

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。

RENESAS

ユーザーズ・マニュアル

保守/廃止

SBI

シリアル・バス・インタフェース

資料番号 U13126JJ2V0UM00 (第2版)
(旧資料番号 IEM-5040A)
発行年月 November 1997 N

© NEC Corporation 1987

CP/M-86™ は、米国デジタル・リサーチ社の商標です。

MS-DOS™ は、米国マイクロソフト社の商標です。

PC DOS™ は、米国 IBM 社の商標です。

本製品は外国為替および外国貿易管理法の規定により戦略物資等（または役務）に該当しますので、日本国外に輸出する場合には、同法に基づき日本国政府の輸出許可が必要です。

- 本資料の内容は、後日変更する場合があります。
 - 文書による当社の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。
 - 本資料に記載された製品の使用もしくは本資料に記載の情報の使用に際して、当社は当社もしくは第三者の知的所有権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。上記使用に起因する第三者所有の権利にかかわる問題が発生した場合、当社はその責を負うものではありませんのでご了承ください。
 - 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生します。当社半導体製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計に十分ご注意願います。
 - 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頂く「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の上ご使用願います。
 - 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
 - 特別水準：輸送機器（自動車、列車、船舶等）、交通用信号機器、防災／防犯装置、各種安全装置、生命維持を直接の目的としない医療機器
 - 特定水準：航空機器、航空宇宙機器、海中継機器、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。当社製品を上記の「標準水準」の用途以外でご使用をお考えのお客様は、必ず事前に当社販売窓口までご相談頂きますようお願い致します。
- この製品は耐放射線設計をしておりません。

本版で改訂された主な箇所

箇所	内容
全般	各章記述追加
第3章	内部ブロック図についての記述追加
第5章	応用例追加

巻末にアンケート・コーナーを設けております。このドキュメントに対するご意見をお気軽にお寄せください。

はじめに

- 対象者 このユーザーズ・マニュアルは、SBIの機能を理解し、その応用システムを設計するユーザを対象とします。
- 目的 このユーザーズ・マニュアルは、SBIの持つ機能と、その応用方法を理解していただくことを目的とします。
- 構成 このユーザーズ・マニュアルは大きく分けて次の内容で構成します。
- 概 説
 - SBIの定義
 - 内部ブロック機能
 - 通信動作と各種信号
 - 応用例
- 読み方 このユーザーズ・マニュアルの読者には、電気、論理回路およびマイクロコンピュータに関する一般的な知識を必要とします。
- 一通り SBI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。
 - 機能が分かっている、75X シリーズおよび78K シリーズでの応用方法を確認するとき
→「第5章 応用例」を利用してください。
- 凡 例
- | | |
|-------------|--|
| データ表記の重み | : 左側が上位桁, 右側が下位桁 |
| アクティブ・ロウの表記 | : $\overline{\text{X}}\text{X}\text{X}$ (端子, 信号の名称の上に線) |
| 注 | : 本文中に付けた「注」の説明 |
| 注意 | : 特に気をつけていただきたい内容 |
| 備考 | : 本文中の補足説明 |
| 数の表記 | : 2進数 $\cdots \text{X}\text{X}\text{X}\text{X}\text{B}$ または $\text{X}\text{X}\text{X}\text{X}$
10進数 $\cdots \text{X}\text{X}\text{X}\text{X}$
16進数 $\cdots \text{X}\text{X}\text{X}\text{X}\text{H}$ |

○関連資料 ・78K シリーズに関する資料

μPD78134 ユーザーズ・マニュアル (IEU-668)

μPD78220, 78224 ユーザーズ・マニュアル (IEM-5019)

μPD78214 ユーザーズ・マニュアル (IEM-5119)

μPD78320, 78322 ユーザーズ・マニュアル (IEU-619)

μPD78328 ユーザーズ・マニュアル (IEU-693)

・75X シリーズに関する資料

μPD75008 ユーザーズ・マニュアル (IEM-5033)

