX.値) を越えないようにしてください。

- 注意1. IC製品の出力 (または入出力) 端子同士を直結したり, V_{DD}またはV_{CC}やGNDに直結したりしないでください。ただし, オープン・ドレイン端子やオープン・コレクタ端子同士は直結できます。また, ハイ・インピーダンスとなる端子で出力の衝突を避けるタイミング設計をした外部回路でも直結可能です。
2. 各項目のうち1項目でも, また一瞬でも絶対最大定格を越えると, 製品の品質を損なう恐れがあります。つまり絶対最大定格とは, 製品に物理的な損傷を与えかねない定格値です。できるだけこの定格値に近づけない状態で, 製品をご使用ください。
- DC特性とAC特性に示す規格や条件が, 製品の正常動作, 品質保証の範囲です。

備考 兼用端子の特性は, 特に指定のないかぎり, ポート端子と同じです。

絶対最大定格 (TA = 25) (2/2)

項目	略号	条件	定格	単位	
ロウ・レベル出力電流	I _{OL}	注	1端子	20	mA
		P38, P39		30	mA
		P00-P06, P30-P35, P38, P39, P40-P42	全端子合計 70 mA	35	mA
		P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7		35	
ハイ・レベル出力電流	I _{OH}	注	1端子	- 10	mA
		P00-P06, P30-P35, P40-P42	全端子合計	- 30	
		P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7	- 60 mA	- 30	mA
動作周囲温度	T _A	通常動作モード		- 40 ~ + 85	
		フラッシュ・メモリ・プログラミング・モード		- 40 ~ + 85	
保存温度	T _{stg}			- 40 ~ + 125	

注 P00-P06, P30-P35, P40-P42, P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7

注意1. IC製品の出力（または入出力）端子同士を直結したり、V_{DD}またはV_{CC}やGNDに直結したりしないでください。ただし、オープン・ドレイン端子やオープン・コレクタ端子同士は直結できます。また、ハイ・インピーダンスとなる端子で出力の衝突を避けるタイミング設計をした外部回路でも直結可能です。

2. 各項目のうち1項目でも、また一瞬でも絶対最大定格を越えると、製品の品質を損なう恐れがあります。つまり絶対最大定格とは、製品に物理的な損傷を与えかねない定格値です。できるだけこの定格値に近づけない状態で、製品をご使用ください。

DC特性とAC特性に示す規格や条件が、製品の正常動作、品質保証の範囲です。

備考 兼用端子の特性は、特に指定のないかぎり、ポート端子と同じです。

容量 (TA = 25 °C, V_{DD} = EV_{DD} = AV_{REF0} = V_{SS} = EV_{SS} = AV_{SS} = 0 V)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
入力容量	C _i	f _x = 1 MHz			15	pF
入出力容量	C _{io}	被測定ピン以外は0 V			15	pF
			注			20
		P38, P39				

注 P00-P06, P30-P35, P40-P42, P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7

備考 f_x: メイン・クロック発振周波数

PLL特性 (TA = -40 ~ +85 °C, VDD = 2.7 ~ 5.5 V, VSS = 0 V)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
入力周波数	f _x		2		5	MHz
出力周波数	f _{xx}		8		20	MHz
ロック時間	f _{PLL}	V _{DD} が2.7 V (MIN.) に達したあと			200	μs

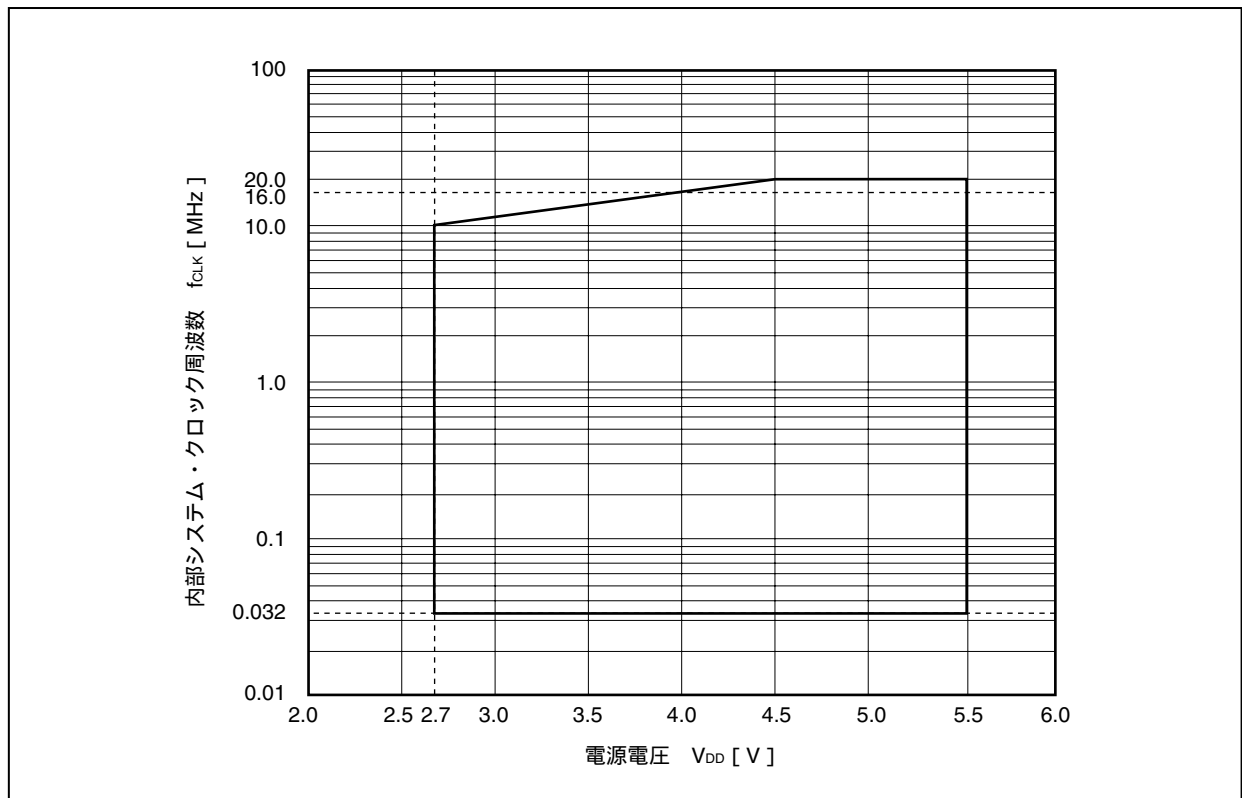
動作条件

(TA = -40 ~ +85 °C, VDD = EVDD = AVREF0 = 2.7 ~ 5.5 V, VSS = EVSS = AVSS = 0 V, CL = 50 pF)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	
内部システム・クロック周波数	f _{CLK}	PLLモード時	V _{DD} = 4.5 ~ 5.5 V	0.25		20	MHz
			V _{DD} = 4.0 ~ 5.5 V	0.25		16	MHz
			V _{DD} = 2.7 ~ 5.5 V	0.25		10	MHz
		クロック・スルー・モード時	V _{DD} = 2.7 ~ 5.5 V	0.0625		10	MHz
		サブクロック動作時	注			32.768	

注 V_{DD} = 2.7 ~ 5.5 V

内部システム・クロック周波数 vs. 電源電圧



EEPROMエミュレーション時の動作条件

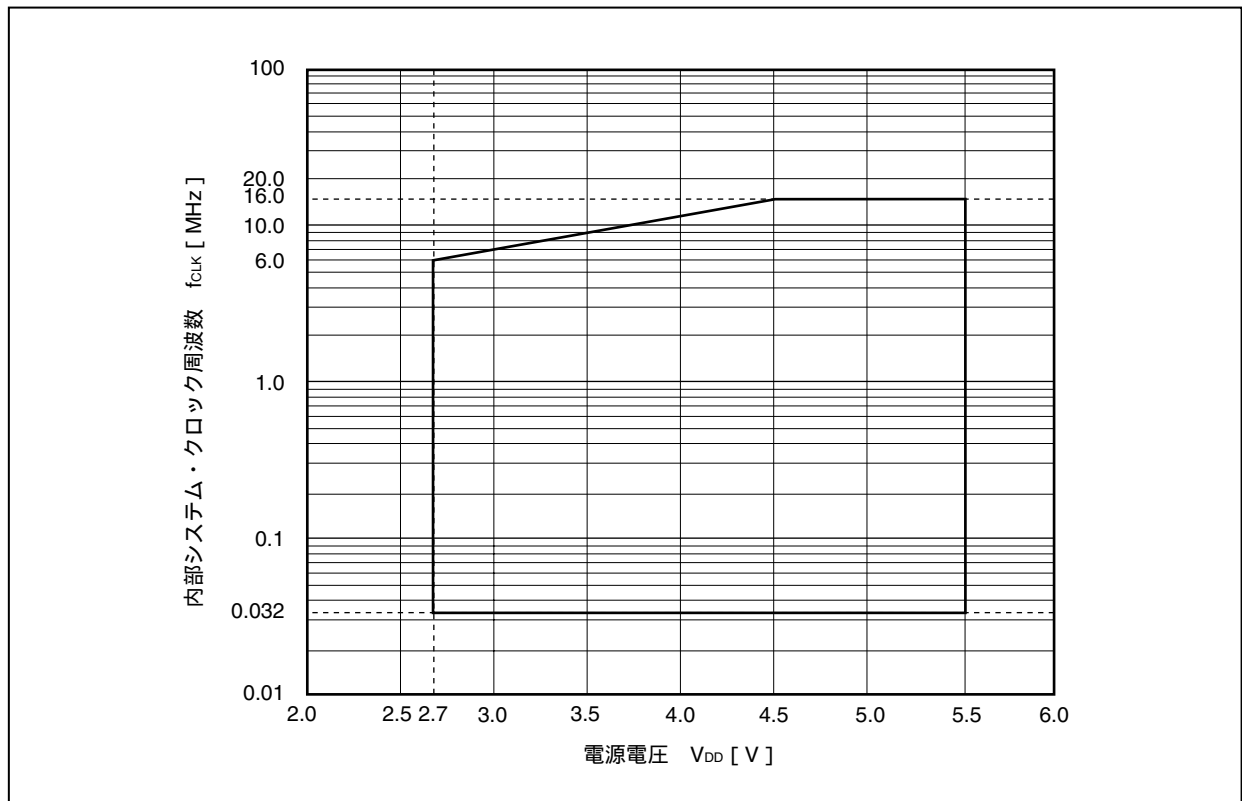
($T_A = -40 \sim +85 \text{ }^\circ\text{C}$, $V_{DD} = EV_{DD} = AV_{REF0} = 2.7 \sim 5.5 \text{ V}$, $V_{SS} = EV_{SS} = AV_{SS} = 0 \text{ V}$, $C_L = 50 \text{ pF}$)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	
内部システム・ クロック周波数	f _{CLK}	PLLモード時	$V_{DD} = 4.5 \sim 5.5 \text{ V}$	0.25		16	MHz
			$V_{DD} = 4.0 \sim 5.5 \text{ V}$	0.25		12	MHz
			$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 \text{ V}$	0.25		6	MHz
		クロック・スルー・モ ード時	$V_{DD} = 4.0 \sim 5.5 \text{ V}$	0.0625		10	MHz
			$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 \text{ V}$	0.0625		6	MHz
		サブクロック動作時	注1, 2		32.768	kHz	

注1. $V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 \text{ V}$

2. メイン・クロックを停止しないでください。

内部システム・クロック周波数 vs. 電源電圧



メイン・クロック発振回路特性

(1) 水晶振動子, セラミック発振子 ($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$, $V_{SS} = 0 V$)

推奨回路	項目	条件		MIN.	TYP.	MAX.	単位
	発振周波数 (f_x) ^{注1}	PLLモード	$V_{DD} = 4.5 \sim 5.5 V$	2		5	MHz
			$V_{DD} = 4.0 \sim 5.5 V$	2		4	MHz
			$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	2		2.5	MHz
	発振安定 時間 ^{注2}	リセット解除後 STOPモード解除後	リセット解除後	OSTS0 = 1設定時			$2^{15}/f_x$
STOPモード解除後					注3		s

- 注1. 発振回路の特性だけを示すものです。
- リセットまたはSTOPモード解除後, 発振子が安定するまでの時間です。
 - OSTSレジスタの設定によって値が異なります。

(2) 外部クロック ($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$, $V_{SS} = 0 V$)

推奨回路	項目	条件		MIN.	TYP.	MAX.	単位
	入力周波数 (f_x) ^注	PLLモード	$V_{DD} = 4.5 \sim 5.5 V$	2		5	MHz
			$V_{DD} = 4.0 \sim 5.5 V$	2		4	MHz
			$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	2		2.5	MHz
	外部クロック	リセット解除後 STOPモード解除後	リセット解除後	OSTS0 = 1設定時			$2^{15}/f_x$
STOPモード解除後					注3		s

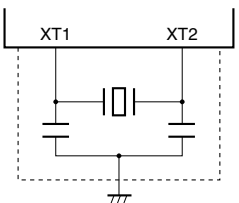
注 入力波形のデューティ比は50% ± 5%以内にしてください。

注意1. メイン・クロック発振回路を使用する場合は, 配線容量などの影響を避けるために, 図中の破線の部分を次のように配線してください。

- ・配線は極力短くする。
 - ・他の信号線と交差させない。
 - ・変化する大電流が流れる線に接近させない。
 - ・発振回路のコンデンサの接地点は, 常に V_{SS} と同電位になるようにする。
 - ・大電流が流れるグランド・パターンに接地しない。
 - ・発振回路から信号を取り出さない。
- メイン・クロックを停止させサブクロックで動作させているときに, 再度メイン・クロックに切り替える場合には, プログラムで発振安定時間を確保したあとに切り替えてください。

サブクロック発振回路特性

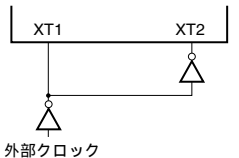
(1) 水晶振動子 ($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 \text{ V}$, $V_{SS} = 0 \text{ V}$)

推奨回路	項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
	発振周波数 (f_{XT}) ^{注1}		32	32.768	35	kHz
	発振安定 時間 ^{注2}			10		s

注1. 発振回路の特性だけを示すものです。

2. V_{DD} が発振電圧範囲(2.7V(MIN.))に達してから水晶振動子が安定するまでの時間です。

(2) 外部クロック ($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 \text{ V}$, $V_{SS} = 0 \text{ V}$)

推奨回路	項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
	入力周波数 (f_{XT}) ^注	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 \text{ V}$	32		35	kHz

注 入力波形のデューティ比は50% ± 5%以内にしてください。

注意1. サブクロック発振回路を使用する場合は、配線容量などの影響を避けるために、図中の破線の部分を次のように配線してください。

- ・配線は極力短くする。
- ・他の信号線と交差させない。
- ・変化する大電流が流れる線に接近させない。
- ・発振回路のコンデンサの接地点は、常に V_{SS} と同電位になるようにする。
- ・大電流が流れるグランド・パターンに接地しない。
- ・発振回路から信号を取り出さない。

2. サブクロック発振回路は、低消費電力にするため増幅度の低い回路になっており、ノイズによる誤動作がメイン・クロックよりも起こりやすくなっています。したがって、サブクロックを使用する場合は、配線方法について特に注意してください。

DC特性

($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = EV_{DD} = AV_{REF0} = 2.7 \sim 5.5 V$, $V_{SS} = EV_{SS} = AV_{SS} = 0 V$) (1/3)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
ハイ・レベル出力電流	I _{OH1}	P00-P06, P30-P35, P40-P42, P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7の各1端子			- 5.0	mA
		P00-P06, P30-P35, P40-P42端子合計	EV _{DD} = 4.0~5.5 V		- 30	mA
			EV _{DD} = 2.7~5.5 V		- 15	mA
		P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7端子合計	EV _{DD} = 4.0~5.5 V		- 30	mA
			EV _{DD} = 2.7~5.5 V		- 15	mA
ロウ・レベル出力電流	I _{OL1}	P00-P06, P30-P35, P40-P42, P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7の各1端子			10	mA
		P38, P39の各1端子	EV _{DD} = 4.0~5.5 V		15	mA
			EV _{DD} = 2.7~5.5 V		8	mA
		P00-P06, P30-P35, P40-P42端子合計			30	mA
		P38, P39, P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7端子合計			30	mA
ハイ・レベル入力電圧	V _{IH1}	注1	0.7 EV _{DD}		EV _{DD}	V
	V _{IH2}	注2	0.8 EV _{DD}		EV _{DD}	V
	V _{IH4}	P70-P77	0.7 AV _{REF0}		AV _{REF0}	V
	V _{IH7} ^{注3}	X1, X2, XT1, XT2	V _{DD} - 0.5		V _{DD}	V
ロウ・レベル入力電圧	V _{IL1}	注1	EV _{SS}		0.3 EV _{DD}	V
	V _{IL2}	注2	EV _{SS}		0.2 EV _{DD}	V
	V _{IL4}	P70-P77	AV _{SS}		0.3 AV _{REF0}	V
	V _{IL7} ^{注3}	X1, X2, XT1, XT2	V _{SS}		0.4	V

注1. P00, P01, P30, P41, P98, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7 (兼用端子を含みます)

2. $\overline{\text{RESET}}$, FLMD0, P02-P06, P31-P35, P38, P39, P40, P42, P50-P55, P90, P91, P96, P97, P99, P913-P915 (兼用端子を含みます)
3. 外部クロックを使用しているとき

備考 兼用端子の特性は、ポート端子として使用する場合の特性と同じです。

DC特性

($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = EV_{DD} = AV_{REF0} = 2.7 \sim 5.5 V$, $V_{SS} = EV_{SS} = AV_{SS} = 0 V$) (2/3)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	
ハイ・レベル出力電圧	VOH1	注1	$I_{OH} = -2.0 \text{ mA}$, $EV_{DD} = 4.0 \sim 5.5 V$	$EV_{DD} - 1.0$		EV_{DD}	V
		注2	$I_{OH} = -0.1 \text{ mA}$, $EV_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	$EV_{DD} - 0.5$		EV_{DD}	V
ロウ・レベル出力電圧	VOL1	注3	$I_{OL} = 2.0 \text{ mA}$ ^{注4}	0		0.8	V
	VOL4	P38, P39	$I_{OL} = 15 \text{ mA}$, $EV_{DD} = 4.0 \sim 5.5 V$	0		2.0	V
			$I_{OL} = 8 \text{ mA}$, $EV_{DD} = 3.0 \sim 5.5 V$	0		1.0	V
			$I_{OL} = 5 \text{ mA}$, $EV_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	0		1.0	V
ハイ・レベル入力リーク電流	ILIH	$V_{IN} = V_{DD}$			3.0	μA	
ロウ・レベル入力リーク電流	ILIL	$V_{IN} = 0 V$			- 3.0	μA	
ハイ・レベル出力リーク電流	ILOH	$V_O = V_{DD}$			3.0	μA	
ロウ・レベル出力リーク電流	ILOL	$V_O = 0 V$			- 3.0	μA	
プルアップ抵抗	RL	$V_{IN} = 0 V$	10	30	100	k Ω	

- 注1. P00-P06, P30-P35, P40-P42の端子合計 $I_{OH} = -30 \text{ mA}$ (兼用端子を含みます) ,
P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7の端子合計 $I_{OH} = -30 \text{ mA}$ (兼用端子を含みます)
2. P00-P06, P30-P35, P40-P42の端子合計 $I_{OH} = -15 \text{ mA}$ (兼用端子を含みます) ,
P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7の端子合計 $I_{OH} = -15 \text{ mA}$ (兼用端子を含みます)
3. P00-P06, P30-P35, P40-P42の端子合計 $I_{OL} = 30 \text{ mA}$ (兼用端子を含みます) ,
P38, P39, P50-P55, P90, P91, P96-P99, P913-P915, PCM0, PCM1, PDL0-PDL7の端子合計 $I_{OL} = 30 \text{ mA}$ (兼用端子を含みます)
4. P38, P39の I_{OL} は I_{OL1} に従ってください。

DC特性

($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = EV_{DD} = AV_{REF0} = 2.7 \sim 5.5 V$, $V_{SS} = EV_{SS} = AV_{SS} = 0 V$) (3/3)

項目	略号	条件	MIN.	TYP. ^{注2}	MAX.	単位	
電源電流 ^{注1}	IDD1	通常動作モード (全周辺機能動作)					
		$f_{XX} = 20 \text{ MHz}$ ($f_x = 5 \text{ MHz}$) (PLLモード時) $V_{DD} = 5 V \pm 10 \%$		51	70	mA	
		$f_{XX} = 10 \text{ MHz}$ (クロック・スルー・モード時) $V_{DD} = 3 V \pm 10 \%$		17	34	mA	
	IDD2	HALTモード (全周辺機能動作)					
		$f_{XX} = 20 \text{ MHz}$ ($f_x = 5 \text{ MHz}$) (PLLモード時) $V_{DD} = 5 V \pm 10 \%$		25	38	mA	
		$f_{XX} = 10 \text{ MHz}$ (クロック・スルー・モード時) $V_{DD} = 3 V \pm 10 \%$		9	15	mA	
	IDD3	IDLEモード (時計タイマ動作)					
		$f_x = 5 \text{ MHz}$ (PLLモード・オフ時) $V_{DD} = 5 V \pm 10 \%$		1.8	2.9	mA	
		$f_x = 10 \text{ MHz}$ (クロック・スルー・モード時) $V_{DD} = 3 V \pm 10 \%$		1.4	2.4	mA	
	IDD4	サブクロック動作モード ($f_{XT} = 32.768 \text{ kHz}$) メイン発振停止		240	400	μA	
	IDD5	サブIDLEモード ($f_{XT} = 32.768 \text{ kHz}$) 時計タイマ動作, メイン発振停止		20	75	μA	
	IDD6	STOPモード					
		サブ発振動作		15	60	μA	
		サブ発振停止 ($XT1 = V_{SS}$, $PSMR.XTSTP$ ビット = 1)		0.1	30	μA	
IDD7	フラッシュ・メモリ消去 / 書き込み時 ($T_A = -40 \sim +85$)						
	$f_{XX} = 20 \text{ MHz}$ ($f_x = 5 \text{ MHz}$) (PLLモード時) $V_{DD} = 5 V \pm 10 \%$		51	70	mA		
	$f_{XX} = 10 \text{ MHz}$ (クロック・スルー・モード時) $V_{DD} = 3 V \pm 10 \%$		17	34	mA		

注1. V_{DD} , EV_{DD} 合計の電流です (全ポート停止時)。 AV_{REF0} は含みません。

2. TYP.値の V_{DD} は次に示すとおりです。

$V_{DD} = 5 V \pm 10\%$ 時, $V_{DD} = 5.0 V$

$V_{DD} = 3 V \pm 10\%$ 時, $V_{DD} = 3.0 V$

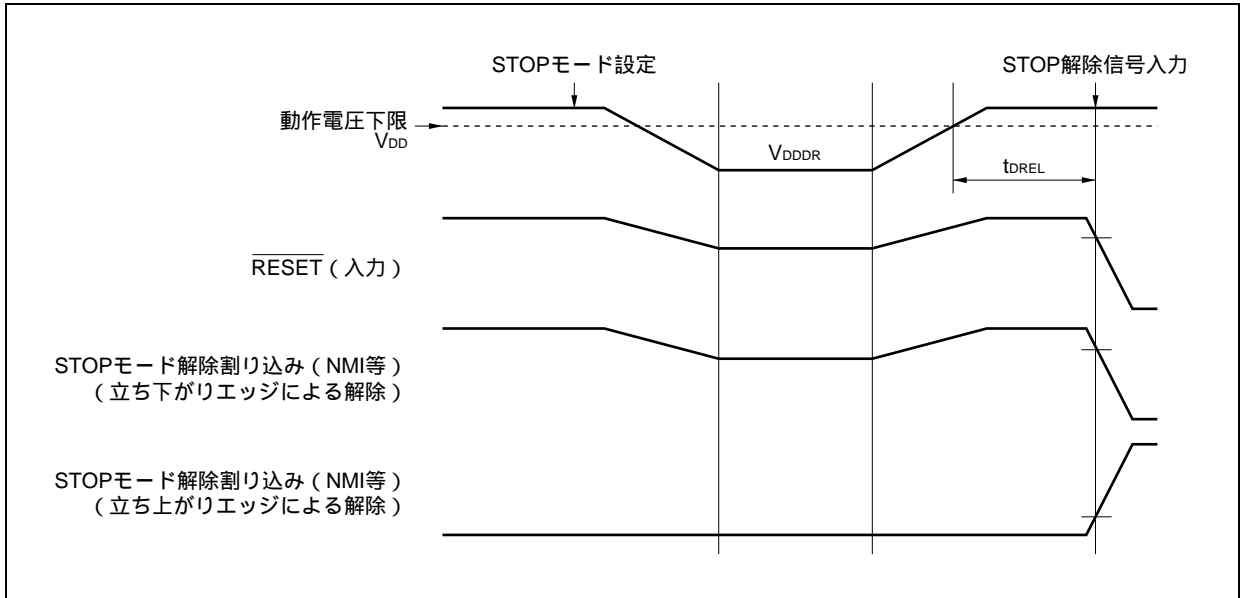
備考 f_{XX} : メイン・クロック周波数, f_x : メイン・クロック発振周波数, f_{XT} : サブクロック周波数

データ保持特性

STOPモード時 (TA = -40 ~ +85)

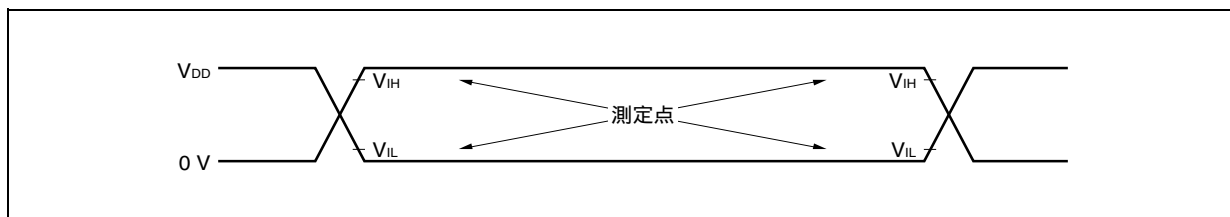
項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
データ保持電圧	V _{DDDR}	STOPモード	2.0		5.5	V
STOP解除信号入力時間	t _{DREL}		0			μs

注意 STOPモードへの移行, およびSTOPモードからの復帰は, 動作範囲内で行ってください。

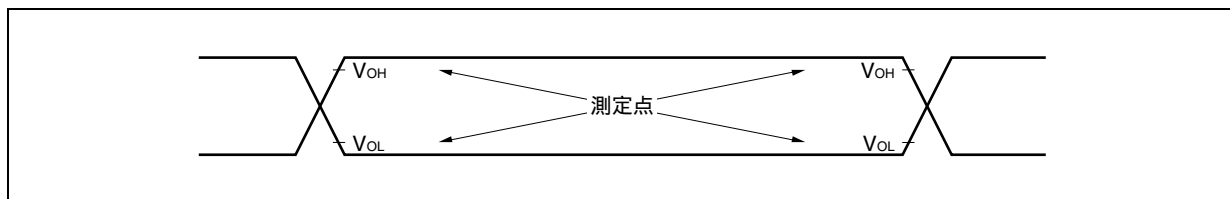


AC特性

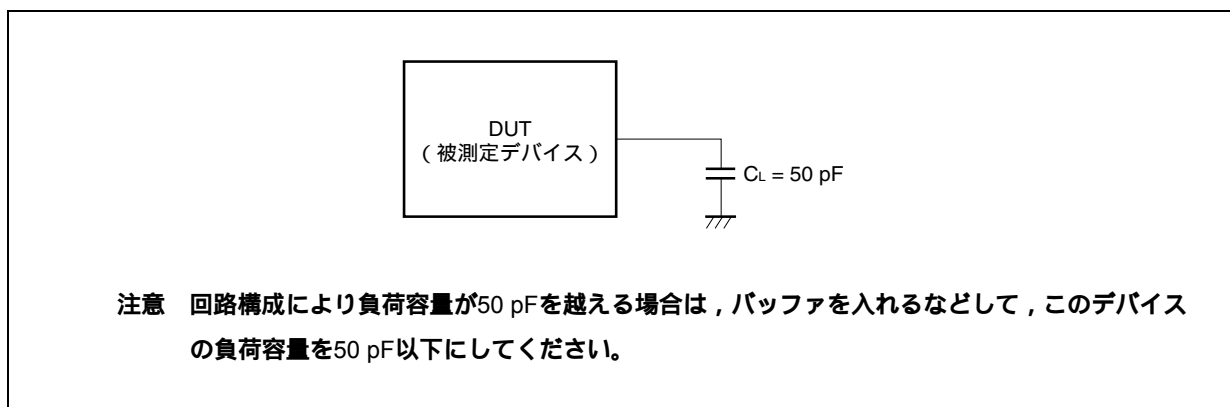
ACテスト入力測定点 (V_{DD} , AV_{REF0} , EV_{DD})



