

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

# μPD789088サブシリーズ

8ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ

---

μPD789086

μPD789088

μPD78F9088

[メモ]

## 目次要約

第1章	概 説	...	22
第2章	端子機能	...	29
第3章	CPUアーキテクチャ	...	36
第4章	ポート機能	...	59
第5章	クロック発生回路	...	71
第6章	16ビット・タイマ20	...	80
第7章	8ビット・タイマ50, 60	...	91
第8章	8ビット・タイマ80	...	123
第9章	ウォッチドッグ・タイマ	...	129
第10章	シリアル・インタフェース20	...	135
第11章	パワーオン・クリア回路	...	172
第12章	低電圧検出回路	...	175
第13章	割り込み機能	...	178
第14章	スタンバイ機能	...	193
第15章	リセット機能	...	199
第16章	$\mu$ PD78F9088	...	203
第17章	命令セットの概要	...	213
第18章	電気的特性	...	224
第19章	外形図	...	238
第20章	半田付け推奨条件	...	239
付録A	開発ツール	...	241
付録B	ターゲット・システム設計上の注意	...	247
付録C	レジスタ索引	...	251
付録D	改版履歴	...	255

## 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。

FIPは、NECエレクトロニクス株式会社の登録商標です。

EEPROMは、NECエレクトロニクス株式会社の商標です。

Windows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。

PC/ATは、米国IBM社の商標です。

HP9000シリーズ700, HP-UXは、米国ヒューレット・パカード社の商標です。

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。

本製品のうち、外国為替及び外国貿易法の規定により規制貨物等（または役務）に該当するものについては、日本国外に輸出する際に、同法に基づき日本国政府の輸出許可が必要です。

非該当品 :  $\mu$  PD78F9088

ユーザ判定品 :  $\mu$  PD789086, 789088

- 本資料に記載されている内容は2005年8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。

M8E 02.11

〔メモ〕

# はじめに

- 対象者** このマニュアルは $\mu$ PD789088サブシリーズの機能を理解し、その応用システムや応用プログラムを設計、開発するユーザのエンジニアを対象としています。対象製品は、次に示すサブシリーズの各製品です。
- 目的** このマニュアルは、次の構成に示す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**  $\mu$ PD789088サブシリーズのマニュアルは、このマニュアルと命令編（78K/0Sシリーズ共通）の2冊に分かれています。

$\mu$ PD789088サブシリーズ ユーザズ・マニュアル	78K/0Sシリーズ ユーザズ・マニュアル 命令編
端子機能	CPU機能
内部ブロック機能	命令セット
割り込み	命令の説明
その他の内蔵周辺機能	
電気的特性	

- 読み方** このマニュアルを読むにあたっては、電気、論理回路、マイクロコンピュータの一般知識を必要とします。一通りの機能を理解しようとするとき  
目次に従って読んでください。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。
- 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、そのビット名称がアセンブラでは予約語に、Cコンパイラでは#pragma sfr指令で、sfr変数として定義されているものです。
- レジスタ名が分かっている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。
- 78K/0Sシリーズの命令機能の詳細を知りたいとき  
別冊の**78K/0Sシリーズ ユーザズ・マニュアル 命令編 (U11047J)**を参照してください。
- $\mu$ PD789088サブシリーズの電気的特性を知りたいとき  
**第18章 電気的特性**を参照してください。

- 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 :  $\overline{\text{xxx}}$  (端子，信号名称に上線)
- 注 : 本文中につけた注の説明
- 注意 : 気をつ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...  $\text{xxx}$  または  $\text{xxx}_B$   
10進数...  $\text{xxx}$   
16進数...  $\text{xxx}_H$

- ★ **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。

#### デバイスの関連資料

資料名	資料番号	
	和文	英文
μ PD789088サブシリーズ ユーザーズ・マニュアル	このマニュアル	U15332E
78K/0Sシリーズ ユーザーズ・マニュアル 命令編	U11047J	U11047E

#### 開発ツール（ソフトウェア）の資料（ユーザーズ・マニュアル）

資料名	資料番号		
	和文	英文	
RA78K0S アセンブラ・パッケージ	操作編	U16656J	U16656E
	言語編	U14877J	U14877E
	構造化アセンブリ言語編	U11623J	U11623E
CC78K0S Cコンパイラ	操作編	U16654J	U16654E
	言語編	U14872J	U14872E
SM78Kシリーズ Ver.2.52 システム・シミュレータ	操作編	U16768J	U16768E
	外部部品ユーザ・オープン・インタフェース仕様編	U15802J	U15802E
ID78K0S-NS Ver.2.52 統合ディバッガ	操作編	U16584J	U16584E
PM plus Ver.5.10		U16569J	U16569E

#### 開発ツール（ハードウェア）の資料（ユーザーズ・マニュアル）

資料名	資料番号	
	和文	英文
IE-78K0S-NS インサーキット・エミュレータ	U13549J	U13549E
IE-78K0S-NS-A インサーキット・エミュレータ	U15207J	U15207E
IE-789088-NS-EM1 エミュレーション・ボード	U16398J	U16398E

#### フラッシュ・メモリ書き込み用の資料

資料名	資料番号	
	和文	英文
PG-FP3 フラッシュ・メモリ・プログラマ ユーザーズ・マニュアル	U13502J	U13502E
PG-FP4 フラッシュ・メモリ・プログラマ ユーザーズ・マニュアル	U15260J	U15260E

**注意** 上記関連資料は予告なしに内容を変更することがあります。設計などには、必ず最新の資料をご使用ください。

## その他の資料

資料名	資料番号	
	和文	英文
SEMICONDUCTOR SELECTION GUIDE - Products and Packages -	X13769X	
半導体デバイス 実装マニュアル	注	
NEC半導体デバイスの品質水準	C11531J	C11531E
NEC半導体デバイスの信頼性品質管理	C10983J	C10983E
静電気放電 (ESD) 破壊対策ガイド	C11892J	C11892E
半導体 品質 / 信頼性ハンドブック	C12769J	-
マイクロコンピュータ関連製品ガイド 社外メーカ編	U11416J	-

注 「半導体デバイス実装マニュアル」のホーム・ページ参照

和文：<http://www.necel.com/pkg/ja/jissou/index.html>

英文：<http://www.necel.com/pkg/en/mount/index.html>

注意 上記関連資料は予告なしに内容を変更することがあります。設計などには、必ず最新の資料をご使用ください。

# 目 次

## 第1章 概 説 ... 22

- 1.1 特 徴 ... 22
- 1.2 応用分野 ... 22
- 1.3 オータ情報 ... 22
- 1.4 端子接続図 (Top View) ... 23
- 1.5 78K/0Sシリーズの展開 ... 24
- 1.6 ブロック図 ... 27
- 1.7 機能概要 ... 28

## 第2章 端子機能 ... 29

- 2.1 端子機能一覧 ... 29
- 2.2 端子機能の説明 ... 31
  - 2.2.1 P00-P07 (Port0) ... 31
  - 2.2.2 P20-P27 (Port2) ... 31
  - 2.2.3 P40-P47 (Port4) ... 32
  - 2.2.4  $\overline{\text{RESET}}$  ... 32
  - 2.2.5 X1, X2 ... 32
  - 2.2.6  $V_{DD}$  ... 32
  - 2.2.7  $V_{SS}$  ... 32
  - 2.2.8  $V_{PP}$  ( $\mu\text{PD78F9088}$ のみ) ... 32
  - 2.2.9 IC (マスクROM製品のみ) ... 33
- 2.3 端子の入出力回路と未使用端子の処理 ... 34

## 第3章 CPUアーキテクチャ ... 36

- 3.1 メモリ空間 ... 36
  - 3.1.1 内部プログラム・メモリ空間 ... 39
  - 3.1.2 内部データ・メモリ (内部高速RAM, 内部低速RAM) 空間 ... 39
  - 3.1.3 特殊機能レジスタ (SFR : Special Function Register) 領域 ... 40
  - 3.1.4 データ・メモリ・アドレッシング ... 40
- 3.2 プロセッサ・レジスタ ... 43
  - 3.2.1 制御レジスタ ... 43
  - 3.2.2 汎用レジスタ ... 46
  - 3.2.3 特殊機能レジスタ (SFR) ... 47

- 3.3 命令アドレスのアドレッシング ... 50
  - 3.3.1 レラティブ・アドレッシング ... 50
  - 3.3.2 イミューディエト・アドレッシング ... 51
  - 3.3.3 テーブル・インダイレクト・アドレッシング ... 52
  - 3.3.4 レジスタ・アドレッシング ... 52
- 3.4 オペランド・アドレスのアドレッシング ... 53
  - 3.4.1 ダイレクト・アドレッシング ... 53
  - 3.4.2 ショート・ダイレクト・アドレッシング ... 54
  - 3.4.3 特殊機能レジスタ (SFR) アドレッシング ... 55
  - 3.4.4 レジスタ・アドレッシング ... 56
  - 3.4.5 レジスタ・インダイレクト・アドレッシング ... 57
  - 3.4.6 ベースト・アドレッシング ... 58
  - 3.4.7 スタック・アドレッシング ... 58

## 第4章 ポート機能 ... 59

- 4.1 ポートの機能 ... 59
- 4.2 ポートの構成 ... 60
  - 4.2.1 ポート0 ... 60
  - 4.2.2 ポート2 ... 61
  - 4.2.3 ポート4 ... 66
- 4.3 ポート機能を制御するレジスタ ... 68
- 4.4 ポート機能の動作 ... 70
  - 4.4.1 入出力ポートへの書き込み ... 70
  - 4.4.2 入出力ポートからの読み出し ... 70
  - 4.4.3 入出力ポートでの演算 ... 70

## 第5章 クロック発生回路 ... 71

- 5.1 クロック発生回路の機能 ... 71
- 5.2 クロック発生回路の構成 ... 71
- 5.3 クロック発生回路を制御するレジスタ ... 73
- 5.4 システム・クロック発振回路 ... 75
  - 5.4.1 システム・クロック発振回路 ... 75
  - 5.4.2 発振子の接続の悪い例 ... 76
  - 5.4.3 分周回路 ... 77
- 5.5 クロック発生回路の動作 ... 78
- 5.6 CPUクロックの設定の変更 ... 79
  - 5.6.1 CPUクロックの切り替えに要する時間 ... 79
  - 5.6.2 CPUクロックの切り替え例 ... 79

## 第6章 16ビット・タイマ20 ... 80

- 6.1 16ビット・タイマ20の機能 ... 80
- 6.2 16ビット・タイマ20の構成 ... 81
- 6.3 16ビット・タイマ20を制御するレジスタ ... 83
- 6.4 16ビット・タイマ20の動作 ... 85
  - 6.4.1 タイマ割り込みとしての動作 ... 85
  - 6.4.2 キャプチャ動作 ... 87
  - 6.4.3 16ビット・タイマ・カウンタ20の読み出し ... 88
- 6.5 16ビット・タイマ20の注意事項 ... 89
  - 6.5.1 16ビット・コンペア・レジスタ20を書き換える際の制限事項 ... 89

## 第7章 8ビット・タイマ50, 60 ... 91

- 7.1 8ビット・タイマ50, 60の機能 ... 91
- 7.2 8ビット・タイマ50, 60の構成 ... 92
- 7.3 8ビット・タイマ50, 60を制御するレジスタ ... 98
- 7.4 8ビット・タイマ50, 60の動作 ... 104
  - 7.4.1 8ビット・タイマ・カウンタ・モードとしての動作 ... 104
  - 7.4.2 16ビット・タイマ・カウンタ・モードとしての動作 ... 111
  - 7.4.3 キャリア・ジェネレータとしての動作 ... 116
  - 7.4.4 PWM出力モードとしての動作 (タイマ60のみ) ... 120
- 7.5 8ビット・タイマ50, 60の注意事項 ... 122

## 第8章 8ビット・タイマ80 ... 123

- 8.1 8ビット・タイマ80の機能 ... 123
- 8.2 8ビット・タイマ80の構成 ... 123
- 8.3 8ビット・タイマ80を制御するレジスタ ... 125
- 8.4 8ビット・タイマ80の動作 ... 126
  - 8.4.1 インターバル・タイマとしての動作 ... 126
- 8.5 8ビット・タイマ80の注意事項 ... 128

## 第9章 ウォッチドッグ・タイマ ... 129

- 9.1 ウォッチドッグ・タイマの機能 ... 129
- 9.2 ウォッチドッグ・タイマの構成 ... 130
- 9.3 ウォッチドッグ・タイマを制御するレジスタ ... 131
- 9.4 ウォッチドッグ・タイマの動作 ... 133
  - 9.4.1 ウォッチドッグ・タイマとしての動作 ... 133

9.4.2 インターバル・タイマとしての動作 ... 134

## 第10章 シリアル・インタフェース20 ... 135

- 10.1 シリアル・インタフェース20の機能 ... 135
- 10.2 シリアル・インタフェース20の構成 ... 135
- 10.3 シリアル・インタフェース20を制御するレジスタ ... 139
- 10.4 シリアル・インタフェース20の動作 ... 148
  - 10.4.1 動作停止モード ... 148
  - 10.4.2 アシクロナス・シリアル・インタフェース (UART) モード ... 150
  - 10.4.3 3線式シリアルI/Oモード ... 164

## 第11章 パワーオン・クリア回路 ... 172

- 11.1 パワーオン・クリア回路の機能 ... 172
- 11.2 パワーオン・クリア回路の構成 ... 172
- 11.3 パワーオン・クリア回路を制御するレジスタ ... 173
- 11.4 パワーオン・クリア回路の動作 ... 174

## 第12章 低電圧検出回路 ... 175

- 12.1 低電圧検出回路の機能 ... 175
- 12.2 低電圧検出回路の構成 ... 175
- 12.3 低電圧検出回路を制御するレジスタ ... 176
- 12.4 低電圧検出回路の動作 ... 176

## 第13章 割り込み機能 ... 178

- 13.1 割り込み機能の種類 ... 178
- 13.2 割り込み要因と構成 ... 178
- 13.3 割り込み機能を制御するレジスタ ... 181
- 13.4 割り込み処理動作 ... 187
  - 13.4.1 ノンマスクابل割り込み要求の受け付け動作 ... 187
  - 13.4.2 マスクابل割り込み要求の受け付け動作 ... 189
  - 13.4.3 多重割り込み処理 ... 191
  - 13.4.4 割り込み要求の保留 ... 192

<b>第14章</b>	<b>スタンバイ機能</b>	...	193
14.1	スタンバイ機能と構成	...	193
14.1.1	スタンバイ機能	...	193
14.1.2	スタンバイ機能を制御するレジスタ	...	194
14.2	スタンバイ機能の動作	...	195
14.2.1	HALTモード	...	195
14.2.2	STOPモード	...	197
<b>第15章</b>	<b>リセット機能</b>	...	199
<b>第16章</b>	<b>μPD78F9088</b>	...	203
16.1	フラッシュ・メモリの特徴	...	204
16.1.1	プログラミング環境	...	204
16.1.2	通信方式	...	205
16.1.3	オンボード上の端子処理	...	208
16.1.4	フラッシュ書き込み用アダプタ上の接続	...	211
<b>第17章</b>	<b>命令セットの概要</b>	...	213
17.1	オペレーション	...	213
17.1.1	オペランドの表現形式と記述方法	...	213
17.1.2	オペレーション欄の説明	...	214
17.1.3	フラグ動作欄の説明	...	214
17.2	オペレーション一覧	...	215
17.3	アドレッシング別命令一覧	...	221
<b>第18章</b>	<b>電気的特性</b>	...	224
<b>第19章</b>	<b>外形図</b>	...	238
<b>第20章</b>	<b>半田付け推奨条件</b>	...	239
<b>付録A</b>	<b>開発ツール</b>	...	241
A.1	ソフトウェア・パッケージ	...	243
A.2	言語処理用ソフトウェア	...	243
A.3	制御ソフトウェア	...	244

- A.4 フラッシュ・メモリ書き込み用ツール ... 244
- A.5 デバッグ用ツール(ハードウェア) ... 245
- A.6 デバッグ用ツール(ソフトウェア) ... 246

**付録B ターゲット・システム設計上の注意 ... 247**

**付録C レジスタ索引 ... 251**

- C.1 レジスタ索引(50音順) ... 251
- C.2 レジスタ索引(アルファベット順) ... 253

**付録D 改版履歴 ... 255**

- ★ D.1 本版で改訂された主な箇所 ... 255
- D.2 前版までの改版履歴 ... 256

## 図の目次 (1/4)

図番号	タイトル, ページ
2 - 1	端子の入出力回路一覧 ... 35
3 - 1	メモリ・マップ ( $\mu$ PD789086) ... 36
3 - 2	メモリ・マップ ( $\mu$ PD789088) ... 37
3 - 3	メモリ・マップ ( $\mu$ PD78F9088) ... 38
3 - 4	データ・メモリのアドレッシング ( $\mu$ PD789086) ... 40
3 - 5	データ・メモリのアドレッシング ( $\mu$ PD789088) ... 41
3 - 6	データ・メモリのアドレッシング ( $\mu$ PD78F9088) ... 42
3 - 7	プログラム・カウンタの構成 ... 43
3 - 8	プログラム・ステータス・ワードの構成 ... 43
3 - 9	スタック・ポインタの構成 ... 45
3 - 10	スタック・メモリへ退避されるデータ ... 45
3 - 11	スタック・メモリから復帰されるデータ ... 45
3 - 12	汎用レジスタの構成 ... 46
4 - 1	ポートの種類 ... 59
4 - 2	P00-P07のブロック図 ... 60
4 - 3	P20のブロック図 ... 61
4 - 4	P21のブロック図 ... 62
4 - 5	P22, P24のブロック図 ... 63
4 - 6	P23のブロック図 ... 64
4 - 7	P25-P27のブロック図 ... 65
4 - 8	P40-P45のブロック図 ... 66
4 - 9	P46, P47のブロック図 ... 67
4 - 10	ポート・モード・レジスタのフォーマット ... 68
4 - 11	プルアップ抵抗オプション・レジスタのフォーマット ... 69
5 - 1	クロック発生回路のブロック図 ... 72
5 - 2	プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタのフォーマット ... 73
5 - 3	クロック逡倍コントロール・レジスタのフォーマット ... 74
5 - 4	システム・クロック発振回路の外付け回路 ... 75
5 - 5	発振子の接続の悪い例 ... 76
5 - 6	CPUクロックの切り替え例 ... 79
6 - 1	16ビット・タイマ20のブロック図 ... 81
6 - 2	16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20のフォーマット ... 83
6 - 3	ポート・モード・レジスタ2のフォーマット ... 84
6 - 4	タイマ割り込み動作時の16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20の設定内容 ... 85
6 - 5	タイマ割り込み動作のタイミング ... 86

## 図の目次 (2/4)

図番号	タイトル, ページ
6-6	キャプチャ動作時の16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20の設定内容 ... 87
6-7	キャプチャ動作のタイミング (CPT20端子の両エッジ指定時) ... 87
6-8	16ビット・タイマ・カウンタ20の読み出しのタイミング ... 88
7-1	タイマ50のブロック図 ... 93
7-2	タイマ60のブロック図 ... 94
7-3	出力制御回路 (タイマ60) のブロック図 ... 95
7-4	8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ50のフォーマット ... 99
7-5	TM50ソース・クロック・コントロール・レジスタのフォーマット ... 100
7-6	8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ60のフォーマット ... 101
7-7	キャリア・ジェネレータ出力コントロール・レジスタ60のフォーマット ... 102
7-8	REM信号コントロール・レジスタのフォーマット ... 103
7-9	ポート・モード・レジスタ2のフォーマット ... 103
7-10	8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (基本動作) ... 106
7-11	8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (CRn0 = 00H設定時) ... 106
7-12	8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (CRn0 = FFH設定時) ... 107
7-13	8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (CRn0 = N M (N < M) 変更時) ... 107
7-14	8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (CRn0 = N M (N > M) 変更時) ... 108
7-15	8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (タイマ50のカウント・クロックにタイマ60一致信号選択時) ... 108
7-16	8ビット分解能の方形波出力のタイミング ... 110
7-17	16ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング ... 113
7-18	16ビット分解能の方形波出力のタイミング ... 115
7-19	キャリア・ジェネレータの動作タイミング (CR60 = N, CRH60 = M (M > N) 設定時) ... 117
7-20	キャリア・ジェネレータの動作タイミング (CR60 = N, CRH60 = M (M < N) 設定時) ... 118
7-21	キャリア・ジェネレータの動作タイミング (CR60 = CRH60 = N設定時) ... 119
7-22	PWM出力モードのタイミング (基本動作) ... 121
7-23	PWM出力モードのタイミング (CR60, CRH60を書き換えた場合) ... 121
7-24	8ビット・タイマ・カウンタのスタート・タイミング ... 122
7-25	1パルスのカウント動作時のタイミング (8ビット分解能時) ... 122
8-1	8ビット・タイマ80のブロック図 ... 124
8-2	8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80のフォーマット ... 125
8-3	インターバル・タイマ動作のタイミング ... 127
8-4	8ビット・タイマ・カウンタのスタート・タイミング ... 128
8-5	1パルスのカウント動作時のタイミング ... 128
9-1	ウォッチドッグ・タイマのブロック図 ... 130
9-2	タイマ・クロック選択レジスタ2のフォーマット ... 131

## 図の目次 (3/4)

図番号	タイトル, ページ
9 - 3	ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタのフォーマット ... 132
10 - 1	シリアル・インタフェース20のブロック図 ... 136
10 - 2	ポー・レート・ジェネレータ20のブロック図 ... 137
10 - 3	シリアル動作モード・レジスタ20のフォーマット ... 140
10 - 4	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20のフォーマット ... 141
10 - 5	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20のフォーマット ... 143
10 - 6	ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20のフォーマット ... 144
10 - 7	アシンクロナス・シリアル・インタフェースの送受信データのフォーマット ... 157
10 - 8	アシンクロナス・シリアル・インタフェース送信完了割り込みタイミング ... 159
10 - 9	アシンクロナス・シリアル・インタフェース受信完了割り込みタイミング ... 160
10 - 10	受信エラー・タイミング ... 161
10 - 11	3線式シリアルI/Oモードのタイミング ... 167
11 - 1	パワーオン・クリア回路のブロック図 ... 172
11 - 2	パワーオン・クリア・レジスタ10のフォーマット ... 173
11 - 3	POC回路の内部リセット信号発生のタイミング ... 174
12 - 1	低電圧検出回路のブロック図 ... 175
12 - 2	低電圧検出レジスタ10のフォーマット ... 176
12 - 3	電源電圧の遷移と検出電圧 ... 177
13 - 1	割り込み機能の基本構成 ... 180
13 - 2	割り込み要求フラグ・レジスタのフォーマット ... 182
13 - 3	割り込みマスク・フラグ・レジスタのフォーマット ... 183
13 - 4	外部割り込みモード・レジスタ0のフォーマット ... 184
13 - 5	プログラム・ステータス・ワードの構成 ... 185
13 - 6	キー・リターン・モード・レジスタ0のフォーマット ... 186
13 - 7	キー・リターン信号検出回路のブロック図 ... 186
13 - 8	ノンマスクابل割り込み要求発生から受け付けまでのフロー・チャート ... 188
13 - 9	ノンマスクابل割り込み要求の受け付けタイミング ... 188
13 - 10	ノンマスクابل割り込み要求の受け付け動作 ... 188
13 - 11	割り込み要求受け付け処理アルゴリズム ... 189
13 - 12	割り込み要求の受け付けタイミング (MOV A, rの例) ... 190
13 - 13	割り込み要求の受け付けタイミング (命令実行中の最終クロックで割り込み要求フラグが発生したとき) ... 190
13 - 14	多重割り込みの例 ... 191

## 図の目次 (4/4)

図番号	タイトル, ページ
14 - 1	発振安定時間選択レジスタのフォーマット ... 194
14 - 2	HALTモードの割り込み発生による解除 ... 196
14 - 3	HALTモードのRESET入力による解除 ... 196
14 - 4	STOPモードの割り込み発生による解除 ... 198
14 - 5	STOPモードのRESET入力による解除 ... 198
15 - 1	リセット機能のブロック図 ... 199
15 - 2	RESET入力によるリセット・タイミング ... 200
15 - 3	ウォッチドッグ・タイマのオーバフローによるリセット・タイミング ... 200
15 - 4	STOPモード中のRESET入力によるリセット・タイミング ... 200
15 - 5	パワーオン・クリアによるリセット・タイミング ... 201
16 - 1	フラッシュ・メモリにプログラムを書き込むための環境 ... 204
16 - 2	通信方式選択フォーマット ... 205
16 - 3	専用フラッシュ・ライタとの接続例 ... 206
16 - 4	V <sub>PP</sub> 端子の接続例 ... 208
16 - 5	信号の衝突 (シリアル・インタフェースの入力端子) ... 209
16 - 6	ほかのデバイスの異常動作 ... 209
16 - 7	信号の衝突 (RESET端子) ... 210
16 - 8	3線式シリアルI/O方式でのフラッシュ書き込み用アダプタ配線例 ... 211
16 - 9	UART方式でのフラッシュ書き込み用アダプタ配線例 ... 212
A - 1	開発ツール構成 ... 242
B - 1	インサーキット・エミュレータからフレキシブル基板までの距離 (NP-36GSの場合) ... 247
B - 2	ターゲット・システムの接続条件 (NP-H36GSの場合) ... 248
B - 3	インサーキット・エミュレータから変換アダプタまでの距離 (NP-30MCの場合) ... 249
B - 4	ターゲット・システムの接続条件 (NP-30MCの場合) ... 250

## 表の目次 (1/2)

表番号	タイトル, ページ
2 - 1	各端子の入出力回路タイプと未使用端子の処理 ... 34
3 - 1	内部ROM容量 ... 39
3 - 2	ベクタ・テーブル ... 39
3 - 3	内部高速RAM, 内部低速RAM容量 ... 40
3 - 4	特殊機能レジスタ一覧 ... 48
4 - 1	ポートの機能 ... 59
4 - 2	ポートの構成 ... 60
4 - 3	兼用機能使用時のポート・モード・レジスタ, 出力ラッチの設定 ... 69
5 - 1	クロック発生回路の構成 ... 71
5 - 2	CPUクロックの切り替えに要する最大時間 ... 79
6 - 1	16ビット・タイマ20の構成 ... 81
6 - 2	16ビット・タイマ20のインターバル時間 ... 85
6 - 3	キャプチャ・エッジの設定内容 ... 87
7 - 1	モード一覧 ... 91
7 - 2	8ビット・タイマ50, 60の構成 ... 92
7 - 3	タイマ50のインターバル時間 ... 105
7 - 4	タイマ60のインターバル時間 ... 105
7 - 5	タイマ60の方形波出力範囲 ... 109
7 - 6	16ビット分解能のインターバル時間 ... 112
7 - 7	16ビット分解能の方形波出力範囲 ... 114
8 - 1	8ビット・タイマ80のインターバル時間 ... 123
8 - 2	8ビット・タイマ80の構成 ... 123
8 - 3	8ビット・タイマ80のインターバル時間 ... 126
9 - 1	ウォッチドッグ・タイマの暴走検出時間 ... 129
9 - 2	インターバル時間 ... 129
9 - 3	ウォッチドッグ・タイマの構成 ... 130
9 - 4	ウォッチドッグ・タイマの暴走検出時間 ... 133
9 - 5	インターバル・タイマのインターバル時間 ... 134
10 - 1	シリアル・インタフェース20の構成 ... 135
10 - 2	シリアル・インタフェース20の動作モードの設定一覧 ... 142
10 - 3	システム・クロックとボー・レートの関係例 ... 145

## 表の目次 (2/2)

表番号	タイトル, ページ
10 - 4	タイマ60方形波出力周波数とポー・レートの関係 (BRGC20 = 70H設定時) ... 146
10 - 5	ASCK20端子入力周波数とポー・レートの関係 (BRGC20 = 80H設定時) ... 147
10 - 6	システム・クロックとポー・レートの関係例 ... 155
10 - 7	タイマ60方形波出力周波数とポー・レートの関係 (BRGC20 = 70H設定時) ... 155
10 - 8	ASCK20端子入力周波数とポー・レートの関係 (BRGC20 = 80H設定時) ... 156
10 - 9	受信エラーの要因 ... 161
13 - 1	割り込み要因一覧 ... 179
13 - 2	割り込み要求信号名に対する各種フラグ ... 181
13 - 3	マスカブル割り込み要求発生から処理までの時間 ... 189
14 - 1	HALTモード時の動作状態 ... 195
14 - 2	HALTモードの解除後の動作 ... 196
14 - 3	STOPモード時の動作状態 ... 197
14 - 4	STOPモードの解除後の動作 ... 198
15 - 1	各ハードウェアのリセット後の状態 ... 202
16 - 1	μPD78F9088とマスクROM製品の違い ... 203
16 - 2	通信方式一覧 ... 205
16 - 3	端子接続一覧 ... 207
17 - 1	オペランドの表現形式と記述方法 ... 213
20 - 1	表面実装タイプの半田付け条件 ... 239

# 第1章 概 説

## 1.1 特 徴

ROM, RAM容量

項 目 品 名	プログラム・メモリ (ROM)		データ・メモリ	
			内部高速RAM	内部低速RAM
$\mu$ PD789086	マスクROM	16 Kバイト	256バイト	128バイト
$\mu$ PD789088		32 Kバイト	320バイト	256バイト
$\mu$ PD78F9088	フラッシュ・メモリ	32 Kバイト		

高速 (0.4  $\mu$ s) , 中速 (0.8  $\mu$ s) , 低速 (1.6  $\mu$ s) に最小命令実行時間を変更可能  
(システム・クロック5.0 MHz動作,  $V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$  V時)

I/Oポート : 24本

シリアル・インタフェース : 1チャンネル

3線式シリアルI/Oモード/UARTモード選択可能

タイマ : 5チャンネル

・16ビット・タイマ : 1チャンネル

・8ビット・タイマ : 3チャンネル

・ウォッチドッグ・タイマ : 1チャンネル

キー・リターン信号検出回路内蔵

パワーオン・クリア, 低電圧検出回路内蔵

電源電圧 :  $V_{DD} = 1.8 \sim 5.5$  V

## 1.2 応用分野

プリセット・リモコン, 小型家電, ゲーム機など

## ★ 1.3 オータ情報

オーダ名称	パッケージ	内部ROM
$\mu$ PD789086MC-xxx-5A4	30ピン・プラスチックSSOP (7.62 mm (300) )	マスクROM
$\mu$ PD789088MC-xxx-5A4	"	"
$\mu$ PD78F9088M1MC-5A4	"	フラッシュ・メモリ
$\mu$ PD789086MC-xxx-5A4-A	"	マスクROM
$\mu$ PD789088MC-xxx-5A4-A	"	"
$\mu$ PD78F9088M1MC-5A4-A	"	フラッシュ・メモリ

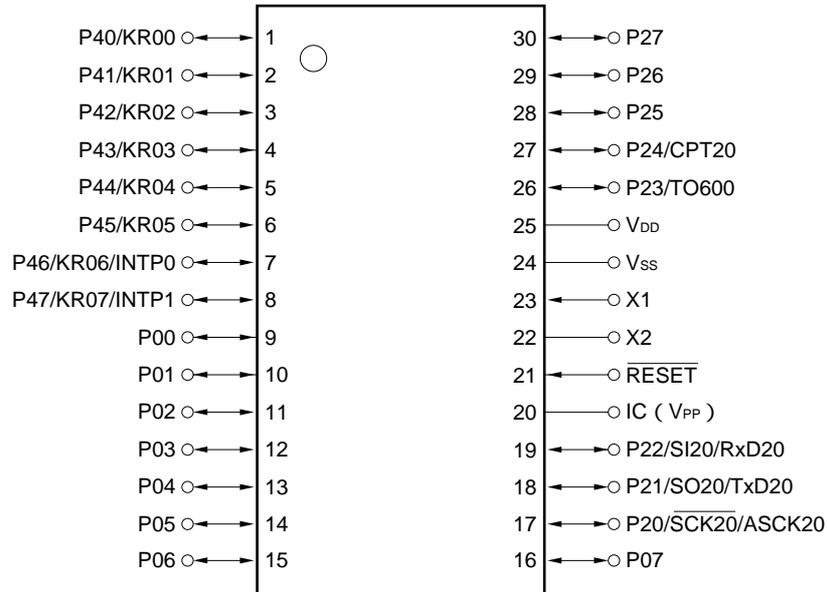
備考1. オーダ名称末尾「-A」の製品は, 鉛フリー製品です。

2. xxxはROMコード番号です。

## 1.4 端子接続図 (Top View)

30ピン・プラスチックSSOP (7.62 mm (300))

- ★  $\mu$  PD789086MC- x x x -5A4                       $\mu$  PD789086MC- x x x -5A4-A
- ★  $\mu$  PD789088MC- x x x -5A4                       $\mu$  PD789088MC- x x x -5A4-A
- ★  $\mu$  PD78F9088M1MC-5A4                           $\mu$  PD78F9088M1MC-5A4-A



**注意** IC ( Internally Connected ) 端子はV<sub>SS</sub>に直接接続してください。

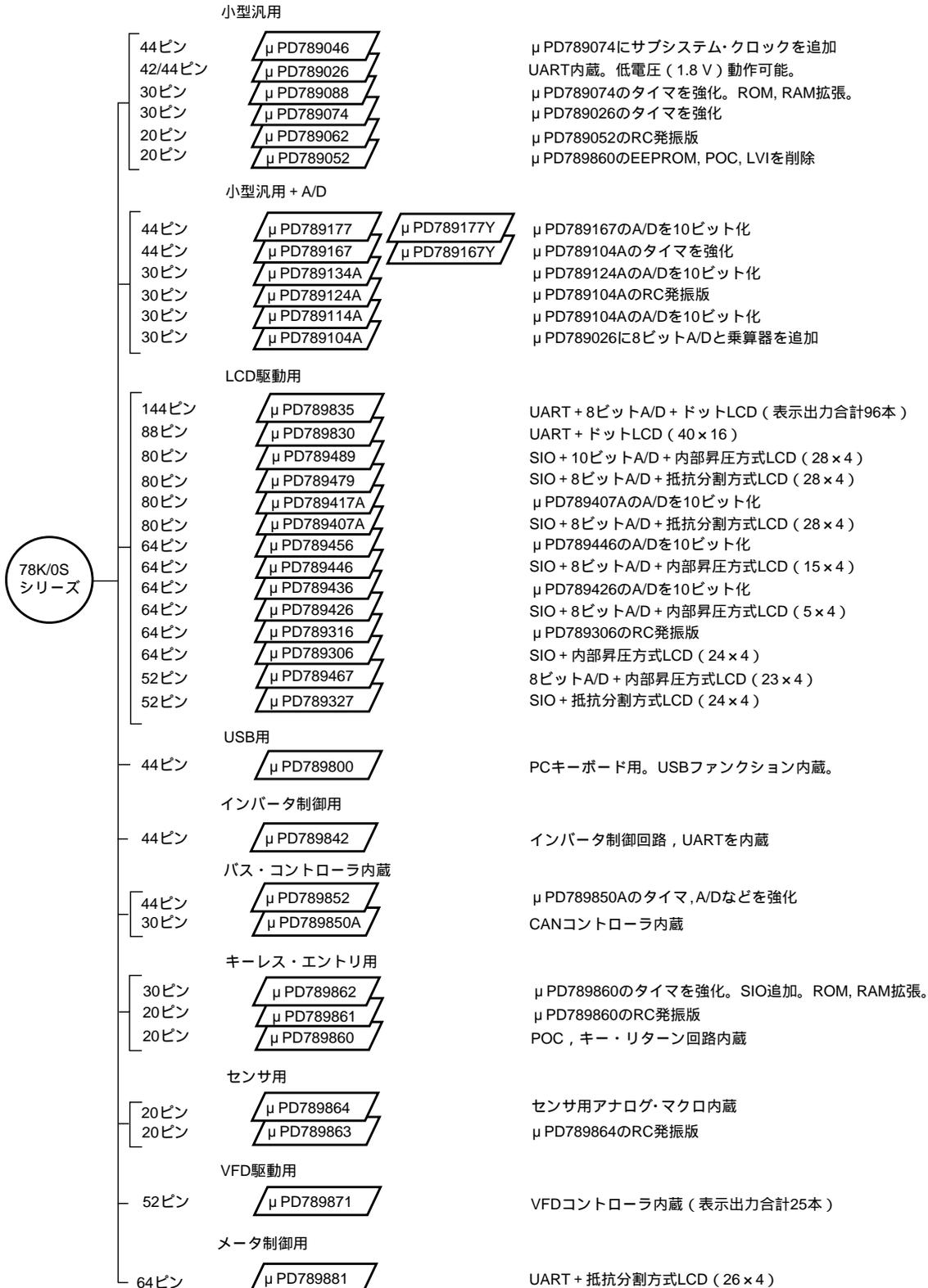
**備考** ( ) 内は,  $\mu$  PD78F9088のとき

ASCK20	: Asynchronous Serial Input	RxD20	: Receive Data
CPT20	: Capture Trigger Input	$\overline{\text{SCK20}}$	: Serial Clock Input/Output
IC	: Internally Connected	SI20	: Serial Data Input
INTP0, INTP1	: External Interrupt Input	SO20	: Serial Data Output
KR00-KR07	: Key Return	TO600	: Timer Output
P00-P07	: Port0	TxD20	: Transmit Data
P20-P27	: Port2	V <sub>DD</sub>	: Power Supply
P40-P47	: Port4	V <sub>PP</sub>	: Programming Power Supply
$\overline{\text{RESET}}$	: Reset	V <sub>SS</sub>	: Ground
		X1, X2	: Crystal 1, 2

## ★ 1.5 78K/0Sシリーズの展開

78K/0Sシリーズの製品展開を次に示します。枠内はサブシリーズ名称です。

 量産中の製品  開発中の製品  
YサブシリーズはSMB対応の製品です。



**備考** 蛍光表示管の一般的な英語名称はVFD（Vacuum Fluorescent Display）ですが、ドキュメントによってはFIP®（Fluorescent Indicator Panel）と記述しているものがあります。VFDとFIPは同等の機能です。

各サブシリーズ間の主な機能の違いを次に示します。

汎用，LCD駆動用シリーズ

サブシリーズ名	機 能	ROM容量 (バイト)	タイマ				8-bit	10-bit	シリアル・ インタフェース	I/O	V <sub>DD</sub>	備考
			8-bit	16-bit	時計	WDT	A/D	A/D			最小値	
小型 汎用	μPD789046	16 K	1 ch	1 ch	1 ch	1 ch	-	-	1 ch (UART : 1ch)	34本	1.8 V	-
	μPD789026	4 K-16 K										
	μPD789088	16 K-32 K	3 ch							24本		
	μPD789074	2 K-8 K	1 ch									
	μPD789062	4 K	2 ch	-					-	14本		RC発振版
	μPD789052											-
小型 汎用 + A/D	μPD789177	16 K-24 K	3 ch	1 ch	1 ch	1ch	-	8 ch	1 ch (UART : 1ch)	31本	1.8 V	-
	μPD789167						8 ch	-				
	μPD789134A	2 K-8 K	1 ch				-	4 ch		20本		RC発振版
	μPD789124A						4 ch	-				
	μPD789114A						-	4 ch				-
	μPD789104A						4 ch	-				
LCD 駆動用	μPD789835	24 K-60 K	6 ch	-	1 ch	1 ch	3 ch	-	1 ch (UART : 1ch)	37本	1.8 V <sup>注</sup>	ドットLCD
	μPD789830	24 K	1 ch	1 ch			-			30本	2.7 V	対応
	μPD789489	32 K-48 K	3 ch					8 ch	2 ch (UART : 1ch)	45本	1.8 V	-
	μPD789479	24 K-48 K					8 ch	-				
	μPD789417A	12 K-24 K					-	7 ch	1 ch (UART : 1ch)	43本		
	μPD789407A						7 ch	-				
	μPD789456	12 K-16 K	2 ch				-	6 ch		30本		
	μPD789446						6 ch	-				
	μPD789436						-	6 ch		40本		
	μPD789426						6 ch	-				
	μPD789316	8 K-16 K					-		2 ch (UART : 1ch)	23本		RC発振版
	μPD789306											-
	μPD789467	4 K-24 K		-			1 ch		-	18本		
	μPD789327						-		1 ch	21本		

注 フラッシュ・メモリ版 : 3.0 V

ASSP用シリーズ

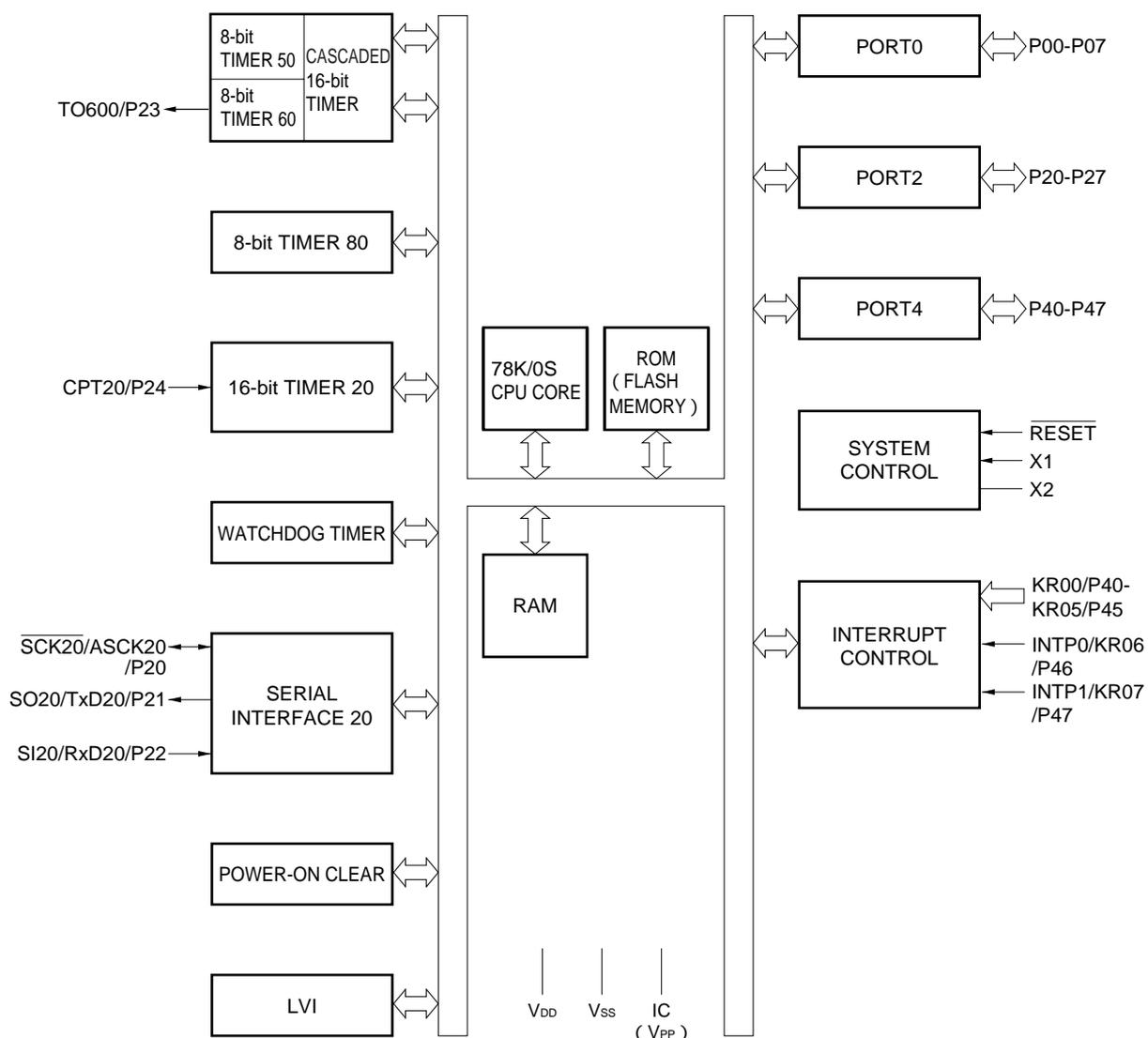
機能 サブシリーズ名	ROM容量 (バイト)	タイマ				8-bit	10-bit	シリアル・ インタフェース	I/O	V <sub>DD</sub>	備考		
		8-bit	16-bit	時計	WDT	A/D	A/D			最小値			
USB用 μPD789800	8K	2 ch	-	-	1 ch	-	-	2 ch ( USB : 1 ch )	31本	4.0 V	-		
インバー タ制御用 μPD789842	8 K-16 K	3 ch	注1	1 ch	1 ch	8 ch	-	1 ch ( UART : 1ch )	30本	4.0 V	-		
バス・コント ローラ内蔵 μPD789852 μPD789850A	24 K-32 K	3 ch	1 ch	-	1 ch	-	8ch	3 ch ( UART : 2ch )	31本	4.0 V	-		
	16 K	1 ch				4 ch	-	2 ch ( UART : 1ch )				18本	
キーレス ・エント リ用 μPD789861 μPD789860 μPD789862	4 K	2 ch	-	-	1 ch	-	-	-	14本	1.8 V	RC発振版， EEPROM内蔵		
	16 K	1 ch						2 ch			1 ch ( UART : 1ch )	22本	EEPROM内蔵
		1 ch						注2			-	1 ch	-
センサ 用 μPD789864 μPD789863	4 K	1 ch	注2	-	1 ch	-	4 ch	-	5本	1.9 V	RC発振版， EEPROM内蔵		
VFD 駆動用 μPD789871	4 K-8 K	3 ch	-	1 ch	1 ch	-	-	1 ch	33本	2.7 V	-		
メータ 制御用 μPD789881	16 K	2 ch	1 ch	-	1 ch	-	-	1 ch ( UART : 1ch )	28本	2.7 V <sup>注3</sup>	-		

注1. 10ビット・タイマ：1チャンネル

2. 12ビット・タイマ：1チャンネル

3. フラッシュ・メモリ版：3.0 V

## 1.6 ブロック図



備考1. 内部ROM, RAM容量は製品によって異なります。

2. ( )内は,  $\mu$ PD78F9088のとき

## 1.7 機能概要

項 目		μ PD789086	μ PD789088	μ PD78F9088
内部メモリ	ROM	マスクROM		フラッシュ・メモリ
		16 Kバイト	32 Kバイト	
	高速RAM	256バイト	320バイト	
	低速RAM	128バイト	256バイト	
最小命令実行時間 (システム・クロック：5.0 MHz動作時)		0.4 μs (V <sub>DD</sub> = 2.7 ~ 5.5 V <sup>注1</sup> 時) 0.8 μs (V <sub>DD</sub> = 2.0 ~ 5.5 V <sup>注1, 2</sup> 時) 1.6 μs (V <sub>DD</sub> = 1.8 ~ 5.5 V <sup>注1, 2</sup> 時)		
システム・クロック逡倍機能		2逡倍回路 (動作電源電圧：2.0 ~ 3.6 V, ソフトウェアにて使用可否を選択)		
汎用レジスタ		8ビット×8レジスタ		
命令セット		<ul style="list-style-type: none"> <li>・16ビット演算</li> <li>・ビット操作 (セット, リセット, テスト) など</li> </ul>		
I/Oポート		CMOS入出力：24本		
シリアル・インタフェース		3線式シリアルI/Oモード / UARTモード選択可能：1チャンネル		
タイマ		<ul style="list-style-type: none"> <li>・16ビット・タイマ : 1チャンネル</li> <li>・8ビット・タイマ : 3チャンネル</li> <li>・ウォッチドッグ・タイマ : 1チャンネル</li> </ul>		
タイマ出力		1本		
パワーオン・クリア (POC) 回路		2.15 ± 0.15 Vでリセットを発生 (ソフトウェアにより使用可否を選択)		
低電圧検出 (LVI) 回路		1.5 ± 0.1 Vを検出		
ベクタ割り込み 要因	マスカブル	内部：8, 外部：3		
	ノンマスカブル	内部：1		
電源電圧		V <sub>DD</sub> = 1.8 ~ 5.5 V <sup>注1, 2</sup>		
動作周囲温度		T <sub>A</sub> = -40 ~ +85		
パッケージ		30ピン・プラスチックSSOP (7.62 mm (300))		

注1. クロック逡倍回路を使用する場合，動作電圧範囲は2.0 ~ 3.6 Vになります。

2. POC回路使用時は，POC電圧が最低動作電圧になります。

次にタイマの概要を示します。

		16ビット・ タイマ20	8ビット・ タイマ50	8ビット・ タイマ60	8ビット・ タイマ80	ウォッチド ッグ・タイマ
動作 モード	インターバル・タイマ	-	1チャンネル	1チャンネル	1チャンネル	1チャンネル <sup>注</sup>
	外部イベント・カウンタ	-	-	-	-	-
機能	タイマ出力	-	-	1出力	-	-
	PWM出力	-	-	1出力	-	-
	方形波出力	-	-	1出力	-	-
	キャリア・ジェネレータ 出力	-	1出力		-	-
	キャプチャ	1入力	-	-	-	-
	割り込み要求	1	1	1	1	1

注 ウォッチドッグ・タイマはウォッチドッグ・タイマとインターバル・タイマの機能がありますが，いずれか一方を選択して使用してください。

## 第2章 端子機能

### 2.1 端子機能一覧

#### (1) ポート端子

端子名称	入出力	機 能	リセット時	兼用端子
P00-P07	入出力	ポート0。 8ビット入出力ポート。 1ビット単位で入力/出力の指定可能。 入力ポートとして使用する場合、プルアップ抵抗オプション・レジスタB0 (PUB0) により、内蔵プルアップ抵抗を使用可能。	入力	-
P20	入出力	ポート2。 8ビット入出力ポート。 1ビット単位で入力/出力の指定可能。	入力	SCK20/ASCK20
P21				SO20/TxD20
P22				SI20/RxD20
P23				TO600
P24				CPT20
P25-P27				-
P40-P45	入出力	ポート4。 8ビット入出力ポート。 1ビット単位で入力/出力の指定可能。 入力ポートとして使用する場合、プルアップ抵抗オプション・レジスタB4 (PUB4) により、内蔵プルアップ抵抗を使用可能。	入力	KR00-KR05
P46				KR06/INTP0
P47				KR07/INTP1

## (2) ポート以外の端子

端子名称	入出力	機 能	リセット時	兼用端子
INTP0	入力	有効エッジ(立ち上がり, 立ち下がり, 立ち上がりおよび立ち下がりの両エッジ) 指定可能な外部割り込み要求入力	入力	P46/KR06
INTP1				P47/KR07
SI20	入力	シリアル・インタフェースのシリアル・データ入力	入力	P22/RxD20
SO20	出力	シリアル・インタフェースのシリアル・データ出力	入力	P21/TxD20
$\overline{\text{SCK20}}$	入出力	シリアル・インタフェースのシリアル・クロック入力/出力	入力	P20/ASCK20
ASCK20	入力	アシンクロナス・シリアル・インタフェース用シリアル・クロック入力	入力	P20/SCK20
RxD20	入力	アシンクロナス・シリアル・インタフェース用シリアル・データ入力	入力	P22/SI20
TxD20	出力	アシンクロナス・シリアル・インタフェース用シリアル・データ出力	入力	P21/SO20
TO600	出力	8ビット・タイマ60の出力	入力	P23
CPT20	入力	キャプチャ・エッジ入力	入力	P24
KR00-KR05	入力	キー・リターン信号検出	入力	P40-P45
KR06				P46/INTP0
KR07				P47/INTP1
X1	入力	システム・クロック発振用クリスタル接続	-	-
X2	-		-	-
$\overline{\text{RESET}}$	入力	システム・リセット入力	入力	-
V <sub>DD</sub>	-	正電源	-	-
V <sub>SS</sub>	-	グランド電位	-	-
IC	-	内部接続されています。V <sub>SS</sub> に直接接続してください。	-	-
V <sub>PP</sub>	-	フラッシュ・メモリ・プログラミング・モード設定。プログラム書き込み/ベリファイ時の高電圧印加。	-	-

## 2.2 端子機能の説明

### 2.2.1 P00-P07 (Port0)

8ビットの入出力ポートです。ポート・モード・レジスタ0 (PM0) により1ビット単位で入力ポートまたは出力ポートに指定できます。入力ポートとして使用する場合、プルアップ抵抗オプション・レジスタB0 (PUB0) により、1ビット単位で内蔵プルアップ抵抗を使用できます。

### 2.2.2 P20-P27 (Port2)

8ビット入出力ポートです。入出力ポートのほかにタイマの入出力、シリアル・インタフェースのデータ入出力機能があります。

1ビット単位で次のような動作モードを指定できます。

#### (1) ポート・モード

8ビットの入出力ポートとして機能します。ポート・モード・レジスタ2 (PM2) により、1ビット単位で入力ポートまたは出力ポートに指定できます。

#### (2) コントロール・モード

タイマの入出力、シリアル・インタフェースのデータ入出力、クロック入出力として機能します。

##### (a) TO600

8ビット・タイマ60のタイマ出力端子です。

##### (b) CPT20

16ビット・タイマ20のキャプチャ・エッジ入力端子です。

##### (c) SI20, SO20

シリアル・インタフェースのシリアル・データの入出力端子です。

##### (d) $\overline{SCK20}$

シリアル・インタフェースのシリアル・クロックの入出力端子です。

##### (e) RxD20, TxD20

アシンクロナス・シリアル・インタフェース用シリアル・データ入出力端子です。

##### (f) ASCK20

アシンクロナス・シリアル・インタフェース用シリアル・クロック入力端子です。

**注意** シリアル・インタフェースの端子として使用する場合は、その機能に応じて入出力および出力ラッチの設定が必要となります。設定方法については表10-2 シリアル・インタフェース20の動作モードの設定一覧を参照してください。

### 2.2.3 P40-P47 (Port4)

8ビットの入出力ポートです。入出力ポートのほかにキー・リターン信号検出機能，外部割り込み入力機能があります。

1ビット単位で次のような動作モードを指定できます。

#### (1) ポート・モード

入力ポートとして使用する場合，プルアップ抵抗オプション・レジスタB4 (PUB4) により，1ビット単位で内蔵プルアップ抵抗を使用できます。

#### (2) コントロール・モード

キー・リターン信号検出，外部割り込み入力として機能します。

##### (a) KR00-KR07

キー・リターン信号検出端子です。

##### (b) INTP0, INTP1

有効エッジ (立ち上がりエッジ，立ち下がりエッジ，立ち上がり立ち下がり両エッジ) 指定可能な外部割り込み入力端子です。

### 2.2.4 $\overline{\text{RESET}}$

ロウ・レベル・アクティブのシステム・リセット入力端子です。

### 2.2.5 X1, X2

システム・クロック発振用クリスタル振動子接続端子です。

外部クロックを供給するときは，X1に入力し，X2にその反転信号を入力してください。

### 2.2.6 V<sub>DD</sub>

正電源供給端子です。

### 2.2.7 V<sub>SS</sub>

グランド電位端子です。

### 2.2.8 V<sub>PP</sub> ( $\mu$ PD78F9088のみ)

フラッシュ・メモリ・プログラミング・モード設定およびプログラム書き込み/ベリファイ時の高電圧印加端子です。

次のどちらかの端子処理をしてください。

個別に10 k $\Omega$ のプルダウン抵抗を接続する

ボード上のジャンパで，プログラミング・モード時は専用フラッシュ・ライタに，通常動作モード時はV<sub>SS</sub>に直接接続するように切り替える

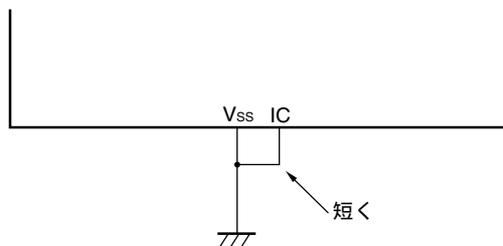
V<sub>PP</sub>端子とV<sub>SS</sub>端子間の配線の引き回しが長い場合や，V<sub>PP</sub>端子に外来ノイズが加わったときには，お客様のプログラムが正常に動作しないことがあります。

### 2.2.9 IC (マスクROM製品のみ)

IC ( Internally Connected ) 端子は、当社出荷時に $\mu$ PD789086, 789088を検査するためのテスト・モードに設定するための端子です。通常動作時には、IC端子をVssに直接接続し、その配線長を極力短くしてください。

IC端子とVss端子間の配線の引き回しが長い場合や、IC端子に外来ノイズが加わった場合などで、IC端子とVss端子間に電位差が生じたときには、お客様のプログラムが正常に動作しないことがあります。

IC端子をVss端子に直接接続してください。



## 2.3 端子の入出力回路と未使用端子の処理

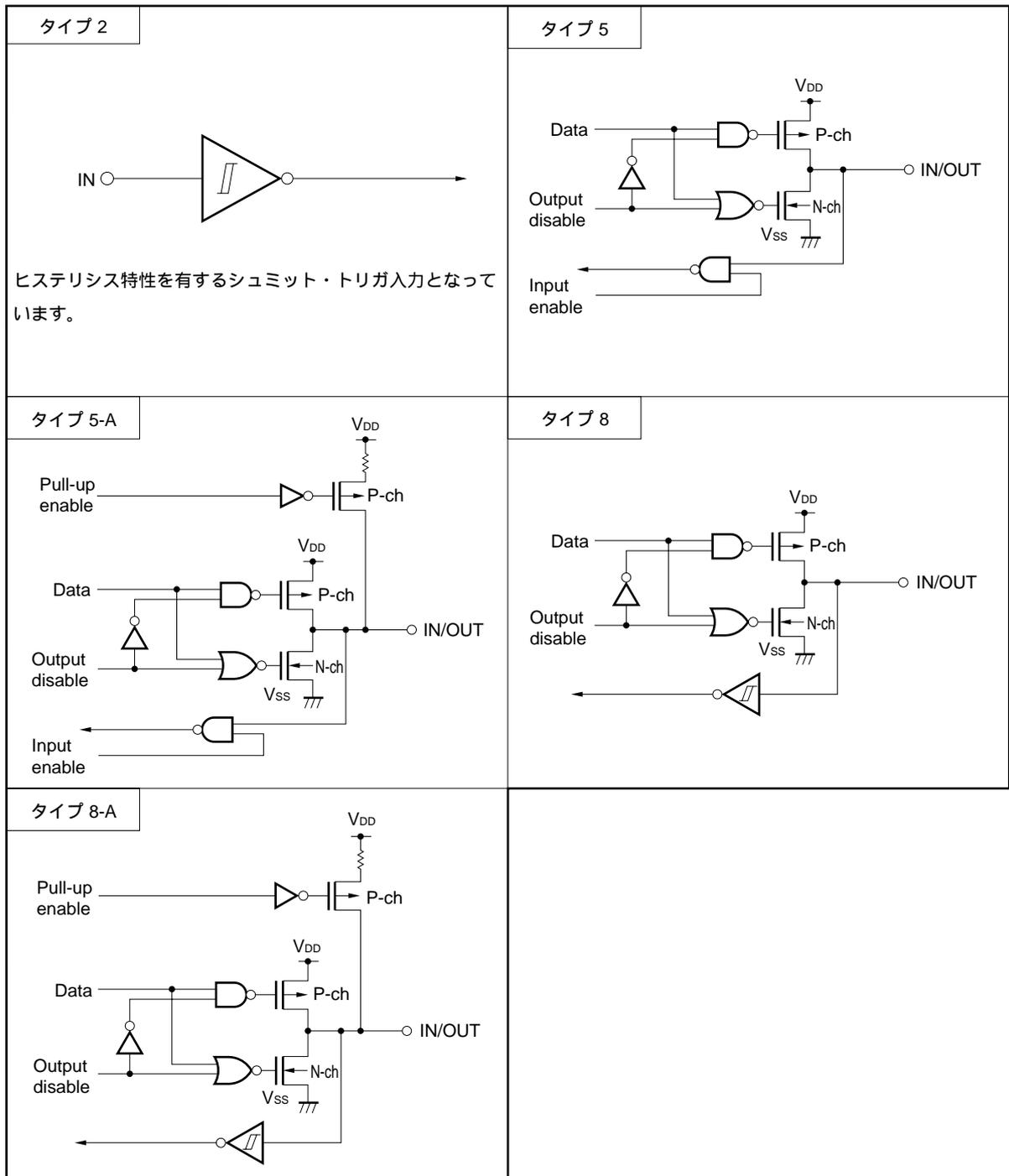
各端子の入出力回路タイプと、未使用端子の処理を表2 - 1に示します。

また、各タイプの入出力回路の構成は、図2 - 1を参照してください。

表2 - 1 各端子の入出力回路タイプと未使用端子の処理

端子名	入出力回路タイプ	入出力	未使用時の推奨接続方法
P00-P07	5-A	入出力	入力時：個別に抵抗を介して、V <sub>DD</sub> またはV <sub>SS</sub> に接続してください。 出力時：オープンにしてください。
P20/SCK20/ASCK20	8		
P21/SO20/TxD20	5		
P22/SI20/RxD20	8		
P23/TO600	5		
P24/CPT20	8		
P25-P27	5		
P40-P45	8-A		
P46/KR06/INTP0			
P47/KR07/INTP1			
RESET	2	入力	-
IC	-	-	V <sub>SS</sub> に直接接続してください。
V <sub>PP</sub>			個別に10 kΩのプルダウン抵抗を接続するか、V <sub>SS</sub> に直接接続してください。

図2 - 1 端子の入出力回路一覧



# 第3章 CPUアーキテクチャ

## 3.1 メモリ空間

μPD789088サブシリーズは、それぞれ64 Kバイトのメモリ空間をアクセスできます。図3 - 1から図3 - 3に、メモリ・マップを示します。

図3 - 1 メモリ・マップ (μPD789086)

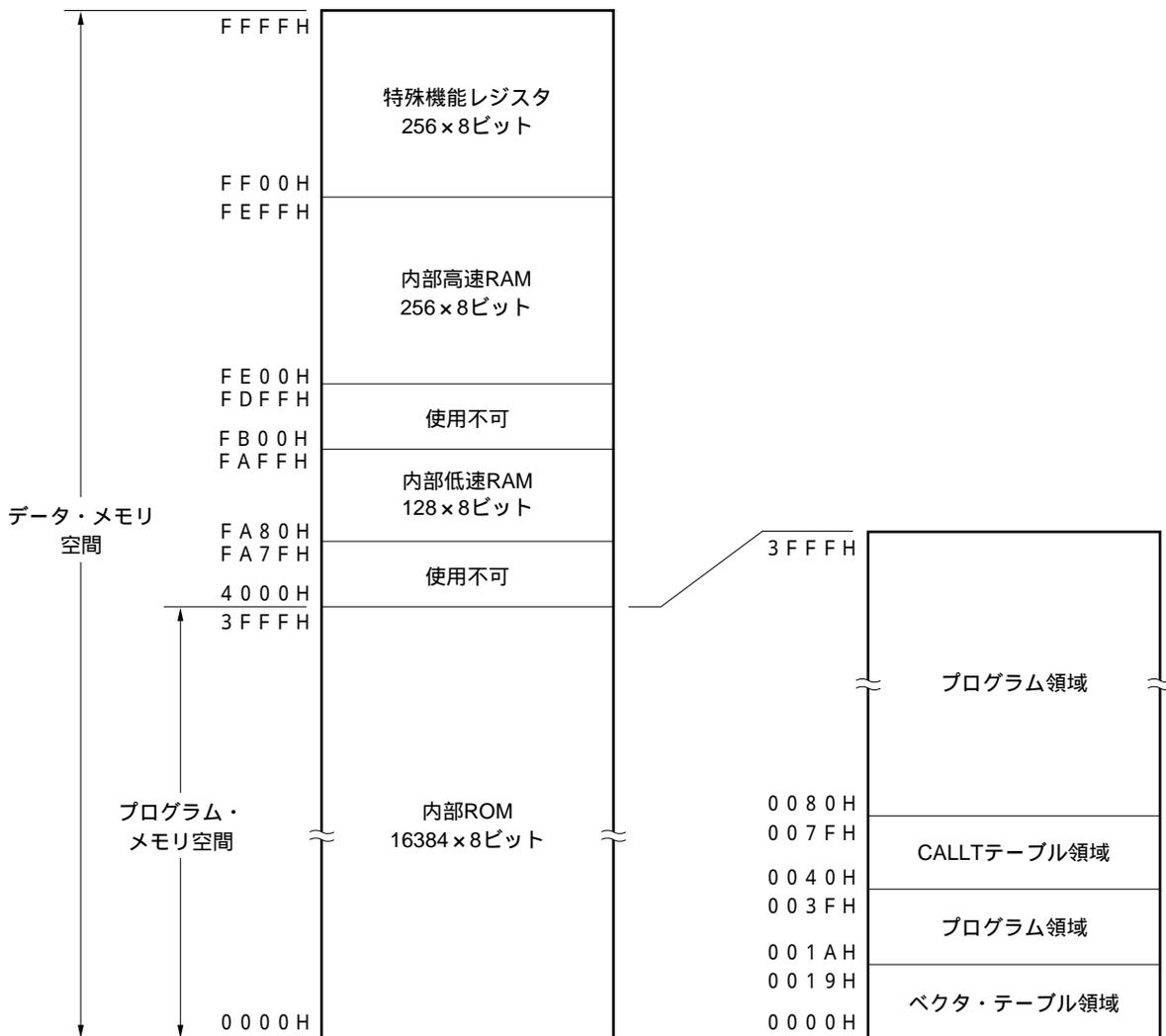


図3 - 2 メモリ・マップ (μ PD789088)

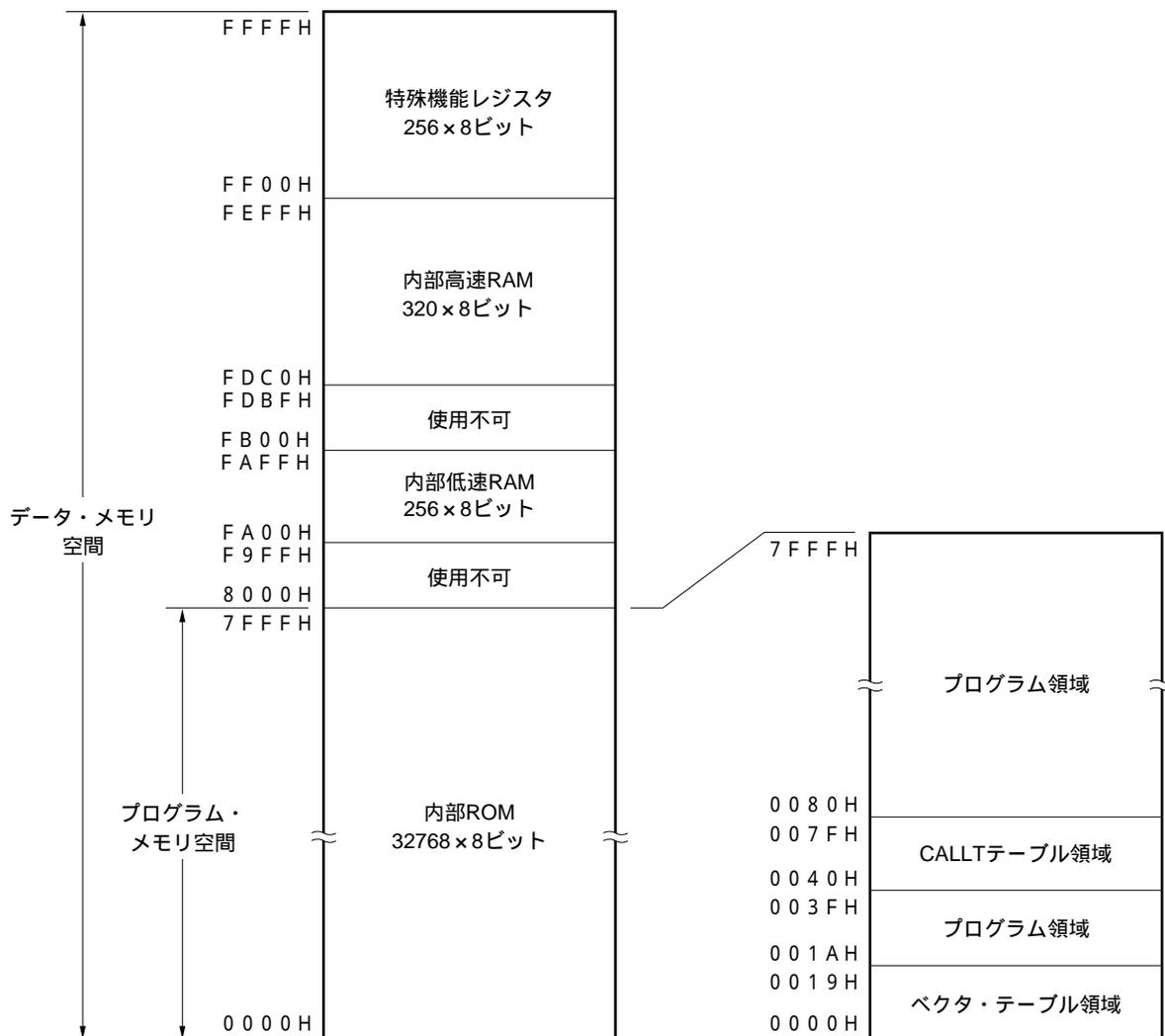
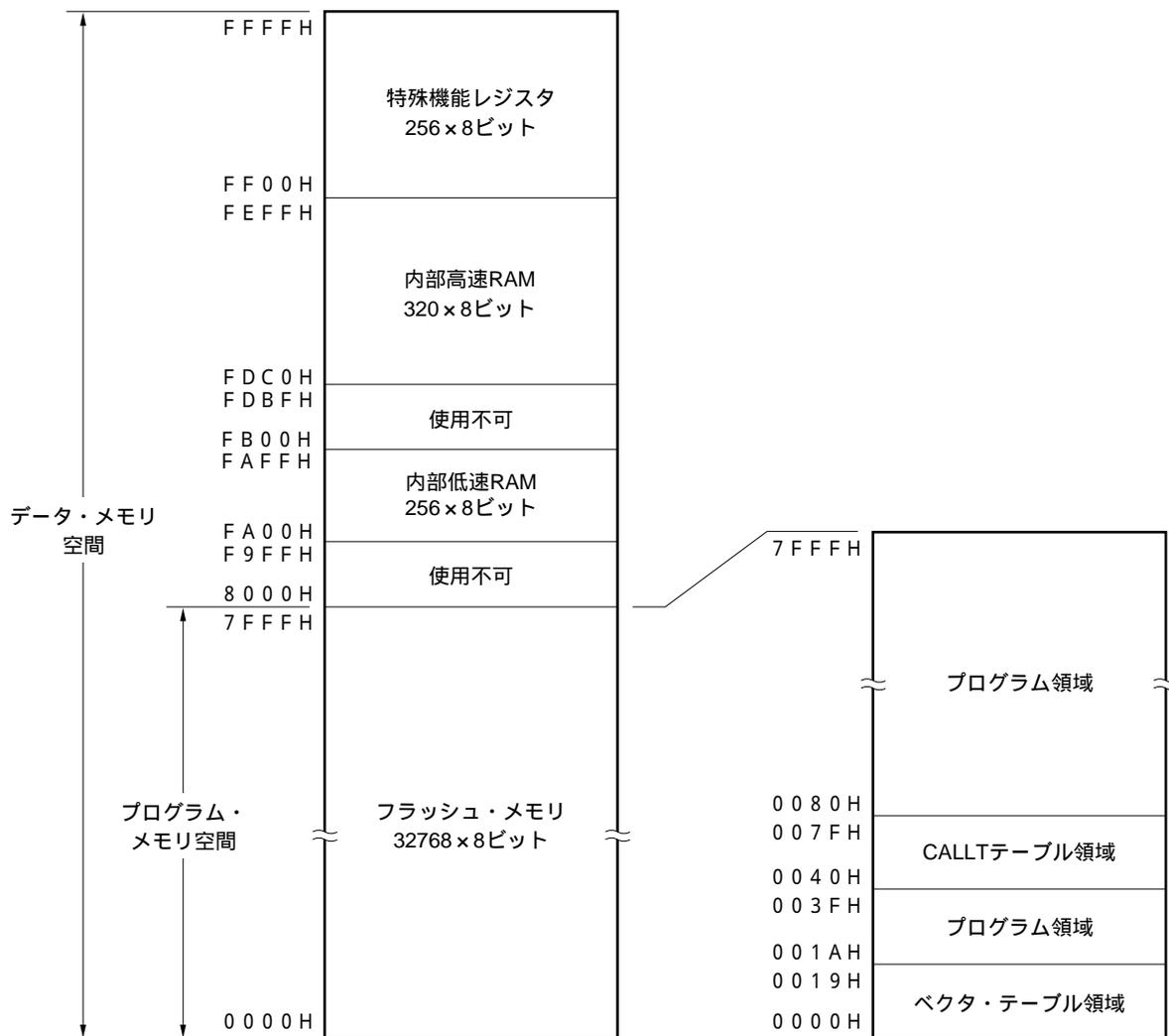