μPD75308 ユーザーズ・マニュアル (U11023J)

μPD75328 ユーザーズ・マニュアル (IEM-5045)

μPD75402A ユーザーズ・マニュアル (暫定) (IEU-644)

μPD75512 ユーザーズ・マニュアル (IEM-5049)

○注意事項 SBI 機能は、前項「関連資料」で示したデバイスに内蔵されていますが、本書では代表品種として、78K シリーズでは μPD78213、75X シリーズでは μPD75008 を取り上げて説明しています。

目 次 要 約

第1章	概 説	… 1
第2章	SBIの定義	… 4
第3章	内部ブロック機能	… 10
第4章	通信動作と各種信号	… 24
第5章	応用例	… 43
付録	SBIの使用上の注意事項	… 223

保守 / 廃止

目 次

第1章 概 説	… 1
1.1 概 説	… 1
1.2 特 徴	… 2
第2章 SBIの定義	… 4
2.1 バス・リリース信号 (REL)	… 5
2.2 コマンド信号 (CMD)	… 5
2.3 アドレス	… 6
2.4 コマンド, データ	… 7
2.5 アクノリッジ信号 (ACK)	… 8
2.6 ビジィ信号 (BUSY), レディ信号 (READY)	… 9
第3章 内部ブロック機能	… 10
3.1 シリアル・インタフェースの構成	… 10
3.2 アドレスの一致検出方法	… 14
3.3 各種レジスタ	… 15
3.3.1 CSIMレジスタ	… 15
3.3.2 シリアル・バス・インタフェース・コントロール・レジスタ (SBIC)	… 20
3.3.3 シフト・レジスタ (SIO)	… 22
3.3.4 スレーブ・アドレス・レジスタ (SVA)	… 23
第4章 通信動作と各種信号	… 24
4.1 各種信号	… 24
4.2 通信動作	… 31
4.3 デバイス間の相違点	… 40
4.3.1 シリアル転送完了割り込み	… 41
4.3.2 アドレス受信動作	… 41
4.3.3 転送スタート指示	… 41
4.3.4 ビジィ解除方法	… 42
4.3.5 ウェイク・アップ設定動作	… 42
第5章 応用例	… 43
5.1 機能概要	… 43
5.1.1 接続図	… 43
5.1.2 アドレス, コマンドの定義	… 44
5.1.3 構成概要	… 46
5.1.4 状態遷移図	… 46
5.2 応用プログラムの環境	… 49

5.2.1	ワーク RAM	…	49
5.2.2	使用フラグ	…	50
5.2.3	シンボル定義	…	51
5.2.4	インターバル・タイマ割り込み	…	58
5.3	基本通信手段	…	59
5.3.1	1バイト送受信	…	59
5.3.2	シリアル転送完了割り込み	…	64
5.3.3	タイマ割り込み	…	65
5.3.4	1バイト送受信の状態遷移図	…	67
5.4	動作説明	…	69
5.4.1	1バイトの送受信処理	…	76
5.4.2	INTCSI 割り込み処理	…	84
5.4.3	$\overline{\text{ACK}}$ チェック処理	…	109
5.4.4	マクロ・サービス・タイム・アウト処理	…	118
5.4.5	バックグラウンド処理	…	122
5.4.6	イニシャライズ処理	…	138
5.4.7	WRITE コマンド処理	…	157
5.4.8	READ コマンド処理	…	160
5.4.9	LWRITE コマンド処理	…	163
5.4.10	LREAD コマンド処理	…	175
5.4.11	DETACH コマンド処理	…	185
5.4.12	CHGMST コマンド処理	…	191
5.4.13	MACW コマンド処理	…	200
5.4.14	MACR コマンド処理	…	210
5.4.15	DSPON/DSPOFF コマンド処理	…	220
付録	SBI の使用上の注意事項	…	223
付.1	78K/II シリーズの注意事項	…	223
付.2	75X シリーズの注意事項	…	223