ACテスト出力測定点



負荷条件

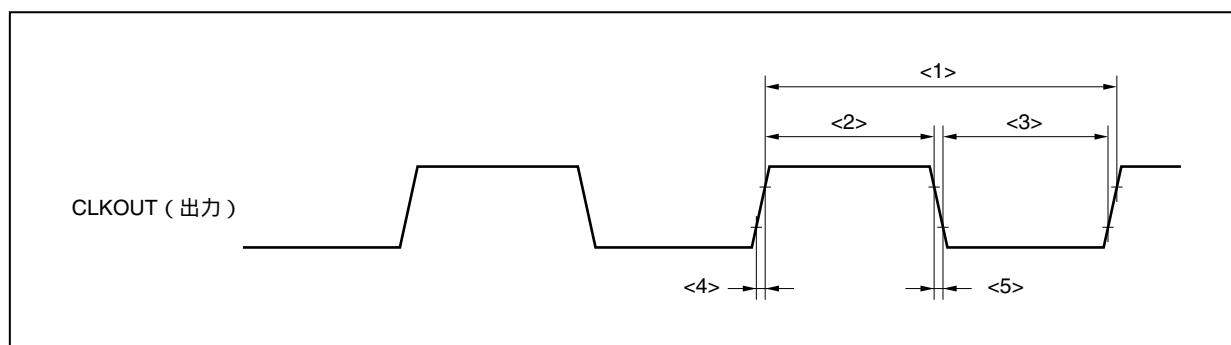


CLKOUT出力タイミング

($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = EV_{DD} = AV_{REF0} = 2.7 \sim 5.5$ V, $V_{SS} = EV_{SS} = AV_{SS} = 0$ V, $C_L = 50$ pF)

項目	略号	条件	MIN.	MAX.	単位
出力周期	t_{CYK}	<1>	50 ns	30.6 μ s	
ハイ・レベル幅	t_{WKH}	$V_{DD} = 4.0 \sim 5.5$ V	$t_{CYK}/2 - 17$		ns
		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V	$t_{CYK}/2 - 26$		ns
ロウ・レベル幅	t_{WKL}	$V_{DD} = 4.0 \sim 5.5$ V	$t_{CYK}/2 - 17$		ns
		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V	$t_{CYK}/2 - 26$		ns
立ち上がり時間	t_{KR}	$V_{DD} = 4.0 \sim 5.5$ V		17	ns
		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V		26	ns
立ち下がり時間	t_{KF}	$V_{DD} = 4.0 \sim 5.5$ V		17	ns
		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V		26	ns

クロック・タイミング



基本動作

(1) リセット/外部割り込みタイミング

($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = EV_{DD} = AV_{REF0} = 2.7 \sim 5.5$ V, $V_{SS} = EV_{SS} = AV_{SS} = 0$ V, $C_L = 50$ pF)

項目	略号	条件	MIN.	MAX.	単位	
RESET口・レベル幅	t _{WRSL1}	<87>	パワーオン状態でのリセット	2		μs
	t _{WRSL2}	<88>	パワーオン・リセット	2		μs
NMIハイ・レベル幅	t _{WNH}	<89>	アナログ・ノイズ除去	1		μs
NMI口・レベル幅	t _{WNIL}	<90>	アナログ・ノイズ除去	1		μs
INTPnハイ・レベル幅	t _{WITH}	<91>	n = 0-7 (アナログ・ノイズ除去)	600		ns
			n = 3 (デジタル・ノイズ除去選択時)	Ni × t _{SMP} + 200		ns
INTPn口・レベル幅	t _{WITL}	<92>	n = 0-7 (アナログ・ノイズ除去)	600		ns
			n = 3 (デジタル・ノイズ除去選択時)	Ni × t _{SMP} + 200		ns
ADTRGハイ・レベル幅	t _{WADH}	<93>	V _{DD} = 4.0 ~ 5.5 V	T + 50		ns
			V _{DD} = 2.7 ~ 5.5 V	T + 100		ns
ADTRG口・レベル幅	t _{WADL}	<94>	V _{DD} = 4.0 ~ 5.5 V	T + 50		ns
			V _{DD} = 2.7 ~ 5.5 V	T + 100		ns

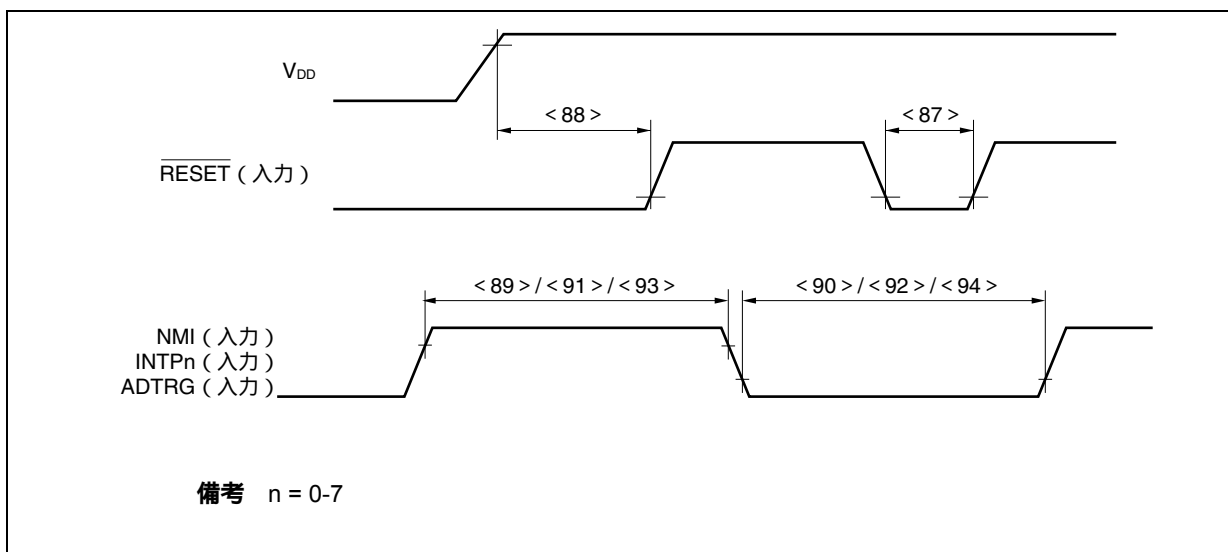
備考1. Ni : NFC.NFSTSビットで設定したサンプリング回数

t_{SMP} : INTP3端子のデジタル・ノイズ除去サンプリング・クロック周期

T : A/D基本クロック周期 (f_{AD})

- 上記スペックは、確実に有効エッジとして検出されるパルス幅を示しており、上記スペック以下のパルス幅を入力しても有効エッジとして検出される可能性があります。

リセット/割り込み



タイマ・タイミング

($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = EV_{DD} = AV_{REF0} = 2.7 \sim 5.5$ V, $V_{SS} = EV_{SS} = AV_{SS} = 0$ V, $C_L = 50$ pF)

項目	略号	条件	MIN.	MAX.	単位
TI01ハイ・レベル幅	t_{TI0H}	<95> $V_{DD} = 4.5 \sim 5.5$ V	$2T_{smp0} + 100$ ^{注1}		ns
		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V	$2T_{smp0} + 200$ ^{注1}		ns
TI01ロウ・レベル幅	t_{TI0L}	<96> $V_{DD} = 4.5 \sim 5.5$ V	$2T_{smp0} + 100$ ^{注1}		ns
		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V	$2T_{smp0} + 200$ ^{注1}		ns
TI5mハイ・レベル幅	t_{TI5H}	$V_{DD} = 4.5 \sim 5.5$ V	50		ns
		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V	100		ns
TI5mロウ・レベル幅	t_{TI5L}	$V_{DD} = 4.5 \sim 5.5$ V	50		ns
		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V	100		ns
TIP0mハイ・レベル幅	t_{TIpH}	<99> $V_{DD} = 4.5 \sim 5.5$ V	$np \times T_{smpp} + 100$ ^{注2}		ns
		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V	$np \times T_{smpp} + 200$ ^{注2}		ns
TIP0mロウ・レベル幅	t_{TIpL}	<100> $V_{DD} = 4.5 \sim 5.5$ V	$np \times T_{smpp} + 100$ ^{注2}		ns
		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V	$np \times T_{smpp} + 200$ ^{注2}		ns

注1. T_{smp0} : タイマ0カウント・クロック周期

ただし, TI0nを外部イベント・カウント入力として使用する場合は $T_{smp0} = 4/f_{xx}$ となります。

2. np : PmNFC.PmNFSTSビットで設定したサンプリング・クロック数

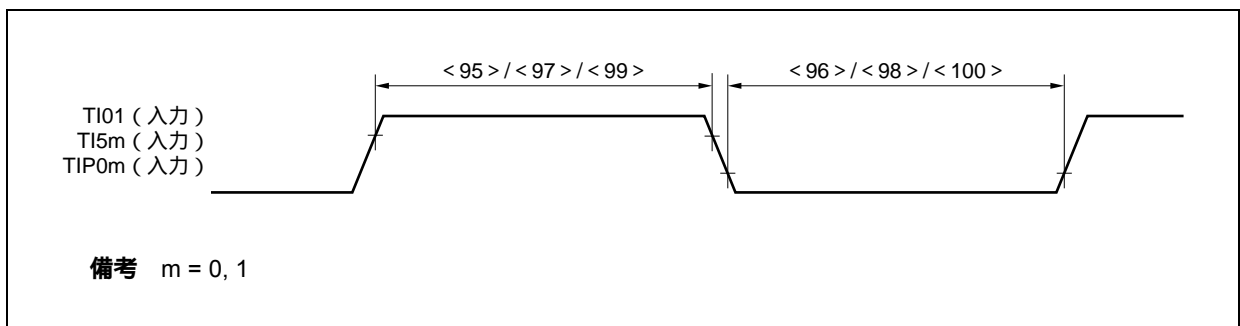
T_{smpp} : TIP0m端子のデジタル・ノイズ除去サンプリング・クロック周期

ただし, TIP00を外部イベント・カウント入力または外部トリガ入力として使用する場合は $T_{smpp} = 0$ となります(デジタル・ノイズ除去しません)。

備考1. $m = 0, 1$

2. 上記のスペックは, 有効エッジとして確実に検出されるパルス幅を示しているため, 上記のスペックより小さいパルス幅を入力しても有効エッジとして検出される可能性があります。

タイマ入力タイミング



UARTタイミング

(TA = -40 ~ +85 , VDD = EVDD = AVREF0 = 2.7 ~ 5.5 V, VSS = EVSS = AVSS = 0 V, CL = 50 pF)

項目	略号	条件	MIN.	MAX.	単位
送信レート				312.5	kbps
ASCK0周波数		VDD = 4.5 ~ 5.5 V		12	MHz
		VDD = 2.7 ~ 5.5 V		6	MHz

CSI0タイミング

(1) マスタ・モード

(TA = -40 ~ +85 , VDD = EVDD = AVREF0 = 2.7 ~ 5.5 V, VSS = EVSS = AVSS = 0 V, CL = 50 pF)

項目	略号	条件	MIN.	MAX.	単位	
SCK0nサイクル・タイム	tkCY1	<101>	VDD = 4.0 ~ 5.5 V	200		ns
			VDD = 2.7 ~ 5.5 V	400		ns
SCK0nハイ/ロウ・レベル幅	tkH1, tkL1	<102>		tkCY1/2 - 30		ns
SI0nセットアップ時間 (対SCK0n)	tSIK1	<103>	VDD = 4.0 ~ 5.5 V	30		ns
			VDD = 2.7 ~ 5.5 V	50		ns
SI0nホールド時間 (対SCK0n)	tSI1	<104>	VDD = 4.0 ~ 5.5 V	30		ns
			VDD = 2.7 ~ 5.5 V	50		ns
SCK0n SO0n出力遅延時間	tkSO1	<105>	VDD = 4.0 ~ 5.5 V		30	ns
			VDD = 2.7 ~ 5.5 V		60	ns

備考 n = 0, 1

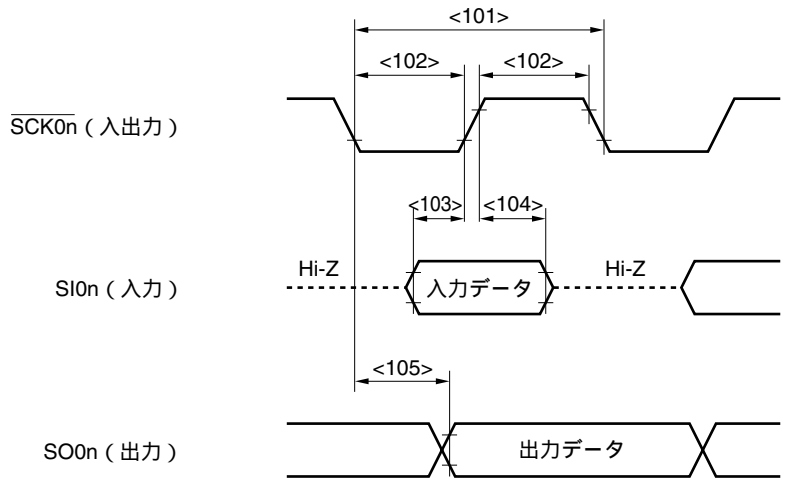
(2) スレーブ・モード

(TA = -40 ~ +85 , VDD = EVDD = AVREF0 = 2.7 ~ 5.5 V, VSS = EVSS = AVSS = 0 V, CL = 50 pF)

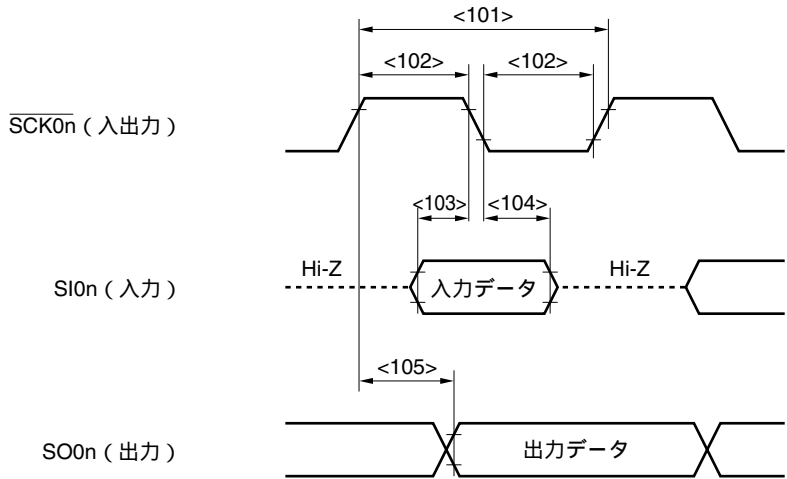
項目	略号	条件	MIN.	MAX.	単位	
SCK0nサイクル・タイム	tkCY2	<101>	VDD = 4.0 ~ 5.5 V	200		ns
			VDD = 2.7 ~ 5.5 V	400		ns
SCK0nハイ/ロウ・レベル幅	tkH2, tkL2	<102>	VDD = 4.0 ~ 5.5 V	45		ns
			VDD = 2.7 ~ 5.5 V	90		ns
SI0nセットアップ時間 (対SCK0n)	tSIK2	<103>	VDD = 4.0 ~ 5.5 V	30		ns
			VDD = 2.7 ~ 5.5 V	60		ns
SI0nホールド時間 (対SCK0n)	tSI2	<104>	VDD = 4.0 ~ 5.5 V	30		ns
			VDD = 2.7 ~ 5.5 V	60		ns
SCK0n SO0n出力遅延時間	tkSO2	<105>	VDD = 4.0 ~ 5.5 V		50	ns
			VDD = 2.7 ~ 5.5 V		100	ns

備考 n = 0, 1

(a) CSICn.CKPn, DAPnビット = 00または11



(b) CSICn.CKPn, DAPnビット = 01または10



備考 n = 0, 1

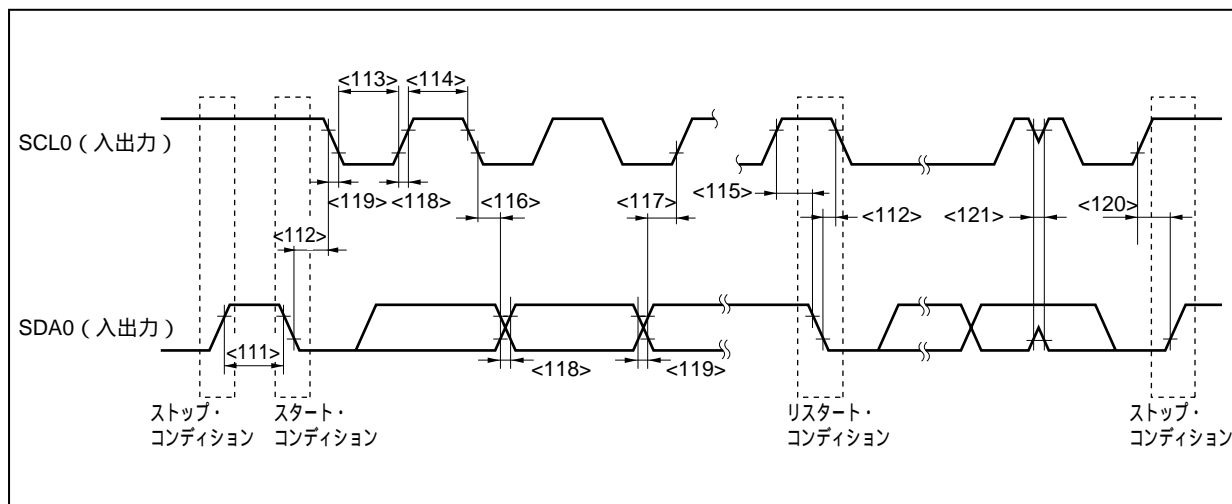
I²Cバス・モード

(T_A = -40 ~ +85 , V_{DD} = EV_{DD} = AV_{REF0} = 2.7 ~ 5.5 V, V_{SS} = EV_{SS} = AV_{SS} = 0 V, C_L = 50 pF)

項目	略号		標準モード		高速モード		単位	
			MIN.	MAX.	MIN.	MAX.		
SCL0クロック周波数	f _{CLK}		0	100	0	400	kHz	
バス・フリー・タイム (ストップ-スタート・コンディション間)	t _{BUF}	<111>	4.7	-	1.3	-	μs	
ホールド時間 ^{注1}	t _{HD : STA}	<112>	4.0	-	0.6	-	μs	
SCL0クロックのロウ・レベル幅	t _{LOW}	<113>	4.7	-	1.3	-	μs	
SCL0クロックのハイ・レベル幅	t _{HIGH}	<114>	4.0	-	0.6	-	μs	
スタート/リスタート・コンディションのセットアップ時間	t _{SU : STA}	<115>	4.7	-	0.6	-	μs	
データ・ホールド時間	CBUS互換マスタの場合 I ² Cモードの場合	t _{HD : DAT}	<116>	5.0	-	-	-	μs
				0 ^{注2}	-	0 ^{注2}	0.9 ^{注3}	μs
データ・セットアップ時間	t _{SU : DAT}	<117>	250	-	100 ^{注4}	-	ns	
SDA0およびSCL0信号の立ち上がり時間	t _r	<118>	-	1000	20 + 0.1Cb ^{注5}	300	ns	
SDA0およびSCL0信号の立ち下がり時間	t _f	<119>	-	300	20 + 0.1Cb ^{注5}	300	ns	
ストップ・コンディションのセットアップ時間	t _{SU : STO}	<120>	4.0	-	0.6	-	μs	
入力フィルタによって抑制されるスパイクのパルス幅	t _{SP}	<121>	-	-	0	50	ns	
各バス・ラインの容量性負荷	Cb		-	400	-	400	pF	

- 注1. スタート・コンディション時に、最初のクロック・パルスは、ホールド時間のあとに生成されます。
2. 装置は、SCL0の立ち下がり端の未定義領域を埋めるために (SCL0信号のV_{IHmin.}での) SDA0信号用に最低300 nsのホールド時間を内部的に提供する必要があります。
3. 装置がSCL0信号のロウ・ホールド時間 (t_{LOW}) を延長しない場合は、最大データ・ホールド時間 (t_{HD : DAT}) のみ満たすことが必要です。
4. 高速モードI²Cバスは、標準モードI²Cバス・システム内で利用できます。この場合、次の条件を満たすようにしてください。
- ・装置がSCL0信号のロウ状態ホールド時間を延長しない場合
t_{SU : DAT} 250 ns
 - ・装置がSCL0信号のロウ状態ホールド時間を延長する場合
SCL0ラインが解放される (t_{rmax.} + t_{SU : DAT} = 1000 + 250 = 1250 ns : 標準モードI²Cバス仕様) 前に、次のデータ・ビットをSDA0ラインに送出してください。
5. Cb : 1つのバス・ラインの合計キャパシタンス (単位 : pF)

I²Cバス・モード



A/Dコンバータ

($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = EV_{DD} = AV_{REF0} = 2.7 \sim 5.5 V$, $V_{SS} = EV_{SS} = AV_{SS} = 0 V$)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	
分解能			10	10	10	bit	
総合誤差 ^{注1}	AINL	4.0 AV_{REF0} 5.5 V		± 0.2	± 0.4	%FSR	
		2.7 AV_{REF0} 4.0 V		± 0.3	± 0.6	%FSR	
変換時間	t_{CONV}	4.5 AV_{REF0} 5.5 V	高速モード	3.0		100	μs
			通常モード	14.0		100	μs
		4.0 AV_{REF0} 4.5 V	高速モード	4.8		100	μs
			通常モード	14.0		100	μs
		2.85 $\leq AV_{REF0} \leq 4.0 V$	高速モード	6.0		100	μs
			通常モード	17.0		100	μs
		2.7 AV_{REF0} 2.85 V	高速モード	14.0		100	μs
			通常モード	17.0		100	μs
ゼロスケール誤差 ^{注1}	Ezs	4.0 AV_{REF0} 5.5 V			± 0.4	%FSR	
		2.7 AV_{REF0} 4.0 V			± 0.6	%FSR	
フルスケール誤差 ^{注1}	Efs	4.0 AV_{REF0} 5.5 V			± 0.4	%FSR	
		2.7 AV_{REF0} 4.0 V			± 0.6	%FSR	
非直線性誤差 ^{注2}	ILE	4.0 AV_{REF0} 5.5 V			± 2.5	LSB	
		2.7 AV_{REF0} 4.0 V			± 4.5	LSB	
微分直線性誤差 ^{注2}	DLE	4.0 AV_{REF0} 5.5 V			± 1.5	LSB	
		2.7 AV_{REF0} 4.0 V			± 2.0	LSB	
アナログ入力電圧	V_{IAN}		0		AV_{REF0}	V	
AV_{REF0} 電流	I_{AREF0}	A/Dコンバータ使用時		1.3	2.5	mA	
		A/Dコンバータ未使用時 ^{注3}		1.0	10	μA	

注1. 量子化誤差 (± 0.05 %FSR) は含みません。

2. 量子化誤差 (± 0.5 LSB) は含みません。

3. ADM.ADCSビット = 0, ADM.ADCS2ビット = 0

備考 LSB : Least Significant Bit

FSR : Full Scale Range

フラッシュ・メモリ・プログラミング特性

($T_A = -40 \sim +85$, $V_{DD} = EV_{DD} = AV_{REF0} = 2.7 \sim 5.5$ V, $V_{SS} = EV_{SS} = AV_{SS} = 0$ V, $C_L = 50$ pF)

(1) 基本特性

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
プログラミング動作周波数		$V_{DD} = 4.5 \sim 5.5$ V	2		20	MHz
		$V_{DD} = 4.0 \sim 5.5$ V	2		16	MHz
		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V	2		10	MHz
電源電圧	V_{DD}		2.7		5.5	V
書き換え回数	C_{ERWR}	注	100			回
プログラミング温度	t_{PRG}		-40		+85	

注 出荷品に対する初回書き込み時には、「消去 書き込み」の場合も「書き込みのみ」の場合も、書き換え回数は1回となります。

例 (P: 書き込み, E: 消去)

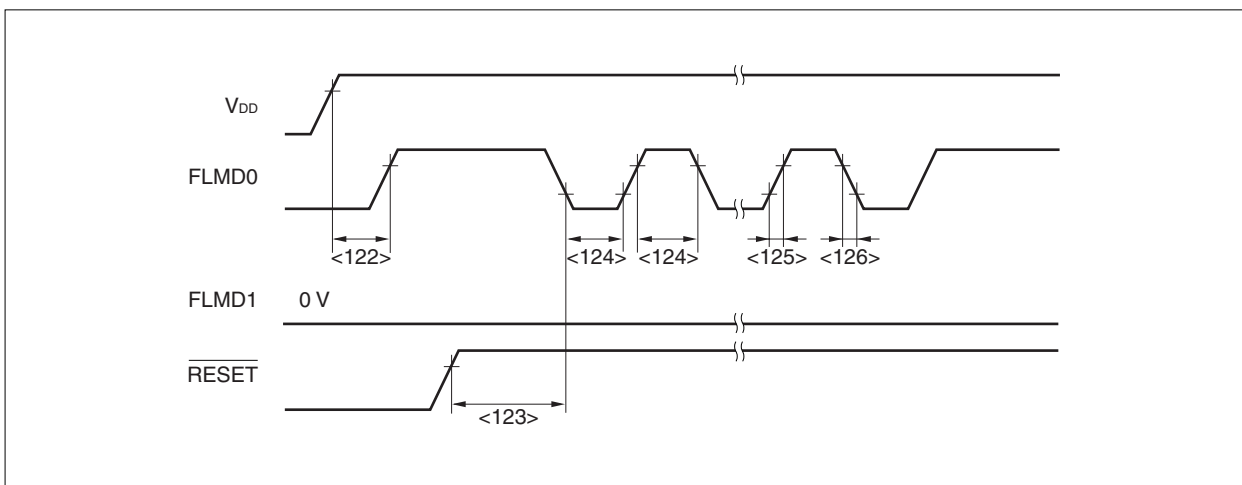
出荷品 --- P E P E P : 書き換え回数3回

出荷品 E P E P E P : 書き換え回数3回

(2) シリアル書き込みオペレーション特性

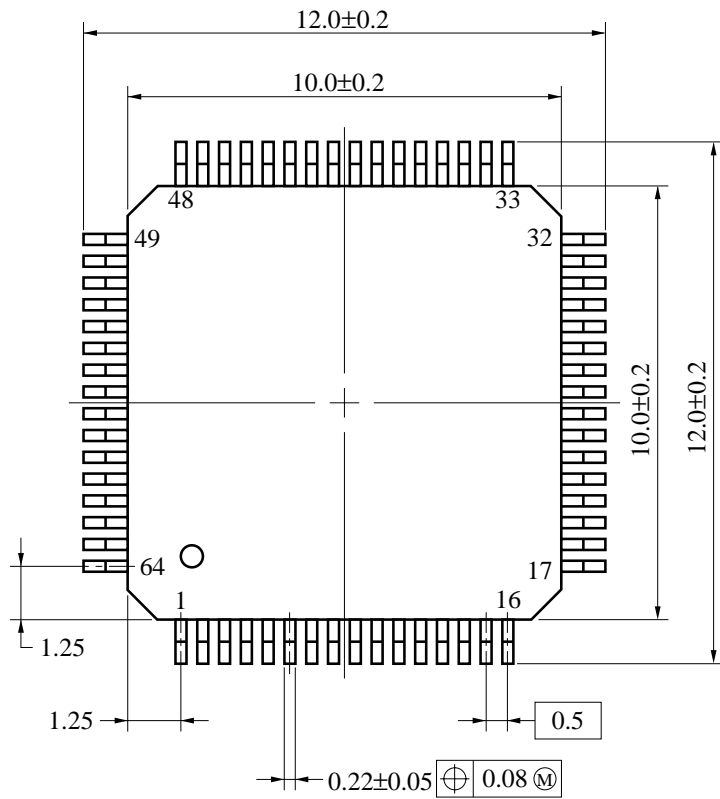
項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V_{DD} FLMD0 セットアップ時間	t_{DP}	<122>	10 ms		3 s	
RESET FLMD0パルス入力開始時間	t_{RP}	<123>	$66611.2/f_x$			s
FLMD0パルス・ハイ・レベル幅 / ロウ・レベル幅	t_{PW}	<124>	10		100	μ s
FLMD0パルス立ち上がり時間	t_r	<125>			50	ns
FLMD0パルス立ち下がり時間	t_f	<126>			50	ns