図3-3 メモリ・マップ (μ PD78F9088)



### 3.1.1 内部プログラム・メモリ空間

内部プログラム・メモリ空間には、プログラムおよびテーブル・データなどを格納します。通常、プログラム・カウンタ（PC）でアドレスします。

μPD789088サブシリーズでは、各製品ごとに次の容量の内部ROM（またはフラッシュ・メモリ）を内蔵しています。

表3 - 1 内部ROM容量

品 名	内部ROM	
	構 造	容 量
μ PD789086	マスクROM	16384 × 8ビット
μ PD789088		32768 × 8ビット
μ PD78F9088	フラッシュ・メモリ	32768 × 8ビット

内部プログラム・メモリ空間には、次に示す領域を割り付けています。

#### (1) ベクタ・テーブル領域

0000H-0019Hの26バイトの領域はベクタ・テーブル領域として予約されています。ベクタ・テーブル領域には、RESET入力、各割り込み要求発生により分岐するときのプログラム・スタート・アドレスを格納しておきます。16ビット・アドレスのうち下位8ビットが偶数アドレスに、上位8ビットが奇数アドレスに格納されます。

表3 - 2 ベクタ・テーブル

ベクタ・テーブル・アドレス	割り込み要求	ベクタ・テーブル・アドレス	割り込み要求
0 0 0 0 H	RESET入力	0 0 0 C H	INTTM60
0 0 0 4 H	INTWDT	0 0 0 E H	INTTM80
0 0 0 6 H	INTP0	0 0 1 0 H	INTTM20
0 0 0 8 H	INTP1	0 0 1 2 H	INTKR00
0 0 0 A H	INTTM50	0 0 1 4 H	INTSR20/INTCSI20
		0 0 1 6 H	INTST20

#### (2) CALLT命令テーブル領域

0040H-007FHの64バイトの領域には、1バイト・コール命令（CALLT）のサブルーチン・エントリ・アドレスを格納することができます。

### 3.1.2 内部データ・メモリ（内部高速RAM，内部低速RAM）空間

μPD789088サブシリーズでは、各製品ごとに次の容量の内部高速RAMと内部低速RAMを内蔵しています。

内部高速RAMはスタックとしても使用します。

内部低速RAMはスタックとしては使用できません。

表3 - 3 内部高速RAM，内部低速RAM容量

品名	内部高速RAM容量	内部低速RAM容量
μ PD789086	256 × 8ビット	128 × 8ビット
μ PD789088	320 × 8ビット	256 × 8ビット
μ PD78F9088		

### 3.1.3 特殊機能レジスタ (SFR : Special Function Register) 領域

FF00H-FFFFHの領域には、オン・チップ周辺ハードウェアの特殊機能レジスタ (SFR) が割り付けられています (表3 - 4参照)。

### 3.1.4 データ・メモリ・アドレッシング

μ PD789088サブシリーズは、メモリの操作性などを考慮した豊富なアドレッシング・モードを備えています。特にデータ・メモリを内蔵している領域 (FE00H-FFFFH) では、特殊機能レジスタ (SFR) など、それぞれの持つ機能にあわせて特有のアドレッシングが可能です。図3 - 4から図3 - 6にデータ・メモリのアドレッシングを示します。

図3 - 4 データ・メモリのアドレッシング (μ PD789086)

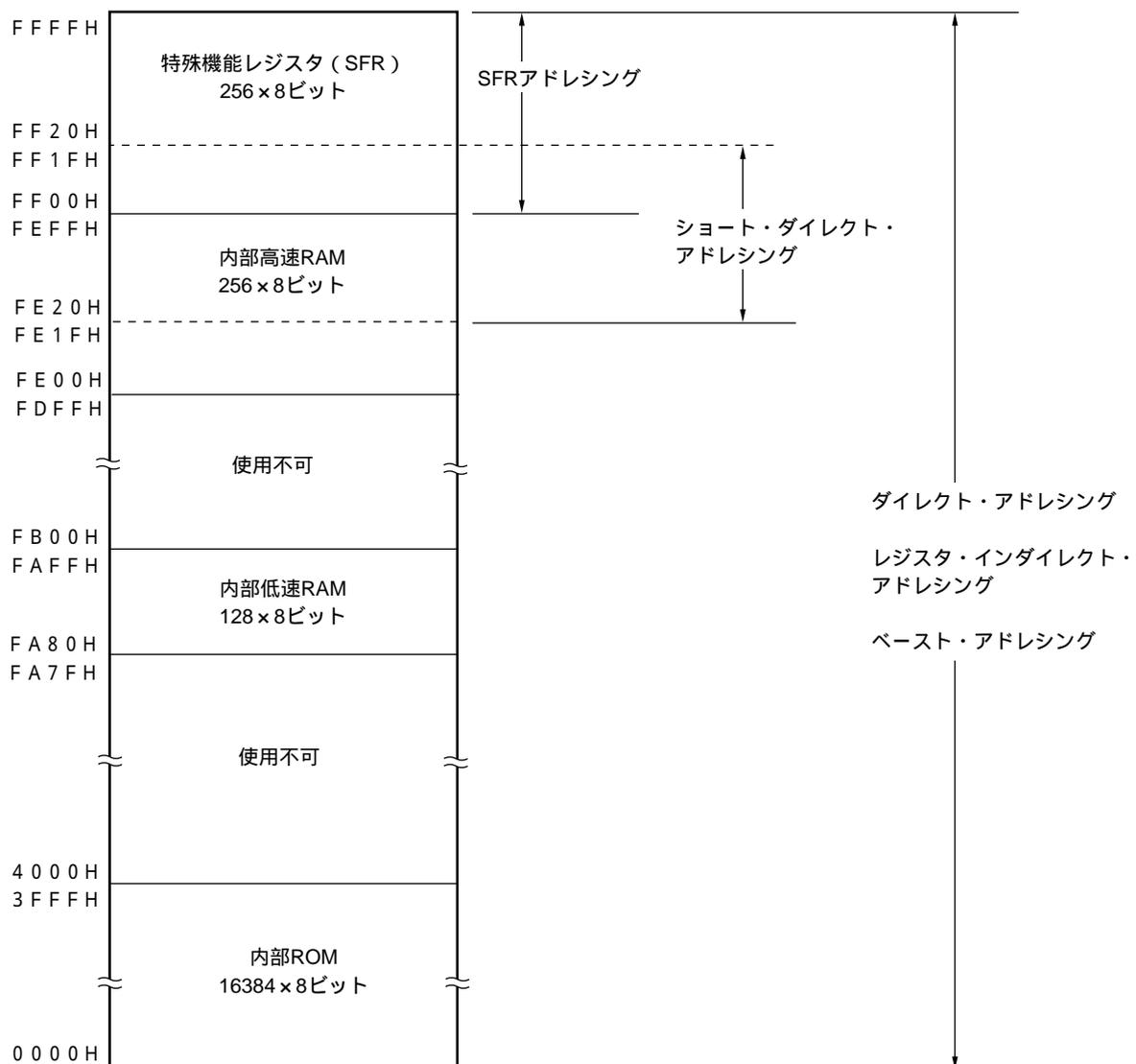


図3 - 5 データ・メモリのアドレッシング (μ PD789088)

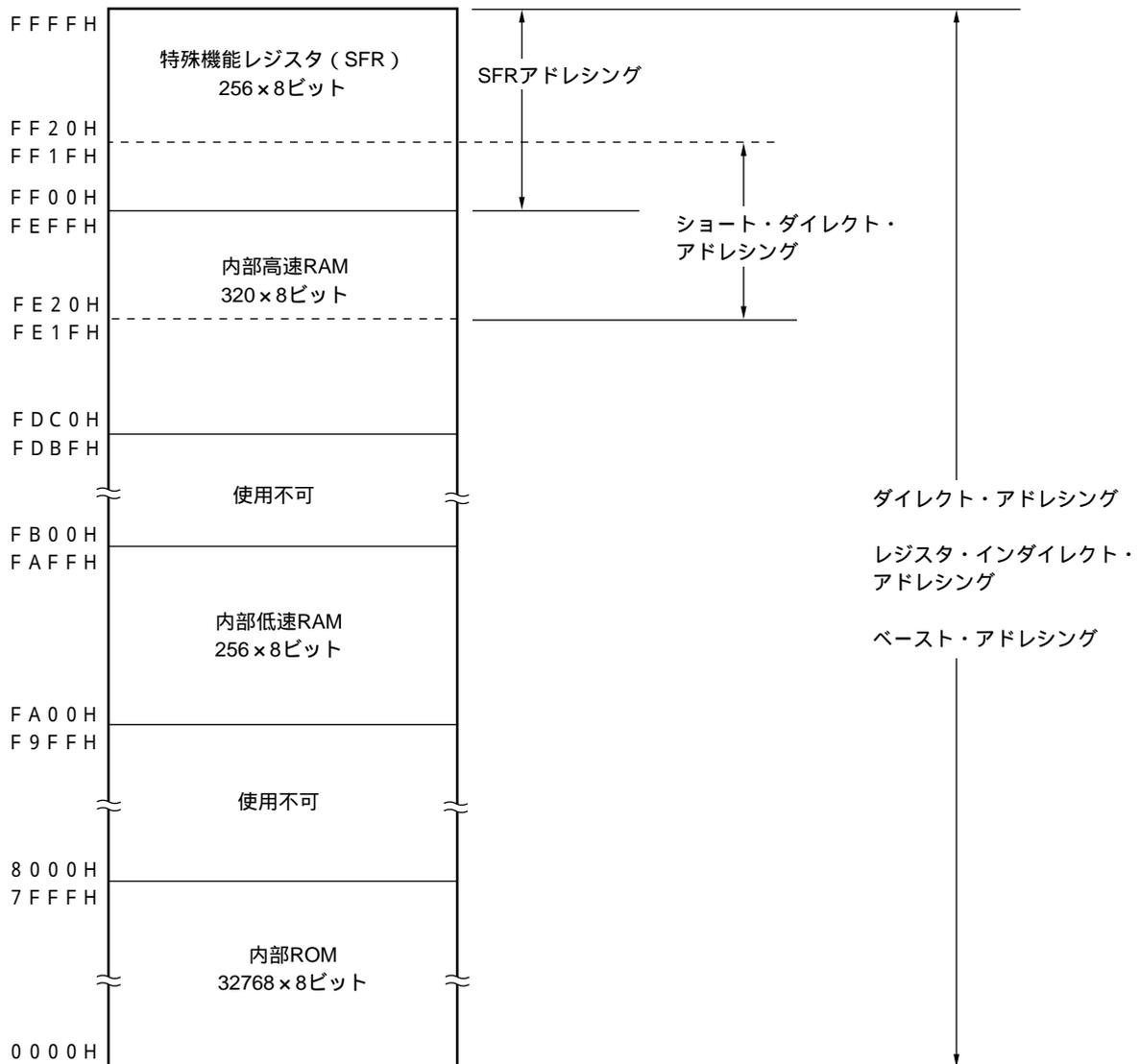
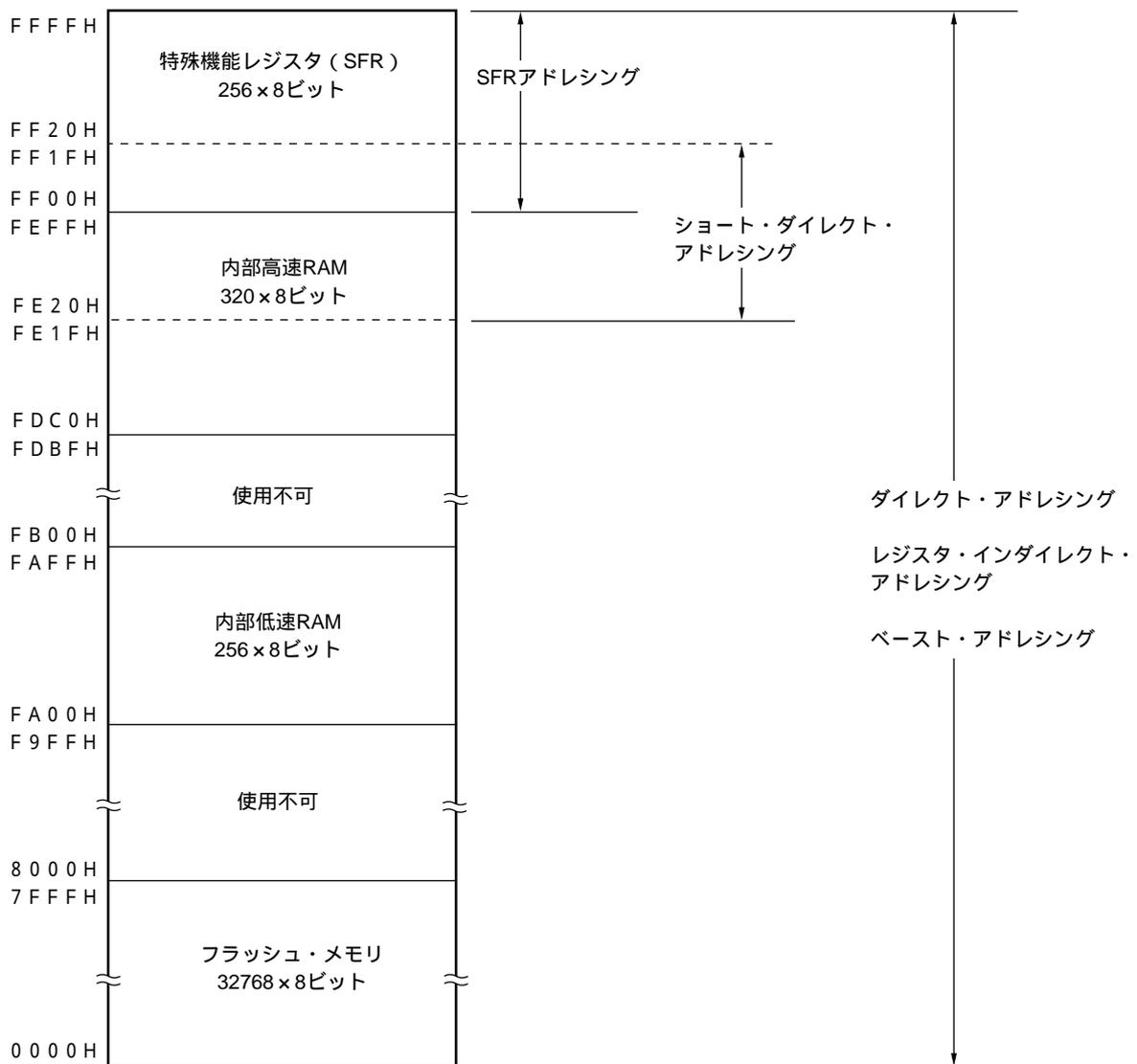


図3-6 データ・メモリのアドレッシング ( $\mu$  PD78F9088)



## 3.2 プロセッサ・レジスタ

$\mu$ PD789088サブシリーズは、次のプロセッサ・レジスタを内蔵しています。

### 3.2.1 制御レジスタ

プログラム・シーケンス・ステータス、スタック・メモリの制御など専用の機能を持ったレジスタです。制御レジスタには、プログラム・カウンタ、プログラム・ステータス・ワード、スタック・ポインタがあります。

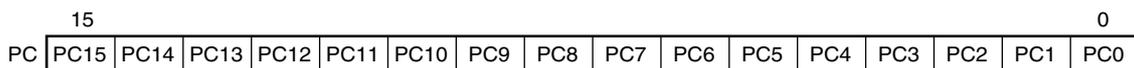
#### (1) プログラム・カウンタ (PC)

プログラム・カウンタは、次に実行するプログラムのアドレス情報を保持する16ビット・レジスタです。

通常動作時には、フェッチする命令のバイト数に応じて、自動的にインクリメントされます。分岐命令実行時には、イミディエト・データやレジスタの内容がセットされます。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、0000Hと0001H番地のリセット・ベクタ・テーブルの値がプログラム・カウンタにセットされます。

図3 - 7 プログラム・カウンタの構成



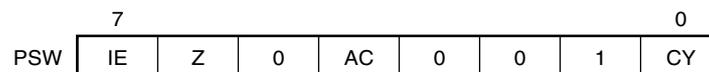
#### (2) プログラム・ステータス・ワード (PSW)

プログラム・ステータス・ワードは、命令の実行によってセット、リセットされる各種フラグで構成される8ビット・レジスタです。

プログラム・ステータス・ワードの内容は、割り込み要求発生時およびPUSH PSW命令の実行時に自動的にスタックされ、RETI命令およびPOP PSW命令の実行時に自動的に復帰されます。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、02Hになります。

図3 - 8 プログラム・ステータス・ワードの構成



**(a) 割り込み許可フラグ (IE)**

CPUの割り込み要求受け付け動作を制御するフラグです。

IE = 0のときは割り込み禁止 (DI) 状態となり、ノンマスクابل割り込み以外の割り込みはすべて禁止されます。

IE = 1のときは割り込み許可 (EI) 状態となります。このときの割り込み要求の受け付けは、各割り込み要因に対する割り込みマスク・フラグにより制御されます。

このフラグはDI命令実行または割り込みの受け付けでリセット (0) され、EI命令実行によりセット (1) されます。

**(b) ゼロ・フラグ (Z)**

演算結果がゼロのときセット (1) され、それ以外のときにリセット (0) されるフラグです。

**(c) 補助キャリー・フラグ (AC)**

演算結果が、ビット3からキャリーがあったとき、またはビット3へのボローがあったときセット (1) され、それ以外のときリセット (0) されるフラグです。

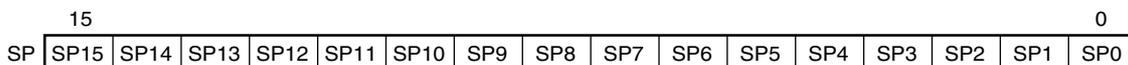
**(d) キャリー・フラグ (CY)**

加減算命令実行時のオーバーフロー、アンダフローを記憶するフラグです。また、ローテート命令実行時はシフト・アウトされた値を記憶し、ビット演算命令実行時には、ビット・アキュムレータとして機能します。

(3) スタック・ポインタ (SP)

メモリのスタック領域の先頭アドレスを保持する16ビットのレジスタです。スタック領域としては内部高速RAM領域のみ設定可能です。

図3 - 9 スタック・ポインタの構成



スタック・メモリへの書き込み（退避）動作に先立ってデクリメントされ、スタック・メモリからの読み取り（復帰）動作のあとインクリメントされます。

各スタック動作によって退避 / 復帰されるデータは図3 - 10 , 3 - 11のようになります。

**注意** SPの内容はRESET入力により、不定になりますので、必ず命令実行前にイニシャライズしてください。

図3 - 10 スタック・メモリへ退避されるデータ

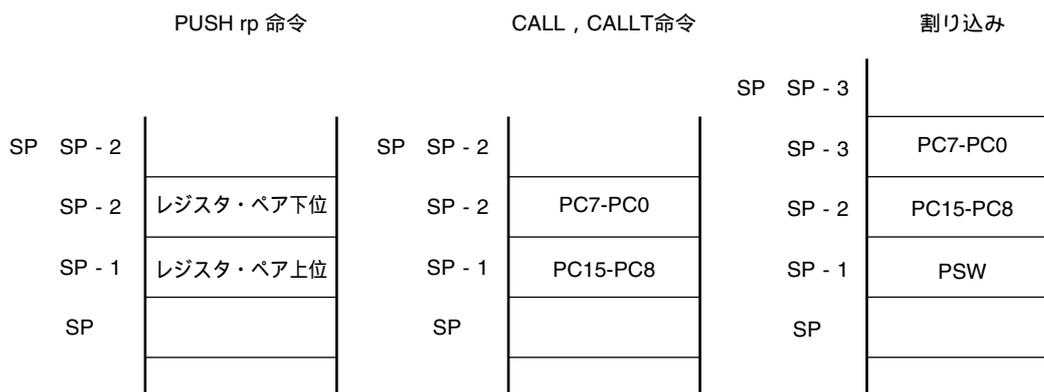
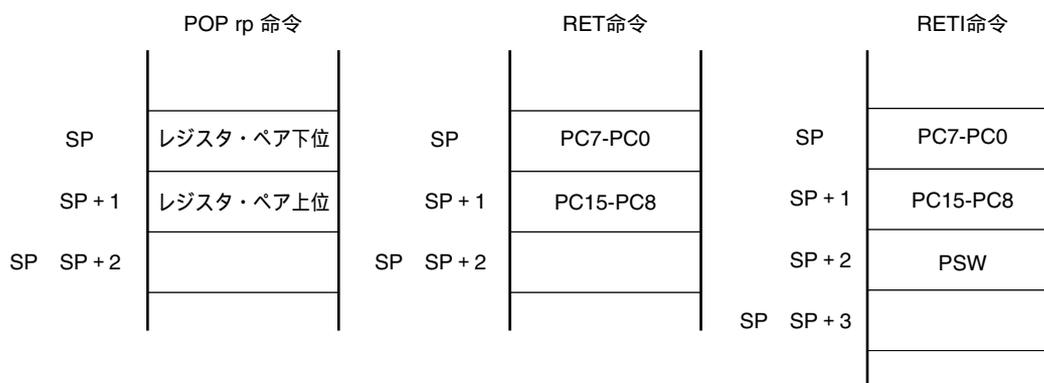


図3 - 11 スタック・メモリから復帰されるデータ



### 3.2.2 汎用レジスタ

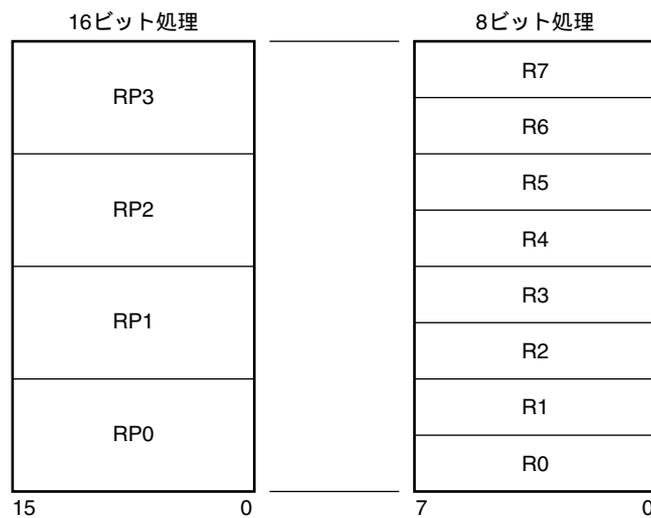
汎用レジスタは、8ビット・レジスタ8個（X, A, C, B, E, D, L, H）で構成されています。

各レジスタは、それぞれ8ビット・レジスタとして使用できるほか、2個の8ビット・レジスタをペアとして16ビット・レジスタとしても使用できます（AX, BC, DE, HL）。

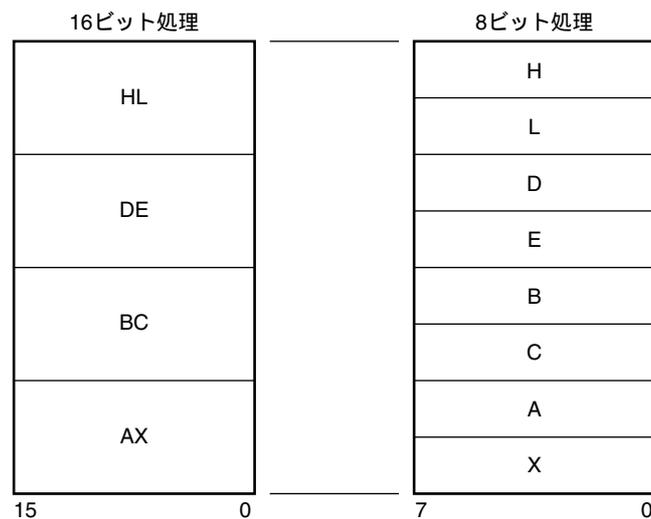
また、機能名称（X, A, C, B, E, D, L, H, AX, BC, DE, HL）のほか、絶対名称（R0-R7, RP0-RP3）でも記述できます。

図3 - 12 汎用レジスタの構成

(a) 絶対名称



(b) 機能名称



### 3.2.3 特殊機能レジスタ (SFR)

特殊機能レジスタは、汎用レジスタとは異なり、それぞれ特別な機能を持つレジスタです。

FF00H-FFFFHの256バイトの空間に割り付けられています。

特殊機能レジスタは、演算命令、転送命令、ビット操作命令などにより、汎用レジスタと同じように操作できます。操作可能なビット単位 (1, 8, 16) は、各特殊機能レジスタで異なります。

各操作ビット単位ごとに指定方法を次に示します。

- ・ 1ビット操作

1ビット操作命令のオペランド (sfr.bit) にアセンブラで予約されている略号を記述します。アドレスでも指定できます。

- ・ 8ビット操作

8ビット操作命令のオペランド (sfr) にアセンブラで予約されている略号を記述します。アドレスでも指定できます。

- ・ 16ビット操作

16ビット操作命令のオペランドにアセンブラで予約されている略号を記述します。アドレスを指定するときは偶数アドレスを記述してください。

表3 - 3に特殊機能レジスタの一覧を示します。表中の項目の意味は次のとおりです。

- ・ 略号

内蔵された特殊機能レジスタのアドレスを示す略号です。アセンブラでは予約語に、Cコンパイラでは #pragma sfr 指令で、sfr変数として定義されているものです。アセンブラ、統合ディバッガ使用時に命令のオペランドとして記述できます。

- ・ R/W

該当する特殊機能レジスタが読み出し (Read) / 書き込み (Write) 可能かどうかを示します。

R/W : 読み出し / 書き込みがともに可能

R : 読み出しのみ可能

W : 書き込みのみ可能

- ・ 操作可能ビット単位

操作可能なビット単位 (1, 8, 16) を示します。

- ・ リセット時

$\overline{\text{RESET}}$ 入力時の各レジスタの状態を示します。

表3-4 特殊機能レジスタ一覧(1/2)

アドレス	特殊機能レジスタ(SFR)名称	略号	R/W	操作可能ビット単位			リセット時
				1ビット	8ビット	16ビット	
FF00H	ポート・レジスタ0	P0	R/W			-	00H
FF02H	ポート・レジスタ2	P2				-	
FF04H	ポート・レジスタ4	P4				-	
FF16H	16ビット・コンペア・レジスタ20	CR20 <sup>注1</sup>	W	-	注2	注3	FFFFH
FF17H							
FF18H	16ビット・タイマ・カウンタ20	TM20 <sup>注1</sup>	R	-	注2	注3	0000H
FF19H							
FF1AH	16ビット・キャプチャ・レジスタ20	TCP20 <sup>注1</sup>		-	注2	注3	不定
FF1BH							
FF20H	ポート・モード・レジスタ0	PM0	R/W			-	FFH
FF22H	ポート・モード・レジスタ2	PM2				-	
FF24H	ポート・モード・レジスタ4	PM4				-	
FF30H	プルアップ抵抗オプション・レジスタB0	PUB0				-	00H
FF34H	プルアップ抵抗オプション・レジスタB4	PUB4				-	
FF42H	タイマ・クロック選択レジスタ2	TCL2			-	-	
FF48H	16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20	TMC20				-	
FF60H	8ビット・コンペア・レジスタ80	CR80	W	-		-	不定
FF61H	8ビット・タイマ・カウンタ80	TM80	R	-		-	00H
FF62H	8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80	TMC80	R/W			-	
FF63H	8ビット・コンペア・レジスタ50	CR50	W	-		-	不定
FF64H	8ビット・タイマ・カウンタ50	TM50	R	-		-	00H
FF65H	8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ50	TMC50	R/W			-	
FF66H	8ビット・コンペア・レジスタ60	CR60	W	-		-	不定
FF67H	8ビットH幅コンペア・レジスタ60	CRH60			-		
FF68H	8ビット・タイマ・カウンタ60	TM60	R	-		-	00H
FF69H	8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ60	TMC60	R/W			-	
FF6AH	キャリア・ジェネレータ出力コントロール・レジスタ60	TCA60				-	
FF6BH	REM信号コントロール・レジスタ	RSCR0				-	
FF6CH	クロック逡倍コントロール・レジスタ	CMC0				-	
FF6DH	TM50ソース・クロック・コントロール・レジスタ	ADSC5				-	

注1. 16ビット・アクセス専用のSFR名称です。

2. 16ビット・アクセスのほかに8ビット・アクセスも可能です。この場合、ダイレクト・アドレッシングで行ってください。

3. ショート・ダイレクト・アドレッシングでのみ16ビット・アクセスが可能です。

表3 - 4 特殊機能レジスタ一覧 (2/2)

アドレス	特殊機能レジスタ (SFR) 名称	略号		R/W	操作可能ビット単位			リセット時	
					1ビット	8ビット	16ビット		
FF70H	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20	ASIM20		R/W			-	00H	
FF71H	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20	ASIS20		R			-		
FF72H	シリアル動作モード・レジスタ20	CSIM20		R/W			-		
FF73H	ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20	BRGC20			-		-		
FF74H	送信シフト・レジスタ20	TXS20	SIO20	W	-		-	FFH	
	受信バッファ・レジスタ20	RXB20		R	-		-	不定	
FFDDH	パワーオン・クリア・レジスタ10	POCF10		R/W			-	保持 <sup>注1</sup>	
FFDEH	低電圧検出レジスタ10	LVIF10						-	保持 <sup>注2</sup>
FFE0H	割り込み要求フラグ・レジスタ0	IF0						-	00H
FFE1H	割り込み要求フラグ・レジスタ1	IF1						-	
FFE4H	割り込みマスク・フラグ・レジスタ0	MK0						-	FFH
FFE5H	割り込みマスク・フラグ・レジスタ1	MK1						-	
FFECH	外部割り込みモード・レジスタ0	INTM0				-		-	00H
FFF5H	キー・リターン・モード・レジスタ0	KRM0						-	
FFF9H	ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ	WDTM						-	
FFFAH	発振安定時間選択レジスタ	OSTS				-		-	04H
FFFBH	プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ	PCC						-	02H

注1. パワーオン・クリアによるリセットのみ04Hとなります (図11 - 2 パワーオン・クリア・レジスタ10のフォーマット参照)。

2.  $V_{DD} < LVI$ 検出電圧の場合は04Hとなります (図12 - 2 低電圧検出レジスタ10のフォーマット参照)。

### 3.3 命令アドレスのアドレッシング

命令アドレスは、プログラム・カウンタ（PC）の内容によって決定されます。PCの内容は、通常、命令を1つ実行することにフェッチする命令のバイト数に応じて自動的にインクリメント（1バイトに対して+1）されます。しかし、分岐を伴う命令を実行する際には、次に示すようなアドレッシングにより分岐先アドレス情報がPCにセットされて分岐します（各命令についての詳細は78K/0Sシリーズ **ユーザーズ・マニュアル命令編**（U11047J）を参照してください）。

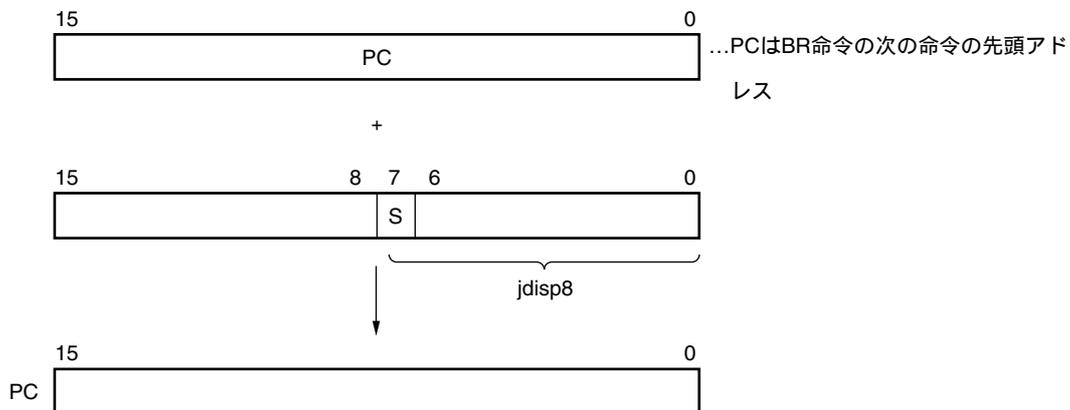
#### 3.3.1 レラティブ・アドレッシング

##### 【機能】

次に続く命令の先頭アドレスに命令コードの8ビット・イミディエト・データ（ディスプレースメント値：jdisp8）を加算した値が、プログラム・カウンタ（PC）に転送されて分岐します。ディスプレースメント値は、符号付きの2の補数データ（-128～+127）として扱われ、ビット7が符号ビットとなります。つまり、レラティブ・アドレッシングでは次に続く命令の先頭アドレスから相対的に-128～+127の範囲に分岐するという事です。

BR \$addr16命令および条件付き分岐命令を実行する際に行われます。

##### 【図解】



S = 0 のとき、 は全ビット 0

S = 1 のとき、 は全ビット 1

## 3.3.2 イミディエト・アドレッシング

## 【機能】

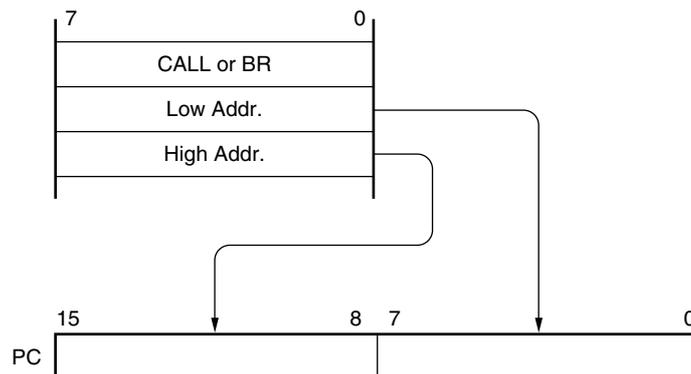
命令語中のイミディエト・データがプログラム・カウンタ（PC）に転送され、分岐します。

CALL !addr16, BR !addr16命令を実行する際に行われます。

CALL !addr16, BR !addr16命令は、全メモリに分岐できます。

## 【図解】

CALL !addr16, BR !addr16命令の場合



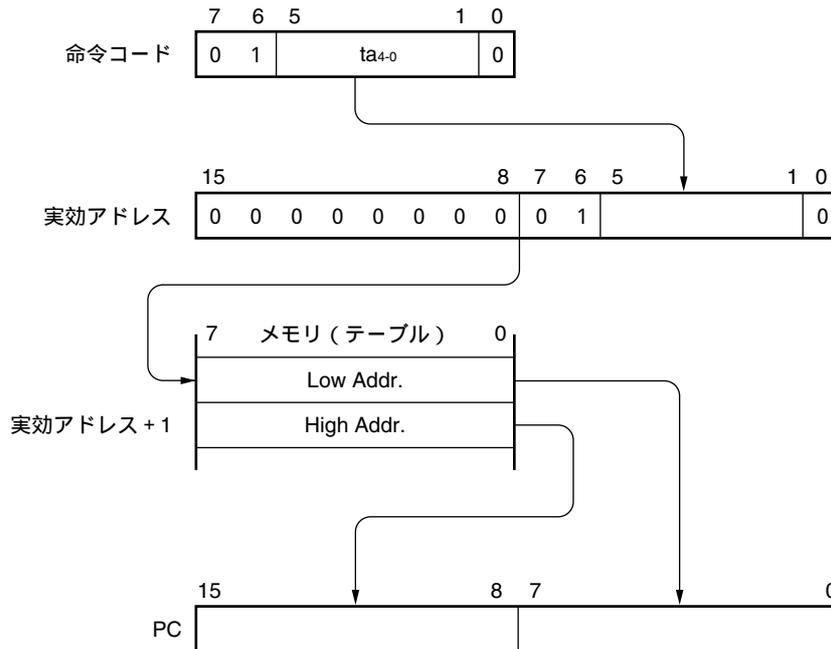
### 3.3.3 テーブル・インダイレクト・アドレッシング

**【機能】**

命令コードのビット1からビット5のイミディエト・データによりアドレスされる特定ロケーションのテーブルの内容（分岐先アドレス）がプログラム・カウンタ（PC）に転送され、分岐します。

CALLT [ addr5 ] 命令を実行する際にテーブル・インダイレクト・アドレッシングが行われます。この命令では40H～7FHのメモリ・テーブルに格納されたアドレスを参照し、全メモリ空間に分岐できます。

**【図解】**



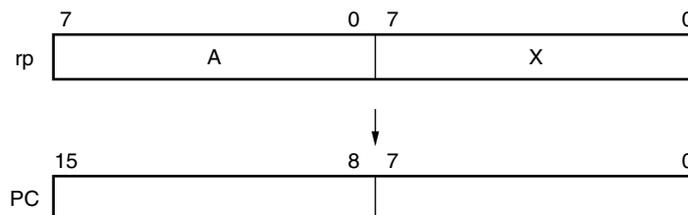
### 3.3.4 レジスタ・アドレッシング

**【機能】**

命令語によって指定されるレジスタ・ペア（AX）の内容がプログラム・カウンタ（PC）に転送され、分岐します。

BR AX命令を実行する際に行われます。

**【図解】**



## 3.4 オペランド・アドレスのアドレッシング

命令を実行する際に操作対象となるレジスタやメモリなどを指定する方法（アドレッシング）として次に示すいくつかの方法があります。

### 3.4.1 ダイレクト・アドレッシング

#### 【機能】

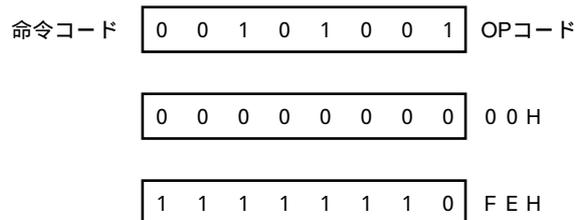
命令語中のイミディエト・データが示すメモリを直接アドレスするアドレッシングです。

#### 【オペランド形式】

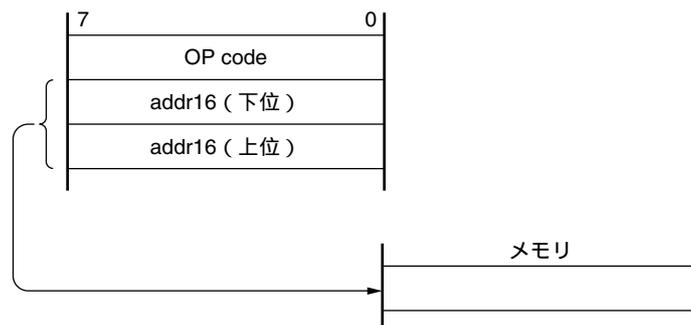
表現形式	記述方法
addr16	ラベルまたは16ビット・イミディエト・データ

#### 【記述例】

MOV A, !FE00H ; !addr16をFE00Hとする場合



#### 【図解】



### 3.4.2 ショート・ダイレクト・アドレッシング

**【機能】**

命令語中の8ビット・データで、固定空間の操作対象メモリを直接アドレスするアドレッシングです。

このアドレッシングが適用される固定空間とは、FE20H-FF1FHの256バイト空間です。FE20H-FEFFFHには内部高速RAMが、FF00H-FF1FHには特殊機能レジスタ（SFR）がマッピングされています。

ショート・ダイレクト・アドレッシングが適用されるSFR領域（FF00H-FF1FH）は、全SFR領域の一部です。この領域には、プログラム上でひんばんにアクセスされるポートや、タイマ・カウンタのコンペア・レジスタがマッピングされており、短いバイト数、短いクロック数でこれらのSFRを操作することができます。

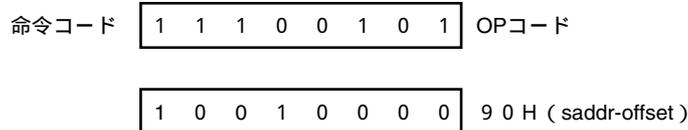
実効アドレスのビット8には、8ビット・イミディエト・データが20H-FFHの場合は0になり、00H-1FHの場合は1になります。次の【図解】を参照してください。

**【オペランド形式】**

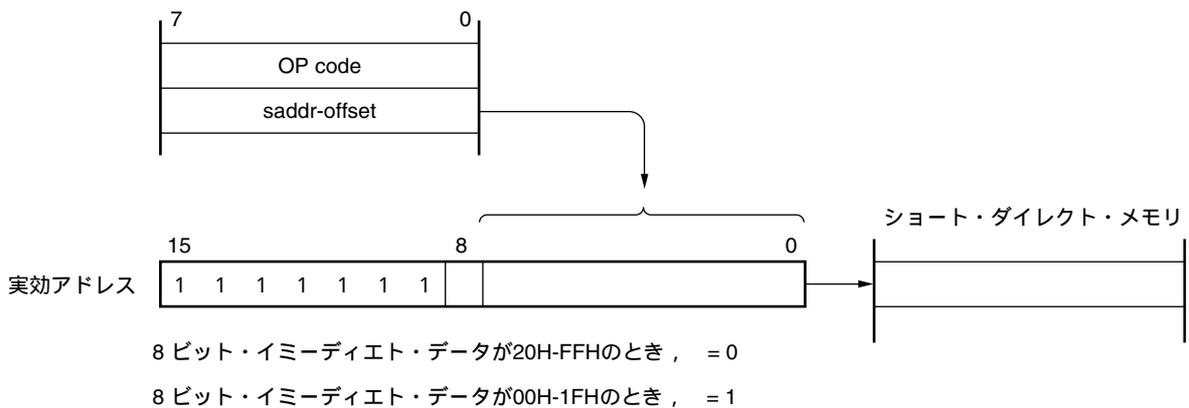
表現形式	記述方法
saddr	ラベルまたはFE20H-FF1FHを示すイミディエト・データ
saddrp	ラベルまたはFE20H-FF1FHを示すイミディエト・データ（偶数アドレスのみ）

★ **【記述例】**

MOV FE90H, A ; saddr ( FE90H ) にAレジスタの値を転送する場合



**【図解】**



### 3.4.3 特殊機能レジスタ (SFR) アドレッシング

**【機能】**

命令語中の8ビット・イミューディエト・データでメモリ・マッピングされている特殊機能レジスタ (SFR) をアドレスするアドレッシングです。

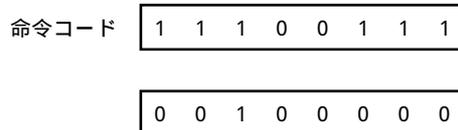
このアドレッシングが適用されるのはFF00H-FFFFHの256バイト空間です。ただし, FF00H-FF1FHにマッピングされているSFRは, ショート・ダイレクト・アドレッシングでもアクセスできます。

**【オペランド形式】**

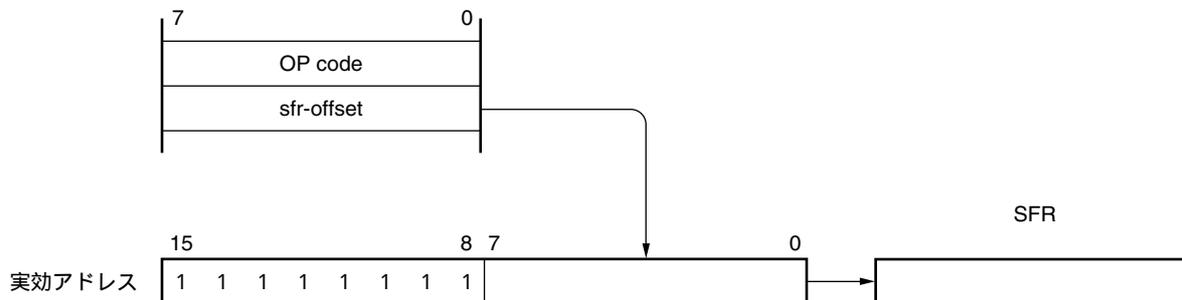
表現形式	記述方法
sfr	特殊機能レジスタ名

**【記述例】**

MOV PM0, A ; sfrにPM0を選択する場合



**【図解】**



## 3.4.4 レジスタ・アドレッシング

## 【機能】

オペランドとして汎用レジスタをアクセスするアドレッシングです。

アクセスされる汎用レジスタは、命令コード中のレジスタ指定コードや機能名称で指定されます。

レジスタ・アドレッシングは、次に示すオペランド形式を持つ命令を実行する際に行われ、8ビット・レジスタを指定する場合は命令コード中の3ビットにより8本中の1本を指定します。

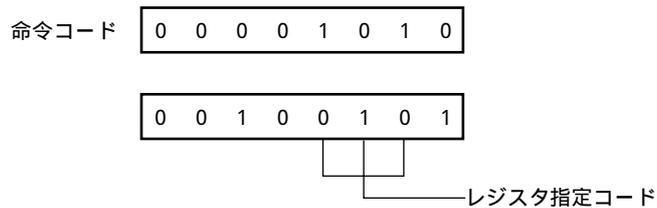
## 【オペランド形式】

表現形式	記述方法
r	X, A, C, B, E, D, L, H
rp	AX, BC, DE, HL

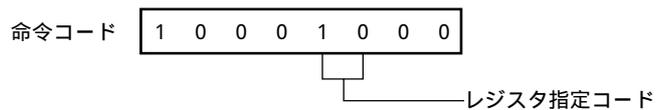
r, rpは、機能名称 (X, A, C, B, E, D, L, H, AX, BC, DE, HL) のほかに絶対名称 (R0-R7, RP0-RP3) で記述できます。

## 【記述例】

MOV A, C ; rにCレジスタを選択する場合



INCW DE ; rpにDEレジスタ・ペアを選択する場合



## 3.4.5 レジスタ・インダイレクト・アドレッシング

## 【機能】

オペランドとして指定されるレジスタ・ペアの内容でメモリをアドレスするアドレッシングです。アクセスされるレジスタ・ペアは、命令コード中のレジスタ・ペア指定コードにより指定されます。すべてのメモリ空間に対してアドレッシングできます。

## 【オペランド形式】

表現形式	記述方法
-	[DE], [HL]

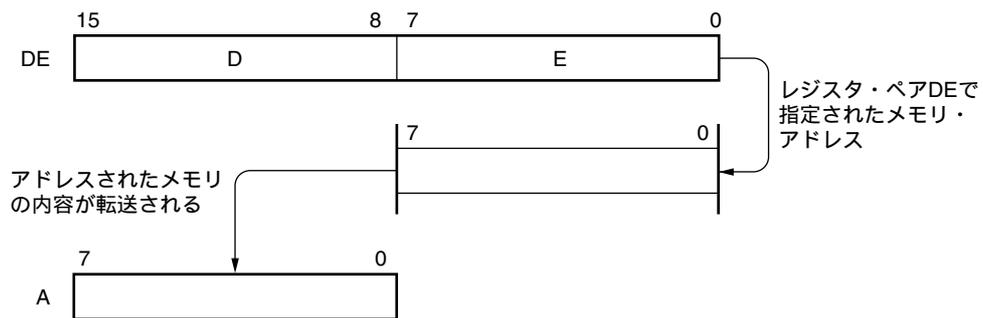
## 【記述例】

MOV A, [DE] ; レジスタ・ペア [DE] を選択する場合

命令コード 

0	0	1	0	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

## 【図解】



### 3.4.6 ベース・アドレッシング

#### 【機能】

HLレジスタ・ペアをベース・レジスタとし、この内容に8ビットのイミディエト・データを加算した結果でメモリをアドレスするアドレッシングです。加算は、オフセット・データを正の数として16ビットに拡張して行います。16ビット目からの桁上りは無視します。すべてのメモリ空間に対してアドレッシングできます。

#### 【オペランド形式】

表現形式	記述方法
-	[ HL + byte ]

#### 【記述例】

MOV A, [ HL + 10H ] ; byteを10Hとする場合

命令コード 

0	0	1	0	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

0	0	0	1	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

### 3.4.7 スタック・アドレッシング

#### 【機能】

スタック・ポインタ (SP) の内容により、スタック領域を間接的にアドレスするアドレッシングです。PUSH, POP, サブルーチン・コール, リターン命令の実行時および割り込み要求発生によるレジスタの退避 / 復帰時に自動的に用いられます。

スタック・アドレッシングは、内部高速RAM領域のみアクセスすることができます。

#### 【記述例】

PUSH DEの場合

命令コード 

1	0	1	0	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

## 第4章 ポート機能

### 4.1 ポートの機能

$\mu$ PD789088サブシリーズは、図4 - 1に示すポートを備えており、多様な制御を行うことができます。各ポートの機能は表4 - 1のとおりです。

また、デジタル入出力ポートとしての機能以外に、各種兼用機能を備えています。兼用機能については、2.1 端子機能一覧を参照してください。

図4 - 1 ポートの種類

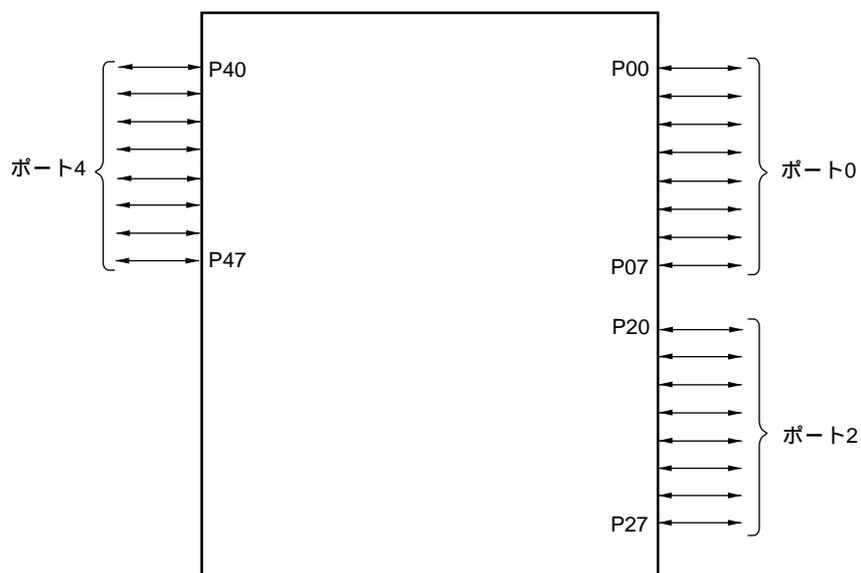


表4 - 1 ポートの機能

名称	端子名称	機能
ポート0	P00-P07	入出力ポート。1ビット単位で入力/出力の指定可能。 入力ポートとして使用する場合、プルアップ抵抗オプション・レジスタB0 (PUB0) により、内蔵プルアップ抵抗を使用可能。
ポート2	P20-P27	入出力ポート。1ビット単位で入力/出力の指定可能。
ポート4	P40-P47	入出力ポート。1ビット単位で入力/出力の指定可能。 入力ポートとして使用する場合、プルアップ抵抗オプション・レジスタB4 (PUB4) により、内蔵プルアップ抵抗を使用可能。

## 4.2 ポートの構成

ポートは、次のハードウェアで構成しています。

表4-2 ポートの構成

項目	構成
制御レジスタ	ポート・モード・レジスタ (PM0, PM2, PM4) プルアップ抵抗オプション・レジスタ (PUB0, PUB4)
ポート	CMOS入出力：24本
プルアップ抵抗	ソフトウェア制御：16本

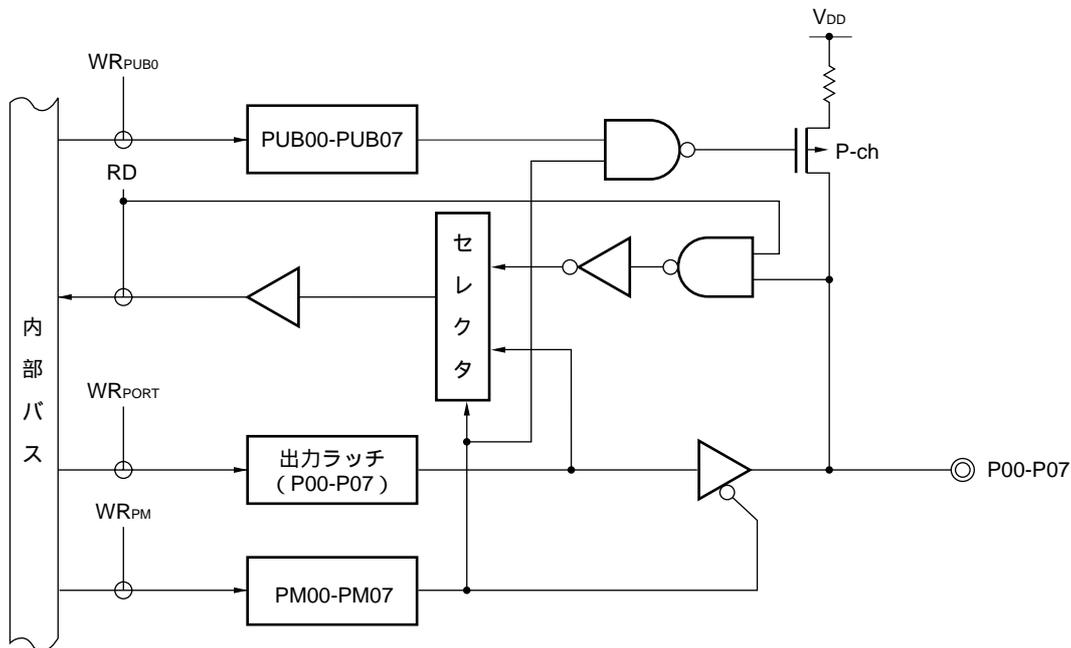
### 4.2.1 ポート0

出力ラッチ付き8ビットの入出力ポートです。ポート・モード・レジスタ0 (PM0) により1ビット単位で入力モード/出力モードの指定ができます。入力ポートとして使用する端子は、プルアップ抵抗オプション・レジスタB0 (PUB0) により1ビット単位で内蔵プルアップ抵抗を使用できます。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、入力モードになります。

図4-2にポート0のブロック図を示します。

図4-2 P00-P07のブロック図



PUB0 : プルアップ抵抗オプション・レジスタB0

PM : ポート・モード・レジスタ

RD : ポート0のリード信号

WR : ポート0のライト信号

### 4.2.2 ポート2

出力ラッチ付き8ビットの入出力ポートです。ポート・モード・レジスタ2 (PM2) により1ビット単位で入力モード / 出力モードの指定ができます。

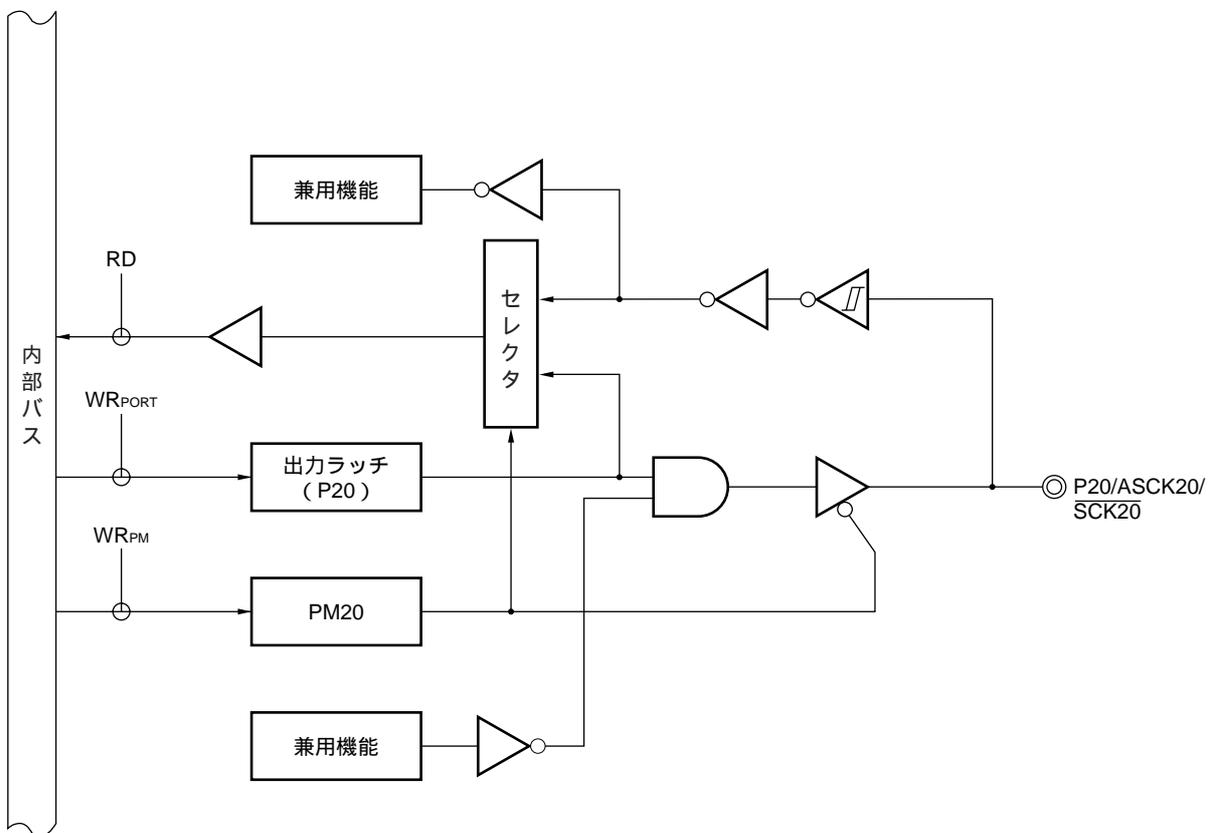
また、兼用機能としてシリアル・インタフェースの入出力、タイマ入出力があります。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、入力モードになります。

図4 - 3から図4 - 7にポート2のブロック図を示します。

**注意** シリアル・インタフェースとして使用する場合は、その機能に応じて入出力および出力ラッチの設定が必要になります。設定方法については、表10 - 2 シリアル・インタフェース20の動作モードの設定一覧を参照してください。

図4 - 3 P20のブロック図

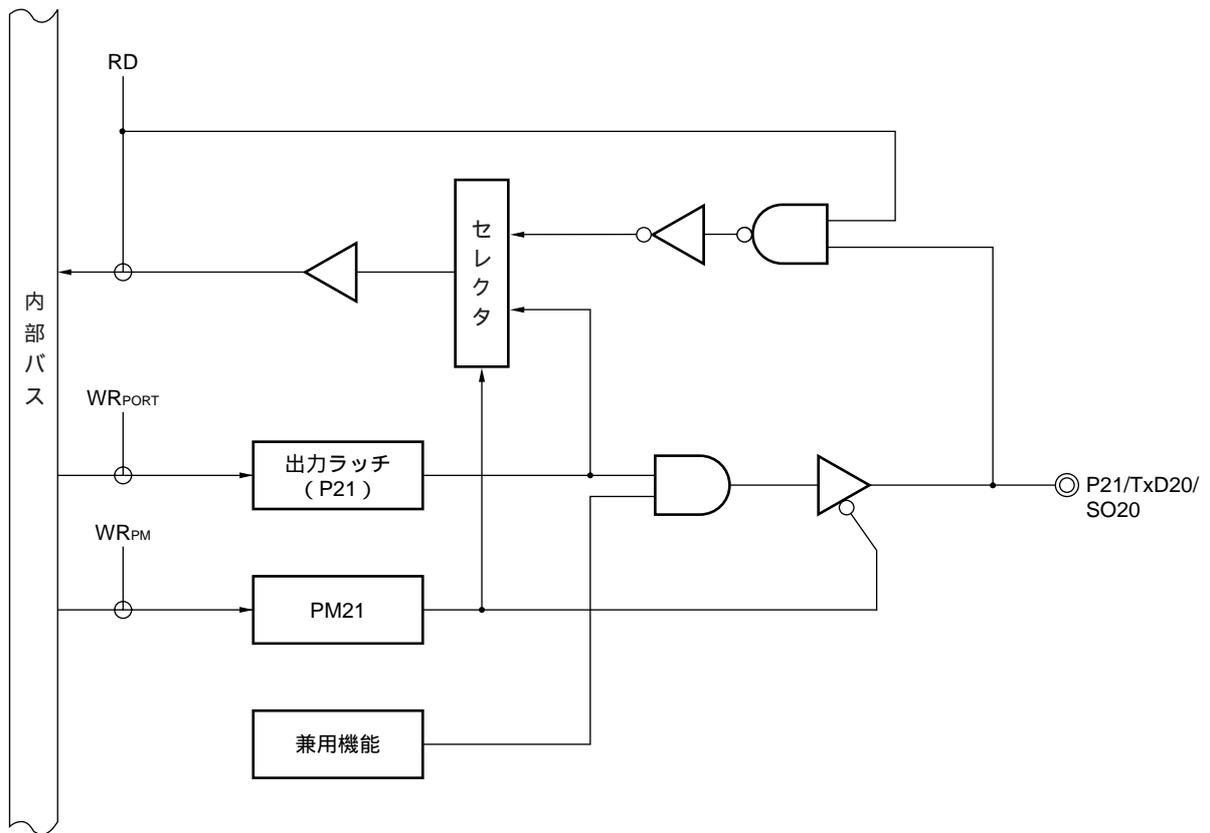


PM : ポート・モード・レジスタ

RD : ポート2のリード信号

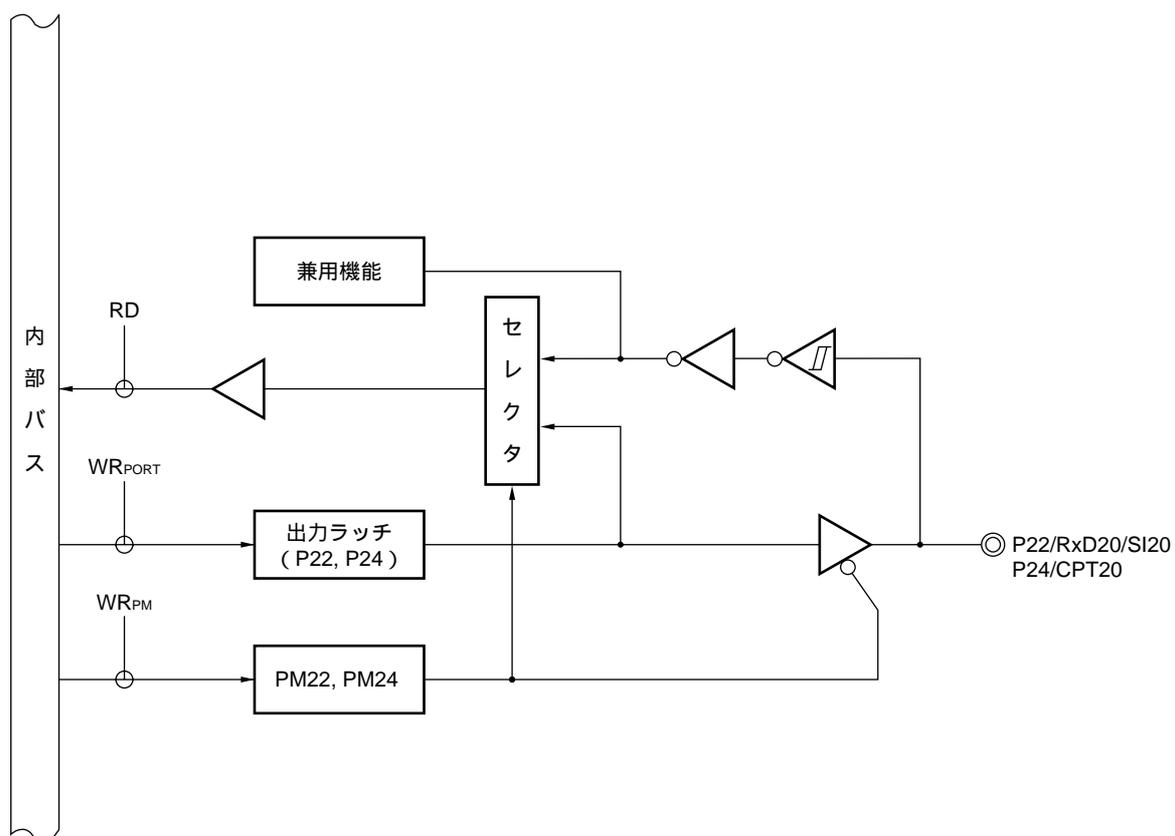
WR : ポート2のライト信号

図4 - 4 P21のブロック図



PM : ポート・モード・レジスタ  
 RD : ポート2のリード信号  
 WR : ポート2のライト信号

図4 - 5 P22, P24のブロック図

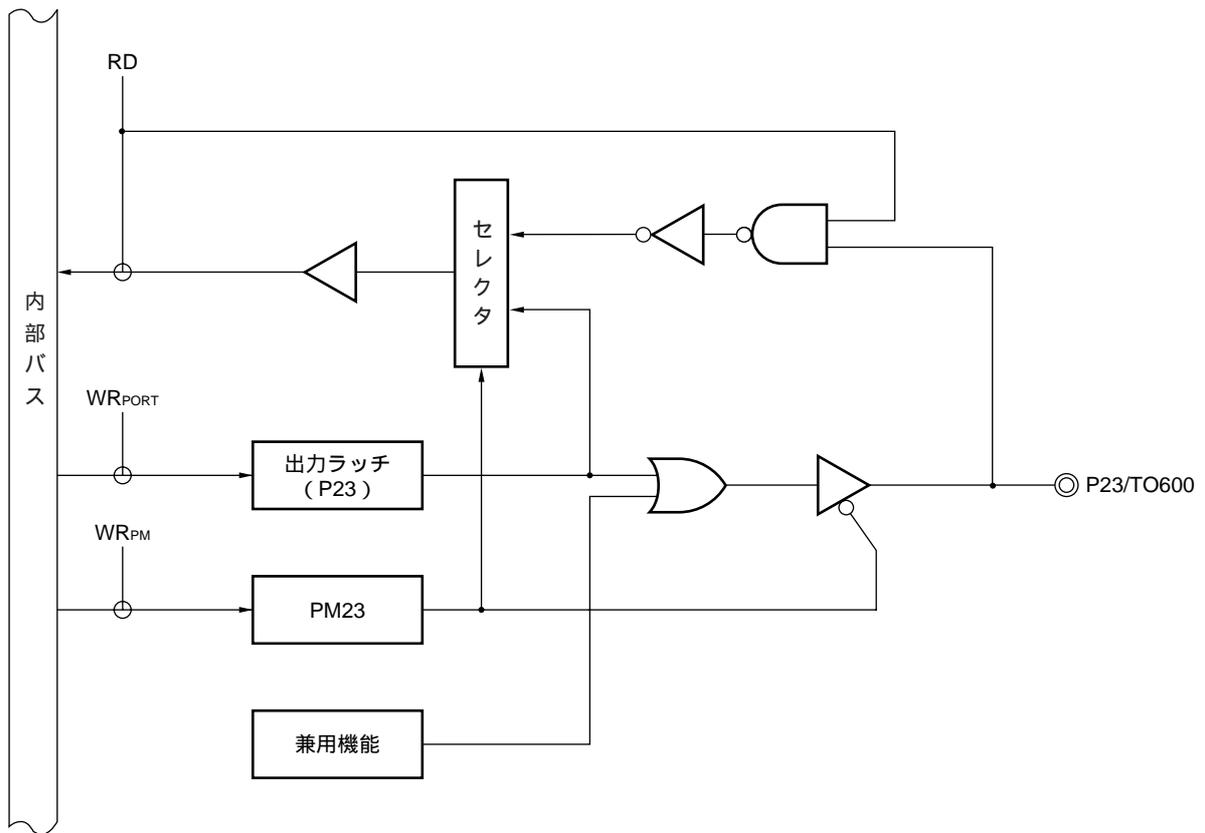


PM : ポート・モード・レジスタ

RD : ポート2のリード信号

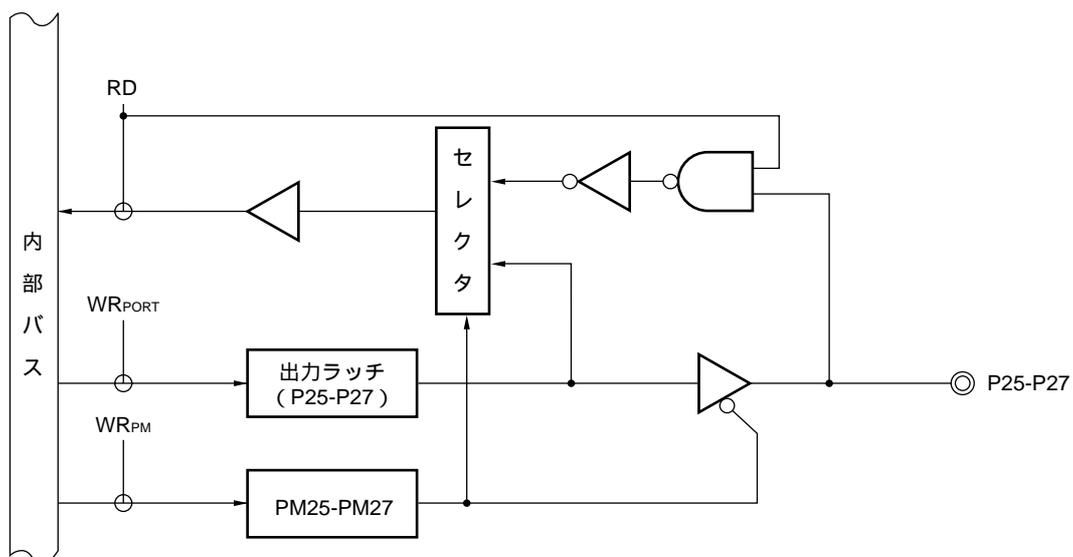
WR : ポート2のライト信号

図4 - 6 P23のブロック図



PM : ポート・モード・レジスタ  
 RD : ポート2のリード信号  
 WR : ポート2のライト信号

図4 - 7 P25-P27のブロック図



PM : ポート・モード・レジスタ

RD : ポート2のリード信号

WR : ポート2のライト信号

## 4.2.3 ポート4

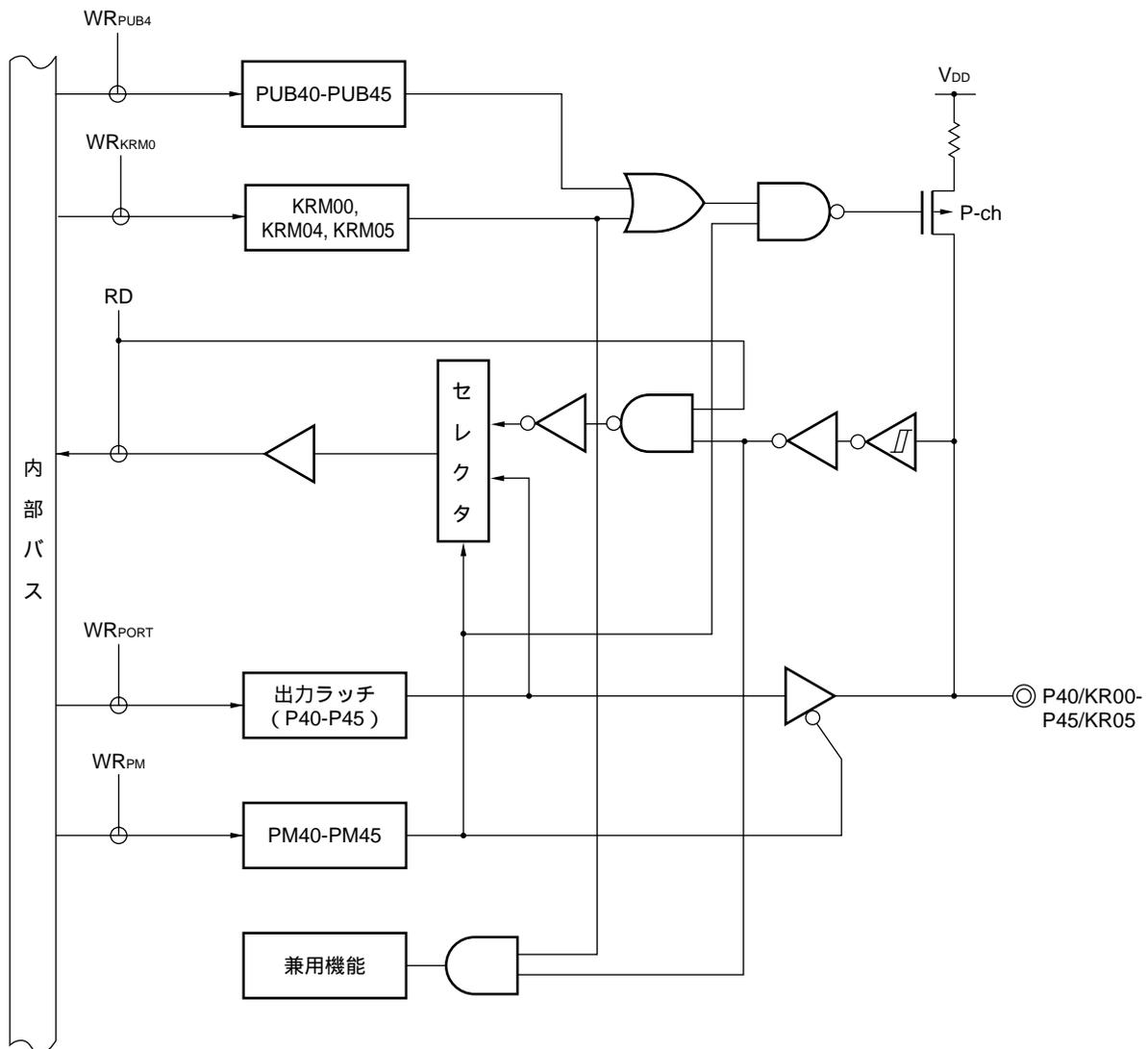
出力ラッチ付き8ビットの入出力ポートです。ポート・モード・レジスタ4 (PM4) により1ビット単位で入力モード / 出力モードの指定ができます。入力ポートとして使用する端子は、プルアップ抵抗オプション・レジスタB4 (PUB4) により1ビット単位で内蔵プルアップ抵抗を使用できます。