図 の 目 次 (1/2)

図番号	タイトル, ページ
1-1	SBIによるシリアル・バス構成例 … 3
2-1	SBI転送のタイミング … 4
2-2	バス・リリース信号 … 5
2-3	コマンド信号 … 5
2-4	アドレス … 6
2-5	アドレスによるスレーブの選択 … 6
2-6	コマンド … 7
2-7	データ … 7
2-8	アクノリッジ信号 … 8
2-9	ビジー信号, レディ信号 … 9
3-1	μPD78213のクロック同期式シリアル・インタフェースのブロック図 … 11
3-2	μPD75008のシリアル・インタフェースのブロック図 … 12
3-3	端子構成図 … 13
3-4	μPD78213のCSIMレジスタのフォーマット … 17
3-5	μPD75008のCSIMレジスタのフォーマット … 18
3-6	SBICレジスタのフォーマット … 20
3-7	シフト・レジスタ周辺の構成 … 22
4-1	RELT, CMDT, RELD, CMDDの動作 … 24
4-2	ACKTの動作 … 24
4-3	ACKEの動作 … 25
4-4	ACKDの動作 … 26
4-5	BSYEの動作 … 27
4-6	78Kシリーズのマスタ・デバイスからスレーブ・デバイスへのアドレス送信動作 … 32
4-7	78Kシリーズのマスタ・デバイスからスレーブ・デバイスへのコマンド送信動作 … 33
4-8	78Kシリーズのマスタ・デバイスからスレーブ・デバイスへのデータ送信動作 … 34
4-9	78Kシリーズのスレーブ・デバイスからマスタ・デバイスへのデータ送信動作 … 35
4-10	75Xシリーズのマスタ・デバイスからスレーブ・デバイス (WUP = 1) へのアドレス送信動作 … 36
4-11	75Xシリーズのマスタ・デバイスからスレーブ・デバイスへのコマンド送信動作 … 37
4-12	75Xシリーズのマスタ・デバイスからスレーブ・デバイスへのデータ送信動作 … 38
4-13	75Xシリーズのスレーブ・デバイスからマスタ・デバイスへのデータ送信動作 … 39
4-14	ウェイク・アップ設定 (WUP←1) タイミングの注意事項 … 42

図 の 目 次 (2/2)

図番号	タイトル, ページ
5-1	SBI 接続図 … 43
5-2	マスタの状態遷移図 … 47
5-3	スレーブの状態遷移図 … 48
5-4	バス・チェック … 60
5-5	アドレス送信 … 60
5-6	コマンド送信 … 60
5-7	データ送信 … 61
5-8	送信終了待ち … 61
5-9	データ受信 … 62
5-10	受信終了待ち … 62
5-11	1バイト送受信の状態遷移図 (78K/IIシリーズ) … 67
5-12	1バイト送受信の状態遷移図 (75Xシリーズ) … 68
5-13	モジュール関連図 … 71
5-14	マクロ・サービス・タイム・アウト処理 … 118
5-15	LWRITE コマンドによる転送データ … 163
5-16	ウエイク・アップ設定 (WUP ← 1) タイミングの注意事項 … 186
5-17	MACW コマンドのメモリ構成 (マスタ) … 201
5-18	MACW コマンドのメモリ構成 (スレーブ) … 202
5-19	MACR コマンドのメモリ構成 (マスタ) … 211
5-20	MACR コマンドのメモリ構成 (スレーブ) … 212