シリアル書き込みオペレーション・タイミング

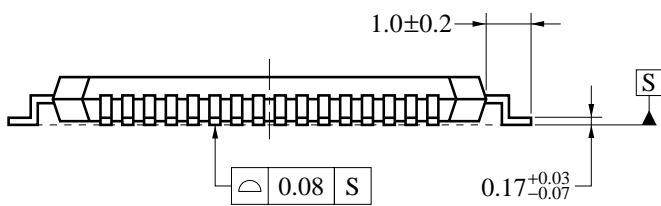
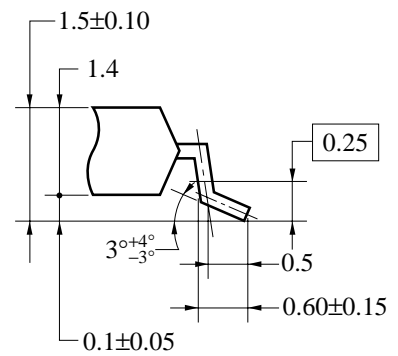


第24章 外形図

64ピン・プラスチック LQFP (10x10) 外形図 (単位: mm)



端子先端形状詳細図



S64GB-50-8EU-2

第25章 半田付け推奨条件

この製品の半田付け実装は、次の推奨条件で実施してください。

半田付け推奨条件の技術的内容については下記を参照してください。

「半導体デバイス実装マニュアル」 (<http://www.necel.com/pkg/ja/jissou/index.html>)

表25 - 1 表面実装タイプの半田付け条件

μPD70F3726GB-8EU-A : 64ピン・プラスチックLQFP (ファインピッチ) (10×10)

半田付け方式	半田付け条件	推奨条件記号
赤外線リフロ	パッケージ・ピーク温度：260℃，時間：60秒以内（220℃以上），回数：3回以内 制限日数：7日間 [※] （以降は125℃プリバーク20～72時間必要） <留意事項> 耐熱トレイ以外（マガジン，テーピング，非耐熱トレイ）は，包装状態でのベーキングができません。	IR60-207-3
端子部分加熱	端子温度：350℃以下，時間：3秒以内（デバイスの一辺当たり）	-

注 ドライパック開封後の保管日数で，保管条件は25℃，65 %RH以下。

注意 半田付け方式の併用はお避けください（ただし，端子部分加熱は除く）。

備考1. オーダ名称末尾「-A」の製品は，鉛フリー製品です。

2. 推奨条件以外の半田付け方式および半田付け条件については，当社販売員にお問い合わせください。

付録A 開発ツール

V850ES/KE2を使用するシステム開発のために、次のような開発ツールを用意しています。

図A - 1に開発ツール構成を示します。

PC98-NXシリーズへの対応について

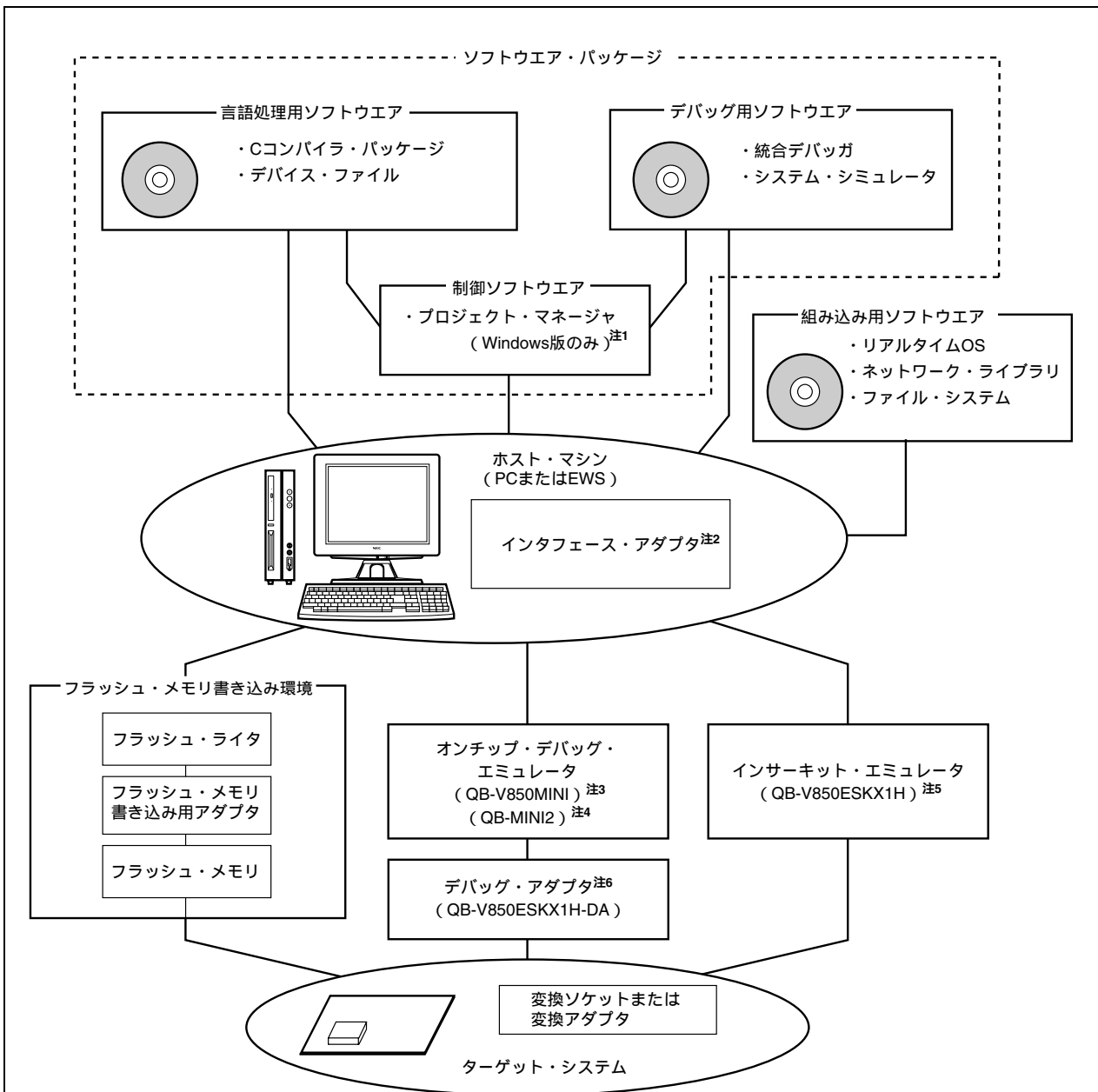
特に断りのないかぎり、IBM PC/ATTM互換機でサポートされている製品については、PC98-NXシリーズでも使用できます。PC98-NXシリーズを使用する場合は、IBM PC/AT互換機の説明を参照してください。

Windows[®]について

特に断りのないかぎり、「Windows」は次のOSを示しています。

- Windows 98, 2000
- Windows Me
- Windows XP[®]
- Windows NT[®] Ver. 4.0

図A - 1 開発ツール構成



注1. プロジェクト・マネージャ PM+は，Cコンパイラ・パッケージに入っています。

また，Windows以外ではPM+は使用できません。

2. QB-V850MINI, QB-MINI2, QB-V850ESKX1HはUSBのみ対応です。

3. QB-V850MINIは，ID850QB, USBインタフェース・ケーブル, OCDケーブル, セルフチェック・ボード, KELアダプタ, KELコネクタを添付しています。それ以外の製品は，すべてオプションです。

4. QB-MINI2は，USBインタフェース・ケーブル, 16pinターゲット・ケーブル, 10pinターゲット・ケーブル, 78K0-OCDボードを添付しています（統合デバッガは添付されていません）。それ以外の製品は，すべてオプションです。

5. QB-V850ESKX1Hは，ID850QB, フラッシュ・メモリ・プログラマ（PG-FPL）, 電源ユニットとUSBインタフェース・アダプタを添付しています。それ以外の製品は，すべてオプションです。

6. MINICUBE（QB-V850MINI）使用時のみ。

A.1 ソフトウェア・パッケージ

SP850 V850シリーズ・ソフトウェア・ パッケージ	V850シリーズ共通の開発ツール（ソフトウェア）を1つのパッケージにした製品です。 オーダ名称：μS x x x x SP850
------------------------------------	---

備考 オーダ名称の x x x x は、使用するホスト・マシン，OSにより異なります。

μS x x x x SP850

x x x x	ホスト・マシン	OS	供給媒体
AB17	PC-9800シリーズ，	日本語Windows	CD-ROM
BB17	IBM PC/AT互換機	英語Windows	

A.2 言語処理用ソフトウェア

CA850 Cコンパイラ・パッケージ	C言語で書かれたプログラムを，マイコンの実行可能なオブジェクト・コードに変換するプログラムです。プロジェクト・マネージャ PM+から起動されます。 オーダ名称：μS x x x x CA703000
DF703734 デバイス・ファイル	デバイス固有の情報が入ったファイルです。 各ツール（CA850, SM+ for V850ES/Kx2, ID850QB）と組み合わせて使用します。 対応OS，ホスト・マシンは組み合わせられる各ツールに依存します。

備考 オーダ名称の x x x x は、使用するホスト・マシン，OSにより異なります。

μS x x x x CA703000

x x x x	ホスト・マシン	OS	供給媒体
AB17	PC-9800シリーズ，	日本語Windows	CD-ROM
BB17	IBM PC/AT互換機	英語Windows	
3K17	SPARCstation™	SunOS™ (Rel. 4.1.4) ， Solaris™ (Rel. 2.5.1)	

A.3 制御ソフトウェア

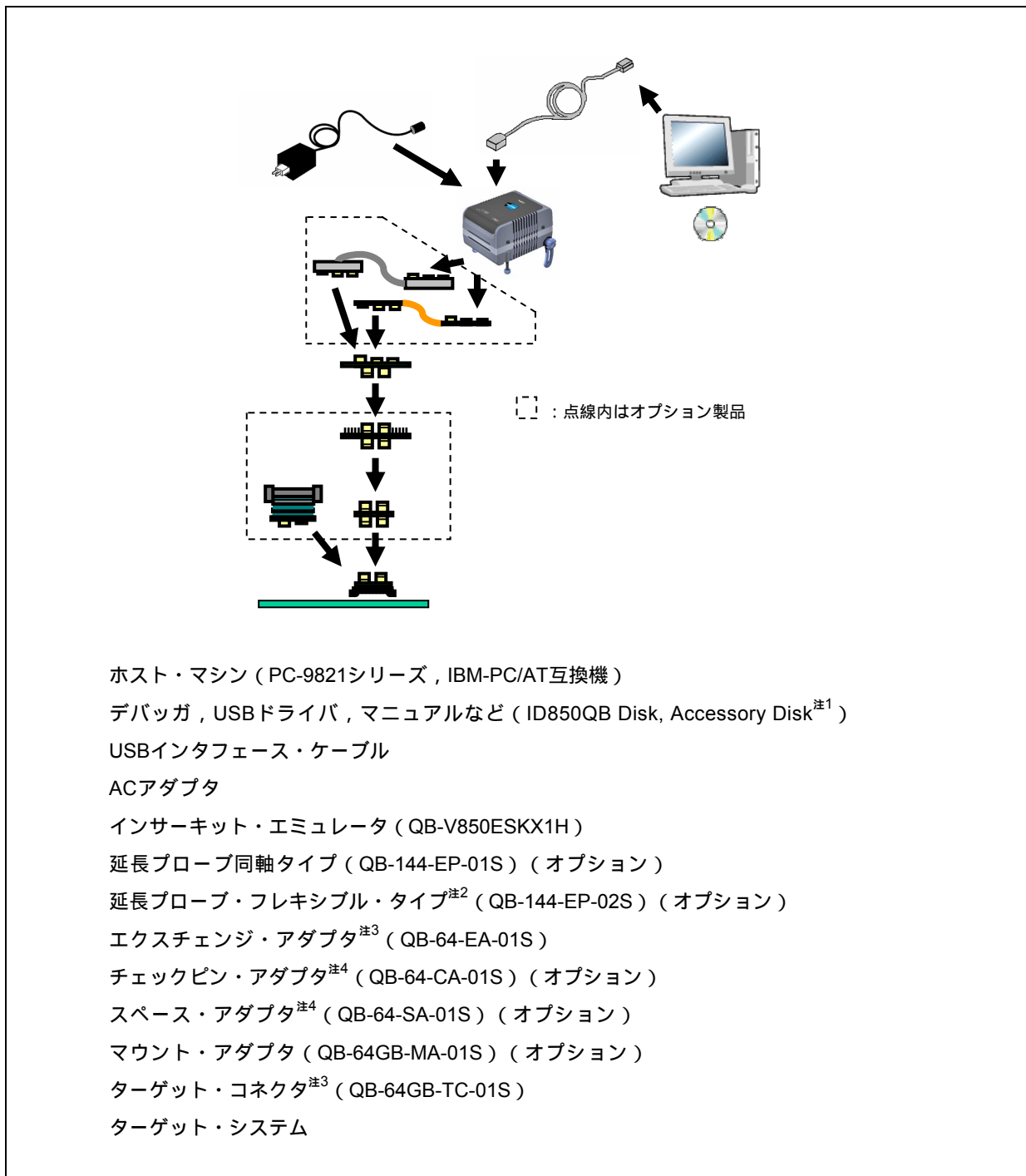
PM+ プロジェクト・マネージャ	Windows環境で効率よくユーザ・プログラム開発できるように作られた制御ソフトウェアです。PM+上から，エディタの起動，ビルド，デバッガの起動など，ユーザ・プログラム開発の一連の作業を行うことができます。 <注意> PM+は，Cコンパイラ・パッケージ CA850の中に入っています。 Windows以外の環境では使用できません。
---------------------	--

A. 4 デバッグ用ツール（ハードウェア）

A. 4. 1 IECUBE® QB-V850ESKX1Hを使用する場合

QB-V850ESKX1Hとホスト・マシン（PC-9821シリーズ，PC/AT互換機）を接続して使用する場合のシステム構成を次に示します。オプション製品がない場合でも接続は可能です。

図A - 2 システム構成（QB-V850ESKX1Hを使用する場合）（1/2）



図A - 2 システム構成 (QB-V850ESKX1Hを使用する場合) (2/2)

注1. デバイス・ファイルはNECエレクトロニクスのホームページから入手してください。
<http://www.necel.com/micro/ods/jpn/index.html>

2. 開発中
3. オーダ品名によっては、添付品となります。
 - ・QB-V850ESKX1H-ZZZでオーダした場合
 エクスチェンジ・アダプタ，ターゲット・コネクタは添付されていません。
 - ・QB-V850ESKX1H-S64GBでオーダした場合
 QB-64GB-EA-01S, QB-64GB-TC-01Sが添付されています。
4. と の両方を使用する場合， と の接続順序が逆でも接続できます。

QB-V850ESKX1H ^注 インサーキット・エミュレータ	V850ES/KE2を使用する応用システムを開発する際に、ハードウェア、ソフトウェアをデバッグするためのインサーキット・エミュレータです。統合デバッガ ID850QBに対応しています。電源ユニット、エミュレーション・プローブと組み合わせて使用します。ホスト・マシンとの接続は、USBを使用します。
USBインタフェース・ケーブル	ホスト・マシンとQB-V850ESKX1Hを接続するケーブルです。
ACアダプタ	ACプラグ差し替えで100～240 Vに対応可能です。
QB-64-EA-01S エクスチェンジ・アダプタ	ピン変換を行うアダプタです。
QB-64-CA-01S チェックピン・アダプタ	オシロスコープなどで波形観測を行うときに使用するアダプタです。
QB-64-SA-01S スペース・アダプタ	高さ調節用アダプタです。
QB-64GB-MA-01S マウント・アダプタ	V850ES/KE2をソケット実装するためのアダプタです。
QB-64GB-TC-01S ターゲット・コネクタ	ターゲット・システム上へ半田付けするコネクタです。

注 QB-V850ESKX1Hは、電源ユニット、USBインタフェース・ケーブルとフラッシュ・メモリ・プログラマ (PG-FPL) を添付しています。また、コントロール・ソフトウェアとして、統合デバッガ ID850QBを添付しています。

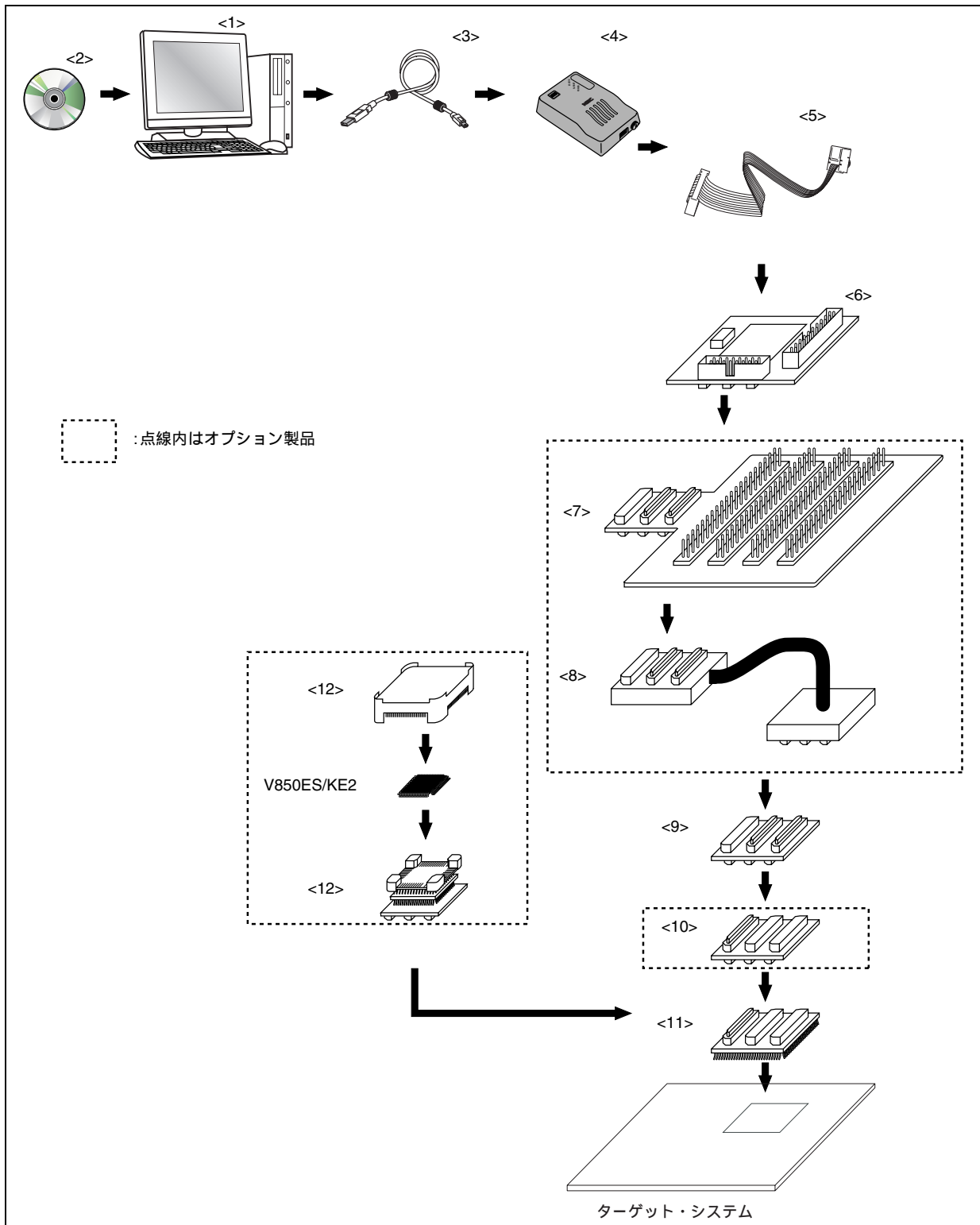
備考 表内の番号は図A - 2の番号に対応しています。

A. 4. 2 MINICUBE QB-V850MINIを使用する場合

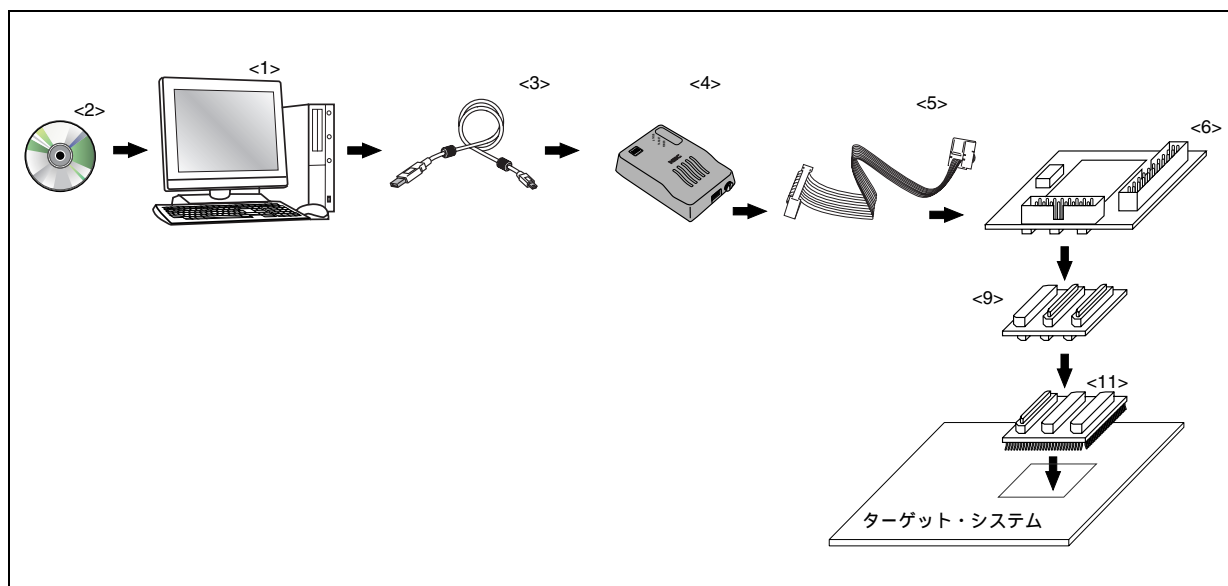
(1) MINICUBEとQB-V850ESKX1H-DAを使用してのデバッグ・エミュレーション

MINICUBEとデバッグ・アダプタQB-V850ESKX1H-DAとホスト・マシン（PC-9821シリーズ，PC/AT互換機）を接続して使用する場合のシステム構成を次に示します。オプション製品がない場合でも接続は可能です。

図A - 3 QB-V850ESKX1H-DAを使用したシステム構成（オプション製品を使用する場合）



図A - 4 QB-V850ESKX1H-DAを使用したシステム構成（オプション製品を使用しない場合）



<1> ホスト・マシン	USBポート搭載品。
<2> CD-ROM ^{注1}	CD-ROM形式で統合デバッグ ID850QB, N-Wire Checker, デバイス・ドライバ, ドキュメントなどが含まれています。MINICUBEに添付されています。
<3>USBインタフェース・ケーブル	ホスト・マシンとMINICUBEを接続するUSB対応のケーブルです。MINICUBEに添付しています。ケーブルの長さは約2 mです。
<4> MINICUBE オンチップ・デバッグ・エミュレータ	V850ES/KE2を使用する応用システムを開発する際に、ハードウェア、ソフトウェアをデバッグするためのオンチップ・エミュレータです。統合デバッグ ID850QBに対応しています。
<5> OCDケーブル	MINICUBEとターゲット・システムを接続するケーブルです。MINICUBEに添付されています。ケーブルの長さは約20 cmです。
<6> QB-V850ESKX1H-DA デバッグ・アダプタ	MINICUBEと組み合わせることでインサーキット・エミュレータとして動作します。MINICUBEに添付されています。
<7> QB-64-CA-01S (オプション) チェックピン・アダプタ	オシロスコープなどで波形を観測するときに使用するアダプタです。
<8> QB-144-EP-01S (オプション) 延長プローブ同軸タイプ	QB-V850ESKX1H-DAとエクステンジ・アダプタを接続するためのプローブです。ケーブルの長さは約40 cmです。
<9> QB-64-EA-01S エクステンジ・アダプタ	ピン変換を行うアダプタです。
<10> QB-64-SA-01S (オプション) スペース・アダプタ	高さ調節用アダプタです。
<11> QB-64GB-TC-01S ターゲット・コネクタ	ターゲット・システム上半田付けするコネクタです。
<12> QB-64GB-MA-01S (オプション) マウント・アダプタ	V850ES/KE2をソケット実装するためのアダプタです。

注 デバイス・ファイルはNECエレクトロニクスのホームページから入手してください。

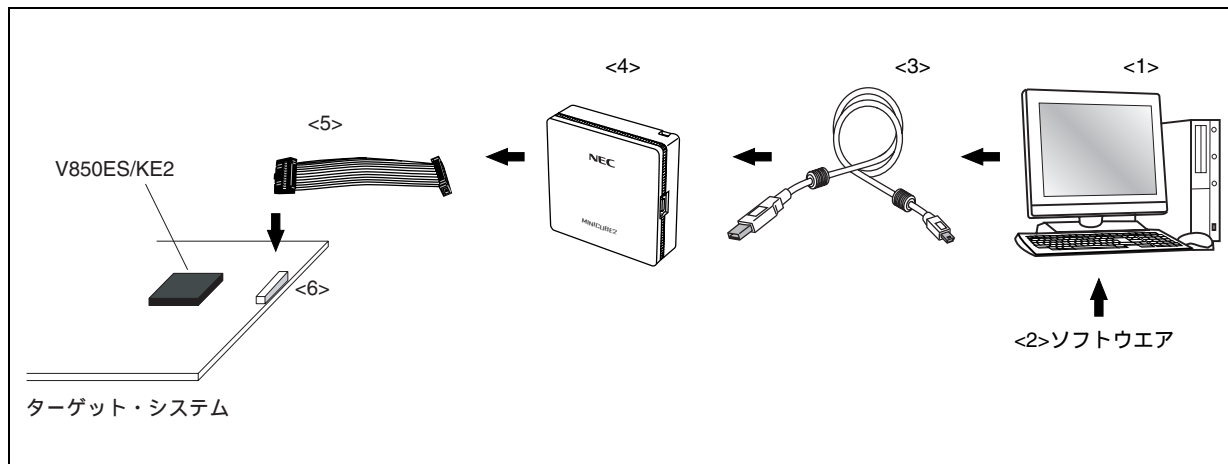
<http://www.necel.com/micro/ods/jpn/index.html>

備考 表内の番号は図A - 3, 図A - 4の番号に対応しています。

A. 4.3 MINICUBE2 QB-MINI2を使用する場合

MINICUBE2とホスト・マシン（PC-9821シリーズ，PC/AT互換機）を接続して使用する場合のシステム構成を次に示します。

図A - 5 オンチップ・エミュレーション・システム構成例



<1> ホスト・マシン	USBポート搭載品。
<2> ソフトウェア	統合デバッグ ID850QB, デバイス・ファイルなどです。 NECエレクトロニクスのホームページから入手してください http://www.necel.com/micro/ods/jpn/index.html
<3>USBインタフェース・ケーブル	ホスト・マシンとMINICUBE2を接続するUSB対応のケーブルです。MINICUBE2に添付しています。ケーブルの長さは約2 mです。
<4> MINICUBE2 オンチップ・デバッグ・エミュレータ	V850ES/KE2を使用する応用システムを開発する際に，ハードウェア，ソフトウェアをデバッグするためのオンチップ・エミュレータです。統合デバッグ ID850QBに対応しています。
<5> 16pinターゲット・ケーブル	MINICUBE2とターゲット・システムを接続するケーブルです。 MINICUBE2に添付されています。ケーブルの長さは約15 cmです。
<6>ターゲット・コネクタ（別売品）	2.54 mmピッチの16ピン汎用コネクタを使用してください。

備考 表内の番号は図A - 5の番号に対応しています。

A.5 デバッグ用ツール(ソフトウェア)

SM+ for V850ES/Kx2 (開発中) システム・シミュレータ	V850シリーズ用のシステム・シミュレータです。SM+ for V850ES/Kx2は、Windowsベースのソフトウェアです。 ホスト・マシン上でターゲット・システムの動作をシミュレーションしながら、Cソース・レベルまたはアセンブラ・レベルでのデバッグが可能です。 SM+ for V850ES/Kx2を使用することにより、アプリケーションの論理検証、性能検証をハードウェア開発から独立して行えます。したがって、開発効率やソフトウェア品質の向上が図れます。デバイス・ファイルと組み合わせて使用します。 オーダ名称： $\mu S \times \times \times \times$ SM703734-B
ID850QB 統合デバッガ	V850シリーズ用のインサーキット・エミュレータに対応したデバッガです。ID850QBは、Windowsベースのソフトウェアです。 C言語対応のデバッグ機能を強化しており、ソース・プログラムや逆アセンブル表示、メモリ表示をトレース結果に連動させるウインドウ統合機能を使用することにより、トレース結果をソース・プログラムと対応させて表示することもできます。 デバイス・ファイルと組み合わせて使用します。 オーダ名称： $\mu S \times \times \times \times$ ID703000-QB (ID850QB)

備考 オーダ名称の $\times \times \times \times$ は、使用するホスト・マシン、OSにより異なります。

$\mu S \times \times \times \times$ ID703000-QB

$\times \times \times \times$	ホスト・マシン	OS	供給媒体
AB17	PC-9800シリーズ,	日本語Windows	CD-ROM
BB17	IBM PC/AT互換機	英語Windows	