また、兼用機能としてキー・リターン信号検出機能、外部割り込み入力があります。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、入力モードになります。

図4 - 8と図4 - 9にポート4のブロック図を示します。

図4 - 8 P40-P45のブロック図



PUB4 : プルアップ抵抗オプション・レジスタB4

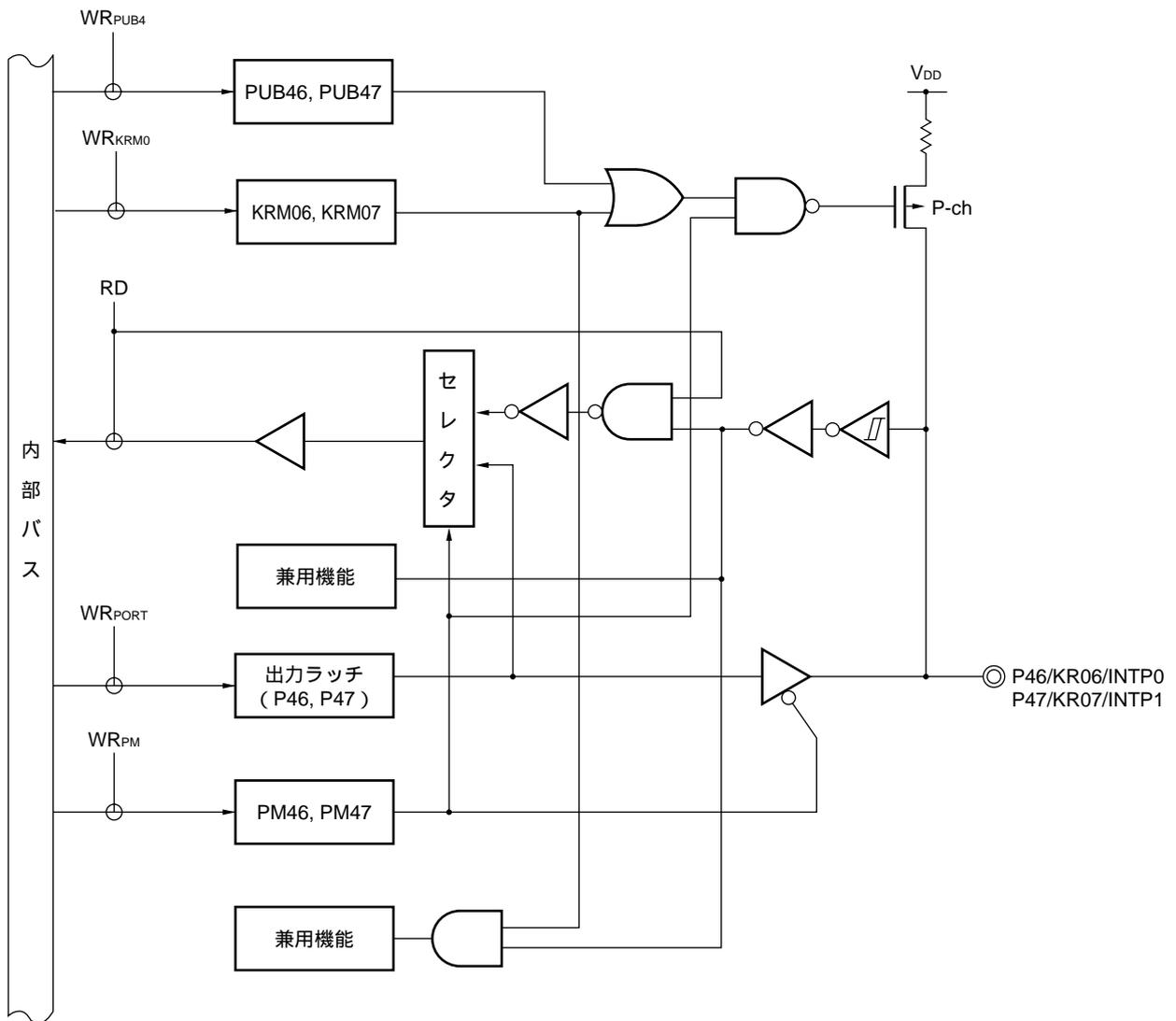
KRM0 : キー・リターン・モード・レジスタ0

PM : ポート・モード・レジスタ

RD : ポート4のリード信号

WR : ポート4のライト信号

図4 - 9 P46, P47のブロック図



PUB4 : プルアップ抵抗オプション・レジスタB4

KRM0 : キー・リターン・モード・レジスタ0

PM : ポート・モード・レジスタ

RD : ポート4のリード信号

WR : ポート4のライト信号

## 4.3 ポート機能を制御するレジスタ

ポートは、次の2種類のレジスタで制御します。

- ・ポート・モード・レジスタ (PM0, PM2, PM4)
- ・プルアップ抵抗オプション・レジスタ (PUB0, PUB4)

### (1) ポート・モード・レジスタ (PM0, PM2, PM4)

ポートの入力/出力を1ビット単位で設定するレジスタです。

ポート・モード・レジスタは、それぞれ1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、FFHになります。

ポート端子を兼用機能の端子として使用する場合、ポート・モード・レジスタ、出力ラッチを表4-3のように設定してください。

**注意** ポート4は外部割り込み入力と兼用になっているため、ポート機能の出力モードを指定し出力レベルを変化させたとき、割り込み要求フラグがセットされてしまいます。したがって、出力モードを使用するときは、あらかじめ割り込みマスク・フラグに1を設定してください。

図4-10 ポート・モード・レジスタのフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
PM0	PM07	PM06	PM05	PM04	PM03	PM02	PM01	PM00	FF20H	FFH	R/W
PM2	PM27	PM26	PM25	PM24	PM23	PM22	PM21	PM20	FF22H	FFH	R/W
PM4	PM47	PM46	PM45	PM44	PM43	PM42	PM41	PM40	FF24H	FFH	R/W

PMmn	Pmn端子の入出力モードの選択 (m = 0, 2, 4; n = 0-7)
0	出力モード (出力バッファ・オン)
1	入力モード (出力バッファ・オフ)

表4 - 3 兼用機能使用時のポート・モード・レジスタ，出力ラッチの設定

端子名称	兼用機能		PM x x	P x x
	名 称	入出力		
P23	TO600	出力	0	0
P24	CPT20	入力	1	x
P40-P45	KR00-KR05	入力	1	x
P46	KR06	入力	1	x
	INTP0	入力	1	x
P47	KR07	入力	1	x
	INTP1	入力	1	x

**注意** ポート2をシリアル・インタフェースの端子として使用する場合は，その機能に応じて入出力および出力ラッチの設定が必要となります。設定方法については，表10 - 2 シリアル・インタフェース20の動作モードの設定一覧を参照してください。

**備考** x : don't care  
 PM x x : ポート・モード・レジスタ  
 P x x : ポートの出力ラッチ

(2) ブルアップ抵抗オプション・レジスタ (PUB0, PUB4)

ポート0, 4の各端子の内蔵ブルアップ抵抗を使用するか，しないかを設定するレジスタです。PUB0, PUB4で内蔵ブルアップ抵抗の使用を指定した端子で，入力モードに設定したビットにのみ，内部でブルアップ抵抗が使用できます。出力モードに設定したビットは，PUB0, PUB4の設定にかかわらず，自動的に内部ブルアップ抵抗が切り離されます。

PUB0, PUB4は，1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。  
 RESET入力により，00Hになります。

図4 - 11 ブルアップ抵抗オプション・レジスタのフォーマット

略号									0	アドレス	リセット時	R/W
PUB0	PUB07	PUB06	PUB05	PUB04	PUB03	PUB02	PUB01	PUB00	FF30H	00H	R/W	

略号									0	アドレス	リセット時	R/W
PUB4	PUB47	PUB46	PUB45	PUB44	PUB43	PUB42	PUB41	PUB40	FF34H	00H	R/W	

PUBmn	Pmnの内蔵ブルアップ抵抗の選択 ( m = 0, 4 ; n = 0-7 )
0	内蔵ブルアップ抵抗を使用しない
1	内蔵ブルアップ抵抗を使用する

## 4.4 ポート機能の動作

ポートの動作は、次に示すように入出力モードの設定によって異なります。

### 4.4.1 入出力ポートへの書き込み

#### (1) 出力モードの場合

転送命令により、出力ラッチに値を書き込みます。また、出力ラッチの内容が端子より出力されます。一度出力ラッチに書き込まれたデータは、もう一度出力ラッチにデータを書き込むまで保持されます。

#### (2) 入力モードの場合

転送命令により、出力ラッチに値を書き込みます。しかし、出力バッファがオフしていますので、端子の状態は変化しません。

一度出力ラッチに書き込まれたデータは、もう一度出力ラッチにデータを書き込むまで保持されます。

**注意** 1ビット・メモリ操作命令の場合、操作対象は1ビットですが、ポートを8ビット単位でアクセスします。したがって、入力/出力が混在しているポートでは、操作対象のビット以外でも入力に指定されている端子の出力ラッチの内容が不定になります。

### 4.4.2 入出力ポートからの読み出し

#### (1) 出力モードの場合

転送命令により、出力ラッチの内容が読み出せます。出力ラッチの内容は変化しません。

#### (2) 入力モードの場合

転送命令により、端子の状態が読み出せます。出力ラッチの内容は変化しません。

### 4.4.3 入出力ポートでの演算

#### (1) 出力モードの場合

出力ラッチの内容と演算を行い、結果を出力ラッチに書き込みます。また、出力ラッチの内容が端子より出力されます。

一度出力ラッチに書き込まれたデータは、もう一度出力ラッチにデータを書き込むまで保持されます。

#### (2) 入力モードの場合

出力ラッチの内容が不定になります。しかし、出力バッファがオフしていますので、端子の状態は変化しません。

**注意** 1ビット・メモリ操作命令の場合、操作対象は1ビットですが、ポートを8ビット単位でアクセスします。したがって、入力/出力が混在しているポートでは、操作対象のビット以外でも入力に指定されている端子の出力ラッチの内容が不定になります。

# 第5章 クロック発生回路

## 5.1 クロック発生回路の機能

クロック発生回路は、CPUおよび周辺ハードウェアに供給するクロックを発生する回路です。  
システム・クロック発振回路には、次の1種類があります。

- ・システム・クロック発振回路

1.0 ~ 5.0 MHzの周波数を発振します。STOP命令の実行により、発振を停止できます。

## 5.2 クロック発生回路の構成

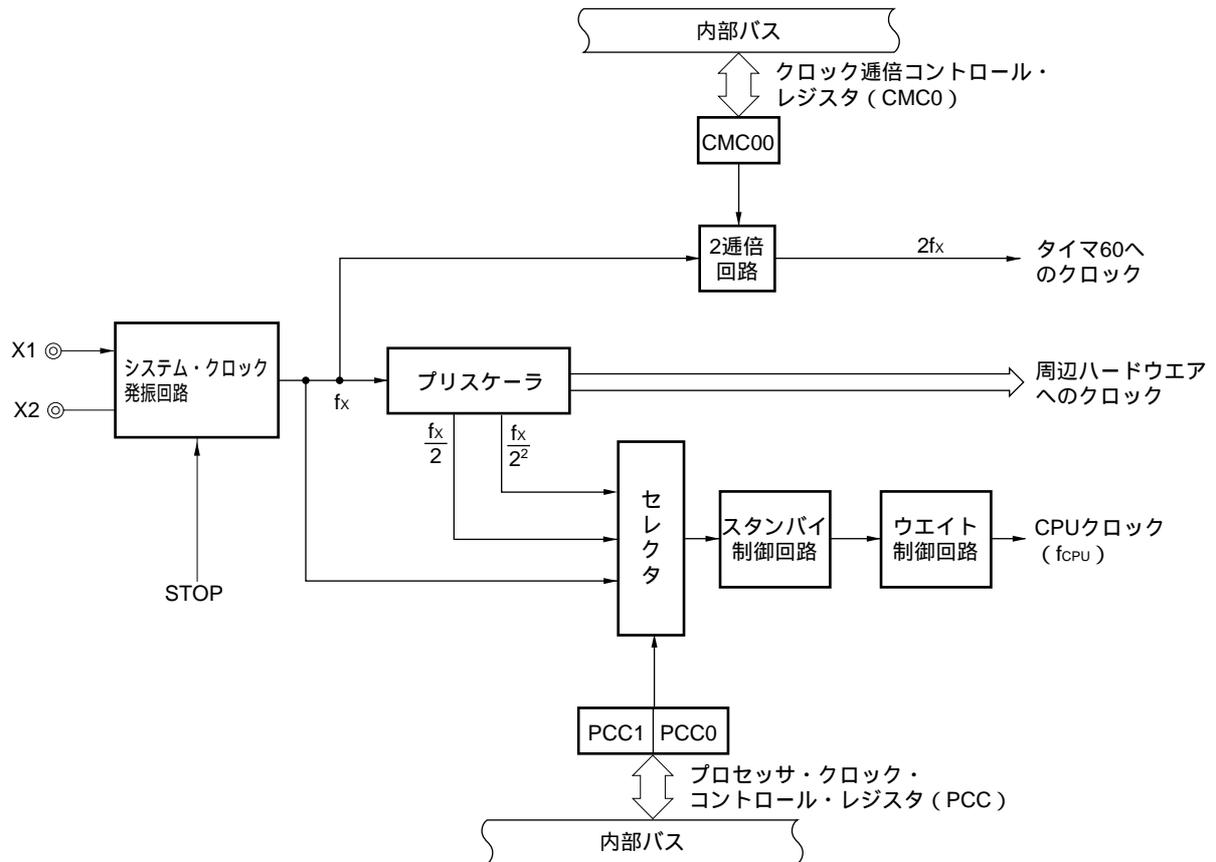
クロック発生回路は、次のハードウェアで構成しています。

表5 - 1 クロック発生回路の構成

項 目	構 成
制御レジスタ	プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC) クロック逡倍コントロール・レジスタ (CMC0)
発振回路	クリスタル/セラミック発振回路

★

図5-1 クロック発生回路のブロック図



### 5.3 クロック発生回路を制御するレジスタ

クロック発生回路は、次の2種類のレジスタで制御します。

- ・プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC)
- ・クロック逡倍コントロール・レジスタ (CMC0)

#### (1) プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC)

CPUクロックの選択，分周比を設定するレジスタです。

PCCは，1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により，02Hになります。

図5 - 2 プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタのフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
PCC	0	0	0	0	0	0	PCC1	PCC0	FFF BH	02 H	R/W

PCC1	PCC0	CPUクロック ( $f_{\text{CPU}}$ ) の選択	最小命令実行時間：2/ $f_{\text{CPU}}$
			$f_x = 5.0 \text{ MHz}$ 動作時
0	0	$f_x$	0.4 $\mu\text{s}$
0	1	$f_x/2$	0.8 $\mu\text{s}$
1	0	$f_x/2^2$	1.6 $\mu\text{s}$
1	1	設定禁止	

**注意** ビット2-7には必ず0を設定してください。

**備考**  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

(2) クロック逡倍コントロール・レジスタ (CMC0)

クロック逡倍回路の動作を制御するレジスタです。

CMC0は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

★ 図5-3 クロック逡倍コントロール・レジスタのフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
CMC0	0	0	0	0	0	0	0	CMC00	FF6CH	00H	R/W

CMC00	システム・クロック2逡倍回路の制御
0	動作停止 (システム・クロックの2逡倍クロック (2fx) をタイマ60に供給禁止)
1	動作許可 (システム・クロックの2逡倍クロック (2fx) をタイマ60に供給)

注意1. ビット1-7には、必ず0を設定してください。

2. クロック逡倍回路を使用する場合、動作電圧範囲は2.0~3.6Vとなります。

## 5.4 システム・クロック発振回路

### 5.4.1 システム・クロック発振回路

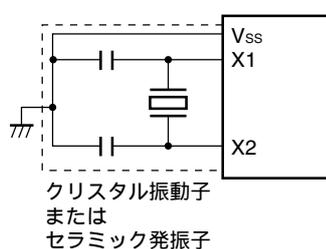
システム・クロック発振回路はX1, X2端子に接続されたクリスタル振動子またはセラミック発振子（標準：5.0 MHz）によって発振します。

また、外部クロックを入力することもできます。その場合、X1端子にクロック信号を入力し、X2端子には、その反転した信号を入力してください。

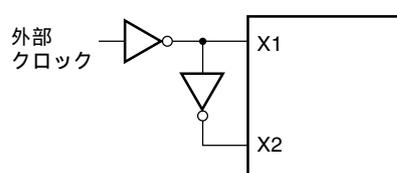
図5 - 4にシステム・クロック発振回路の外付け回路を示します。

図5 - 4 システム・クロック発振回路の外付け回路

(a) クリスタル，セラミック発振



(b) 外部クロック



**注意** システム・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5 - 4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。また、変化する大電流が流れる線と接近させない。
- ・発振回路のコンデンサの接地点は、常にV<sub>SS</sub>と同電位となるようにする。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。

### 5.4.2 発振子の接続の悪い例

図5 - 5に発振子の接続の悪い例を示します。

図5 - 5 発振子の接続の悪い例 (1/2)

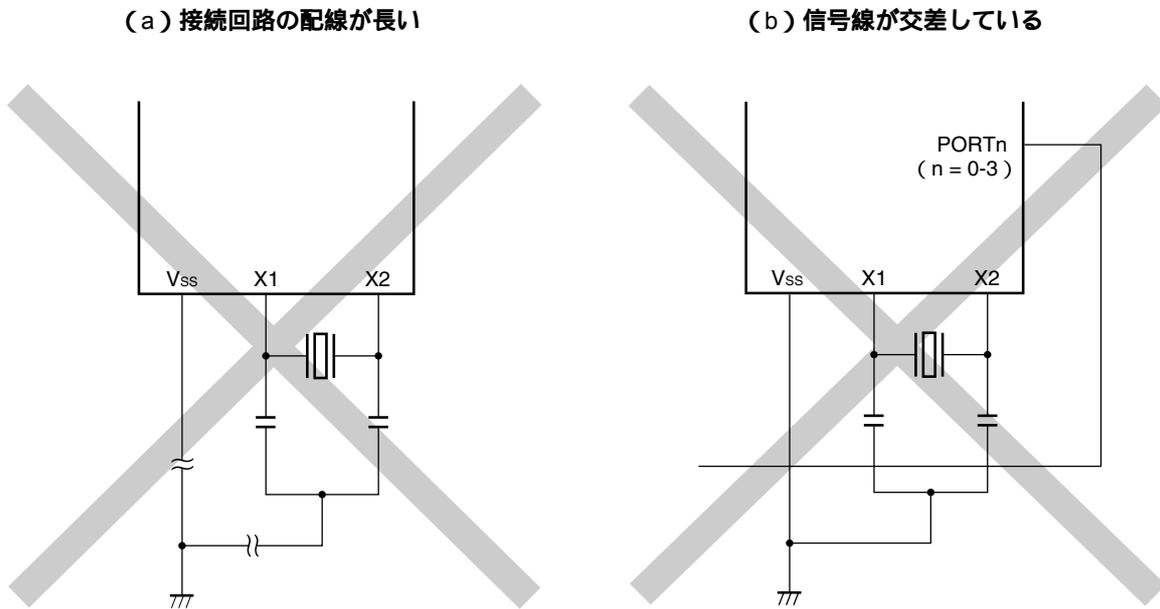
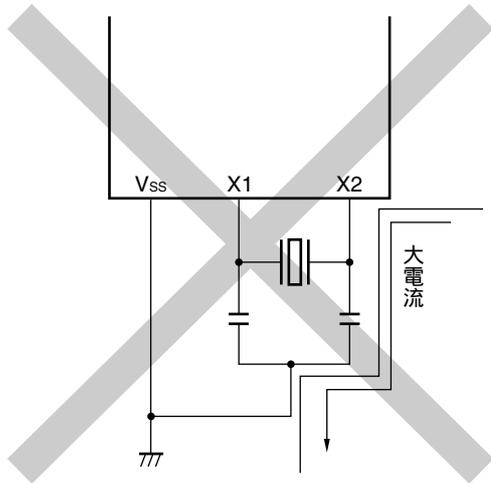
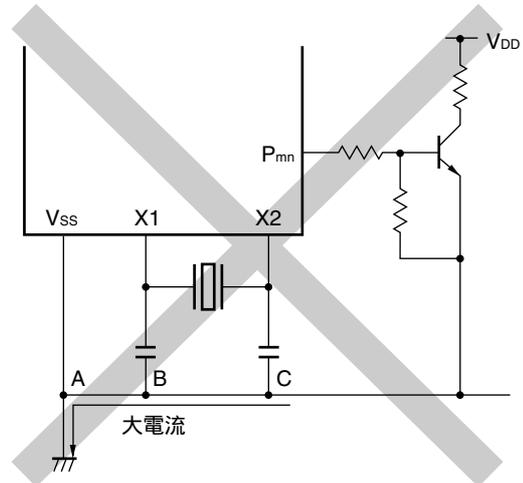


図5-5 発振子の接続の悪い例 (2/2)

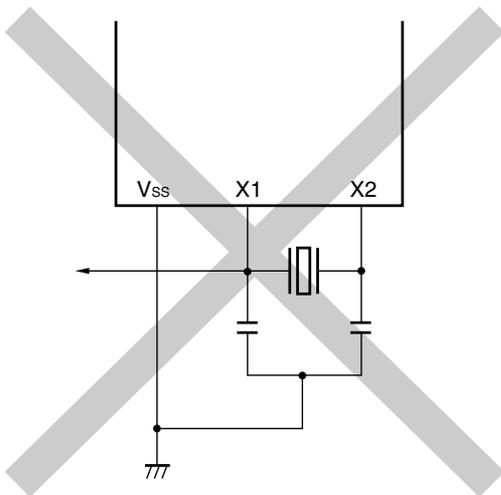
(c) 変化する大電流が信号線に近接している



(d) 発振回路部のグランド・ライン上に電流が流れる  
(A点, B点, C点の電位が変動する)



(e) 信号を取り出している



### 5.4.3 分周回路

分周回路は、システム・クロック発振回路出力 (fx) を分周して、各種クロックを生成します。

## 5.5 クロック発生回路の動作

クロック発生回路は次に示す各種クロックを発生し、かつ、スタンバイ・モードなどのCPUの動作モードを制御します。

- ・システム・クロック  $f_x$
- ・CPUクロック  $f_{CPU}$
- ・周辺ハードウェアへのクロック

クロック発生回路の動作はプロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC) により決定され、次のような機能、動作となります。

- (a)  $\overline{\text{RESET}}$ 信号発生によりシステム・クロックの低速モード ( $1.6 \mu\text{s} : 5.0 \text{ MHz}$ 動作時) が選択されます (PCC = 02H)。なお、 $\overline{\text{RESET}}$ 端子にロウ・レベルを入力している間、システム・クロックの発振は停止します。
- (b) PCCの設定により3段階の最小命令実行時間 ( $0.4 \mu\text{s}, 0.8 \mu\text{s}, 1.6 \mu\text{s} : 5.0 \text{ MHz}$ 動作時) を選択することができます。
- (c) STOPモード、HALTモードの2つのスタンバイ・モードが使用できます。
- (d) 周辺ハードウェアへのクロックはシステム・クロックを分周して供給されます。このため、システム・クロックを停止させたときは周辺ハードウェアも停止します (ただし、外部からの入力クロック動作は除く)。

## 5.6 CPUクロックの設定の変更

### 5.6.1 CPUクロックの切り替えに要する時間

CPUクロックは、プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC) により切り替えることができます。

実際にCPUクロックが切り替わるまでには、最大で表5-2に示す時間を要します (PCCを書き換えた直後ではありません)。よって、PCCを書き換えてから表5-2に示す時間は、切り替え前後のどちらのクロックで動作しているのか不定になります。

表5-2 CPUクロックの切り替えに要する最大時間

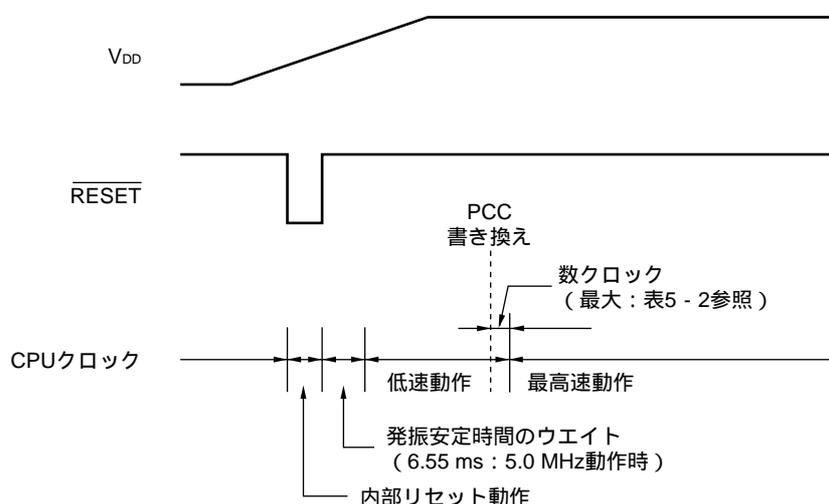
切り替え前の設定値		切り替え後の設定値					
PCC1	PCC0	PCC1	PCC0	PCC1	PCC0	PCC1	PCC0
		0	0	0	1	1	0
0	0	8クロック		16クロック		16クロック	
	1			8クロック		8クロック	
1	0	4クロック		4クロック		設定禁止	
	1	設定禁止		設定禁止			

備考 2クロックは、切り替え前のCPUクロックの最小命令実行時間となります。

### 5.6.2 CPUクロックの切り替え例

CPUクロックの切り替えについて説明します。

図5-6 CPUクロックの切り替え例



電源投入後、RESET端子をロウ・レベルにすることでCPUにリセットがかかります。その後、RESET端子をハイ・レベルにするとリセットが解除され、システム・クロックが発振開始します。このとき、自動的に発振安定時間 ( $2^{15}/f_x$ ) を確保します。

その後、CPUはシステム・クロックの低速 (1.6  $\mu$ s : 5.0 MHz動作時) で命令の実行を開始します。

V<sub>DD</sub>電圧が最高速で動作できる電圧まで上昇するのに十分な時間経過後、プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC) を書き換えます。

数クロック後、CPUクロックが高速 (0.4  $\mu$ s : 5.0 MHz動作時) に切り替わり、最高速動作を開始します。

## 第6章 16ビット・タイマ20

フリーランニング・カウンタを基準とし、タイマ割り込みの機能があります。また、キャプチャ・トリガ端子によるカウント値のキャプチャができます。

### 6.1 16ビット・タイマ20の機能

16ビット・タイマ20には、次のような機能があります。

- ・タイマ割り込み
- ・カウント値のキャプチャ

#### (1) タイマ割り込み

カウント値とコンペア値の一致で割り込みを発生します。

#### (2) カウント値のキャプチャ

キャプチャ・トリガに同期してTM20のカウント値をキャプチャ・レジスタに取り込み、保持します。

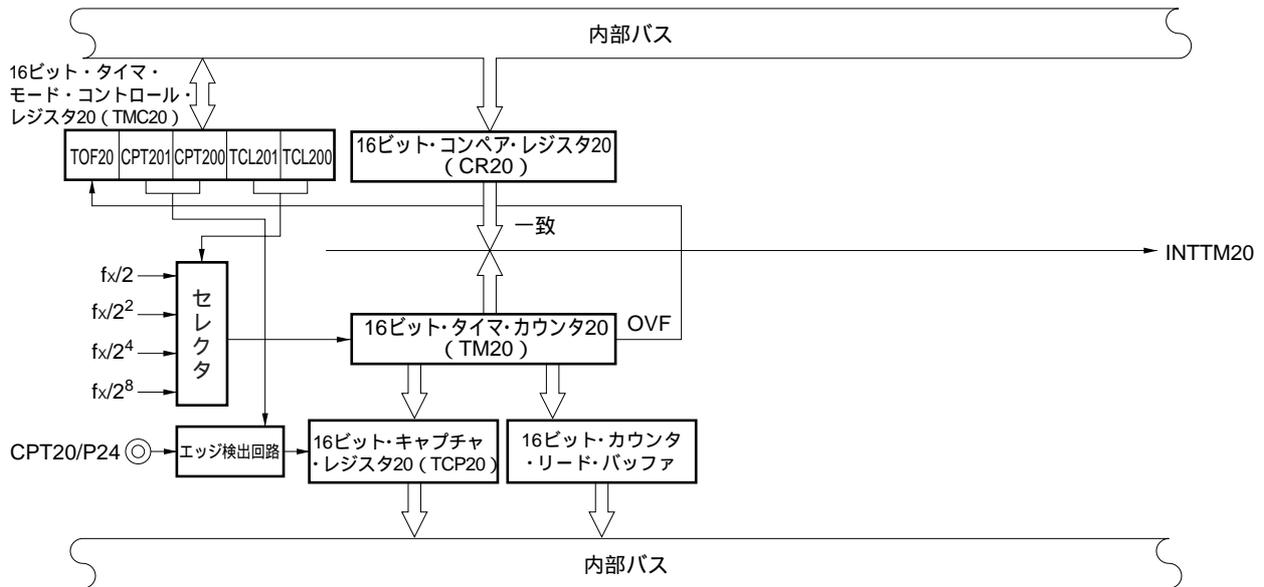
## 6.2 16ビット・タイマ20の構成

16ビット・タイマ20は、次のハードウェアで構成しています。

表6 - 1 16ビット・タイマ20の構成

項目	構成
タイマ・カウンタ	16ビット×1本 (TM20)
レジスタ	コンペア・レジスタ : 16ビット×1本 (CR20) キャプチャ・レジスタ : 16ビット×1本 (TCP20)
タイマ出力	なし
制御レジスタ	16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20 (TMC20) ポート・モード・レジスタ2 (PM2) ポート・レジスタ2 (P2)

図6 - 1 16ビット・タイマ20のブロック図



**(1) 16ビット・コンペア・レジスタ20 (CR20)**

CR20に設定した値と16ビット・タイマ・カウンタ20 (TM20) のカウント値を常に比較し、一致したときに割り込み要求 (INTTM20) を発生する16ビットのレジスタです。

CR20は、16ビット・メモリ操作命令で設定します。0000H-FFFFHの設定が可能です。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、FFFFHになります。

- 注意1.** 16ビット・メモリ操作命令で操作するレジスタですが、8ビット・メモリ操作命令も使用できます。ただし、8ビット・メモリ操作命令をするときは、ダイレクト・アドレッシングでアクセスしてください。
2. カウント動作中にCR20を書き換える場合は、あらかじめ、割り込みマスク・フラグ・レジスタ0 (MK0) で割り込み禁止にしてください。また、16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20 (TMC20) でタイマ出力データを反転禁止に設定してください。
- 割り込みを許可している状態でCR20を書き換えた場合、その時点で割り込み要求が発生することがあります。

**(2) 16ビット・タイマ・カウンタ20 (TM20)**

カウント・パルスをカウントする16ビットのレジスタです。

TM20は、16ビット・メモリ操作命令で読み出します。

カウント・クロックが入力されている間、フリーランニングします。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、0000Hになり、再びフリーランニングします。

- 注意1.** ストップ解除後のカウント値は、発振安定時間中にカウント動作するため不定となります。
2. 16ビット・メモリ操作命令で操作するレジスタですが、8ビット・メモリ操作命令も使用できます。ただし、8ビット・メモリ操作命令をするときは、ダイレクト・アドレッシングでアクセスしてください。
3. 8ビット・メモリ操作命令を使用する場合、下位バイト 上位バイトの順で必ずペアで読み出してください。
4. CPUクロックを $f_x/2^2$ 、かつ16ビット・タイマ20のカウント・クロックを $f_x/2$ に選択した時は、TM20をリードしても値が保証されません。

**(3) 16ビット・キャプチャ・レジスタ20 (TCP20)**

16ビット・タイマ・カウンタ20 (TM20) の内容をキャプチャする16ビットのレジスタです。

TCP20は、16ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、不定になります。

- 注意** 16ビット・メモリ操作命令で操作するレジスタですが、8ビット・メモリ操作命令も使用できます。ただし、8ビット・メモリ操作命令をするときは、ダイレクト・アドレッシングでアクセスしてください。

**(4) 16ビット・カウンタ・リード・バッファ**

16ビット・タイマ・カウンタ20 (TM20) のカウンタ値をラッチし、カウント値を保持します。

### 6.3 16ビット・タイマ20を制御するレジスタ

16ビット・タイマ20は、次の3種類のレジスタで制御します。

- ・16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20 (TMC20)
- ・ポート・モード・レジスタ2 (PM2)
- ・ポート・レジスタ2 (P2)

#### (1) 16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20 (TMC20)

16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20 (TMC20) は、カウント・クロック設定、キャプチャ・エッジなどの設定を制御するレジスタです。

TMC20は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。  
 $\overline{\text{RESET}}$ 入力により00Hになります。

図6-2 16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20のフォーマット

略号	7	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W	
TMC20	0	TOF20	CPT201	CPT200	0	TCL201	TCL200	0	FF48H	00H	R/W

TOF20	オーバーフロー・フラグのセット	
0	リセットおよびソフトウェアでクリア	
1	16ビット・タイマのオーバーフローでセット	

CPT201	CPT200	キャプチャ・エッジの選択
0	0	キャプチャ動作禁止
0	1	CPT20端子の立ち上がりエッジ
1	0	CPT20端子の立ち下がりエッジ
1	1	CPT20端子の両エッジ

TCL201	TCL200	16ビット・タイマ・カウンタ20のカウント・クロックの選択
0	0	$f_x/2$ (2.5 MHz)
0	1	$f_x/2^2$ (1.25 MHz)
1	0	$f_x/2^4$ (312.5 kHz)
1	1	$f_x/2^8$ (19.5 kHz)

注意1. ビット0, 3, 7には必ず0を設定してください

2. CPUクロックを $f_x/2^2$ 、かつ16ビット・タイマ20のカウント・クロックを $f_x/2$ に選択した時は、TM20をリードしても値が保証されません。

備考1.  $f_x$ : システム・クロック発振周波数

2. ( ) 内は、 $f_x = 5.0$  MHz動作時

(2) ポート・モード・レジスタ2 (PM2)

ポート2の入力 / 出力を1ビット単位で設定するレジスタです。

P24/CPT20端子をタイマ入力として使用するとき、PM24に1を設定してください。

PM2は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、FFHになります。

図6-3 ポート・モード・レジスタ2のフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
PM2	PM27	PM26	PM25	PM24	PM23	PM22	PM21	PM20	FF22H	FFH	R/W

PM24	P24端子の入出力モードの選択
0	出力モード (出力バッファ・オン)
1	入力モード (出力バッファ・オフ)

## 6.4 16ビット・タイマ20の動作

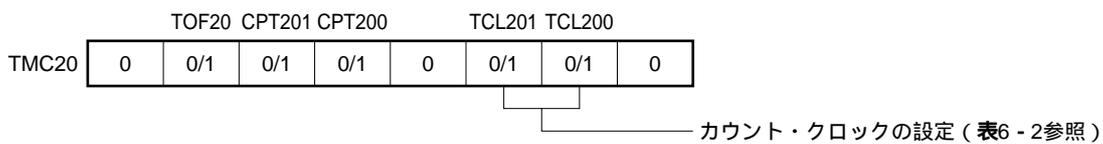
### 6.4.1 タイマ割り込みとしての動作

フリーランニングのカウンタの値が、CR20に設定した値になるたびに繰り返し割り込みを発生することができます。割り込み発生後もカウンタはクリアされずカウントを継続するので、インターバル時間はTCL201とTCL200で設定したカウント・クロックの1周期分となります。

16ビット・タイマ20をタイマ割り込みとして動作させるには次の設定をします。

- ・CR20にカウンタ値を設定
- ・16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20 (TMC20) を図6 - 4のように設定

図6 - 4 タイマ割り込み動作時の16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20の設定内容



**注意** CPT201フラグとCPT200フラグの両方に0を設定するとキャプチャ・エッジは動作禁止になります。

16ビット・タイマ・カウンタ20 (TM20) のカウンタ値がCR20に設定した値と一致したとき、TM20のカウントをそのまま継続するとともに、割り込み要求信号 (INTTM20) を発生します。

表6 - 3にインターバル時間を、図6 - 5にタイマ割り込み動作のタイミングを示します。

**注意** カウント動作中にCR20を書き換える場合は必ず割り込みを禁止に設定 (TMMK20 (割り込みマスク・フラグ・レジスタ0 (MK0) のビット6) = 1) してください。

割り込みを許可している状態で、CR20を書き換えた場合、その時点で割り込み要求が発生することがあります。

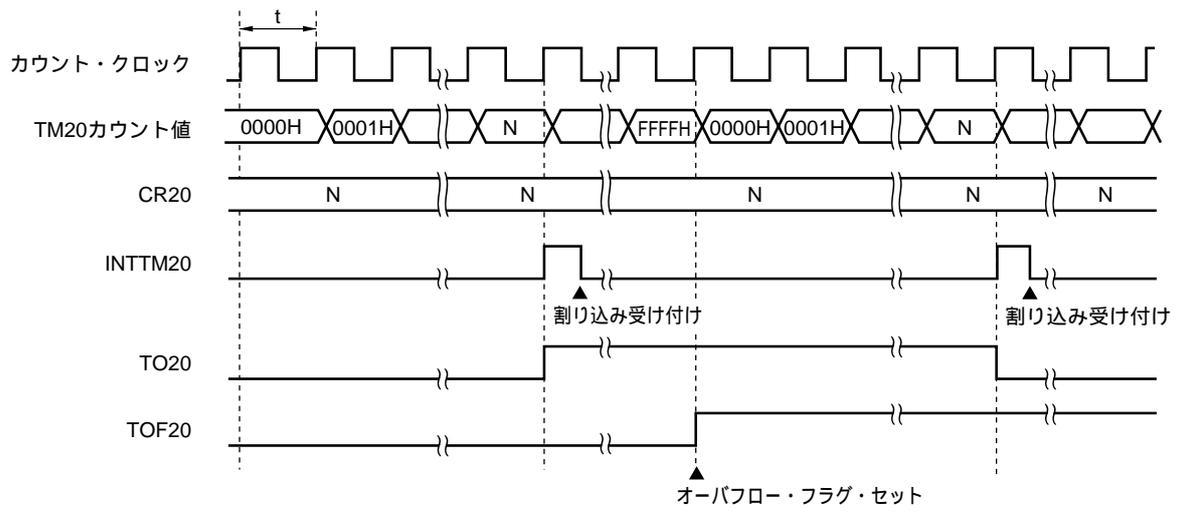
表6 - 2 16ビット・タイマ20のインターバル時間

TCL201	TCL200	カウント・クロック周期	インターバル時間
0	0	$2/f_x$ (1.6 $\mu$ s)	$2^{17}/f_x$ (26.2 ms)
0	1	$2^2/f_x$ (0.8 $\mu$ s)	$2^{18}/f_x$ (52.4 ms)
1	0	$2^4/f_x$ (3.2 $\mu$ s)	$2^{20}/f_x$ (209.7 ms)
1	1	$2^8/f_x$ (51.2 $\mu$ s)	$2^{24}/f_x$ (3.36 s)

備考1.  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

2. ( ) 内は、 $f_x = 5.0$  MHz動作時

図6-5 タイマ割り込み動作のタイミング



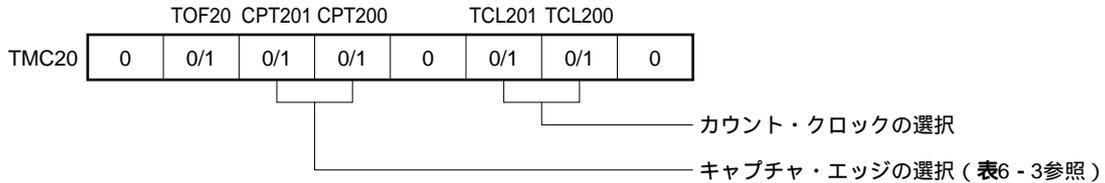
備考 N = 0000H-FFFFH

### 6.4.2 キャプチャ動作

キャプチャ・トリガに同期して、16ビット・タイマ・カウンタ20 (TM20) のカウント値をキャプチャ・レジスタに取り込み、カウント値を保持するキャプチャ動作を行います。

16ビット・タイマ20をキャプチャ動作させるには図6-6のように設定します。

図6-6 キャプチャ動作時の16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20の設定内容



16ビット・キャプチャ・レジスタ20 (TCP20) は、CPT20のキャプチャ・トリガ・エッジが検出されたあと、キャプチャ動作を開始し、16ビット・タイマ・カウンタ20のカウント値をラッチし、保持します。TCP20は、2クロック以内にカウント値をフェッチし、次のキャプチャ・エッジが検出されるまでカウント値を保持します。

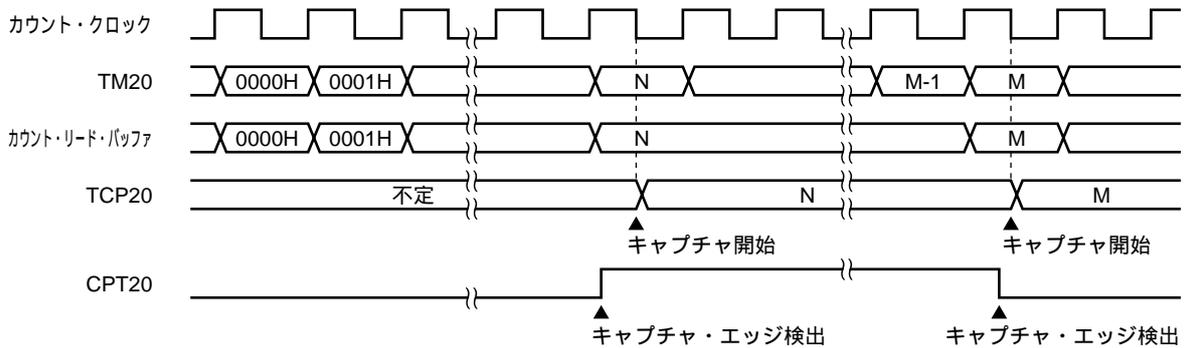
表6-3にキャプチャ・エッジの設定内容を、図6-7にキャプチャ動作のタイミングを示します。

表6-3 キャプチャ・エッジの設定内容

CPT201	CPT200	キャプチャ・エッジの選択
0	0	キャプチャ動作禁止
0	1	CPT20端子の立ち上がりエッジ
1	0	CPT20端子の立ち下がりエッジ
1	1	CPT20端子の両エッジ

**注意** TCP20のリード期間中にキャプチャ・トリガ・エッジが検出されると、TCP20は書き換えられるので、TCP20のリード期間中はキャプチャ・トリガ・エッジ検出を禁止にしてください。

図6-7 キャプチャ動作のタイミング (CPT20端子の両エッジ指定時)



**備考** N, M = 0000H-FFFFH

### 6.4.3 16ビット・タイマ・カウンタ20の読み出し

16ビット・タイマ・カウンタ20 (TM20) のカウント値は16ビット操作命令で読み出します。

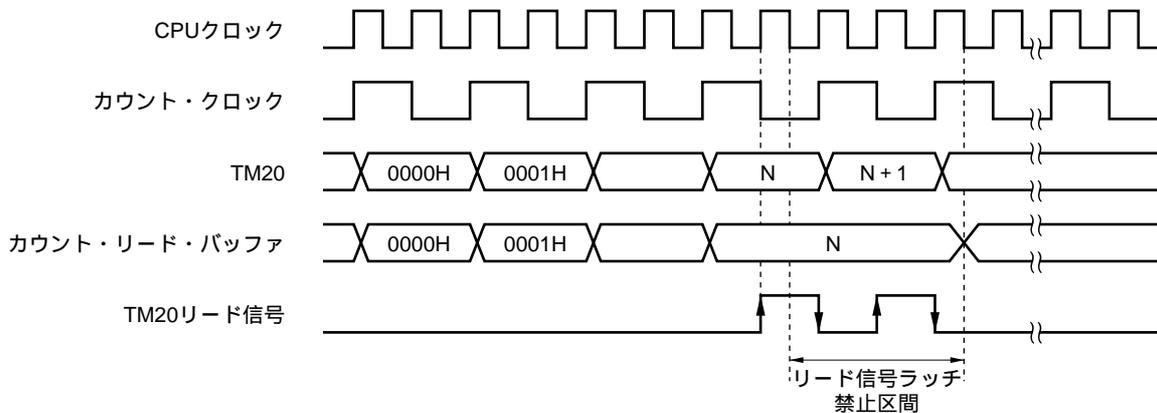
TM20の読み出しは、カウンタ・リード・バッファを介して行います。カウンタ・リード・バッファはTM20のカウント値をラッチします。そして、TM20の下位バイトのリード信号が立ち上がったあとのCPUクロックの立ち下がりによってバッファ動作を保留し、カウント値を保持します。この保持状態のカウンタ・リード・バッファの値をカウント値として読み出すことができます。

保留の解除は、TM20の上位バイトのリード信号が立ち下がったあとのCPUクロックの立ち下がりで行います。TM20は、RESET入力により0000Hになり、再びフリーランニングします。

図6-8に16ビット・タイマ・カウンタ20の読み出しのタイミングを示します。

- 注意1. ストップ解除後のカウント値は、発振安定時間中にカウント動作をするため不定となります。
- TM20は16ビット転送命令専用のレジスタですが、8ビット転送命令も使用できます。  
8ビット転送命令を使用する場合、ダイレクト・アドレッシングで行ってください。
  - 8ビット転送命令を使用するとき、下位バイト 上位バイトの順で必ずペアで行ってください。下位バイトのみの読み出しは、カウンタ・リード・バッファの保留状態が解除されず、また、上位バイトのみの読み出しは不定となったカウント値を読み込んでしまいます。
  - CPUクロックを $f_x/2^2$ 、かつ16ビット・タイマ20のカウント・クロックを $f_x/2$ に選択した時は、TM20をリードしても値が保証されません。

図6-8 16ビット・タイマ・カウンタ20の読み出しのタイミング



備考 N = 0000H-FFFFH

## ★ 6.5 16ビット・タイマ20の注意事項

### 6.5.1 16ビット・コンペア・レジスタ20を書き換える際の制限事項

(1) コンペア・レジスタ (CR20) を書き換える場合は、必ず割り込みを禁止 (TMMK20 = 1) してから行ってください。

割り込みを許可している状態で、CR20を書き換えた場合、その時点で割り込み要求が発生することがあります。

(2) コンペア・レジスタ (CR20) を書き換えるタイミングによっては、インターバル時間が意図する時間の2倍となる場合があります。

これを回避するために、次のどちらかの手順で書き換えを行ってください。

#### <回避策A> 8ビット・アクセスで書き換える場合

割り込みを禁止 (TMMK20 = 1) に設定

先にCR20 (16ビット) の上位1バイトを書き換える

次にCR20 (16ビット) の下位1バイトを書き換える

割り込み要求フラグ (TMIF20) をクリアする

割り込みの先頭からカウント・クロックの半周期分以上経過した後で、タイマ割り込み許可する。

#### <プログラム例A> (カウント・クロック = 64/fx, CPUクロック = fxの場合)

TM20_VCT: SET1	TMMK20	;タイマ割り込み禁止 (6クロック)	} 合計32クロック 以上 <sup>注</sup>
MOV	A,#xxH	;上位バイト書き換え値設定 (6クロック)	
MOV	!0FF17H,A	;CR20上位バイト書き換え (8クロック)	
MOV	A,#yyH	;下位バイト書き換え値設定 (6クロック)	
MOV	!0FF16H,A	;CR20下位バイト書き換え (8クロック)	
CLR1	TMIF20	;割り込み要求フラグをクリア (6クロック)	
CLR1	TMMK20	;タイマ割り込み許可 (6クロック)	

**注** INTTM20信号は、割り込み発生してからカウント・クロックの半周期の期間、ハイ・レベルになっているので、この期間にTMMK20を0にクリアすると再び割り込みがセットされてしまうため。

## &lt;回避策B&gt; 16ビット・アクセスで書き換える場合

割り込みを禁止 (TMMK20 = 1) に設定  
 CR20 (16ビット) を書き換える  
 カウント・クロックの1周期分以上ウエイトする  
 割り込み要求フラグ (TMIF20) をクリアする  
 タイマ割り込み許可する。

<プログラム例B> (カウント・クロック =  $64/f_x$ , CPUクロック =  $f_x$ の場合)

```

TM20_VCT SET1    TMMK20    ;タイマ割り込み禁止
          MOVW    AX,#xyyH  ;CR20書き換え値設定
          MOVW    CR20,AX   ;CR20書き換え

          NOP
          NOP
          :
          NOP
          NOP
          } ;NOP32個 (64/fx分のウエイト)注
          CLR1    TMIF20    ;割り込み要求フラグをクリア
          CLR1    TMMK20    ;タイマ割り込み許可
  
```

**注** CR20を書き換える命令 (MOVW CR20, AX) から、カウント・クロックの1周期分以上ウエイトしたあとで、割り込み要求フラグ (TMIF20) をクリアしてください。

## 第7章 8ビット・タイマ50, 60

### 7.1 8ビット・タイマ50, 60の機能

μPD789088サブシリーズは8ビット・タイマ50, 60を内蔵しています。モード・レジスタの設定により次の表に示す動作モードが可能です。

表7-1 モード一覧

モード	チャンネル	タイマ50	タイマ60
8ビット・タイマ・カウンタ・モード (単体モード)			
16ビット・タイマ・カウンタ・ モード(カスケード接続モード)			
キャリア・ジェネレータ・モード			
PWM出力モード		-	(パルス・ジェネレータ・モード)

#### (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)

次のような機能を使用できます。

- ・8ビット分解能のインターバル・タイマ
- ・8ビット分解能の方形波出力(タイマ60のみ)

#### (2) タイマ50とタイマ60を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)

カスケード接続することにより, 16ビット・タイマとして動作します。

次のような機能を使用できます。

- ・16ビット分解能のインターバル・タイマ
- ・16ビット分解能の方形波出力

#### (3) キャリア・ジェネレータ・モード

タイマ60で生成されるキャリア・クロックをタイマ50で設定した周期で出力します。

#### (4) PWM出力モード(パルス・ジェネレータ・モード)(タイマ60のみ)

TM60, CR60, CRH60の設定により, タイマ出力状態が繰り返し反転し, これにより, 任意の周期, 任意のデューティ比(パルス幅)のパルスを出力します(周期, パルス幅ともにプログラマブル)。

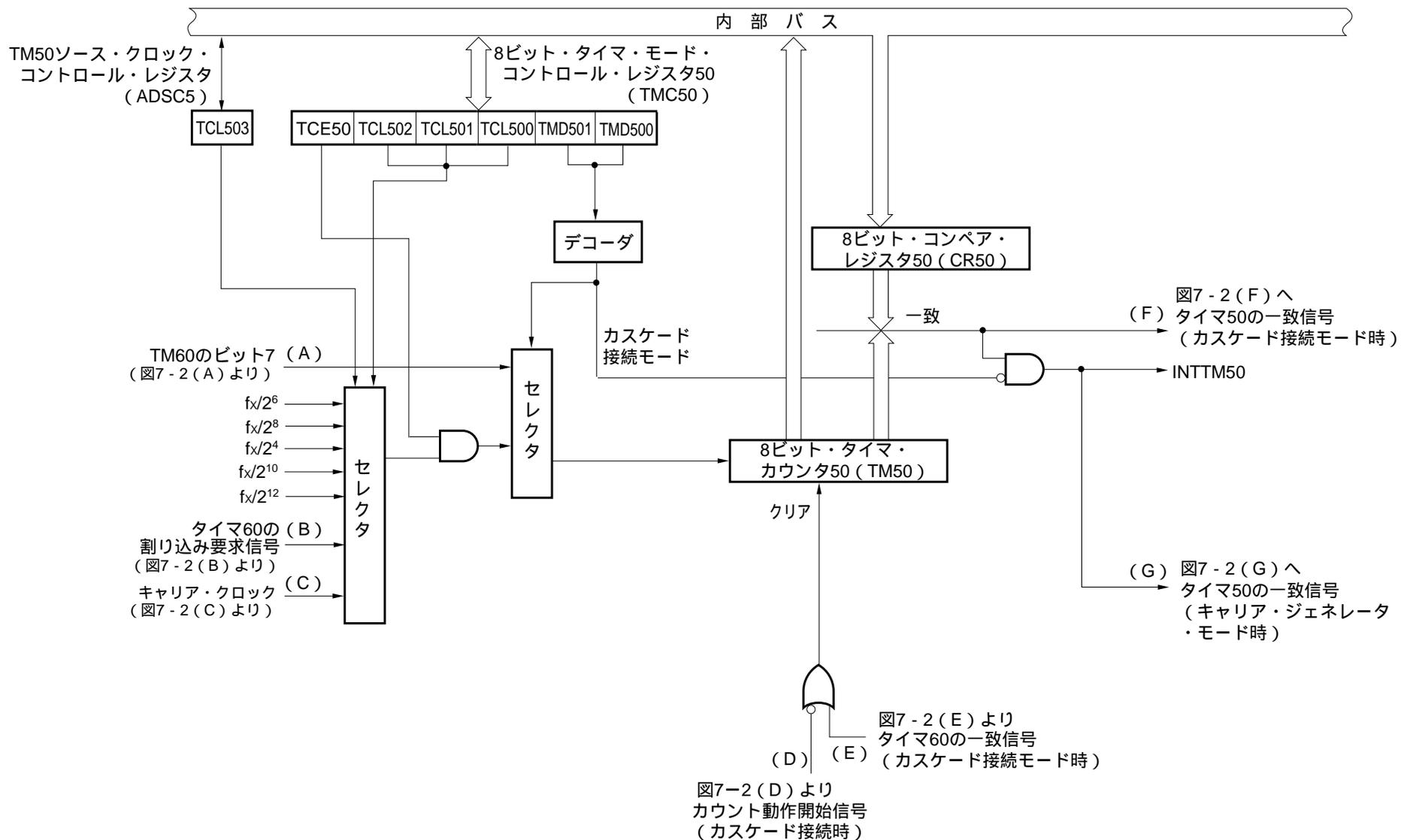
## 7.2 8ビット・タイマ50, 60の構成

8ビット・タイマ50, 60は、次のハードウェアで構成しています。

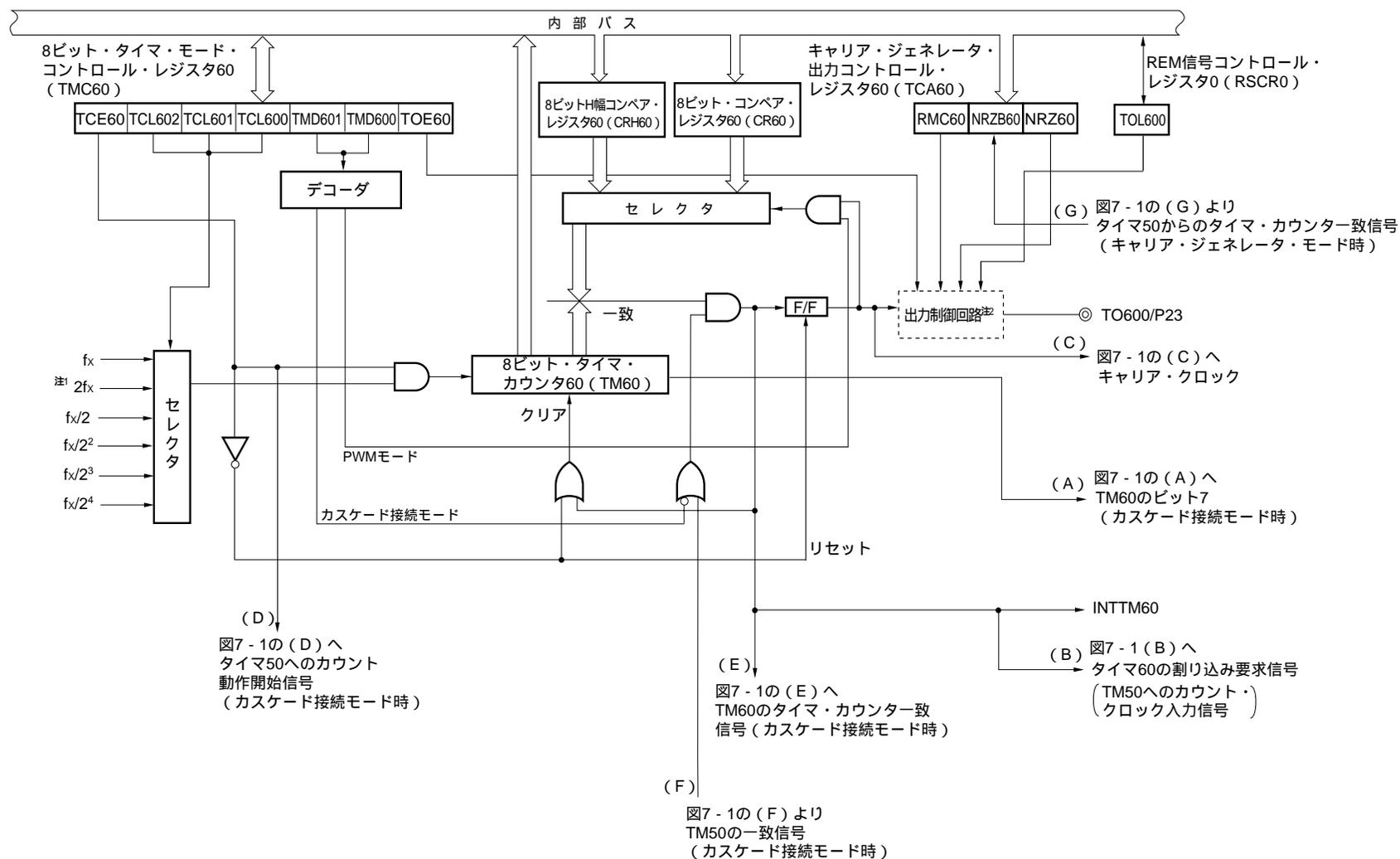
表7 - 2 8ビット・タイマ50, 60の構成

項 目	構 成
タイマ・カウンタ	8ビット×2本 (TM50, TM60)
レジスタ	コンペア・レジスタ : 8ビット×3本 (CR50, CR60, CRH60)
タイマ出力	1本 (TO600)
制御レジスタ	8ビット・タイマ・コントロール・レジスタ50 (TMC50) TM50ソース・クロック・コントロール・レジスタ (ADSC5) 8ビット・タイマ・コントロール・レジスタ60 (TMC60) キャリア・ジェネレータ出力コントロール・レジスタ60 (TCA60) REM信号コントロール・レジスタ (RSCR0) ポート・モード・レジスタ2 (PM2) ポート・レジスタ2 (P2)

★ 図7-1 タイマ50のブロック図



★ 図7-2 タイマ60のブロック図

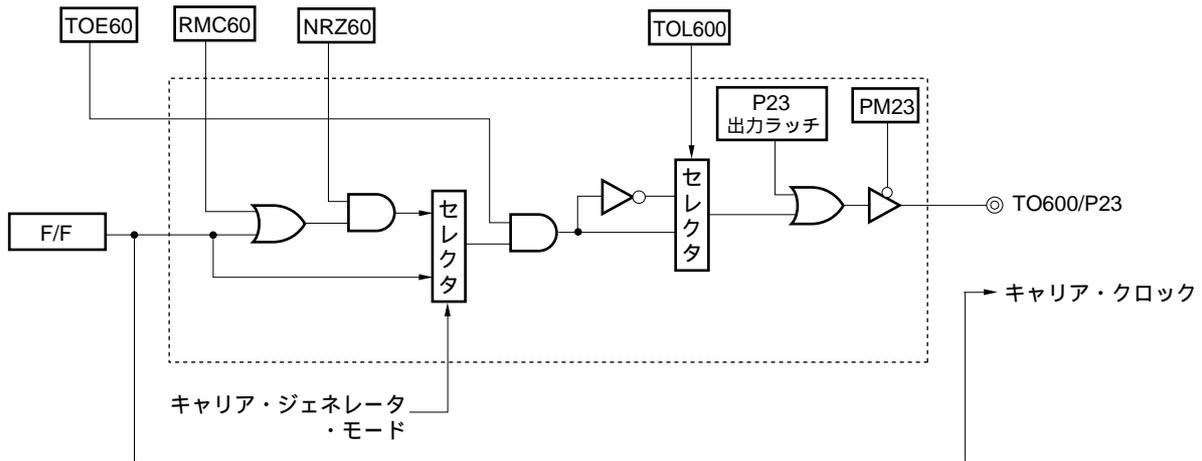


注1. システム・クロックの2通倍クロック

2. 詳細については図7-3を参照してください。

★

図7-3 出力制御回路(タイマ60)のブロック図



(1) 8ビット・コンペア・レジスタ50 (CR50)

CR50に設定した値と8ビット・タイマ・カウンタ50 (TM50)のカウンタ値を常に比較し、一致したときに割り込み要求 (INTTM50) を発生する8ビットのレジスタです。

CR50は、8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、不定になります。

(2) 8ビット・コンペア・レジスタ60 (CR60)

CR60に設定した値と8ビット・タイマ・カウンタ60 (TM60)のカウンタ値を常に比較し、一致したときに割り込み要求 (INTTM60) を発生する8ビットのレジスタです。また、TM50とカスケード接続して、16ビット・タイマ/イベント・カウンタとして使用する場合、CR50とTM50、CR60とTM60が同時に一致した場合のみ割り込み要求 (INTTM60) が発生します (INTTM50は発生しません)。

★

キャリア・ジェネレータ/PWM出力モード時は、タイマ出力のロウ・レベル幅を設定します。

CR60は、8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、不定になります。

(3) 8ビットH幅コンペア・レジスタ60 (CRH60)

キャリア・ジェネレータ/PWM出力モード時、CRH60に値を書き込むことにより、タイマ出力のハイ・レベル幅を設定します。

★

CRH60に設定した値とTM60のカウンタ値を常に比較し、一致したときに割り込み要求 (INTTM60) を発生します。

CRH60は、8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、不定になります。

**(4) 8ビット・タイマ・カウンタ50, 60 (TM50, TM60)**

カウント・パルスをカウントする8ビットのレジスタです。

TM50, TM60は、それぞれ1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で読み出します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、それぞれ00Hになります。

TM50, TM60が00Hにクリアされる条件を次に示します。

**(a) 単体モード**

( ) TM50の場合

- ・リセット
- ・TCE50 (8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ50 (TMC50) のビット7) を0にクリア
- ・TM50とCR50の一致
- ・TM50のカウント値のオーバーフロー

( ) TM60の場合

- ・リセット
- ・TCE60 (8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ60 (TMC60) のビット7) を0にクリア
- ・TM60とCR60の一致
- ・TM60のカウント値のオーバーフロー

**(b) カスケード接続モード (TM50, TM60同時に00Hにクリア)**

- ・リセット
- ・TCE60フラグを0にクリア
- ・TM50とCR50およびTM60とCR60が同時に一致したとき
- ・TM50とTM60のカウント値が同時にオーバーフロー

**(c) キャリア・ジェネレータ・モード**

( ) TM50の場合

- ・リセット
- ・TCE50フラグを0にクリア
- ・TM50とCR50の一致

( ) TM60の場合

- ・リセット
- ・TCE60フラグを0にクリア
- ・TM60とCR60の一致
- ・TM60とCRH60の一致

(d) PWM出力モード (TM60のみ)

- ・リセット
- ・TCE60フラグを0にクリア
- ・TM60とCR60の一致
- ・TM60とCRH60の一致
- ・TM60のカウント値のオーバフロー

### 7.3 8ビット・タイマ50, 60を制御するレジスタ

8ビット・タイマ50, 60は、次の7種類のレジスタで制御します。

- ・8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ50 (TMC50)
- ・TM50ソース・クロック・コントロール・レジスタ (ADSC5)
- ・8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ60 (TMC60)
- ・キャリア・ジェネレータ・モード・コントロール・レジスタ60 (TCA60)
- ・REM信号コントロール・レジスタ (RSCR0)
- ・ポート・モード・レジスタ2 (PM2)
- ・ポート・レジスタ2 (P2)

#### (1) 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ50 (TMC50)

8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ50 (TMC50) は、タイマ50のカウント・クロックの設定、および動作モードの設定を制御するレジスタです。

TMC50は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により00Hになります。

図7-4 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ50のフォーマット

略号	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W	
TMC50	TCE50	0	TCL502	TCL501	TCL500	TMD501	TMD500	0	FF65H	00H	R/W

TCE50	TM50のカウンタ動作の制御 <sup>注1</sup>
0	TM50のカウンタ値をクリアし、動作停止
1	カウンタ動作開始

TCL502	TCL501	TCL500	TCL503	タイマ50のカウンタ・クロックの選択 <sup>注2</sup>
0	0	0	x	$f_x/2^6$ (78.1 kHz)
0	0	1	x	$f_x/2^8$ (19.5 kHz)
0	1	0	x	$f_x/2^4$ (313 kHz)
0	1	1	0	$f_x/2^{10}$ (4.88 kHz)
0	1	1	1	$f_x/2^{12}$ (1.22 kHz)
1	0	0	x	タイマ60一致信号
1	0	1	x	タイマ60で生成したキャリア・クロック
上記以外				設定禁止

TMD501	TMD500	TMD601	TMD600	タイマ50, タイマ60の動作モードの選択 <sup>注3</sup>
0	0	0	0	単体モード (8ビット・カウンタ・モード)
0	1	0	1	16ビット・カウンタ・モード (カスケード接続モード)
0	0	1	1	キャリア・ジェネレータ・モード
0	0	1	0	タイマ50: 8ビット・カウンタ・モード タイマ60: PWM出力モード
上記以外				設定禁止

注1. カスケード接続モード時ではTCE60 (TMC60のビット7) でカウンタ動作を制御するため、TCE50に設定しても無視されます。

2. カウンタ・クロックの選択は、TMC50とADSC5の両方のレジスタを組み合わせで設定します。

3. 動作モードの選択は、TMC50とTMC60の両方のレジスタを組み合わせで設定します。

注意1. カスケード接続モード時では、カウンタ・クロックは強制的にタイマ60出力信号が選択されます。

2. TMC50を操作する場合は必ず次の順序で設定してください。

TM50のカウンタ動作を停止に設定

動作モード、カウンタ・クロックを設定

カウンタ動作開始

3. ビット0, 6には必ず0を設定してください。

備考1.  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

2. x : Don't care

3. ( ) 内は、 $f_x = 5.0$  MHz動作時

(2) TM50ソース・クロック・コントロール・レジスタ (ADSC5)

タイマ50のカウンタ・クロック選択を制御するレジスタです。

ADSC5は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

図7-5 TM50ソース・クロック・コントロール・レジスタのフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
ADSC5	0	0	0	0	0	0	0	TCL503	FF6DH	00H	R/W

TCL502	TCL501	TCL500	TCL503	タイマ50のカウンタ・クロックの選択 <sup>注</sup>
0	0	0	x	$f_x/2^6$ (78.1 kHz)
0	0	1	x	$f_x/2^8$ (19.5 kHz)
0	1	0	x	$f_x/2^4$ (313 kHz)
0	1	1	0	$f_x/2^{10}$ (4.88 kHz)
0	1	1	1	$f_x/2^{12}$ (1.22 kHz)
1	0	0	x	タイマ60一致信号
1	0	1	x	タイマ60で生成したキャリア・クロック
上記以外				設定禁止

注 カウンタ・クロックの選択は、TMC50とADSC5の両方のレジスタを組み合わせで設定します。

備考 x : Don't care

(3) 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ60 (TMC60)

8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ60 (TMC60) は、タイマ60のカウンタ・クロックの設定、および動作モードの設定を制御するレジスタです。

TMC60は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により00Hになります。

図7-6 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ60のフォーマット

略号	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W	
TMC60	TCE60	0	TCL602	TCL601	TCL600	TMD601	TMD600	TOE60	FF69H	00H	R/W