A. 6 組み込み用ソフトウェア

RX850, RX850 Pro リアルタイムOS	<p>μITRON3.0仕様に準拠したリアルタイムOSです。 複数の情報テーブルを作成するためのツール（コンフィギュレータ）を添付しています。 RX850よりRX850 Proの方が多機能になっています。</p> <p>オーダ名称：μS × × × RX703000- (RX850) μS × × × RX703100- (RX850 Pro)</p>
Applilet ^註	V850ES/KE2用ドライバのサンプル・プログラムを自動生成するドライバ・コンフィギュレータです。
RX-FS850 (ファイル・システム)	<p>FATファイル・システム機能です。 CD-ROMファイル・システム機能をサポートしたファイル・システムです。 リアルタイムOS RX850 Proと共に使用します。</p>

注 AppliletはNECエレクトロニクスのホームページから入手してください。

<http://www.necel.com/micro/v850/product/v850eskx2/index.html>

注意 RX850, RX850 Proを購入する際、事前に購入申込書にご記入のうえ、使用許諾契約書を締結してください。

備考 オーダ名称の × × × × および は、使用するホスト・マシン、OSなどにより異なります。

μS × × × × RX703000-

μS × × × × RX703100-

	製品概要	量産時使用数量の上限
001	評価用オブジェクト	量産品には使用しないでください。
100K	量産用オブジェクト	10万個
001M		100万個
010M		1000万個
S01	ソース・プログラム	量産用オブジェクトのソース・プログラム

× × × ×	ホスト・マシン	OS	供給媒体
AB17	PC-9800シリーズ、	日本語Windows	CD-ROM
BB17	IBM PC/AT互換機	英語Windows	
3K17	SPARCstation	Solaris (Rel. 2.5.1)	

A. 7 フラッシュ・メモリ書き込み用ツール

Flashpro IV (型番 PG-FP4) フラッシュ・ライタ	フラッシュ・メモリ内蔵マイコン専用のフラッシュ・ライタです。
QB-MINI2 (MINICUBE2)	プログラミング機能付きオンチップ・デバッグ・エミュレータです。
FA-64GB-8EU-A フラッシュ・メモリ書き込み用アダプタ	フラッシュ・メモリ書き込み用アダプタです (未配線)。Flashpro などに接続して使用します。
FA-70F3726GB-8EU-MX フラッシュ・メモリ書き込み用アダプタ	フラッシュ・メモリ書き込み用アダプタです (配線済み)。Flashpro などに接続して使用します。

備考 FA-64GB-8EU-A, FA-70F3726GB-8EU-MXは、株式会社内藤電誠町田製作所の製品です。

問い合わせ先：株式会社内藤電誠町田製作所 (TEL (042) 750-4172)

付録B 命令セット一覧

B.1 凡 例

(1) オペランド記述に使われる略号

略号	説明
reg1	汎用レジスタ (ソース・レジスタとして使用)
reg2	汎用レジスタ (おもにデスティネーション・レジスタとして使用。一部の命令で、ソース・レジスタとしても使用。)
reg3	汎用レジスタ (おもに除算結果の余り、乗算結果の上位32ビットを格納)
bit#3	ビット・ナンバ指定用3ビット・データ
imm x	xビット・イミューディエト・データ
disp x	xビット・ディスプレイースメント・データ
regID	システム・レジスタ番号
vector	トラップ・ベクタ (00H-1FH) を指定する5ビット・データ
cccc	条件コードを示す4ビット・データ
sp	スタック・ポインタ (r3)
ep	エレメント・ポインタ (r30)
list x	x個のレジスタ・リスト

(2) オペランドに使われる略号

略号	説明
R	reg1またはregIDを指定するコードの1ビット分データ
r	reg2を指定するコードの1ビット分データ
w	reg3を指定するコードの1ビット分データ
d	ディスプレイースメントの1ビット分データ
l	イミューディエトの1ビット分データ (イミューディエトの上位ビットを示す)
i	イミューディエトの1ビット分データ
cccc	条件コードを示す4ビット・データ
CCCC	Bcond命令の条件コードを示す4ビット・データ
bbb	ビット・ナンバ指定用3ビット・データ
L	レジスタ・リスト中のプログラム・レジスタを指定する1ビット分データ

(3) オペレーションに使われる略号

略号	説明
	代入
GR[]	汎用レジスタ
SR[]	システム・レジスタ
zero-extend (n)	nをワード長までゼロ拡張する。
sign-extend (n)	nをワード長まで符号拡張する。
load-memory (a, b)	アドレス「a」からサイズ「b」のデータを読み出す。
store-memory (a, b, c)	アドレス「a」に、データ「b」をサイズ「c」で書き込む。
load-memory-bit (a, b)	アドレス「a」のビット「b」を読み出す。
store-memory-bit (a, b, c)	アドレス「a」のビット「b」に「c」を書き込む。
saturated (n)	nの飽和处理を行う (nは2の補数)。 nが計算の結果、n 7FFFFFFFHとなった場合、n = 7FFFFFFFHとする。 nが計算の結果、n 80000000Hとなった場合、n = 80000000Hとする。
result	結果をフラグに反映する。
Byte	バイト (8ビット)
Half-word	ハーフワード (16ビット)
Word	ワード (32ビット)
+	加算
-	減算
	ビット連結
×	乗算
÷	除算
%	除算結果の余り
AND	論理積
OR	論理和
XOR	排他的論理和
NOT	論理否定
logically shift left by	論理左シフト
logically shift right by	論理右シフト
arithmetically shift right by	算術右シフト

(4) 実行クロックに使われる略号

略号	説明
i	命令実行直後にほかの命令を実行する場合 (issue)
r	命令実行直後に同一命令を繰り返す場合 (repeat)
l	命令実行結果を命令実行直後の命令で利用する場合 (latency)

(5) フラグの動作に使われる略号

略号	説明
(ブランク)	変化なし
0	0にクリア
x	結果に従ってセットまたはクリアされる。
R	以前に退避した値がリストアされる。

(6) 条件コード

条件コード (cccc)	条件式	説明
0000	$OV = 1$	Overflow
1000	$OV = 0$	No overflow
0001	$CY = 1$	Carry Lower (Less than)
1001	$CY = 0$	No carry No lower (Greater than or equal)
0010	$Z = 1$	Zero
1010	$Z = 0$	Not zero
0011	$(CY \text{ or } Z) = 1$	Not higher (Less than or equal)
1011	$(CY \text{ or } Z) = 0$	Higher (Greater than)
0100	$S = 1$	Negative
1100	$S = 0$	Positive
0101	-	Always (無条件)
1101	$SAT = 1$	Saturated
0110	$(S \text{ xor } OV) = 1$	Less than signed
1110	$(S \text{ xor } OV) = 0$	Greater than or equal signed
0111	$((S \text{ xor } OV) \text{ or } Z) = 1$	Less than or equal signed
1111	$((S \text{ xor } OV) \text{ or } Z) = 0$	Greater than signed

B.2 インストラクション・セット (アルファベット順)

(1/5)

二モニック	オペランド	オペコード	オペレーション	実行クロック			フラグ				
				i	r	l	CY	OV	S	Z	SAT
ADD	reg1, reg2	rrrrr001110RRRRR	GR[reg2] GR[reg2] + GR[reg1]	1	1	1	x	x	x	x	
	imm5, reg2	rrrrr010010iiii	GR[reg2] GR[reg2] + sign-extend (imm5)	1	1	1	x	x	x	x	
ADDI	imm16, reg1, reg2	rrrrr110000RRRRR iiiiiiiiiiiiiiii	GR[reg2] GR[reg1] + sign-extend (imm16)	1	1	1	x	x	x	x	
AND	reg1, reg2	rrrrr001010RRRRR	GR[reg2] GR[reg2] AND GR[reg1]	1	1	1		0	x	x	
ANDI	imm16, reg1, reg2	rrrrr110110RRRRR iiiiiiiiiiiiiiii	GR[reg2] GR[reg1] AND zero-extend (imm16)	1	1	1		0	x	x	
Bcond	disp9	dddd1011ddcccc 注1	if conditions are satisfied	条件成立時	2	2	2				
			then PC PC + sign-extend (disp9)	注2	注2	注2					
			条件不成立時	1	1	1					
BSH	reg2, reg3	rrrrr1111100000 wwwww01101000010	GR[reg3] GR[reg2] (23:16) GR[reg2] (31:24) GR [reg2] (7:0) GR[reg2] (15:8)	1	1	1	x	0	x	x	
BSW	reg2, reg3	rrrrr1111100000 wwwww01101000000	GR[reg3] GR[reg2] (7:0) GR[reg2] (15:8) GR[reg2] (23:16) GR[reg2] (31:24)	1	1	1	x	0	x	x	
CALLT	imm6	000001000iiii	CTPC PC + 2 (return PC) CTPSW PSW adr CTBP + zero-extend (imm6 logically shift left by 1) PC CTBP + zero-extend(Load-memory (adr,Half-word))	4	4	4					
CLR1	bit#3,disp16[reg1]	10bbb111110RRRRR dddddddddddddd	adr GR[reg1] + sign-extend (disp16) Zフラグ Not (Load-memory-bit (adr, bit#3)) Store-memory-bit (adr, bit#3, 0)	3	3	3				x	
	reg2, [reg1]	rrrrr11111RRRRR 0000000011100100	adr GR[reg1] Zフラグ Not (Load-memory-bit (adr, reg2)) Store-memory-bit (adr, reg2, 0)	3	3	3				x	
CMOV	cccc, imm5, reg2, reg3	rrrrr11111iiii wwwww011000cccc0	if conditions are satisfied then GR[reg3] sign-extend (imm5) else GR[reg3] GR[reg2]	1	1	1					
	cccc, reg1, reg2, reg3	rrrrr11111RRRRR wwwww011001cccc0	if conditions are satisfied then GR[reg3] GR[reg1] else GR[reg3] GR[reg2]	1	1	1					
CMP	reg1, reg2	rrrrr001111RRRRR	result GR[reg2] - GR[reg1]	1	1	1	x	x	x	x	
	imm5, reg2	rrrrr010011iiii	result GR[reg2] - sign-extend (imm5)	1	1	1	x	x	x	x	
CTRET		000001111100000 0000000101000100	PC CTPC PSW CTPSW	3	3	3	R	R	R	R	R
DBRET		000001111100000 0000000101000110	PC DBPC PSW DBPSW	3	3	3	R	R	R	R	R
DBTRAP		1111100001000000	DBPC PC + 2 (復帰PC) DBPSW PSW PSW.NP 1 PSW.EP 1 PSW.ID 1 PC 00000060H	3	3	3					
DI		000001111100000 0000000101100000	PSW.ID 1	1	1	1					

二モニク	オペランド	オペコード	オペレーション	実行クロック			フラグ					
				i	r	l	CY	OV	S	Z	SAT	
DISPOSE	imm5, list12	0000011001iiiiL LLLLLLLLLLLL00000	sp sp + zero-extend (imm5 logically shift left by 2) GR[reg in list12] Load-memory (sp, Word) sp sp + 4 repeat 2 steps above until all regs in list12 is loaded	n+1 注4	n+1 注4	n+1 注4						
	imm5, list12 [reg1]	0000011001iiiiL LLLLLLLLLLLLRRRRR 注5	sp sp + zero-extend (imm5 logically shift left by 2) GR[reg in list12] Load-memory (sp, Word) sp sp + 4 repeat 2 steps above until all regs in list12 is loaded PC GR[reg1]	n+3 注4	n+3 注4	n+3 注4						
DIV	reg1, reg2, reg3	rrrrr11111RRRRR wwwww01011000000	GR[reg2] GR[reg2] ÷ GR[reg1] GR[reg3] GR[reg2] % GR[reg1]	35	35	35		x	x	x		
DIVH	reg1, reg2	rrrrr000010RRRRR	GR[reg2] GR[reg2] ÷ GR[reg1] ^{注6}	35	35	35		x	x	x		
	reg1, reg2, reg3	rrrrr11111RRRRR wwwww01011000000	GR[reg2] GR[reg2] ÷ GR[reg1] ^{注6} GR[reg3] GR[reg2] % GR[reg1]	35	35	35		x	x	x		
DIVHU	reg1, reg2, reg3	rrrrr11111RRRRR wwwww010110000010	GR[reg2] GR[reg2] ÷ GR[reg1] ^{注6} GR[reg3] GR[reg2] % GR[reg1]	34	34	34		x	x	x		
DIVU	reg1, reg2, reg3	rrrrr11111RRRRR wwwww010110000010	GR[reg2] GR[reg2] ÷ GR[reg1] GR[reg3] GR[reg2] % GR[reg1]	34	34	34		x	x	x		
EI		100001111100000 0000000101100000	PSW.ID 0	1	1	1						
HALT		000001111100000 0000000100100000	停止する	1	1	1						
HSW	reg2, reg3	rrrrr1111100000 wwwww01101000100	GR[reg3] GR[reg2] (15:0) GR[reg2] (31:16)	1	1	1	x	0	x	x		
JARL	disp22, reg2	rrrrr11110dddddd ddddddddddddddd0 注7	GR[reg2] PC + 4 PC PC + sign-extend(disp22)	2	2	2						
JMP	[reg1]	0000000011RRRRR	PC GR[reg1]	3	3	3						
JR	disp22	0000011110dddddd ddddddddddddddd0 注7	PC PC + sign-extend(disp22)	2	2	2						
LD.B	disp16[reg1], reg2	rrrrr111000RRRRR ddddddddddddddd	adr GR[reg1] + sign-extend (disp16) GR[reg2] sign-extend (Load-memory (adr, Byte))	1	1	注11						
LD.BU	disp16[reg1], reg2	rrrrr11110bRRRRR ddddddddddddddd1 注8, 10	adr GR[reg1] + sign-extend (disp16) GR[reg2] zero-extend (Load-memory (adr, Byte))	1	1	注11						
LD.H	disp16[reg1], reg2	rrrrr111001RRRRR ddddddddddddddd0 注8	adr GR[reg1] + sign-extend (disp16) GR[reg2] sign-extend (Load-memory (adr, Halfword))	1	1	注11						
LDSR	reg2, regID	rrrrr11111RRRRR 000000000100000 注12	SR[regID] GR[reg2]	regID = PSW以外	1	1	1					
				regID = PSW	1	1	1	x	x	x	x	x
LD.HU	disp16[reg1], reg2	rrrrr11111RRRRR ddddddddddddddd1 注8	adr GR[reg1] + sign-extend (disp16) GR[reg2] zero-extend (Load-memory (adr, Halfword))	1	1	注11						

モニタック	オペランド	オペコード	オペレーション	実行クロック			フラグ					
				i	r	l	CY	OV	S	Z	SAT	
LD.W	disp16[reg1], reg2	rrrrr111001RRRRR ddddddddddddddd1 注3	adr GR[reg1] + sign-extend (disp16) GR[reg2] Load-memory (adr, Word)	1	1	注11						
MOV	reg1, reg2	rrrrr000000RRRRR	GR[reg2] GR[reg1]	1	1	1						
	imm5, reg2	rrrrr010000iiii	GR[reg2] sign-extend (imm5)	1	1	1						
	imm32, reg1	00000110001RRRRR iiiiiiiiiiiiiiii IIIIIIIIIIIIIIII	GR[reg1] imm32	2	2	2						
MOVEA	imm16, reg1, reg2	rrrrr110001RRRRR iiiiiiiiiiiiiiii	GR[reg2] GR[reg1] + sign-extend (imm16)	1	1	1						
MOVHI	imm16, reg1, reg2	rrrrr110010RRRRR iiiiiiiiiiiiiiii	GR[reg2] GR[reg1] + (imm16 0 ¹⁶)	1	1	1						
MUL	reg1, reg2, reg3	rrrrr111111RRRRR WWWWW01000100000 注14	GR[reg3] GR[reg2] GR[reg2] × GR[reg1]	1	4	5						
	imm9, reg2, reg3	rrrrr111111iiii WWWWW01001IIII00 注13	GR[reg3] GR[reg2] GR[reg2] × sign-extend (imm9)	1	4	5						
MULH	reg1, reg2	rrrrr000111RRRRR	GR[reg2] GR[reg2] ²⁶ × GR[reg1] ²⁶	1	1	2						
	imm5, reg2	rrrrr010111iiii	GR[reg2] GR[reg2] ²⁶ × sign-extend (imm5)	1	1	2						
MULHI	imm16, reg1, reg2	rrrrr110111RRRRR iiiiiiiiiiiiiiii	GR[reg2] GR[reg1] ²⁶ × imm16	1	1	2						
MULU	reg1, reg2, reg3	rrrrr111111RRRRR WWWWW01000100010 注14	GR[reg3] GR[reg2] GR[reg2] × GR[reg1]	1	4	5						
	imm9, reg2, reg3	rrrrr111111iiii WWWWW01001IIII10 注13	GR[reg3] GR[reg2] GR[reg2] × zero-extend (imm9)	1	4	5						
NOP		0000000000000000	何もせず最低1クロック費やします	1	1	1						
NOT	reg1, reg2	rrrrr000001RRRRR	GR[reg2] NOT (GR[reg1])	1	1	1		0	×	×		
NOT1	bit#3, disp16[reg1]	01bbb11110RRRRR ddddddddddddddd 注3	adr GR[reg1] + sign-extend (disp16) Zフラグ Not (Load-memory-bit (adr, bit#3)) Store-memory-bit (adr, bit#3, Zフラグ)	3	3	3					×	
	reg2, [reg1]	rrrrr111111RRRRR 0000000011100010 注3	adr GR[reg1] Zフラグ Not (Load-memory-bit (adr, reg2)) Store-memory-bit (adr, reg2, Zフラグ)	3	3	3					×	
OR	reg1, reg2	rrrrr001000RRRRR	GR[reg2] GR[reg2] OR GR[reg1]	1	1	1		0	×	×		
ORI	imm16, reg1, reg2	rrrrr110100RRRRR iiiiiiiiiiiiiiii	GR[reg2] GR[reg1] OR zero-extend (imm16)	1	1	1		0	×	×		
PREPARE	list12, imm5	0000011110iiiiL LLLLLLLLLLLL00001	Store-memory (sp - 4, GR[reg in list12], Word) sp sp - 4 repeat 1 steps above until all regs in list12 is stored sp sp-zero-extend (imm5)	n+1 注4	n+1 注4	n+1 注4						
	list12, imm5, sp/imm ^{注15}	0000011110iiiiL LLLLLLLLLLLLff011 imm16/imm32 注16	Store-memory (sp - 4, GR[reg in list12], Word) sp sp - 4 repeat 1 steps above until all regs in list12 is stored sp sp - zero-extend (imm5) ep sp/imm	n+2 注4	n+2 注4	n+2 注4						

二モニク	オペランド	オペコード	オペレーション	実行クロック			フラグ				
				i	r	l	CY	OV	S	Z	SAT
RETI		0000011111100000 0000000101000000	if PSW.EP = 1 then PC EIPC PSW EIPSW else if PSW.NP = 1 then PC FEPC PSW FEPSW else PC EIPC PSW EIPSW	3	3	3	R	R	R	R	R
SAR	reg1, reg2	rrrrr11111RRRRR 0000000101000000	GR[reg2] GR[reg2] arithmetically shift right by GR[reg1]	1	1	1	x	0	x	x	
	imm5, reg2	rrrrr010101iiii	GR[reg2] GR[reg2] arithmetically shift right by zero-extend (imm5)	1	1	1	x	0	x	x	
SASF	cccc, reg2	rrrrr111110cccc 0000001000000000	if conditions are satisfied then GR[reg2] (GR[reg2] Logically shift left by 1) OR 0000001H else GR[reg2] (GR[reg2] Logically shift left by 1) OR 0000000H	1	1	1					
SATADD	reg1, reg2	rrrrr000110RRRRR	GR[reg2] saturated (GR[reg2] + GR[reg1])	1	1	1	x	x	x	x	x
	imm5, reg2	rrrrr010001iiii	GR[reg2] saturated (GR[reg2] + sign-extend (imm5))	1	1	1	x	x	x	x	x
SATSUB	reg1, reg2	rrrrr000101RRRRR	GR[reg2] saturated (GR[reg2] - GR[reg1])	1	1	1	x	x	x	x	x
SATSUBI	imm16, reg1, reg2	rrrrr110011RRRRR iiiiiiiiiiiiiiii	GR[reg2] saturated (GR[reg1] - sign-extend (imm16))	1	1	1	x	x	x	x	x
SATSUBR	reg1, reg2	rrrrr000100RRRRR	GR[reg2] saturated (GR[reg1] - GR[reg2])	1	1	1	x	x	x	x	x
SETF	cccc, reg2	rrrrr111110cccc 0000000000000000	if conditions are satisfied then GR[reg2] 0000001H else GR[reg2] 0000000H	1	1	1					
SET1	bit#3, disp16 [reg1]	00bbb111110RRRRR ddddddddddddddd	adr GR[reg1] + sign-extend (disp16) Zフラグ Not (Load-memory-bit (adr, bit#3)) Store-memory-bit (adr, bit#3, 1)	3	3	3					x
	reg2, [reg1]	rrrrr11111RRRRR 0000000011100000	adr GR[reg1] Zフラグ Not (Load-memory-bit (adr, reg2)) Store-memory-bit (adr, reg2, 1)	3	3	3					x
SHL	reg1, reg2	rrrrr11111RRRRR 0000000011000000	GR[reg2] GR[reg2] logically shift left by GR[reg1]	1	1	1	x	0	x	x	
	imm5, reg2	rrrrr010110iiii	GR[reg2] GR[reg2] logically shift left by zero-extend (imm5)	1	1	1	x	0	x	x	
SHR	reg1, reg2	rrrrr11111RRRRR 0000000010000000	GR[reg2] GR[reg2] logically shift right by GR[reg1]	1	1	1	x	0	x	x	
	imm5, reg2	rrrrr010100iiii	GR[reg2] GR[reg2] logically shift right by zero-extend (imm5)	1	1	1	x	0	x	x	
SLD.B	disp7 [ep] , reg2	rrrrr0110ddddddd	adr ep + zero-extend (disp7) GR[reg2] sign-extend (Load-memory (adr, Byte))	1	1	注9					
SLD.BU	disp4 [ep] , reg2	rrrrr0000110ddd 注18	adr ep + zero-extend (disp4) GR[reg2] zero-extend (Load-memory (adr, Byte))	1	1	注9					
SLD.H	disp8 [ep] , reg2	rrrrr1000ddddddd 注19	adr ep + zero-extend (disp8) GR[reg2] sign-extend (Load-memory (adr, Halfword))	1	1	注9					

二モニック	オペランド	オペコード	オペレーション	実行クロック			フラグ				
				i	r	l	CY	OV	S	Z	SAT
SLD.HU	disp5 [ep] , reg2	rrrrr0000111ddd 注18, 20	adr ep + zero-extend (disp5) GR[reg2] zero-extend (Load-memory (adr, Halfword))	1	1	注9					
SLD.W	disp8 [ep] , reg2	rrrrr1010ddddd0 注21	adr ep + zero-extend (disp8) GR[reg2] Load-memory (adr, Word)	1	1	注9					
SST.B	reg2, disp7 [ep]	rrrrr0111ddddd	adr ep + zero-extend (disp7) Store-memory (adr, GR[reg2], Byte)	1	1	1					
SST.H	reg2, disp8 [ep]	rrrrr1001ddddd 注19	adr ep + zero-extend(disp8) Store-memory (adr, GR[reg2], Halfword)	1	1	1					
SST.W	reg2, disp8 [ep]	rrrrr1010ddddd1 注21	adr ep + zero-extend(disp8) Store-memory (adr, GR[reg2], Word)	1	1	1					
ST.B	reg2, disp16 [reg1]	rrrrr111010RRRR dddddddddddd	adr GR[reg1] + sign-extend (disp16) Store-memory (adr, GR[reg2], Byte)	1	1	1					
ST.H	reg2, disp16 [reg1]	rrrrr111011RRRR dddddddddddd0 注3	adr GR[reg1] + sign-extend (disp16) Store-memory (adr, GR[reg2], Halfword)	1	1	1					
ST.W	reg2, disp16 [reg1]	rrrrr111011RRRR dddddddddddd1 注3	adr GR[reg1] + sign-extend(disp16) Store-memory (adr, GR[reg2], Word)	1	1	1					
STSR	regID, reg2	rrrrr11111RRRR 000000001000000	GR[reg2] SR[regID]	1	1	1					
SUB	reg1, reg2	rrrrr001101RRRR	GR[reg2] GR[reg2] - GR[reg1]	1	1	1	x	x	x	x	
SUBR	reg1, reg2	rrrrr001100RRRR	GR[reg2] GR[reg1] - GR[reg2]	1	1	1	x	x	x	x	
SWITCH	reg1	0000000010RRRR	adr (PC + 2) + (GR[reg1] logically shift left by 1) PC (PC + 2) + (sign-extend (Load-memory (adr, Halfword))) logically shift left by 1	5	5	5					
SXB	reg1	0000000101RRRR	GR[reg1] sign-extend (GR[reg1] (7 : 0))	1	1	1					
SXH	reg1	0000000111RRRR	GR[reg1] sign-extend (GR[reg1] (15 : 0))	1	1	1					
TRAP	vector	0000011111111111 0000000100000000	EIPC PC + 4 (復帰PC) EIPSW PSW ECR.EICC 割り込みコード PSW.EP 1 PSW.ID 1 PC 0000040H (vectorが00H-0FHのとき) 0000050H (vectorが10H-1FHのとき)	3	3	3					
TST	reg1, reg2	rrrrr001011RRRR	result GR[reg2] AND GR[reg1]	1	1	1		0	x	x	
TST1	bit#3, disp16 [reg1]	11bbb111110RRRR dddddddddddd	adr GR[reg1] + sign-extend (disp16) Zフラグ Not (Load-memory-bit (adr, bit#3))	3	3	3	注3	注3	注3		x
	reg2, [reg1]	rrrrr11111RRRR 000000011100110	adr GR[reg1] Zフラグ Not (Load-memory-bit (adr, reg2))	3	3	3	注3	注3	注3		x
XOR	reg1, reg2	rrrrr001001RRRR	GR[reg2] GR[reg2] XOR GR[reg1]	1	1	1		0	x	x	
XORI	imm16, reg1, reg2	rrrrr110101RRRR iiiiiiiiiiii	GR[reg2] GR[reg1] XOR zero-extend (imm16)	1	1	1		0	x	x	
ZXB	reg1	0000000100RRRR	GR[reg1] zero-extend (GR[reg1] (7 : 0))	1	1	1					
ZXH	reg1	0000000110RRRR	GR[reg1] zero-extend (GR[reg1] (15 : 0))	1	1	1					

- 注1. ddddddddはdisp9の上位8ビットです。
2. 直前にPSWの内容を書き換える命令がある場合は3。
 3. ウェイト・ステートがない場合 (3+リード・アクセス・ウェイト・ステート数)
 4. nはlist12のロード・レジスタの合計数 (ウェイト・ステート数による。ウェイト・ステートがない場合, nはlist12のレジスタ数。n = 0の場合, n = 1と同じ動作)
 5. RRRRR : 00000以外
 6. 下位ハーフワード・データだけ有効
 7. ddddddddddddddddddddはdisp22の上位21ビットです。
 8. ddddddddddddddddはdisp16の上位15ビットです。
 9. ウェイト・ステート数による (ウェイト・ステートがない場合は1)
 10. b : disp16のビット0
 11. ウェイト・ステート数による (ウェイト・ステートがない場合は2)
 12. この命令ではニモニクの記述の都合上, ソース・レジスタをreg2としていますが, オペコード上はreg1のフィールドを使用しています。したがって, ニモニク記述とオペコードにおいてレジスタ指定の意味付けがほかの命令と異なります。
 - rrrrr = regID指定
 - RRRRR = reg2指定
 13. iiii : imm9の下位5ビット
IIII : imm9の上位4ビット
 14. 汎用レジスタreg1と汎用レジスタreg3に, 同じレジスタを指定しないでください。
 15. sp/imm : サブオペコードのビット19, 20で指定
 16. ff = 00 : spをepにロード
 - 01 : 符号拡張した16ビット・イミディエト・データ (ビット47-32) をepにロード
 - 10 : 16ビット論理左シフトした16ビット・イミディエト・データ (ビット47-32) をepにロード
 - 11 : 32ビット・イミディエト・データ (ビット63-32) をepにロード
 17. imm = imm32の場合はn + 3クロック
 18. rrrrr : 00000以外
 19. dddddddはdisp8の上位7ビットです。
 20. ddddはdisp5の上位4ビットです。
 21. dddddddはdisp8の上位6ビットです。

付録C レジスタ索引

(1/6)