TCE60	TM60のカウンタ動作の制御 <sup>注1</sup>
0	TM60のカウンタ値をクリアし、動作停止（カスケード接続モード時ではTM50も同時にカウンタ値をクリア）
1	カウンタ動作開始（カスケード接続モード時ではTM50も同時にカウンタ動作開始）

TCL602	TCL601	TCL600	タイマ60のカウンタ・クロックの選択
0	0	0	$f_x$ (5.0 MHz)
0	0	1	$2f_x$ (10.0 MHz) (2逓倍クロック) <sup>注2</sup>
0	1	0	$f_x/2$ (2.5 MHz)
0	1	1	$f_x/2^2$ (1.25 MHz)
1	0	0	$f_x/2^3$ (625 kHz)
1	0	1	$f_x/2^4$ (312.5 kHz)
上記以外			設定禁止

TMD501	TMD500	TMD601	TMD600	タイマ50, タイマ60の動作モードの選択 <sup>注3</sup>
0	0	0	0	単体モード (8ビット・カウンタ・モード)
0	1	0	1	16ビット・カウンタ・モード (カスケード接続モード)
0	0	1	1	キャリア・ジェネレータ・モード
0	0	1	0	タイマ50 : 8ビット・カウンタ・モード タイマ60 : PWM出力モード
上記以外				設定禁止

TOE60	タイマ出力の制御
0	出力禁止
1	TO600に出力許可

- 注1. カスケード接続モード時ではTCE60 (TMC60のビット7) でカウンタ動作を制御するため、TCE50に設定しても無視されます。
2. この2逓倍クロックを用いる場合は、クロック逓倍コントロール・レジスタ (CMC0) を01Hに設定してください。また、この場合の最大動作電圧は3.6Vとなります。
3. 動作モードの選択は、TMC50とTMC60の両方のレジスタを組み合わせで設定します。

**注意** TMC60を操作する場合は必ず次の順序で設定してください。

- TM60のカウンタ動作を停止に設定
- 動作モード, カウンタ・クロックを設定
- カウンタ動作開始

備考1.  $f_x$ : システム・クロック発振周波数

2. ( ) 内は、 $f_x = 5.0$  MHz動作時

(4) キャリア・ジェネレータ出力コントロール・レジスタ60 (TCA60)

キャリア・ジェネレータ・モード時においてタイマ出力データを設定するレジスタです。  
 TCA60は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。  
 $\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

図7-7 キャリア・ジェネレータ出力コントロール・レジスタ60のフォーマット

略号	7	6	5	4	3	0		アドレス	リセット時	R/W	
TCA60	0	0	0	0	0	RMC60	NRZB60	NRZ60	FF6AH	00H	R/W <sup>注</sup>

RMC60	リモコン出力の制御
0	NRZ60 = 1のとき、TO600端子にキャリア・パルスを出力する (NRZ60 = 0のときは、TO600端子にロウ・レベルを出力する)
1	NRZ60 = 1のとき、TO600端子にハイ・レベルを出力する (NRZ60 = 0のときは、TO600端子にロウ・レベルを出力する)

NRZB60	次に出力するNRZ60のデータを格納するビット。タイマ50の一致信号発生時、NRZ60にデータを転送します。
--------	--

NRZ60	ノー・リターン・ゼロ・データ
0	ロウ・レベルを出力する(キャリア・クロックは停止)
1	キャリア・パルスまたはハイ・レベルを出力する

注 ビット0は、Write Onlyです。

注意1. カウント・スタート時には、NRZ60, NRZB60にはあらかじめプログラムによって必要なデータを入力しておいてください。

- ★ 2. タイマ60が出力禁止になっているとき (TOE60=0) , TCA60は1ビット・メモリ操作命令禁止です (8ビット・メモリ操作命令のみ有効)。
- ★ 3. タイマ60が出力許可になっているとき (TOE60=1) , NRZ60への書き込みは無効になります。

(5) REM信号コントロール・レジスタ (RSCR0)

タイマ60出力 (TO600) の反転を制御するレジスタです。

RSCR0は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

RESET入力により、00Hになります。

図7-8 REM信号コントロール・レジスタのフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
RSCR0	0	0	0	0	0	0	0	TOL600	FF6BH	00H	R/W

TOL600	タイマ60出力 (TO600) の反転制御
0	反転しない (TO600)
1	反転する (TO600)

**注意** P23/TO600端子をポート機能として使う場合は、TOL600に“0”を設定してください。

(6) ポート・モード・レジスタ2 (PM2)

ポート2の入力 / 出力を1ビット単位で設定するレジスタです。

P23/TO600端子をタイマ出力として使用するときはPM23およびP23の出力ラッチに0を設定してください。

PM2は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

RESET入力により、FFHになります。

図7-9 ポート・モード・レジスタ2のフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
PM2	PM27	PM26	PM25	PM24	PM23	PM22	PM21	PM20	FF22H	FFH	R/W

PM2n	P2n端子の入出力モード (n = 0-7)
0	出力モード (出力バッファ・オン)
1	入力モード (出力バッファ・オフ)

## 7.4 8ビット・タイマ50, 60の動作

### 7.4.1 8ビット・タイマ・カウンタ・モードとしての動作

タイマ50, タイマ60はそれぞれ独立して8ビット・タイマ・カウンタ・モードとして使用できます。

8ビット・タイマ・カウンタ・モードでは次のような機能を使用できます。

- ・8ビット分解能のインターバル・タイマ
- ・8ビット分解能の方形波出力（タイマ60のみ）

#### (1) 8ビット分解能のインターバル・タイマ

8ビット分解能のインターバル・タイマは、あらかじめ8ビット・コンペア・レジスタn0 (CRn0) に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させることができます。

8ビット・タイマn0をインターバル・タイマとして動作させるには次の設定をします。

8ビット・タイマ・カウンタn0 (TMn0) を動作禁止 (TCEn0 = 0) に設定

タイマ60の場合, TO600のタイマ出力を禁止 (TOE60 = 0) に設定

CRn0にカウント値を設定

タイマn0の動作モードを8ビット・タイマ・カウンタ・モードに設定 (図7 - 4, 図7 - 6参照)

タイマn0のカウント・クロックを設定 (表7 - 3, 表7 - 4参照)

TMn0を動作許可 (TCEn0 = 1) に設定

8ビット・タイマ・カウンタn0 (TMn0) のカウント値がCRn0に設定した値と一致したとき, TMn0の値を00Hにクリアしてカウントを継続するとともに, 割り込み要求信号 (INTTMn0) を発生します。

表7 - 3, 表7 - 4にインターバル時間を, 図7 - 10 ~ 図7 - 15にインターバル・タイマ動作のタイミングを示します。

**注意** カウント・クロックを同一データ以外に書き換える場合は, 必ずタイマ動作を停止させたのちに行ってください。

**備考** n = 5, 6

表7 - 3 タイマ50のインターバル時間

TMC50			ADSC5	最小インターバル時間	最大インターバル時間	分解能
TCL502	TCL501	TCL500	TCL503			
0	0	0	×	$2^6/f_x$ (12.8 $\mu$ s)	$2^{14}/f_x$ (3.28 ms)	$2^6/f_x$ (12.8 $\mu$ s)
0	0	1	×	$2^8/f_x$ (51.2 $\mu$ s)	$2^{16}/f_x$ (13.1 ms)	$2^8/f_x$ (51.2 $\mu$ s)
0	1	0	×	$2^4/f_x$ (3.2 $\mu$ s)	$2^{12}/f_x$ (819 $\mu$ s)	$2^4/f_x$ (3.2 $\mu$ s)
0	1	1	0	$2^{10}/f_x$ (205 $\mu$ s)	$2^{18}/f_x$ (52.4 ms)	$2^{10}/f_x$ (205 $\mu$ s)
0	1	1	1	$2^{12}/f_x$ (819 $\mu$ s)	$2^{20}/f_x$ (210 ms)	$2^{12}/f_x$ (819 $\mu$ s)
1	0	0	×	タイマ60一致信号の入力周期	タイマ60一致信号の入力周期 $\times 2^8$	タイマ60一致信号の入力周期
1	0	1	×	タイマ60で生成したキャリア・クロック周期	タイマ60で生成したキャリア・クロック周期 $\times 2^8$	タイマ60で生成したキャリア・クロック周期

備考1.  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

2. × : Don't care

3. ( ) 内は,  $f_x = 5.0$  MHz動作時

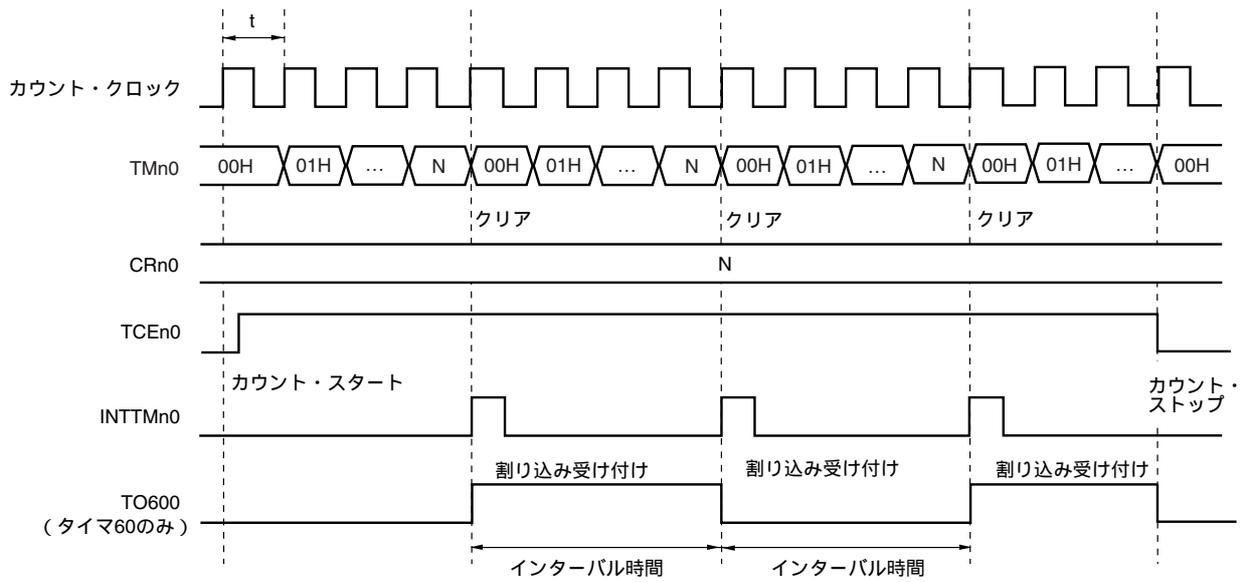
表7 - 4 タイマ60のインターバル時間

TCL602	TCL601	TCL600	最小インターバル時間	最大インターバル時間	分解能
0	0	0	$1/f_x$ (0.2 $\mu$ s)	$2^8/f_x$ (51.2 $\mu$ s)	$1/f_x$ (0.2 $\mu$ s)
0	0	1	$1/2f_x$ (0.1 $\mu$ s)	$2^7/f_x$ (25.6 $\mu$ s)	$1/2f_x$ (0.1 $\mu$ s)
0	1	0	$2/f_x$ (0.4 $\mu$ s)	$2^9/f_x$ (102 $\mu$ s)	$2/f_x$ (0.4 $\mu$ s)
0	1	1	$2^2/f_x$ (0.8 $\mu$ s)	$2^{10}/f_x$ (205 $\mu$ s)	$2^2/f_x$ (0.8 $\mu$ s)
1	0	0	$2^3/f_x$ (1.6 $\mu$ s)	$2^{11}/f_x$ (410 $\mu$ s)	$2^3/f_x$ (1.6 $\mu$ s)
1	0	1	$2^4/f_x$ (3.2 $\mu$ s)	$2^{12}/f_x$ (819 $\mu$ s)	$2^4/f_x$ (3.2 $\mu$ s)

備考1.  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

2. ( ) 内は,  $f_x = 5.0$  MHz動作時

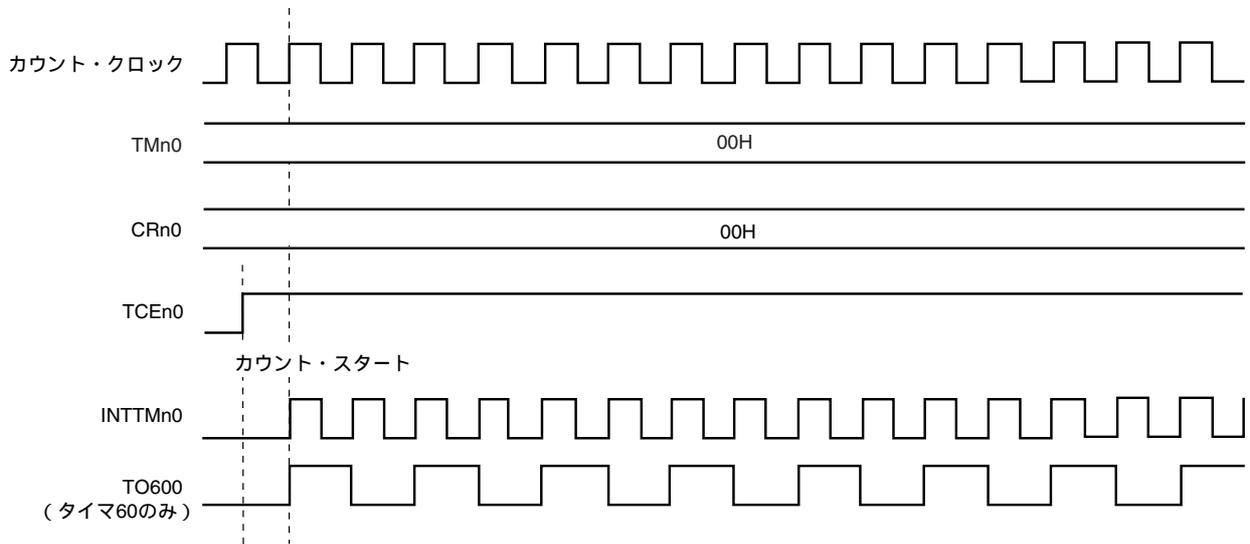
図7 - 10 8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (基本動作)



備考1. インターバル時間 = (N + 1) × t : N = 00H-FFH

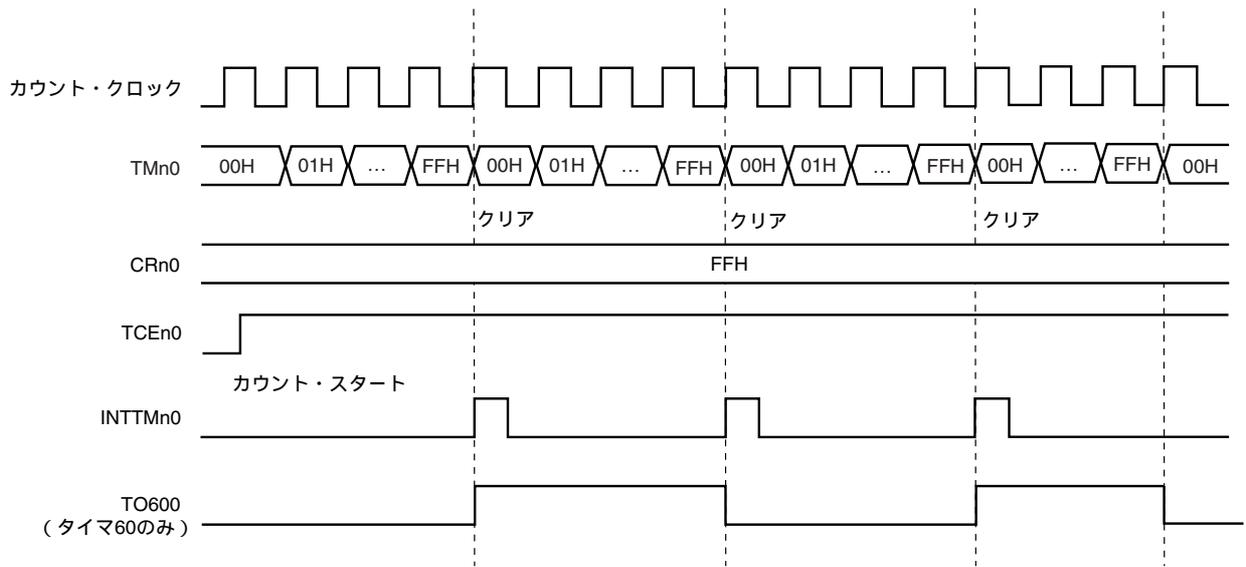
2. n = 5, 6

図7 - 11 8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (CRn0 = 00H設定時)



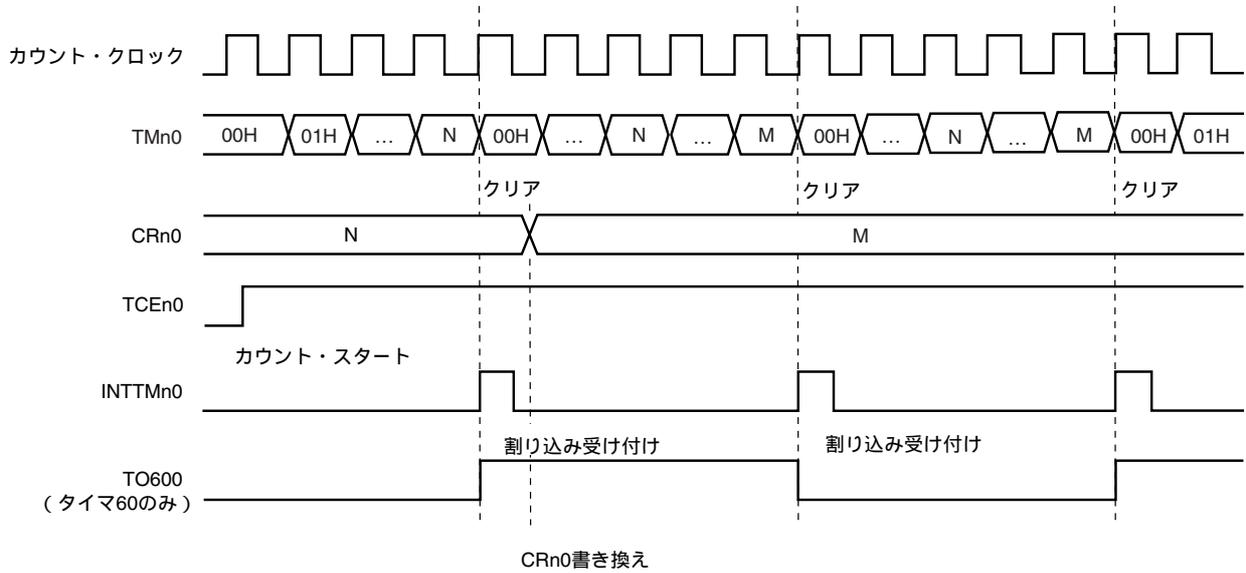
備考 n = 5, 6

図7 - 12 8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (CRn0 = FFH設定時)



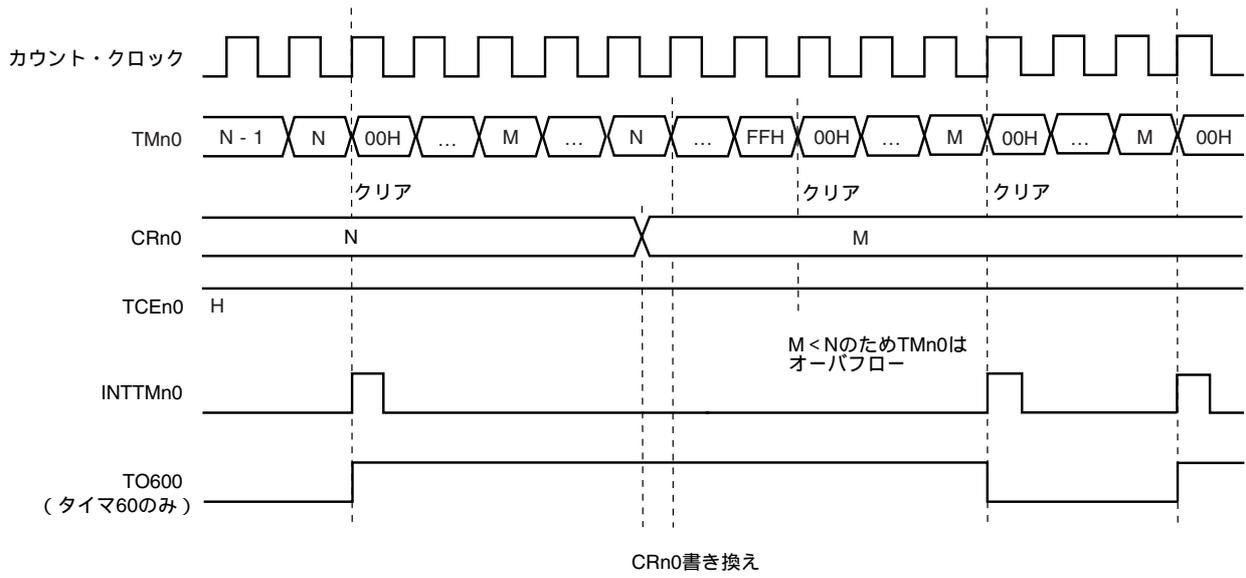
備考 n = 5, 6

図7 - 13 8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (CRn0 = N M (N < M) 変更時)



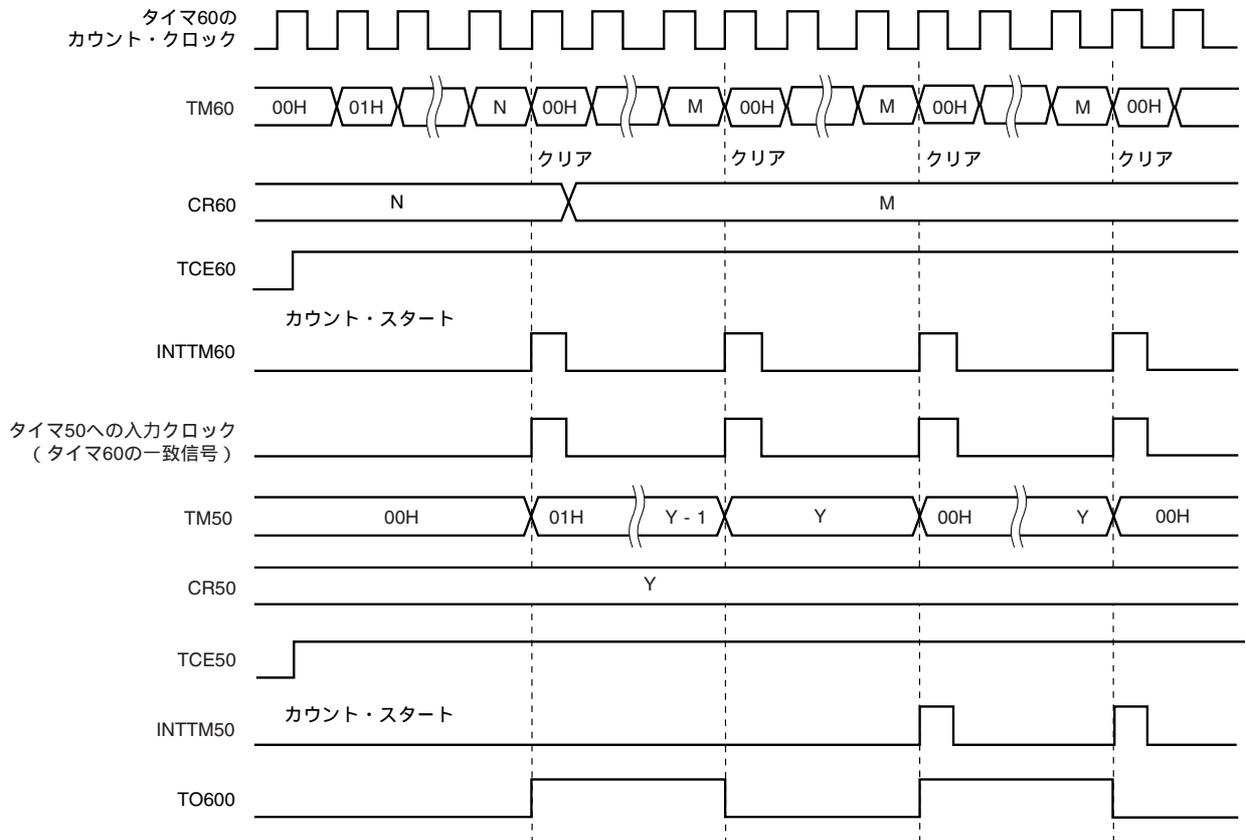
備考 n = 5, 6

図7 - 14 8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (CRn0 = N M (N > M) 変更時)



備考 n = 5, 6

図7 - 15 8ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング (タイマ50のカウンタ・クロックにタイマ60一致信号選択時)



(2) 8ビット分解能の方形波出力としての動作 (タイマ60のみ)

8ビット・コンペア・レジスタ60 (CR60) にあらかじめ設定した値をインターバルとし、任意の周波数の方形波出力を発生させることができます。

タイマ60を方形波出力として動作させるには次の設定をします。

- 8ビット・タイマ・カウンタ60 (TM60) を動作禁止 (TCE60 = 0) に設定
- CR60にカウント値を設定
- タイマ60の動作モードを8ビット・タイマ・カウンタ・モードに設定 (図7 - 4, 図7 - 6参照)
- タイマ60のカウント・クロックを設定 (表7 - 5参照)
- TO600を出力許可 (TOE60 = 1) に設定
- P23を出力モード (PM23 = 0) に設定
- P23の出力ラッチに0を設定
- TM60を動作許可 (TCE60 = 1) に設定

TM60のカウント値がCR60に設定した値と一致したとき、TO600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が可能です。また、このとき、TM60の値は、00Hにクリアされてカウントを継続するとともに、割り込み要求信号 (INTTM60) を発生します。

方形波出力は、TCE60に0を設定するとクリア (0) されます。

表7 - 5に方形波出力範囲を、図7 - 16に方形波出力のタイミングを示します。

**注意** カウント・クロックを同一データ以外に書き換える場合は、必ずタイマ動作を停止させたのちに行ってください。

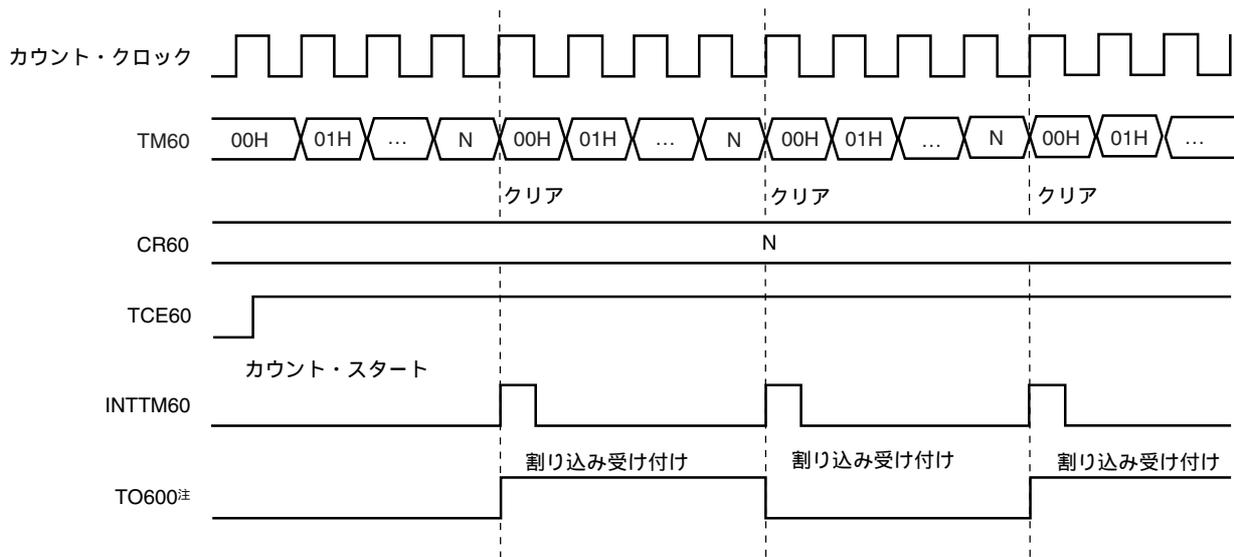
表7 - 5 タイマ60の方形波出力範囲

TCL602	TCL601	TCL600	最小パルス幅	最大パルス幅	分解能
0	0	0	$1/f_x$ (0.2 $\mu$ s)	$2^8/f_x$ (51.2 $\mu$ s)	$1/f_x$ (0.2 $\mu$ s)
0	0	1	$1/2f_x$ (0.1 $\mu$ s)	$2^7/f_x$ (25.6 $\mu$ s)	$1/2f_x$ (0.1 $\mu$ s)
0	1	0	$2f_x$ (0.4 $\mu$ s)	$2^9/f_x$ (102 $\mu$ s)	$2f_x$ (0.4 $\mu$ s)
0	1	1	$2^2f_x$ (0.8 $\mu$ s)	$2^{10}/f_x$ (205 $\mu$ s)	$2^2f_x$ (0.8 $\mu$ s)
1	0	0	$2^3f_x$ (1.6 $\mu$ s)	$2^{11}/f_x$ (410 $\mu$ s)	$2^3f_x$ (1.6 $\mu$ s)
1	0	1	$2^4f_x$ (3.2 $\mu$ s)	$2^{12}/f_x$ (819 $\mu$ s)	$2^4f_x$ (3.2 $\mu$ s)

備考1.  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

2. ( ) 内は、 $f_x = 5.0$  MHz動作時

図7 - 16 8ビット分解能の方形波出力のタイミング



**注** 出力許可 (TOE60 = 1) 時のTO600の初期値は、ロウ・レベルになります。

### 7.4.2 16ビット・タイマ・カウンタ・モードとしての動作

タイマ50, タイマ60をカスケード接続し, 16ビット・タイマ・カウンタ・モードとして使用できます。

この場合, 8ビット・タイマ・カウンタ50 (TM50) が上位8ビット, 8ビット・タイマ・カウンタ60 (TM60) が下位8ビットとなり, リセットおよびクリアは8ビット・タイマ60で制御します。

16ビット・タイマ・カウンタ・モードでは次のような機能を使用できます。

- ・16ビット分解能のインターバル・タイマ
- ・16ビット分解能の方形波出力

#### (1) 16ビット分解能のインターバル・タイマ

16ビット分解能のインターバル・タイマは, あらかじめ8ビット・コンペア・レジスタ50 (CR50) および8ビット・コンペア・レジスタ60 (CR60) に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させることができます。

16ビット分解能のインターバル・タイマとして動作させるには次の設定をします。

8ビット・タイマ・カウンタ50 (TM50), 8ビット・タイマ・カウンタ60 (TM60) を動作禁止 (TCE50 = 0, TCE60 = 0) に設定

TO600のタイマ出力を禁止 (TOE60 = 0) に設定

タイマ60のカウント・クロックを設定 (表7-6参照)

タイマ50, タイマ60の動作モードを16ビット・タイマ・カウンタ・モードに設定 (図7-4, 図7-6参照)

CR50, CR60にカウント値を設定

TM50, TM60を動作許可 (TCE60 = 1<sup>注</sup>) に設定

**注** 16ビット・タイマ・カウンタ・モード時のタイマのスタートおよびクリアはTCE60で制御します (TCE50の値は無効となります)。

TM50とTM60のカウント値がそれぞれCR50, CR60に設定した値と一致したとき, TM50, TM60の値を同時に00Hにクリアしてカウントを継続するとともに, 割り込み要求信号 (INTTM60) を発生します (INTTM50は発生しません)。

表7-6にインターバル時間を, 図7-17にインターバル・タイマ動作のタイミングを示します。

**注意** カウント・クロックを同一データ以外に書き換える場合は, 必ずタイマ動作を停止させたのちに行ってください。

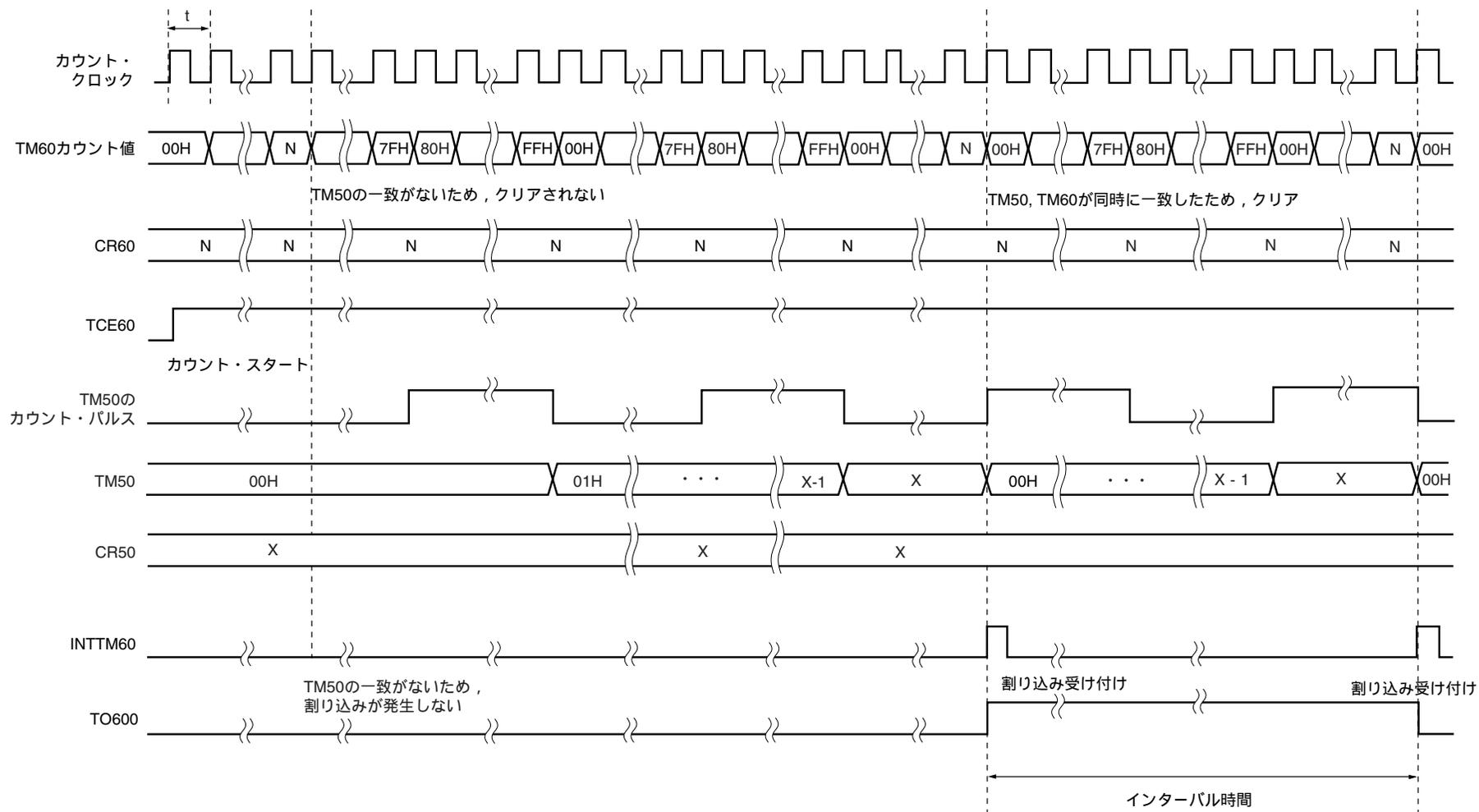
表7 - 6 16ビット分解能のインターバル時間

TCL602	TCL601	TCL600	最小インターバル時間	最大インターバル時間	分解能
0	0	0	$1/f_x$ (0.2 $\mu$ s)	$2^{16}/f_x$ (13.1 ms)	$1/f_x$ (0.2 $\mu$ s)
0	0	1	$1/2f_x$ (0.1 $\mu$ s)	$2^{15}/f_x$ (6.55 ms)	$1/2f_x$ (0.1 $\mu$ s)
0	1	0	$2/f_x$ (0.4 $\mu$ s)	$2^{17}/f_x$ (26.2 ms)	$2/f_x$ (0.4 $\mu$ s)
0	1	1	$2^2/f_x$ (0.8 $\mu$ s)	$2^{18}/f_x$ (52.4 ms)	$2^2/f_x$ (0.8 $\mu$ s)
1	0	0	$2^3/f_x$ (1.6 $\mu$ s)	$2^{19}/f_x$ (105 ms)	$2^3/f_x$ (1.6 $\mu$ s)
1	0	1	$2^4/f_x$ (3.2 $\mu$ s)	$2^{20}/f_x$ (210 ms)	$2^4/f_x$ (3.2 $\mu$ s)

備考1.  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

2. ( ) 内は,  $f_x = 5.0$  MHz動作時

図7-17 16ビット分解能のインターバル・タイマ動作のタイミング



備考 インターバル時間 = (256X + N + 1) × t : X = 00H-FFH, N = 00H-FFH

(2) 16ビット分解能の方形波出力としての動作

CR50, CR60にあらかじめ設定した値をインターバルとし, 任意の周波数の方形波出力を発生させることができます。

16ビット分解能の方形波出力として動作させるには次の設定をします。

8ビット・タイマ・カウンタ50(TM50), 8ビット・タイマ・カウンタ60(TM60)を動作禁止(TCE50 = 0, TCE60 = 0)に設定

TO600のタイマ出力を禁止( TOE60 = 0)に設定

タイマ60のカウント・クロックを設定(表7-7参照)

タイマ50, タイマ60の動作モードを16ビット・タイマ・カウンタ・モードに設定(図7-4, 図7-6参照)

P23を出力モード(PM23 = 0), P23の出力ラッチに0を設定し, TO600を出力許可( TOE60 = 1)に設定

CR50, CR60にカウント値を設定

TM60を動作許可(TCE60 = 1<sup>注</sup>)に設定

**注** 16ビット・タイマ・カウンタ・モード時のタイマのスタートおよびクリアはTCE60で制御します(TCE50の値は無効となります)。

TM50, TM60のカウント値がそれぞれCR50, CR60に設定した値と同時に一致したとき, TO600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が可能です。また, このとき, TM50, TM60の値は, それぞれ00Hにクリアされてカウントを継続するとともに, 割り込み要求信号(INTTM60)を発生します(INTTM50は発生しません)。

方形波出力は, TCE60に0を設定するとクリア(0)されます。

表7-7に方形波出力範囲を, 図7-18に方形波出力のタイミングを示します。

**注意** カウント・クロックを同一データ以外に書き換える場合は, 必ずタイマ動作を停止させたのちに行ってください。

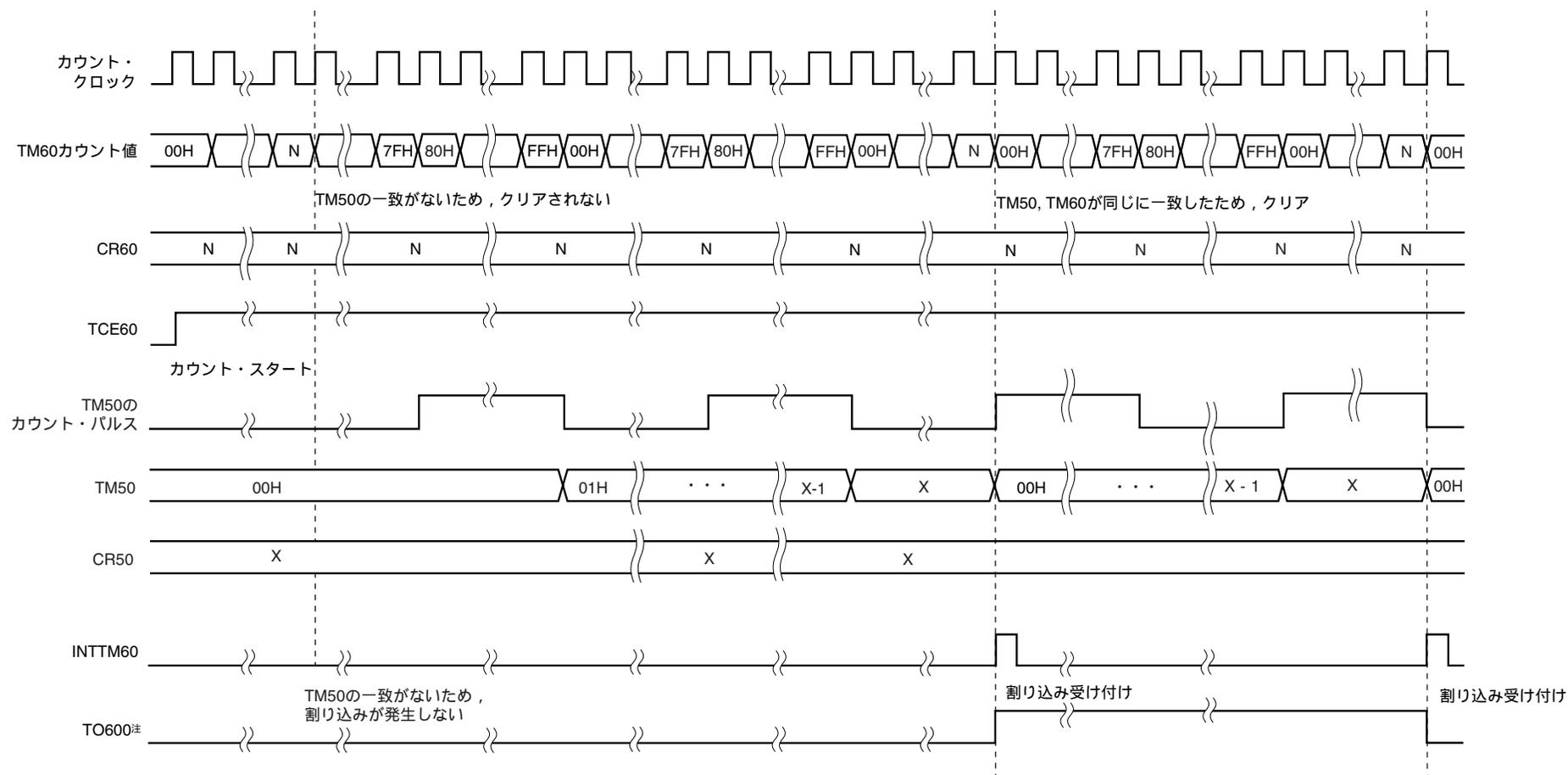
表7-7 16ビット分解能の方形波出力範囲

TCL602	TCL601	TCL600	最小パルス幅	最大パルス幅	分解能
0	0	0	1/f <sub>x</sub> (0.2 μs)	2 <sup>16</sup> /f <sub>x</sub> (13.1 ms)	1/f <sub>x</sub> (0.2 μs)
0	0	1	1/2f <sub>x</sub> (0.1 μs)	2 <sup>15</sup> /f <sub>x</sub> (6.55 ms)	1/2f <sub>x</sub> (0.1 μs)
0	1	0	2f <sub>x</sub> (0.4 μs)	2 <sup>17</sup> /f <sub>x</sub> (26.2 ms)	2f <sub>x</sub> (0.4 μs)
0	1	1	2 <sup>2</sup> f <sub>x</sub> (0.8 μs)	2 <sup>18</sup> /f <sub>x</sub> (52.4 ms)	2 <sup>2</sup> f <sub>x</sub> (0.8 μs)
1	0	0	2 <sup>3</sup> f <sub>x</sub> (1.6 μs)	2 <sup>19</sup> /f <sub>x</sub> (105 ms)	2 <sup>3</sup> f <sub>x</sub> (1.6 μs)
1	0	1	2 <sup>4</sup> f <sub>x</sub> (3.2 μs)	2 <sup>20</sup> /f <sub>x</sub> (210 ms)	2 <sup>4</sup> f <sub>x</sub> (3.2 μs)

備考1. f<sub>x</sub>: システム・クロック発振周波数

2. ( )内は, f<sub>x</sub> = 5.0 MHz動作時

図7-18 16ビット分解能の方形波出力のタイミング



注 出力許可時のTO600の初期値は、ロウ・レベルになります。

備考 X = 00H-FFH, N = 00H-FFH

### 7.4.3 キャリア・ジェネレータとしての動作

TM60で生成される任意のキャリア・クロックをTM50に設定した周期で出力できます。  
タイマ50, タイマ60をキャリア・ジェネレータとして動作させるには次の設定をします。

TM50, TM60を動作禁止 (TCE50 = 0, TCE60 = 0) に設定  
TO600のタイマ出力を禁止に設定 (TOE60 = 0)  
CR50, CR60, CRH60にカウント値を設定  
タイマ50, タイマ60の動作モードをキャリア・ジェネレータ・モードに設定 (図7-4, 図7-6参照)  
タイマ50, タイマ60のカウント・クロックを設定  
リモコン出力をキャリア・パルスに設定 (RMC60 (キャリア・ジェネレータ出力コントロール・レジスタ60 (TCA60) のビット2) = 0)  
NRZB60 (TCA60のビット1) にプログラムによって必要な値を入力する。  
NRZ60 (TCA60のビット0) にNRZB60からリロードするまでの値を入力する。  
P23を出力モード (PM23 = 0), P23の出力ラッチに0を設定し, TOE60 = 1としてTO600の出力を許可する。  
TM50, TM60を動作許可 (TCE50 = 1, TCE60 = 1) に設定

キャリア・ジェネレータの動作は次のようになります。

TM60のカウント値がCR60に設定した値と一致したとき, 割り込み要求信号 (INTTM60) が発生するとともにタイマ60の出力状態が反転します。これによりコンペア・レジスタがCR60 CRH60に切り替わります。

その後, TM60のカウント値がCRH60に設定した値と一致したとき, 割り込み要求信号 (INTTM60) が発生するとともにタイマ60の出力状態が再び反転します。これによりコンペア・レジスタがCRH60 CR60に切り替わります。

、 の繰り返しにより, キャリア・クロックが生成されます。

TM50のカウント値がCR50に設定した値と一致したとき, 割り込み要求信号 (INTTM50) が発生します。このINTTM50の立ち上がりエッジがNRZB60のデータ・リロード信号となり, NRZ60へ転送されます。NRZ60が1のとき, キャリア・クロックがTO600端子より出力されます。

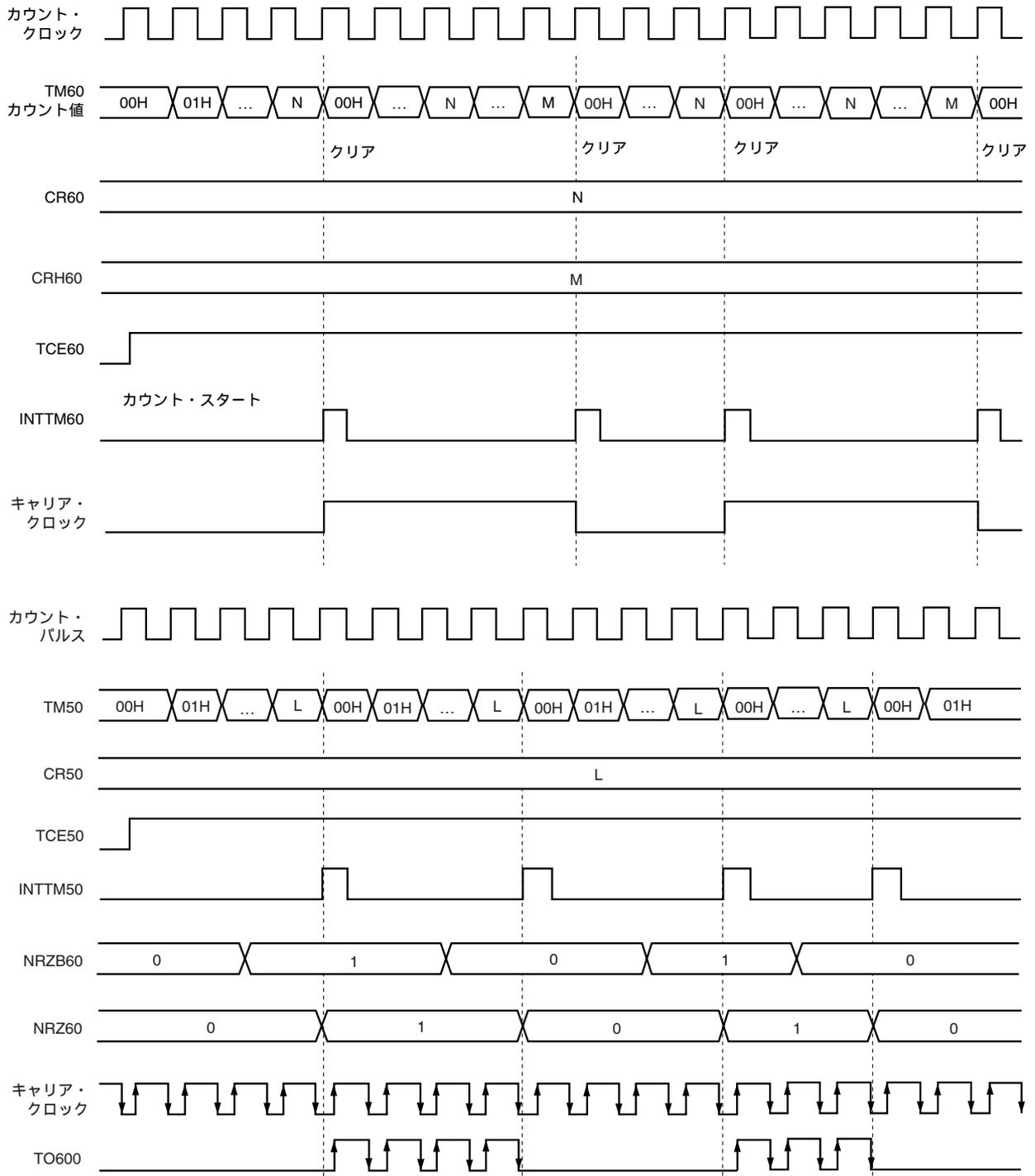
- ★ NRZ60が0のときは, ロウ・レベルが出力されます。
- ★ NRZB60に次回NRZ60に転送する値を書き込みます。
- ★ ~ の繰り返しにより, 希望するキャリア信号を生成します。

**注意1** . タイマ60が出力禁止になっているとき (TOE60 = 0) は, TCA60は1ビット・メモリ操作命令は使用できません。必ず8ビット・メモリ操作命令を使用してください。

2. キャリア・ジェネレータ動作をいったん停止し, その後再度キャリア・ジェネレータ動作にすると, NRZB60は以前のデータを保持していませんので再設定してください。また, このときもタイマ60が出力禁止になっているとき (TOE60 = 0) は, 1ビット・メモリ操作命令は使用できません。必ず8ビット・メモリ操作命令で設定してください。

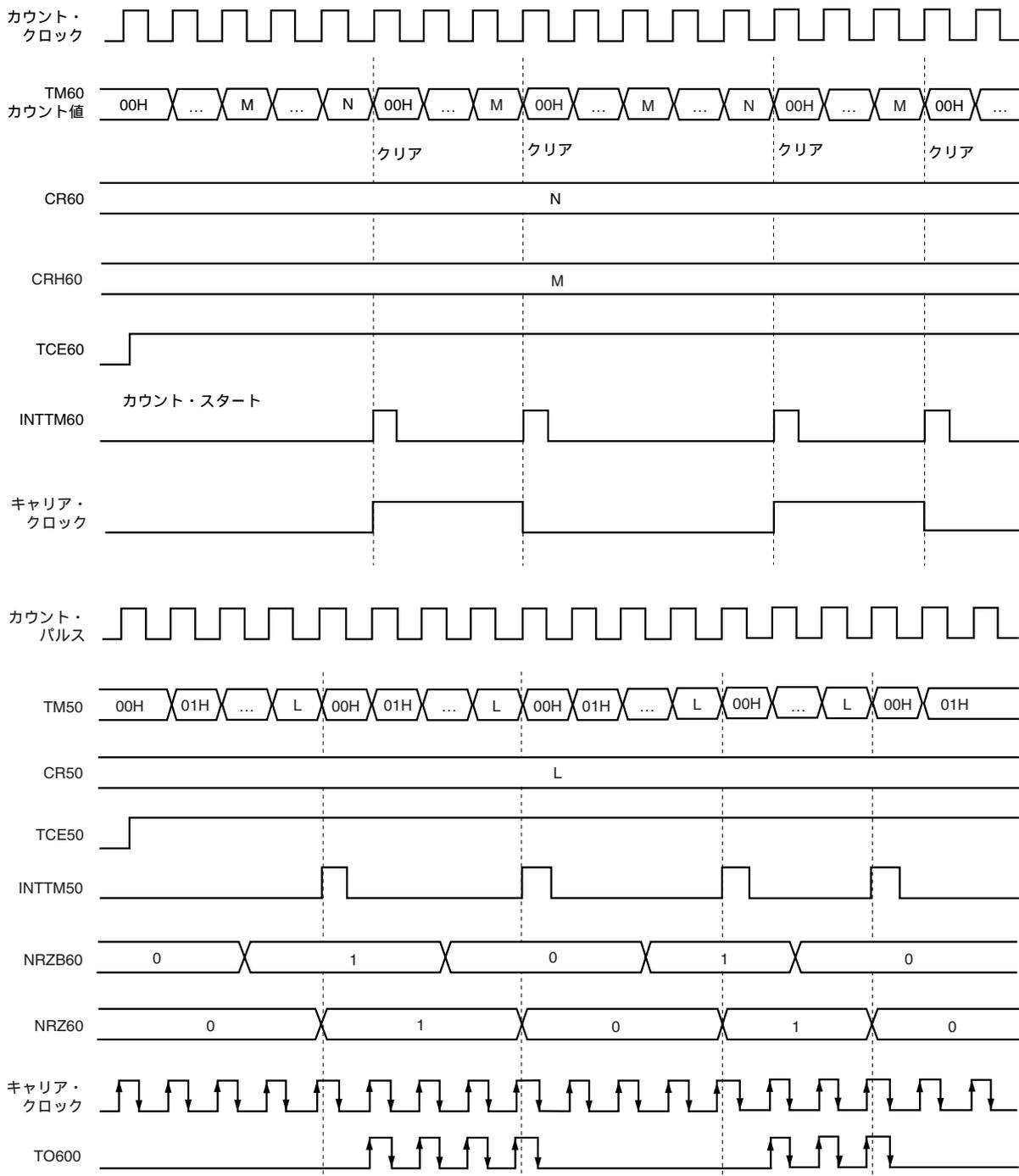
キャリア・ジェネレータの動作タイミングを図7 - 19~図7 - 21に示します。

図7 - 19 キャリア・ジェネレータの動作タイミング (CR60 = N, CRH60 = M (M > N) 設定時)



備考 00H N < M FFH, L = 00H-FFH

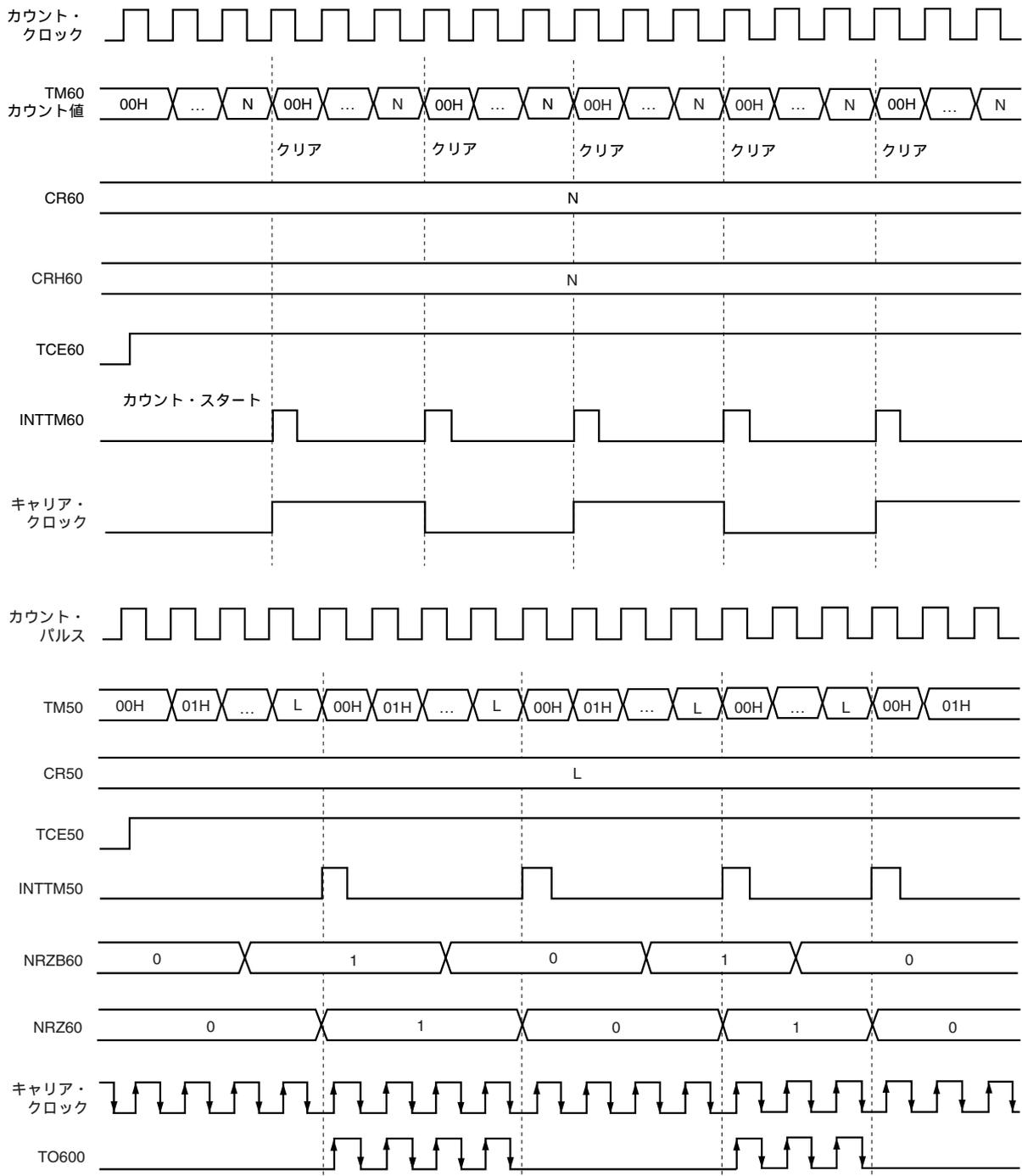
図7-20 キャリア・ジェネレータの動作タイミング (CR60 = N, CRH60 = M (M < N) 設定時)



備考1. 00H M < N FFH, L = 00H-FFH

★ 2. この図では, キャリア・クロックのハイ・レベル時にNRZ60の値が切り替わった場合の例を示しています。

図7-21 キャリア・ジェネレータの動作タイミング (CR60 = CRH60 = N設定時)



備考 N = 00H-FFH, L = 00H-FFH

#### 7.4.4 PWM出力モードとしての動作（タイマ60のみ）

PWMパルス・ジェネレータ・モードでは、ロウ・レベル幅をCR60で、ハイ・レベル幅をCRH60で設定させることにより、任意のデューティ比のパルスを出力させることができます。

タイマ60をPWM出力モードとして動作させるには次の設定をします。

TM60を動作禁止（TCE60 = 0）に設定

TO600のタイマ出力を禁止（TOE60 = 0）に設定

CR60, CRH60にカウント値を設定

タイマ60の動作モードをPWM出力モードに設定（図7 - 6参照）

タイマ60のカウント・クロックを設定

P23を出力モード（PM23 = 0）、P23の出力ラッチに0を設定し、TO600のタイマ出力を許可（TOE60 = 1）に設定

TM60を動作許可（TCE60 = 1）に設定

PWM出力モードの動作は次のようになります。

TM60のカウント値がCR60に設定した値と一致したとき、割り込み要求信号（INTTM60）が発生するとともにタイマ60の出力状態が反転します。これによりコンペア・レジスタがCR60 CRH60に切り替わります。

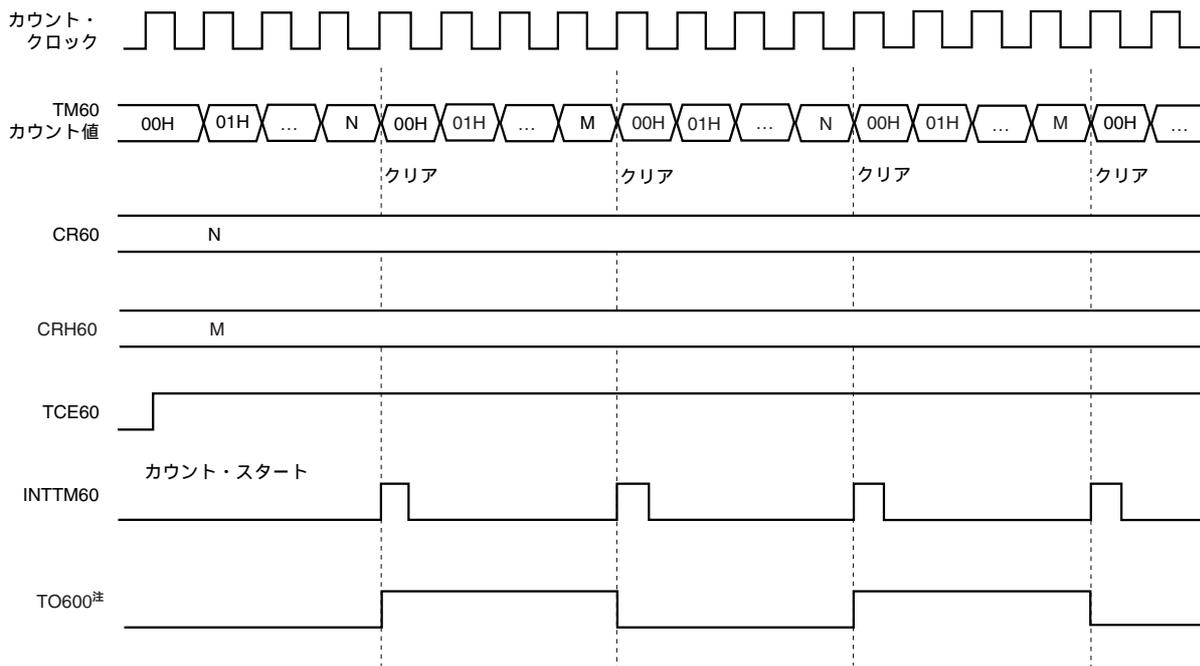
TM60とCR60の一致により、TM60の値が00Hにクリアされ、再びカウントを開始します。

その後、TM60のカウント値がCRH60に設定した値と一致したとき、割り込み要求信号（INTTM60）が発生するとともにタイマ60の出力状態が再び反転します。これによりコンペア・レジスタがCRH60 CR60に切り替わります。

TM60とCRH60の一致により、TM60の値が00Hにクリアされ、再びカウントを開始します。

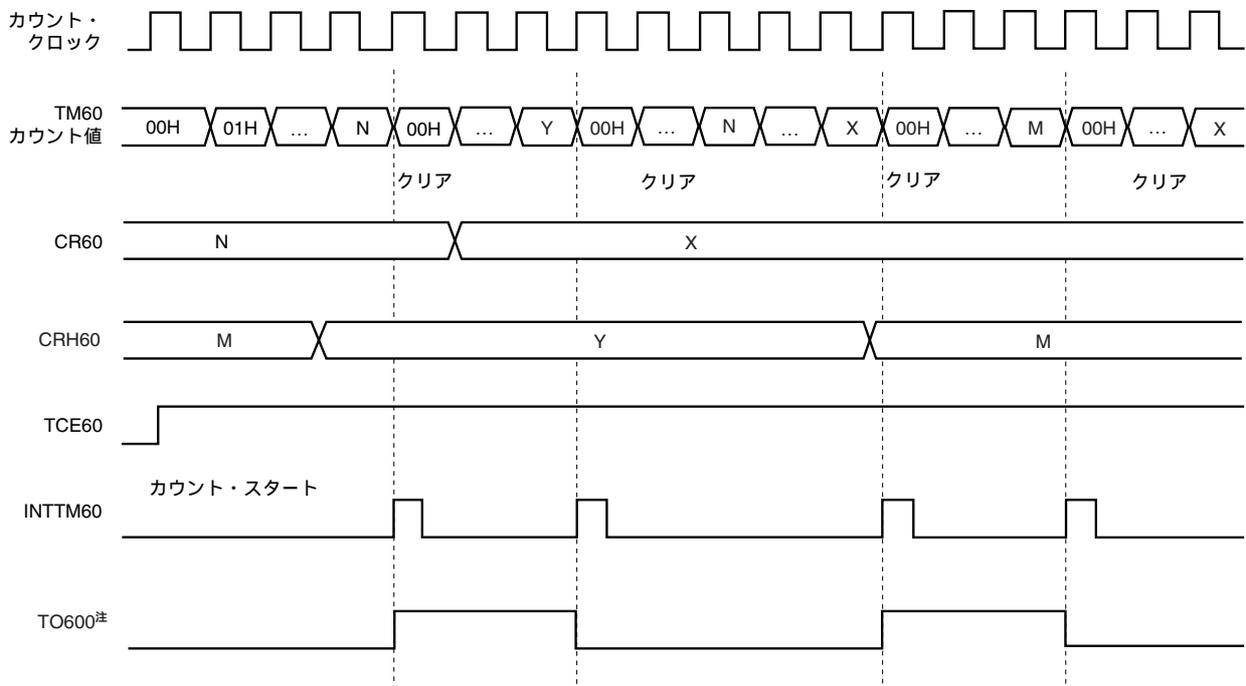
以上の繰り返しにより、任意の周期、任意のデューティ比のパルスを出力させます。PWM出力モードの動作タイミングを図7 - 22、図7 - 23に示します。

図7-22 PWM出力モードのタイミング(基本動作)



注 出力許可 (TOE60 = 1) 時のTO600の初期値は, ロウ・レベルになります。

図7-23 PWM出力モードのタイミング(CR60, CRH60を書き換えた場合)



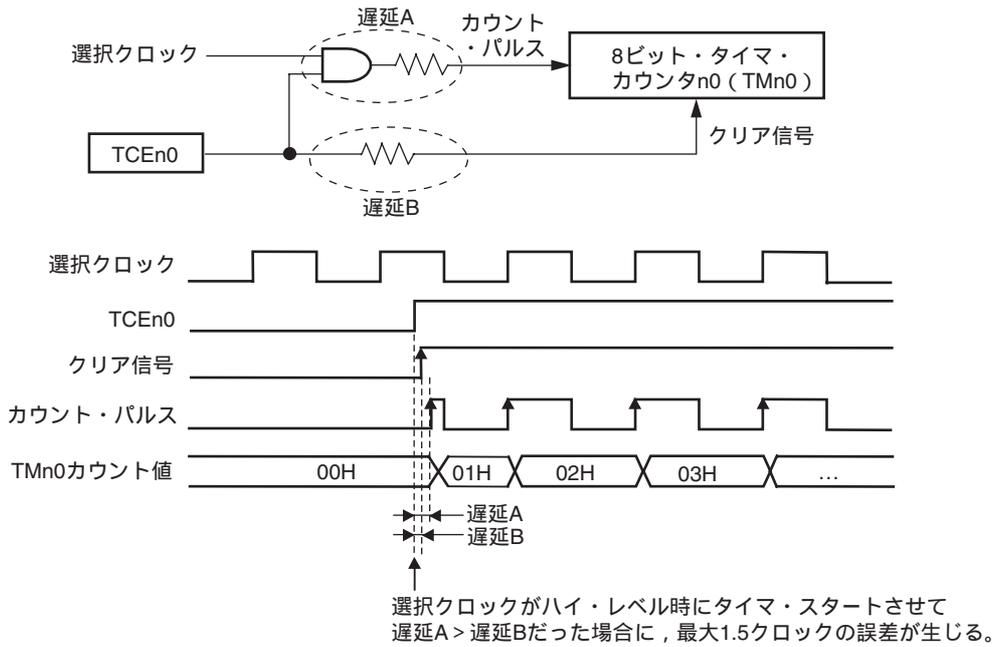
注 出力許可 (TOE60 = 1) 時のTO600の初期値は, ロウ・レベルになります。

## 7.5 8ビット・タイマ50, 60の注意事項

### ★ (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1.5クロック分の誤差が生じます。これは，カウント・クロックがハイ・レベルのときにタイマ・スタートすると，その瞬間に立ち上がりエッジが検出され，カウンタがインクリメントされてしまうことがあるためです。（図7-24参照）

図7-24 1.5クロック（最大）の誤差が出るケース

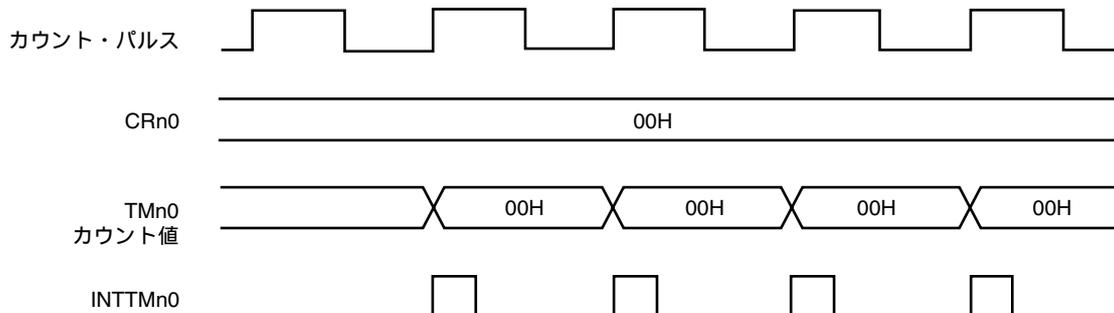


備考 n = 5, 6

### (2) 8ビット・コンペア・レジスタn0の設定

8ビット・コンペア・レジスタn0 (CRn0) には，00Hの設定が可能です。  
したがって，1パルスのカウント動作が可能です。

図7-25 1パルスのカウント動作時のタイミング (8ビット分解能時)



備考 n = 5, 6

## 第8章 8ビット・タイマ80

### 8.1 8ビット・タイマ80の機能

8ビット・タイマ80には、次のような機能があります。

・インターバル・タイマ

#### (1) 8ビット・インターバル・タイマ

あらかじめ設定した任意の間隔で割り込みを発生します。

表8 - 1 8ビット・タイマ80のインターバル時間

最小インターバル時間	最大インターバル時間	分解能
$2^4/f_x$ (3.2 $\mu$ s)	$2^{12}/f_x$ (819 $\mu$ s)	$2^4/f_x$ (3.2 $\mu$ s)
$2^8/f_x$ (51.2 $\mu$ s)	$2^{16}/f_x$ (13.1 ms)	$2^8/f_x$ (51.2 $\mu$ s)
$2^{16}/f_x$ (13.1 ms)	$2^{24}/f_x$ (3.36 s)	$2^{16}/f_x$ (13.1 ms)