略号	名称	ユニット	ページ
ADCR	A/D変換結果レジスタ	ADC	377
ADCRH	A/D変換結果レジスタH	ADC	377
ADIC	割り込み制御レジスタ	INTC	547
ADM	A/Dコンバータ・モード・レジスタ	ADC	372
ADS	アナログ入力チャネル指定レジスタ	ADC	376
ASIF0	アシンクロナス・シリアル・インタフェース送信ステータス・レジスタ0	UART	404
ASIF1	アシンクロナス・シリアル・インタフェース送信ステータス・レジスタ1	UART	404
ASIM0	アシンクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ0	UART	401
ASIM1	アシンクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ1	UART	401
ASIS0	アシンクロナス・シリアル・インタフェース・ステータス・レジスタ0	UART	403
ASIS1	アシンクロナス・シリアル・インタフェース・ステータス・レジスタ1	UART	403
BRGC0	ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ0	UART	422
BRGC1	ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ1	UART	422
BRGIC	割り込み制御レジスタ	INTC	547
CKSR0	クロック選択レジスタ0	UART	421
CKSR1	クロック選択レジスタ1	UART	421
CMP00	8ビット・タイマHコンペア・レジスタ00	TMH	316
CMP01	8ビット・タイマHコンペア・レジスタ01	TMH	317
CMP10	8ビット・タイマHコンペア・レジスタ10	TMH	316
CMP11	8ビット・タイマHコンペア・レジスタ11	TMH	317
CR010	16ビット・タイマ・キャプチャ/コンペア・レジスタ010	TM0	224
CR011	16ビット・タイマ・キャプチャ/コンペア・レジスタ011	TM0	225
CR5	16ビット・タイマ・コンペア・レジスタ5	TM5	299
CR50	8ビット・タイマ・コンペア・レジスタ50	TM5	299
CR51	8ビット・タイマ・コンペア・レジスタ51	TM5	299
CRC01	キャプチャ/コンペア・コントロール・レジスタ01	TM0	230
CSI0IC0	割り込み制御レジスタ	INTC	547
CSI0IC1	割り込み制御レジスタ	INTC	547
CSIC0	クロック同期式シリアル・インタフェース・クロック選択レジスタ0	CSI0	434
CSIC1	クロック同期式シリアル・インタフェース・クロック選択レジスタ1	CSI0	434
CSIM00	クロック同期式シリアル・インタフェース・モード・レジスタ00	CSI0	432
CSIM01	クロック同期式シリアル・インタフェース・モード・レジスタ01	CSI0	432
CTBP	CALLTベース・ポインタ	CPU	43
CTPC	CALLT実行時状態退避レジスタ	CPU	42
CTPSW	CALLT実行時状態退避レジスタ	CPU	42
DBPC	例外/デバッグ・トラップ時状態退避レジスタ	CPU	43
DBPSW	例外/デバッグ・トラップ時状態退避レジスタ	CPU	43
ECR	割り込み要因レジスタ	CPU	40
EIPC	割り込み時状態退避レジスタ	CPU	39

略号	名称	ユニット	ページ
EIPSW	割り込み時状態退避レジスタ	CPU	39
FEPC	NMI時状態退避レジスタ	CPU	40
FEPSW	NMI時状態退避レジスタ	CPU	40
IIC0	IICシフト・レジスタ0	I ² C	473
IICC0	IICコントロール・レジスタ0	I ² C	461
IICCL0	IICクロック選択レジスタ0	I ² C	470
IICF0	IICフラグ・レジスタ0	I ² C	478
IICIC0	割り込み制御レジスタ	INTC	547
IICS0	IIC状態レジスタ0	I ² C	465
IICX0	IIC機能拡張レジスタ0	I ² C	471
IMR0	割り込みマスク・レジスタ0	INTC	549
IMR0H	割り込みマスク・レジスタ0H	INTC	549
IMR0L	割り込みマスク・レジスタ0L	INTC	549
IMR1	割り込みマスク・レジスタ1	INTC	549
IMR1H	割り込みマスク・レジスタ1H	INTC	549
IMR1L	割り込みマスク・レジスタ1L	INTC	549
IMR3	割り込みマスク・レジスタ3	INTC	549
IMR3L	割り込みマスク・レジスタ3L	INTC	549
INTF0	外部割り込み立ち下がりエッジ指定レジスタ0	INTC	557
INTF3	外部割り込み立ち下がりエッジ指定レジスタ3	INTC	558
INTF9H	外部割り込み立ち下がりエッジ指定レジスタ9H	INTC	559
INTR0	外部割り込み立ち上がりエッジ指定レジスタ0	INTC	557
INTR3	外部割り込み立ち上がりエッジ指定レジスタ3	INTC	558
INTR9H	外部割り込み立ち上がりエッジ指定レジスタ9H	INTC	559
ISPR	インサースビス・プライオリティ・レジスタ	INTC	551
KRIC	割り込み制御レジスタ	INTC	547
KRM	キー・リターン・モード・レジスタ	KR	572
NFC	デジタル・ノイズ除去制御レジスタ	INTC	555
OSTS	発振安定時間選択レジスタ	スタンバイ	578
P0	ポート0レジスタ	ポート	74
P0NFC	TIP00ノイズ除去制御レジスタ	TMP	218
P1NFC	TIP01ノイズ除去制御レジスタ	TMP	218
P3	ポート3レジスタ	ポート	77
P3H	ポート3レジスタH	ポート	77
P3L	ポート3レジスタL	ポート	77
P4	ポート4レジスタ	ポート	83
P5	ポート5レジスタ	ポート	85
P7	ポート7レジスタ	ポート	88
P9	ポート9レジスタ	ポート	90
P9H	ポート9レジスタH	ポート	90
P9L	ポート9レジスタL	ポート	90
PC	プログラム・カウンタ	CPU	37
PCC	プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ	CG	126
PCM	ポートCMレジスタ	ポート	95

略号	名称	ユニット	ページ
PDL	ポートDLレジスタ	ポート	98
PF3H	ポート3ファンクション・レジスタH	ポート	79
PF4	ポート4ファンクション・レジスタ	ポート	84
PF9H	ポート9ファンクション・レジスタH	ポート	92
PFC3	ポート3ファンクション・コントロール・レジスタ	ポート	79
PFC5	ポート5ファンクション・コントロール・レジスタ	ポート	87
PFC9	ポート9ファンクション・コントロール・レジスタ	ポート	93
PFC9H	ポート9ファンクション・コントロール・レジスタH	ポート	93
PFC9L	ポート9ファンクション・コントロール・レジスタL	ポート	93
PFCE3	ポート3ファンクション・コントロール拡張レジスタ	ポート	79
PFM	パワー・フェイル比較モード・レジスタ	ADC	379
PFT	パワー・フェイル比較しきい値レジスタ	ADC	379
PIC0	割り込み制御レジスタ	INTC	547
PIC1	割り込み制御レジスタ	INTC	547
PIC2	割り込み制御レジスタ	INTC	547
PIC3	割り込み制御レジスタ	INTC	547
PIC4	割り込み制御レジスタ	INTC	547
PIC5	割り込み制御レジスタ	INTC	547
PIC6	割り込み制御レジスタ	INTC	547
PIC7	割り込み制御レジスタ	INTC	547
PLLCTL	PLLコントロール・レジスタ	CG	131, 368
PM0	ポート0モード・レジスタ	ポート	74
PM3	ポート3モード・レジスタ	ポート	77
PM3H	ポート3モード・レジスタH	ポート	77
PM3L	ポート3モード・レジスタL	ポート	77
PM4	ポート4モード・レジスタ	ポート	83
PM5	ポート5モード・レジスタ	ポート	85
PM9	ポート9モード・レジスタ	ポート	90
PM9H	ポート9モード・レジスタH	ポート	90
PM9L	ポート9モード・レジスタL	ポート	90
PMC0	ポート0モード・コントロール・レジスタ	ポート	75
PMC3	ポート3モード・コントロール・レジスタ	ポート	78
PMC3H	ポート3モード・コントロール・レジスタH	ポート	78
PMC3L	ポート3モード・コントロール・レジスタL	ポート	78
PMC4	ポート4モード・コントロール・レジスタ	ポート	83
PMC5	ポート5モード・コントロール・レジスタ	ポート	86
PMC9	ポート9モード・コントロール・レジスタ	ポート	91
PMC9H	ポート9モード・コントロール・レジスタH	ポート	91
PMC9L	ポート9モード・コントロール・レジスタL	ポート	91
PMCCM	ポートCMモード・コントロール・レジスタ	ポート	96
PMCM	ポートCMモード・レジスタ	ポート	95
PMDL	ポートDLモード・レジスタ	ポート	98
PRCMD	コマンド・レジスタ	CPU	61
PRM01	プリスケアラ・モード・レジスタ01	TM0	233

略号	名称	ユニット	ページ
PRSCM	インターバル・タイマBRGコンペア・レジスタ	CG	341
PRSM	インターバル・タイマBRGモード・レジスタ	CG	340
PSC	パワー・セーブ・コントロール・レジスタ	スタンバイ	576
PSMR	パワー・セーブ・モード・レジスタ	スタンバイ	577
PSW	プログラム・ステータス・ワード	CPU	41
PU0	プルアップ抵抗オプション・レジスタ0	ポート	75
PU3	プルアップ抵抗オプション・レジスタ3	ポート	81
PU4	プルアップ抵抗オプション・レジスタ4	ポート	84
PU5	プルアップ抵抗オプション・レジスタ5	ポート	87
PU9	プルアップ抵抗オプション・レジスタ9	ポート	94
PU9H	プルアップ抵抗オプション・レジスタ9H	ポート	94
PU9L	プルアップ抵抗オプション・レジスタ9L	ポート	94
PUCM	プルアップ抵抗オプション・レジスタCM	ポート	96
PUDL	プルアップ抵抗オプション・レジスタDL	ポート	98
r0-r31	汎用レジスタ	CPU	37
RTBH0	リアルタイム出力バッファ・レジスタH0	RTP	362
RTBL0	リアルタイム出力バッファ・レジスタL0	RTP	362
RTPC0	リアルタイム出力ポート・コントロール・レジスタ0	RTP	364
RTPM0	リアルタイム出力ポート・モード・レジスタ0	RTP	363
RXB0	受信バッファ・レジスタ0	UART	405
RXB1	受信バッファ・レジスタ1	UART	405
SELCNT1	セレクト動作制御レジスタ1	TM0	234
SIO00	シリアルI/Oシフト・レジスタ0	CSIO	439
SIO00L	シリアルI/Oシフト・レジスタ0L	CSIO	439
SIO01	シリアルI/Oシフト・レジスタ1	CSIO	439
SIO01L	シリアルI/Oシフト・レジスタ1L	CSIO	439
SIRB0	クロック同期式シリアル・インタフェース受信バッファ・レジスタ0	CSIO	435
SIRB0L	クロック同期式シリアル・インタフェース受信バッファ・レジスタ0L	CSIO	435
SIRB1	クロック同期式シリアル・インタフェース受信バッファ・レジスタ1	CSIO	435
SIRB1L	クロック同期式シリアル・インタフェース受信バッファ・レジスタ1L	CSIO	435
SIRBE0	クロック同期式シリアル・インタフェース・リード専用受信バッファ・レジスタ0	CSIO	436
SIRBE0L	クロック同期式シリアル・インタフェース・リード専用受信バッファ・レジスタ0L	CSIO	436
SIRBE1	クロック同期式シリアル・インタフェース・リード専用受信バッファ・レジスタ1	CSIO	436
SIRBE1L	クロック同期式シリアル・インタフェース・リード専用受信バッファ・レジスタ1L	CSIO	436
SOTB0	クロック同期式シリアル・インタフェース送信バッファ・レジスタ0	CSIO	437
SOTB0L	クロック同期式シリアル・インタフェース送信バッファ・レジスタ0L	CSIO	437
SOTB1	クロック同期式シリアル・インタフェース送信バッファ・レジスタ1	CSIO	437
SOTB1L	クロック同期式シリアル・インタフェース送信バッファ・レジスタ1L	CSIO	437
SOTBF0	クロック同期式シリアル・インタフェース初段送信バッファ・レジスタ0	CSIO	438
SOTBF0L	クロック同期式シリアル・インタフェース初段送信バッファ・レジスタ0L	CSIO	438
SOTBF1	クロック同期式シリアル・インタフェース初段送信バッファ・レジスタ1	CSIO	438
SOTBF1L	クロック同期式シリアル・インタフェース初段送信バッファ・レジスタ1L	CSIO	438
SREIC0	割り込み制御レジスタ	INTC	547
SREIC1	割り込み制御レジスタ	INTC	547

略号	名称	ユニット	ページ
SRIC0	割り込み制御レジスタ	INTC	547
SRIC1	割り込み制御レジスタ	INTC	547
STIC0	割り込み制御レジスタ	INTC	547
STIC1	割り込み制御レジスタ	INTC	547
SVA0	スレーブ・アドレス・レジスタ0	I ² C	473
SYS	システム・ステータス・レジスタ	CPU	62
TCL50	タイマ・クロック選択レジスタ50	TM5	300
TCL51	タイマ・クロック選択レジスタ51	TM5	300
TM01	16ビット・タイマ・カウンタ01	TM0	223
TM0IC10	割り込み制御レジスタ	INTC	547
TM0IC11	割り込み制御レジスタ	INTC	547
TM5	16ビット・タイマ・カウンタ5	TM5	298
TM50	8ビット・タイマ・カウンタ50	TM5	298
TM51	8ビット・タイマ・カウンタ51	TM5	298
TM5IC0	割り込み制御レジスタ	INTC	547
TM5IC1	割り込み制御レジスタ	INTC	547
TMC01	16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ01	TM0	228
TMC50	8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ50	TM5	301
TMC51	8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ51	TM5	301
TMCYC0	8ビット・タイマHキャリア・コントロール・レジスタ0	TMH	321
TMCYC1	8ビット・タイマHキャリア・コントロール・レジスタ1	TMH	321
TMHIC0	割り込み制御レジスタ	INTC	547
TMHIC1	割り込み制御レジスタ	INTC	547
TMHMD0	8ビット・タイマHモード・レジスタ0	TMH	318
TMHMD1	8ビット・タイマHモード・レジスタ1	TMH	318
TOC01	16ビット・タイマ出力コントロール・レジスタ01	TM0	231
TP0CCIC0	割り込み制御レジスタ	INTC	547
TP0CCIC1	割り込み制御レジスタ	INTC	547
TP0CCR0	TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ0	TMP	142
TP0CCR1	TMP0キャプチャ/コンペア・レジスタ1	TMP	144
TP0CNT	TMP0カウンタ・リード・バッファ・レジスタ	TMP	146
TP0CTL0	TMP0制御レジスタ0	TMP	136
TP0CTL1	TMP0制御レジスタ1	TMP	137
TP0IOC0	TMP0I/O制御レジスタ0	TMP	138
TP0IOC1	TMP0I/O制御レジスタ1	TMP	139
TP0IOC2	TMP0I/O制御レジスタ2	TMP	140
TP0OPT0	TMP0オプション・レジスタ0	TMP	141
TP0OVIC	割り込み制御レジスタ	INTC	547
TXB0	送信バッファ・レジスタ0	UART	406
TXB1	送信バッファ・レジスタ1	UART	406
VSWC	システム・ウェイト・コントロール・レジスタ	CPU	63
WDCS	ウォッチドッグ・タイマ・クロック選択レジスタ	WDT	352
WDT1IC	割り込み制御レジスタ	INTC	547

略号	名称	ユニット	ページ
WDTE	ウォッチドッグ・タイマ・イネーブル・レジスタ	WDT	358
WDTM1	ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ1	WDT	353, 553
WDTM2	ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ2	WDT	357
WTIC	割り込み制御レジスタ	INTC	547
WTIIC	割り込み制御レジスタ	INTC	547
WTM	時計タイマ動作モード・レジスタ	WT	345

付録D 注意事項一覧

本書に記載されている注意事項の一覧です。

なお、表内の「分類（ハード/ソフト）」の区別は、次のとおりです。

ハード：マイコン内部/外部のハードウェアについての注意事項

ソフト：レジスタの設定やプログラムなどソフトウェアについての注意事項

(1/22)

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第1章	ハード	端子機能	FLMD0	通常モード時はV _{SS} に接続してください。	p.20
			NC	NC端子はオープンにしてください。	p.20
			EV _{DD}	EV _{DD} は、V _{DD} と同電位にしてください。	p.20
第2章	ハード	端子機能	XT1	未使用時には、PSMR.XTSTPビットに必ず1を設定してください。	p.32
第3章	ソフト	CPU機能	EIPC, EIPSW, FEPC, FEPSW	これらのレジスタは1組しかいないため、多重割り込みを許す場合はプログラムでこのレジスタを退避する必要があります。	p.38
			EIPC, FEPC, CTPC	LDSR命令によりEIPCがFEPC、またはCTPCのビット0をセット（1）しても、割り込み処理後のRETI命令で復帰するときにビット0は無視されます（PCのビット0を0固定してあるため）。EIPC, FEPC, CTPCに値を設定する場合は、偶数値（ビット0=0）を設定してください。	p.38
		プログラム空間	03FFF000H-03FFFFFFHの4 Kバイトの領域は、内蔵周辺I/O領域のため、命令フェッチすることができません。したがって、分岐アドレス計算の結果がこの領域にかかるような操作はしないようにしてください。	p.46	
		内蔵周辺I/O領域	レジスタにワード・アクセスを行うと、アドレスの下位2ビットを無視したワード領域に対し下位、上位の順番でハーフワード・アクセスを2回行います。	p.50	
			バイト・アクセス可能なレジスタにハーフワード・アクセスした場合、リード時は上位8ビットが不定になり、ライト時は下位8ビット・データがレジスタに書き込まれます。	p.50	
			レジスタとして定義されていないアドレスは、将来の拡張用に予約されており、アクセスした場合の動作は不定であり、保証しません。	p.50	
		特定レジスタへのデータ設定	IDLE モード、STOP モードに移行する場合（PSC.STPビット = 1）には、直後にNOP命令を5命令挿入する必要があります。	p.60	
			PRCMDレジスタに対するストア命令では、割り込みを受け付けません。これはプログラムで上記、を連続したストア命令で行うことを前提としているためです。、の間にほかの命令が置かれていると、その命令で割り込みを受け付けた際、上記シーケンスが成立しなくなる場合があります、誤動作の要因となります	p.61	
			PRCMDレジスタへ書き込むデータはダミーですが、特定レジスタへの設定（例）で使用する汎用レジスタと同じレジスタをPRCMDレジスタ書き込み（例）でも使用してください。アドレッシングに汎用レジスタを使用する場合も同様です。	p.61	
		SYSレジスタ	PRCMDレジスタへの書き込み動作直後に、特定レジスタではないSYSレジスタのPRERRビットに“0”を書き込んだ場合、PRERRビットは“0”になります（ライト優先）。	p.62	
PRCMDレジスタへの書き込み動作直後に、特定レジスタではないPRCMDレジスタへの書き込み動作を行った場合、PRERRビットは“1”になります。	p.62				
レジスタ・アクセス時のウエイト	V850ES/KE2を使用する際には、必ず最初に次のレジスタを設定してください。 ・システム・ウエイト・コントロール・レジスタ（VSWC） ・ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ2（WDTM2）	p.63			
VSWCレジスタ	内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスは3クロック（ノー・ウエイト時）ですが、V850ES/KE2では、内部システム・クロック周波数によりウエイトが必要です。使用する内部システム・クロック周波数に応じて、VSWCレジスタには次に示す値を設定してください。	p.63			

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第3章	ソフト	CPU機能	特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについて	内蔵ROMまたは内蔵RAMからフェッチした場合、上記のようなウエイト回数となります。	p.65
				外部メモリよりフェッチした場合は、このウエイト回数より減少する場合があります。外部メモリ・アクセス・サイクルによる影響は、ウエイトの設定などにより変化します。ただし、上記ウエイト数が最大値となり、これより増加することはありません。	p.65
第4章	ハード	ポート機能	PFnレジスタ	PMcNレジスタの設定によらず、PFnmビットは、PMn.PMnmビット = 0 (出力モード時) のときのみ有効です。PMnmビット = 1 (入力モード時) のときは、PFnレジスタの設定値は無効です。	p.72
			ポート0	P02-P06は、兼用機能の入力時にはヒステリシス特性を持ちますが、ポート・モード時にはヒステリシス特性を持ちません。	p.74
			ポート3	P31-35, P38, P39は、兼用機能の入力時にはヒステリシス特性を持ちますが、ポート・モード時にはヒステリシス特性を持ちません。	p.76
	ソフト	P3レジスタ	P3レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、P3Hレジスタのビット0-7として指定してください。	p.77	
		PM3レジスタ	PM3レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PM3Hレジスタのビット0-7として指定してください。	p.77	
		PMC3レジスタ	PMC3レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PMC3Hレジスタのビット0-7として指定してください。	p.78	
			INTP7端子とRXD0端子は兼用となっています。RXD0端子として使用する場合は、兼用しているINTP7端子のエッジ検出を無効にしてください (INTF3.INTF31ビット = 0, INTR3.INTR31ビット = 0に設定)。また、INTP7端子として使用する場合は、UART0を受信動作停止としてください (ASIM0.RXE0ビット = 0に設定)。	p.78	
	PF3Hレジスタ	P38, P39をN-chオープン・ドレインで兼用端子として使用する場合は次の順で設定してください。 必ずポート・ラッチに1を設定後、N-chオープン・ドレインに設定してください。 P3nビット = 1 PF3nビット = 1 PMC3nビット = 1	p.79		
	ハード	ポート3の兼用端子の指定	ASCK0端子とADTRG端子は兼用となっています。ASCK0端子として使用する場合は、兼用しているADTRG端子のトリガ入力を無効にしてください (ADS.TRGビット = 0, またはADS.ADTMDビット = 1に設定)。また、ADTRG端子として使用する場合は、UART0の動作クロックを外部入力に設定しないでください (CKSR0.TPS03-TPS00ビット = 1011以外に設定)。	p.80	
			PFC3n, PFCE3nビットを初期値(0)のまま、PMC3.PMC3nビットによりP3n端子を兼用機能に指定した場合、不定出力となります。そのため、P3n端子を兼用機能に指定するには、まずPFC3n, PFCE3nビットをセット(1)したあとに、PMC3nビットをセット(1)してください。	p.80	
		ポート4	P40, P42は、兼用機能の入力時にはヒステリシス特性を持ちますが、ポート・モード時にはヒステリシス特性を持ちません。	p.82	
	ソフト	PF4レジスタ	P41, P42をN-chオープン・ドレインで兼用端子として使用する場合は次の順で設定してください。 必ずポート・ラッチに1を設定後、N-chオープン・ドレインに設定してください。 P4nビット = 1 PF4nビット = 1 PMC4nビット = 1	p.84	
		PFC5レジスタ	PFC5nビットを初期値(0)のまま、PMC5.PMC5nビットによりP5n端子を兼用機能に指定した場合、不定出力となります。そのため、P5n端子を兼用機能2に指定するには、まずPFC5nビットをセット(1)したあとに、PMC5nビットをセット(1)してください。	p.87	
	ハード	ポート9	P97, P99, P913-P915は、兼用機能の入力時にはヒステリシス特性を持ちますが、ポート・モード時にはヒステリシス特性を持ちません。	p.89	
	ソフト	P9レジスタ	P9レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、P9Hレジスタのビット0-7として指定してください。	p.90	
		PM9レジスタ	PM9レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PM9Hレジスタのビット0-7として指定してください。	p.90	
		PMC9レジスタ	PMC9レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PMC9Hレジスタのビット0-7として指定してください。	p.91	

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第4章	ソフト	ポート機能	PF9Hレジスタ	P98, P99をN-chオープン・ドレインで兼用端子として使用する場合は次の順で設定してください。 必ずポート・ラッチに1を設定後、N-chオープン・ドレインに設定してください。 P9nビット = 1 PFC9nビット = 0/1 PF9nビット = 1 PMC9nビット = 1	p.92
			PFC9レジスタ	PFC9nビットを初期値(0)のまま、PMC9, PMC9nビットによりポート9を兼用機能に指定した場合、不定出力となります。そのため、ポート9を兼用機能2に指定するには、まずPFC9nビットをセット(1)したあとにPMC9nビットをセット(1)してください(n = 0, 1, 6-9, 13-15)。	p.93
				PFC9レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PFC9Hレジスタのビット0-7として指定してください。	p.93
			PU9レジスタ	PU9レジスタのビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、PU9Hレジスタのビット0-7として指定してください。	p.94
			RXD0, INT7	INTP7端子とRXD0端子は兼用となっています。RXD0端子として使用する場合は、兼用しているINTP7端子のエッジ検出を無効にしてください(INTF3.INTF31ビット = 0, INTR3.INTR31ビット = 0に設定)。また、INTP7端子として使用する場合は、UART0を受信動作停止としてください(ASIM0.RXE0ビット = 0)。	p.118
			ASCK0, ADTRG	ASCK0端子とADTRG端子は兼用となっています。ASCK0端子として使用する場合は、兼用しているADTRG端子のトリガ入力を無効にしてください(ADS.TRGビット = 0, またはADS.ADTMDビット = 1に設定)。また、ADTRG端子として使用する場合はUART0の動作クロックを外部入力に設定しないでください(CKSR0.TPS03-TPS00ビット = 1011以外に設定)。	p.118
			ポートnレジスタ(Pn)に対するビット操作命令に関する注意事項	入力/出力が混在しているポートに対して1ビット操作命令を行った場合、操作対象のビットだけでなく、操作対象ではない入力ポートの出力ラッチの値も書き換わる可能性があります。そのため、任意のポートを入力モードから出力モードに切り替える前には、出力ラッチの値を書き直すことを推奨します。	p.121
ハード		ヒステリシス特性について	ポート・モードでは、次のポートはヒステリシス特性を持ちません。 P02-P06 P31-P35, P38, P39 P40, P42 P97, P99, P913-P915	p.122	
第5章	ソフト	クロック発生機能	PCCレジスタ	CLKOUTを出力している間は、CPUクロック(CK3-CK0ビット)を変更しないでください。	p.127
				CK3ビットを操作する際は、ビット操作命令で行ってください。8ビット操作命令で行う場合は、CK2-CK0ビットの設定値を変更しないでください。	p.127
				CPUがサブクロックで動作し、かつX1にクロックを入力していないとき、ウェイトが発生するレジスタにアクセスしないでください(アクセス方法については3. 4. 8(2) 特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照)。ウェイトが発生した場合、解除する方法はリセットのみです。	p.127
				メイン・クロックを停止する場合は、PLLを停止してください。	p.128
				次の条件を満たしていない場合は、条件を満たすようにCK2-CK0ビットを変更後、サブクロック動作モードに移行してください。 内部システム・クロック(f _{CLK}) > サブクロック(f _{XT} : 32.768 kHz) × 4	p.128
				PLLCTLレジスタ	ビット3-7には必ず0を設定してください。ビット3は変更しても動作に影響ありません。
第6章	ソフト	16ビット・タイマ/イベント・カウンタP(TMP)	TP0CTL0レジスタ	TP0CKS2-TP0CKS0ビットは、TP0CEビット = 0のときに設定してください。TP0CEビットを“0”から“1”に設定するときに、同時にTP0CKS2-TP0CKS0ビットを設定できません。	p.136
				ビット3-6には必ず“0”を設定してください。	p.136
			TP0CTL1レジスタ	TP0ESTビットは、外部トリガ・パルス出力モードまたはワンショット・パルス出力モード時のみ有効です。それ以外のモードでは、“1”をライトしても無視されます。	p.137
				外部イベント・カウント・モードのときは、TP0EEEビットの値にかかわらず外部イベント・カウント入力を選択されます。	p.137
				TP0EEE, TP0MD2-TP0MD0ビットは、TP0CTL0.TP0CEビット = 0のときに設定してください(TP0CEビット = 1のときの同値書き込みは可能)。TP0CEビット = 1のときに書き換えた場合、動作を保証できません。誤って書き換えた場合は、TP0CEビットをクリア(0)してから再設定してください。	p.137