備考1 .  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

2 . ( ) 内は,  $f_x = 5.0$  MHz動作時

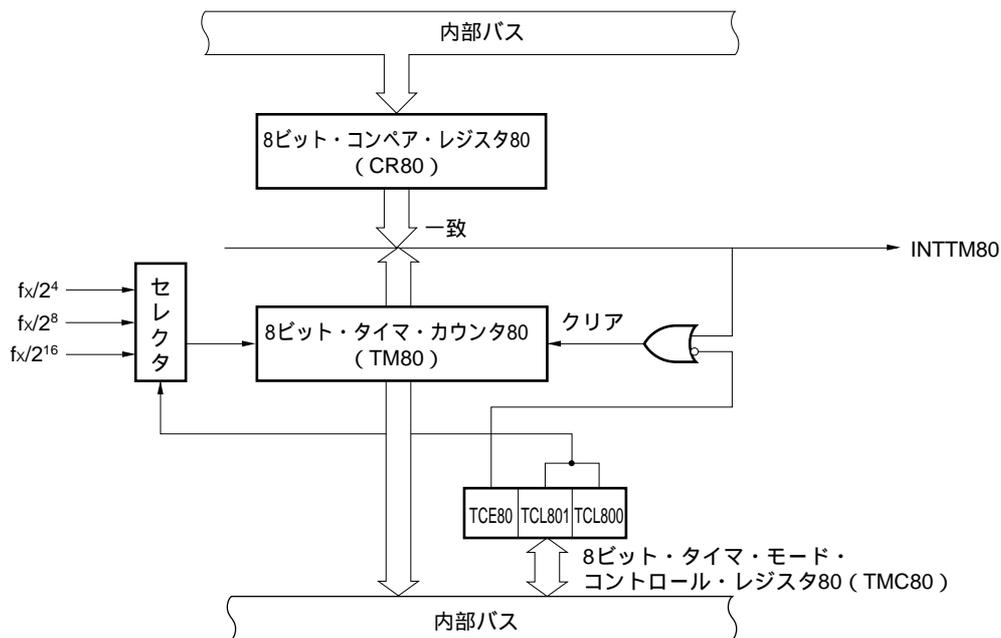
### 8.2 8ビット・タイマ80の構成

8ビット・タイマ80は、次のハードウェアで構成しています。

表8 - 2 8ビット・タイマ80の構成

項 目	構 成
タイマ・カウンタ	8ビット×1本 (TM80)
レジスタ	コンペア・レジスタ : 8ビット×1本 (CR80)
タイマ出力	なし
制御レジスタ	8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80 (TMC80)

図8-1 8ビット・タイマ80のブロック図



#### (1) 8ビット・コンペア・レジスタ80 (CR80)

CR80に設定した値と8ビット・タイマ・カウンタ80 (TM80) のカウント値を常に比較し、一致したときに割り込み要求 (INTTM80) を発生する8ビットのレジスタです。

CR80は、8ビット・メモリ操作命令で設定します。00H-FFHの値が設定可能です。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、不定になります。

**注意** CR80を書き換える場合は、必ずタイマ動作を停止させたのちに行ってください。タイマ動作を許可している状態でCR80を書き換えた場合、その時点で一致割り込み要求信号が発生する場合があります。

#### (2) 8ビット・タイマ・カウンタ80 (TM80)

カウント・パルスをカウントする8ビットのレジスタです。

TM80は、8ビット・メモリ操作命令で読み出します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

### 8.3 8ビット・タイマ80を制御するレジスタ

8ビット・タイマ80は、次のレジスタで制御します。

・8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80 (TMC80)

#### (1) 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80 (TMC80)

8ビット・タイマ・カウンタ80 (TM80) の動作許可 / 停止, TM80のカウンタ・クロックを設定するレジスタです。

TMC80は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

図8 - 2 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80のフォーマット

略号		6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
TMC80	TCE80	0	0	0	0	TCL801	TCL800	0	FF62H	00H	R/W

TCE80	8ビット・タイマ・カウンタ80の動作の制御
0	動作停止 (TM80は0にクリア)
1	動作許可

TCL801	TCL800	8ビット・タイマ・カウンタ80のカウンタ・クロックの選択
0	0	$f_x/2^4$ (312.5 kHz)
0	1	$f_x/2^8$ (19.5 kHz)
1	0	$f_x/2^{16}$ (76.3 Hz)
1	1	設定禁止

注意1. TMC80の設定は、必ずタイマ動作を停止させたのちに行ってください。

2. ビット0, 3-6には、必ず0を設定してください。

備考1.  $f_x$ : システム・クロック発振周波数

2. ( ) 内は、 $f_x = 5.0 \text{ MHz}$ 動作時

## 8.4 8ビット・タイマ80の動作

### 8.4.1 インターバル・タイマとしての動作

インターバル・タイマは、あらかじめ8ビット・コンペア・レジスタ80 (CR80) に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させることができます。

8ビット・タイマ80をインターバル・タイマとして動作させるには次の順序で設定をします。

8ビット・タイマ・カウンタ80 (TM80) を動作禁止 (TCE80 (8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80 (TMC80) のビット7) = 0) に設定

8ビット・タイマ80のカウント・クロックを設定 (表8 - 3参照)

CR80にカウント値を設定

TM80を動作許可 (TCE80 = 1) に設定

8ビット・タイマ・カウンタ80 (TM80) のカウント値がCR80に設定した値と一致したとき、TM80の値を0にクリアしてカウントを継続するとともに、割り込み要求信号 (INTTM80) を発生します。

表8 - 3にインターバル時間を、図8 - 3にインターバル・タイマ動作のタイミングを示します。

- 注意1. CR80を書き換える場合は、必ずタイマ動作を停止させたのちに行ってください。タイマ動作を許可している状態でCR80を書き換えた場合、その時点で一致割り込み要求信号が発生する場合があります。
2. TMC80でカウント・クロックの設定とTM80の動作許可を8ビット・メモリ操作命令により同時に設定した場合、タイマ・スタートさせてからの1周期の誤差が1クロック以上になることがあります。そのため、インターバル・タイマとして動作させる際には、必ず上記の順序で設定してください。

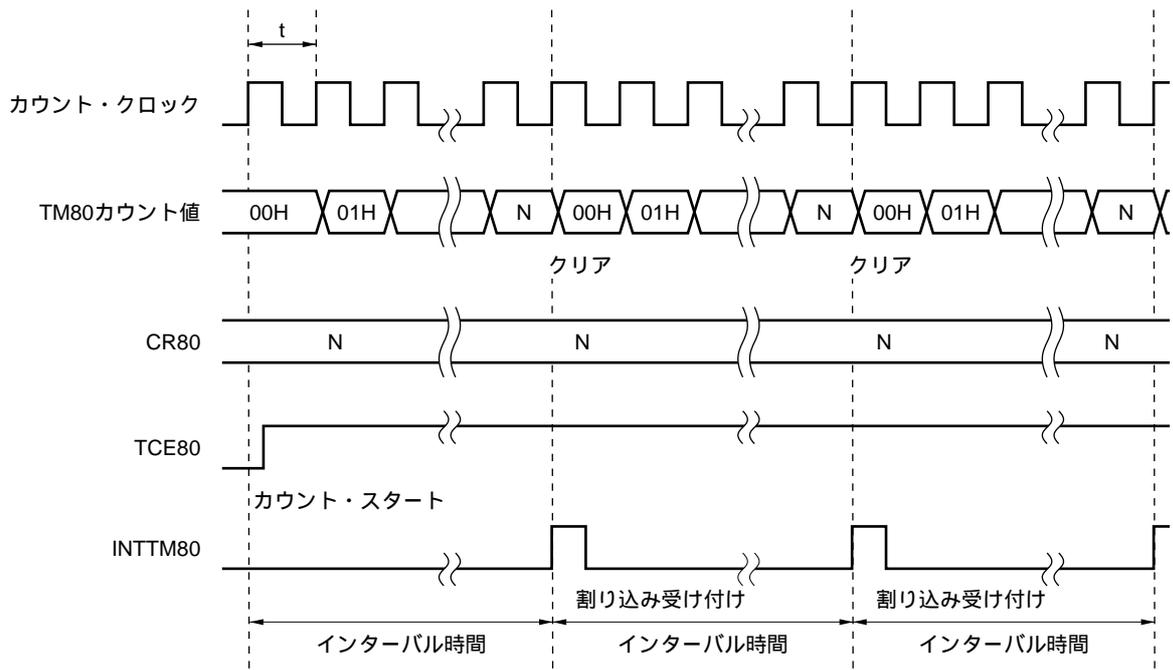
表8 - 3 8ビット・タイマ80のインターバル時間

TCL801	TCL800	最小インターバル時間	最大インターバル時間	分解能
0	0	$2^4/f_x$ (3.2 $\mu$ s)	$2^{12}/f_x$ (819 $\mu$ s)	$2^4/f_x$ (3.2 $\mu$ s)
0	1	$2^8/f_x$ (51.2 $\mu$ s)	$2^{16}/f_x$ (13.1 ms)	$2^8/f_x$ (51.2 $\mu$ s)
1	0	$2^{16}/f_x$ (13.1 ms)	$2^{24}/f_x$ (3.36 s)	$2^{16}/f_x$ (13.1 ms)
1	1	設定禁止		

備考1.  $f_x$ : システム・クロック発振周波数

2. ( ) 内は,  $f_x = 5.0$  MHz動作時

図8-3 インターバル・タイマ動作のタイミング



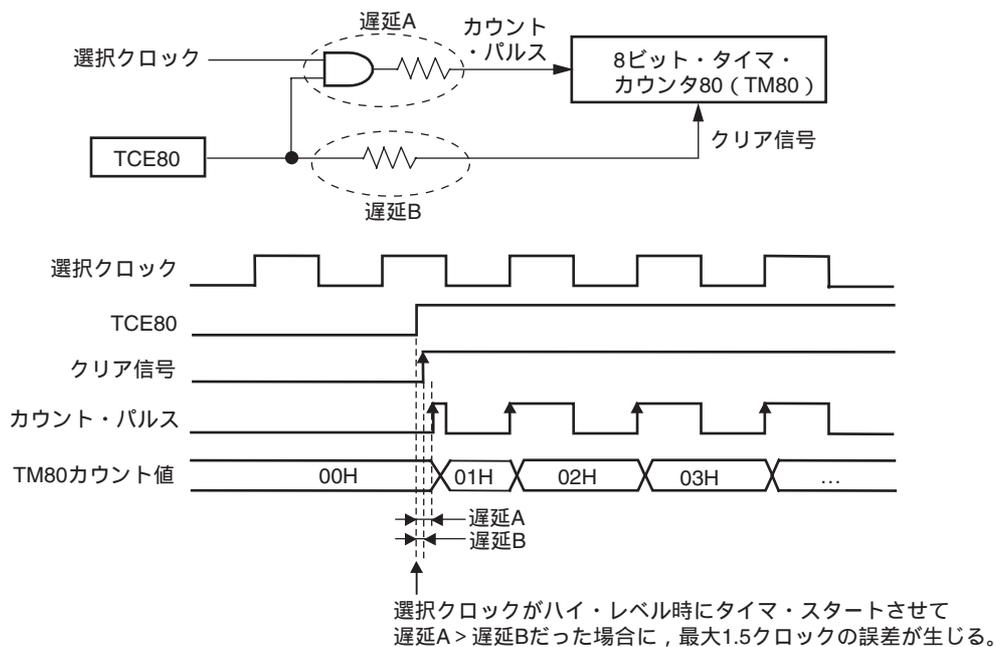
備考 インターバル時間 =  $(N + 1) \times t$  :  $N = 00H-FFH$

## 8.5 8ビット・タイマ80の注意事項

### ★ (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1.5クロック分の誤差が生じます。これは、カウント・クロックがハイ・レベルのときにタイマ・スタートすると、その瞬間に立ち上がりエッジが検出され、カウンタがインクリメントされてしまうことがあるためです。(図8-4参照)

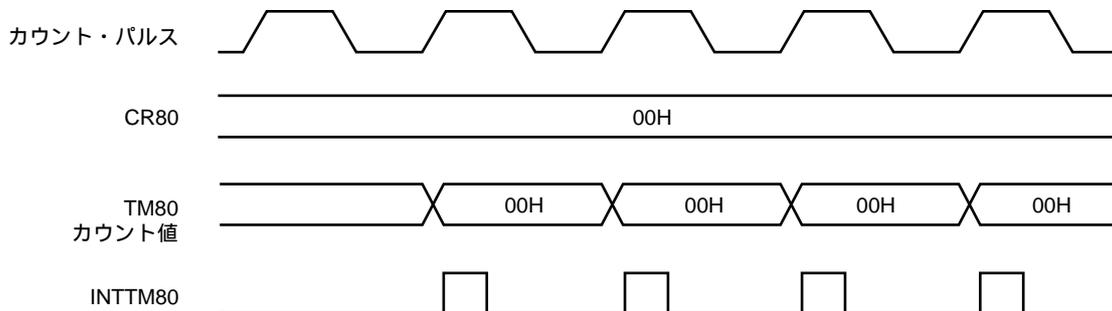
図8-4 1.5クロック(最大)の誤差が出るケース



### (2) 8ビット・コンペア・レジスタ80の設定

8ビット・コンペア・レジスタ80 (CR80) には、00Hの設定が可能です。したがって、1パルスのカウント動作が可能です。

図8-5 1パルスのカウント動作時のタイミング



**注意** CR80を書き換える場合は、必ずタイマ動作を停止させたのちに行ってください。タイマ動作を許可している状態でCR80を書き換えた場合、その時点で一致割り込み要求信号が発生する場合があります。

### (3) STOPモード設定時の注意

STOP命令を実行する前には、必ずタイマ動作を停止 (TCE80 = 0) に設定してください。

## 第9章 ウォッチドッグ・タイマ

### 9.1 ウォッチドッグ・タイマの機能

ウォッチドッグ・タイマには、次のような機能があります。

- ・ウォッチドッグ・タイマ
- ・インターバル・タイマ

**注意** ウォッチドッグ・タイマ・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、ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ (WDTM) で選択してください。

#### (1) ウォッチドッグ・タイマ

プログラムの暴走を検出します。暴走検出時、ノンマスクابل割り込みまたは $\overline{\text{RESET}}$ を発生することができます。

表9 - 1 ウォッチドッグ・タイマの暴走検出時間

暴走検出時間	$f_x = 5.0 \text{ MHz}$ 動作時
$2^{11} \times 1/f_x$	410 $\mu\text{s}$
$2^{13} \times 1/f_x$	1.64 ms
$2^{15} \times 1/f_x$	6.55 ms
$2^{17} \times 1/f_x$	26.2 ms

$f_x$  : システム・クロック発振周波数

#### (2) 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。

表9 - 2 インターバル時間

インターバル時間	$f_x = 5.0 \text{ MHz}$ 動作時
$2^{11} \times 1/f_x$	410 $\mu\text{s}$
$2^{13} \times 1/f_x$	1.64 ms
$2^{15} \times 1/f_x$	6.55 ms
$2^{17} \times 1/f_x$	26.2 ms

$f_x$  : システム・クロック発振周波数

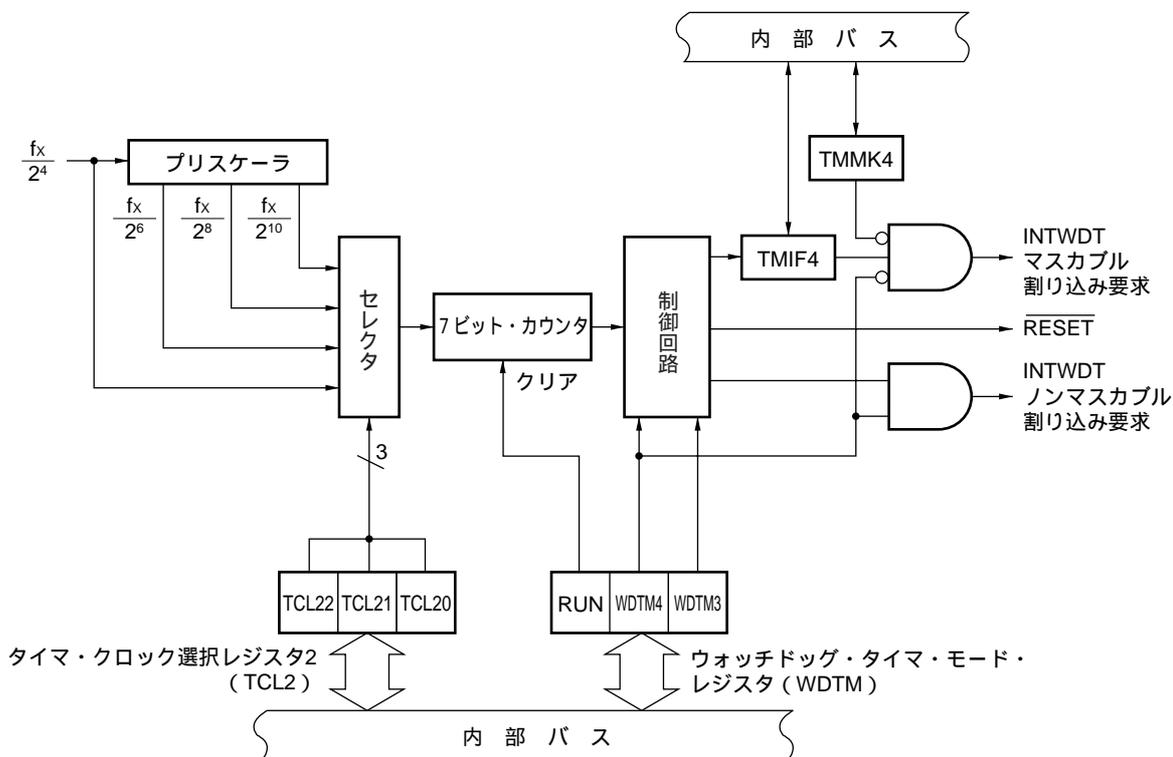
## 9.2 ウォッチドッグ・タイマの構成

ウォッチドッグ・タイマは、次のハードウェアで構成しています。

表9-3 ウォッチドッグ・タイマの構成

項目	構成
制御レジスタ	タイマ・クロック選択レジスタ2 (TCL2) ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ (WDTM)

図9-1 ウォッチドッグ・タイマのブロック図



## 9.3 ウォッチドッグ・タイマを制御するレジスタ

ウォッチドッグ・タイマは、次の2種類のレジスタで制御します。

- ・タイマ・クロック選択レジスタ2 (TCL2)
- ・ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ (WDTM)

### (1) タイマ・クロック選択レジスタ2 (TCL2)

ウォッチドッグ・タイマのカウント・クロックを設定するレジスタです。

TCL2は、8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

図9-2 タイマ・クロック選択レジスタ2のフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
TCL2	0	0	0	0	0	TCL22	TCL21	TCL20	FF42H	00H	R/W

TCL22	TCL21	TCL20	カウント・クロックの選択	インターバル時間
0	0	0	$f_x/2^4$ (313 kHz)	$2^{11}/f_x$ (410 $\mu$ s)
0	1	0	$f_x/2^6$ (78.1 kHz)	$2^{13}/f_x$ (1.64 ms)
1	0	0	$f_x/2^8$ (19.5 kHz)	$2^{15}/f_x$ (6.55 ms)
1	1	0	$f_x/2^{10}$ (4.88 kHz)	$2^{17}/f_x$ (26.2 ms)
上記以外			設定禁止	

備考1.  $f_x$ : システム・クロック発振周波数

2. ( ) 内は、 $f_x = 5.0$  MHz動作時

(2) ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ (WDTM)

ウォッチドッグ・タイマの動作モード，カウント許可 / 禁止を設定するレジスタです。  
 WDTMは，1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。  
 $\overline{\text{RESET}}$ 入力により，00Hになります。

図9-3 ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタのフォーマット

略号	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
WDTM	RUN	0	0	WDTM4	WDTM3	0	0	FFF9H	00H	R/W

RUN	ウォッチドッグ・タイマの動作の選択 <sup>注1</sup>
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

WDTM4	WDTM3	ウォッチドッグ・タイマの動作モードの選択 <sup>注2</sup>
0	0	動作停止
0	1	インターバル・タイマ・モード (オーバーフロー発生時，マスクブル割り込み発生) <sup>注3</sup>
1	0	ウォッチドッグ・タイマ・モード1 (オーバーフロー発生時，ノンマスクブル割り込み発生)
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，リセット動作を起動)

- 注1 . RUN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， $\overline{\text{RESET}}$ 入力以外で停止させることはできません。
- 2 . WDTM3, WDTM4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。
- 3 . RUNに1を設定した時点でインターバル・タイマとして動作を開始します。

- 注意 1 . RUNに1を設定し，ウォッチドッグ・タイマをクリアしたとき，実際のオーバーフロー時間は，タイマ・クロック選択レジスタ2 (TCL2) で設定した時間より最大0.8%短くなります。
- 2 . ウォッチドッグ・タイマ・モード1, 2を使用する場合は，TMIF4 (割り込み要求フラグ・レジスタ0 (IF0) のビット0) が0になっていることを確認してからWDTM4を1にセットしてください。TMIF4が1の状態では，ウォッチドッグ・タイマ・モード1, 2を選択すると書き換え終了と同時にノンマスクブル割り込みが発生します。

## 9.4 ウォッチドッグ・タイマの動作

### 9.4.1 ウォッチドッグ・タイマとしての動作

ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ (WDTM) のビット4 (WDTM4) 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・タイマとして動作します。

タイマ・クロック選択レジスタ2 (TCL2) のビット0-2 (TCL20-TCL22) でウォッチドッグ・タイマのカウント・クロック (暴走検出時間間隔) を選択できます。WDTMのビット7 (RUN) に1を設定することにより、ウォッチドッグ・タイマはスタートします。ウォッチドッグ・タイマがスタートしたあと、設定した暴走検出時間間隔内にRUNに1を設定してください。RUNに1を設定することにより、ウォッチドッグ・タイマをクリアし、カウントを開始させることができます。RUNに1がセットされず、暴走検出時間を越えてしまったときは、WDTMのビット3 (WDTM3) の値により、システム・リセットまたはノンマスカブル割り込みが発生します。

ウォッチドッグ・タイマは、HALTモード時では動作を継続しますが、STOPモード時では動作を停止します。したがって、STOPモードに入る前にRUNを1に設定し、ウォッチドッグ・タイマをクリアしたあと、STOP命令を実行してください。

**注意** 実際の暴走検出時間は設定時間に対して最大0.8%短くなる場合があります。

表9-4 ウォッチドッグ・タイマの暴走検出時間

TCL22	TCL21	TCL20	暴走検出時間	$f_x = 5.0 \text{ MHz}$ 時
0	0	0	$2^{11} \times 1/f_x$	410 $\mu$ s
0	1	0	$2^{13} \times 1/f_x$	1.64 ms
1	0	0	$2^{15} \times 1/f_x$	6.55 ms
1	1	0	$2^{17} \times 1/f_x$	26.2 ms

$f_x$  : システム・クロック発振周波数

## 9.4.2 インターバル・タイマとしての動作

ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ (WDTM) のビット4 (WDTM4) に0, ビット3 (WDTM3) に1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。

タイマ・クロック選択レジスタ2 (TCL2) のビット0-2 (TCL20-TCL22) でカウント・クロック (インターバル時間) を選択できます。WDTMのビット7 (RUN) に1を設定することにより, インターバル・タイマとして動作を開始します。

インターバル・タイマとして動作しているとき, 割り込みマスク・フラグ (TMMK4) が有効となり, マスカブル割り込み (INTWDT) を発生させることができます。INTWDTの優先順位は, マスカブル割り込み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モード時では動作を停止します。したがって, STOPモードに入る前にRUNを1に設定し, インターバル・タイマをクリアしたあと, STOP命令を実行してください。

- 注意1. 一度WDTMのビット4 (WDTM4) に1をセットする (ウォッチドッグ・タイマ・モードを選択する) と $\overline{\text{RESET}}$ 入力されないかぎり, インターバル・タイマ・モードになりません。
2. WDTMで設定した直後のインターバル時間は, 設定時間に対して最大0.8%短くなる場合があります。

表9 - 5 インターバル・タイマのインターバル時間

TCL22	TCL21	TCL20	インターバル時間	$f_x = 5.0 \text{ MHz}$ 時
0	0	0	$2^{11} \times 1/f_x$	410 $\mu\text{s}$
0	1	0	$2^{13} \times 1/f_x$	1.64 ms
1	0	0	$2^{15} \times 1/f_x$	6.55 ms
1	1	0	$2^{17} \times 1/f_x$	26.2 ms

$f_x$ : システム・クロック発振周波数

# 第10章 シリアル・インタフェース20

## 10.1 シリアル・インタフェース20の機能

シリアル・インタフェース20には、次の3種類のモードがあります。

- ・動作停止モード
- ・アシンクロナス・シリアル・インタフェース (UART) モード
- ・3線式シリアルI/Oモード

### (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。消費電力を低減することができます。

### (2) アシンクロナス・シリアル・インタフェース (UART) モード

スタート・ビットに続く1バイトのデータを送受信するモードで、全二重動作が可能です。

UART専用ボー・レート・ジェネレータを内蔵しており、広範囲な任意のボー・レートで通信できます。また、ASCK20端子への入力クロック、タイマ60の方形波出力信号を分周してボー・レートを定義することもできます。

### (3) 3線式シリアルI/Oモード (MSB/LSB先頭切り替え可能)

シリアル・クロック ( $\overline{\text{SCK20}}$ ) と、シリアル・データ (SI20, SO20) の3本のラインにより、8ビット・データ転送を行うモードです。

3線式シリアルI/Oモードは、同時送受信動作が可能なので、データ転送の処理時間が短くなります。

シリアル転送する8ビット・データの先頭ビットをMSBか、またはLSBかに切り替えることができますので、いずれの先頭ビットのデバイスとも接続ができます。

3線式シリアルI/Oモードは、75XLシリーズ、78Kシリーズ、17Kシリーズなど従来のクロック同期式シリアル・インタフェースを内蔵する周辺I/Oや表示コントローラなどを接続するときに有効です。

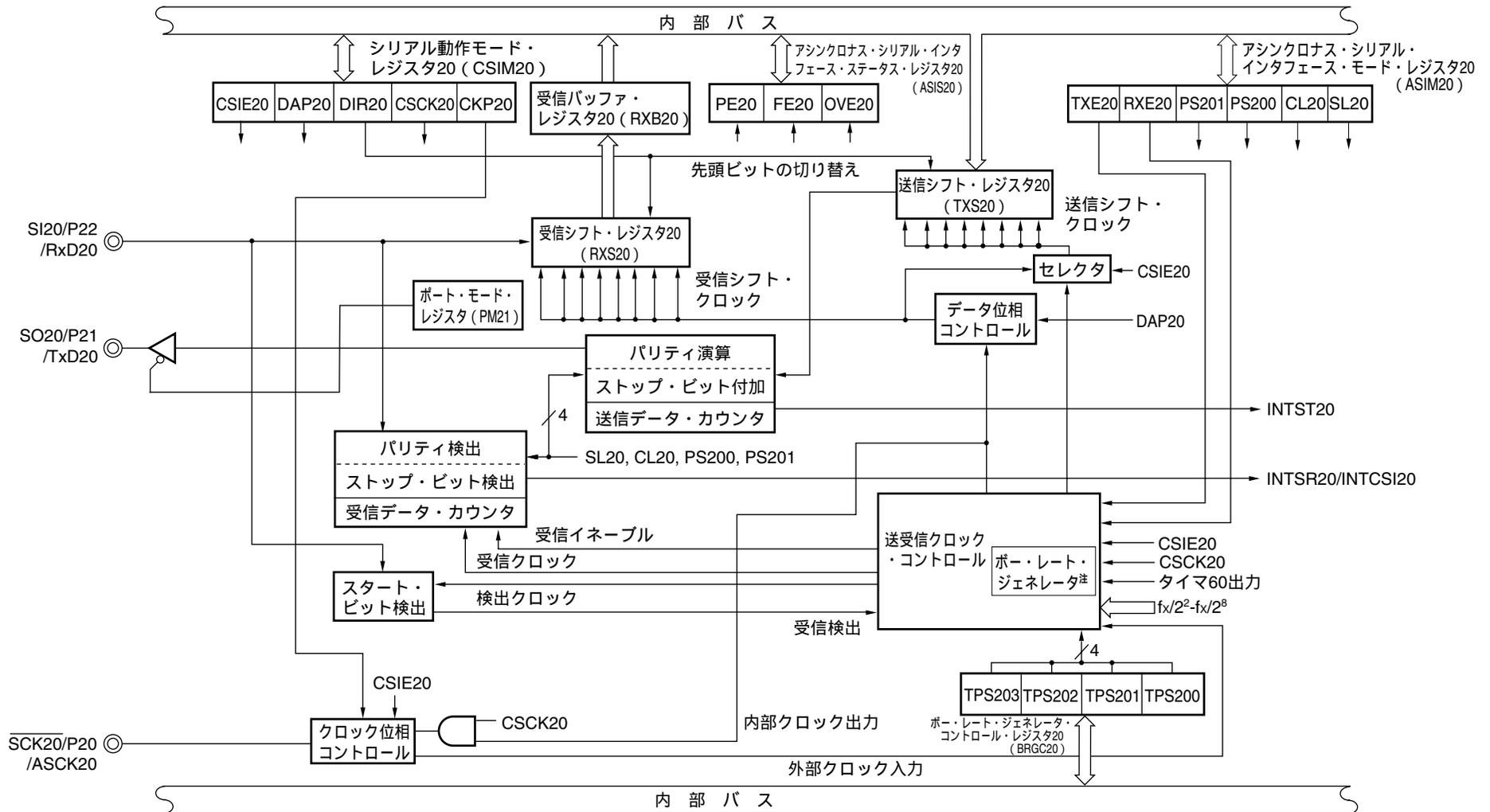
## 10.2 シリアル・インタフェース20の構成

シリアル・インタフェース20は、次のハードウェアで構成しています。

表10 - 1 シリアル・インタフェース20の構成

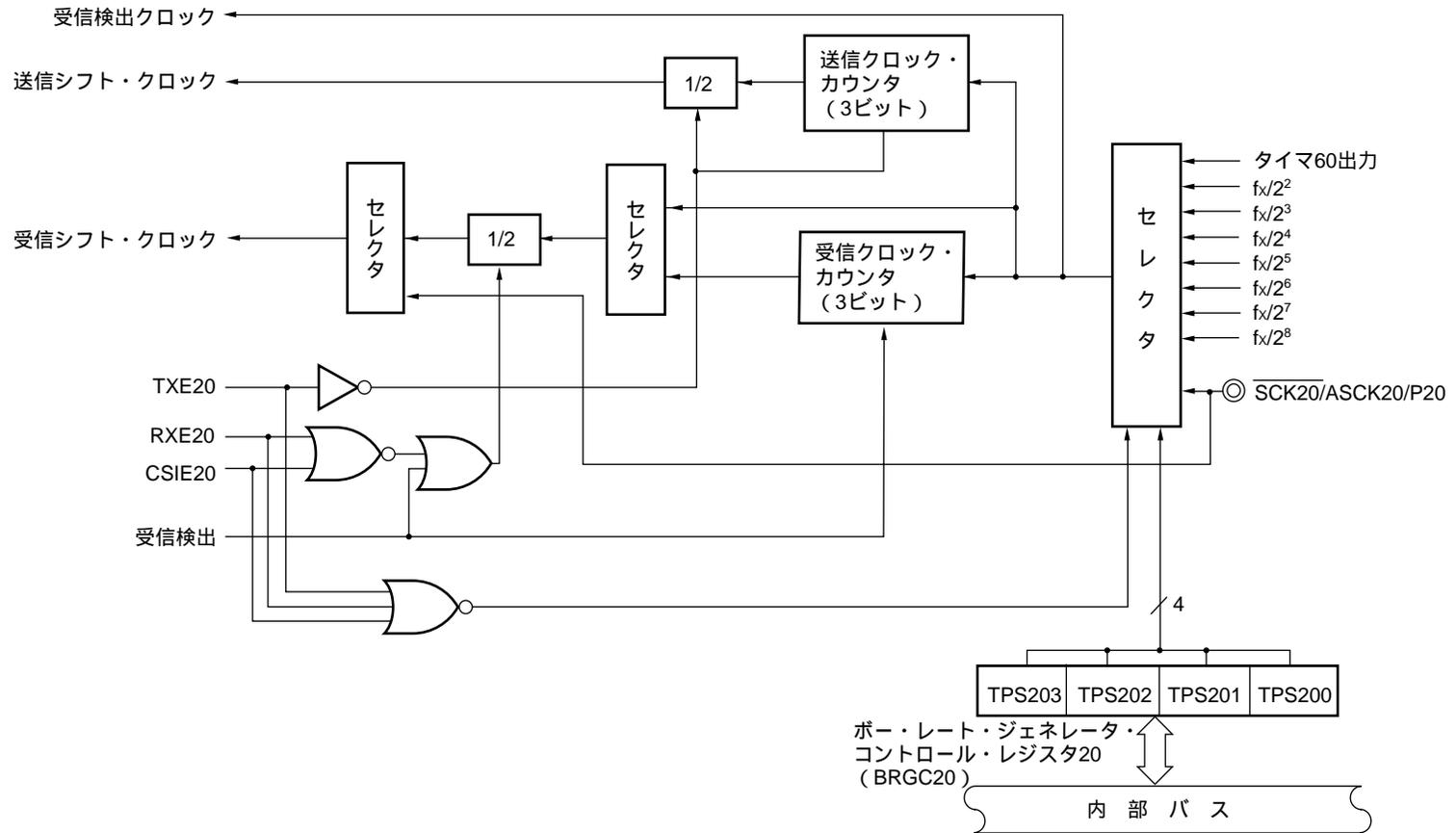
項目	構成
レジスタ	送信シフト・レジスタ20 (TXS20) 受信シフト・レジスタ20 (RXS20) 受信バッファ・レジスタ20 (RXB20)
制御レジスタ	シリアル動作モード・レジスタ20 (CSIM20) アシンクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 (ASIM20) アシンクロナス・シリアル・インタフェース・ステータス・レジスタ20 (ASIS20) ボー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20 (BRGC20) ポート・モード・レジスタ2 (PM2) ポート・レジスタ2 (P2)

★ 図10-1 シリアル・インタフェース20のブロック図



注 ポー・レート・ジェネレータの構成は、図10-2を参照してください。

図10-2 ポー・レート・ジェネレータ20のブロック図



**(1) 送信シフト・レジスタ20 (TXS20)**

送信データを設定するレジスタです。TXS20に書き込まれたデータをシリアル・データとして送信します。

データ長を7ビットに指定した場合、TXS20に書き込んだデータのビット0-6が送信データとして転送されます。TXS20にデータを書き込むことにより、送信動作を開始します。

TXS20は、8ビット・メモリ操作命令で書き込みます。読み出しはできません。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、FFHになります。

**注意** 送信動作中は、TXS20への書き込みを行わないでください。

TXS20と受信バッファ・レジスタ20 (RXB20) は同一アドレスに割り当てられており、読み出しを行った場合にはRXB20の値が読み出されます。

**(2) 受信シフト・レジスタ20 (RXS20)**

RxD20端子に入力されたシリアル・データをパラレル・データに変換するレジスタです。1バイト分のデータを受信すると、受信データを受信バッファ・レジスタ20 (RXB20) へ転送します。

RXS20はプログラムで直接操作することはできません。

**(3) 受信バッファ・レジスタ20 (RXB20)**

受信データを保持するレジスタです。データを1バイト受信するごとに受信シフト・レジスタ20 (RXS20) から新たな受信データが転送されます。

データ長を7ビットに指定した場合、受信データはRXB20のビット0-6に転送され、RXB20のMSBは必ず0になります。

RXB20は、8ビット・メモリ操作命令で読み出せます。書き込みはできません。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、不定になります。

**注意** RXB20と送信シフト・レジスタ20 (TXS20) は同一アドレスに割り当てられており、書き込みを行った場合にはTXS20に値が書き込まれます。

**(4) 送信制御回路**

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20 (ASIM20) に設定された内容に従って、送信シフト・レジスタ20 (TXS20) 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・ビットの付加などの送信動作の制御を行います。

**(5) 受信制御回路**

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20 (ASIM20) に設定された内容に従って、受信動作を制御します。また受信動作中にパリティ・エラーなどのエラー・チェックも行い、エラーを検出したときにはエラー内容に応じた値をアシンクロナス・シリアル・インタフェース・ステータス・レジスタ20 (ASIS20) にセットします。

## 10.3 シリアル・インタフェース20を制御するレジスタ

シリアル・インタフェース20は、次の6種類のレジスタで制御します。

- ・シリアル動作モード・レジスタ20 (CSIM20)
- ・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20 (ASIM20)
- ・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20 (ASIS20)
- ・ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20 (BRGC20)
- ・ポート・モード・レジスタ2 (PM2)
- ・ポート・レジスタ2 (P2)

### (1) シリアル動作モード・レジスタ20 (CSIM20)

シリアル・インタフェース20を3線式シリアルI/Oモードで使用するときを設定するレジスタです。

CSIM20は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

図10 - 3 シリアル動作モード・レジスタ20のフォーマット

略号		6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
CSIM20	CSIE20	0	0	0	DAP20	DIR20	CCK20	CKP20	FF72H	00H	R/W

CSIE20	3線式シリアルI/Oモード時の動作の制御
0	動作停止
1	動作許可

DAP20	3線式シリアルI/Oモード時のデータ位相の選択
0	SCK20の立ち下がりエッジで出力する
1	SCK20の立ち上がりエッジで出力する

DIR20	先頭ビットの指定
0	MSB
1	LSB

CCK20	3線式シリアルI/Oモード時のクロックの選択
0	SCK20端子への外部からの入力クロック
1	専用ポー・レート・ジェネレータの出力

CKP20	3線式シリアルI/Oモード時のクロック位相の選択
0	クロックはロウ・アクティブ, アイドル時にSCK20はハイ・レベル
1	クロックはハイ・アクティブ, アイドル時にSCK20はロウ・レベル

注意1. ビット4-6には, 必ず0を設定してください。

2. UARTモード選択時は, CSIM20に00Hを設定してください。

★

3. 動作モードの切り替えは, シリアル送受信動作を停止させたのちに行ってください。

(2) アシクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 (ASIM20)

シリアル・インタフェース20をアシクロナス・シリアル・インタフェース・モードで使用するとき  
設定するレジスタです。

ASIM20は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

RESET入力により、00Hになります。

図10 - 4 アシクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20のフォーマット

略号			5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
ASIM20	TXE20	RXE20	PS201	PS200	CL20	SL20	0	0	FF70H	00H	R/W

TXE20	送信動作の制御	
0	送信動作停止	
1	送信動作許可	

RXE20	受信動作の制御	
0	受信動作停止	
1	受信動作許可	

PS201	PS200	パリティ・ビットの指定
0	0	パリティなし
0	1	送信時、常に0パリティ付加 受信時、パリティの検査をしない(パリティ・エラーを発生しない)
1	0	奇数パリティ
1	1	偶数パリティ

CL20	送信データのキャラクタ長の指定	
0	7ビット	
1	8ビット	

SL20	送信データのストップ・ビット長の指定	
0	1ビット	
1	2ビット	

注意1. ビット0, 1には、必ず0を設定してください。

2. 3線式シリアル/Oモード選択時は、ASIM20に00Hを設定してください。

3. 動作モードの切り替えは、シリアル送受信動作を停止させたのちに行ってください。

表10 - 2 シリアル・インタフェース20の動作モードの設定一覧

(1) 動作停止モード

ASIM20		CSIM20			PM22	P22	PM21	P21	PM20	P20	先頭 ビット	シフト・ クロック	P22/SI20/RxD20 端子の機能	P21/SO20/TxD20 端子の機能	P20/SCK20/ASCK20 端子の機能
TXE20	RXE20	CSIE20	DIR20	CSCK20											
0	0	0	x	x	x注1	x注1	x注1	x注1	x注1	x注1	-	-	P22	P21	P20
上記以外											設定禁止				

(2) 3線式シリアル/Oモード

ASIM20		CSIM20			PM22	P22	PM21	P21	PM20	P20	先頭 ビット	シフト・ クロック	P22/SI20/RxD20 端子の機能	P21/SO20/TxD20 端子の機能	P20/SCK20/ASCK20 端子の機能
TXE20	RXE20	CSIE20	DIR20	CSCK20											
0	0	1	0	0	1注2	x注2	0	1	1	x	MSB	外部 クロック	SI20注2	SO20 (CMOS出力)	SCK20入力
				1				0	1	内部 クロック		SCK20出力			
		1	1	0	1	x	LSB	外部 クロック	SCK20入力						
		1	0	1	内部 クロック	SCK20出力									
上記以外											設定禁止				

(3) アシクロナス・シリアル・インタフェース・モード

ASIM20		CSIM20			PM22	P22	PM21	P21	PM20	P20	先頭 ビット	シフト・ クロック	P22/SI20/RxD20 端子の機能	P21/SO20/TxD20 端子の機能	P20/SCK20/ASCK20 端子の機能
TXE20	RXE20	CSIE20	DIR20	CSCK20											
1	0	0	0	0	x注1	x注1	0	1	1	x	LSB	外部 クロック	P22	TxD20 (CMOS出力)	ASCK20入力
				x注1				x注1	内部 クロック	P20					
0	1	0	0	0	1	x	x注1	x注1	1	x	外部 クロック	RxD20	P21	ASCK20入力	
				x注1				x注1	内部 クロック	P20					
1	1	0	0	0	1	x	0	1	1	x	外部 クロック	P22	TxD20 (CMOS出力)	ASCK20入力	
				x注1				x注1	内部 クロック	P20					
上記以外											設定禁止				

注1. ポート機能として自由に使用できます。

2. 送信のみ使用する場合は, P22 (CMOS入出力) として使用できます。

備考 x : don't care

(3) 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20 (ASIS20)

アシクロナス・シリアル・インタフェース・モードで受信エラー発生時、エラーの種類を表示するレジスタです。

ASIS20は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で読み出します。

3線式シリアルI/Oモードでは、ASIS20の内容は不定となります。

RESET入力により、00Hになります。

図10 - 5 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20のフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
ASIS20	0	0	0	0	0	PE20	FE20	OVE20	FF71H	00H	R

PE20	パリティ・エラー・フラグ
0	パリティ・エラー未発生
1	パリティ・エラー発生 (送信パリティと受信パリティが一致しないとき)

FE20	フレーミング・エラー・フラグ
0	フレーミング・エラー未発生
1	フレーミング・エラー発生 (ストップ・ビットが検出されないとき) <sup>注1</sup>

OVE20	オーバラン・エラー・フラグ
0	オーバラン・エラー未発生
0	オーバラン・エラー発生 <sup>注2</sup> (受信バッファ・レジスタ20からデータを読み出す前に次の受信動作が完了したとき)

注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20 (ASIM20) のビット2 (SL20) でストップ・ビット長を2ビットに設定した場合も、受信時のストップ・ビット検出は1ビットのみです。

2. オーバラン・エラーが発生したとき、受信バッファ・レジスタ20 (RXB20) を読み出すまで、オーバラン・エラーが発生し続けます。

(4) ボー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20 (BRGC20)

シリアル・インタフェース20のシリアル・クロックを設定するレジスタです。

BRGC20は、8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

図10 - 6 ボー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20のフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
BRGC20	TPS203	TPS202	TPS201	TPS200	0	0	0	0	FF73H	00H	R/W

TPS203	TPS202	TPS201	TPS200	ボー・レート・ジェネレータへのソース・クロックの選択	n
0	0	0	0	$f_x/2^2$ (1.25 MHz)	2
0	0	0	1	$f_x/2^3$ (625 kHz)	3
0	0	1	0	$f_x/2^4$ (313 kHz)	4
0	0	1	1	$f_x/2^5$ (156 kHz)	5
0	1	0	0	$f_x/2^6$ (78.1 kHz)	6
0	1	0	1	$f_x/2^7$ (39.1 kHz)	7
0	1	1	0	$f_x/2^8$ (19.5 kHz)	8
0	1	1	1	タイマ60出力	
1	0	0	0	ASCK20端子への外部からの入力クロック <sup>注</sup>	
上記以外				設定禁止	

注 UARTモード時にのみ使用できます。

注意1. 通信動作中にBRGC20への書き込みを行うと、ボー・レート・ジェネレータの出力が乱れ正常に通信できなくなります。したがって、通信動作中にはBRGC20への書き込みを行わないでください。

2. タイマ60出力を選択したときは、必ずタイマ60を方形波出力モードに設定してください。

3. 外部からの入力クロックを選択したときは、ポート・モード・レジスタ2 (PM2) を入力モードに設定してください。

備考1.  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

2. n : TPS200-TPS203の設定で決定される値 (2 n 8)

3. ( ) 内は、 $f_x = 5.0$  MHz動作時

UARTボー・レート用の送受信クロックは、次の3つのいずれかから生成します。

- ・システム・クロックを分周した信号
- ・タイマ60の方形波出力信号
- ・ASCK20端子から入力したクロックを分周した信号

★ また、3線式シリアルI/Oモードのシリアル・クロックは、次の2つのいずれかから生成します。

- ・システム・クロックを分周した信号
- ・タイマ60の方形波出力信号

**備考** SCK20端子から入力したクロックを使用する場合は、シリアル動作モード・レジスタ20 (CSIM20) のビット1 (CSCK20) で設定します。

**(a) システム・クロックによるUARTボー・レート用の送受信クロックの生成**

システム・クロックを分周して送受信クロックを生成します。システム・クロックから生成するボー・レートは次の式によって求められます。

$$[\text{ボー・レート}] = \frac{f_x}{2^{n+1} \times 8} [\text{bps}]$$

$f_x$  : システム・クロック発振周波数

$n$  : TPS200-TPS203の値で決定される図10 - 6中の値 (2 ≤  $n$  ≤ 8)

**表10 - 3 システム・クロックとボー・レートの関係例**

ボー・レート (bps)	n	BRGC20の設定値	誤差 (%)	
			$f_x = 5.0 \text{ MHz}$	$f_x = 4.9152 \text{ MHz}$
1200	8	60H	1.73	0
2400	7	50H		
4800	6	40H		
9600	5	30H		
19200	4	20H		
38400	3	10H		
76800	2	00H		

## (b) タイマ60の方形波出力によるUARTボー・レート用の送受信クロックの生成

タイマ60の方形波出力を分周して送受信クロックを生成します。タイマ60の方形波出力から生成するボー・レートは次の式によって求められます。

$$[\text{ボー・レート}] = \frac{f_{\text{TO60}}}{16} [\text{bps}]$$

$f_{\text{TO60}}$  : タイマ60方形波出力の周波数

表10 - 4 タイマ60方形波出力周波数とボー・レートの関係 (BRGC20 = 70H設定時)

ボー・レート (bps)	タイマ60方形波出力周波数 (kHz)
75	1.2
150	2.4
300	4.8
600	9.6
1200	19.2
2400	38.4
4800	76.8
9600	153.6
19200	307.2
31250	500.0
38400	614.4

(c) ASCK20端子からの外部クロックによるボー・レート用の送受信クロックの生成

ASCK20端子から入力したクロックを分周して送受信クロックを生成します。ASCK20端子から入力したクロックから生成するボー・レートは次の式によって求められます。

$$[\text{ボー・レート}] = \frac{f_{\text{ASCK}}}{16} [\text{bps}]$$

$f_{\text{ASCK}}$  : ASCK20端子に入力したクロックの周波数

表10 - 5 ASCK20端子入力周波数とボー・レートの関係 (BRGC20 = 80H設定時)

ボー・レート (bps)	ASCK20端子入力周波数 (kHz)
75	1.2
150	2.4
300	4.8
600	9.6
1200	19.2
2400	38.4
4800	76.8
9600	153.6
19200	307.2
31250	500.0
38400	614.4

★ (d) システム・クロックによる3線式シリアルI/Oモードのシリアル・クロックの生成

システム・クロックを分周してシリアル・クロックを生成します。シリアル・クロック周波数は、次の式によって求められます。外部からSCK20端子にシリアル・クロックを入力する場合はBRGC20の設定は必要ありません。

$$[\text{シリアル・クロック周波数}] = \frac{f_x}{2^{n+1}} [\text{Hz}]$$

$f_x$  : システム・クロック発振周波数

$n$  : TPS200-TPS203の設定で決定される図10 - 6中の値 (2 n 8)

★ (e) タイマ60の方形波出力による3線式シリアルI/Oモードのシリアル・クロックの生成

タイマ60の方形波出力をシリアル・クロックとして生成します。シリアル・クロック周波数は、次の式によって求められます。外部からSCK20端子にシリアル・クロックを入力する場合はBRGC20の設定は必要ありません。

$$[\text{シリアル・クロック周波数}] = \frac{f_{\text{TO60}}}{2} [\text{Hz}]$$

$f_{\text{TO60}}$  : タイマ60方形波出力の周波数

## 10.4 シリアル・インタフェース20の動作

シリアル・インタフェース20は、次の3種類のモードがあります。

- ・動作停止モード
- ・アシンクロナス・シリアル・インタフェース (UART) モード
- ・3線式シリアルI/Oモード

### 10.4.1 動作停止モード

動作停止モードでは、シリアル転送を行いません。したがって、消費電力を低減できます。また、動作停止モードでは、P20/SCK20/ASCK20, P21/SO20/TxD20, P22/SI20/RxD20端子を通常の入出力ポートとして使用できます。

#### (1) レジスタの設定

動作停止モードの設定は、シリアル動作モード・レジスタ20 (CSIM20) とアシンクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 (ASIM20) で行います。

##### (a) シリアル動作モード・レジスタ20 (CSIM20)

CSIM20は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

略号	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W	
CSIM20	CSIE20	0	0	0	DAP20	DIR20	CCK20	CKP20	FF72H	00H	R/W

CSIE20	3線式シリアルI/Oモード時の動作の制御
0	動作停止
1	動作許可

**注意** ビット4-6には、必ず0を設定してください。

(b) アシクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 (ASIM20)

ASIM20は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

RESET入力により、00Hになります。

略号	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
ASIM20	TXE20	RXE20	PS201	PS200	CL20	SL20	0	0	FF70H 00H R/W

TXE20	送信動作の制御
0	送信動作停止
1	送信動作許可

RXE20	受信動作の制御
0	受信動作停止
1	受信動作許可

**注意** ビット0, 1には必ず0を設定してください。

## 10.4.2 アシクロナス・シリアル・インタフェース (UART) モード

スタート・ビットに続く1バイトのデータを送受信するモードで、全二重動作が可能です。

UART専用ボー・レート・ジェネレータを内蔵しており、広範囲な任意のボー・レートで通信できます。また、タイマ60出力やASCK20端子への入力クロックを分周してボー・レートを定義することもできます。

UART専用ボー・レート・ジェネレータを利用してMIDI規格のボー・レート (31.25 kbps) を使用することもできます。

### (1) レジスタの設定

UARTモードの設定は、シリアル動作モード・レジスタ20 (CSIM20)、アシクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 (ASIM20)、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20 (ASIS20)、ボー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20 (BRGC20)、ポート・モード・レジスタ2 (PM2)、ポート・レジスタ2 (P2)で行います。

(a) シリアル動作モード・レジスタ20 (CSIM20)

CSIM20は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

RESET入力により、00Hになります。

UARTモード選択時は、CSIM20に00Hを設定してください。

略号	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W	
CSIM20	CSIE20	0	0	0	DAP20	DIR20	CCK20	CKP20	FF72H	00H	R/W

CSIE20	3線式シリアルI/Oモード時の動作の制御
0	動作停止
1	動作許可

DAP20	3線式シリアルI/Oモード時のデータ位相の選択
0	SCK20の立ち下がりエッジで出力する
1	SCK20の立ち上がりエッジで出力する

DIR20	先頭ビットの指定
0	MSB
1	LSB

CCK20	3線式シリアルI/Oモード時のクロックの選択
0	SCK20端子への外部からの入力クロック
1	専用ポーレート・ジェネレータの出力

CKP20	3線式シリアルI/Oモード時のクロック位相の選択
0	クロックはロウ・アクティブ，アイドル時にSCK20はハイ・レベル
1	クロックはハイ・アクティブ，アイドル時にSCK20はロウ・レベル

注意1. ビット4-6には、必ず0を設定してください。

★ 2. 動作モードの切り替えは、シリアル送受信動作を停止させたのちに行ってください。

(b) アシクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 (ASIM20)

ASIM20は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

RESET入力により、00Hになります。

略号			5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
ASIM20	TXE20	RXE20	PS201	PS200	CL20	SL20	0	0	FF70H	00H	R/W

TXE20	送信動作の制御	
0	送信動作停止	
1	送信動作許可	

RXE20	受信動作の制御	
0	受信動作停止	
1	受信動作許可	

PS201	PS200	パリティ・ビットの指定
0	0	パリティなし
0	1	送信時、常に0パリティ付加 受信時、パリティの検査をしない(パリティ・エラーを発生しない)
1	0	奇数パリティ
1	1	偶数パリティ

CL20	キャラクタ長の指定
0	7ビット
1	8ビット

SL20	送信データのストップ・ビット長の指定
0	1ビット
1	2ビット

注意1. ビット0, 1には、必ず0を設定してください。

2. 動作モードの切り替えは、シリアル送受信動作を停止させたのちに行ってください。

(c) 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20 (ASIS20)

ASIS20は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で読み出します。

RESET入力により、00Hになります。

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
ASIS20	0	0	0	0	0	PE20	FE20	OVE20	FF71H	00H	R

PE20	パリティ・エラー・フラグ
0	パリティ・エラー未発生
1	パリティ・エラー発生 (送信パリティと受信パリティが一致しないとき)

FE20	フレーミング・エラー・フラグ
0	フレーミング・エラー未発生
1	フレーミング・エラー発生 (ストップ・ビットが検出されないとき) <sup>注1</sup>

OVE20	オーバラン・エラー・フラグ
0	オーバラン・エラー未発生
1	オーバラン・エラー発生 <sup>注2</sup> (受信バッファ・レジスタ20からデータを読み出す前に次の受信動作が完了したとき)

- 注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20 (ASIM20) のビット2 (SL20) でストップ・ビット長を2ビットに設定した場合も、受信時のストップ・ビット検出は1ビットのみです。
2. オーバラン・エラーが発生したとき、受信バッファ・レジスタ20 (RXB20) を読み出すまで、オーバラン・エラーが発生し続けます。

(d) ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20 (BRGC20)

BRGC20は、8ビット・メモリ操作命令で設定します。

RESET入力により、00Hになります。

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
BRGC20	TPS203	TPS202	TPS201	TPS200	0	0	0	0	FF73H	00H	R/W

TPS203	TPS202	TPS201	TPS200	ポー・レート・ジェネレータへのソース・クロックの選択	n
0	0	0	0	$f_x/2^2$ (1.25 MHz)	2
0	0	0	1	$f_x/2^3$ (625 kHz)	3
0	0	1	0	$f_x/2^4$ (313 kHz)	4
0	0	1	1	$f_x/2^5$ (156 kHz)	5
0	1	0	0	$f_x/2^6$ (78.1 kHz)	6
0	1	0	1	$f_x/2^7$ (39.1 kHz)	7
0	1	1	0	$f_x/2^8$ (19.5 kHz)	8
0	1	1	1	タイマ60出力	
1	0	0	0	ASCK20端子への外部からの入力クロック <sup>注</sup>	
上記以外				設定禁止	

注 UARTモード時にのみ使用できます。

- 注意1. 通信動作中にBRGC20への書き込みを行うと、ポー・レート・ジェネレータの出力が乱れ正常に通信できなくなります。したがって、通信動作中にはBRGC20への書き込みを行わないでください。
2. タイマ60出力を選択したときは、必ずタイマ60を方形波出力モードに設定してください。
3. 外部からの入力クロックを選択したときは、ポート・モード・レジスタ2 (PM2) を入力モードに設定してください。

備考1.  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

2. n : TPS200-TPS203の設定で決定される値 (2 n 8)

3. ( ) 内は、 $f_x = 5.0$  MHz動作時

生成するポー・レート用の送受信クロックは、次の3つのいずれかを選択します。

- ・システム・クロックを分周した信号
- ・タイマ60の方形波出力信号
- ・ASCK20端子から入力したクロックを分周した信号

(i) システム・クロックによるボー・レート用の送受信クロックの生成

システム・クロックを分周して送受信クロックを生成します。システム・クロックから生成するボー・レートは次の式によって求められます。

$$[\text{ボー・レート}] = \frac{f_x}{2^{n+1} \times 8} [\text{bps}]$$

$f_x$  : システム・クロック発振周波数

$n$  : TPS200-TPS203の設定で決定される上記の表中の値 (2  $n$  8)

表10 - 6 システム・クロックとボー・レートの関係例

ボー・レート (bps)	n	BRGC20の設定値	誤差 (%)	
			$f_x = 5.0 \text{ MHz}$	$f_x = 4.9152 \text{ MHz}$
1200	8	60H	1.73	0
2400	7	50H		
4800	6	40H		
9600	5	30H		
19200	4	20H		
38400	3	10H		
76800	2	00H		

(ii) タイマ60の方形波出力によるボー・レート用の送受信クロックの生成

タイマ60の方形波出力を分周して送受信クロックを生成します。タイマ60の方形波出力から生成するボー・レートは次の式によって求められます。

$$[\text{ボー・レート}] = \frac{f_{T060}}{16} [\text{bps}]$$

$f_{T060}$  : タイマ60方形波出力の周波数

表10 - 7 タイマ60方形波出力周波数とボー・レートの関係 (BRGC20 = 70H設定時)

ボー・レート (bps)	タイマ60方形波出力周波数 (kHz)
75	1.2
150	2.4
300	4.8
600	9.6
1200	19.2
2400	38.4
4800	76.8
9600	153.6
19200	307.2
31250	500.0
38400	614.4

## (iii) ASCK20端子からの外部クロックによるボー・レート用の送受信クロックの生成

ASCK20端子から入力したクロックを分周して送受信クロックを生成します。ASCK20端子から入力したクロックから生成するボー・レートは次の式によって求められます。

$$[\text{ボー・レート}] = \frac{f_{\text{ASCK}}}{16} [\text{bps}]$$

$f_{\text{ASCK}}$  : ASCK20端子に入力したクロックの周波数

表10 - 8 ASCK20端子入力周波数とボー・レートの関係 (BRGC20 = 80H設定時)

ボー・レート (bps)	ASCK20端子入力周波数 (kHz)
75	1.2
150	2.4
300	4.8
600	9.6
1200	19.2
2400	38.4
4800	76.8
9600	153.6
19200	307.2
31250	500.0
38400	614.4

## (2) 通信動作

## (a) データ・フォーマット

送受信データのフォーマットは図10-7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、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20 (ASIM20) によって行います。

図10-7 アシンクロナス・シリアル・インタフェースの送受信データのフォーマット



- ・スタート・ビット.....1ビット
- ・キャラクタ・ビット.....7ビット / 8ビット
- ・パリティ・ビット.....偶数パリティ / 奇数パリティ / 0パリティ / パリティなし
- ・ストップ・ビット.....1ビット / 2ビット

キャラクタ・ビットとして7ビットを選択した場合、下位7ビット (ビット0-6) のみが有効となり、送信の場合は最上位ビット (ビット7) は無視され、受信の場合は必ず最上位ビット (ビット7) は“0”になります。

シリアル転送レートの設定は、ASIM20とポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20 (BRGC20) によって行います。

また、シリアル・データの受信エラーが発生した場合、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20 (ASIS20) の状態を読むことによって受信エラーの内容を判定することができます。

## ★ (b) 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。偶数パリティと奇数パリティでは、1ビット（奇数個）の誤りを検出することができます。0パリティとパリティなしでは、誤りを検出することはできません。

## (i) 偶数パリティ

## ・送信時

パリティ・ビットを含めた送信データ中の、値が“1”のキャラクタ・ビットの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。

送信データ中で値が“1”のキャラクタ・ビットの数が奇数個：1

送信データ中で値が“1”のキャラクタ・ビットの数が偶数個：0

## ・受信時

パリティ・ビットを含めた受信データ中の、値が“1”のキャラクタ・ビットの数をカウントし、奇数個であった場合にパリティ・エラーを発生します。

## (ii) 奇数パリティ

## ・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”のキャラクタ・ビットの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。

送信データ中で値が“1”のキャラクタ・ビットの数が奇数個：0

送信データ中で値が“1”のキャラクタ・ビットの数が偶数個：1

## ・受信時

パリティ・ビットを含めた受信データ中の、値が“1”のキャラクタ・ビットの数をカウントし、偶数個であった場合にパリティ・エラーを発生します。

## (iii) 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。

## (iv) 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。

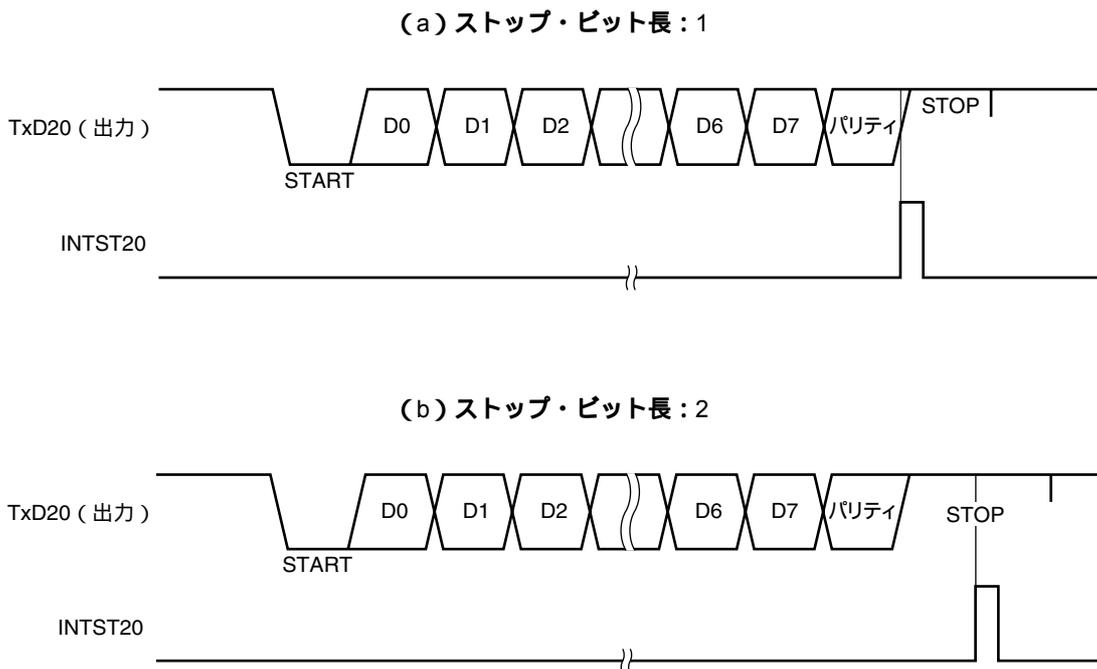
受信時にもパリティ・ビットがないものとして受信を行います。パリティ・ビットがないため、パリティ・エラーを発生しません。

(c) 送信

★ 送信動作はアシンクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 (ASIM20) のビット7 (TXE20) がセット (1) されると許可状態になり、送信シフト・レジスタ20 (TXS20) に送信データを書き込むことによって送信動作は起動します。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。

送信動作の開始により、TXS20内のデータがシフト・アウトされ、TXS20が空になると送信完了割り込み (INTST20) が発生します。

図10 - 8 アシンクロナス・シリアル・インタフェース送信完了割り込みタイミング

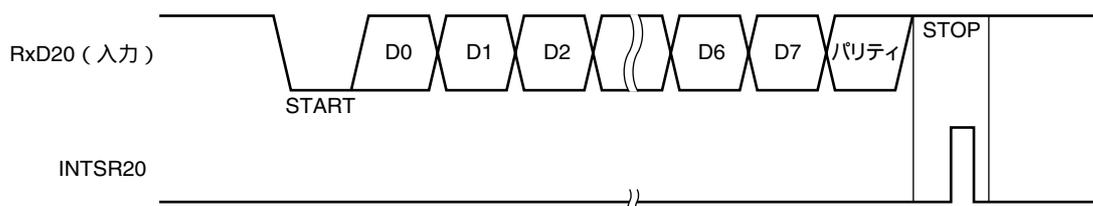


**注意** 送信動作中にはアシンクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 (ASIM20) の書き換えは行わないでください。送信中にASIM20レジスタの書き換えを行うと、それ以降の送信動作ができなくなる場合があります (RESET入力により、正常になります)。

## (d) 受信

- ★ 受信動作は、レベル検出を行っています。
- 受信動作は、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20 (ASIM20) のビット6 (RXE20) がセット (1) されると許可状態となり、RxD20端子入力のサンプリングを行います。
- RxD20端子入力のサンプリングはBRGC20で指定したシリアル・クロックで行います。
- RxD20端子入力がロウ・レベルになると、3ビット・カウンタがカウントを開始し、設定したボー・レートの半分の時間が経過したところでデータ・サンプリングのスタート・タイミング信号を出力します。このスタート・タイミング信号で再度RxD20端子入力をサンプリングした結果、ロウ・レベルであれば、スタート・ビットとして認識し、3ビット・カウンタを初期化してカウントを開始し、データのサンプリングを行います。スタート・ビットに続いて、キャラクタ・データ、パリティ・ビットおよび1ビットのストップ・ビットが検出されると、1フレームのデータ受信が終了します。
- 1フレームのデータ受信が終了すると、シフト・レジスタ内の受信データを受信バッファ・レジスタ20 (RXB20) に転送し、INTSR20 (受信完了割り込み) を発生します。
- なお、受信動作中にRXE20ビットをリセット (0) すると、ただちに受信動作を停止します。このとき、RXB20およびアシンクロナス・シリアル・インタフェース・ステータス・レジスタ20 (ASIS20) の内容は変化せず、また、INTSR20も発生しません。

図10 - 9 アシンクロナス・シリアル・インタフェース受信完了割り込みタイミング



- ★ **注意** RxD20端子入力がロウ・レベルの状態を受信動作を許可すると、ただちに受信動作を開始してしまいますので、必ずハイ・レベルにしてから受信動作を許可してください。

(e) 受信エラー

受信動作時のエラーには、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。データ受信の結果エラー・フラグがアシンクロナス・シリアル・インタフェース・ステータス・レジスタ20 (ASIS20) 内に立ちます。受信エラーの要因を表10 - 9に示します。

受信エラー割り込み処理内で、ASIS20の内容を読み出すことによって、いずれのエラーが受信時に発生したかを検出することができます (図10 - 5参照)。

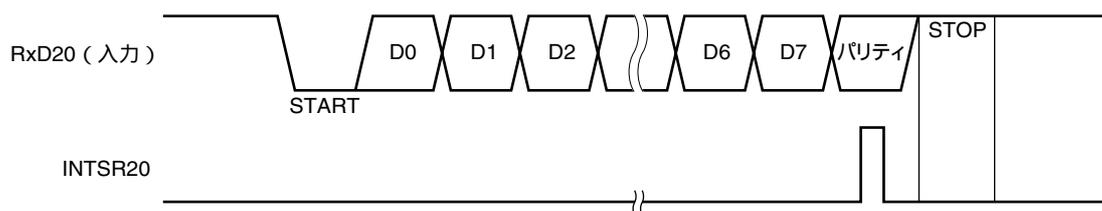
ASIS20の内容は、受信バッファ・レジスタ20 (RXB20) を読み出すか、次のデータを受信することでリセット (0) されます (次のデータにエラーがあれば、そのエラー・フラグがセットされます)。

表10 - 9 受信エラーの要因

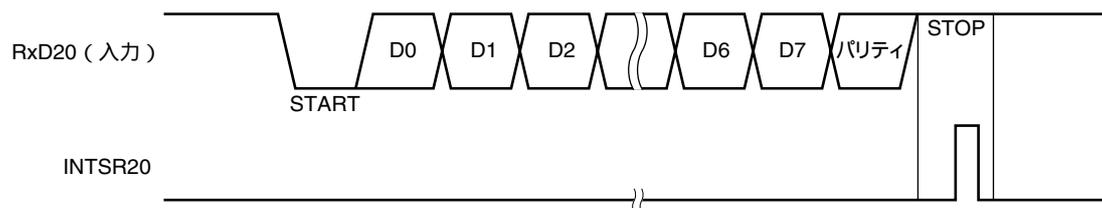
受信エラー	要 因
パリティ・エラー	送信時のパリティ指定と受信データのパリティが一致しない
フレーミング・エラー	ストップ・ビットが検出されない
オーバラン・エラー	受信バッファ・レジスタからデータを読み出す前に次のデータ受信完了

図10 - 10 受信エラー・タイミング

(a) パリティ・エラー発生時



(b) フレーミング・エラー, オーバラン・エラー発生時



注意1. ASIS20レジスタの内容は、受信バッファ・レジスタ20 (RXB20) を読み出すか、次のデータを受信することにより、リセット (0) されます。エラーの内容が知りたい場合には、必ずRXB20を読み出す前にASIS20を読み出してください。

2. 受信エラー発生時にも、受信バッファ・レジスタ20 (RXB20) は必ず読み出してください。RXB20を読み出さないと次のデータ受信時にオーバラン・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。

**(f) 受信データの読み出し**

受信完了割り込み (INTSR20) が発生したら、受信バッファ・レジスタ20 (RXB20) の値をリードすることで受信データを読み出します。

受信バッファ・レジスタ20 (RXB20) に格納された受信データをリードするときには、受信動作許可 (RXE20 = 1) の状態で読み出してください。

**備考** ただし、受信動作停止 (RXE20 = 0) してから受信データを読み出す必要がある場合は、次のどちらかの方法で行ってください。

(a) BRGC20で選択したソース・クロックの1周期分以上のウェイト後にRXE20 = 0にして、リードする。

(b) シリアル動作モード・レジスタ20 (CSIM20) のビット2 (DIR20) をセット(1)して、リードする。

(a) のプログラム例 (BRGC20 = 00H (ソース・クロック =  $f/2$ ) の場合)

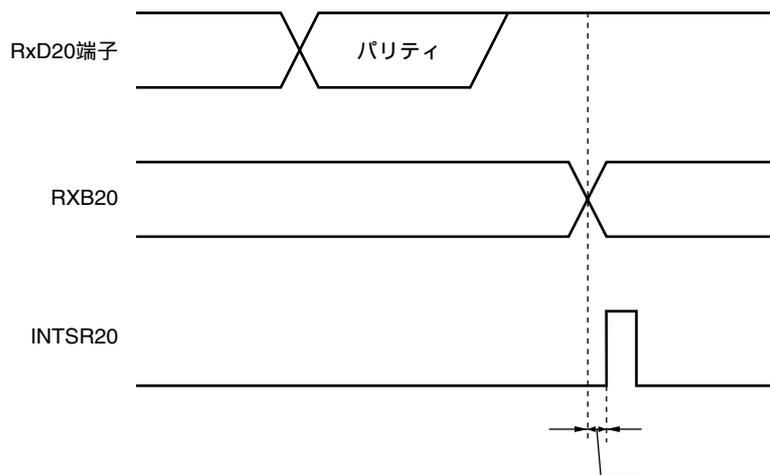
```
INTRXE:                                ; <受信完了割り込みルーチン>
      NOP                                ; 2クロック
      CLR1 RXE20                          ; 受信動作停止
      MOV  A, RXB20                        ; 受信データをリード
```

(b) のプログラム例

```
INTRXE:                                ; <受信完了割り込みルーチン>
      SET1 CSIM20.2                       ; DIR20フラグをLSBファーストに設定
      CLR1 RXE20                          ; 受信動作停止
      MOV  A, RXB20                        ; 受信データをリード
```

(3) UARTモードの注意事項

- (a) 送信中にアシンクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 (ASIM20) のビット7 (TXE20) をクリアした場合、次の送信を行う前に必ず送信シフト・レジスタ20 (TXS20) にFFHを設定したのちに、TXE20に1を設定してください。
- (b) 受信中にアシンクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 (ASIM20) のビット6 (RXE20) をクリアした場合、受信バッファ・レジスタ20 (RXB20)、受信完了割り込み (INTSR20) は、次のようになります。