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第6章	ソフト	16ビット・タイマ/イベント・カウンタP (TMP)	TP0CTL1レジスタ	ビット3, 4, 7には必ず“0”を設定してください。	p.137
			TP0IOC0レジスタ	TP0OL1, TP0OE1, TP0OL0, TP0OE0ビットは、TP0CTL0.TP0CEビット = 0のときに書き換えてください (TP0CEビット = 1のときの同値書き込みは可能)。誤って書き換えた場合は、TP0CEビットをクリア (0) してから再設定してください。 TP0CEビット = 0, TP0OEaビット = 0の状態において、TP0OLaビットを操作した場合でも、TOP0a端子の出力レベルは変化します。	p.138 p.138
			TP0IOC1レジスタ	TP0IS3-TP0IS0ビットは、TP0CTL0.TP0CEビット = 0のときに書き換えてください (TP0CEビット = 1のときの同値書き込みは可能)。誤って書き換えた場合は、TP0CEビットをクリア (0) してから再設定してください。 TP0IS3-TP0IS0ビットは、フリー・ランニング・タイマ・モードと、パルス幅測定モードのときのみ有効です。それ以外のモードではキャプチャ動作は行われません。	p.139 p.139
			TP0IOC2レジスタ	TP0EES1, TP0EES0, TP0ETS1, TP0ETS0ビットは、TP0CTL0.TP0CEビット = 0のときに書き換えてください (TP0CEビット = 1のときの同値書き込みは可能)。誤って書き換えた場合は、TP0CEビットをクリア (0) してから再設定してください。 TP0EES1, TP0EES0ビットは、TP0CTL1.TP0EEEビット = 1, または外部イベント・カウント・モード (TP0CTL1.TP0MD2-TP0MD0ビット = 001) に設定したときのみ有効です。 TP0ETS1, TP0ETS0ビットは、外部トリガ・パルス出力モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 010), ワンショット・パルス出力モード (TP0MD2-TP0MD0ビット = 011) に設定したときのみ有効です。	p.140 p.140 p.140
			TP0OPT0レジスタ	TP0CCS1, TP0CCS0ビットは、TP0CEビット = 0のときに書き換えてください (TP0CEビット = 1のときの同値書き込みは可能)。 誤って書き換えた場合は、TP0CEビットをクリア (0) してから再設定してください。 ビット1-3, 6, 7には必ず“0”を設定してください。	p.141 p.141
			TP0CCR0レジスタ	サブクロック動作時、かつメイン・クロック停止時のTP0CCR0レジスタへのアクセスは禁止です。詳細は、3.4.8(2)を参照してください。	p.142
			TP0CCR1レジスタ	サブクロック動作時、かつメイン・クロック停止時のTP0CCR1レジスタへのアクセスは禁止です。詳細は、3.4.8(2)を参照してください。	p.144
			TP0CNTレジスタ	サブクロック動作時、かつメイン・クロック停止時のTP0CNTレジスタへのアクセスは禁止です。詳細は、3.4.8(2)を参照してください。	p.146
			動作	外部イベント・カウント・モードを使用する場合、TIP00端子のキャプチャ・トリガ入力の有効エッジの設定を、エッジを検出しない (TP0IOC1.TP0IS1, TP0IS0ビットを“00”) に設定してください。 外部トリガ・パルス出力モード、ワンショット・パルス出力モード、パルス幅測定モードを使用する場合、カウント・クロックは内部クロックを選択 (TP0CTL1.TP0EEEビット = 0に設定) してください。	p.147 p.147
			TP0CTL1.TP0EEEビット	割り込み要求信号 (INTTP0CC0, INTTP0CC1) を割り込みマスク・フラグ (TP0CCMK0, TP0CCMK1) でマスク設定し、タイマ出力 (TOP01) を使用する場合だけ、1に設定することを許可します。ただし、TP0CCR0, TP0CCR1レジスタの設定値は、同値にしてください (6.5.1(2)(d) TP0CCR1レジスタの動作参照)。	p.149
			外部イベント・カウント・モード動作タイミング	外部イベント・カウント・モード時、TP0CCR0, TP0CCR1レジスタには、0000Hを設定しないでください。 外部イベント・カウント・モード時、タイマ出力は使用禁止です。外部イベント・カウント入力でのタイマ出力を行う場合は、インターバル・タイマ・モードに設定してカウント・クロックを外部イベント・カウント入力での動作許可に選択してください (TP0CTL1.TP0MD2-TP0MD0ビット = 000, TP0CTL1.TP0EEEビット = 1)。	p.162 p.162
			ワンショット・パルス出力モード	ワンショット・パルス出力モードにおいて、TPnCCR1レジスタの設定値がTPnCCR0レジスタの設定値より大きい場合、ワンショット・パルスは出力しません。	p.181
			PaNFCレジスタ	サンプリング・クロック周期 × サンプリング回数時間経過後TMP0の16ビット・カウンタのスタート許可 (TP0CTL.TP0CEビット = 1) をしてください。 ビット7, 5-3には必ず0を設定してください。	p.218 p.218

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第6章	ソフト	16ビット・タイマ/イベント・カウンタP (TMP)	キャプチャ動作	キャプチャ動作を使用し、かつカウント・クロックとして $f_{xx}/8$, $f_{xx}/16$, $f_{xx}/32$, $f_{xx}/64$, $f_{xx}/128$, 外部イベント・カウンタ (TP0CLT1.TP0EEEビット = 1) を選択した場合、TP0CEビットをセット (1) したすぐあとに、キャプチャ・トリガが入力されると、TP0CCRnレジスタに0000HではなくFFFFHがキャプチャされる場合があります。	p.220
第7章	ソフト	16ビット・タイマ/イベント・カウンタ0	CR010, CR011レジスタ	P35端子をTI010有効エッジとして使用し、かつタイマ出力機能を使用するときは、P32端子をタイマ出力端子 (TO01) に設定してください。	p.225
				TMC013, TMC012ビット = 00に設定したタイミングとキャプチャ・トリガの入力が競合した場合、キャプチャ・データは不定となります。	p.225
				キャプチャ・モードからコンペア・モードに変更する場合は、いったんTMC013, TMC012ビット = 00にしてから、設定を変更してください。 なお、一度キャプチャした値は、リセットしないがぎりCR010, CR011レジスタに格納されたままです。コンペア・モードに変更したあとは、必ずコンペア値を設定してください。	p.225
			CR010, CR011レジスタのキャプチャ動作	TI010端子入力の逆相でTM01レジスタのカウント値をCR010レジスタにキャプチャする場合、キャプチャ後に割り込み要求信号 (INTTM010) は発生しません。この動作中に、TI011端子から有効エッジが検出された場合、キャプチャ動作は行われませんが、外部割り込み信号としてINTTM010信号が発生します。外部割り込みを使用しない場合は、INTTM010信号をマスクしてください。	p.227
			TMC01レジスタ	16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01は、TMC013, TMC012ビットに00 (動作停止モード) 以外の値を設定した時点で動作を開始します。動作を停止させるには、TMC013, TMC012ビットに00を設定してください。	p.228
				メイン・クロック停止、サブクロック動作時に、TMC01レジスタにアクセスしないでください。 詳細は、3.4.8 (2) を参照してください。	p.228
				TO01端子とTI010端子を兼用する場合、TMC011ビットには必ず0を設定してください。	p.229
			CRC01レジスタ	キャプチャを確実にするためのキャプチャ・トリガには、PRM01, SELCNT1レジスタで選択したカウント・クロックの2周期分より長いパルスが必要です。	p.230
			TOC01レジスタ	TOC01レジスタを設定するときは、必ず次の順序で設定してください。 TOC014, TOC011ビットのセット (1) TOE01ビットだけを単独でセット (1) LVS01ビットまたはLVR01ビットのどちらか片方だけをセット (1)	p.231
			PRM01レジスタ	PRM011, PRM010ビット = 11 (カウント・クロックをTI010端子の有効エッジに指定) に設定する場合、次の設定は禁止です。 ・TI010端子の有効エッジでクリア&スタート・モード ・TI010端子をキャプチャ・トリガに設定	p.233
				リセット後、TI010端子またはTI011端子がハイ・レベルの状態、TI010端子またはTI011端子の有効エッジを立ち上がりエッジまたは両エッジに指定して、16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01の動作を許可すると、そのハイ・レベルを立ち上がりエッジとして検出してしまいます。TI010端子またはTI011端子をプルアップしている場合などは注意してください。 ただし、いったん動作を停止させたあとの再動作許可時には、立ち上がりエッジは検出されません。	p.233
				P35端子をTI010有効エッジとして使用し、かつタイマ出力機能を使用するときは、P32端子をタイマ出力端子 (TO01) として使用してください。	p.223
			カウント・クロックの設定	内部クロック選択時は、次の条件を満たすように設定してください。 ・ $V_{DD} = 4.0 \sim 5.5 \text{ V}$: カウント・クロック 10 MHz ・ $V_{DD} = 2.7 \sim 4.0 \text{ V}$: カウント・クロック 5 MHz	p.234
		外部クロックには、内部クロック ($f_{xx}/4$) の2周期分より長いパルスが必要です。	p.234		
		TI010端子の有効エッジ入力によるクリア&スタート・モードとしての動作	カウント・クロックをTI0n0端子の有効エッジ (PRM0n.PRM0n1, PRM0n0ビット = 11) に設定しないでください。PRM0n1, PRM0n0ビット = 11に設定すると、TM0nレジスタがクリアされてしまいます。	p.246	

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第7章	ソフト	16ビット・タイマ/イベント・カウンタ0	PPGとしての動作	動作中にデューティの値 (CR011レジスタ) を変更したい場合は、7.5.1 CR011レジスタのTM01動作中の書き換えを参照してください。	p.272
			PPG出力動作時のレジスタ設定	CR010, CR011レジスタには、0000H CR011 < CR010 FFFFHの値を設定してください。	p.274
			ワンショット・パルス出力としての動作	ワンショット・パルスを出力中に、さらにトリガ (OSPT01ビットのセット (1)、またはTI010端子の有効エッジ検出) を入力しないでください。再度、ワンショット・パルスを出力したいときは、現在のワンショット・パルス出力が終了したあとで、トリガを発生させてください。	p.276
			LVS01, LVR01ビット	LVS01, LVR01ビットは必ず上記、 の手順で設定してください。 の設定をしてから、 の設定をするまでの間であれば、 の設定ができます。	p.290
			TI010/TO01端子兼用に関して	TI010端子の有効エッジ検出をトリガとして、ワンショット・パルスを出力したい場合には、P32端子兼用のTO01端子出力を使用してください。 P35端子兼用のTO01端子出力を使用すると、同じくP35端子と兼用しているTI010端子が使用できません。 ソフトウェア・トリガ (TOC01. OSPT01ビットのセット (1)) だけをワンショット・パルス出力の起動トリガにする場合は、P32, P35端子のどちらでもTO01端子出力として使用できます。 TI010端子入力の有効エッジ検出によって、TO01端子出力の反転動作を行いたい場合には、P32端子兼用のTO01端子出力を使用してください。 P35端子兼用のTO01端子出力を使用すると、同じくP35端子と兼用しているTI010端子が使用できないため、TI010端子入力の有効エッジ検出によるTO01端子出力反転動作ができません。なお、P35端子兼用のTO01端子を使用するときは、TMC01.TMC011ビット = 0にしてください。	p.291 p.291
ハード	タイマ・スタート時の誤差	タイマ・スタート後、一致信号が発生するまでの時間は最大で1クロック分の誤差が発生します。これは、カウント・パルスに対してTM01レジスタのカウント・スタートが非同期で行われるためです。	p.291		
ソフト	CR0n0, CR0n1レジスタの設定	TM01レジスタとCR010レジスタの一致でクリア&スタート・モードの場合CR010, CR011レジスタには、0000H以外の値を設定してください (外部イベント・カウンタとして使用する場合、1パルスのカウント動作はできません)。	p.291		
ハード	ソフト	キャプチャ・レジスタのデータ保持タイミング	CR010/CR011レジスタの読み出し中にTI011/TI010端子の有効エッジ入力を検出したとき、CR010/CR011レジスタはキャプチャ動作を行います。このときのリード値は保証されません。ただし、有効エッジの検出による割り込み信号 (INTTM010/INTTM011) は発生します。	p.292	
			16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01停止後のCR010, CR011レジスタの値は保証されません。	p.292	
		有効エッジの設定	TI010端子の有効エッジの設定は、タイマ動作が停止 (TMC01.TMC013, TMC012ビット = 00) しているときに行ってください。有効エッジの設定は、PRM01.ES100, ES101ビットで行います。	p.292	
		ワンショット・パルスの再トリガ	ワンショット・パルス出力モードで、アクティブ・レベルを出力中に、トリガが発生しないようにしてください。次のトリガ入力、必ず現在のアクティブ・レベル出力が終わったあとで発生するようにしてください。	p.292	
		OVF01フラグ	TMC01.OVF01フラグは、TM01レジスタがオーバフローしたとき以外に、次のときにもセット (1) されます。 TM01レジスタとCR010レジスタの一致でクリア&スタート・モードを選択 CR010レジスタをFFFFHに設定 TM01レジスタがCR010レジスタとの一致によりFFFFHから0000Hにクリアされる とき	p.293	
			TM01レジスタがオーバフロー後、次のカウント・クロックがカウントされる (TM01レジスタが0001Hになる) 前にOVF01フラグをクリア (0) しても、再度セット (1) されクリアは無効となります。	p.293	
ハード		ワンショット・パルス出力	ワンショット・パルス出力は、フリー・ランニング・タイマ・モードまたはTI010端子の有効エッジでクリア&スタート・モードのときに、正常に動作します。TM01レジスタとCR010レジスタの一致でクリア&スタート・モードでは、ワンショット・パルスを出力できません。	p.294	
		キャプチャ動作	カウント・クロックにTI010の有効エッジを指定した場合、TI010をトリガに指定したキャプチャ・レジスタは正常に動作しません。	p.294	

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁	
第7章	ハード	16ビット・タイマ/イベント・カウンタ0	キャプチャ動作	確実にキャプチャするためのキャプチャ・トリガとして、TI010、TI011端子に入力するパルスには、PRM01、SELCNT1レジスタで選択したカウント・クロックの2回分より長いパルス幅が必要です。	p.294	
				割り込み信号の発生時、キャプチャ動作はカウント・クロックの立ち下がりで行われますが、割り込み信号 (INTTM010、INTTM011) は次のカウント・クロックの立ち上がりで発生します。	p.294	
				CRC01.CRC011ビット = 1に設定したとき、TI010端子入力の逆相でTM01レジスタのカウント値をCR010レジスタにキャプチャする場合、キャプチャ後に割り込み要求信号 (INTTM010) は発生しません。この動作中に、TI011端子から有効エッジが検出された場合、キャプチャ動作は行われませんが、外部割り込み信号としてINTTM010信号が発生します。外部割り込みを使用しない場合は、INTTM010信号をマスクしてください。	p.294	
	ハード	エッジ検出	リセット後の有効エッジ指定は、リセット後、TI010端子またはTI011端子がハイ・レベルの状態、TI010端子またはTI011端子の有効エッジを立ち上がりエッジまたは両エッジに指定して、16ビット・タイマ/イベント・カウンタ01の動作を許可すると、そのハイ・レベルを立ち上がりエッジとして検出してしまいます。TI010端子またはTI011端子をプルアップしている場合などは注意してください。ただし、いったん動作を停止させたあとの再動作許可時には、立ち上がりエッジは検出されません。	p.295		
			ノイズ除去のためのサンプリング・クロックは、TI010の有効エッジをカウント・クロックで使用する場合と、キャプチャ・トリガとして使用する場合で、ノイズ除去のためのサンプリング・クロックが異なります。前者は $f_{xx}/4$ 固定で、後者はPRM01、SELCNT1レジスタで選択したカウント・クロックでサンプリングします。TI010端子入力信号をサンプリングして、2回連続して有効レベルを検出したときに、はじめて有効エッジと判断します。したがって、短いパルス幅のノイズを除去できます。	p.295		
第8章	ソフト	8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5	TM5nレジスタ	カスケード接続時は、最下位タイマ (TM50) のTCE50ビットをクリアしても0000Hとなります。	p.298	
			CR5nレジスタ	TM5nレジスタとCR5nレジスタの一致でクリア&スタート・モード時 (TMC5n.TMC5n6ビット = 0) は、カウント動作中にCR5nレジスタに異なる値を書き込まないでください。	p.299	
		PWMモード時は、CR5nレジスタの書き換え間隔を3カウント・クロック (TCL5nレジスタで選択したクロック) 以上にしてください。		p.299		
		カスケード接続時にCR5nレジスタの値を変更するときは、必ずタイマ動作を停止させてから行ってください。		p.299		
		TCL5nレジスタ	内部クロック選択時は、次の条件を満たすように設定してください。 V _{DD} = 4.0 ~ 5.5 V : カウント・クロック 10 MHz V _{DD} = 2.7 ~ 4.0 V : カウント・クロック 5 MHz	p.300		
			TCL5nレジスタを同一データ以外に書き換える場合は、いったんタイマ動作を停止させてから行ってください。	p.300		
		ハード	TMC5nレジスタ	TO51端子とTI51端子は兼用しているため、どちらか一方の機能しか使用できません。	p.302	
				ソフト	LVS5nビットとLVR5nビットの設定は、PWMモード時以外で有効になります。	p.302
					次の ~ の設定は同時に行わないでください。また設定は次の手順で行ってください。 TMC5n1、TMC5n6、TMC514 ^注 ビットを設定 : 動作モードの設定 出力を許可する場合、TOE5nビットを設定 : タイマ出力許可 LVS5nビット、LVR5nビットを設定 : タイマ出力F/Fの設定 TCE5nビットを設定	p.302
		インターバル・タイマとしての動作	インターバル・タイマ動作中にCR5nレジスタの値を書き換えしないでください。	p.303		
	外部イベント・カウンタとしての動作	外部イベント・カウンタ動作中にCR5nレジスタの値を書き換えしないでください。	p.305			
	方形波出力としての動作	方形波出力中にCR5nレジスタの値を書き換えしないでください。	p.306			
	8ビットPWM出力としての動作	CR5nレジスタの書き換え間隔は、動作クロック (TCL5nレジスタで設定) の3クロック以上必要です。	p.307			

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第8章	ソフト	8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5	CR5nレジスタ変更による動作について	から の間でCR5nレジスタからリードする場合、実際に動作する値と異なります(リード値: M, 実際のCR5nレジスタの値: N)。	p.309
			インターバル・タイマ (16ビット)としての動作	カスケード接続時に8ビット・アクセスでライトする場合、TCE5nビットの操作は、動作開始時はTCE51ビットをセット(1)してからTCE50ビットをセット(1)してください。動作停止時はTCE50ビットをクリア(0)してからTCE51ビットをクリア(0)してください。	p.310
				カスケード接続時はTI50入力, TO50出力, INTTM50信号は使用し, TI51入力, TO51出力, INTTM51信号は使用しないでマスクしてください(詳細は第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください)。LVS51, LVR51, TMC511, TOE51ビットは0に設定してください。	p.310
				タイマ動作中はCR5レジスタの値を変更しないでください。	p.310
			外部イベント・カウンタ (16ビット)としての動作	外部イベント・カウンタ動作中にCR5nレジスタの値を書き換えないでください。	p.312
				カスケード接続時に8ビット・アクセスでライトする場合、TCE5nビットの操作は、動作開始時はTCE51ビットをセット(1)してからTCE50ビットをセット(1)してください。動作停止時はTCE50ビットをクリア(0)してからTCE51ビットをクリア(0)してください。	p.312
				カスケード接続時はTI50入力, INTTM50信号は使用し, TI51入力, TO51出力, INTTM51信号は使用しないでマスクしてください(詳細は第17章 割り込み/例外処理機能を参照してください)。LVS51, LVR51, TMC511, TOE51ビットは0に設定してください。	p.312
				外部イベント・カウンタ動作中はCR5レジスタの値を変更しないでください。	p.312
			方形波出力 (16ビット分解能)としての動作	動作中にCR5レジスタに異なる値を書き込まないでください。	p.313
			タイマ・スタート時の誤差	タイマ・スタート後、一致信号が発生するまでの時間は、最大で1クロック分の誤差が生じます。これは、カウント・パルスに対してTM5nレジスタのスタートが非同期で行われるためです。	p.314
第9章	ソフト	8ビット・タイマH	CMPn0レジスタ	CMPn0レジスタは、タイマ・カウント動作中に値を書き換えることは禁止です。	p.316
			CMPn1レジスタ	PWM出力モードおよびキャリア・ジェネレータ・モードでは、タイマ・カウント動作停止(TMHMDn.TMHEnビット = 0)設定後、タイマ・カウント動作を開始する(TMHEnビット = 1)場合、必ずCMPn1レジスタを設定してください(CMPn1レジスタへの設定値が同値の場合でも、必ず再設定してください)。	p.317
			TMHMD0レジスタ	次の条件を満たすように設定してください。 V _{DD} = 4.0 ~ 5.5 V : カウント・クロック 10 MHz V _{DD} = 2.7 ~ 4.0 V : カウント・クロック 5 MHz	p.319
				TMHE0ビット = 1のとき、TMHMD0レジスタのほかのビットを設定することは禁止です。	p.319
				PWMパルス・ジェネレータ・モードおよびキャリア・ジェネレータ・モードでは、タイマ・カウント動作停止(TMHE0ビット = 0)設定後、タイマ・カウント動作を開始する(TMHE0ビット = 1)場合、必ずCMP01レジスタを設定してください(CMP01レジスタへの設定値が同値の場合でも、必ず再設定してください)。	p.319
				キャリア・ジェネレータ・モードを使用する場合、8ビット・タイマH0のカウント・クロック周波数を8ビット・タイマ/イベント・カウンタ50のカウント・クロック周波数の6倍以上になるように設定してください。	p.319
			TMHMD1レジスタ	次の条件を満たすように設定してください。 V _{DD} = 4.0 ~ 5.5 V : カウント・クロック 10 MHz V _{DD} = 2.7 ~ 4.0 V : カウント・クロック 5 MHz	p.320
				TMHE1ビット = 1のとき、TMHMD1レジスタのほかのビットを設定することは禁止です。	p.320
				PWMパルス・ジェネレータ・モードおよびキャリア・ジェネレータ・モードでは、タイマ・カウント動作停止(TMHE1ビット = 0)設定後、タイマ・カウント動作を開始する(TMHE1ビット = 1)場合、必ずCMP11レジスタを設定してください(CMP11レジスタへの設定値が同値の場合でも、必ず再設定してください)。	p.320
				キャリア・ジェネレータ・モードを使用する場合、8ビット・タイマH1のカウント・クロック周波数を8ビット・タイマ/イベント・カウンタ51のカウント・クロック周波数の6倍以上になるように設定してください。	p.320

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第9章	ソフト	8ビット・タイマH	PWM出力モードとしての動作	タイマ・カウント動作中に、CMPn1レジスタの設定値を変更することができます。ただし、CMPn1レジスタの値を変更してからレジスタに値が転送されるまでに、動作クロック (TMHMDnレジスタのCKSHn2-CKSHn0ビットで選択された信号) の3クロック分以上かかります。	p.326
				タイマ・カウント動作停止 (TMHEnビット = 0) 設定後、タイマ・カウント動作を開始する (TMHEnビット = 1) 場合、必ずCMPn1レジスタを設定してください (CMPn1レジスタへの設定値が同値の場合でも、必ず再設定してください)。	p.326
				CMPn1レジスタの設定値 (M)、CMPn0レジスタの設定値 (N) は、必ず次の範囲内にしてください。 00H CMPn1 (M) < CMPn0 (N) FFH	p.326
			転送タイミング	NRZBnビットの値を書き換えてから2クロック目までに、再びNRZBnビットの値を書き換えないでください。書き換えた場合のNRZBnビットからNRZnビットへの転送動作の保証はできません。	p.332
				8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nをキャリア・ジェネレータ・モードで使用する場合、のタイミングで割り込みが発生します。8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nをキャリア・ジェネレータ・モード以外で使用する場合は、割り込み発生タイミングが異なります。	p.332
			キャリア・ジェネレータ・モード時のレジスタの設定	タイマ・カウント動作停止 (TMHEnビット = 0) 設定後、タイマ・カウント動作を開始する (TMHEnビット = 1) 場合、必ずCMPn1レジスタを設定してください (CMPn1レジスタへの設定値が同値の場合でも、必ず再設定してください)。	p.334
				CMPn0, CMPn1レジスタの値は、01H-FFHの範囲で設定してください。	p.334
				キャリア・ジェネレータ・モード時は、CMPn1レジスタを書き換えてから、実際にレジスタに転送するのに動作クロック (TMHMDn.CKSHn2-CKSHn0ビットで選択された信号) の3クロック分を必要とします。	p.334
				TMCYCn.RMCnビットの設定はカウント動作開始前に必ず設定してください。	p.334
				キャリア・ジェネレータ・モードを使用する場合、8ビット・タイマHnのカウント・クロック周波数を8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nのカウント・クロック周波数の6倍以上になるように設定してください。	p.334
			第10章	ソフト	インターバル・タイマ、時計タイマ
インターバル・タイマBRG動作中 (BGCEビット = 1) に、TODIS, BGCS1, BGCS0ビットの値を変更しないでください。TODIS, BGCS1, BGCS0ビットの設定は、BGCEビットをセット (1) する前に行ってください。	p.340				
BGCEビットをクリア (0) することにより、8ビット・カウンタはクリアされます。	p.340				
PRSCMレジスタ	インターバル・タイマBRG動作中 (PRSM.BGCEビット = 1) に、PRSCMレジスタを書き換えないでください。PRSCMレジスタの設定は、BGCEビットをセット (1) する前に行ってください。	p.341			
WTMレジスタ	WTM2-WTM7ビットを書き換える場合は、WTM0, WTM1ビットがともに0の状態で行ってください。	p.346			
時計タイマとしての動作	動作許可 (WTM.WTM1, WTM0ビット = 11) してから、1回目の時計タイマ割り込み要求 (INTWT) が発生するまで多少時間がかかります。	p.348			
	1回目のINTWTが発生するまでに、最大0.515625 sかかります (最大2 ⁹ × 1/32768 = 0.015625 s長くかかります)。そのあとは0.5 sごとにINTWTが発生します。	p.348			
ソフト	時計タイマとインターバル・タイマBRGを同時に動作させる場合	時計タイマのカウント・クロックとしてサブクロックを使用するときは、インターバル・タイマBRGのインターバル時間を任意に設定できます。また、インターバル時間を変更しても時計タイマには影響しません (変更するときは動作を停止してから変更してください)。 時計タイマのカウント・クロックとしてメイン・クロックを使用するときは、インターバル・タイマBRGのインターバル時間は約65.536 kHzにしてください。インターバル時間は変更しないでください。			

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第10章	ソフト	インターバル・タイマ, 時計タ	インターバル・タイマ BRG とインターバル・タイマ WT を同時に動作させる場合	インターバル・タイマ WT のカウント・クロックとしてサブクロックを使用するときは、インターバル・タイマ BRG, WT のインターバル時間をそれぞれ任意に設定できます。また、途中で変更もできます(変更するときは動作を停止してから変更してください)。インターバル・タイマ WT のカウント・クロックとしてメイン・クロックを使用するときは、インターバル・タイマ BRG のインターバル時間を任意に設定できますが、途中で変更できません(インターバル・タイマ WT 動作停止時のみ変更できます)。インターバル・タイマ WT のインターバル時間はインターバル・タイマ BRG の $2^5 \cdot 2^{12}$ 倍の時間を設定できます。また、途中で変更できます。	p.349
			時計タイマとインターバル・タイマ WT を同時に動作させる場合	インターバル・タイマ WT のインターバル時間は $488 \mu\text{s} - 62.5 \text{ms}$ の時間を設定できます。途中で変更できません。 時計タイマ動作中に、インターバル・タイマ WT を停止 (WTM.WTM0 ビットをクリア (0)) しないでください。WTM0 ビットをクリア (0) して再度セット (1) すると、時計タイマが最大 0.5 秒または 0.25 秒ずれてしまいます。	p.349
			時計タイマとインターバル・タイマ BRG とインターバル・タイマ WT を同時に動作させる場合	時計タイマのカウント・クロックとしてサブクロックを使用するときは、インターバル・タイマ BRG, WT のインターバル時間を任意に設定できます。また、インターバル・タイマ BRG のインターバル時間を途中で変更できます(変更するときは動作を停止してから変更してください)。 時計タイマのカウント・クロックとしてメイン・クロックを使用するときは、インターバル・タイマ BRG のインターバル時間は約 65.536kHz にしてください。途中で変更できません。インターバル・タイマ WT のインターバル時間は $488 \mu\text{s} - 62.5 \text{ms}$ の時間を設定できます。途中で変更できません。 時計タイマ動作中に、インターバル・タイマ BRG を停止 (PRSM.BGCE ビットをクリア (0)) しないでください。また、インターバル・タイマ WT を停止 (WTM.WTM0 ビットをクリア (0)) しないでください。	p.349
第11章	ソフト	ウォッチドッグ・タイマ機能	WDTM1 レジスタ	メイン・クロック停止、サブクロック動作時に、WDTM1 レジスタにアクセスしないでください。 詳細は、3.4.8 (2) を参照してください。	p.353
				RUN1 ビットは、一度セット (1) されると、ソフトウェアでクリア (0) することはできません。 したがって、カウントを開始すると、リセット以外で停止させることはできません。	p.353
				WDTM14, WDTM13 ビットは、一度セット (1) されると、ソフトウェアでクリア (0) することはできません。これらのビットをクリアするには、リセットのみが有効です。	p.353
			ウォッチドッグ・タイマ1としての動作	CPU クロックにサブクロックを選択しているとき、ウォッチドッグ・タイマ1のカウント動作を停止 (保持) します。	p.354
				INTWDT1 信号による、ノンマスクابل割り込み処理については、17.10 注意事項を参照してください。	p.354
			インターバル・タイマとしての動作	一度 WDTM14 ビットに "1" を設定する (ウォッチドッグ・タイマ1モードを選択する) と、リセットがかからないかぎり、インターバル・タイマ・モードにはなりません。	p.355
				CPU クロックにサブクロックを選択しているとき、ウォッチドッグ・タイマ1のカウント動作を停止 (保持) します。	p.355
			ウォッチドッグ・タイマ2	ウォッチドッグ・タイマ2は、リセット解除後に自動的にリセット・モードでスタートします。 ウォッチドッグ・タイマ2を使用しない場合は、この機能によるリセットが発生する前に停止するか、一度ウォッチドッグ・タイマ2をクリアし、次のインターバル時間内で停止してください。 また、デフォルトの設定 (リセット・モード、インターバル時間: $\text{f}_{\text{xx}}/2^{25}$) で変更する必要がない場合も、動作を確定するために、1回だけ WDTM2 レジスタへの書き込みを行ってください。	p.356
				ノンマスクابل割り込み要求信号 (INTWDT2) によるノンマスクابل割り込み処理については 17.10 注意事項を参照してください。	p.356
			WDTM2 レジスタ	メイン・クロック停止、サブクロック動作時に、WDTM2 レジスタにアクセスしないでください。 詳細は、3.4.8 (2) を参照してください。	p.357
		ウォッチドッグ・タイマ2の動作を停止する場合は、WDTM2 レジスタに "1FH" を書き込んでください	p.357		
		リセット後、WDTM2 レジスタに2回書き込んだ場合、強制的にオーバフロー信号を発生します。	p.357		