の区間でRXE20に0を設定した場合、RXB20は前のデータを保持し、INTSR20は発生しません。  
 の区間でRXE20に0を設定した場合、RXB20はデータを更新し、INTSR20は発生しません。  
 の区間でRXE20に0を設定した場合、RXB20はデータを更新し、INTSR20は発生します。

### 10.4.3 3線式シリアルI/Oモード

3線式シリアルI/Oモードは、75XLシリーズ、78Kシリーズ、17Kシリーズなど従来のクロック同期式シリアル・インタフェースを内蔵する周辺I/Oや表示コントローラなどを接続するときに有効です。

シリアル・クロック（ $\overline{\text{SCK20}}$ ）、シリアル出力（SO20）、シリアル入力（SI20）の3本のラインで通信を行います。

#### (1) レジスタの設定

3線式シリアルI/Oモードの設定は、シリアル動作モード・レジスタ20（CSIM20）、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20（ASIM20）、ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20（BRGC20）で行います。

##### (a) シリアル動作モード・レジスタ20（CSIM20）

CSIM20は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

略号	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
CSIM20	CSIE20	0	0	0	DAP20	DIR20	CCKP20	FF72H	00H	R/W

CSIE20	3線式シリアルI/Oモード時の動作の制御
0	動作停止
1	動作許可

DAP20	3線式シリアルI/Oモード時のデータ位相の選択
0	$\overline{\text{SCK20}}$ の立ち下がりエッジで出力する
1	$\overline{\text{SCK20}}$ の立ち上がりエッジで出力する

DIR20	先頭ビットの指定
0	MSB
1	LSB

CCKP20	3線式シリアルI/Oモード時のクロックの選択
0	$\overline{\text{SCK20}}$ 端子への外部からの入力クロック
1	専用ポー・レート・ジェネレータの出力

CKP20	3線式シリアルI/Oモード時のクロック位相の選択
0	クロックはロウ・アクティブ、アイドル時に $\overline{\text{SCK20}}$ はハイ・レベル
1	クロックはハイ・アクティブ、アイドル時に $\overline{\text{SCK20}}$ はロウ・レベル

注意1. ビット4-6には、必ず0を設定してください。

2. 外部からの入力クロックを選択したときは、ポート・モード・レジスタ2（PM2）を入力モードに設定してください。

★ 3. 動作モードの切り替えは、シリアル送受信動作を停止させたのちに行ってください。

(b) アシクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 (ASIM20)

ASIM20は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

RESET入力により、00Hになります。

3線式シリアルI/Oモード選択時は、ASIM20に00Hを設定してください。

略号			5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
ASIM20	TXE20	RXE20	PS201	PS200	CL20	SL20	0	0	FF70H	00H	R/W

TXE20	送信動作の制御
0	送信動作停止
1	送信動作許可

RXE20	受信動作の制御
0	受信動作停止
1	受信動作許可

PS201	PS200	パリティ・ビットの指定
0	0	パリティなし
0	1	送信時、常に0パリティ付加 受信時、パリティの検査をしない(パリティ・エラーを発生しない)
1	0	奇数パリティ
1	1	偶数パリティ

CL20	送信データのキャラクタ長の指定
0	7ビット
1	8ビット

SL20	送信データのストップ・ビット長の指定
0	1ビット
1	2ビット

注意1. ビット0, 1には、必ず0を設定してください。

2. 動作モードの切り替えは、シリアル送受信動作を停止させたのちに行ってください。

(c) ボー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20 (BRGC20)

BRGC20は、8ビット・メモリ操作命令で設定します。

$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
BRGC20	TPS203	TPS202	TPS201	TPS200	0	0	0	0	FF73H	00H	R/W

TPS203	TPS202	TPS201	TPS200	ボー・レート・ジェネレータへのソース・クロックの選択	n
0	0	0	0	$f_x/2^2$ (1.25 MHz)	2
0	0	0	1	$f_x/2^3$ (625 kHz)	3
0	0	1	0	$f_x/2^4$ (313 kHz)	4
0	0	1	1	$f_x/2^5$ (156 kHz)	5
0	1	0	0	$f_x/2^6$ (78.1 kHz)	6
0	1	0	1	$f_x/2^7$ (39.1 kHz)	7
0	1	1	0	$f_x/2^8$ (19.5 kHz)	8
0	1	1	1	タイマ60出力	-
上記以外				設定禁止	

**注意** 通信動作中にBRGC20の書き込みを行うと、ボー・レート・ジェネレータの出力が乱れ正常に通信できなくなります。したがって、通信動作中にはBRGC20への書き込みを行わないでください。

備考1.  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

2. n : TPS200-TPS203で決定される値 (2 n 8)

3. ( ) 内は、 $f_x = 5.0$  MHz動作時

★ (i) システム・クロックによる3線式シリアルI/Oモードのシリアル・クロックの生成

システム・クロックを分周してシリアル・クロックを生成します。シリアル・クロック周波数は、次の式によって求められます。外部から $\overline{\text{SCK20}}$ 端子にシリアル・クロックを入力する場合はBRGC20の設定は必要ありません。

$$[\text{シリアル・クロック周波数}] = \frac{f_x}{2^{n+1}} \text{ [Hz]}$$

$f_x$  : システム・クロック発振周波数

n : TPS200-TPS203の設定で決定される上記の表中の値 (2 n 8)

★ (ii) タイマ60の方形波出力による3線式シリアルI/Oモードのシリアル・クロックの生成

タイマ60の方形波出力をシリアル・クロックとして生成します。シリアル・クロック周波数は、次の式によって求められます。外部から $\overline{\text{SCK20}}$ 端子にシリアル・クロックを入力する場合はBRGC20の設定は必要ありません。

$$[\text{シリアル・クロック周波数}] = \frac{f_{\text{TO60}}}{2} \text{ [Hz]}$$

$f_{\text{TO60}}$  : タイマ60方形波出力の周波数

(2) 通信動作

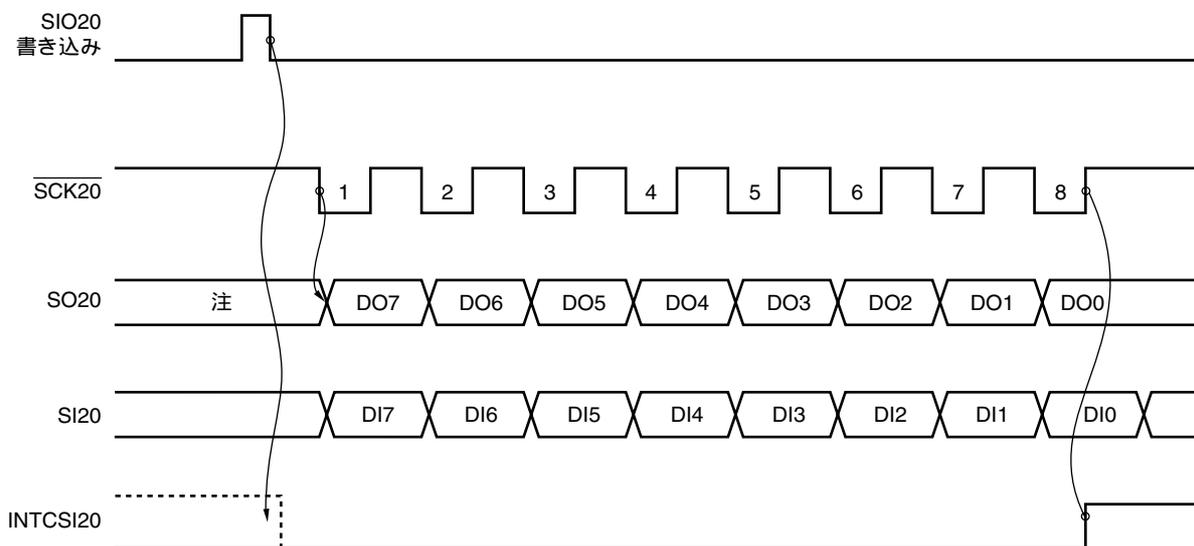
3線式シリアルI/Oモードは、8ビット単位でデータの送受信を行います。データは、シリアル・クロックに同期して1ビットごとに送受信を行います。

送信シフト・レジスタ20 (TXS20/SIO20)、受信シフト・レジスタ20 (RXS20) のシフト動作は、シリアル・クロック ( $\overline{\text{SCK20}}$ ) の立ち下がりに同期して行われます。そして、送信データがSO20ラッチに保持され、SO20端子から出力されます。また、 $\overline{\text{SCK20}}$ の立ち上がりで、SI20端子に入力された受信データが受信バッファ・レジスタ20 (RXB20/SIO20) にラッチされます。

8ビット転送終了により、TXS20/SIO20, RXS20の動作は自動的に停止し、割り込み要求信号 (INTCSI20) を発生します。

図10 - 11 3線式シリアルI/Oモードのタイミング (1/5)

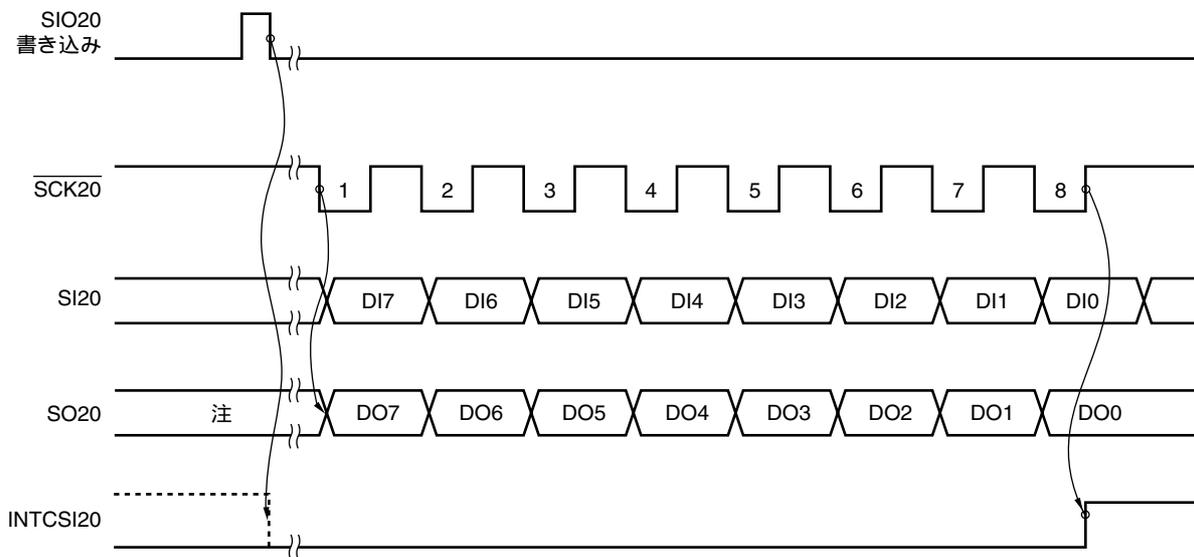
(i) マスタ動作 (DAP20 = 0, CKP20 = 0設定時)



注 前回出力した最終ビットの値が出力されます。

図10 - 11 3線式シリアルI/Oモードのタイミング (2/5)

(ii) スレーブ動作 (DAP20 = 0, CKP20 = 0設定時)



注 前回出力した最終ビットの値が出力されます。

(iii) マスタ動作 (DAP20 = 0, CKP20 = 1設定時)

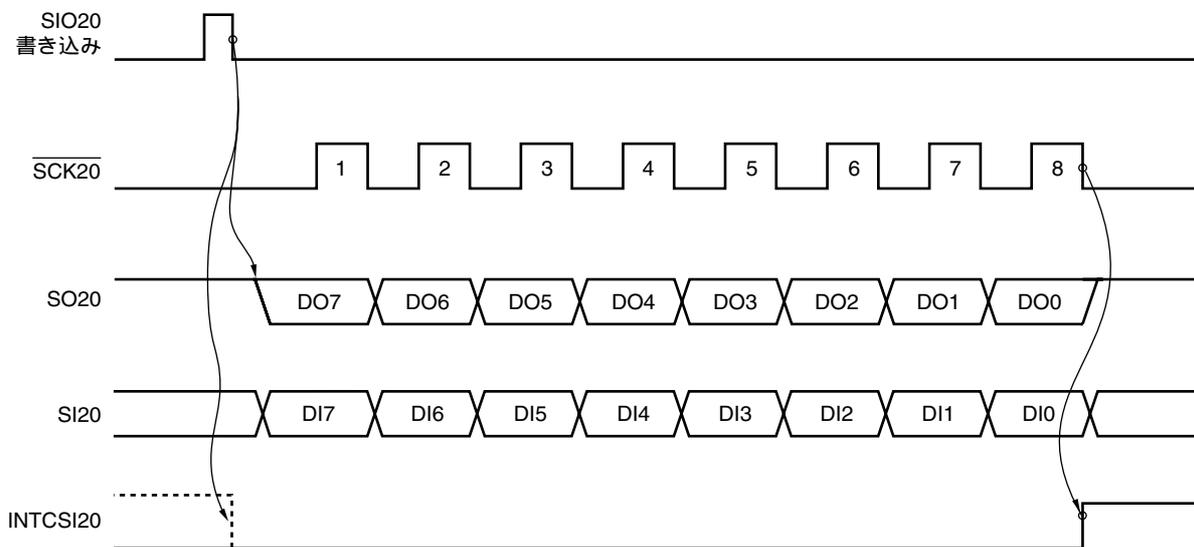
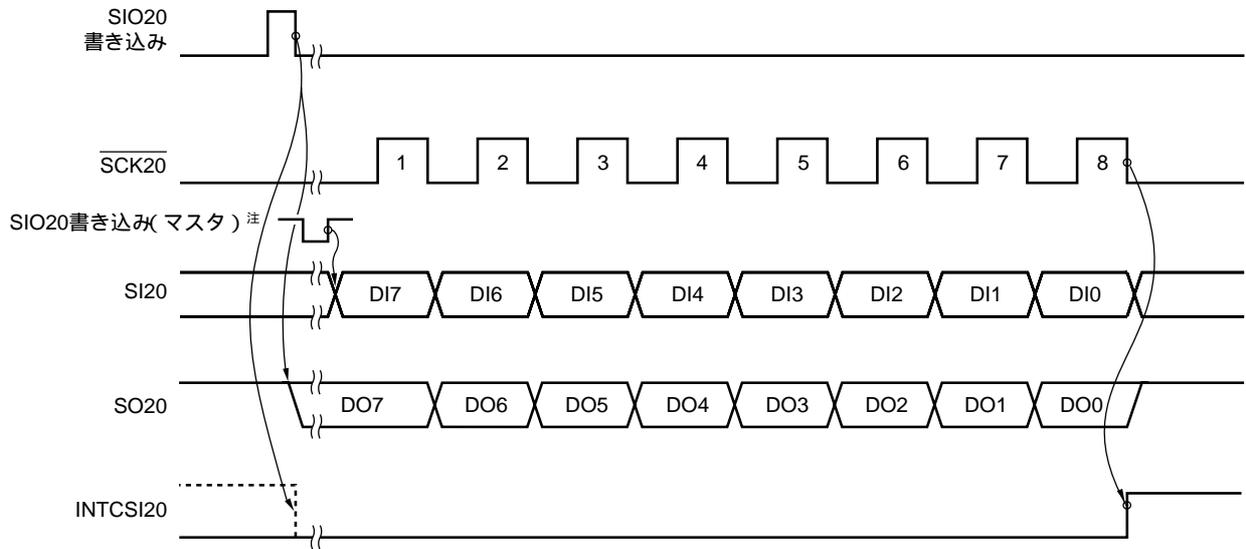


図10 - 11 3線式シリアルI/Oモードのタイミング (3/5)

★ (iv) スレーブ動作 (DAP20 = 0, CKP20 = 1設定時)



注 SI20のデータの取り込みは、 $\overline{\text{SCK20}}$ の最初の立ち上がりから行われます。マスタ側からの先頭ビットの出力は、 $\overline{\text{SCK20}}$ の最初の立ち上がり以前で行うようにしてください。

(v) マスタ動作 (DAP20 = 1, CKP20 = 0設定時)

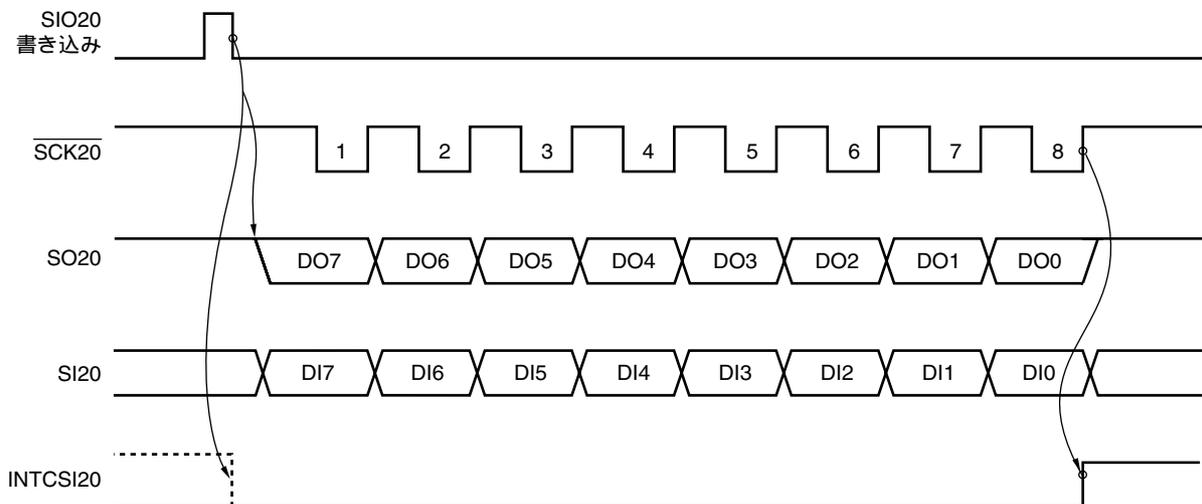
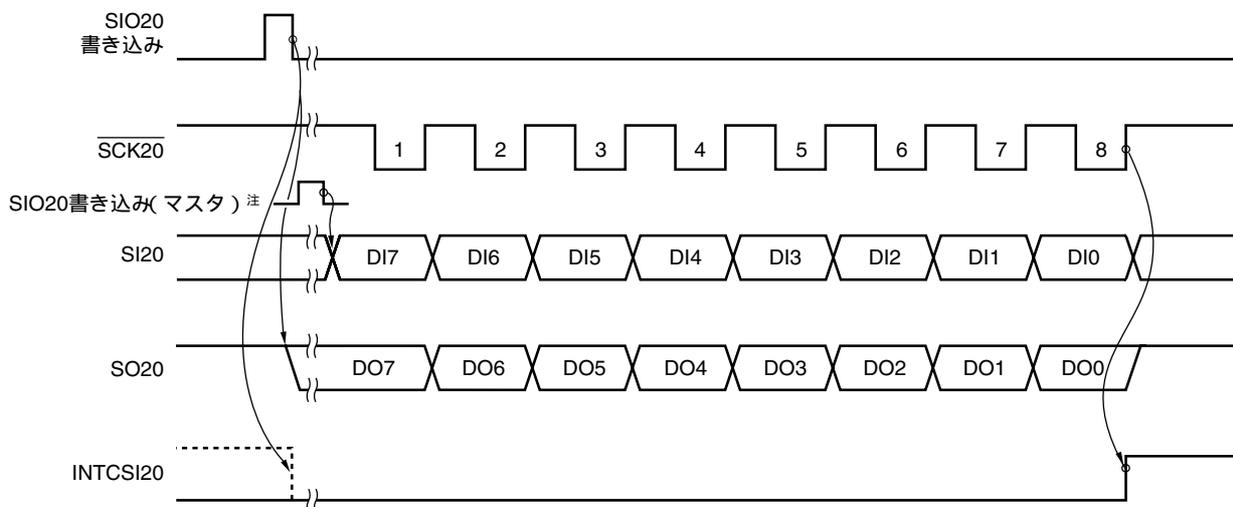


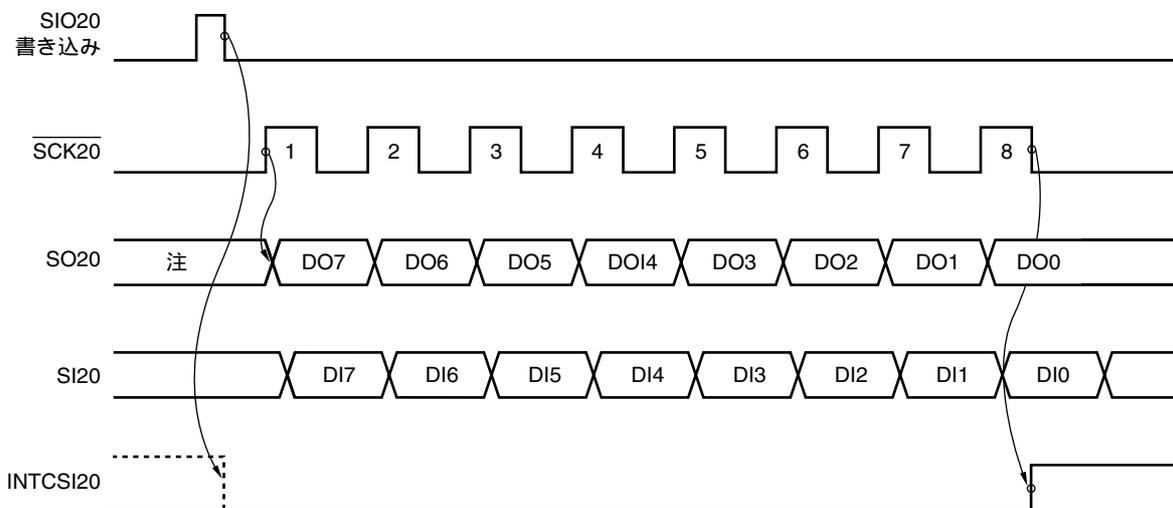
図10 - 11 3線式シリアルI/Oモードのタイミング (4/5)

(vi) スレーブ動作 (DAP20 = 1, CKP20 = 0設定時)



注 SI20のデータの取り込みは、 $\overline{\text{SCK20}}$ の最初の立ち下がりから行われます。マスタ側からの先頭ビットの出力は、 $\overline{\text{SCK20}}$ の最初の立ち下がり以前で行うようにしてください。

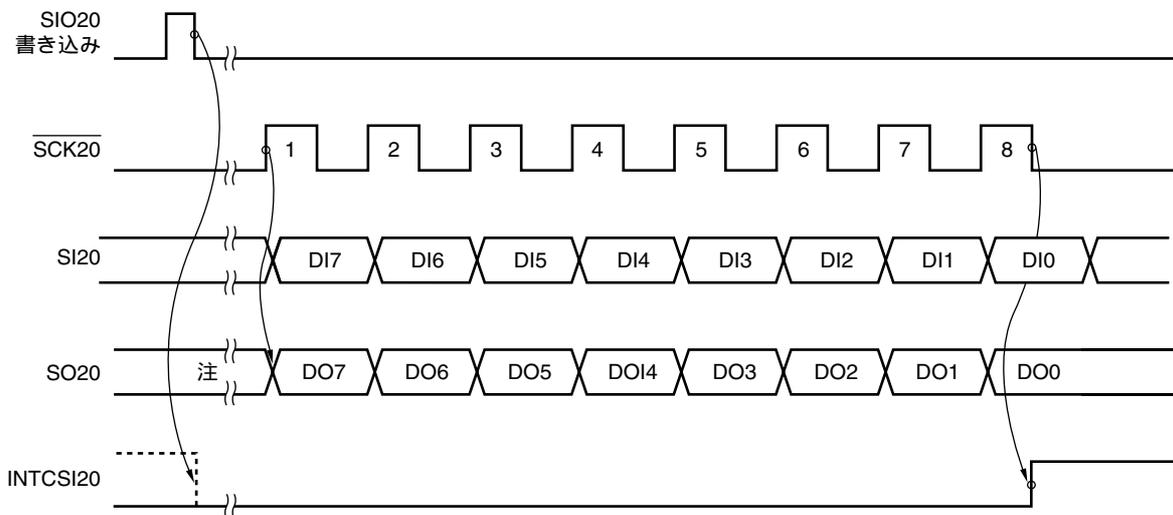
(vii) マスタ動作 (DAP20 = 1, CKP20 = 1設定時)



注 前回出力した最終ビットの値が出力されます。

図10 - 11 3線式シリアルI/Oモードのタイミング (5/5)

(viii) スレーブ動作 (DAP20 = 1, CKP20 = 1設定時)



注 前回出力した最終ビットの値が出力されます。

(3) 転送スタート

シリアル転送は、次の2つの条件を満たしたとき、送信シフト・レジスタ20 (TXS20/SIO20) に転送データをセットすることで開始します。

- ・シリアル動作モード・レジスタ20 (CSIM20) のビット7 (CSIE20) = 1
- ・8ビット・シリアル転送後、内部のシリアル・クロックが停止した状態か、またはSCK20が非アクティブ・レベルの状態

注意 TXS20/SIO20にデータを書き込んだあと、CSIE20を“1”にしても、転送はスタートしません。

8ビット転送終了により、シリアル転送は自動的に停止し、割り込み要求信号 (INTCSI20) を発生します。

# 第11章 パワーオン・クリア回路

## 11.1 パワーオン・クリア回路の機能

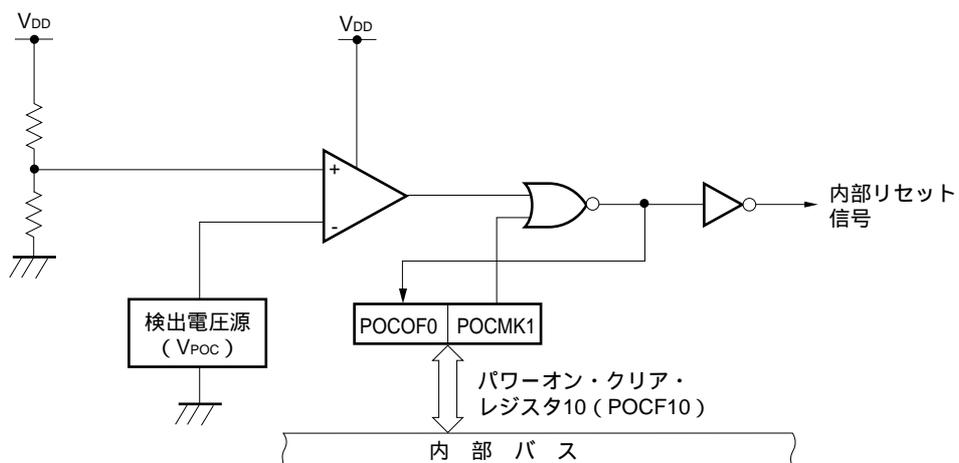
パワーオン・クリア (POC) 回路は次のような機能を持ちます。

- ・電源電圧 ( $V_{DD}$ ) と検出電圧 ( $V_{POC}$ ) を比較し、 $V_{DD} < V_{POC}$  になったとき、内部リセット信号を発生します。
- ・POC回路を使用する / しないをソフトウェアにより選択可能です。
- ・STOPモード時でも動作可能です。

## 11.2 パワーオン・クリア回路の構成

パワーオン・クリア回路のブロック図を図11 - 1に示します。

図11 - 1 パワーオン・クリア回路のブロック図



## 11.3 パワーオン・クリア回路を制御するレジスタ

パワーオン・クリア回路は次のレジスタで制御します。

- ・パワーオン・クリア・レジスタ10 (POCF10)

### (1) パワーオン・クリア・レジスタ10 (POCF10)

POC回路の動作を制御するレジスタです。

POCF10は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

図11-2 パワーオン・クリア・レジスタ10のフォーマット

略号	7	6	5	4	3	1	0	アドレス	リセット時	R/W	
POCF10	0	0	0	0	0	POCOF0	POCMK1	0	FFDDH	保持 <sup>※</sup>	R/W

POCOF0	POC出力検出フラグ
0	POCによるリセット信号未発生またはPOCF10への書き込みによってクリアされた状態
1	POCによるリセット信号発生

POCMK1	POCの制御
0	POCによるリセット信号の発生を許可 (POC回路を使用する)
1	POCによるリセット信号の発生を禁止 (POC回路を使用しない)

**注** パワーオン・クリアによるリセット時のみ、04Hとなります。その他のリセットには影響されません。00Hにクリアするには、このレジスタへのライト動作 (値は問わない) を行ってください。また、電源オフ時にも00Hにクリアされますが、再電源投入時にはPOCMK1も0となっているため、必ずパワーオン・クリアによるリセットが発生して04Hになります。

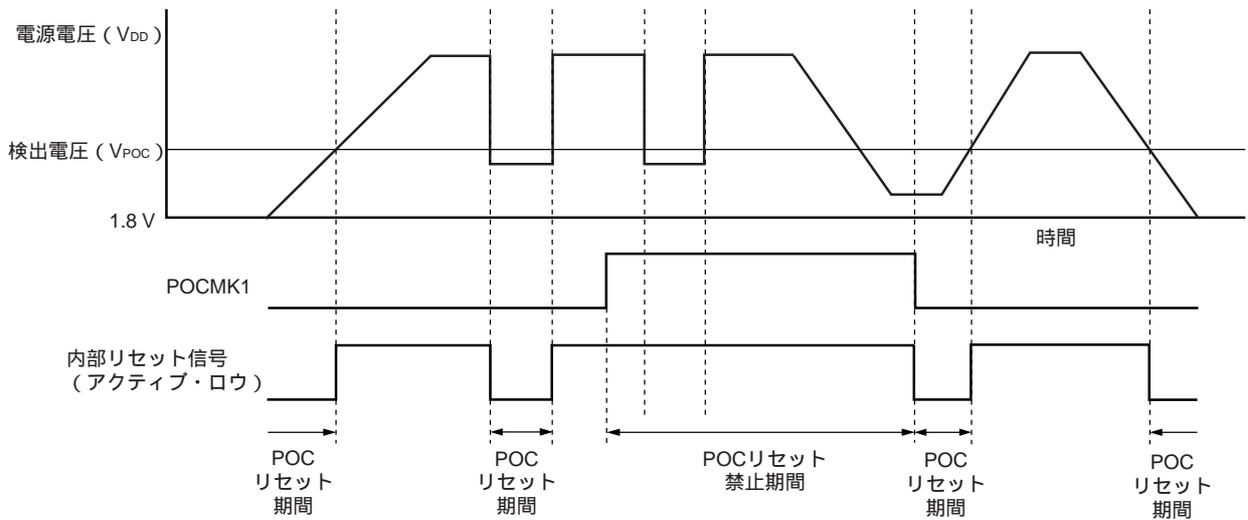
**注意** ビット0, 3-7は、必ず0を設定してください。

## 11.4 パワーオン・クリア回路の動作

POC回路では、電源電圧 ( $V_{DD}$ ) と検出電圧 ( $V_{POC}$ ) を比較し、 $V_{DD} < V_{POC}$  のとき内部リセット信号を発生します。

パワーオン・クリアによるリセットが発生すると、パワーオン・クリア・レジスタ10 (POCF10) のビット2 (POCOF0) が1にセットされます。POCOF0はPOCF10レジスタへの書き込み命令により、0にクリアされます。パワーオン・クリアによるリセット解除後 (0000H番地からプログラム実行開始後)、このPOCOF0を検出することで停電状態を検出することができます。

図11-3 POC回路の内部リセット信号発生タイミング



# 第12章 低電圧検出回路

## 12.1 低電圧検出回路の機能

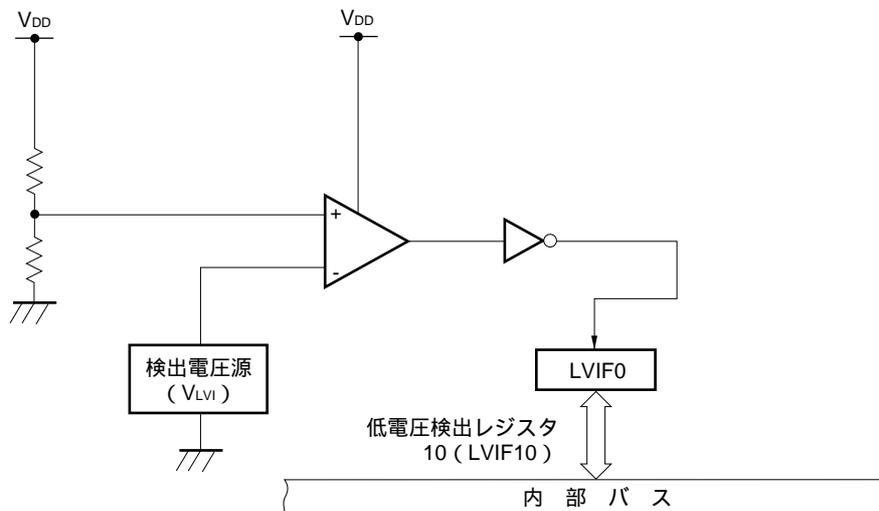
低電圧検出 (LVI) 回路は次のような機能を持ちます。

- ・電源電圧 ( $V_{DD}$ ) と検出電圧 ( $V_{LVI}$ ) を比較し、 $V_{DD} < V_{LVI}$  になったとき、LVI検出フラグ (LVIF0) をセット (0 1) します。
- ・RAMデータの初期化が必要かどうかの判断に使用できます。
- ・STOPモード時でも動作可能です。

## 12.2 低電圧検出回路の構成

低電圧検出回路のブロック図を図12 - 1に示します。

図12 - 1 低電圧検出回路のブロック図



## 12.3 低電圧検出回路を制御するレジスタ

低電圧検出回路は次のレジスタで制御します。

- ・低電圧検出レジスタ10 (LVIF10)

### (1) 低電圧検出レジスタ10 (LVIF10)

LVI回路の動作を制御するレジスタです。

LVIF10は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

図12-2 低電圧検出レジスタ10のフォーマット

略号	7	6	5	4	3	1	0	アドレス	リセット時	R/W	
LVIF10	0	0	0	0	0	LVIF0	0	0	FFDEH	保持 <sup>※</sup>	R/W

LVIF0	低電圧検出フラグ
0	LVIによる低電圧未検出またはLVIF10への書き込みによってクリアされた状態
1	LVIによる低電圧検出

**注**  $V_{DD} < V_{LVI}$ 検出電圧になると、04Hとなります。その他のリセットには影響されません。  
00Hにクリアするには、このレジスタへのライト動作（値は問わない）を行ってください。  
また電源投入時には、必ず $V_{DD} < V_{LVI}$ 検出電圧となるため04Hになります。

**注意** ビット0, 1, 3-7は、必ず0を設定してください。

## 12.4 低電圧検出回路の動作

LVI回路では、電源電圧 ( $V_{DD}$ ) と検出電圧 ( $V_{LVI}$ ) を比較し、 $V_{DD} < V_{LVI}$ のときLVI検出フラグ (LVIF0) をセット (0 1) します。

LVIにより低電圧が検出されると、低電圧検出レジスタ10(LVIF10)のビット2(LVIF0)が1にセットされます。LVIF0はLVIF10レジスタへの書き込み命令により、0にクリアされます。

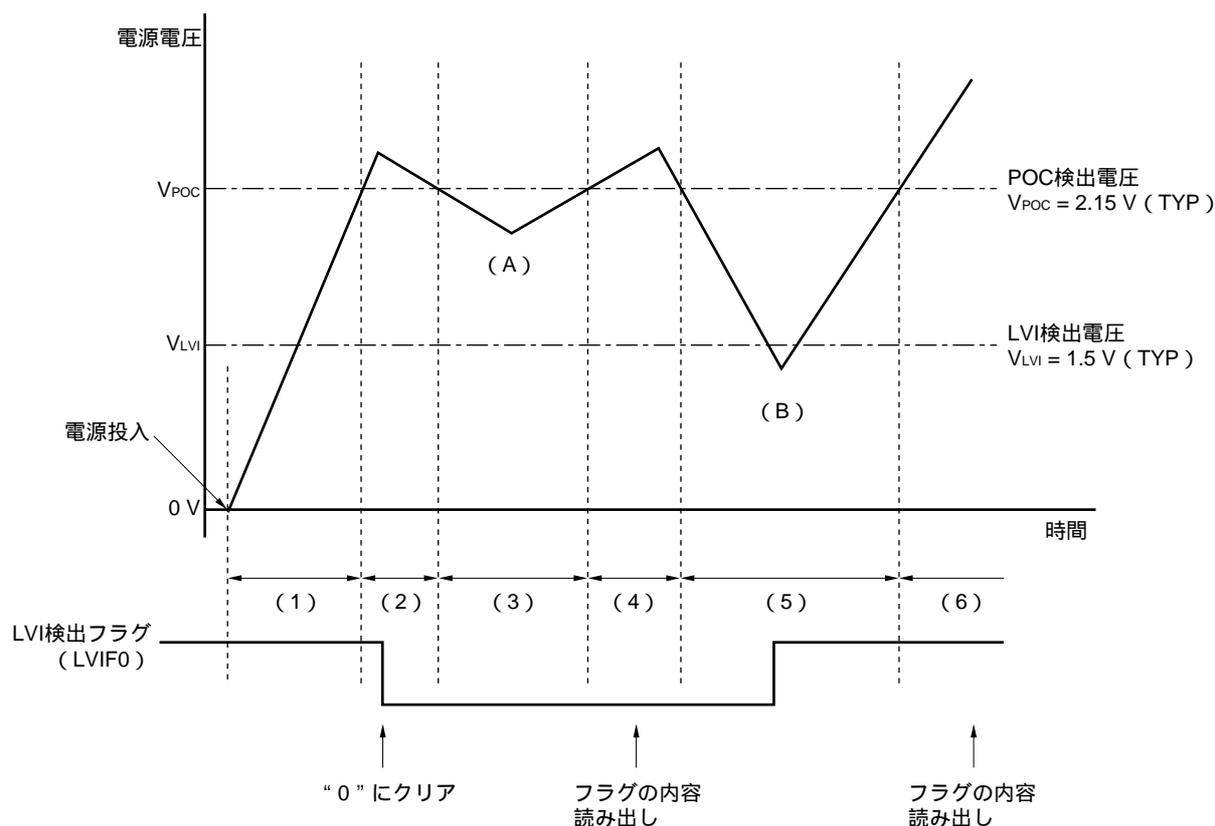
次に、LVI検出フラグ (LVIF0) の使用例を説明します。

電池交換時や電池電圧降下時などにこのLVIF0を確認することで、RAMのデータが破壊される電圧レベルに至ったかを判断できます。

LVIF0 = 0 : RAMデータは破壊されていない (正常)

LVIF0 = 1 : RAMデータ破壊、または電源投入後RAMデータ未設定  
(RAMデータ初期化の必要あり)

図12-3 電源電圧の遷移と検出電圧



(1) 乾電池などをセットしたことにより、電源電圧が上昇し、 $V_{PoC}$  (POC検出電圧) を越えたところでリセットが解除されます。

電源電圧は当初0 V ( $V_{LVi}$  (LVI検出電圧) 以下) だったため、LVIF0は“1”になっています。

(2) 動作可能電圧です。RAMに必要なデータを書き込み、書き込み完了後にLVIF0を“0”に設定するようにプログラムしてください。

(3) 電源電圧が低下し、 $V_{PoC}$ 以下になると、リセットがかかります。

ただし(A)点は $V_{LVi}$ よりも電圧が高いため、LVIF0は“0”のままです。

(4) 電源電圧が上昇し、再び $V_{PoC}$ 以上になると、リセットが解除されます。

リセット解除後にソフトにてLVIF0を確認すると、“0”となっているため、RAMのデータは壊れていないと判断できます。したがって、この場合はソフトによるRAMデータ初期化の必要はありません。

(5) 電源電圧が低下し、 $V_{PoC}$ 以下になると、リセットがかかります。

(B)点は $V_{LVi}$ よりも電圧が低いため、LVIF0は“0” “1”となります。

(6) リセット解除後にソフトにてLVIF0を確認すると、“1”となっているため、RAMデータが壊れている可能性があるためと判断できます。したがって、この場合はソフトによるRAMデータ初期化を行ってください。

## 第13章 割り込み機能

### 13.1 割り込み機能の種類

割り込み機能には、次の2種類があります。

#### (1) ノンマスカブル割り込み

割り込み禁止状態でも受け付けられる割り込みです。また、割り込み優先順位制御の対象にならず、すべての割り込み要求に対して最優先されます。

- ★ スタンバイ・リリース信号を発生し、HALTモードを解除します。  
ノンマスカブル割り込みは、ウォッチドッグ・タイマからの割り込み要求だけです。

#### (2) マスカブル割り込み

マスク制御を受ける割り込みです。同時に複数の割り込み要求が同時に発生しているときの優先順位(プライオリティ)は、表13 - 1のように決められています。

- ★ スタンバイ・リリース信号を発生し、STOPモード、HALTモードを解除します。  
マスカブル割り込みには、外部割り込みが3要因、内部割り込みが8要因あります。

### 13.2 割り込み要因と構成

割り込み要因には、ノンマスカブル割り込み、マスカブル割り込みをあわせて、合計12要因あります(表13 - 1参照)。

表13 - 1 割り込み要因一覧

割り込みの種類	プライオリティ <sup>注1</sup>	割り込み要因		内部 / 外部	ベクタ・ テーブル・ アドレス	基本構成 タイプ <sup>注2</sup>
		名 称	トリガ			
ノンマスクブル	-	INTWDT	ウォッチドッグ・タイマのオーバフロー (ウォッチドッグ・タイマ・モード1 選択時)	内部	0004H	(A)
マスクブル	0	INTWDT	ウォッチドッグ・タイマのオーバフロー (インターバル・タイマ・モード選 択時)			(B)
	1	INTP0	端子入力エッジ検出	外部	0006H	(C)
	2	INTP1			0008H	
	3	INTTM50	TM50とCR50の一致	内部	000AH	(B)
	4	INTTM60	TM60とCR60の一致(8ビット・カウン タ・モード時) , TM50, TM60とCR50, CR60の一致(16 ビット・タイマ・モード時)		000CH	
	5	INTTM80	8ビット・タイマ80の一致信号発生		000EH	
	6	INTTM20	16ビット・タイマ20の一致信号発生		0010H	
	7	INTKR00	キー・リターン信号検出		外部	
	8	INTSR20	シリアル・インタフェース20のUART 受信終了	内部	0014H	(B)
		INTCSI20	シリアル・インタフェース20の3線式 SIO転送受信終了			
	9	INTST20	シリアル・インタフェース20のUART 送信終了		0016H	

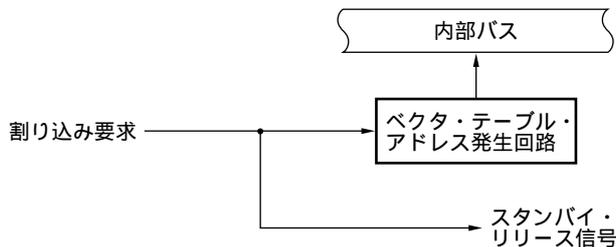
注1. プライオリティは、複数のマスクブル割り込みが同時に発生している場合に、優先する順位です。0が最高順位、9が最低順位です。

2. 基本構成タイプの(A)-(C)は、それぞれ図13-1の(A)-(C)に対応しています。

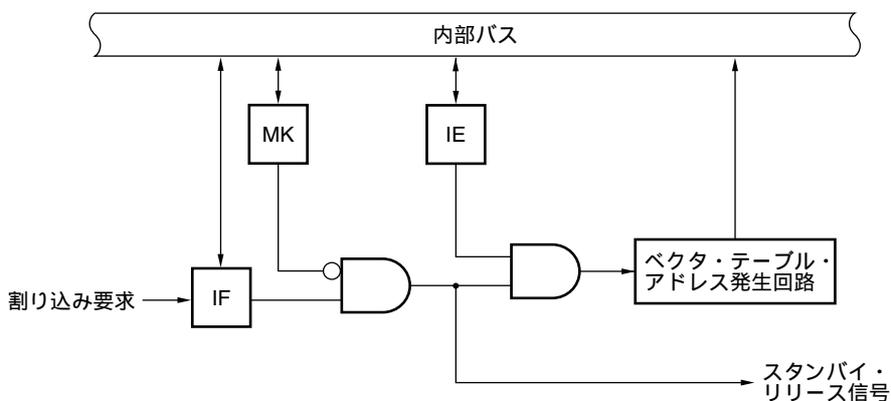
備考 ウォッチドッグ・タイマの割り込み要因(INTWDT)には、ノンマスクブル割り込みとマスクブル割り込み(内部)の2種類があり、どちらか1種類のみ選択できます。

図13 - 1 割り込み機能の基本構成

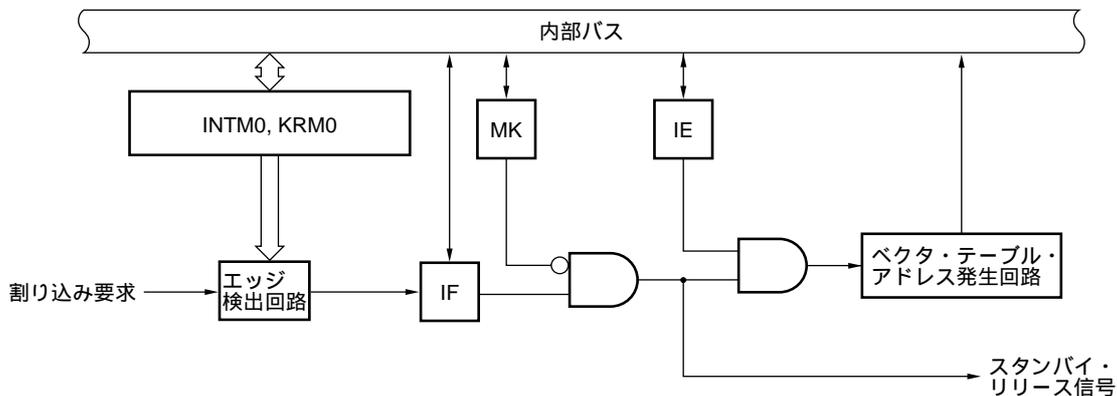
(A) 内部ノンマスクابل割り込み



(B) 内部マスクابل割り込み



(C) 外部マスクابل割り込み



- IF : 割り込み要求フラグ
- IE : 割り込み許可フラグ
- MK : 割り込みマスク・フラグ
- INTM0 : 外部割り込みモード・レジスタ0
- KRM0 : キー・リターン・モード・レジスタ0

### 13.3 割り込み機能を制御するレジスタ

割り込み機能は、次の5種類のレジスタで制御します。

- ・ 割り込み要求フラグ・レジスタ0, 1 (IF0, IF1)
- ・ 割り込みマスク・フラグ・レジスタ0, 1 (MK0, MK1)
- ・ 外部割り込みモード・レジスタ0 (INTM0)
- ・ キー・リターン・モード・レジスタ0 (KRM0)
- ・ プログラム・ステータス・ワード (PSW)

各割り込み要求に対する割り込み要求フラグ、割り込みマスク・フラグ名称を表13 - 2に示します。

表13 - 2 割り込み要求信号名に対する各種フラグ

割り込み要求信号名	割り込み要求フラグ	割り込みマスク・フラグ
INTWDT	TMIF4	TMMK4
INTP0	PIF0	PMK0
INTP1	PIF1	PMK1
INTTM50	TMIF50	TMMK50
INTTM60	TMIF60	TMMK60
INTTM80	TMIF80	TMMK80
INTTM20	TMIF20	TMMK20
INTKR00	KRIF00	KRMK00
INTSR20/INTCSI20	SRIF20/CSIIF20	SRMK20/CSIMK20
INTST20	STIF20	STMK20

(1) 割り込み要求フラグ・レジスタ (IF0, IF1)

割り込み要求フラグは、対応する割り込み要求の発生または命令の実行によりセット (1) され、割り込み要求受け付け時およびRESET入力時、命令の実行によりクリア (0) されるフラグです。

IF0, IF1は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。

RESET入力により、00Hになります。

図13 - 2 割り込み要求フラグ・レジスタのフォーマット

略号	0							アドレス	リセット時	R/W	
IF0	KRIF00	TMIF20	TMIF80	TMIF60	TMIF50	PIF1	PIF0	TMIF4	FFE0H	00H	R/W
	7	6	5	4	3	2	0				
IF1	0	0	0	0	0	0	STIF20	SRIF20/ CSIF20	FFE1H	00H	R/W

x × IF x	割り込み要求フラグ
0	割り込み要求信号が発生していない
1	割り込み要求信号が発生し、割り込み要求状態

注意1 . IF1のビット2-7には、必ず0を設定してください。

- 2 . TMIF4フラグはウォッチドッグ・タイマをインターバル・タイマとして使用しているときのみ、R/W可能です。ウォッチドッグ・タイマ・モード1, 2で使用する場合は、TMIF4フラグに0を設定してください。
- 3 . ポート4は外部割り込み入力と兼用になっているため、ポート機能の出力モードを指定し出力レベルを変化させたとき、割り込み要求フラグがセットされてしまいます。したがって、出力モードを使用するときは、あらかじめ割り込みマスク・フラグに1を設定してください。

(2) 割り込みマスク・フラグ・レジスタ (MK0, MK1)

割り込みマスク・フラグは、対応するマスカブル割り込み処理の許可/禁止を設定するフラグです。  
 MK0, MK1は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。  
 $\overline{\text{RESET}}$ 入力により、FFHになります。

図13 - 3 割り込みマスク・フラグ・レジスタのフォーマット

略号	0							アドレス	リセット時	R/W	
MK0	KRMMK00	TMMK20	TMMK80	TMMK60	TMMK50	PMK1	PMK0	TMMK4	FFE4H	FFH	R/W
	7	6	5	4	3	2		0			
MK1	1	1	1	1	1	1	STMK20	SRMK20/ CSIMK20	FFE5H	FFH	R/W

x x MK	割り込み処理の制御
0	割り込み処理許可
1	割り込み処理禁止

注意1 . MK1のビット2-7には、必ず1を設定してください。

- 2 . ウォッチドッグ・タイマをウォッチドッグ・タイマ・モード1, 2で使用しているとき、TMMK4フラグを読み出すと不定になっています。
- 3 . ポート4は外部割り込み入力と兼用になっているため、ポート機能の出力モードを指定し出力レベルを変化させたとき、割り込み要求フラグがセットされてしまいます。したがって、出力モードを使用するときは、あらかじめ割り込みマスク・フラグに1を設定してください

(3) 外部割り込みモード・レジスタ0 (INTM0)

INTP0, INTP1の有効エッジを設定するレジスタです。

INTM0は、8ビット・メモリ操作命令で設定します。

RESET入力により、00Hになります。

図13 - 4 外部割り込みモード・レジスタ0のフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
INTM0	0	0	ES11	ES10	ES01	ES00	0	0	FFECH	00H	R/W

ES11	ES10	INTP1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, 立ち下がり両エッジ

ES01	ES00	INTP0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, 立ち下がり両エッジ

注意1. ビット0, 1, 6, 7には、必ず0を設定してください。

2. INTM0レジスタの設定は、必ず該当する割り込みマスク・フラグに1を設定し、割り込みを禁止してから行ってください。

その後、割り込み要求フラグをクリア(0)してから、割り込みマスク・フラグに0を設定し、割り込みを許可してください。

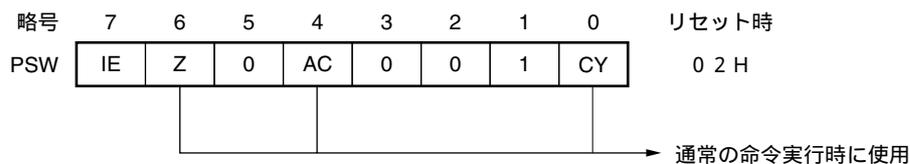
(4) プログラム・ステータス・ワード (PSW)

プログラム・ステータス・ワードは、命令の実行結果や割り込み要求に対する現在の状態を保持するレジスタです。マスクブル割り込みの許可/禁止を設定するIEフラグがマッピングされています。

8ビット単位で読み出し/書き込み操作ができるほか、ビット操作命令や専用命令 (EI, DI) により操作ができます。また、ベクタ割り込み受け付け時には、PSWは自動的にスタックに退避され、IEフラグはリセット (0) されます。

RESET入力により、PSWは02Hになります。

図13 - 5 プログラム・ステータス・ワードの構成



IE	割り込み受け付けの許可/禁止
0	禁止
1	許可

(5) キー・リターン・モード・レジスタ0 (KRM0)

キー・リターン信号（ポート4の立ち上がりエッジ）を検出する端子を設定するレジスタです。  
 KRM0は、1ビット・メモリ操作命令または8ビット・メモリ操作命令で設定します。  
 $\overline{\text{RESET}}$ 入力により、00Hになります。

図13 - 6 キー・リターン・モード・レジスタ0のフォーマット

略号					3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
KRM0	KRM07	KRM06	KRM05	KRM04	0	0	0	KRM00	FFF5H	00H	R/W

KRM00	キー・リターン信号検出の制御
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（P40-P43の立ち上がりエッジ検出）

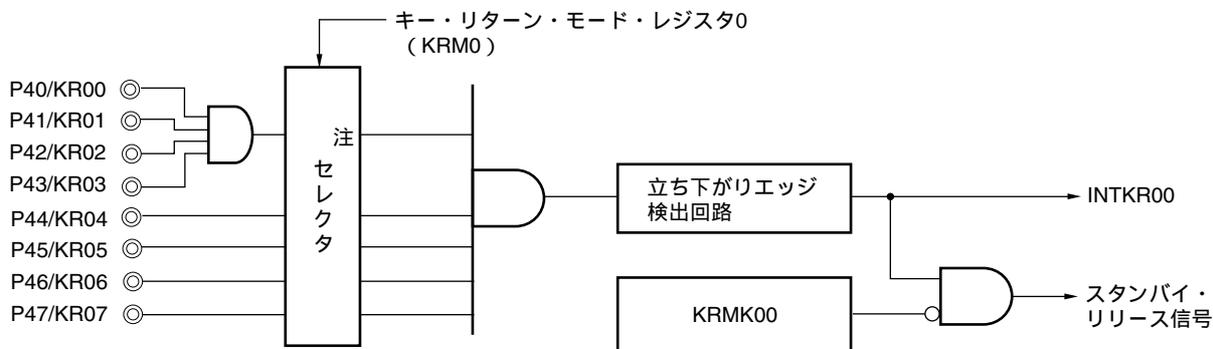
KRM0n	キー・リターン信号検出の制御
0	キー・リターン信号を検出しない
1	キー・リターン信号を検出する（P4nの立ち上がりエッジ検出）

備考 n = 4-7

注意1. ビット1-3には、必ず0を設定してください。

2. KRM0の設定は、必ずMK0のビット7をセット (KRMK00 = 1) し、割り込みを禁止してから行ってください。KRM0の設定後、IF0のビット7をクリア (KRIF00 = 0) にしてから、KRMK00をクリアし、割り込みを許可してください。
3. 入力モードでキー・リターン信号の検出を指定した端子（P40-P47）は、自動的に内蔵プルアップ抵抗が接続されます。しかし、その後、出力モードに切り替えた端子は内蔵プルアップ抵抗が切断されます。ただしこの場合、キー・リターン信号の検出はそのまま続きます。
4. キー・リターン信号の検出を指定した端子のうち1本でもロウ・レベルになっている間は、他のキー・リターン端子に立ち上がりエッジが発生してもキー・リターン信号を検出できません。

図13 - 7 キー・リターン信号検出回路のブロック図



注 立ち上がりエッジ入力として使用する端子を選択するセレクタ

## 13.4 割り込み処理動作

### 13.4.1 ノンмасカブル割り込み要求の受け付け動作

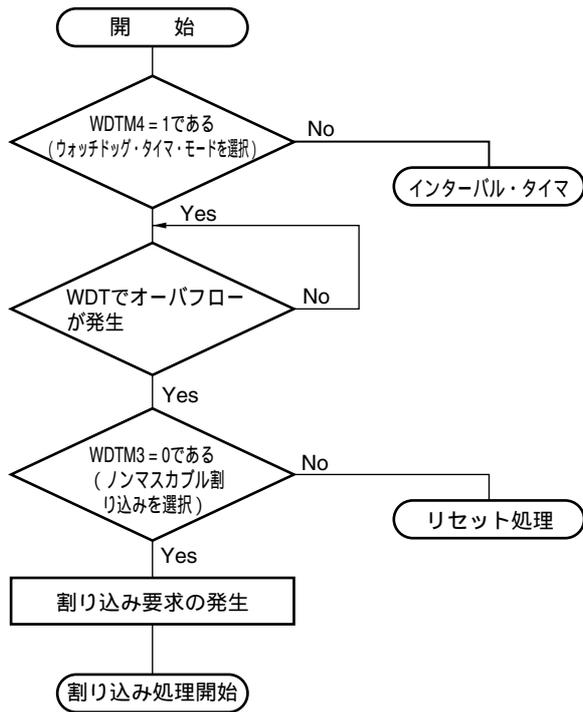
ノンмасカブル割り込み要求は、割り込み受け付け禁止状態であっても無条件に受け付けられます。また、割り込み優先順位制御の対象にならず、すべての割り込みに対して最優先の割り込み要求です。

ノンмасカブル割り込み要求が受け付けられると、PSW、PCの順にスタックに退避し、IEフラグをリセット(0)し、ベクタ・テーブルの内容をPCへロードし分岐します。

ノンмасカブル割り込み要求発生から受け付けまでのフロー・チャートを図13 - 8に、ノンмасカブル割り込み要求の受け付けタイミングを図13 - 9に、ノンмасカブル割り込みが多量に発生した場合の受け付け動作を図13 - 10に示します。

**注意** ノンмасカブル割り込みサービス・プログラム実行中に新たなノンмасカブル割り込み要求をしないでください。割り込みサービス・プログラム実行中でも新たに発生したノンмасカブル割り込み要求を受け付けてしまいます。

図13 - 8 ノンマスクابل割り込み要求発生から受け付けまでのフロー・チャート

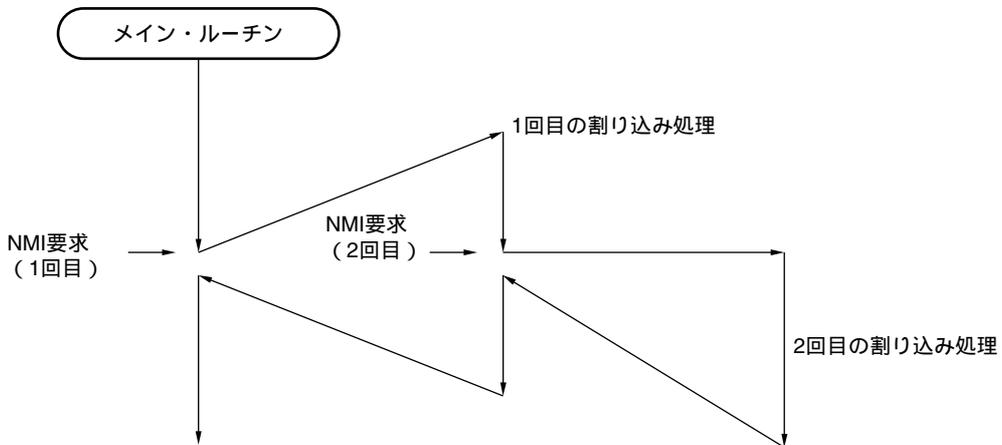


WDTM : ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ  
 WDT : ウォッチドッグ・タイマ

図13 - 9 ノンマスクابل割り込み要求の受け付けタイミング



図13 - 10 ノンマスクابل割り込み要求の受け付け動作



### 13.4.2 マスカブル割り込み要求の受け付け動作

マスカブル割り込み要求は、割り込み要求フラグがセット(1)され、その割り込みの割り込みマスク・フラグがクリア(0)されていると受け付けが可能な状態になります。ベクタ割り込み要求は、割り込み許可状態(IEフラグがセット(1)されているとき)であれば受け付けます。

マスカブル割り込み要求が発生してから割り込み処理が行われる時間は表13-3のようになります。割り込み要求の受け付けのタイミングについては、図13-12、13-13を参照してください。

表13-3 マスカブル割り込み要求発生から処理までの時間

最小時間	最大時間 <sup>注</sup>
9クロック	19クロック

注 BT, BF命令の直前に割り込み要求が発生したとき、ウエイトする時間が最大となります。

備考 1クロック： $\frac{1}{f_{CPU}}$  (f<sub>CPU</sub>: CPUクロック)

マスカブル割り込み要求が同時に発生したときは、優先順位の高い割り込み要求から受け付けられます。

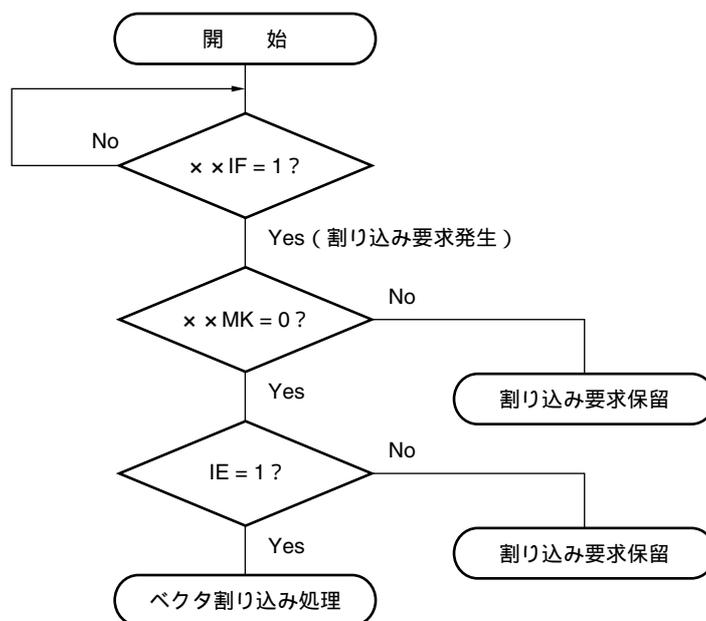
保留された割り込みは受け付け可能な状態になると受け付けられます。

割り込み要求受け付けのアルゴリズムを図13-11に示します。

マスカブル割り込み要求が受け付けられると、PSW, PCの順に内容をスタックに退避し、IEフラグをリセット(0)し、割り込み要求ごとに決められたベクタ・テーブル中のデータをPCへロードし、分岐します。

RETI命令によって、割り込みから復帰できます。

図13-11 割り込み要求受け付け処理アルゴリズム

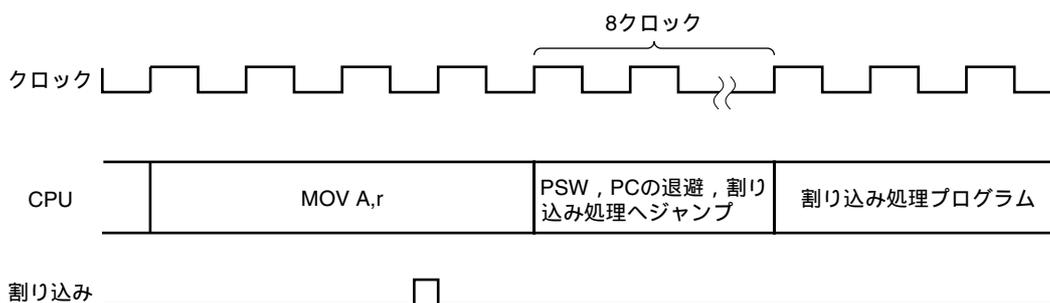


x x IF : 割り込み要求フラグ

x x MK : 割り込みマスク・フラグ

IE : マスカブル割り込み要求の受け付けを制御するフラグ (1 = 許可, 0 = 禁止)

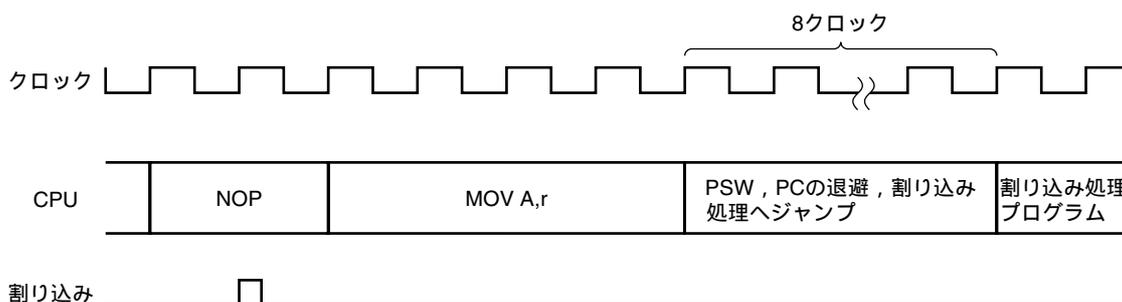
図13 - 12 割り込み要求の受け付けタイミング (MOV A, rの例)



割り込みは実行中の命令クロック $n$  ( $n = 4-10$ ) が $n - 1$ までに割り込み要求フラグ ( $\times \times IF$ ) が発生すると、実行中の命令終了後に割り込み受け付け処理となります。図13 - 12では8ビット・データ転送命令MOV A, rの例です。この命令は4クロックで実行するので実行してから3クロックの間に割り込みが発生するとMOV A, rの終了後、割り込み受け付け処理を行います。

図13 - 13 割り込み要求の受け付けタイミング

(命令実行中の最終クロックで割り込み要求フラグが発生したとき)



割り込み要求フラグ ( $\times \times IF$ ) が命令の最後のクロックのときに発生すると、次の命令の実行後に割り込み受け付け処理を始めます。

図13 - 13ではNOP (2クロックの命令) の2クロック目に発生した場合の例です。この場合、NOP命令のあとのMOV A, rを実行後、割り込みの受け付けの処理を行います。

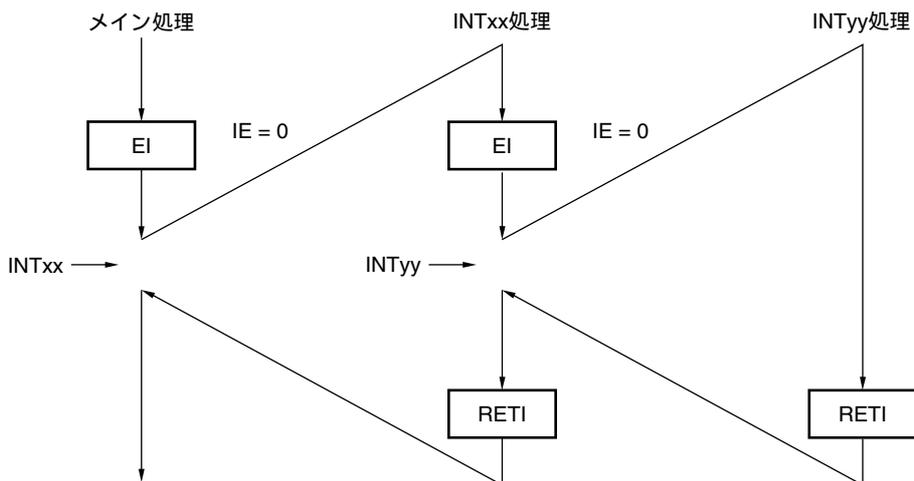
**注意** 割り込み要求フラグ・レジスタ0, 1 (IF0, IF1) または割り込みマスク・フラグ・レジスタ0, 1 (MK0, MK1) にアクセス中は割り込み要求は保留されます。

### 13.4.3 多重割り込み処理

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は、優先順位によって処理できます。複数の割り込みが同時に発生しているとき、各割り込み要求にあらかじめ割り付けてある優先順位に従って割り込み処理を行います（表13 - 1参照）。

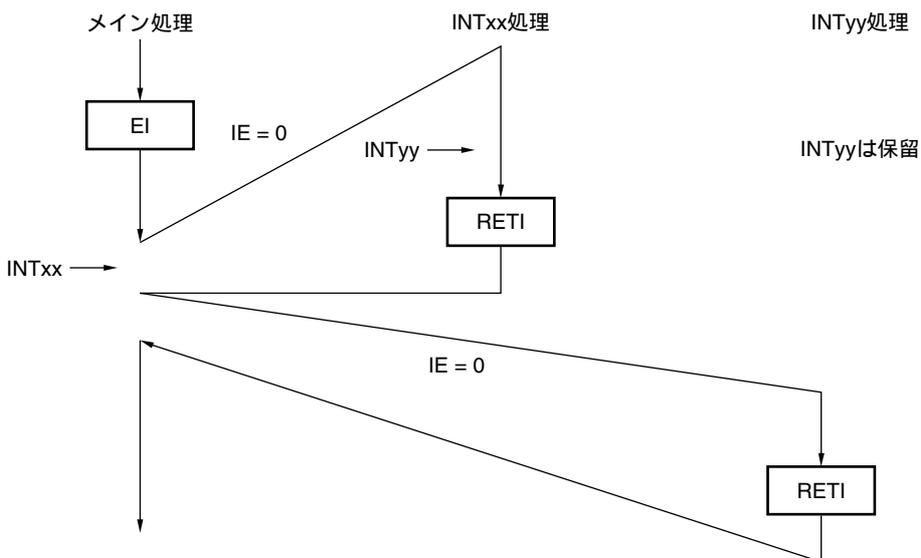
図13 - 14 多重割り込みの例

#### 例1．多重割り込みが受け付けられる例



割り込みINTxx処理中に、割り込み要求INTyyが受け付けられ、多重割り込みが発生する。各割り込み要求受け付けの前には、必ずEI命令が発行され、割り込み要求受け付け許可状態になっている。

#### 例2．割り込みが許可されていないため、多重割り込みが発生しない例



割り込みINTxx処理では割り込みが許可されていない(EI命令が発行されていない)ので、割り込み要求INTyyは受け付けられず、多重割り込みは発生しない。INTyy要求は保留され、INTxx処理終了後に受け付けられる。

IE = 0 : 割り込み要求受け付け禁止

#### 13.4.4 割り込み要求の保留

命令の中には、実行中に割り込み要求（マスカブル割り込み、ノンマスカブル割り込み、外部割り込み）が発生しても、次の命令の実行終了までその要求の受け付けを保留するものがあります。このような命令（割り込み要求の保留命令）を次に示します。

- ・割り込み要求フラグ・レジスタ0, 1 (IF0, IF1) に対する操作命令
- ・割り込みマスク・フラグ・レジスタ0, 1 (MK0, MK1) に対する操作命令

## 第14章 スタンバイ機能

### 14.1 スタンバイ機能と構成

#### 14.1.1 スタンバイ機能

スタンバイ機能は、システムの消費電力をより低減するための機能で、次の2種類のモードがあります。

##### (1) HALTモード

HALT命令の実行により、HALTモードとなります。HALTモードは、CPUの動作クロックを停止させるモードです。システム・クロック発振回路の発振は継続します。このモードでは、STOPモードほどの消費電流の低減はできませんが、割り込み要求により、すぐに処理を再開したい場合や、間欠動作をさせたい場合に有効です。

##### (2) STOPモード

STOP命令の実行により、STOPモードとなります。STOPモードは、メイン・システム・クロック発振回路を停止させ、システム全体が停止するモードです。CPUの消費電流を、かなり低減することができます。

また、データ・メモリの低電圧 ( $V_{DD} = 1.2\text{ V}$  (目標値) まで) 保持が可能です。したがって、超低消費電流でデータ・メモリの内容を保持する場合に有効です。

さらに、割り込み要求によって解除できるため、間欠動作も可能です。ただし、STOPモード解除時に発振安定時間確保のためのウェイト時間がとられるため、割り込み要求によって、すぐに処理を開始しなければならない場合にはHALTモードを選択してください。

いずれのモードでも、スタンバイ・モードに設定される直前のレジスタ、フラグ、データ・メモリの内容はすべて保持されます。また、入出力ポートの出力ラッチ、出力バッファの状態も保持されます。

**注意** STOPモードに移行するとき、必ず周辺ハードウェアの動作を停止させたのち、STOP命令を実行してください。

### 14.1.2 スタンバイ機能を制御するレジスタ

割り込み要求で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、発振安定時間選択レジスタ (OSTS) で制御します。

OSTSは、8ビット・メモリ操作命令で設定します。

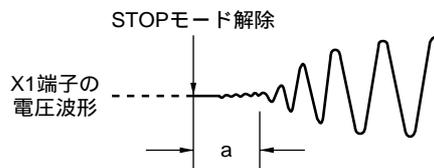
$\overline{\text{RESET}}$ 入力により、04Hになります。ただし、 $\overline{\text{RESET}}$ 入力後の発振安定時間は $2^{17}/f_x$ ではなく、 $2^{15}/f_x$ となります。

図14 - 1 発振安定時間選択レジスタのフォーマット

略号	7	6	5	4	3	2	1	0	アドレス	リセット時	R/W
OSTS	0	0	0	0	0	OSTS2	OSTS1	OSTS0	FFFAH	04H	R/W

OSTS2	OSTS1	OSTS0	発振安定時間の選択
0	0	0	$2^{12}/f_x$ (819 $\mu$ s)
0	1	0	$2^{15}/f_x$ (6.55 ms)
1	0	0	$2^{17}/f_x$ (26.2 ms)
上記以外			設定禁止

**注意** STOPモード解除時のウェイト時間は、 $\overline{\text{RESET}}$ 入力による場合も、割り込み発生による場合もSTOPモード解除後クロック発振を開始するまでの時間は(下図a)は含みません。



**備考1** .  $f_x$  : システム・クロック発振周波数

2 . ( ) 内は、 $f_x = 5.0$  MHz動作時

## 14.2 スタンバイ機能の動作

### 14.2.1 HALTモード

#### (1) HALTモード

HALTモードは、HALT命令の実行により設定されます。

次にHALTモード時の動作状態を示します。

表14 - 1 HALTモード時の動作状態

項 目	HALTモードの動作状態
クロック発生回路	システム・クロックの発振が可能 CPUへのクロック供給が停止
CPU	動作停止
ポート（出力ラッチ）	HALTモード設定前の状態を保持
16ビット・タイマ20	動作可能
8ビット・タイマ50, 60, 80	動作可能
ウォッチドッグ・タイマ	動作可能
シリアル・インタフェース20	動作可能
パワーオン・クリア（POC）回路	動作可能 <sup>注1</sup>
低電圧検出（LVI）回路	動作可能
外部割り込み	動作可能 <sup>注2</sup>
キー・リターン検出回路	動作可能 <sup>注2</sup>

注1. POC回路使用を選択（POCMK1 = 0）時のみ

2. マスクされていないマスクブル割り込み

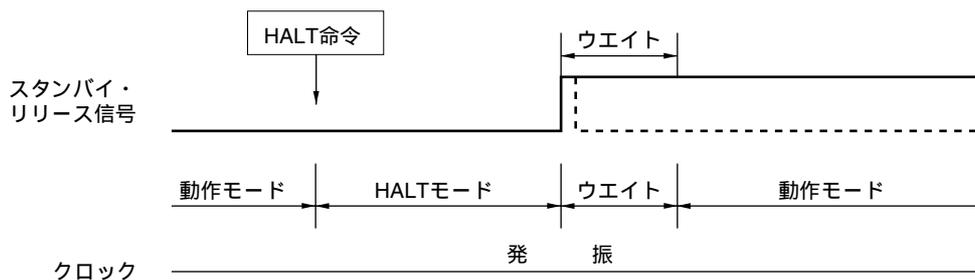
#### (2) HALTモードの解除

HALTモードは、次の3種類のソースによって解除することができます。

##### (a) マスクされていない割り込み要求による解除

マスクされていない割り込み要求による解除の場合、HALTモードを解除します。割り込み要求受け付け許可状態であれば、ベクタ割り込み処理を行います。割り込み受け付け禁止状態であれば、次のアドレスの命令を実行します。

図14 - 2 HALTモードの割り込み発生による解除



備考1. 破線は、スタンバイを解除した割り込み要求が受け付けられた場合です。

2. ウェイト時間は次のようになります。

- ・ベクタに分岐した場合 : 9~10クロック
- ・ベクタに分岐しなかった場合 : 1~2クロック

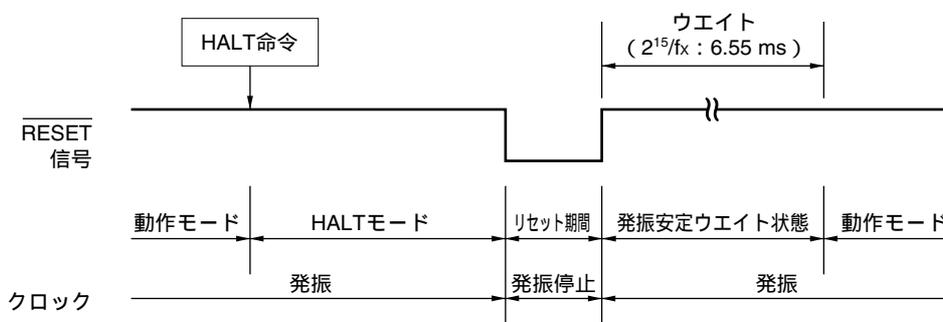
(b) ノンマスカブル割り込み要求による解除

割り込み受け付け許可、禁止の状態に関係なく、HALTモードを解除し、ベクタ割り込み処理を行います。

(c) RESET入力による解除

通常のリセット動作と同様にリセット・ベクタ・アドレスに分岐したあと、プログラムを実行します。

図14 - 3 HALTモードのRESET入力による解除



備考1. fx : システム・クロック発振周波数

2. ( ) 内は、fx = 5.0 MHz動作時

表14 - 2 HALTモードの解除後の動作

解除ソース	MK x x	IE	動作
マスカブル割り込み要求	0	0	次アドレス命令実行
	0	1	割り込み処理実行
	1	x	HALTモード保持
ノンマスカブル割り込み要求	-	x	割り込み処理実行
RESET入力	-	-	リセット処理

x : don't care

## 14.2.2 STOPモード

## (1) STOPモードの設定および動作状態

STOPモードは、STOP命令の実行により設定されます。

**注意** スタンバイ・モードの解除に割り込み要求信号が用いられるため、割り込み要求フラグがセット、割り込みマスク・フラグがリセットされている割り込みソースがある場合には、スタンバイ・モードに入ってもただちに解除されます。したがって、STOPモードの場合はSTOP命令実行後すぐにHALTモードに入り発振安定時間選択レジスタ（OSTS）による設定時間だけウェイトしたあと動作モードに戻ります。

次にSTOPモード時の動作状態を示します。

表14 - 3 STOPモード時の動作状態

項目	STOPモードの動作状態
クロック発生回路	システム・クロックの発振が停止
CPU	動作停止
ポート（出力ラッチ）	STOPモード設定前の状態を保持
16ビット・タイマ20	動作停止
8ビット・タイマ50, 60, 80	動作停止
ウォッチドッグ・タイマ	動作停止
シリアル・インタフェース20	シリアル・クロックに外部クロック入力時のみ動作可能
パワーオン・クリア（POC）回路	動作可能 <sup>注1</sup>
低電圧検出（LVI）回路	動作可能
外部割り込み	動作可能 <sup>注2</sup>
キー・リターン検出回路	動作可能 <sup>注2</sup>

注1. POC回路使用を選択（POCMK1 = 0）時のみ

2. マスクされていないマスクブル割り込み

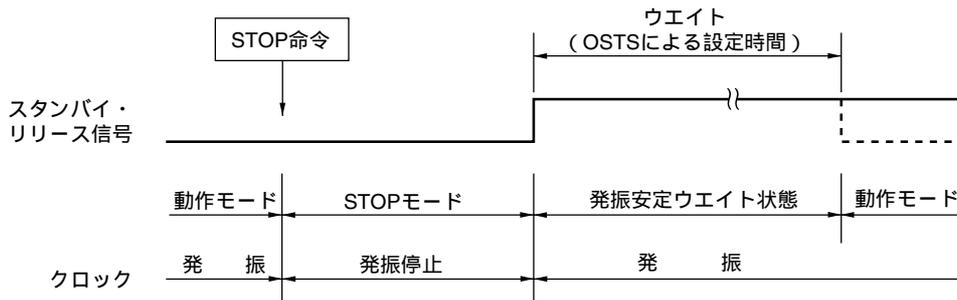
(2) STOPモードの解除

STOPモードは、次の2種類のソースによって解除することができます。

(a) マスクされていない割り込み要求による解除

マスクされていない割り込み要求による解除の場合、STOPモードを解除します。発振安定時間経過後、割り込み受け付け許可状態であれば、ベクタ割り込み処理を行います。割り込み受け付け禁止状態であれば、次のアドレスの命令を実行します。

図14 - 4 STOPモードの割り込み発生による解除

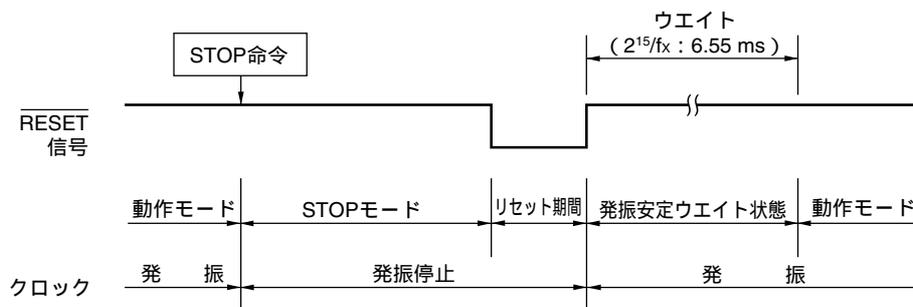


備考 破線は、スタンバイを解除した割り込み要求が受け付けられた場合です。

(b) RESET入力による解除

STOPモードを解除し、発振安定時間経過後リセット動作を行います。

図14 - 5 STOPモードのRESET入力による解除



備考1. fx : システム・クロック発振周波数

2. ( ) 内は、fx = 5.0 MHz動作時

表14 - 4 STOPモードの解除後の動作

解除ソース	MK × ×	IE	動作
マスク可能割り込み要求	0	0	次アドレス命令実行
	0	1	割り込み処理実行
	1	x	STOPモード保持
RESET入力	-	-	リセット処理

x : don't care

## 第15章 リセット機能

リセット信号を発生させる方法には、次の3種類があります。

- (1)  $\overline{\text{RESET}}$ 端子による外部リセット入力
- (2) ウォッチドッグ・タイマの暴走時間検出による内部リセット
- (3) パワーオン・クリア (POC) による内部リセット

外部リセットと内部リセットは機能面での差はなく、ともに0000H, 0001H番地に書かれてあるアドレスからプログラムの実行を開始します。

$\overline{\text{RESET}}$ 端子にロウ・レベルが入力されるか、またはウォッチドッグ・タイマのオーバーフローが発生することによってリセットがかかり、各ハードウェアは表15-1に示すような状態になります。また、リセット入力中およびリセット解除直後の発振安定時間中の各端子の状態は、ハイ・インピーダンスとなっています。

$\overline{\text{RESET}}$ 端子にハイ・レベルが入力されると、リセットが解除され、発振安定時間経過後にプログラムの実行を開始します。また、ウォッチドッグ・タイマのオーバーフロー発生によるリセットは、リセット後、自動的にリセットが解除され、発振安定時間経過後にプログラムの実行を開始します。パワーオン・クリア (POC) によるリセットは、電源が一定電圧以上になると解除され、発振安定時間経過後にプログラムの実行を開始します。

**注意1.** 外部リセットを行う場合、 $\overline{\text{RESET}}$ 端子に10  $\mu\text{s}$ 以上のロウ・レベルを入力してください。

**2.** リセットでSTOPモードを解除するとき、リセット入力中はSTOPモード時の内容を保持します。ただし、ポート端子は、ハイ・インピーダンスとなります。

図15-1 リセット機能のブロック図

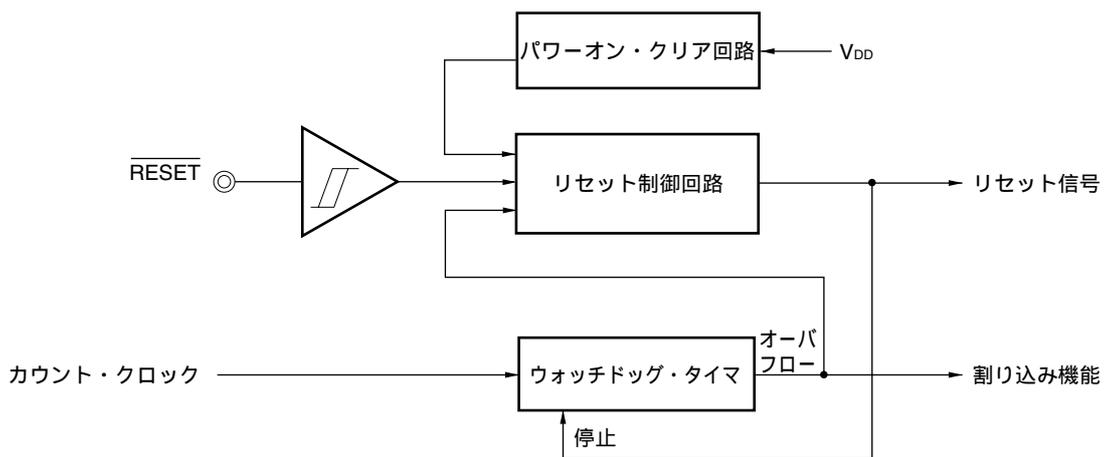


図15-2  $\overline{\text{RESET}}$ 入力によるリセット・タイミング

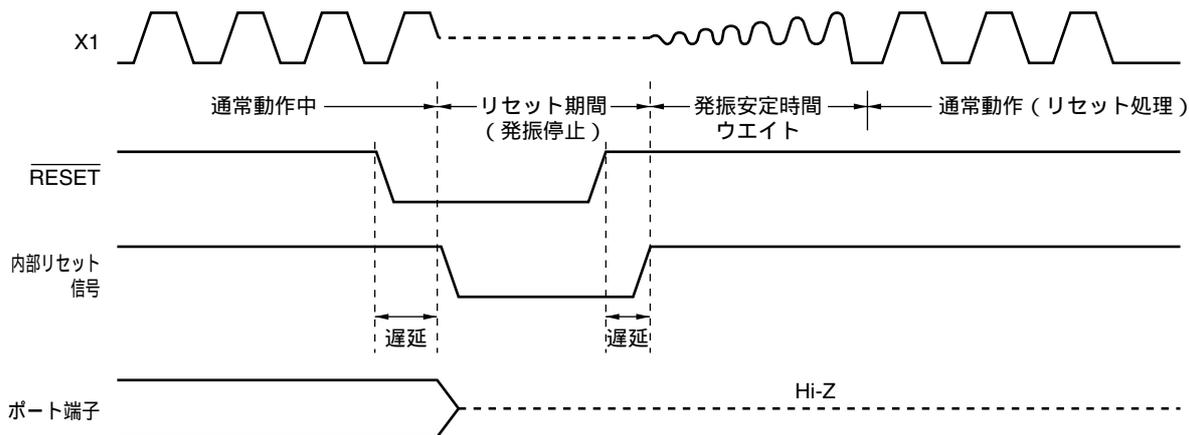


図15-3 ウォッチドッグ・タイマのオーバーフローによるリセット・タイミング

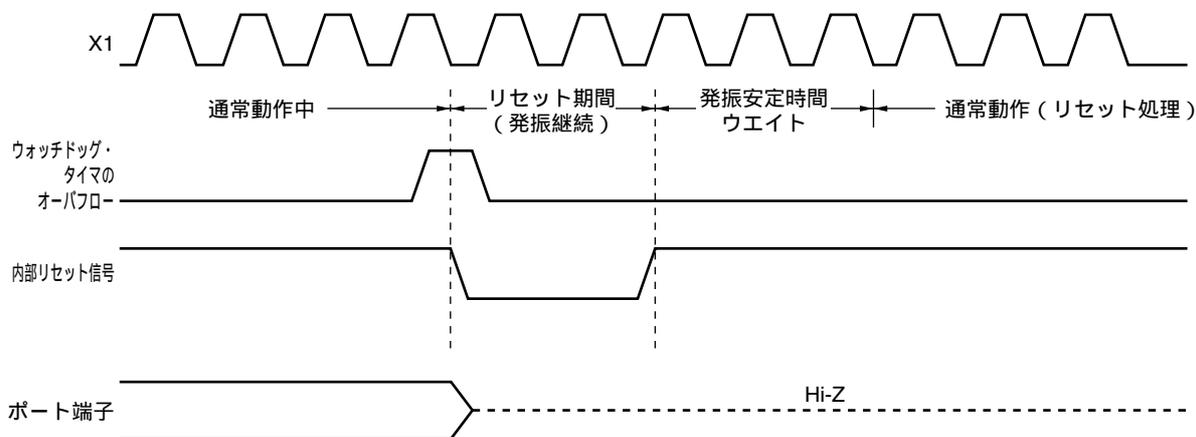


図15-4 STOPモード中の $\overline{\text{RESET}}$ 入力によるリセット・タイミング

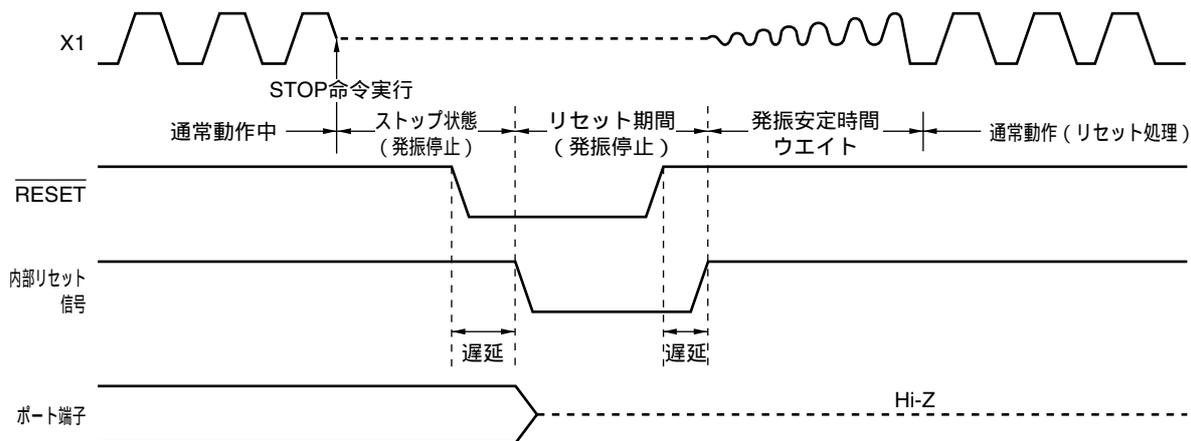
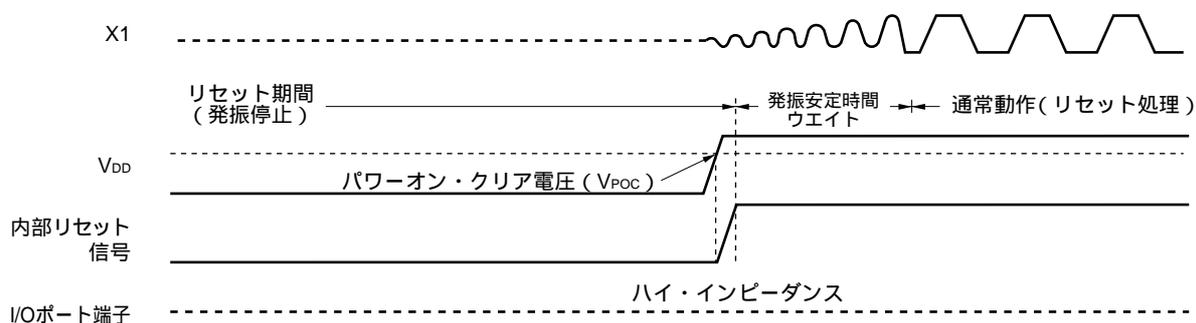
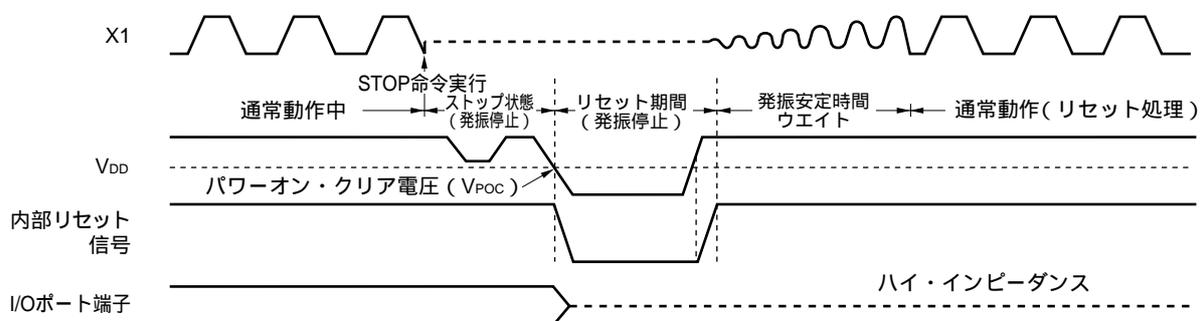


図15-5 パワーオン・クリアによるリセット・タイミング

(a) 電源電圧投入時



(b) STOPモード時



(c) 通常モード時 (HALTモード時も含む)

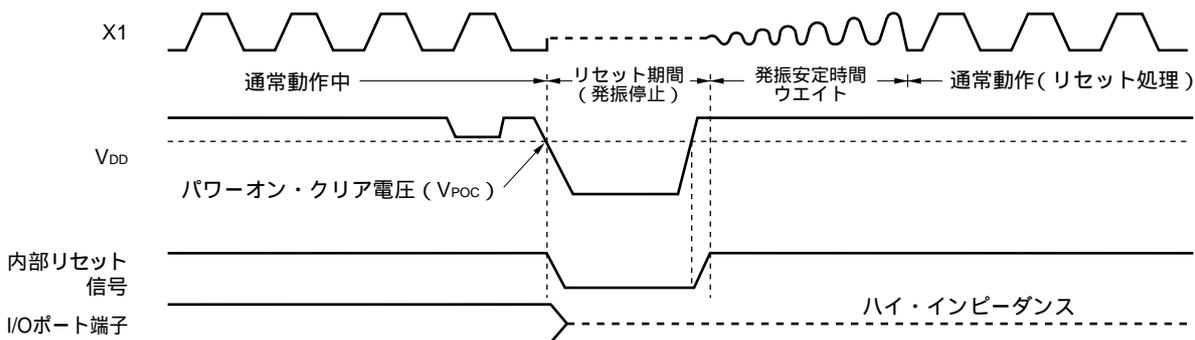


表15-1 各ハードウェアのリセット後の状態

ハードウェア		リセット後の状態
プログラム・カウンタ (PC) <sup>注1</sup>		リセット・ベクタ・テーブル (0000H, 0001H) の内容がセットされる。
スタック・ポインタ (SP)		不定
プログラム・ステータス・ワード (PSW)		02H
RAM	データ・メモリ	不定 <sup>注2</sup>
	汎用レジスタ	不定 <sup>注2</sup>
ポート (P0, P2, P4) (出力ラッチ)		00H
ポート・モード・レジスタ (PM0, PM2, PM4)		FFH
ブルアップ抵抗オプション・レジスタ (PUB0, PUB4)		00H
プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC)		02H
クロック逡倍コントロール・レジスタ (CMC0)		00H
発振安定時間選択レジスタ (OSTS)		04H
16ビット・タイマ20	タイマ・カウンタ (TM20)	0000H
	コンペア・レジスタ (CR20)	FFFFH
	コントロール・レジスタ (TMC20)	00H
	キャプチャ・レジスタ (TCP20)	不定
8ビット・タイマ50, 60, 80	タイマ・カウンタ (TM50, TM60, TM80)	00H
	コンペア・レジスタ (CR50, CR60, CRH60, CR80)	不定
	モード・コントロール・レジスタ (TMC50, TMC60, TMC80)	00H
	キャリア・ジェネレータ出力コントロール・レジスタ (TCA60)	00H
	REM信号コントロール・レジスタ (RSCR0)	00H
	TM50ソース・クロック・コントロール・レジスタ (ADSC5)	00H
ウォッチドッグ・タイマ	クロック選択レジスタ (TCL2)	00H
	モード・レジスタ (WDTM)	00H
シリアル・インタフェース20	シリアル動作モード・レジスタ (CSIM20)	00H
	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 (ASIM20)	00H
	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 (ASIS20)	00H
	ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ (BRGC20)	00H
	送信シフト・レジスタ (TXS20)	FFH
	受信バッファ・レジスタ (RXB20)	不定
パワーオン・クリア回路	パワーオン・クリア・レジスタ10 (POCF10)	保持 <sup>注3</sup>
低電圧検出回路	低電圧検出レジスタ10 (LVIF10)	保持 <sup>注4</sup>
割り込み	要求フラグ・レジスタ (IF0, IF1)	00H
	マスク・フラグ・レジスタ (MK0, MK1)	FFH
	外部割り込みモード・レジスタ (INTM0)	00H
	キー・リターン・モード・レジスタ0 (KRM0)	00H

注1. リセット入力中および発振安定時間ウエイト中の各ハードウェアの状態は、PCの内容のみ不定となります。

その他は、リセット後の状態と変わりありません。

2. スタンバイ・モード時でのリセット後の状態は保持となります。
3. パワーオン・クリアによるリセットのみ04Hになります。
4. V<sub>DD</sub> < LVI検出電圧の場合は04Hとなります。

## 第16章 $\mu$ PD78F9088

$\mu$  PD78F9088は、 $\mu$  PD789086, 789088の内部ROMをそれぞれフラッシュ・メモリに置き換えた製品です。  
 $\mu$  PD78F9088とマスクROM製品の違いを表16 - 1に示します。

表16 - 1  $\mu$  PD78F9088とマスクROM製品の違い

項 目		フラッシュ・メモリ製品	マスクROM製品	
		$\mu$ PD78F9088	$\mu$ PD789086	$\mu$ PD789088
内部メモリ	ROM構造	フラッシュ・メモリ	マスクROM	
	ROM容量	32 Kバイト	16 Kバイト	32 Kバイト
	高速RAM	320バイト	256バイト	320バイト
	低速RAM	256バイト	128バイト	256バイト
IC端子		なし	あり	
V <sub>PP</sub> 端子		あり	なし	
電気的特性		第18章 電気的特性を参照してください。		

**注意** フラッシュ・メモリ製品とマスクROM製品では、ノイズ耐量やノイズ輻射が異なります。試作から量産の過程でフラッシュ・メモリ製品からマスクROM製品への置き換えを検討される場合は、マスクROM製品のCS製品（ES製品でなく）で十分な評価を行ってください。

## 16.1 フラッシュ・メモリの特徴

フラッシュ・メモリへのプログラミングは、 $\mu$ PD78F9088を実装した状態（オンボード）のターゲット・システムに、専用のフラッシュ・ライタ（Flashpro（型番 FL-PR3, PG-FP3）/Flashpro（型番 FL-PR4, PG-FP4））を接続して行います。またプログラミング専用のターゲット・ボードであるプログラム・アダプタ（FAアダプタ）を用意しています。

**備考** FL-PR3, FL-PR4, プログラム・アダプタは、株式会社内藤電誠町田製作所（TEL（045）475-4191）の製品です。

フラッシュ・メモリによるプログラミングには、次のような利点があります。

ターゲット・システムにマイコンを半田実装後、ソフトウェアの変更可能  
ソフトウェアを区別することで少量多品種生産が容易  
量産立ち上げ時のデータ調整が容易

### 16.1.1 プログラミング環境

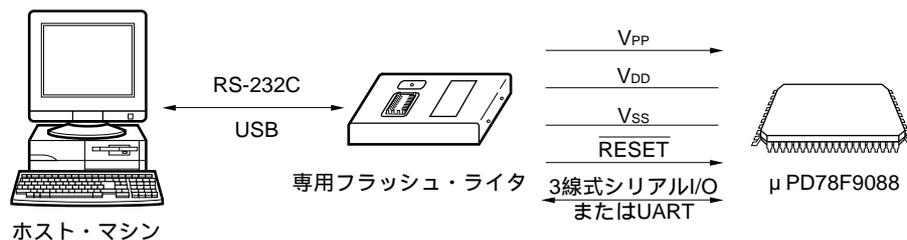
$\mu$ PD78F9088のフラッシュ・メモリ・プログラミングに必要な環境を示します。

専用フラッシュ・ライタとして（Flashpro（型番 FL-PR3, PG-FP3）/Flashpro（型番 FL-PR4, PG-FP4））を使用した場合、専用フラッシュ・ライタには、これを制御するホスト・マシンが必要です。ホスト・マシンとフラッシュ・ライタ間の通信は、RS-232C/USB（Rev1.1）で行います。

詳細はFlashpro / Flashpro のマニュアルを参照してください。

**備考** USBはFlashpro のみ対応

図16-1 フラッシュ・メモリにプログラムを書き込むための環境



## 16.1.2 通信方式

専用フラッシュ・ライタと $\mu$ PD78F9088との通信は、表16-2に示す通信方式から選択して行います。

表16-2 通信方式一覧

通信方式	TYPE設定 <sup>注1</sup>				Multiple Rate	使用端子	V <sub>PP</sub> パルス数
	COMM PORT	SIOクロック	CPU CLOCK				
			In Flashpro	On Target Board			
3線式シリアルI/O	SIO ch-0 (3wired, sync.)	100 Hz- 1.25 MHz <sup>注2</sup>	1, 2, 4, 5 MHz <sup>注3</sup>	1-5 MHz <sup>注2</sup>	1.0	SI20/RxD20/P22 SO20/TxD20/P21 SCK20/ASCK20/P20	0
UART	UART ch-0 ( Async. )	4800-76800 bps <sup>注2, 4</sup>	5 MHz <sup>注5</sup>	4.91, 5 MHz <sup>注2</sup>	1.0	RxD20/SI20/P22 TxD20/SO20/P21	8

注1. 専用フラッシュ・ライタ ( Flashpro ( 型番 FL-PR3, PG-FP3 ) / Flashpro ( 型番 FL-PR4, PG-FP4 ) ) 上のTYPE設定における選択項目です。

2. 電圧により設定可能な範囲が異なります。詳細は第18章 電気的特性を参照してください。
3. Flashpro は2, 4 MHzのみ
4. UART通信にはボーレート誤差のほかに、信号波形の鈍りなどが影響するため、評価のうえ使用してください。
5. Flashpro の場合のみ。Flashpro の場合は必ずオンボード上の発振子のクロックを選択してください。Flashpro から供給されるクロックでは対応できません。

図16-2 通信方式選択フォーマット

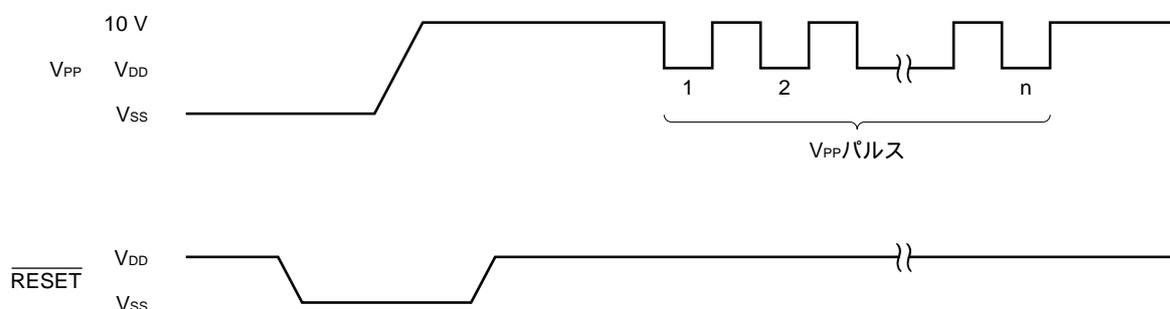
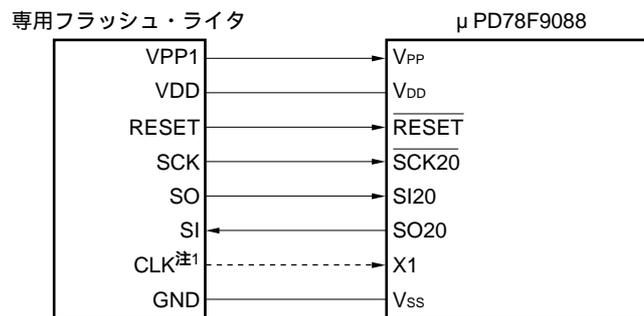
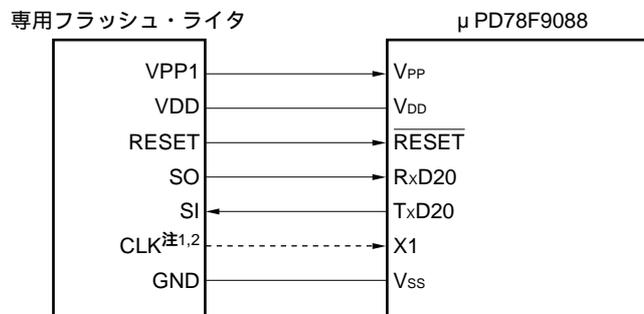


図16 - 3 専用フラッシュ・ライタとの接続例

## (a) 3線式シリアルI/O



## (b) UART



- 注1. 専用フラッシュ・ライタからシステム・クロックを供給する場合に接続します。X1端子にすでに振動子が接続されている場合は、CLK端子と接続する必要はありません。
2. Flashpro でUARTを使用する場合は必ずX1端子に接続された振動子のクロックを使わなければならないので、CLK端子と接続する必要はありません。

**注意**  $V_{DD}$ 端子は、すでに電源が接続されている場合でも、必ず専用フラッシュ・ライタのVDD端子と接続してください。またその電源を使用する場合は、必ずプログラミング開始前に電圧を供給してください。

専用フラッシュ・ライターとしてFlashpro (FL-PR3, PG-FP3) / Flashpro (FL-PR4, PG-FP4)を使用した場合、 $\mu$  PD78F9088に対して次の信号を生成します。詳細はFlashpro / Flashpro のマニュアルを参照してください。

表16 - 3 端子接続一覧

信号名	入出力	端子機能	端子名	3線式シリアルI/O	UART
VPP1	出力	書き込み電圧	V <sub>PP</sub>		
VPP2	-	-	-	x	x
VDD	入出力	V <sub>DD</sub> 電圧生成 / 電圧監視	V <sub>DD</sub>	注	注
GND	-	グラウンド	V <sub>SS</sub>		
CLK	出力	クロック出力	X1		
RESET	出力	リセット信号	RESET		
SI	入力	受信信号	SO20/TxD20		
SO	出力	送信信号	SI20/RxD20		
SCK	出力	転送クロック	SCK20		x
HS	入力	ハンドシェイク信号	-	x	x

注 V<sub>DD</sub>電圧はプログラミング開始前に供給する必要があります。

**備考** : 必ず接続してください。

: ターゲット・ボード上で供給されていれば、接続の必要はありません。

x : 接続の必要はありません。

### 16.1.3 オンボード上の端子処理

ターゲット・システム上でプログラミングを行う場合は、ターゲット・システム上に専用フラッシュ・ライター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が必要になる場合があります。

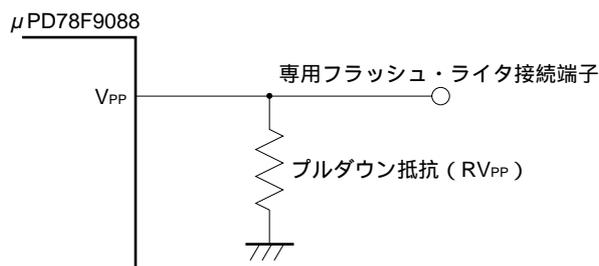
#### <V<sub>PP</sub>端子>

通常動作モード時は、V<sub>PP</sub>端子に0 V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、V<sub>PP</sub>端子に10.0 V (TYP.)の書き込み電圧を供給しますので、次に示す(1)か(2)の端子処理を行ってください。

- (1) V<sub>PP</sub>端子にプルダウン抵抗RV<sub>PP</sub> = 10 k $\Omega$ を接続してください。
- (2) ボード上のジャンパで、V<sub>PP</sub>端子の入力をライター側または直接GNDのどちらかに切り替えてください。

V<sub>PP</sub>端子の接続例を次に示します。

図16 - 4 V<sub>PP</sub>端子の接続例



#### <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。

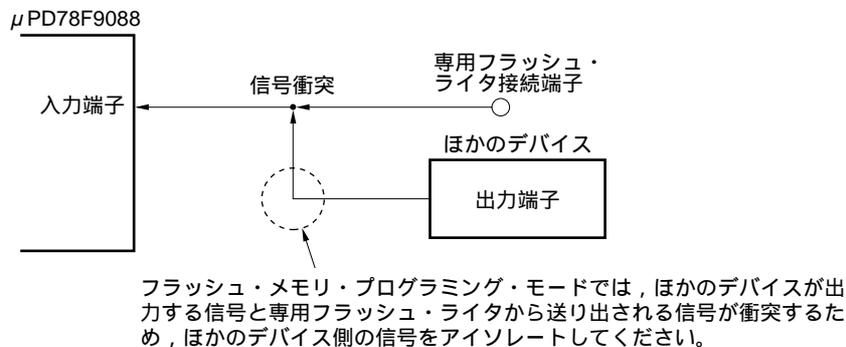
シリアル・インタフェース	使用端子
3線式シリアルI/O	SI20, SO20, SCK20
UART	RxD20, TxD20

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・ライターを接続する場合、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。

## (1) 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。

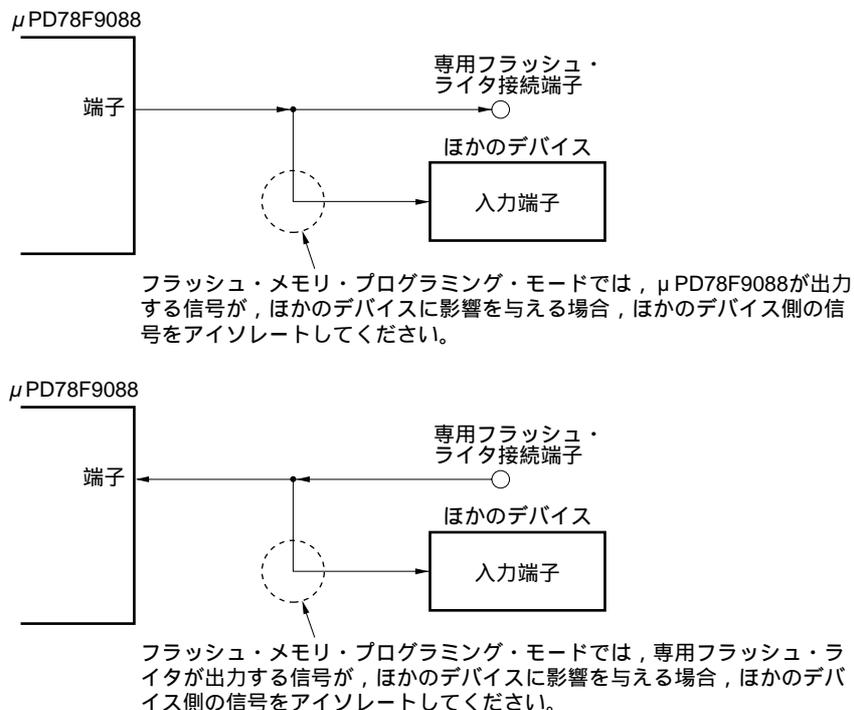
図16 - 5 信号の衝突（シリアル・インタフェースの入力端子）



## (2) 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（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するか、またはほかのデバイスへの入力信号を無視するように設定してください。

図16 - 6 ほかのデバイスの異常動作

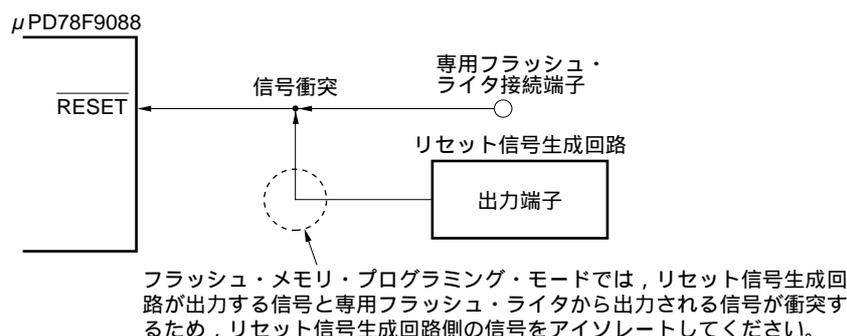


## &lt;RESET端子&gt;

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16-7 信号の衝突 (RESET端子)



## &lt;ポート端子&gt;

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・ライタと通信する端子を除くすべての端子は、すべてリセット直後と同じ状態になります。

したがって、外部デバイスが出力ハイ・インピーダンス状態などの初期状態を認めない場合は、抵抗を介してV<sub>DD</sub>に接続する、または抵抗を介してV<sub>SS</sub>に接続するなどの処置をしてください。

## &lt;発振端子&gt;

オンボード上のクロックを使用する場合、X1、X2は、通常動作モード時に準拠した接続をしてください。

フラッシュ・ライタのクロック出力を使用する場合は、オンボード上の発振子を切り離し、X1端子に直接接続し、X2端子はオープンにしてください。

## &lt;電 源&gt;

フラッシュ・ライタの電源出力を使用する場合は、V<sub>DD</sub>端子はフラッシュ・ライタのV<sub>DD</sub>に、V<sub>SS</sub>端子はフラッシュ・ライタのGNDに、それぞれ接続してください。

オンボード上の電源を使用する場合は、通常動作モード時に準拠した接続にしてください。ただし、フラッシュ・ライタで電圧監視をするので、フラッシュ・ライタのV<sub>DD</sub>は必ず接続してください。

### 16.1.4 フラッシュ書き込み用アダプタ上の接続

フラッシュ書き込み用アダプタ使用時の推奨接続例を示します。

図16 - 8 3線式シリアルI/O方式でのフラッシュ書き込み用アダプタ配線例

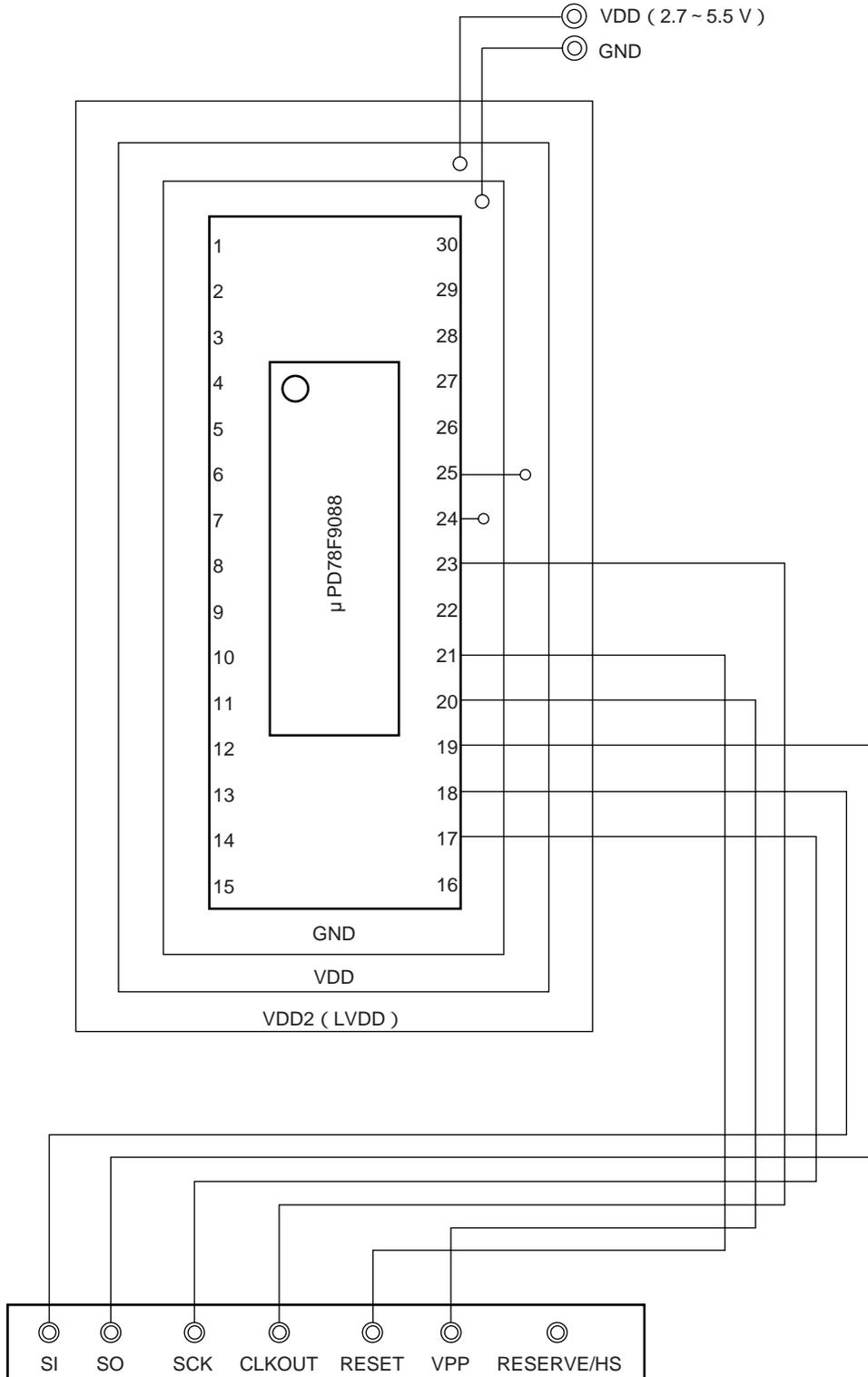
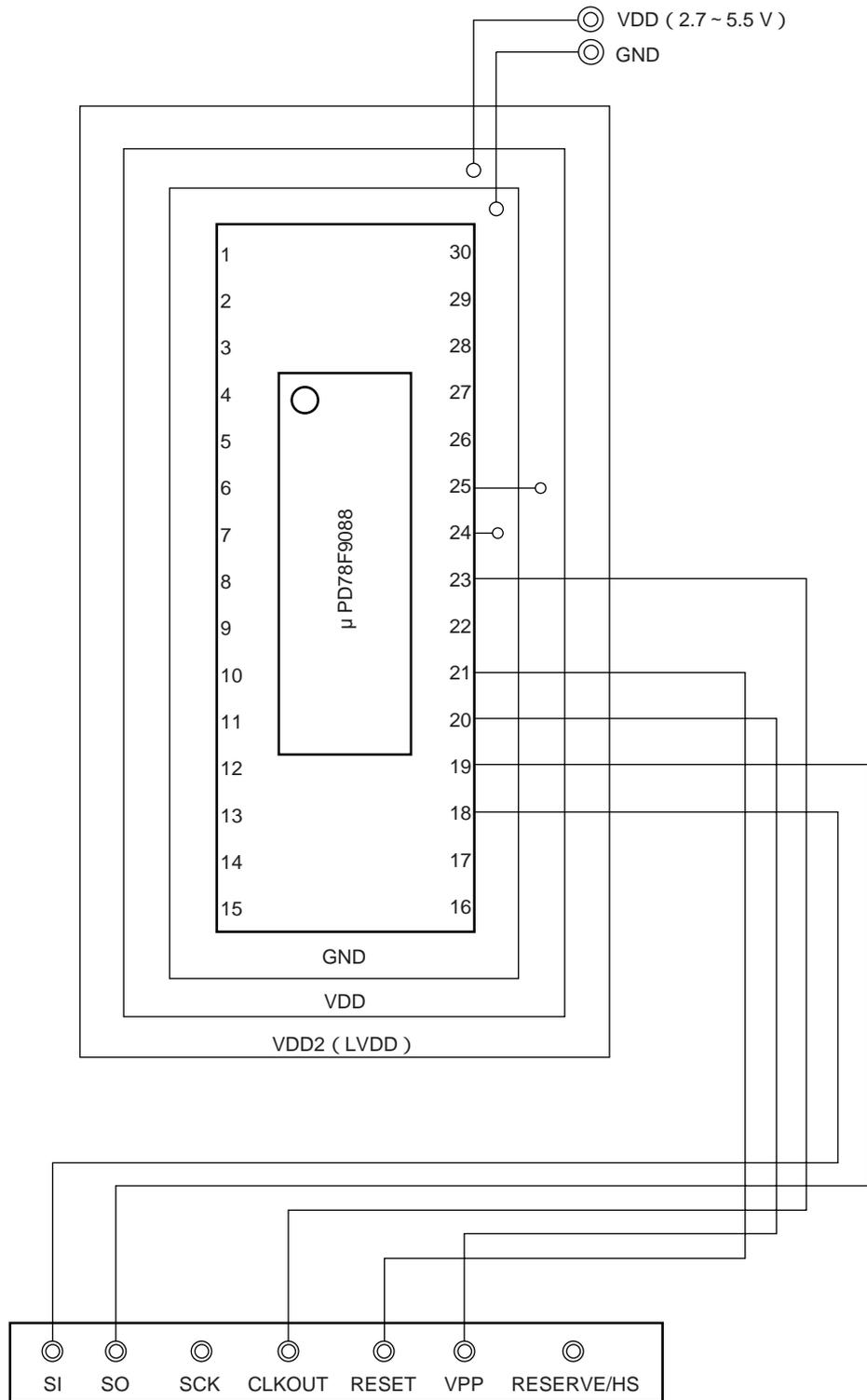


図16 - 9 UART方式でのフラッシュ書き込み用アダプタ配線例



## 第17章 命令セットの概要

μPD789088サブシリーズの命令セットを一覧表にして示します。なお、各命令の詳細な動作および機械語（命令コード）については、78K/0Sシリーズ ユーザーズ・マニュアル 命令編（U11047J）を参照してください。

### 17.1 オペレーション

#### 17.1.1 オペランドの表現形式と記述方法

各命令のオペランド欄には、その命令のオペランド表現形式に対する記述方法に従ってオペランドを記述しています（詳細は、アセンブラ仕様による）。記述方法の中で複数個あるものは、それらの要素の1つを選択します。大文字で書かれた英字および#、!、\$、[ ]の記号はキー・ワードであり、そのまま記述します。記号の説明は、次のとおりです。

- ・#：イミューディエト・データ指定
- ・!：絶対アドレス指定
- ・\$：相対アドレス指定
- ・[ ]：間接アドレス指定

イミューディエト・データのときは、適当な数値またはラベルを記述します。ラベルで記述する際も#、!、\$、[ ]記号は必ず記述してください。

また、オペランドのレジスタの記述形式r、rpには、機能名称（X、A、Cなど）、絶対名称（下表の中のカッコ内の名称、R0、R1、R2など）のいずれの形式でも記述可能です。

表17-1 オペランドの表現形式と記述方法

表現形式	記述方法
r	X (R0), A (R1), C (R2), B (R3), E (R4), D (R5), L (R6), H (R7)
rp	AX (RP0), BC (RP1), DE (RP2), HL (RP3)
sfr	特殊機能レジスタ略号
saddr	FE20H-FF1FH イミューディエト・データまたはラベル
saddrp	FE20H-FF1FH イミューディエト・データまたはラベル（偶数アドレスのみ）
addr16	0000H-FFFFH イミューディエト・データまたはラベル （16ビット・データ転送命令時は偶数アドレスのみ）
addr5	0040H-007FH イミューディエト・データまたはラベル（偶数アドレスのみ）
word	16ビット・イミューディエト・データまたはラベル
byte	8ビット・イミューディエト・データまたはラベル
bit	3ビット・イミューディエト・データまたはラベル

備考 特殊機能レジスタの略号は表3-4 特殊機能レジスタ一覧を参照してください。

### 17.1.2 オペレーション欄の説明

A	: Aレジスタ; 8ビット・アキュムレータ
X	: Xレジスタ
B	: Bレジスタ
C	: Cレジスタ
D	: Dレジスタ
E	: Eレジスタ
H	: Hレジスタ
L	: Lレジスタ
AX	: AXレジスタ・ペア; 16ビット・アキュムレータ
BC	: BCレジスタ・ペア
DE	: DEレジスタ・ペア
HL	: HLレジスタ・ペア
PC	: プログラム・カウンタ
SP	: スタック・ポインタ
PSW	: プログラム・ステータス・ワード
CY	: キャリー・フラグ
AC	: 補助キャリー・フラグ
Z	: ゼロ・フラグ
IE	: 割り込み要求許可フラグ
NMIS	: ノンマスカブル割り込み処理中フラグ
( )	: ( )内のアドレスまたはレジスタの内容で示されるメモリの内容
x <sub>H</sub> , x <sub>L</sub>	: 16ビット・レジスタの上位8ビット, 下位8ビット
∧	: 論理積 (AND)
∨	: 論理和 (OR)
⊕	: 排他的論理和 (exclusive OR)
——	: 反転データ
addr16	: 16ビット・イミディエイト・データまたはレーベル
jdisp8	: 符号付き8ビット・データ (ディスプレイメント値)

### 17.1.3 フラグ動作欄の説明

(ブランク)	: 変化なし
0	: 0にクリアされる
1	: 1にセットされる
x	: 結果に従ってセット/クリアされる
R	: 以前に退避した値がストアされる

## 17.2 オペレーション一覧

ニモニック	オペランド	バイト	クロック	オペレーション	フラグ		
					Z	AC	CY
MOV	r, #byte	3	6	r byte			
	saddr, #byte	3	6	(saddr) byte			
	sfr, #byte	3	6	sfr byte			
	A, r <small>注1</small>	2	4	A r			
	r, A <small>注1</small>	2	4	r A			
	A, saddr	2	4	A (saddr)			
	saddr, A	2	4	(saddr) A			
	A, sfr	2	4	A sfr			
	sfr, A	2	4	sfr A			
	A, laddr16	3	8	A (addr16)			
	laddr16, A	3	8	(addr16) A			
	PSW, #byte	3	6	PSW byte	x	x	x
	A, PSW	2	4	A PSW			
	PSW, A	2	4	PSW A	x	x	x
	A, [DE]	1	6	A (DE)			
	[DE], A	1	6	(DE) A			
	A, [HL]	1	6	A (HL)			
	[HL], A	1	6	(HL) A			
A, [HL + byte]	2	6	A (HL + byte)				
[HL + byte], A	2	6	(HL + byte) A				
XCH	A, X	1	4	A X			
	A, r <small>注2</small>	2	6	A r			
	A, saddr	2	6	A (saddr)			
	A, sfr	2	6	A sfr			
	A, [DE]	1	8	A (DE)			
	A, [HL]	1	8	A (HL)			
	A, [HL, byte]	2	8	A (HL + byte)			

注1 . r = Aを除く。

2 . r = A, Xを除く。

備考 命令の1クロックはプロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC) で選択したCPUクロック (f<sub>cpu</sub>) の1クロック分です。

二モニック	オペランド	バイト	クロック	オペレーション	フラグ		
					Z	AC	CY
MOVW	rp, #word	3	6	rp word			
	AX, saddrp	2	6	AX (saddrp)			
	saddrp, AX	2	8	(saddrp) AX			
	AX, rp <small>注</small>	1	4	AX rp			
	rp, AX <small>注</small>	1	4	rp AX			
XCHW	AX, rp <small>注</small>	1	8	AX rp			
ADD	A, #byte	2	4	A, CY A + byte	x	x	x
	saddr, #byte	3	6	(saddr), CY (saddr) + byte	x	x	x
	A, r	2	4	A, CY A + r	x	x	x
	A, saddr	2	4	A, CY A + (saddr)	x	x	x
	A, laddr16	3	8	A, CY A + (addr16)	x	x	x
	A, [HL]	1	6	A, CY A + (HL)	x	x	x
	A, [HL + byte]	2	6	A, CY A + (HL + byte)	x	x	x
ADDC	A, #byte	2	4	A, CY A + byte + CY	x	x	x
	saddr, #byte	3	6	(saddr), CY (saddr) + byte + CY	x	x	x
	A, r	2	4	A, CY A + r + CY	x	x	x
	A, saddr	2	4	A, CY A + (saddr) + CY	x	x	x
	A, laddr16	3	8	A, CY A + (addr16) + CY	x	x	x
	A, [HL]	1	6	A, CY A + (HL) + CY	x	x	x
	A, [HL + byte]	2	6	A, CY A + (HL + byte) + CY	x	x	x
SUB	A, #byte	2	4	A, CY A - byte	x	x	x
	saddr, #byte	3	6	(saddr), CY (saddr) - byte	x	x	x
	A, r	2	4	A, CY A - r	x	x	x
	A, saddr	2	4	A, CY A - (saddr)	x	x	x
	A, laddr16	3	8	A, CY A - (addr16)	x	x	x
	A, [HL]	1	6	A, CY A - (HL)	x	x	x
	A, [HL + byte]	2	6	A, CY A - (HL + byte)	x	x	x

注 rp = BC, DE, HLのときのみ。

備考 命令の1クロックはプロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC) で選択したCPUクロック (f<sub>cpu</sub>) の1クロック分です。

二モニック	オペランド	バイト	クロック	オペレーション	フラグ		
					Z	AC	CY
SUBC	A, #byte	2	4	A, CY A - byte - CY	x	x	x
	saddr, #byte	3	6	(saddr), CY (saddr) - byte - CY	x	x	x
	A, r	2	4	A, CY A - r - CY	x	x	x
	A, saddr	2	4	A, CY A - (saddr) - CY	x	x	x
	A, laddr16	3	8	A, CY A - (addr16) - CY	x	x	x
	A, [HL]	1	6	A, CY A - (HL) - CY	x	x	x
	A, [HL + byte]	2	6	A, CY A - (HL + byte) - CY	x	x	x
AND	A, #byte	2	4	A A ∧ byte	x		
	saddr, #byte	3	6	(saddr) (saddr) ∧ byte	x		
	A, r	2	4	A A ∧ r	x		
	A, saddr	2	4	A A ∧ (saddr)	x		
	A, laddr16	3	8	A A ∧ (addr16)	x		
	A, [HL]	1	6	A A ∧ (HL)	x		
	A, [HL + byte]	2	6	A A ∧ (HL + byte)	x		
OR	A, #byte	2	4	A A ∨ byte	x		
	saddr, #byte	3	6	(saddr) (saddr) ∨ byte	x		
	A, r	2	4	A A ∨ r	x		
	A, saddr	2	4	A A ∨ (saddr)	x		
	A, laddr16	3	8	A A ∨ (addr16)	x		
	A, [HL]	1	6	A A ∨ (HL)	x		
	A, [HL + byte]	2	6	A A ∨ (HL + byte)	x		
XOR	A, #byte	2	4	A A ∨ byte	x		
	saddr, #byte	3	6	(saddr) (saddr) ∨ byte	x		
	A, r	2	4	A A ∨ r	x		
	A, saddr	2	4	A A ∨ (saddr)	x		
	A, laddr16	3	8	A A ∨ (addr16)	x		
	A, [HL]	1	6	A A ∨ (HL)	x		
	A, [HL + byte]	2	6	A A ∨ (HL + byte)	x		

**備考** 命令の1クロックはプロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC) で選択したCPUクロック (f<sub>CPU</sub>) の1クロック分です。

二モニック	オペランド	バイト	クロック	オペレーション	フラグ		
					Z	AC	CY
CMP	A, #byte	2	4	A - byte	x	x	x
	saddr, #byte	3	6	(saddr) - byte	x	x	x
	A, r	2	4	A - r	x	x	x
	A, saddr	2	4	A - (saddr)	x	x	x
	A, laddr16	3	8	A - (addr16)	x	x	x
	A, [HL]	1	6	A - (HL)	x	x	x
	A, [HL + byte]	2	6	A - (HL + byte)	x	x	x
ADDW	AX, #word	3	6	AX, CY AX + word	x	x	x
SUBW	AX, #word	3	6	AX, CY AX - word	x	x	x
CMPW	AX, #word	3	6	AX - word	x	x	x
INC	r	2	4	r r + 1	x	x	
	saddr	2	4	(saddr) (saddr) + 1	x	x	
DEC	r	2	4	r r - 1	x	x	
	saddr	2	4	(saddr) (saddr) - 1	x	x	
INCW	rp	1	4	rp rp + 1			
DECW	rp	1	4	rp rp - 1			
ROR	A, 1	1	2	(CY, A <sub>7</sub> A <sub>0</sub> , A <sub>m-1</sub> A <sub>m</sub> ) × 1回			x
ROL	A, 1	1	2	(CY, A <sub>0</sub> A <sub>7</sub> , A <sub>m+1</sub> A <sub>m</sub> ) × 1回			x
RORC	A, 1	1	2	(CY A <sub>0</sub> , A <sub>7</sub> CY, A <sub>m-1</sub> A <sub>m</sub> ) × 1回			x
ROLC	A, 1	1	2	(CY A <sub>7</sub> , A <sub>0</sub> CY, A <sub>m+1</sub> A <sub>m</sub> ) × 1回			x
SET1	saddr.bit	3	6	(saddr.bit) 1			
	sfr.bit	3	6	sfr.bit 1			
	A.bit	2	4	A.bit 1			
	PSW.bit	3	6	PSW.bit 1	x	x	x
	[HL].bit	2	10	(HL).bit 1			
CLR1	saddr.bit	3	6	(saddr.bit) 0			
	sfr.bit	3	6	sfr.bit 0			
	A.bit	2	4	A.bit 0			
	PSW.bit	3	6	PSW.bit 0	x	x	x
	[HL].bit	2	10	(HL).bit 0			
SET1	CY	1	2	CY 1			1
CLR1	CY	1	2	CY 0			0

備考 命令の1クロックはプロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ(PCC)で選択したCPUクロック(fCPU)の1クロック分です。

ニモニック	オペランド	バイト	クロック	オペレーション	フラグ		
					Z	AC	CY
NOT1	CY	1	2	CY $\overline{\text{CY}}$			x
CALL	!addr16	3	6	(SP - 1) (PC + 3) <sub>H</sub> , (SP - 2) (PC + 3) <sub>L</sub> , PC addr16, SP SP - 2			
CALLT	[ addr5 ]	1	8	(SP - 1) (PC + 1) <sub>H</sub> , (SP - 2) (PC + 1) <sub>L</sub> , PC <sub>H</sub> (00000000, addr5 + 1), PC <sub>L</sub> (00000000, addr5), SP SP - 2			
RET		1	6	PC <sub>H</sub> (SP + 1), PC <sub>L</sub> (SP), SP SP + 2			
RETI		1	8	PC <sub>H</sub> (SP + 1), PC <sub>L</sub> (SP), PSW (SP + 2), SP SP + 3, NMIS 0	R	R	R
PUSH	PSW	1	2	(SP - 1) PSW, SP SP - 1			
	rp	1	4	(SP - 1) rp <sub>H</sub> , (SP - 2) rp <sub>L</sub> , SP SP - 2			
POP	PSW	1	4	PSW (SP), SP SP + 1	R	R	R
	rp	1	6	rp <sub>H</sub> (SP + 1), rp <sub>L</sub> (SP), SP SP + 2			
MOVW	SP, AX	2	8	SP AX			
	AX, SP	2	6	AX SP			
BR	!addr16	3	6	PC addr16			
	\$addr16	2	6	PC PC + 2 + jdisp8			
	AX	1	6	PC <sub>H</sub> A, PC <sub>L</sub> X			
BC	\$saddr16	2	6	PC PC + 2 + jdisp8 if CY = 1			
BNC	\$saddr16	2	6	PC PC + 2 + jdisp8 if CY = 0			
BZ	\$saddr16	2	6	PC PC + 2 + jdisp8 if Z = 1			
BNZ	\$saddr16	2	6	PC PC + 2 + jdisp8 if Z = 0			
BT	saddr.bit, \$addr16	4	10	PC PC + 4 + jdisp8 if (saddr.bit) = 1			
	sfr.bit, \$addr16	4	10	PC PC + 4 + jdisp8 if sfr.bit = 1			
	A.bit, \$addr16	3	8	PC PC + 3 + jdisp8 if A.bit = 1			
	PSW.bit, \$addr16	4	10	PC PC + 4 + jdisp8 if PSW.bit = 1			

**備考** 命令の1クロックはプロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC) で選択したCPUクロック (f<sub>cpu</sub>) の1クロック分です。

ニモニック	オペランド	バイト	クロック	オペレーション	フラグ		
					Z	AC	CY
BF	saddr.bit, \$saddr16	4	10	PC PC + 4 + jdisp8 if ( saddr.bit ) = 0			
	sfr.bit, \$saddr16	4	10	PC PC + 4 + jdisp8 if sfr.bit = 0			
	A.bit, \$saddr16	3	8	PC PC + 3 + jdisp8 if A.bit = 0			
	PSW.bit, \$saddr16	4	10	PC PC + 4 + jdisp8 if PSW.bit = 0			
DBNZ	B, \$saddr16	2	6	B B - 1, then PC PC + 2 + jdisp8 if B 0			
	C, \$saddr16	2	6	C C - 1, then PC PC + 2 + jdisp8 if C 0			
	saddr, \$saddr16	3	8	( saddr ) ( saddr ) - 1, then PC PC + 3 + jdisp8 if ( saddr ) 0			
NOP		1	2	No Operation			
EI		3	6	IE 1 ( Enable Interrupt )			
DI		3	6	IE 0 ( Disable Interrupt )			
HALT		1	2	Set HALT Mode			
STOP		1	2	Set STOP Mode			

**備考** 命令の1クロックはプロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC) で選択したCPUクロック (f<sub>cpu</sub>) の1クロック分です。

## 17.3 アドレッシング別命令一覧

### (1) 8ビット命令

MOV , XCH , ADD , ADDC , SUB , SUBC , AND , OR , XOR , CMP , INC , DEC , ROR , ROL , RORC ,  
 ROLC , PUSH , POP , DBNZ

第2オペランド 第1オペランド	#byte	A	r	sfr	saddr	!addr16	PSW	[ DE ]	[ HL ]	[ HL + byte ]	\$addr16	1	なし
A	ADD ADDC SUB SUBC AND OR XOR CMP		MOV <sup>注</sup> XCH <sup>注</sup>	MOV XCH	MOV XCH	MOV	MOV	MOV XCH	MOV XCH	MOV XCH		ROR ROL RORC ROLC	
r	MOV	MOV											INC DEC
B , C											DBNZ		
sfr	MOV	MOV											
saddr	MOV ADD ADDC SUB SUBC AND OR XOR CMP	MOV									DBNZ		INC DEC
!addr16		MOV											
PSW	MOV	MOV											PUSH POP
[ DE ]		MOV											
[ HL ]		MOV											
[ HL + byte ]		MOV											

注 r = Aは除く。

(2) 16ビット命令

MOVW , XCHW , ADDW , SUBW , CMPW , PUSH , POP , INCW , DECW

第2オペランド 第1オペランド	#word	AX	rp <sup>注</sup>	saddrp	SP	なし
AX	ADDW SUBW CMPW		MOVW XCHW	MOVW	MOVW	
rp	MOVW	MOVW <sup>注</sup>				INCW DECW PUSH POP
saddrp		MOVW				
sp		MOVW				

注 rp = BC , DE , HLのときのみ。

(3) ビット操作命令

SET1 , CLR1 , NOT1 , BT , BF

第2オペランド 第1オペランド	\$addr16	なし
A.bit	BT BF	SET1 CLR1
sfr.bit	BT BF	SET1 CLR1
saddr.bit	BT BF	SET1 CLR1
PSW.bit	BT BF	SET1 CLR1
[ HL ] .bit		SET1 CLR1
CY		SET1 CLR1 NOT1

(4) コール命令 / 分岐命令

CALL , CALLT , BR , BC , BNC , BZ , BNZ , DBNZ

第2オペランド 第1オペランド	AX	!addr16	[ addr5 ]	\$addr16
基本命令	BR	CALL BR	CALLT	BR BC BNC BZ BNZ
複合命令				DBNZ

(5) その他の命令

RET , RETI , NOP , EI , DI , HALT , STOP

## 第18章 電気的特性

### 絶対最大定格 (TA = 25 )

項目	略号	条件	定格	単位
電源電圧	V <sub>DD</sub>		- 0.3 ~ + 6.5	V
	V <sub>PP</sub>	μ PD78F9088 注2	- 0.3 ~ + 10.5	V
入力電圧	V <sub>I</sub>		- 0.3 ~ V <sub>DD</sub> + 0.3 <sup>注1</sup>	V
出力電圧	V <sub>O</sub>	P00-P07, P20-P27, P40-P47	- 0.3 ~ V <sub>DD</sub> + 0.3 <sup>注1</sup>	V
ハイ・レベル出力電流	I <sub>OH</sub>	P23/TO600端子	- 30	mA
		1端子 (P23/TO600除く)	- 10	mA
		全端子合計 (P23/TO600除く)	- 30	mA
ロウ・レベル出力電流	I <sub>OL</sub>	1端子	30	mA
		全端子合計 (P23/TO600除く)	80	mA
動作周囲温度	T <sub>A</sub>	通常動作時	- 40 ~ + 85	
		フラッシュ・メモリ・プログラミング時	10 ~ 40	
保存温度	T <sub>stg</sub>	μ PD78908x	- 65 ~ + 150	
		μ PD78F9088	- 40 ~ + 125	

注1. 6.5 V以下

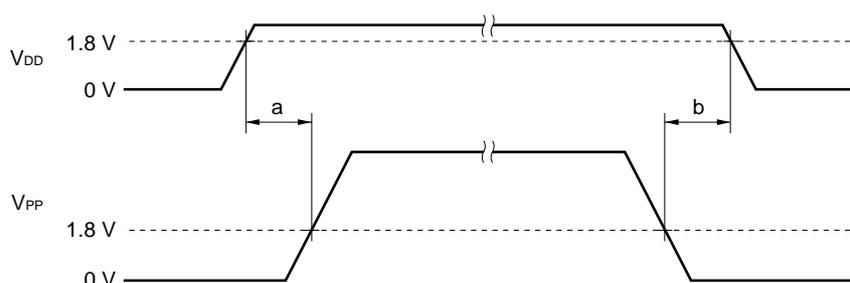
2. フラッシュ・メモリ書き込み時, V<sub>PP</sub>の電圧印加タイミングについては, 必ず次の条件を満たしてください。

・電源電圧立ち上がり時

V<sub>DD</sub>が動作電圧範囲の下限電圧(1.8 V)に達してから10 μs以上経過後, V<sub>PP</sub>がV<sub>DD</sub>を越えること(下図のa)。

・電源電圧立ち下がり時

V<sub>PP</sub>がV<sub>DD</sub>の動作電圧範囲の下限電圧(1.8 V)を下回ってから10 μs以上経過後, V<sub>DD</sub>を立ち下げること(下図のb)。