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁	
第11章	ソフト	ウォッチドッグ・タイマ機能	WDTM2レジスタ	意図的にオーバフロー信号を発生させたい場合は、WDTM2レジスタに2回だけ書き込むか、WDTEレジスタに“ACH”以外の値を1回だけ書き込んでください。 ただしウォッチドッグ・タイマ2を動作停止に設定した場合は、WDTM2レジスタに2回だけ書き込む、またはWDTEレジスタに“ACH”以外の値を1回だけ書き込んででもオーバフロー信号は発生しません。	p.357	
			WDTEレジスタ	WDTEレジスタに“ACH”以外の値を書き込んだ場合、強制的にオーバフロー信号を発生します。	p.358	
				WDTEレジスタに1ビット・メモリ操作命令を実行した場合、強制的にオーバフロー信号を発生します。	p.358	
				WDTEレジスタのリード値は、常に“9AH”（書き込んだ値（“ACH”）とは異なる値）になります。	p.358	
				意図的にオーバフロー信号を発生させたい場合は、WDTEレジスタに“ACH”以外の値を1回だけ書き込むか、WDTM2レジスタに2回だけ書き込んでください。 ただしウォッチドッグ・タイマ2を動作停止に設定した場合は、WDTEレジスタに“ACH”以外の値を1回だけ書き込む、またはWDTM2レジスタに2回だけ書き込んででもオーバフロー信号は発生しません。	p.358	
第12章	ソフト	リアルタイム出力機能 (RTO)	RTBL0, RTBH0レジスタ	RTBH0レジスタのビット6, 7への書き込み時は、必ず“0”を書き込んでください。 メイン・クロック停止、サブクロック動作時に、RTBL0, RTBH0レジスタにアクセスしないください。 詳細は、3.4.8(2)を参照してください。	p.362 p.362	
			RTBLn, RTBhnレジスタに対する操作時の動作	リアルタイム出力ポートに設定後、リアルタイム出力トリガが発生されるまでにRTBL0, RTBH0レジスタに出力データを設定してください。	p.362	
			RTPM0レジスタ	リアルタイム出力信号 (RTPOUT00-RTPOUT05) を端子 (RTP00-RTP05) に反映するには、PMC5, PFC5レジスタでリアルタイム出力ポートに設定してください。 リアルタイム出力動作を許可 (RTPC0.RTPOE0ビット = 1) することにより、リアルタイム出力を許可されたビットはリアルタイム出力を行い、リアルタイム出力動作禁止に指定されたビットは“0”を出力します。 リアルタイム出力動作を禁止 (RTPOE0ビット = 0) の場合は、RTPM0レジスタの設定にかかわらず、リアルタイム出力信号 (RTPOUT00-RTPOUT05) は全ビット“0”を出力します。	p.363 p.363 p.363	
			RTPC0レジスタ	リアルタイム出力動作禁止 (RTPOE0ビット = 0) の場合、リアルタイム出力信号 (RTPOUT00-RTPOUT05) は全ビット“0”を出力します。 BYTE0, EXTR0ビットの設定は、必ずRTPOE0ビット = 0のときに行ってください。	p.364 p.364	
			RTPOE0ビット	RTPOE0ビット = 0のとき、RTBH0, RTBL0レジスタに対してライトを行うと、その値がそれぞれリアルタイム出力ラッチ0H, リアルタイム出力ラッチ0Lに転送されます。 RTPOE0ビット = 1のとき、RTBH0, RTBL0レジスタに対してライトを行っても、リアルタイム出力ラッチ0H, リアルタイム出力ラッチ0Lにデータ転送はされません。	p.366 p.366	
			リアルタイム出力信号	リアルタイム出力信号 (RTPOUT00-RTPOUT05) を端子に反映するにはPMC5, PFC5レジスタでリアルタイム出力ポート (RTP00-RTP05) に設定してください。	p.366	
			競合	ソフトウェアにより、次の競合を回避してください。 ・リアルタイム出力動作の禁止 / 許可の切り替え (RTPOE0ビット) と選択したリアルタイム出力トリガとの競合 ・リアルタイム出力動作許可状態におけるRTBH0, RTBL0レジスタのライトと選択したリアルタイム出力トリガとの競合	p.366	
			初期設定	初期設定は、リアルタイム出力動作を禁止 (RTPOE0ビット = 0) にしてから行ってください。	p.366	
			再設定	一度リアルタイム出力動作を禁止 (RTPOE0ビット = 0) した場合は、リアルタイム出力動作を許可 (RTPOE0ビット = 0 1) する前に、必ずRTBH0, RTBL0レジスタに初期値を設定してください。	p.366	
			ハード	セキュリティ機能	INTP0端子により、ポートの設定にかかわらずP50-55端子のすべてのポートがハイ・インピーダンスとなります。	p.367

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第12章	ソフト	リアルタイム出力機能 (RTO)	セキュリティ機能	初期化されるのは次のレジスタのP50-55端子に対応するすべてのビットです。 ・ P5レジスタ ・ PM5レジスタ ・ PMC5レジスタ ・ PU5レジスタ ・ PFC5レジスタ	p.367
			PLLCTLレジスタ	リアルタイム出力ポート (RTP00-RTP05) に値を出力する前に、INTP0端子の割り込みエッジ検出を選択し、その後、RTOST0ビットをセットしてください。	p.368
				INTP0端子にてハイ・インピーダンスにした後のポート (P50-55端子) を、リアルタイム出力ポートとして再設定するには、まずセキュリティ機能の解除を行ってください。 [再設定手順] RTOST0 = 0にしてセキュリティ機能を解除し、ポート設定可能にする。 RTOST0 = 1 (必要な場合のみ) RTP端子として再設定	p.368
				ビット4-7には必ず0を設定してください。ビット3は変更しても動作に影響はありません。	p.368
第13章	ハード	A/Dコンバータ	A/Dコンバータ	A/Dコンバータ使用時は、AV _{REF0} はV _{DD} 、EV _{DD} と同電位で動作させてください。	p.369
			ソフト	ADMレジスタ	通常モード (ADHS1, ADHS0ビット = 00) でA/D変換動作中 (ADCSビット = 1) の場合、ADMレジスタの書き込みは禁止です。 高速モード (ADHS1, ADHS0ビット = 10または01) でA/D変換動作中に同値書き込みをした場合、変換は中断され、再度最初から変換動作を開始します。またA/D変換動作中にFR2-FR0, ADHS1, ADHS0ビットの書き込みは禁止です。 ADHS1, ADHS0ビット = 11の設定は禁止です。
			メイン・クロック停止、サブクロック動作時に、ADMレジスタにアクセスしないでください。詳細は3. 4. 8 (2) 特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。	p.373	
		ADCSビットとADCS2ビットの設定	ADCS, ADCS2ビット = 00B 10Bに設定した場合、昇圧用基準電圧生成回路は自動的にオンになります。また、ADCS2ビット = 0のまま、ADCSビット = 1 0に設定した場合、昇圧用基準電圧生成回路は自動的にオフになります。なお、ソフトウェア・トリガ・モード (ADS.TRGビット = 0) の場合、1回目のA/D変換結果は使用禁止です。また、ハードウェア・トリガ・モード (TRGビット = 1) の場合、昇圧用基準電圧生成回路の安定時間経過後にA/D変換スタートしたA/D変換結果のみを使用してください。	p.375	
			ADCS, ADCS2ビット = 00B 11Bに設定した場合、昇圧用基準電圧生成回路は自動的にオンになります。また、ADCS2ビット = 1のまま、ADCSビット = 1 0に設定した場合、昇圧用基準電圧生成回路はオンのままとなります。なお、ソフトウェア・トリガ・モード (TRGビット = 0) の場合、1回目のA/D変換結果は使用禁止です。また、ハードウェア・トリガ・モード (TRGビット = 1) の場合、昇圧用基準電圧生成回路の安定時間経過後にA/D変換スタートしたA/D変換結果のみを使用してください。	p.375	
		動作シーケンス	ADCS2ビットのセット (1) から、ADCSビットのセット (1) までの時間は昇圧用基準電圧生成回路動作のため1 μ s (高速モード) または14 μ s (通常モード) 以上必要です。	p.375	
		ADSレジスタ	EGA1, EGA0ビットはハードウェア・トリガ・モード (TRGビット = 1)、かつ外部トリガ・モード (ADTRG端子入力: ADTMDビット = 1) を選択した場合のみ有効です。	p.376	
			ADTMDビットはハードウェア・トリガ・モード (TRGビット = 1) を選択した場合のみ有効です。	p.376	
			通常モード (ADM.ADHS1, ADHS0ビット = 00) でA/D変換動作中 (ADM.ADCSビット = 1) の場合、ADSレジスタの書き込みは禁止です。	p.376	
			通常モード (ADHS1, ADHS0ビット = 00) でA/D変換動作中 (ADCSビット = 1) に、再度ソフトウェア/ハードウェア・トリガを入れることは禁止です。	p.376	
			メイン・クロック停止、サブクロック動作時に、ADSレジスタにアクセスしないでください。詳細は3. 4. 8 (2) 特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。	p.376	
			ビット3には必ず0を設定してください。	p.376	

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第13章	ソフト	A/Dコンバータ	ADCR, ADCRHレジスタ	メイン・クロック停止, サブクロック動作時に, ADCR, ADCRHレジスタにアクセスしないでください。詳細は3. 4. 8 (2) 特定の内部周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。	p.377
			PFMレジスタ	通常モード (ADM.ADHS1, ADHS0ビット = 00) でA/D変換動作中 (ADM.ADCSビット = 1) の場合, PFMレジスタの書き込みは禁止です。	p.379
				メイン・クロック停止, サブクロック動作時に, PFMレジスタにアクセスしないでください。詳細は3. 4. 8 (2) 特定の内部周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。	p.379
			PFTレジスタ	通常モード (ADM.ADHS1, ADHS0ビット = 00) でA/D変換動作中 (ADM.ADCSビット = 1) の場合, PFTレジスタの書き込みは禁止です。	p.379
				メイン・クロック停止, サブクロック動作時に, PFTレジスタにアクセスしないでください。詳細は3. 4. 8 (2) 特定の内部周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。	p.379
			A/D変換動作として使用する場合	<1>から<3>までの間は, 1 μ s (高速モード) または14 μ s (通常モード) 以上空けてください。	p.386
				<1>と<2>の順番が逆でも問題ありません。	p.386
	<1>は省略可能です。ただし, この場合には<3>のあとの1回目のA/D変換結果は使用しないでください。	p.386			
	<4>から<7>までの時間は, ADHS1, ADHS0, FR2-FR0ビットで設定した変換時間とは異なります。 <6>から<7>までの時間が, ADHS1, ADHS0, FR2-FR0ビットで設定した変換時間となります。	p.386			
	スタンバイ・モード時の消費電力	A/Dコンバータは, スタンバイ・モード時には動作が停止します。このとき変換動作停止 (ADM.ADCSビット = 0), および基準電圧生成回路を停止 (ADM.ADCS2ビット = 0) することにより, 消費電力を低減させることができます。	p.388		
	ハード	ANI0-ANI7 端子入力範囲	ANI0-ANI7端子入力電圧は規格の範囲内でご使用ください。特にAV _{REF0} 以上, AV _{SS} 以下 (絶対最大定格の範囲内でも) の電圧が入力されると, そのチャンネルの変換値が不定となります。また, ほかのチャンネルの変換値にも影響を与えることがあります。	p.388	
			競合動作	変換終了時のADCRレジスタ・ライトと命令によるADCRレジスタ・リードとの競合ADCRレジスタのリードが優先されます。リードしたあと, 新しい変換結果がADCRレジスタにライトされます。	p.388
	ソフト	競合動作	変換終了時のADCRレジスタ・ライトとADMレジスタ・ライト, またはADSレジスタ・ライトの競合ADMレジスタまたはADSレジスタへのライトが優先されます。ADCRレジスタへのライトはされません。また, 変換終了割り込み要求信号 (INTAD) も発生しません。	p.388	
			ノイズ対策	10ビット分解能を保つためには, AV _{REF0} , ANI0-ANI7端子へのノイズに注意する必要があります。アナログ入力源の出力インピーダンスが高いほど影響が大きくなりますので, ノイズを低減するために図13-8のようにコンデンサを外付けすることを推奨します。	p.389
ハード	ANI0/P70-ANI7/P77端子	AV _{REF0} 以上, AV _{SS} 以下のノイズが入る可能性があるときは, V _F の小さい (0.3 V以下) ダイオードでクランプしてください。	p.389		
		アナログ入力 (ANI0-ANI7) 端子は入力ポート (P70-P77) 端子と兼用になっています。ANI0-ANI7端子のいずれかを選択してA/D変換をする場合, 変換中にポート7に対する入力命令は実行しないでください。変換分解能が低下することがあります。また, A/D変換中の端子に隣接する端子へデジタル・パルスを加えると, カップリング・ノイズによってA/D変換値が期待どおりに得られないこともあります。したがって, A/D変換中の端子に隣接する端子へのパルス印加はしないようにしてください。	p.389		
		AV _{REF0} 端子の入力インピーダンス	AV _{REF0} 端子とAV _{SS} 端子の間には数十k Ω の直列抵抗ストリングが接続されています。したがって, 基準電圧源の出力インピーダンスが高い場合, AV _{REF0} 端子とAV _{SS} 端子の間の直列抵抗ストリングと直列接続することになり, 基準電圧の誤差が大きくなります。	p.389	
ソフト	割り込み要求ラグ (ADIC.ADIFビット)	ADSレジスタを変更してもADIFビットはクリア (0) されません。したがって, A/D変換中にアナログ入力端子の変更を行った場合, ADSレジスタ書き換え直前に, 変更前のアナログ入力端子に対するA/D変換が終了しADIFビットがセット (1) されている場合があります。ADSレジスタ書き換え直後にADIFビットを読み出すと, 変更後のアナログ入力端子に対するA/D変換が終了していないにもかかわらず, ADIFビットがセット (1) されていることとなりますので注意してください。また, A/D変換を一度停止させて再開する場合は, 再開する前にADIFビットをクリア (0) してください。	p.390		

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第13章	ソフト	A/Dコンバータ	A/D変換スタート直後の変換結果	ADM.ADCS2ビットをセット(1)してから、1 μ s (高速モード) または14 μ s (通常モード) 以内でADM.ADCSビットをセット(1)した場合、またはADCS2ビット = 0の状態、ADCSビットをセット(1)した場合は、A/D変換動作をスタートした直後のA/D変換値は定格を満たさないことがあります。A/D変換終了割り込み要求信号(INTAD)をポーリングし、最初の変換結果を廃棄するなどの対策を行ってください。	p.390
			A/D変換結果レジスタ(ADCR)の読み出し	ADM, ADSレジスタに対して書き込み動作を行ったとき、ADCRレジスタの内容は不定となることがあります。変換結果は、変換動作終了後、ADM, ADSレジスタに対して書き込み動作を行う前に読み出してください。上記以外のタイミングでは、正しい変換結果が読み出されることがあります。 また、CPUがサブクロックで動作し、かつメイン・クロック発振(f_x)を停止しているときに、ADCR, ADCRHレジスタへのアクセスは禁止です。詳細は3.4.8(2)特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。	p.391
			A/Dコンバータのサンプリング時間とA/D変換開始遅延時間	A/Dコンバータのサンプリング時間は、ADMレジスタの設定値によって異なります。また、A/Dコンバータを動作許可してから実際にサンプリングが行われるまで遅延時間が存在します。 A/D変換時間を厳密に必要なセットの場合、図13-10と表13-4に示す内容に注意してください。	p.391
			レジスタ書き込み応答時間、トリガ応答時間	各応答時間はウエイト期間後の時間になります。ウエイトについては3.4.8(2)特定の内蔵周辺I/Oレジスタへのアクセスについてを参照してください。	p.392
			A/D変換結果のばらつき	電源電圧の変動やノイズなどの影響によりA/D変換結果がばらつくことがあります。ばらつきを軽減する必要がある場合は、A/D変換結果の平均値をとるなど、プログラムで対策してください。	p.393
			A/D変換のヒステリシス特性	逐次比較型A/Dコンバータは、内部のサンプル&ホールド用コンデンサにアナログ入力電圧を保持し、そのあと、A/D変換を行います。A/D変換が終了したあとも、内部のサンプル&ホールド用コンデンサには、アナログ入力電圧が残っています。このため次のような現象が起きることがあります。 ・同一チャンネルでA/D変換を実行している場合、以前のA/D変換時よりも高い電圧、または低い電圧に変化していると、変換結果が以前の値に影響されるヒステリシス特性が現れ、同じ電位でも変換結果が異なる場合があります。 ・アナログ入力チャンネルを切り替える場合、1つのA/Dコンバータを用いてA/D変換を行っているため、変換結果が以前のチャンネルの値に影響されるヒステリシス特性が現れ、同じ電位でも変換結果が異なる場合があります。 このため、より正確な変換結果を得たい場合は、同一チャンネルで2回連続A/D変換を行い、1回目の変換結果を廃棄してください。	p.393
			通常モード時のA/D変換動作について	・ソフトウェア・トリガ・モード時： 通常モード(ADM.ADHS1, ADHS0ビット = 00)で、変換動作中のADM, ADS, PFM, PFTレジスタの書き込みは禁止です。 ・ハードウェア・トリガ(外部トリガ/タイマ・トリガ)・モード時： 通常モード(ADHS1, ADHS0ビット = 00)では、使用できません。高速モード(ADHS1, ADHS0ビット = 10または01)を使用してください。	p.393
第14章	ソフト	ASIMnレジスタ	ASIMnレジスタ	UARTnを使用する場合には、必ずUARTn機能に関連する外部端子をコントロール・モードに設定したあと、CKSRn, BRGCnレジスタの設定を行ってからUARTEnビットをセット(1)してください。そのあとに、ほかのビットの設定を行ってください。	p.401
			RxDn端子にハイ・レベルが入力された状態でUARTEnビット = 1, RXEnビット = 1と設定してください。ロウ・レベルのときにUARTEnビット = 1, RXEnビット = 1と設定すると受信を開始してしまいます。	p.401	
			受信禁止時は、受信シフト・レジスタはスタート・ビットの検出を行いません。シフト・イン処理、RXBnレジスタへの転送処理は行わず、RXBnレジスタの内容は保持されます。受信許可状態中は、スタート・ビットの検出に同期して受信シフト動作を開始し、1フレーム分の受信を終了すると受信シフト・レジスタの内容をRXBnレジスタに転送します。また、RXBnレジスタへの転送に同期して、受信完了割り込み要求信号(INTSRn)を発生します。	p.402	
		ASISnレジスタ	ASIMn.UARTEn, RXEnビットを0に設定したとき、またはASISnレジスタを読み出したとき、PEn, FEn, OVENビットはクリア(0)されます。 ビット操作命令による操作は禁止です。	p.403 p.403	

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第14章	ソフト	アシンクロナス・シリアル・インタフェース (UART)	ASISnレジスタ	メイン・クロック停止, サブクロック動作時にASISnレジスタにアクセスしないでください。詳細は, 3. 4. 8 (2) を参照してください。	p.403
			送信割り込み	通常, 送信シフト・レジスタが空になったときにINTSTn信号が発生します。しかし, リセットにより送信シフト・レジスタが空になった場合, INTSTn信号は発生しません。	p.409
			TXBFnビット	連続送信でASIF.TXBFn, TXSFnビットは, 「10」 「11」 「01」と変化します。そのため, ステータスを確認する場合は, TXBFn, TXSFnビットの組み合わせで判断しないでください。 連続送信を行う場合はTXBFnビットのみを読み出してください。	p.411
				連続送信を行う場合は, 最初の送信データ (1バイト目) をTXBnレジスタに書き込んだあと, 必ずTXBFnビットが「0」であることを確認してから次の送信データ (2バイト目) をTXBnレジスタに書き込んでください。TXBFnビットが「1」のときにTXBnレジスタにデータを書き込んだ場合の送信データは保証できません。	p.411
			TXSFnビット	連続送信でASIF.TXBFn, TXSFnビットは, 「10」 「11」 「01」と変化します。そのため, ステータスを確認する場合は, TXBFn, TXSFnビットの組み合わせで判断しないでください。 連続送信を行う場合はTXBFnビットのみを読み出してください。	p.411
				連続送信完了時に送信ユニットを初期化する場合は, 送信完了割り込み発生後に, 必ずTXSFnビットが「0」であることを確認してから初期化を実行してください。TXSFnビットが「1」のときに初期化を実行した場合の送信データは保証できません。	p.411
			連続送信時には, 1データ・フレーム送信後のINTSTn割り込み処理を実行する前に次の送信が完了してしまうオーバーラン・エラーが発生する可能性があります。オーバーラン・エラーは送信データ数をカウントできるプログラムを組み込むこととTXSFnビットを参照することで検出できます。	p.411	
				UARTn受信完了割り込みタイミング	受信エラー発生時にもRXBnレジスタは必ず読み出してください。 RXBnレジスタを読み出さないと, 次のデータ受信時にオーバーラン・エラーが発生し, いつまでも受信エラーの状態が続いてしまいます。 受信では, 常にストップ・ビット長 = 1として動作します。 2ビット目のストップ・ビットは, 無視されます。
			ポー・レート・ジェネレータn (BRGn)	次の条件を満たすようにf _{CLK} を設定してください。 ・ V _{DD} = 4.5 ~ 5.5 V : f _{CLK} 12 MHz ・ V _{DD} = 2.7 ~ 4.5 V : f _{CLK} 6 MHz	p.420
				UART0のみASCK0端子入力が可能	p.420
			CKSRnレジスタ	TPSn3-TPSn0ビットを書き換える場合は, ASIMn.UARTEnビット = 0にしてから行ってください。	p.421
				次の条件を満たすようにf _{CLK} を設定してください。 ・ V _{DD} = 4.5 ~ 5.5 V : f _{CLK} 12 MHz ・ V _{DD} = 2.7 ~ 4.5 V : f _{CLK} 6 MHz	p.421
				UART0のみASCK0端子入力クロックを使用可能 UART1, UART2は設定禁止	p.421
			BRGCnレジスタ	MDLn7-MDLn0ビットを書き換える場合は, ASIMn.TXEnビット = 0, RXEnビット = 0にしてから行ってください。	p.422
			ポー・レートの誤差	送信時のポー・レート誤差は, 受信先の許容誤差以内にしてください。	p.423
				受信時のポー・レート誤差は, 14. 6. 4 受信時の許容ポー・レート範囲で示す範囲を満たすようにしてください。	p.423
			ポー・レート・ジェネレータ設定	基本クロック (f _{CLK}) の許容周波数は次のとおりです。 ・ V _{DD} = 4.5 ~ 5.5 V : f _{CLK} 12 MHz ・ V _{DD} = 2.7 ~ 4.5 V : f _{CLK} 6 MHz	p.424
			受信時の許容ポー・レート範囲	受信時のポー・レート誤差は, 下記に示す算出式を使用して, 必ず許容誤差範囲内になるように設定してください。	p.425
			UARTnについての注意事項	UARTnへの供給クロックが停止する場合 (例: IDLE, STOPモード) は, 各レジスタはクロック停止直前の値を保持したまま動作を停止します。TXDn端子出力も停止直前の値を保持, 出力します。ただし, クロック供給の再開後の動作は保証しません。したがって, 再開後はASIMn.UARTEn, RXEn, TXEnビット = 000し, 回路を初期化してください。	p.427

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第14章	ソフト	アシンクロナス・シリアル・インタフェース (UART)	UARTnについての注意事項	UARTnは、TXBnレジスタ、送信シフト・レジスタの2段バッファ構成になっており、それぞれのバッファの状態を示すステータス・フラグ (ASIFn.TXBFn, TXSFnビット) があります。連続送信でTXBFn, TXSFnビットを同時に読み出した場合、「10」「11」「01」と変化します。連続送信を行う場合は、次のデータをTXBnレジスタへ書き込むタイミングについて、TXBFnビットのみを読み出して判断してください。	p.427
第15章	ソフト	クロック同期式シリアル・インタフェース0 (CSI0)	CSIM0nレジスタ	CSIM0n.TRMDn, CCLn, DIRn, CSITn, AUTOOnビットの書き換えは、CSOTnビット = 0のときだけ可能です。それ以外のときにこれらのビットを書き換えた場合の動作は保証しません。	p.432
			CSICnレジスタ	CSICnレジスタはCSIM0n.CSI0Enビット = 0のときだけ書き換えられます。	p.434
				次の条件を満たすようにシリアル・クロックを設定してください。 ・V _{DD} = 4.0 ~ 5.5 V : シリアル・クロック 5 MHz ・V _{DD} = 2.7 ~ 4.0 V : シリアル・クロック 2.5 MHz	p.434
			SIRBn, SIRBnLレジスタ	SIRBnレジスタは、16ビット・データ長 (CSIM0n.CCLnビット = 1) に設定したときだけリードしてください。 SIRBnLレジスタは、8ビット・データ長 (CCLnビット = 0) に設定したときだけリードしてください。	p.435
				シングル転送モード (CSIM0n.AUTOOnビット = 0) に設定したときには、アイドル状態中 (CSIM0n.CSOTnビット = 0) だけリードしてください。データ転送中にSIRBn, SIRBnLレジスタをリードした場合のデータは保証しません。	p.435
			SIRBEn, SIRBEnLレジスタ	SIRBEn, SIRBEnLレジスタからデータを読み出しても、受信動作は開始しません。	p.436
				SIRBEnレジスタは、16ビット・データ長 (CSIM0n.CCLnビット = 1) に設定したときだけリードしてください。 SIRBEnLレジスタは、8ビット・データ長 (CCLnビット = 0) に設定したときだけリードしてください。	p.436
			SOTBn, SOTBnLレジスタ	SOTBnレジスタは、16ビット・データ長 (CSIM0n.CCLnビット = 1) に設定したときだけアクセスしてください。 SOTBnLレジスタは、8ビット・データ長 (CCLnビット = 0) に設定したときだけアクセスしてください。	p.437
				シングル転送モード (CSIM0n.AUTOOnビット = 0) に設定したときには、アイドル状態中 (CSIM0n.CSOTnビット = 0) だけアクセスしてください。データ転送中にSOTBn, SOTBnLレジスタをアクセスした場合のデータは保証しません。	p.437
			SOTBFn, SOTBFnLレジスタ	SOTBFnレジスタは、16ビット・データ長 (CSIM0n.CCLnビット = 1), SOTBFnLレジスタは、8ビット・データ長 (CCLnビット = 0) で、アイドル状態中 (CSIM0n.CSOTnビット = 0) のときだけアクセスしてください。データ転送中にSOTBFn, SOTBFnLレジスタをアクセスした場合のデータは保証しません。	p.438
			SIO0n, SIO0nLレジスタ	SIO0nレジスタは、16ビット・データ長 (CSIM0n.CCLnビット = 1), SIO0nLレジスタは、8ビット・データ長 (CCLnビット = 0) で、アイドル状態中 (CSIM0n.CSOTnビット = 0) のときだけリードしてください。データ転送中にSIO0n, SIO0nLレジスタをリードした場合のデータは保証しません。	p.439
			CSIM0n.CSITnビット = 1	遅延モード (CSIM0n.CSITnビット = 1) は、マスタ・モード (CSICn.CKS0n2-CKS0n0ビット = 111B以外) のときだけ有効です。スレーブ・モード (CKS0n2-CKS0n0ビット = 111B) 時は、遅延モードに設定しないでください。	p.441
			CSIM0n.CSOTnビット = 1	CSOTnビット = 1のときに、CSI0nのレジスタは操作しないでください。	p.443
			連続転送モードについての注意事項	連続転送を継続させるため、転送予約期間中にSIRBnレジスタのリード、またはSOTBnレジスタへのライトを必ず行ってください。	p.452
転送要求クリアとレジスタ・アクセスが競合した場合、転送要求のクリアは高い優先順位を持つため、次の転送要求は無視されます。そのため、転送は中断することになり、正常なデータ転送が行えなかったこととなります。	p.452				
送受信完了割り込み要求信号 (INTCSI0n) 発生とレジスタ・アクセスが競合した場合、連続転送がいったん停止するため、新しい連続転送開始として実行します。 スレーブ・モードの場合には、ビット相違の転送エラーとなります (図15-8参照)。送受信モードの場合には、SOTBFnレジスタの値を再転送し、不正データを送ります。	p.453				
第16章	ソフト	I ² Cバス	端子の設定	この機能を使用する場合は、P38/SDA0, P39/SCL0端子を兼用端子として使用し、N-chオープン・ドレイン出力に設定してください。	p.455