**注意** 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。必ずこの定格値を越えない状態で, 製品をご使用ください。

**備考** 特に指定がないかぎり, 兼用端子の特性はポート端子の特性と同じです。

システム・クロック発振回路特性 ( $T_A = -40 \sim +85$  ,  $V_{DD} = 1.8 \sim 5.5$  V)

発振子	推奨回路	項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
セラミック 発振子		発振周波数 ( $f_x$ ) <sup>注1</sup>		1.0		5.0	MHz
		発振安定時間 <sup>注2</sup>	$V_{DD}$ が発振電圧範囲のMIN.に達したあと			4	ms
水晶振動子		発振周波数 <sup>注1</sup>		1.0		5.0	MHz
		発振安定時間 <sup>注2</sup>	$V_{DD}$ が発振電圧範囲のMIN.に達したあと			30	ms
外部クロック		X1入力周波数 ( $f_x$ ) <sup>注1</sup>		1.0		5.0	MHz
		X1入力ハイ,ロウ・レベル幅 ( $t_{XH}, t_{XL}$ )		85		500	ns

注1. 発振回路の特性だけを示すものです。命令実行時間は、AC特性を参照してください。

- リセットまたはSTOPモード解除後、発振が安定するのに必要な時間です。発振ウエイト時間内に発振安定する振動子を使用してください。

注意 システム・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。

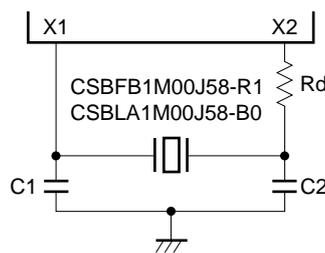
- ・配線は極力短くする。
- ・他の信号線と交差させない。
- ・変化する大電流が流れる線に接近させない。
- ・発振回路のコンデンサの接地点は、常に $V_{SS}$ と同電位になるようにする。
- ・大電流が流れるグランド・パターンに接地しない。
- ・発振回路から信号を取り出さない。

★ 推奨発振回路定数

セラミック発振子 (TA = -40 ~ +85 ) (μPD789086, 789088)

メーカー	品名	周波数 (MHz)	推奨回路定数 (pF)		発振電圧範囲 (V <sub>DD</sub> )		備考	
			C1	C2	MIN.	MAX.		
村田製作所 (標準品)	CSBFB1M00J58-R1 <sup>注</sup>	1.0	100	100	2.4	5.5	Rd = 1.0 kΩ	
	CSBLA1M00J58-B0 <sup>注</sup>							
	CSTCC2M00G56-R0	2.0	-	-	1.8	コンデンサ内蔵品		
	CSTLS2M00G56-B0							
	CSTCR4M00G53-R0	4.0	-	-	1.8			
	CSTLS4M00G53-B0							
	CSTCR4M19G53-R0	4.194	-	-	1.8			
	CSTLS4M19G53-B0							
	CSTCR4M91G53-R0	4.915	-	-	1.8			
	CSTLS4M91G53-B0							
	CSTCR5M00G53-R0	5.0	-	-	1.8			
	CSTLS5M00G53-B0							
TDK	FCR4.0MC5	4.0	-	-	2.5		5.5	コンデンサ内蔵品
	FCR4.19MC5	4.19						
	FCR5.0MC5	5.0						
京セラ	PBRC2.00AR-A	2.0	47	47	1.8	5.5	-	
	PBRC4.00HR	4.0	-	-			コンデンサ内蔵品	
	PBRC4.19HR	4.19						
	PBRC4.91HR	4.91						
	PBRC5.00HR	5.0						

注 セラミック発振子として村田製作所のCSBFB1M00J58-R1, CSBLA1M00J58-B0 (1.0 MHz) を使用する場合には、制限抵抗 (Rd = 1.0 kΩ) が必要です (下図参照)。その他の推奨発振子を使用する場合は制限抵抗は不要です。

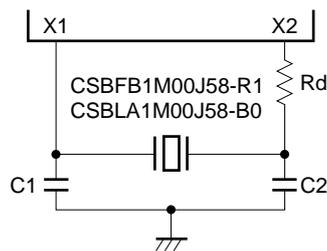


注意 この発振回路定数は発振子メーカーによる特定の環境下での評価に基づく参考値です。実アプリケーションにおいて発振回路特性の最適化が必要な場合は、実装回路上での評価を発振子メーカーに依頼してください。また、発振電圧、発振周波数はあくまで発振回路特性を示すものであり、μPD789086, 789088の内部動作条件についてはDC, AC特性の規格内で使用してください。

セラミック発振子 (TA = -40 ~ +85 ) (μ PD78F9088)

メーカー	品名	周波数 (MHz)	推奨回路定数 (pF)		発振電圧範囲 (V <sub>DD</sub> )		備考	
			C1	C2	MIN.	MAX.		
村田製作所 (標準品)	CSBFB1M00J58-R1 <sup>注</sup>	1.0	100	100	2.4	5.5	Rd = 1.0 kΩ	
	CSBLA1M00J58-B0 <sup>注</sup>							
	CSTCC2M00G56-R0	2.0	-	-	1.8	コンデンサ内蔵品		
	CSTLS2M00G56-B0							
	CSTCR4M00G53-R0	4.0	-	-	1.8			
	CSTLS4M00G53-B0							
	CSTCR4M19G53-R0	4.194	-	-	1.9			
	CSTLS4M19G53-B0							
	CSTCR4M91G53-R0	4.915	-	-	1.8			
	CSTLS4M91G53-B0							
	CSTCR5M00G53-R0	5.0	-	-	1.9			
	CSTLS5M00G53-B0							
村田製作所 (低電圧駆動 タイプ)	CSTLS4M91G53093-B0	4.915	-	-	1.8		5.5	コンデンサ内蔵品
	CSTLS5M00G53093-B0	5.0	-	-	1.8		5.5	コンデンサ内蔵品
TDK	FCR4.0MC5	4.0	-	-	2.5	5.5	コンデンサ内蔵品	
	FCR4.19MC5	4.19	-	-	2.5	5.5	コンデンサ内蔵品	
	FCR5.0MC5	5.0	-	-	2.5	5.5	コンデンサ内蔵品	
京セラ	PBRC2.00AR-A	2.0	47	47	1.8	5.5	-	
	PBRC4.00HR	4.0	-	-				
	PBRC4.19HR	4.19	-	-	1.8	5.5	コンデンサ内蔵品	
	PBRC4.91HR	4.91	-	-	1.8	5.5	コンデンサ内蔵品	
	PBRC5.00HR	5.0	-	-	1.8	5.5	コンデンサ内蔵品	

注 セラミック発振子として村田製作所のCSBFB1M00J58-R1, CSBLA1M00J58-B0 (1.0 MHz) を使用する場合には、制限抵抗 (Rd = 1.0 kΩ) が必要です (下図参照)。その他の推奨発振子を使用する場合は制限抵抗は不要です。



注意 この発振回路定数は発振子メーカーによる特定の環境下での評価に基づく参考値です。実アプリケーションにおいて発振回路特性の最適化が必要な場合は、実装回路上での評価を発振子メーカーに依頼してください。また、発振電圧、発振周波数はあくまで発振回路特性を示すものであり、μ PD78F9088の内部動作条件についてはDC, AC特性の規格内で使用してください。

DC特性 (TA = -40 ~ +85 , VDD = 1.8 ~ 5.5 V) (1/2)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
★ ロウ・レベル出力電流	IOL	1端子 (P23/TO600除く)			10	mA
		P23/TO600   VDD = 3.0 V, VOL = 1.0 V	7	15	24	mA
		全端子 (P23/TO600除く)			80	mA
★ ハイ・レベル出力電流	IOH	1端子 (P23/TO600除く)			- 1	mA
		P23/TO600   VDD = 3.0 V, VOH = 2.0 V	- 7	- 15	- 24	mA
		全端子 (P23/TO600除く)			- 15	mA
★ ハイ・レベル入力電圧	VIH1	P00-P07, P21, P23, P25-P27	VDD = 2.7 ~ 5.5 V	0.7 VDD	VDD	V
			VDD = 1.8 ~ 2.7 V	0.8 VDD	VDD	V
	VIH2	RESET, P20, P22, P24, P40-P47	VDD = 1.8 ~ 5.5 V	0.8 VDD	VDD	V
	VIH3	X1, X2	VDD - 0.1		VDD	V
★ ロウ・レベル入力電圧	VIL1	P00-P07, P21, P23, P25-P27	VDD = 2.7 ~ 5.5 V	0	0.3 VDD	V
			VDD = 1.8 ~ 2.7 V	0	0.2 VDD	V
	VIL2	RESET, P20, P22, P24, P40-P47	VDD = 1.8 ~ 5.5 V	0	0.2 VDD	V
	VIL3	X1, X2		0	0.1	V
★ ハイ・レベル出力電圧	VOH11	P00-P07, P20-P22, P24-P27, P40-P47	1.8 VDD 5.5 V, IOH = - 100 μA	VDD - 0.5		V
			1.8 VDD 5.5 V, IOH = - 500 μA	VDD - 0.7		V
	VOH21	P23/TO600	1.8 VDD 5.5 V, IOH = - 400 μA	VDD - 0.5		V
			1.8 VDD 5.5 V, IOH = - 2 mA	VDD - 0.7		V
★ ロウ・レベル出力電圧	VOL11	P00-P07, P20-P27, P40-P47	1.8 VDD 5.5 V, IOL = 400 μA		0.5	V
			1.8 VDD 5.5 V, IOL = 2 mA		0.7	V

備考 特に指定のないかぎり, 兼用端子の特性はポート端子の特性と同じです。

DC特性 (TA = -40 ~ +85 , VDD = 1.8 ~ 5.5 V) (2/2)

項目	略号	条件		MIN.	TYP.	MAX.	単位
ハイ・レベル入力リーク電流	ILIH1	VIN = VDD	P00-P07, P20-P27, P40-P47, $\overline{\text{RESET}}$			3	$\mu\text{A}$
	ILIH2		X1, X2			20	$\mu\text{A}$
ロウ・レベル入力リーク電流	ILIL1	VIN = 0 V	P00-P07, P20-P27, P40-P47, $\overline{\text{RESET}}$			- 3	$\mu\text{A}$
	ILIL2		X1, X2			- 20	$\mu\text{A}$
ソフトウェア・プルアップ抵抗	R1	P00-P07		50	100	200	k $\Omega$
	R2	P40-P47		20	35	50	k $\Omega$
★ 電源電流 <sup>注</sup> セラミック/クリスタル 発振 ( $\mu\text{PD78908x}$ )	IDD1	5.0 MHz 水晶発振動作モード	VDD = 5.5 V, PCC = 00H, CMC0 = 00H		1.6	2.5	mA
	IDD2	5.0 MHz 水晶発振HALTモード	VDD = 5.5 V, PCC = 00H, CMC0 = 00H		0.6	1.2	mA
	IDD3	STOPモード (POC回路動作時)	VDD = 5.5 V, PCC = 00H, CMC0 = 00H		1.5	10	$\mu\text{A}$
★ 電源電流 <sup>注</sup> セラミック/クリスタル 発振 ( $\mu\text{PD78F9088}$ )	IDD1	5.0 MHz 水晶発振動作モード	VDD = 5.5 V, PCC = 00H, CMC0 = 00H		5.0	10	mA
	IDD2	5.0 MHz 水晶発振HALTモード	VDD = 5.5 V, PCC = 00H, CMC0 = 00H		0.6	2.4	mA
	IDD3	STOPモード (POC回路動作時)	VDD = 5.5 V, PCC = 00H, CMC0 = 00H		2.0	20	$\mu\text{A}$

注 ポート電流 (内蔵プルアップ抵抗に流れる電流も含む) は含みません。

備考 特に指定のないかぎり, 兼用端子の特性はポート端子の特性と同じです。

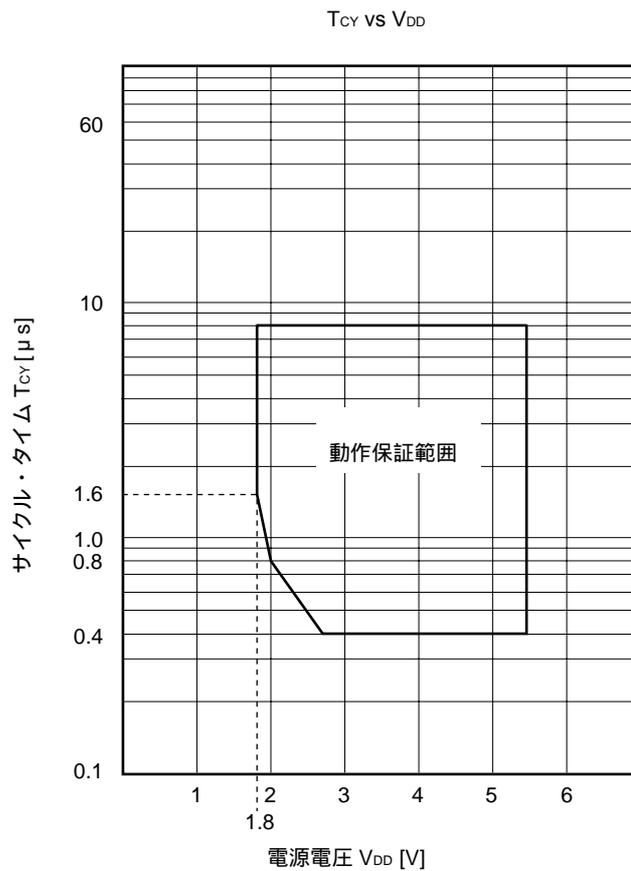
AC特性

(1) 基本動作 ( $T_A = -40 \sim +85$  ,  $V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$ )

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	
サイクル・タイム (最小命令実行時間)	$T_{CY}$	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$ <sup>注1</sup>	0.4		8	$\mu s$	
		$V_{DD} = 2.0 \sim 2.7 V$ <sup>注2</sup>	$\mu PD78908x$	0.8		8	$\mu s$
			$\mu PD78F9088$	0.8		8	$\mu s$
		$V_{DD} = 1.8 \sim 2.0 V$ <sup>注2</sup>	1.6		8	$\mu s$	
CPT20入力 ハイ, ロウ・レベル幅	$t_{CPH},$ $t_{CPL}$		10			$\mu s$	
割り込み入力 ハイ, ロウ・レベル幅	$t_{INTH},$ $t_{INTL}$	INTP0, INTP1	10			$\mu s$	
キー入力端子 ロウ・レベル幅	$t_{KRIL}$	KR00-KR07	10			$\mu s$	
$\overline{RESET}$ ロウ・レベル幅	$t_{RSL}$		10			$\mu s$	

注1. クロック逡倍回路による2逡倍クロックを使用する場合, 動作電圧範囲は2.0 V ~ 3.6 Vになります。

2. POC回路使用時は, POC電圧が最低動作電圧になります。



(2) シリアル・インタフェース (  $T_A = -40 \sim +85$  ,  $V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$  )

(i) 3線式シリアルI/Oモード (  $\overline{SCK20}$ ...内部クロック出力 )

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	
SCK20サイクル・タイム	$t_{KCY1}$	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	800			ns	
		$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$	3200			ns	
SCK20ハイ, ロウ・レベル幅	$t_{KH1}$ , $t_{KL1}$	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	$t_{KCY1}/2 - 50$			ns	
		$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$	$t_{KCY1}/2 - 150$			ns	
SI20セットアップ時間 ( 対SCK20 )	$t_{SIK1}$	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	150			ns	
		$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$	500			ns	
SI20ホールド時間 ( 対SCK20 )	$t_{KSI1}$	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	400			ns	
		$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$	600			ns	
SCK20 SO20 出力遅延時間	$t_{KSO1}$	$R = 1 k\Omega$ , $C = 100 pF$ <sup>注</sup>	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	0		250	ns
			$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$	0		1000	ns

注 R, Cは, SO出力ラインの負荷抵抗, 負荷容量です。

(ii) 3線式シリアルI/Oモード (  $\overline{SCK20}$ ...外部クロック入力 )

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	
SCK20サイクル・タイム	$t_{KCY2}$	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	800			ns	
		$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$	3200			ns	
SCK20ハイ, ロウ・レベル幅	$t_{KH2}$ , $t_{KL2}$	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	400			ns	
		$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$	1600			ns	
SI20セットアップ時間 ( 対SCK20 )	$t_{SIK2}$	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	100			ns	
		$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$	150			ns	
SI20ホールド時間 ( 対SCK20 )	$t_{KSI2}$	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	400			ns	
		$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$	600			ns	
SCK20 SO20 出力遅延時間	$t_{KSO2}$	$R = 1 k\Omega$ , $C = 100 pF$ <sup>注</sup>	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$	0		300	ns
			$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$	0		1000	ns

注 R, Cは, SO出力ラインの負荷抵抗, 負荷容量です。

(iii) UARTモード ( 専用ボー・レート・ジェネレータ出力 )

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
転送レート		$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5 V$			78125	bps
		$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5 V$			19531	bps

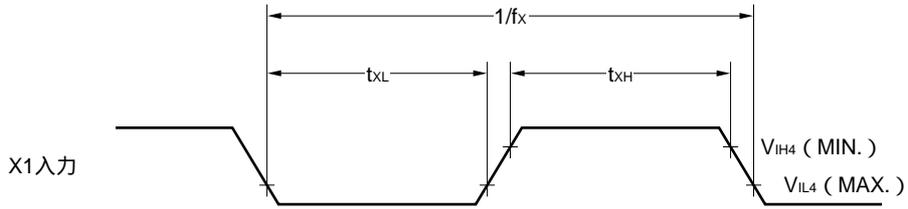
## (iv) UARTモード (外部クロック入力)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
ASCK20サイクル・ タイム	t <sub>KCY3</sub>	V <sub>DD</sub> = 2.7 ~ 5.5 V	800			ns
		V <sub>DD</sub> = 1.8 ~ 5.5 V	3200			ns
ASCK20 ハイ, ロウ・レベル幅	t <sub>KH3</sub> ,	V <sub>DD</sub> = 2.7 ~ 5.5 V	400			ns
	t <sub>KL3</sub>	V <sub>DD</sub> = 1.8 ~ 5.5 V	1600			ns
転送レート		V <sub>DD</sub> = 2.7 ~ 5.5 V			39063	bps
		V <sub>DD</sub> = 1.8 ~ 5.5 V			9766	bps
ASCK20立ち上がり, 立ち下がり時間	t <sub>R</sub> ,				1	μs
	t <sub>F</sub>					

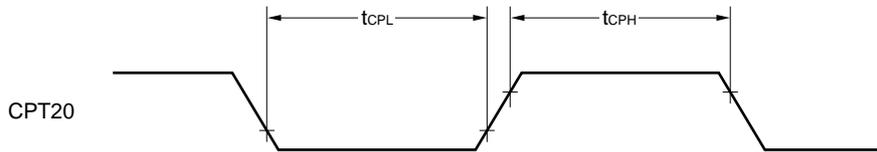
ACタイミング測定点 (X1入力を除く)



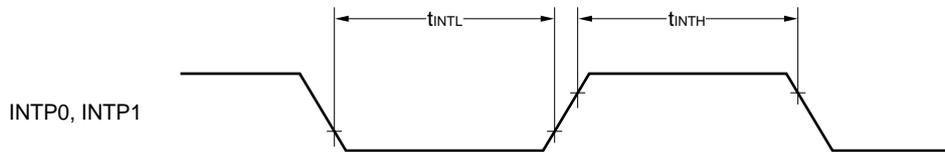
クロック・タイミング



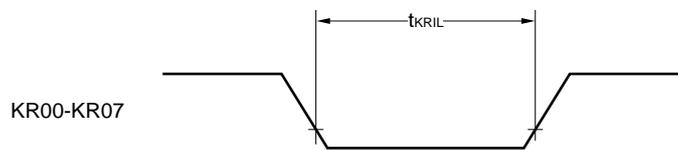
キャプチャ入力タイミング



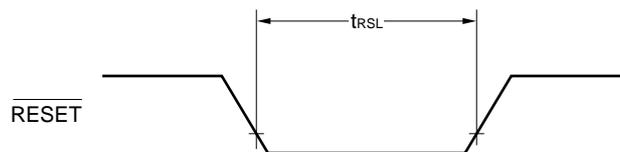
割り込み入力タイミング



キー・リターン入力タイミング

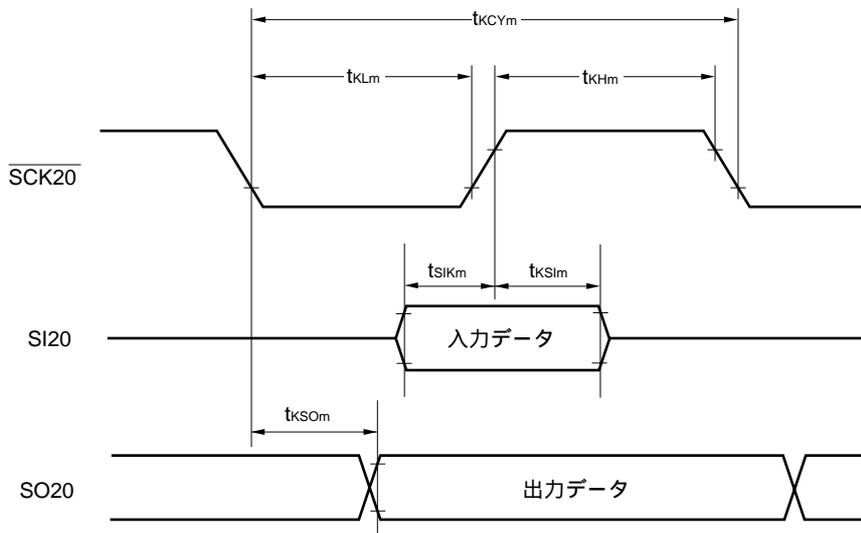


RESET入力タイミング



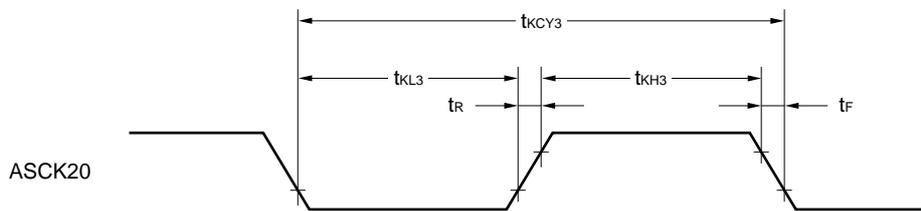
シリアル転送タイミング

3線式シリアルI/Oモード :



$m=1, 2$

UARTモード (外部クロック入力) :



データ・メモリSTOPモード低電源電圧データ保持特性 (TA = -40 ~ +85 , VDD = 1.8 ~ 5.5 V)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位		
データ保持電源電圧	VDDDR		1.2		5.5	V		
低電圧検出電圧	POC	VPOC	応答時間: 2 ms <sup>注1</sup>	μ PD78908x	2.0	2.15	2.3	V
				μ PD78F9088	2.0	2.15	2.3	V
	LVI	VLVI		1.4	1.5	1.6	V	
電源立ち上げ時間	tPth	VDD: 0 V 1.8 V	0.01		100	ms		
リリース信号セット時間	tSREL	RESET端子によるSTOP解除	10			μs		
発振安定ウエイト時間 <sup>注2</sup>	tWAIT	RESET端子による解除		2 <sup>15</sup> /fx		s		
		割り込み要求による解除		注3		s		

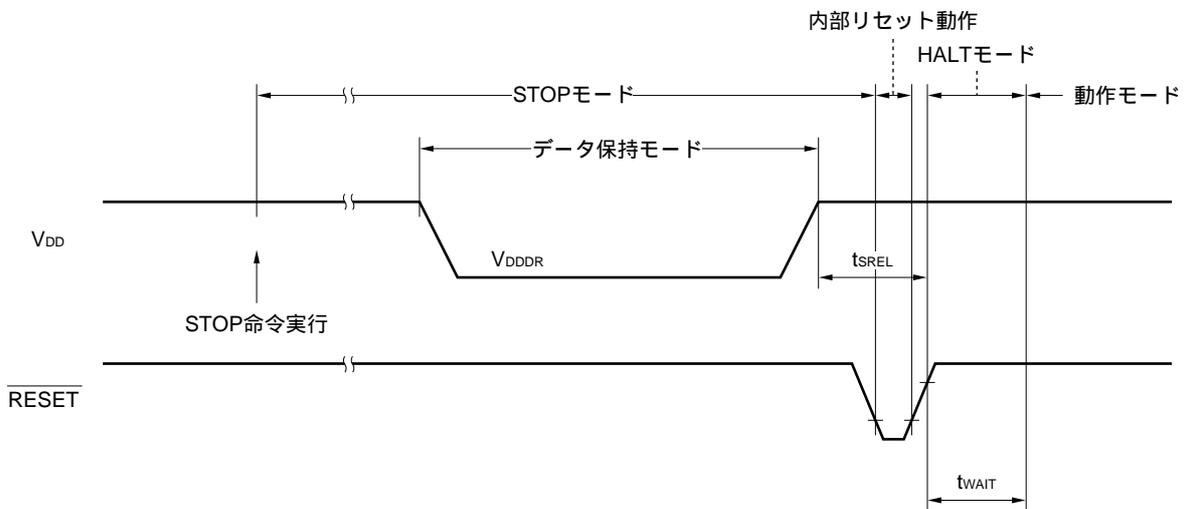
注1. 応答時間とは、POCが電圧を検出してから出力が反転するまでの時間、または停止状態から動作状態へ遷移したときの安定動作までの時間です。

2. 発振安定ウエイト時間は、発振開始時の不安定な動作を防ぐため、CPUの動作を停止しておく時間です。プログラムが動作するまでには、発振安定ウエイト時間に加えて発振成長の時間がかかります。

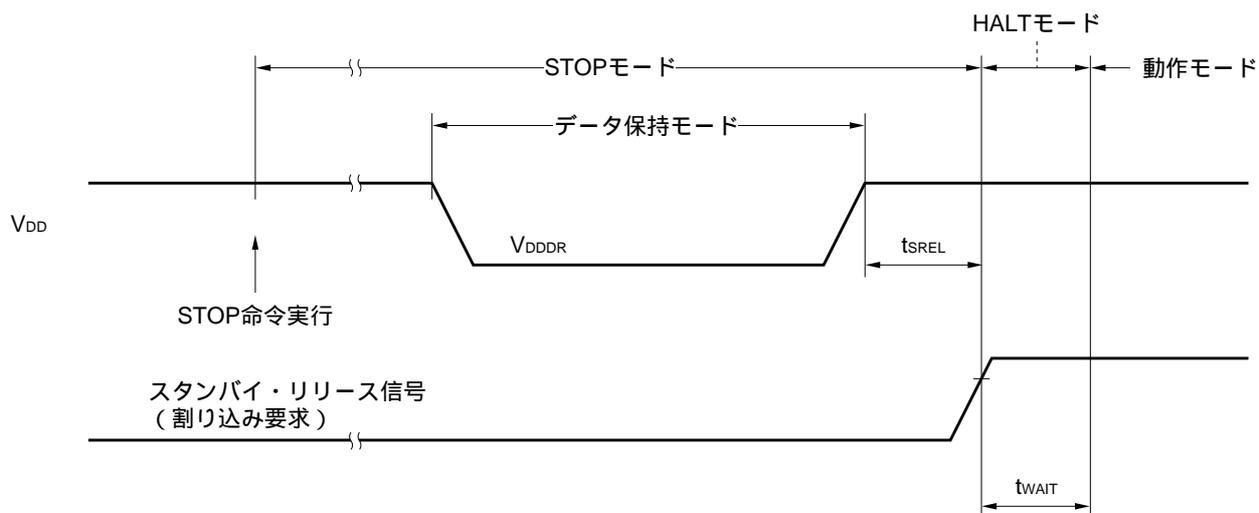
3. 発振安定時間選択レジスタ (OSTS) のビット0-2 (OSTS0-OSTS2) により、2<sup>12</sup>/fx、2<sup>15</sup>/fx、2<sup>17</sup>/fxの選択が可能です。

備考 fx: システム・クロック発振周波数

データ保持タイミング (RESETによるSTOPモード解除)



データ保持タイミング (スタンバイ・リリース信号：割り込み信号によるSTOPモード解除)



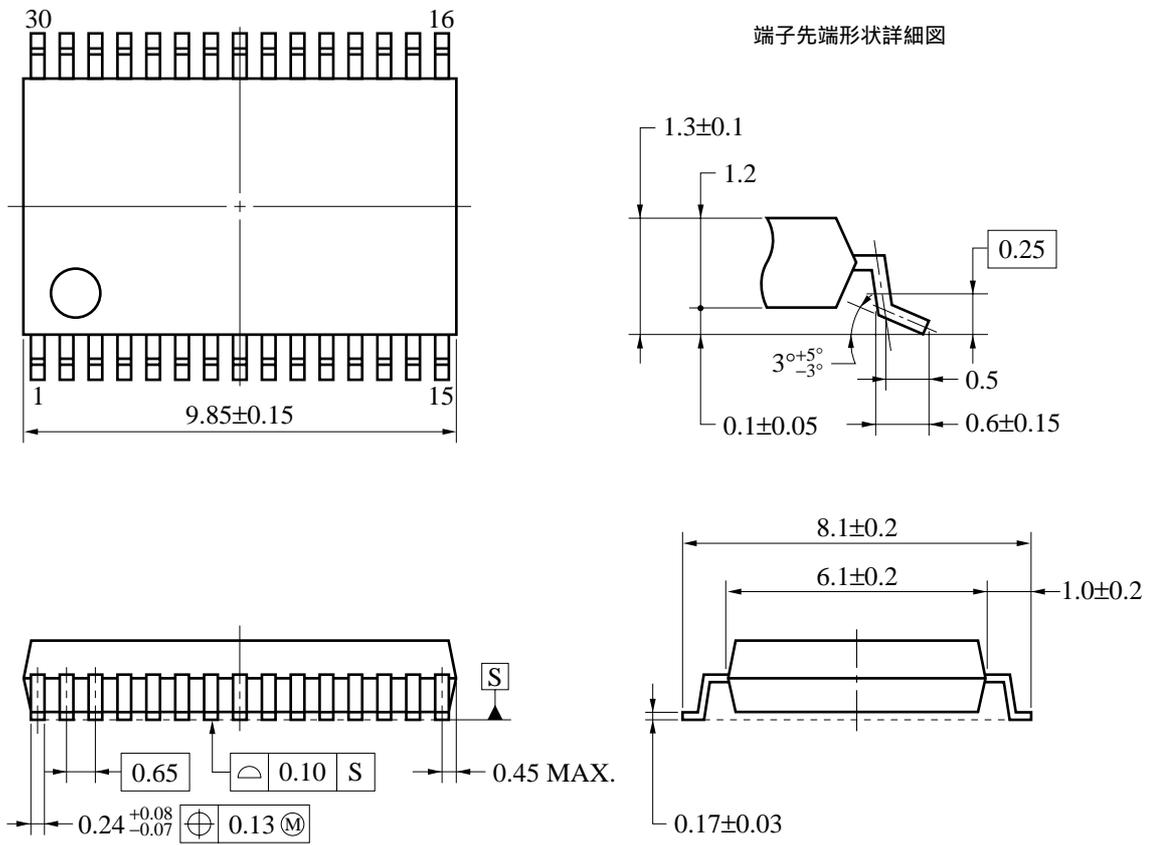
書き込み消去特性 ( $T_A = 10 \sim 40$  ,  $V_{DD} = 1.8 \sim 5.5$  V)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
書き込み動作周波数	fx	$V_{DD} = 2.7 \sim 5.5$ V	1		5	MHz
		$V_{DD} = 2.0 \sim 5.5$ V	1		2.5	MHz
		$V_{DD} = 1.8 \sim 5.5$ V	1		1.25	MHz
書き込み電流 ( $V_{DD}$ 端子)	$I_{DDW}$	$V_{PP}$ 電源電圧 = $V_{PP1}$ 時 (5.0 MHz動作時)			13 <sup>註</sup>	mA
書き込み電流 ( $V_{PP}$ 端子)	$I_{PPW}$	$V_{PP}$ 電源電圧 = $V_{PP1}$ 時			7.5	mA
消去電流 ( $V_{DD}$ 端子)	$I_{DDE}$	$V_{PP}$ 電源電圧 = $V_{PP1}$ 時 (5.0 MHz動作時)			13 <sup>註</sup>	mA
消去電流 ( $V_{PP}$ 端子)	$I_{PPE}$	$V_{PP}$ 電源電圧 = $V_{PP1}$ 時			100	mA
単位消去時間	$t_{er}$		1	1	1	s
Total消去時間	$t_{era}$				20	s
書き換え回数		消去 / 書き込みを1サイクルとする			20	回
$V_{PP}$ 電源電圧	$V_{PP0}$	通常モード時	0		$0.2 V_{DD}$	V
	$V_{PP1}$	フラッシュ・メモリ・プログラミング時	9.7	10.0	10.3	V

注 ポート電流 (内蔵プルアップ抵抗に流れる電流も含む) は含みません。

# 第19章 外形図

30ピン・プラスチック・SSOP (7.62 mm (300)) 外形図 (単位: mm)



S30MC-65-5A4-2

## 第20章 半田付け推奨条件

μ PD789088サブシリーズの半田付け実装は、次の推奨条件で実施してください。

なお、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、当社販売員にご相談ください。

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20 - 1 表面実装タイプの半田付け条件 (1/2)

μ PD789086MC-xxx-5A4 : 30ピン・プラスチックSSOP (7.62 mm (300) )

μ PD789088MC-xxx-5A4 : //

μ PD78F9088M1MC-5A4 : //

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：235 ，時間：30秒以内（210 以上）， 回数：2回以内，制限日数：3日間 <sup>注</sup> （以降125 プリベーク10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。	IR35-103-2
VPS	パッケージ・ピーク温度：215 ，時間：40秒以内（200 以上）， 回数：2回以内，制限日数：3日間 <sup>注</sup> （以降125 プリベーク10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。	VP15-103-2
ウエーブ・ソルダーリング	半田槽温度：260 以下，時間：10秒以内，回数：1回， 予備加熱温度：120 MAX.（パッケージ表面温度）， 制限日数：3日間 <sup>注</sup> （以降125 プリベーク10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。	WS60-103-1
端子部分加熱	端子温度：350 以下，時間：3秒以内（デバイス一辺当たり）	-

注 ドライパック開封後の保管日数で，保管状態は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，端子部分加熱方式は除く）。

★

表20 - 1 表面実装タイプの半田付け条件 (2/2)

μ PD789086MC- x x x -5A4-A : 30ピン・プラスチックSSOP (7.62 mm (300) )

μ PD789088MC- x x x -5A4-A : "

μ PD78F9088M1MC-5A4-A : "

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 <sup>注</sup> （以降は125 プリベーク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
ウェーブ・ソルダーリング	0.65mmピッチ以上のパッケージでは，ウェーブ・ソルダーリングも対応可能です。詳細については，当社販売員にご相談ください。	-
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，端子部分加熱方式は除く）。

備考 オーダ名称末尾「-A」の製品は，鉛フリー製品です。

## 付録A 開発ツール

μ PD789088サブシリーズ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おります。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

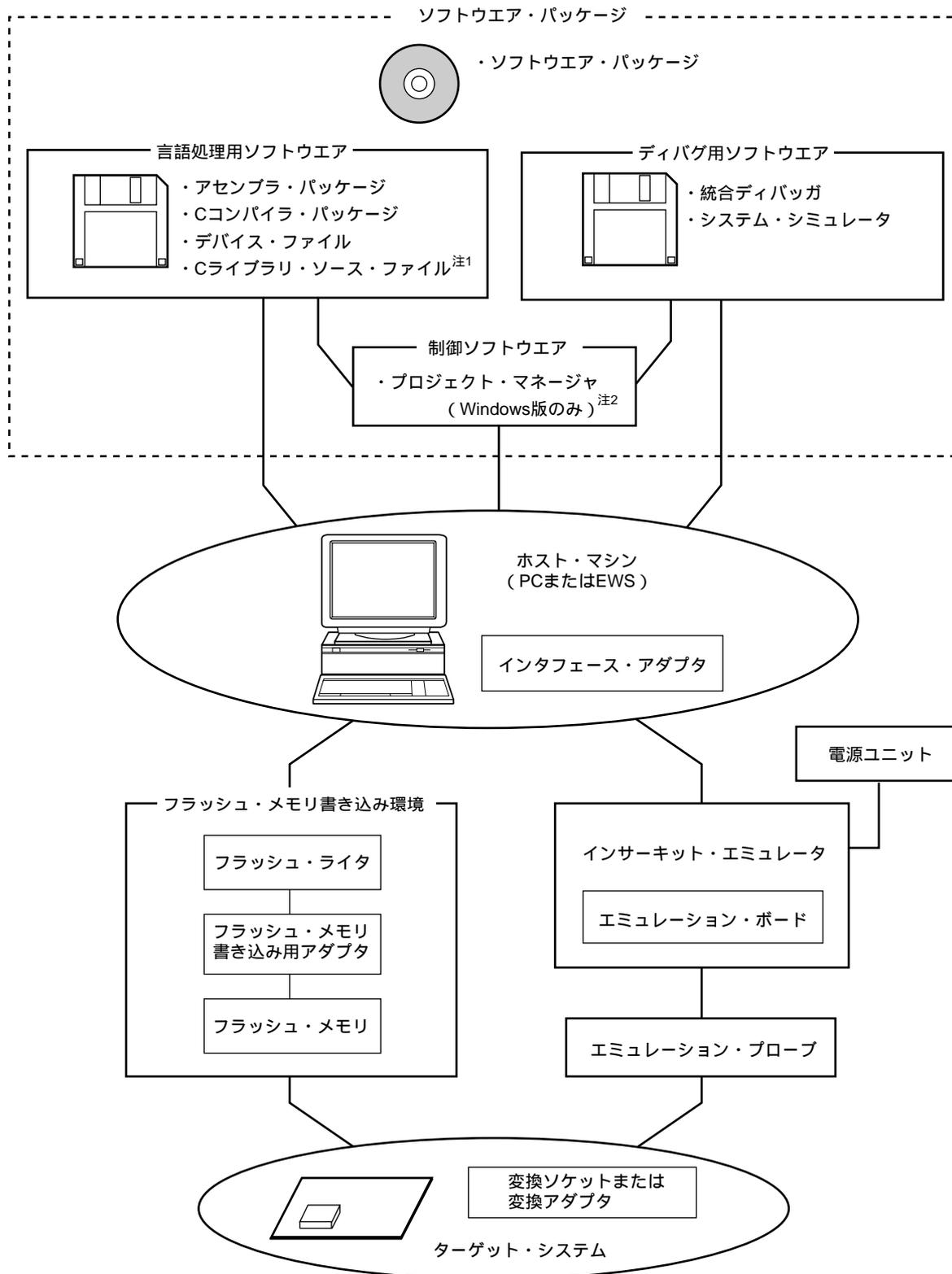
特に断りのないかぎり、IBM PC/AT<sup>TM</sup>互換機でサポートされている製品については、PC98-NXシリーズでも使用できます。PC98-NXシリーズを使用する場合は、IBM PC/AT互換機の説明を参照してください。

### Windows<sup>®</sup>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 3.1
- Windows 95
- Windows 98
- Windows NT<sup>®</sup> Ver. 4.0
- Windows 2000
- Windows XP

図A-1 開発ツール構成



注1. Cライブラリ・ソース・ファイルは、ソフトウェア・パッケージには含まれていません。

2. プロジェクト・マネージャは、アセンブラ・パッケージに入っています。  
また、Windows以外ではプロジェクト・マネージャは使用しません。

## A.1 ソフトウェア・パッケージ

SP78K0S ソフトウェア・パッケージ	78K0Sシリーズ開発用の各種ソフトウェア・ツールを1つにパッケージングしたものです。 次のツールが入っています。 RA78K0S, CC78K0S, ID78K0S-NS, SM78K0S, デバイス・ファイル各種 オーダ名称: $\mu S \times \times \times \times$ SP78K0S
-------------------------	--

備考 オーダ名称の  $\times \times \times \times$  は、使用するOSにより異なります。

$\mu S \times \times \times \times$  SP78K0S

$\times \times \times \times$	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.2 言語処理用ソフトウェア

RA78K0S アセンブラ・パッケージ	二モニック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。 このほかに、シンボル・テーブルの生成、分岐命令の最適化処理などを自動的に行う機能を備えています。別売のデバイス・ファイル (DF789088) と組み合わせて使用します。 <PC環境で使用する場合の注意> アセンブラ・パッケージはDOSベースのアプリケーションですが、Windows上でプロジェクト・マネージャ (アセンブラ・パッケージに含まれています) を使用することにより、Windows環境でも使用できます。 オーダ名称: $\mu S \times \times \times \times$ RA78K0S
CC78K0S 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。 別売のアセンブラ・パッケージ (RA78K0S) およびデバイス・ファイル (DF789088) と組み合わせて使用します。 <PC環境で使用する場合の注意> Cコンパイラ・パッケージはDOSベースのアプリケーションですが、Windows上でプロジェクト・マネージャ (アセンブラ・パッケージに含まれています) を使用することにより、Windows環境でも使用できます。 オーダ名称: $\mu S \times \times \times \times$ CC78K0S
DF789088 <sup>注1</sup> 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。 別売のRA78K0S, CC78K0S, ID78K0S-NS, SM78K0Sと組み合わせて使用します。 オーダ名称: $\mu S \times \times \times \times$ DF789088
CC78K0S-L <sup>注2</sup> Cライブラリ・ソース・ファイル	Cコンパイラ・パッケージに含まれているオブジェクト・ライブラリを構成する関数のソース・ファイルです。 Cコンパイラ・パッケージに含まれているオブジェクト・ライブラリをお客様の仕様にあわせて変更する場合に必要です。 ソース・ファイルのため、動作環境はOSに依存しません。 オーダ名称: $\mu S \times \times \times \times$ CC78K0S-L

注1. DF789088は、RA78K0S, CC78K0S, ID78K0S-NS, SM78K0Sのすべての製品に共通に使用できます。

2. CC78K0S-Lは、ソフトウェア・パッケージ (SP78K0S) には含まれていません。

備考 オータ名称の××××は、使用するホスト・マシン、OSにより異なります。

μS××××RA78K0S

μS××××CC78K0S

××××	ホスト・マシン	OS	供給媒体
AB13	PC-9800シリーズ, IBM PC/AT互換機	日本語Windows	3.5インチ2HD FD
BB13		英語Windows	
AB17		日本語Windows	CD-ROM
BB17		英語Windows	
3P17	HP9000シリーズ700 <sup>TM</sup>	HP-UX <sup>TM</sup> ( Rel.10.10 )	
3K17	SPARCstation <sup>TM</sup>	SunOS <sup>TM</sup> ( Rel.4.1.4 ) , Solaris <sup>TM</sup> ( Rel.2.5.1 )	

μS××××DF789088

μS××××CC78K0S-L

××××	ホスト・マシン	OS	供給媒体
AB13	PC-9800シリーズ, IBM PC/AT互換機	日本語Windows	3.5インチ2HD FD
BB13		英語Windows	
3P16	HP9000シリーズ700	HP-UX ( Rel.10.10 )	DAT
3K13	SPARCstation	SunOS ( Rel.4.1.4 ) ,	3.5インチ2HD FD
3K15		Solaris ( Rel.2.5.1 )	1/4インチCGMT

### A. 3 制御ソフトウェア

★ PM plus 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 plus上から、エディタの起動、ビルド、デバッグの起動など、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。 <b>&lt;注意&gt;</b> PM plusはアセンブラ・パッケージ ( RA78K0S ) 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 フラッシュ・メモリ書き込み用ツール

Flashpro ( FL-PR3, PG-FP3 ) Flashpro ( FL-PR4, 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
FA-30MC 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。Flashpro またはFlashpro に接続して使用します。 FA-30MC : 30ピン・プラスチックSSOP ( MC-5A4タイプ ) 用

備考 FL-PR3, FL-PR4, FA-30MC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 ( 045 ) 475-4191 )

## A.5 ディバグ用ツール(ハードウェア)

IE-78K0S-NS インサーキット・エミュレータ	78K/0Sシリーズを使用する応用システムを開発する際に、ハードウェア、ソフトウェアをディバグするためのインサーキット・エミュレータ。統合ディバガ(ID78K0S-NS)に対応しています。ACアダプタ、エミュレーション・プローブおよび、ホスト・マシンと接続するためのインタフェース・アダプタと組み合わせて使用します。	
IE-78K0S-NS-A インサーキット・エミュレータ	IE-78K0S-NSの機能にカバレッジ機能が追加され、トレーサ機能、タイマ機能が強化されるなど、ディバグ機能がより強化されています。	
IE-70000-MC-PS-B ACアダプタ	AC100~240Vのコンセントから電源を供給するためのアダプタ	
IE-70000-98-IF-C インタフェース・アダプタ	ホスト・マシンとしてPC-9800シリーズ(ノート型パソコンを除く)を使用するときに必要なアダプタ(Cバス対応)	
IE-70000-CD-IF-A PCカード・インタフェース	ホスト・マシンとしてノート型パソコンを使用するときに必要なPCカードとインタフェース・ケーブル(PCMCIAソケット対応)	
IE-70000-PC-IF-C インタフェース・アダプタ	ホスト・マシンとしてIBM PC/AT互換機を使用するときに必要なアダプタ(ISAバス対応)	
IE-70000-PCI-IF-A インタフェース・アダプタ	ホスト・マシンとしてPCIバスを内蔵したパソコンを使用するときに必要なアダプタ	
IE-789088-NS-EM1 エミュレーション・ボード	デバイスに固有な周辺ハードウェアをエミュレーションするためのボード。インサーキット・エミュレータと組み合わせて使用します。	
NP-36GS NP-H36GS エミュレーション・プローブ	インサーキット・エミュレータとターゲット・システムを接続するためのケーブルです。30ピン・プラスチックSSOP(MC-5A4)に対応させる時は、NGS-30と組み合わせて使用します。	
	NGS-30 変換ソケット	30ピン・プラスチックSSOP(MC-5A4タイプ)を実装できるように作られたターゲット・システムの基板とNP-36GSまたはNP-H36GSを接続するための変換ソケット
NP-30MC エミュレーション・プローブ	インサーキット・エミュレータとターゲット・システムを接続するためのケーブルです。YSPACK30BK, NSPACK30BKと組み合わせて使用します。	
	YSPACK30BK, NSPACK30BK 変換アダプタ	30ピン・プラスチックSSOP(MC-5A4タイプ)を実装できるように作られたターゲット・システムの基板とNP-30MCを接続するための変換アダプタ

備考1. NP-36GS, NP-H36GS, NP-30MC, NGS-30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 (045) 475-4191)

2. YSPACK30BK, NSPACK30BKは、東京エレクトック株式会社の製品です。

問い合わせ先：大丸興業株式会社 東京電子部 (TEL (03) 3820-7112)

大阪電子部 (TEL (06) 6244-6672)

## A.6 デバッグ用ツール(ソフトウェア)

ID78K0S-NS 統合ディバッガ	78K/0Sシリーズ用のインサーキット・エミュレータ IE-78K0S-NS, IE-78K0S-NS-Aに対応したディバッガです。ID78K0S-NSは、Windowsベースのソフトウェアです。 C言語対応のディバッガ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。 別売のデバイス・ファイル(DF789088)と組み合わせて使用します。 オーダ名称: $\mu S \times \times \times \times$ ID78K0S-NS
SM78K0S システム・シミュレータ	78K/0Sシリーズ用のシステム・シミュレータです。SM78K0S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・レベルでのディバッガが可能です。 SM78K0S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。 別売のデバイス・ファイル(DF789088)と組み合わせて使用します。 オーダ名称: $\mu S \times \times \times \times$ SM78K0S
DF789088 <sup>注</sup> 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。 別売のRA78K0S, CC78K0S, ID78K0S-NS, SM78K0Sと組み合わせて使用します。 オーダ名称: $\mu S \times \times \times \times$ DF789088

注 DF789088は、RA78K0S, CC78K0S, ID78K0S-NS, SM78K0Sのすべての製品に共通に使用できます。

備考 オーダ名称の $\times \times \times \times$ は、使用するOS、供給媒体により異なります。

$\mu S \times \times \times \times$  ID78K0S-NS

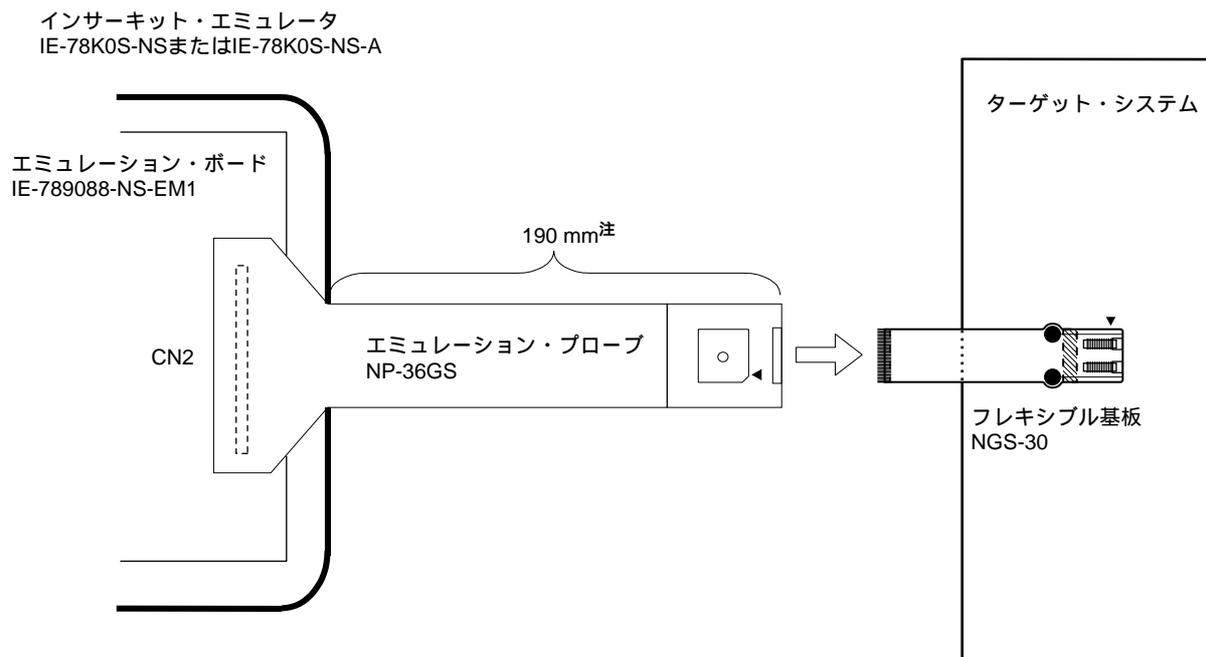
$\mu S \times \times \times \times$  SM78K0S

$\times \times \times \times$	ホスト・マシン	OS	供給媒体
AB13	PC-9800シリーズ, IBM PC/AT互換機	日本語Windows	3.5インチ2HD FD
BB13		英語Windows	
AB17	IBM PC/AT互換機	日本語Windows	CD-ROM
BB17		英語Windows	

## 付録B ターゲット・システム設計上の注意

エミュレーション・プローブとフレキシブル基板，変換アダプタとの接続条件図を以下に示します。この構成によってターゲット・システム上に実装する部品の形状などを考慮してシステム設計をしてください。

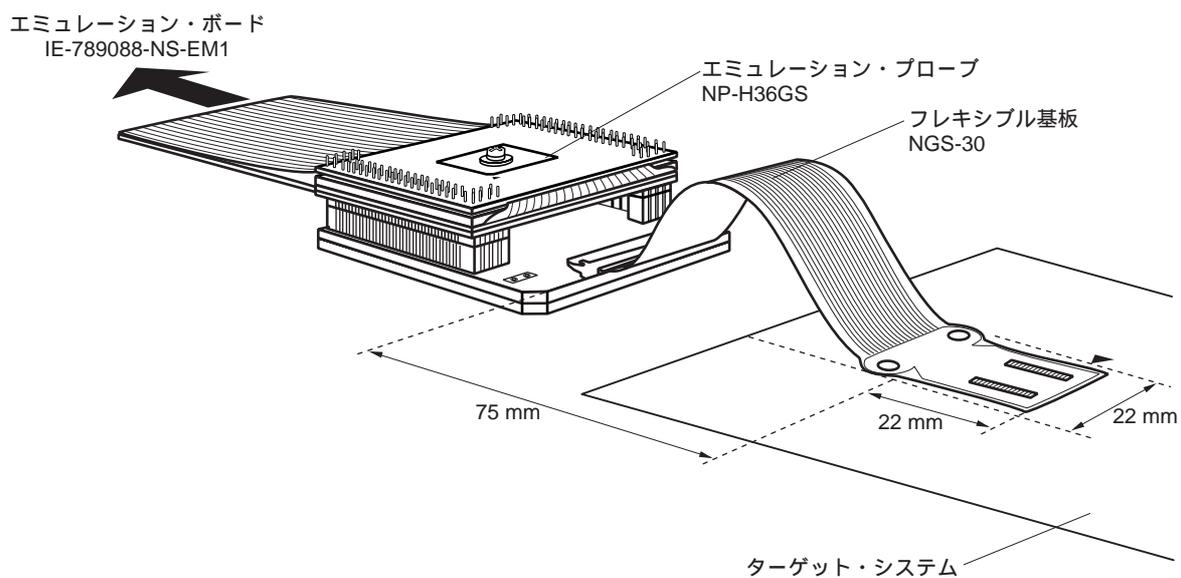
図B - 1 インサーキット・エミュレータからフレキシブル基板までの距離 (NP-36GSの場合)



注 NP-36GSの場合の距離です。NP-H36GSの場合は，390 mmです。

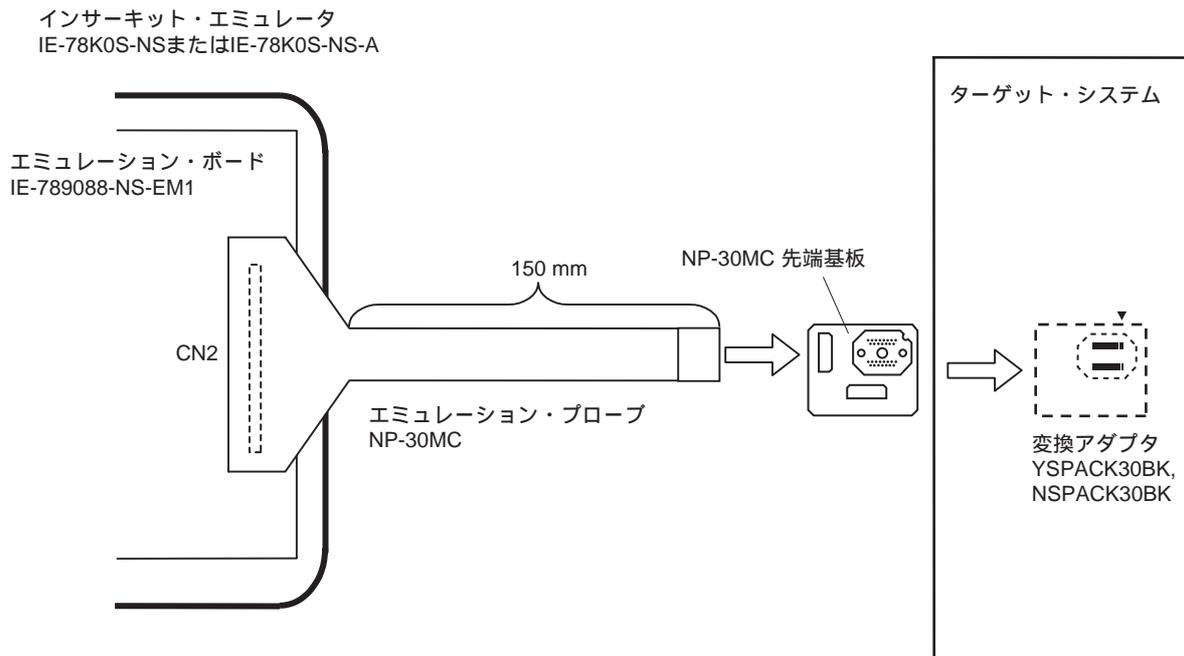
備考 NP-36GS, NP-H36GSおよびNGS-30は，株式会社内藤電誠町田製作所の製品です。

図B - 2 ターゲット・システムの接続条件 (NP-H36GSの場合)



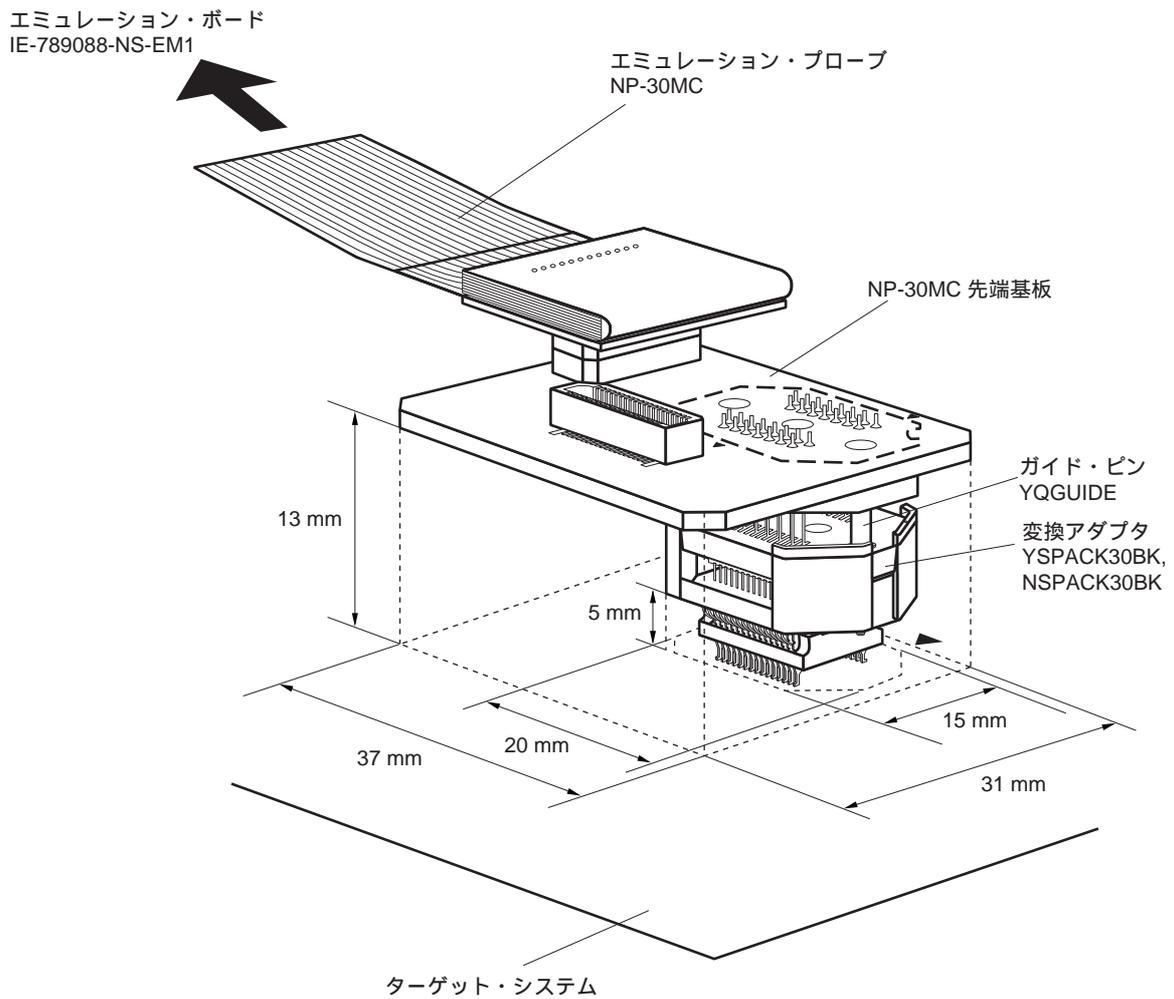
**備考** NP-H36GS, NGS-30は, 株式会社内藤電誠町田製作所の製品です。

図B - 3 インサーキット・エミュレータから変換アダプタまでの距離 (NP-30MCの場合)



**備考** NP-30MCは、株式会社内藤電誠町田製作所の製品です。  
YSPACK30BK, NSPACK30BKは、東京エレテック株式会社の製品です。

図B-4 ターゲット・システムの接続条件 (NP-30MCの場合)



**備考** NP-30MCは、株式会社内藤電誠町田製作所の製品です。

YSPACK30BK, NSPACK30BK, YQGUIDEは、東京エレテック株式会社の製品です。

## 付録C レジスタ索引

### C.1 レジスタ索引 (50音順)

#### 【あ行】

- 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20 (ASIS20) ... 143
- 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20 (ASIM20) ... 141
- ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ (WDTM) ... 132

#### 【か行】

- 外部割り込みモード・レジスタ0 (INTM0) ... 184
- キー・リターン・モード・レジスタ0 (KRM0) ... 186
- キャリア・ジェネレータ出力コントロール・レジスタ60 (TCA60) ... 102
- クロック逡倍コントロール・レジスタ (CMC0) ... 74

#### 【さ行】

- 16ビット・キャプチャ・レジスタ20 (TCP20) ... 82
- 16ビット・コンペア・レジスタ20 (CR20) ... 82
- 16ビット・タイマ・カウンタ20 (TM20) ... 82
- 16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20 (TMC20) ... 83
- 受信バッファ・レジスタ20 (RXB20) ... 138
- シリアル動作モード・レジスタ20 (CSIM20) ... 139
- 送信シフト・レジスタ20 (TXS20) ... 138

#### 【た行】

- タイマ・クロック選択レジスタ2 (TCL2) ... 131
- TM50ソース・クロック・コントロール・レジスタ (ADSC5) ... 100
- 低電圧検出レジスタ10 (LVIF10) ... 176

#### 【は行】

- 8ビットH幅コンペア・レジスタ60 (CRH60) ... 95
- 8ビット・コンペア・レジスタ50 (CR50) ... 95
- 8ビット・コンペア・レジスタ60 (CR60) ... 95
- 8ビット・コンペア・レジスタ80 (CR80) ... 124
- 8ビット・タイマ・カウンタ50 (TM50) ... 96
- 8ビット・タイマ・カウンタ60 (TM60) ... 96
- 8ビット・タイマ・カウンタ80 (TM80) ... 124
- 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ50 (TMC50) ... 98
- 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ60 (TMC60) ... 100
- 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80 (TMC80) ... 125

発振安定時間選択レジスタ (OSTS) ...	194
パワーオン・クリア・レジスタ10 (POCF10) ...	173
ブルアップ抵抗オプション・レジスタB0 (PUB0) ...	69
ブルアップ抵抗オプション・レジスタB4 (PUB4) ...	69
プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ (PCC) ...	73
ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20 (BRGC20) ...	144
ポート・モード・レジスタ0 (PM0) ...	68
ポート・モード・レジスタ2 (PM2) ...	68, 84, 103
ポート・モード・レジスタ4 (PM4) ...	68
ポート0 (P0) ...	60
ポート2 (P2) ...	61
ポート4 (P4) ...	66

**[ ら行 ]**

REM信号コントロール・レジスタ (RSCR0) ...	103
------------------------------	-----

**[ わ行 ]**

割り込みマスク・フラグ・レジスタ0, 1 (MK0, MK1) ...	183
割り込み要求フラグ・レジスタ0, 1 (IF0, IF1) ...	182

## C.2 レジスタ索引 (アルファベット順)

### [A]

- ADSC5 : TM50ソース・クロック・コントロール・レジスタ ... 100
- ASIM20 : アシクロナス・シリアル・インタフェース・モード・レジスタ20 ... 141
- ASIS20 : 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20 ... 143

### [B]

- BRGC20 : ボー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20 ... 144

### [C]

- CMC0 : クロック逡倍コントロール・レジスタ ... 74
- CR20 : 16ビット・コンペア・レジスタ20 ... 82
- CR50 : 8ビット・コンペア・レジスタ50 ... 95
- CR60 : 8ビット・コンペア・レジスタ60 ... 95
- CR80 : 8ビット・コンペア・レジスタ80 ... 124
- CRH60 : 8ビットH幅コンペア・レジスタ60 ... 95
- CSIM20 : シリアル動作モード・レジスタ20 ... 139

### [I]

- IF0 : 割り込み要求フラグ・レジスタ0 ... 182
- IF1 : 割り込み要求フラグ・レジスタ1 ... 182
- INTM0 : 外部割り込みモード・レジスタ0 ... 184

### [K]

- KRM0 : キー・リターン・モード・レジスタ0 ... 186

### [L]

- LVIF10 : 低電圧検出レジスタ10 ... 176

### [M]

- MK0 : 割り込みマスク・フラグ・レジスタ0 ... 183
- MK1 : 割り込みマスク・フラグ・レジスタ1 ... 183

### [O]

- OSTS : 発振安定時間選択レジスタ ... 194

### [P]

- P0 : ポート0 ... 60
- P2 : ポート2 ... 61
- P4 : ポート4 ... 66
- PCC : プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタ ... 73
- PM0 : ポート・モード・レジスタ0 ... 68

PM2	: ポート・モード・レジスタ2 ...	68, 84, 103
PM4	: ポート・モード・レジスタ4 ...	68
POCF10	: パワーオン・クリア・レジスタ10 ...	173
PUB0	: プルアップ抵抗オプション・レジスタB0 ...	69
PUB4	: プルアップ抵抗オプション・レジスタB4 ...	69

**[ R ]**

RSCR0	: REM信号コントロール・レジスタ ...	103
RXB20	: 受信バッファ・レジスタ20 ...	138

**[ T ]**

TCA60	: キャリア・ジェネレータ出力コントロール・レジスタ60 ...	102
TCL2	: タイマ・クロック選択レジスタ2 ...	131
TCP20	: 16ビット・キャプチャ・レジスタ20 ...	82
TM20	: 16ビット・タイマ・カウンタ20 ...	82
TM50	: 8ビット・タイマ・カウンタ50 ...	96
TM60	: 8ビット・タイマ・カウンタ60 ...	96
TM80	: 8ビット・タイマ・カウンタ80 ...	124
TMC20	: 16ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ20 ...	83
TMC50	: 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ50 ...	98
TMC60	: 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ60 ...	100
TMC80	: 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80 ...	125
TXS20	: 送信シフト・レジスタ20 ...	138

**[ W ]**

WDTM	: ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ ...	132
------	----------------------------	-----

## 付録D 改版履歴

### ★ D.1 本版で改訂された主な箇所

( 1/2 )

箇 所	内 容
p.54	<b>第3章 CPUアーキテクチャ</b> ・ 3.4.2 ショート・ダイレクト・アドレッシングの【記述例】を変更
p.89	<b>第6章 16ビット・タイマ20</b> ・ 6.5 16ビット・タイマ20の注意事項の記述を修正
p.93, 94, 95, 102, 116, 118, 122	<b>第7章 8ビット・タイマ50, 60</b> ・ 図7-1 タイマ50のブロック図を修正 ・ 図7-2 タイマ60のブロック図を修正 ・ 図7-3 出力制御回路(タイマ60)のブロック図を修正 ・ 7.3(4) キャリア・ジェネレータ出力コントロール・レジスタ60(TCA60)の注意を変更 ・ 7.4.3 キャリア・ジェネレータとしての動作の記述を変更 ・ 図7-20 キャリア・ジェネレータの動作タイミング(CR60 = N, CRH60 = M(M < N)設定時)に備考2を追加 ・ 7.5(1) タイマ・スタート時の誤差の記述を変更
p.128	<b>第8章 8ビット・タイマ80</b> ・ 8.5(1) タイマ・スタート時の誤差の記述を変更
p.136, 140, 145, 147, 151, 158, 159, 160, 164, 166, 169	<b>第10章 シリアル・インタフェース20</b> ・ 図10-1 シリアル・インタフェース20のブロック図を修正 ・ 図10-3 シリアル動作モード・レジスタ20のフォーマットに注意3を追加 ・ 10.3(4) ポー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20(BRGC20)に記述を追加 ・ 10.3(4)に(d)システム・クロックによる3線式シリアルI/Oモードのシリアル・クロックの生成, (e)タイマ60の方形波出力による3線式シリアルI/Oモードのシリアル・クロックの生成を追加 ・ 10.4.2(1)(a)シリアル動作モード・レジスタ20(CSIM20)に注意2を追加 ・ 10.4.2(2)(b)パリティの種類と動作の記述を修正 ・ 10.4.2(2)(c)送信の記述を修正 ・ 10.4.2(2)(d)受信の記述を修正 ・ 10.4.3(1)(a)シリアル動作モード・レジスタ20(CSIM20)に注意3を追加 ・ 10.4.3(1)(c)に(i)システム・クロックによる3線式シリアルI/Oモードのシリアル・クロックの生成, (ii)タイマ60の方形波出力による3線式シリアルI/Oモードのシリアル・クロックの生成を追加 ・ 図10-11 3線式シリアルI/Oモードのタイミング(iv)スレーブ動作(DAP20 = 0, CKP20 = 1設定時)を修正
p.178	<b>第13章 割り込み機能</b> ・ 13.1 割り込み機能の種類記述を修正
p.226, 228	<b>第18章 電気的特性</b> ・ 推奨発振回路定数を追加 ・ DC特性のロウ・レベル出力電流, ハイ・レベル出力電流の値を変更

箇所	内容
修正版 (U15332JJ3V1UD00) で改版された主な箇所	
p.72, 74	<b>第5章 クロック発生回路</b> ・クロック逡倍コントロール・レジスタ (CMC0) のビット名称を変更
p.229	<b>第18章 電気的特性</b> ・DC特性の電源電流に条件を追加
修正版 (U15332JJ3V2UD00) で改訂された主な箇所	
p.22, 23	<b>第1章 概説</b> ・鉛フリー製品を追加
p.240	<b>第20章 半田付け推奨条件</b> ・表20-1 表面実装タイプの半田付け条件で、鉛フリー製品の半田付け条件を追加

## D.2 前版までの改版履歴

前版までの改版履歴を次に示します。なお、適用箇所は各版での章を示します。

版数	前版からの改版内容	適用箇所
第2版	関連資料を最新版に修正	はじめに
	1.5 78K/0Sシリーズの展開で、製品展開図を最新版に修正	第1章 概説
	2.2.8 VPP ( $\mu$ PD78F9088のみ)、表2-1 各端子の入出力回路タイプと未使用端子の処理で、VPPの端子処理を変更	第2章 端子機能
	図5-2 プロセッサ・クロック・コントロール・レジスタのフォーマット、 5.5 クロック発生回路の動作で、最小命令実行時間の表示の仕方を修正	第5章 クロック発生回路
	6.4.1 タイマ割り込みとしての動作の記述を修正	第6章 16ビット・タイマ20
	10.4.2 (2) (f) 受信データの読み出しの説明を追加	第10章 シリアル・インタフェース20
	10.4.3 (1) (c) ボー・レート・ジェネレータ・コントロール・レジスタ20で、 タイマ60出力を追加	
	16.1 フラッシュ・メモリの特徴で、フラッシュ・メモリ・プログラミングに関する内容を全面改定	第16章 $\mu$ PD78F9088
	電気的特性を追加	第18章 電気的特性
	外形図を追加	第19章 外形図
	半田付け推奨条件を追加	第20章 半田付け推奨条件
	開発ツールの内容を全面改訂 組み込み用ソフトウェアを削除	付録A 開発ツール
	ターゲット・システム設計上の注意を追加	付録B ターゲット・システム設計上の注意

〔メモ〕

## 【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](mailto: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。

---