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第16章	ソフト	I ² Cバス	IICC0レジスタ	SCL0ラインがハイ・レベル、SDA0ラインがロウ・レベルの状態、I ² C0を動作許可 (IICE0ビット = 1) した場合、直後にスタート・コンディションを検出してしまいます。I ² C0を動作許可 (IICE0ビット = 1) したあと、連続してビット操作命令によりLRELOビットをセット (1) してください。	p.461
			IICC0.SPT0ビット	SPT0ビットのセット (1) は、マスタのときのみ行ってください。ただし、動作許可後最初のストップ・コンディションを検出する前にマスタ動作を行うには、一度SPT0ビットをセット (1) してストップ・コンディションを生成する必要があります。詳細は、16.14 注意事項を参照してください。	p.464
				IICS0.TRC0ビット = 1のとき、9クロック目にWRELOビットをセット (1) してウェイト解除すると、TRC0ビットをクリア (0) してSDA0ラインをハイ・インピーダンスにします。	p.464
			IICS0レジスタ	メイン・クロック停止、サブクロック動作時に、IICS0レジスタにアクセスしないでください。詳細は、3.4.8 (2) を参照してください。	p.465
			IICF0レジスタ	STCEN0ビットへの書き込みは動作停止 (IICE0ビット = 0) 時のみ行ってください。	p.469
				STCEN0ビット = 1とした場合、実際のバス状態にかかわらずバス解放状態 (IICBSY0ビット = 0) と認識しますので、1回目のスタート・コンディションを発行 (STT0ビット = 1) する場合は他の通信を破壊しないように第三者の通信が行われていないことを確認する必要があります。	p.469
			I ² C割り込み要求信号	IICRSV0ビットへの書き込みは動作停止 (IICE0ビット = 0) 時のみ行ってください。	p.469
				ストップ・コンディションを生成するためにWTIM0ビットをセット (1) し、割り込み要求信号 (INTIIC0) の発生タイミングを変更してください。	p.484-486
				スタート・コンディションを生成するためにWTIM0ビットをセット (1) し、割り込み要求信号 (INTIIC0) の発生タイミングを変更してください。設定を元に戻すためにWTIM0ビットをクリア (0) します。	p.485
			割り込み要求信号 (INTIIC0) 発生タイミングおよびウェイト制御	スレーブのINTIIC0信号およびウェイトは、SVA0レジスタに設定しているアドレスと一致したときのみ、9クロック目の立ち下がりで発生します。また、このとき、IICC0.ACKE0ビットの設定にかかわらず、アクノリッジが生成されます。拡張コードを受信したスレーブは8クロック目の立ち下がりでINTIIC0信号を発生します。ただし、リスタート後にアドレス不一致になった場合には、9クロック目の立ち下がりINTIIC0信号を発生しますが、ウェイトは発生しません。	p.505
				SVA0レジスタと受信したアドレスが一致せず、かつ拡張コードを受信していない場合は、INTIIC0信号もウェイトも発生しません。	p.505
			アービトレーション	IICC0.WTIM0ビット = 1の場合には、9クロック目の立ち下がりタイミングで割り込み要求を発生します。WTIM0ビット = 0および拡張コードのスレーブ・アドレス受信時には、8クロック目の立ち下がりタイミングで割り込み要求を発生します。	p.509
				アービトレーションが起こる可能性がある場合、マスタ動作ではSPIE0ビット = 1にしてください。	p.509
			IICF0.STCEN0ビット = 0の場合	I ² C0動作許可直後、実際のバス状態にかかわらず通信状態 (IICF0.IICBSY0ビット = 1) と認識します。ストップ・コンディションを検出していない状態からマスタ通信を行おうとする場合は、まずストップ・コンディションを生成し、バスを解放してからマスタ通信を行ってください。ストップ・コンディションの生成は次の順番で行ってください。 IICCL0レジスタの設定 IICC0.IICE0ビットのセット IICC0.SPT0ビットのセット	p.514
IICF0.STCEN0ビット = 1の場合	I ² C0動作許可直後、実際のバス状態にかかわらず解放状態 (IICBSY0ビット = 0) と認識しますので、1回目のスタート・コンディションを生成 (IICC0.STT0ビット = 1) する場合は、ほかの通信を破壊しないようにバスが解放されていることを確認する必要があります。	p.514			
IICC0.IICE0ビットのセット (1)	ほかのデバイス同士の通信中にV850ES/KE2のIICC0.IICE0ビットをセット (1) した場合、通信ラインの状態によってスタート・コンディションを検出することがあります。IICC0.IICE0ビットのセット (1) は、必ずSCL0、SDA0ラインがハイ・レベルの状態で行ってください。	p.514			

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁			
第16章	ソフト	I ² Cバス	IICC0.IICE0ビット = 1	動作許可 (IICC0.IICE0ビット = 1) する前にIICCL0, IICX0レジスタで動作クロック周波数を決定してください。動作クロック周波数を変更する場合は、一度IICC0.IICE0ビットをクリア (0) してください。	p.514			
			IICC0.STT0, SPT0ビット	IICC0.STT0, SPT0ビットをセット (1) したあと、クリア (0) される前の再セットは禁止します。	p.514			
			送信予約	送信予約をした場合には、IICC0.SPIE0ビットをセット (1) してストップ・コンディション検出で割り込み要求が発生するようにしてください。割り込み要求発生後にI ² C0に通信データをライトすることによってウェイトが解除され転送が開始します。ストップ・コンディション検出で割り込みを発生させないと、スタート時には割り込み要求が発生しないため、ウェイト状態で停止します。ただし、ソフトウェアでIICS0.MSTS0ビットを検出する場合には、SPIE0ビットをセット (1) する必要はありません。	p.514			
			シングルマスタ・システムでのマスタ動作	通信している製品の仕様に準拠し、I ² C0バスを解放 (SCL0, SDA0端子 = ハイ・レベル) してください。 たとえば、EEPROMがSDA0端子にロウ・レベルを出力した状態であれば、SCL0端子を出力ポートに設定し、SDA0端子が定期的にハイ・レベルになるまで、出力ポートからクロック・パルスを出力してください。	p.516			
			マルチマスタ・システムでのマスタ動作	一定期間 (たとえば1フレーム分)、バス解放状態 (IICCL0.CLD0ビット = 1, IICCL0.DAD0ビット = 1)であることを確認してください。定期的にSDA0端子がロウ・レベルの場合は、通信している製品の仕様に準拠し、I ² C0バスを解放 (SCL0, SDA0端子 = ハイ・レベル) するか判断してください。	p.517			
				送信および受信フォーマットは通信している製品の仕様に準拠してください。	p.519			
				マルチマスタ・システムでマスタとして使用する場合は、INTIIC0割り込み発生ごとにIICS0.MSTS0ビットをリードし、アービトレーション結果を確認してください。	p.519			
			マルチマスタ・システムでスレーブとして使用する場合は、INTIIC0割り込み発生ごとにIICS0, IICF0レジスタでステータスを確認して次に行う処理を決定してください。		p.519			
				スレーブ・ウェイト解除	スレーブ・ウェイト解除は、IIC0 FFHまたはWREL0のセットのどちらかで行ってください。	p.525-527		
			マスタ・ウェイト解除	マスタ・ウェイト解除は、IIC0 FFHまたはWREL0のセットのどちらかで行ってください。	p.528-530			
			第17章	ソフト	割り込み / 例外処理機能	ノンマスカブル割り込み	ノンマスカブル割り込み要求信号 (INTWDT1, INTWDT2) によるノンマスカブル割り込み処理については、17. 10 注意事項を参照してください。	p.534
							ノンマスカブル割り込み処理中にLDSR命令によりEP, NPビットを変更した場合には、RETI命令による復帰時にPCとPSWを正常にリストアするために、RETI命令の直前で、LDSR命令を使用してEPビット = 0かつNPビット = 1に戻しておいてください。	p.538
						マスカブル割り込み	マスカブル割り込み処理中にLDSR命令によりEP, NPビットを変更した場合は、RETI命令による復帰時にPCとPSWを正常にリストアするために、RETI命令の直前で、LDSR命令を使用してEPビット = 0かつNPビット = 0に戻しておいてください。	p.542
多重割り込み	多重割り込みを行うときはEIPC, EIPSWを退避してください。	p.544						
割り込み制御レジスタ	xxICn.xxIFn ビットを読み出す場合は、割り込み禁止 (DI) 状態で行ってください。割り込み許可 (EI) 状態でxxIFn ビットを読み出すと、割り込みの受け付けとビットの読み出しのタイミングが競合した場合に、正常な値が読み出せないことがあります。	p.547						
	割り込み要求が受け付けられるとハードウェアにより自動的にリセットされます。	p.547						
IMR0, IMR1, IMR3レジスタ	デバイス・ファイルでは、xxICnレジスタのxxMKnビットを予約語として定義しています。したがって、xxMKnビットの名称でビット操作を行うと、IMRmレジスタではなくxxICnレジスタを書き換えます (結果としてIMRmレジスタも書き換わります)。	p.549						
	IMR0, IMR1のビット8-15を8/1ビット単位でリード/ライトする場合は、IMR0H, IMR1Hのビット0-7として指定してください。	p.550						
	IMR0レジスタのビット9, 8, IMR1レジスタのビット15, IMR3レジスタのビット15-5, 0には、必ず1を設定してください。変更した場合の動作は保証できません。	p.550						
ISPRレジスタ	割り込み許可 (EI) 状態において、ISPR レジスタをリード中に割り込みを受け付けた場合、その割り込み受け付けによるビットがセット (1) されたあとのISPR レジスタ値がリードされることがあります。割り込み受け付け前のISPR レジスタの値を確実にリードしたい場合は、割り込み禁止 (DI) 状態でリードしてください。	p.551						
WDTM1レジスタ	RUN1ビットは、一度セット (1) されると、ソフトウェアでクリア (0) することはできません。 したがって、カウントを開始すると、リセット以外で停止させることはできません。	p.553						

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第17章	ソフト	割り込み / 例外処理機能	WDTM1レジスタ	WDTM14, WDTM13ビットは、一度セット(1)されると、ソフトウェアでクリア(0)することはできません。これらのビットをクリアするには、リセットだけが有効です。	p.553
			INTR0, INTF0レジスタ	外部割り込み機能(兼用機能)からポート機能に切り替える際、エッジ検出を行う可能性があるため、INTF0n, INTR0nビット = 00に設定したあとにポート・モードに設定してください。	p.557
			INTR3, INTF3レジスタ	外部割り込み機能(兼用機能)からポート機能に切り替える際、エッジ検出を行う可能性があるため、INTF31, INTR31ビット = 00に設定したあとにポート・モードに設定してください。	p.558
			INTR9H, INTF9Hレジスタ	外部割り込み機能(兼用機能)からポート機能に切り替える際、エッジ検出を行う可能性があるため、INTF9n, INTR9nビット = 00に設定したあとにポート・モードに設定してください。	p.559
			ソフトウェア例外処理からの復帰	ソフトウェア例外処理中にLDSR命令によりEP, NPビットを変更した場合には、RETI命令による復帰時にPCとPSWを正常にリストアするために、RETI命令の直前で、LDSR命令を使用してEPビット = 1に戻しておく必要があります。	p.561
			不正命令コード	不正命令コードには、将来、新規に命令を割り当てる可能性があるため、使用しないことを推奨します。	p.563
			不正命令コードからの復帰	DBPCとDBPSWには、不正命令コードを実行してからDBRET命令を実行するまでの期間だけアクセス可能です。	p.564
			デバッグ・トラップからの復帰	DBPCとDBPSWには、DBTRAP命令を実行してからDBRET命令を実行するまでの期間だけアクセス可能です。	p.566
			サービス・プログラム中に例外を発生させる場合	ノンマスクابل割り込み処理ルーチン内(RETI命令を実行するまでの期間)では、マスクابل割り込みを受け付けず、保留します。	p.568
			NMIからの復帰	ノンマスクابل割り込み要求信号(INTWDT1/INTWDT2)によるノンマスクابل割り込み処理後のRETI命令による復帰は次のようにしてください。 INTWDT1/INTWDT2発生 FEPC ソフトウェア・リセット処理アドレス, FEPSW NPビット = 1, EPビット = 0となる値 RETI RETI 10回 (FEPC, FEPSWの設定が必要) PSW PSW初期設定値 初期化処理	p.571
第18章	ハード	キー割り込み機能	KR0-KR7端子	KR0-KR7端子のうち1つでもロウ・レベルが入力されていると、別の端子で立ち下がりエッジを入力してもINTKR信号が発生しません。	p.571
			KRMレジスタ	KRMレジスタを変更すると、割り込み要求信号(INTKR)が発生する場合があります。したがって、あらかじめ割り込みを禁止(DI)してからKRMレジスタを変更し、割り込み要求フラグ(KRIC.KRIFビット)をクリア(0)してから、割り込みを許可(EI)してください。	p.572
第19章	ソフト	スタンバイ機能	IDLEモード	IDLEモードでは、PLLは停止しません。低消費電力を実現する場合PLLを停止してからIDLEモードへ移行してください。	p.573
			STOPモード	クロック・スルー・モードに変更し、次にPLLを停止させたあと、STOPモードに移行してください。詳細は第5章 クロック発生機能を参照してください。	p.573
			PSCレジスタ	NMI2M, NMI0M, INTMビットと、STPビットを同時にセット(1)した場合、NMI2M, NMI0M, INTMビットの設定は無効になります。したがって、IDLE/STOPモードに移行する際にマスクされていない保留中の割り込み要求信号がある場合は、その割り込み要求信号に対するビット(NMI2M, NMI0M, INTM)をセット(1)したあとにSTPビットをセット(1)してください。	p.576
				IDLE/STOPモードに設定するときは、PSMR.PSMビットを設定してから、STPビットを設定してください。	p.576
			PSMRレジスタ	サブクロック発振子を接続しているときは、XTSTPビットには必ず0を設定してください。	p.577
				PSMRレジスタのビット1-6には、必ず0を設定してください。 PSMビットは、PSC.STPビット = 1のときのみ有効です。	p.577 p.577

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁
第19章	ソフト	スタンバイ機能	OSTSレジスタ	STOPモード解除時のウエイト時間は、リセットによる場合も、割り込み要求信号発生による場合も、STOPモード解除後クロック発振を開始するまでの時間は含みません。	p.578
				ビット7-3には必ず“0”を設定してください。	p.578
				リセット解除後の発振安定時間は、 $2^{15}/f_x$ (OSTSレジスタの初期値 = 01Hのため)となります。	p.578
				外部クロック入力時においても発振安定時間は挿入されます。	p.578
			HALT命令	HALT命令のあとには、NOP命令を5命令以上挿入してください。	p.579
				マスクされていない割り込み要求信号が保留されている状態でHALT命令を実行した場合、HALTモードに移行するが、保留されている割り込み要求信号によりHALTモードはすぐに解除されます。	p.579
			IDLEモード	IDLEモードに設定するためのPSCレジスタに対するストア命令の後には、NOP命令を5命令以上挿入してください。	p.581
			IDLEモード解除	PSC.NMI2M, NMI0M, INTMビット = 1 (割り込み禁止) になっている割り込み要求信号は無効となり、IDLEモードは解除されません。	p.582
			STOPモード	STOPモードに設定するためのPSCレジスタに対するストア命令のあとには、NOP命令を5命令以上挿入してください。	p.584
			STOPモード解除	PSC.NMI2M, NMI0M, INTMビット = 1 (割り込み禁止) になっている割り込み要求信号は無効となり、STOPモードは解除されません。	p.585
			サブクロック動作モード	CK3ビットを操作する場合、PCC.CK2-CK0ビットの設定値は変更しないでください(ビット操作命令を推奨)。詳細は、5.3(1)プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ(PCC)を参照してください。	p.588
				次の条件を満たしていない場合は、条件を満たすようにCK2-CK0ビットを変更後、サブクロック動作モードに移行してください。 内部システム・クロック (f_{CLK}) > サブクロック ($f_{XT} : 32.768 \text{ kHz}$) $\times 4$	p.588
			サブクロック動作モードの解除	CK3ビットを操作する場合、CK2-CK0ビットの設定値は変更しないでください(ビット操作命令を推奨)。詳細は、5.3(1)プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ(PCC)を参照してください。	p.588
			サブIDLEモード	サブIDLEモードに設定するためのPSCレジスタに対するストア命令のあとには、NOP命令を5命令以上挿入してください。	p.590
サブIDLEモードの解除	PSC.NMI2M, NMI0M, INTMビット = 1 (割り込み禁止) になっている割り込み要求信号は無効となり、サブIDLEモードは解除されません。	p.591			
第21章	ハード	フラッシュ・メモリ	フラッシュ・メモリの書き換えに関するスペックについては第23章 電気的特性を参照してください。	p.598	
			PG-FP4	FLMD1端子は、図21-6のように配線するか、もしくはボード上でプルダウン抵抗を介してGNDに接続してください。	p.606
				CLK端子は、PG-FP4からクロック供給を行う場合は接続してください(図21-6のように配線するか、ボード上に発振回路を作成してクロックを供給してください。)	p.606
				フラッシュ・ライタのクロック出力を使用する際は、ライタのCLKとX1を接続し、X2にはその反転信号を接続してください。	p.607
	FA-80GC-8BT-A	FLMD1端子は図のように配線するか、もしくはボード上でプルダウン抵抗を介してGNDに接続してください。	p.609		
		PG-FP4からクロック供給をする場合は必ず次のように設定、接続してください。	p.609		
		・フラッシュ・アダプタ(FA)のJ1をVDD側に設定 ・FAのCLKOUTをFAのCLKINに接続 ・FAのX1をデバイスのX1に接続 ・FAのX2をデバイスのX2に接続			
		フラッシュ・アダプタ上に発振回路を作成してクロックを供給する場合は上記の設定・接続の必要はありません。			
ソフト	通信方式の選択	UART0選択時、受信クロックは、FLMD0パルス受信後に専用フラッシュ・ライタから送られてくるリセット・コマンドを基準に計算します。	p.611		
ハード	FLMD1端子	オンボード書き込み時、リセット直後に他のデバイスからFLMD1端子にVDDの信号が入力される場合、この信号をアイソレートしてください。	p.613		
	FLMD0端子	リセット解除には、必ずFLMD0端子を0Vにしてください。	p.620		

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁	
第22章	ハード	オンチップ・デバッグ機能	注意事項	デバッグに使用したデバイスを、量産製品に搭載しないでください(デバッグ中にフラッシュ・メモリの書き換えをしており、フラッシュ・メモリの書き換え回数を保証することができないためです)。また、デバッグ用モニタ・プログラムは量産製品には組み込まないでください。	p.630	
				次の状態が継続している場合は、強制ブレークすることができません。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 割り込み禁止中(DI)の場合 ・ MINICUBE2と対象デバイスの通信に使用するシリアル・インタフェースの割り込みがマスクされている場合 ・ マスカブル割り込みによるスタンバイ解除を禁止している状態で、スタンバイ・モードに入っている場合 ・ MINICUBE2と対象デバイスの通信インタフェースがUART0の場合に、メイン・クロックを停止している場合 	p.630	
				次の状態の場合、疑似RRM機能、DMM機能が動作しません。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 割り込み禁止中(DI)の場合 ・ MINICUBE2と対象デバイスの通信に使用するシリアル・インタフェースの割り込みがマスクされている場合 ・ マスカブル割り込みによるスタンバイ解除を禁止している状態で、スタンバイ・モードに入っている場合 ・ MINICUBE2と対象デバイスの通信インタフェースがUART0の場合に、メイン・クロックを停止している場合 ・ MINICUBE2と対象デバイスの通信インタフェースがUART0の場合に、デバッグで指定する動作クロックと異なるクロックで動作している場合 	p.630	
				次の状態の場合、疑似RRM機能、DMM機能によりスタンバイ・モードが解除されます。 <ul style="list-style-type: none"> ・ MINICUBE2と対象デバイスの通信インタフェースがCSI00の場合 ・ MINICUBE2と対象デバイスの通信インタフェースがUART0の場合に、メイン・クロックが停止していない場合 	p.630	
				特定シーケンスを必要とする周辺I/Oレジスタは、DMM機能により書き換えることができません。	p.630	
				デバッグ用モニタ・プログラムが配置された空間を、フラッシュ・セルフ・プログラミングで書き換えた場合、デバッグが正常に動作しなくなります。	p.630	
				セキュリティID	フラッシュ・メモリのデータは消去状態では、すべて“1”となります。	p.631
第23章	ハード	電気的特性	絶対最大定格	それぞれの電源電圧の絶対最大定格(MAX.値)を越えないようにしてください。	p.634	
				IC製品の出力(または入出力)端子同士を直結したり、V _{DD} またはV _{CC} やGNDに直結したりしないでください。ただし、オープン・ドレイン端子やオープン・コレクタ端子同士は直結できます。また、ハイ・インピーダンスとなる端子で出力の衝突を避けるタイミング設計をした外部回路でも直結可能です。	p.634, 635	
				各項目のうち1項目でも、また一瞬でも絶対最大定格を越えると、製品の品質を損なう恐れがあります。 つまり絶対最大定格とは、製品に物理的な損傷を与えかねない定格値です。できるだけこの定格値に近づけない状態で、製品をご使用ください。 DC特性とAC特性に示す規格や条件が、製品の正常動作、品質保証の範囲です。	p.634, 635	
				EEPROMエミュレーション	メイン・クロックを停止しないでください。	p.637
				メイン・クロック	入力波形のデューティ比は50%±5%以内にしてください。	p.638
				発振回路特性	メイン・クロック発振回路を使用する場合は、配線容量などの影響を避けるために、図中の破線の部分を次のように配線してください。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 配線は極力短くする。 ・ 他の信号線と交差させない。 ・ 変化する大電流が流れる線に接近させない。 ・ 発振回路のコンデンサの接地点は、常にV_{SS}と同電位になるようにする。 ・ 大電流が流れるグラウンド・パターンに接地しない。 ・ 発振回路から信号を取り出さない。 	p.638
ソフト		メイン・クロックを停止させサブクロックで動作させているときに、再度メイン・クロックに切り替える場合には、プログラムで発振安定時間を確保したあとに切り替えてください。	p.638			

章	分類	機能	機能の詳細	注意事項	頁	
第23章	ハード	電気的特性	サブクロック発振回路特性	入力波形のデューティ比は50%±5%以内にしてください。	p.639	
				サブクロック発振回路を使用する場合は、配線容量などの影響を避けるために、図中の破線の部分を次のように配線してください。 ・配線は極力短くする。 ・他の信号線と交差させない。 ・変化する大電流が流れる線に接近させない。 ・発振回路のコンデンサの接地点は、常にV _{SS} と同電位になるようにする。 ・大電流が流れるグラウンド・パターンに接地しない。 ・発振回路から信号を取り出さない。	p.639	
				サブクロック発振回路は、低消費電力にするため増幅度の低い回路になっており、ノイズによる誤動作がメイン・クロックよりも起こりやすくなっています。したがって、サブクロックを使用する場合は、配線方法について特に注意してください。	p.639	
				DC特性	P38, P39のI _{OL} はI _{OL1} に従ってください。	p.641
				データ保持特性	STOPモードへの移行、およびSTOPモードからの復帰は、動作範囲内で行ってください。	p.643
				AC特性	回路構成により負荷容量が50 pFを超える場合は、バッファを入れるなどして、このデバイスの負荷容量を50 pF以下にしてください。	p.644
	ソフト	I ² Cバス・モード	装置は、SCL0の立ち下がり端の未定義領域を埋めるために（SCL0信号のV _{IHmin.} での）SDA0信号用に最低300nsのホールド時間を内部的に提供する必要があります。	p.652		
			装置がSCL0信号のロウ・ホールド時間（t _{LOW} ）を延長しない場合は、最大データ・ホールド時間（t _{HD : DAT} ）のみ満たすことが必要です。	p.652		
			高速モードI ² Cバスは、標準モードI ² Cバス・システム内で利用できます。この場合、次の条件を満たすようにしてください。 ・装置がSCL0信号のロウ状態ホールド時間を延長しない場合 t _{SU : DAT} 250 ns ・装置がSCL0信号のロウ状態ホールド時間を延長する場合 SCL0ラインが解放される（t _{Rmax.} + t _{SU : DAT} = 1000 + 250 = 1250 ns : 標準モードI ² Cバス仕様）前に、次のデータ・ビットをSDA0ラインに送出してください。	p.652		
	ハード	フラッシュ・メモリ・プログラミング特性	出荷品に対する初回書き込み時には、「消去 書き込み」の場合も「書き込みのみ」の場合も、書き換え回数は1回となります。 例（P：書き込み，E：消去） 出荷品 — P E P E P : 書き換え回数3回 出荷品 E P E P E P : 書き換え回数3回	p.655		
第25章	ハード	半田付け推奨条件	半田付け方式の併用はお避けください（ただし、部分加熱は除く）。	p.657		
付録A	ソフト	開発ツール	RX850, RX850 Pro	RX850, RX850 Proを購入する際、事前に購入申込書にご記入のうえ、使用許諾契約書を締結してください。	p.667	
付録B	ソフト	命令セット一覧	インストラクション・セット	汎用レジスタreg1と汎用レジスタreg3に、同じレジスタを指定しないでください。	p.676	

付録E 改版履歴

E.1 本版で改訂された主な箇所

箇所	内容
p.43	3.2.2(6) 例外/デバッグ・トラップ時状態回避レジスタ (DBPC, DBPSW) 説明追加
p.50	3.4.4(4) アクセス・クロック数 追加
p.138	6.4(3) TMP0I/O制御レジスタ0 (TP0IOC0) 変更
p.181	図6-22 ワンショット・パルス出力モード動作時のレジスタ設定内容 注意追加
p.297	図8-1 8ビット・タイマ/イベント・カウンタ5nのブロック図 変更
p.324	図9-3 インターバル・タイマ/方形波出力動作のタイミング 注追加
p.342	10.1.4(1) インターバル・タイマBRGの動作 変更
p.357	11.2.3(1) ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ2 (WDTM2) 注意変更
p.358	11.2.3(2) ウォッチドッグ・タイマ・イネーブル・レジスタ (WDTE) 注意変更
p.373	13.4(1) A/Dコンバータ・モード・レジスタ (ADM) 注意変更
p.376	13.4(2) アナログ入力チャネル指定レジスタ (ADS) 注意変更
p.379	13.4(4) パワー・フェイル比較モード・レジスタ (PFM) 注意変更
p.379	13.4(5) パワー・フェイル比較しきい値レジスタ (PFT) 注意変更
p.381	13.5.2 トリガ・モード 変更
p.382	13.5.3(1) セレクト・モード 変更
p.383	13.5.3(2) スキャン・モード 変更
p.384	図13-5 スキャン・モード動作のタイミング例 (ADS.ADS2-ADS0ビット = 011B) 変更
p.388	図13-7 スタンバイ・モード時の消費電力を低減させる方法例 変更
p.393	13.6(14) 通常モード時のA/D変換動作について 追加
p.513	表16-7 ウェイト時間 ウェイト時間を変更
p.564	17.6.1(2) 復帰 注意追加
p.566	17.6.2(2) 復帰 注意追加
p.601	表21-2 基本機能一覧 変更
p.601	表21-3 セキュリティ機能一覧 変更
p.602	表21-4 セキュリティ設定 追加
p.603	21.3(1) PG-FP4でのセキュリティ設定 (Security flag settings) 追加
p.605	21.4.2(1) UART0 転送レート変更
p.612	表21-7 フラッシュ・メモリ制御用コマンド 変更
p.622	第22章 オンチップ・デバッグ機能 変更
p.640	第23章 電気的特性 DC特性の注3を追加
p.657	第25章 半田付け推奨条件 追加
p.658	付録A 開発ツール 追加
p.683	付録D 注意事項一覧 追加
p.705	付録E 改版履歴 追加

【発 行】

NEC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

電話（代表）：044(435)5111

—— お問い合わせ先 ——

【ホームページ】

NECエレクトロニクスの情報がインターネットでご覧になれます。

URL（アドレス） <http://www.necel.co.jp/>

【営業関係，技術関係お問い合わせ先】

半導体ホットライン

（電話：午前 9:00～12:00，午後 1:00～5:00）

電 話 : 044-435-9494

E-mail : info@necel.com

【資料請求先】

NECエレクトロニクスのホームページよりダウンロードいただくか，NECエレクトロニクスの販売特約店へお申し付けください。