表 の 目 次

表番号	タイトル, ページ
3-1	CSIM レジスタの名称 … 15
4-1	SBIにおける各種の信号 … 28
4-2	78K シリーズと 75X シリーズでの SBI 動作の相違点 … 40
4-3	シリアル転送完了割り込みのタイミング … 41
4-4	ウエイク・アップ状態時の一致アドレス受信動作 … 41
4-5	転送スタート条件 … 41
4-6	$\overline{\text{BUSY}}$ 解除条件 … 42
5-1	コマンド … 44
5-2	コマンド対応 … 45
5-3	ワーク RAM … 49
5-4	使用フラグ … 50
5-5	マスタの送受信フラグ … 59
5-6	スレーブの送受信フラグ … 63
5-7	各モジュールの処理概要 … 69
5-8	ワークの各モジュールでの使用状況 … 74
5-9	1バイト送受信サブルーチン … 76
5-10	レーベルとプログラム説明開始番号 … 77
5-11	マスタ・フラグと INTCSI 処理の関係 … 84
5-12	マスタ・フラグと $\overline{\text{ACK}}$ チェック処理の関係 … 109
5-13	$\overline{\text{ACK}}$ チェック処理の呼び出し周期 … 109
5-14	$\overline{\text{ACK}}$ タイム・アウト時間 … 109
5-15	マスタ交換の可否 … 191
5-16	MACW コマンドのチャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタ (マスタ) … 200
5-17	MACW コマンドのチャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタ (スレーブ) … 201
5-18	MACR コマンドのチャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタ (マスタ) … 210
5-19	MACR コマンドのチャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタ (スレーブ) … 211
5-20	スタティック LED の表示状態 … 220

第1章 概 説

1.1 概 説

SBI (シリアル・バス・インタフェース) は、NEC シリアル・バス・フォーマット準拠の高速シリアル・インタフェース方式です。

SBI は、シングル・マスタの高速シリアル・バスで、2本の信号線で複数のデバイスとの通信を行うことができるように、クロック同期式のシリアル I/O 方式に、バス構成のための機能が追加されたフォーマットになっています。そのため、複数のマイコンや周辺 IC でシリアル・バスを構成する場合に、使用するポート数や基板上の配線数を削減することができます。

SBI 機能は、8ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ「78K シリーズ」、4ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ「75X シリーズ」の数種のデバイスに内蔵されていますが、本書では、代表品種として、78K シリーズでは μ PD78213、75X シリーズでは μ PD75008 を取り上げています。

1.2 特 徴

従来のシリアル I/O 方式では、データ転送機能しか有していないために、複数のデバイスを接続してシリアル・バスを構成した場合に、チップ・セレクト信号やコマンド/データの区別、ビジー状態の判断などのため多くのポートや配線が必要となります。また、これらの制御を、ソフトウェアで行おうとすると、ソフトウェアの負担が大きくなってしまいます。

SBI では、シリアル・クロック \overline{SCK} と、シリアル・データ・バス SBO (SB1) の 2 本の信号線でシリアル・バスを構成することができます。そのため、マイコンのポート数の削減や、基板内の配線や引き回しの減少に有効となります。

SBI の機能について以下に示します。

(1) アドレス/コマンド/データの判断機能

シリアル・データを、アドレス、コマンド、およびデータの 3 種類に区別します。

(2) アドレスによるチップ・セレクト機能

マスタは、アドレスの送信により、スレーブのチップ・セレクト (選択) を行います。

(3) ウェイク・アップ機能

スレーブは、ウェイク・アップ機能 (ソフトウェアで設定/解除が可能) により、アドレス受信の判断 (チップ・セレクトの判断) を容易に行うことができます。

ウェイク・アップ機能を設定した場合、以下の条件でのみ、シリアル受信割り込み (INTCSI) が発生します。

- (a) ソフトウェアでアドレスの一致を検出するスレーブでは、アドレス受信時のみ (78K シリーズ)。
- (b) ハードウェアでアドレスの一致を検出する機能を有するスレーブでは、一致アドレス受信時のみ (75X シリーズ)。

そのため、複数のデバイスと通信を行う場合も、選択されたスレーブ以外の CPU はシリアル通信に関係なく動作することができます。

(4) アクノリッジ信号 (\overline{ACK}) 制御機能

シリアル・データの受信確認のための、アクノリッジ信号を制御します。

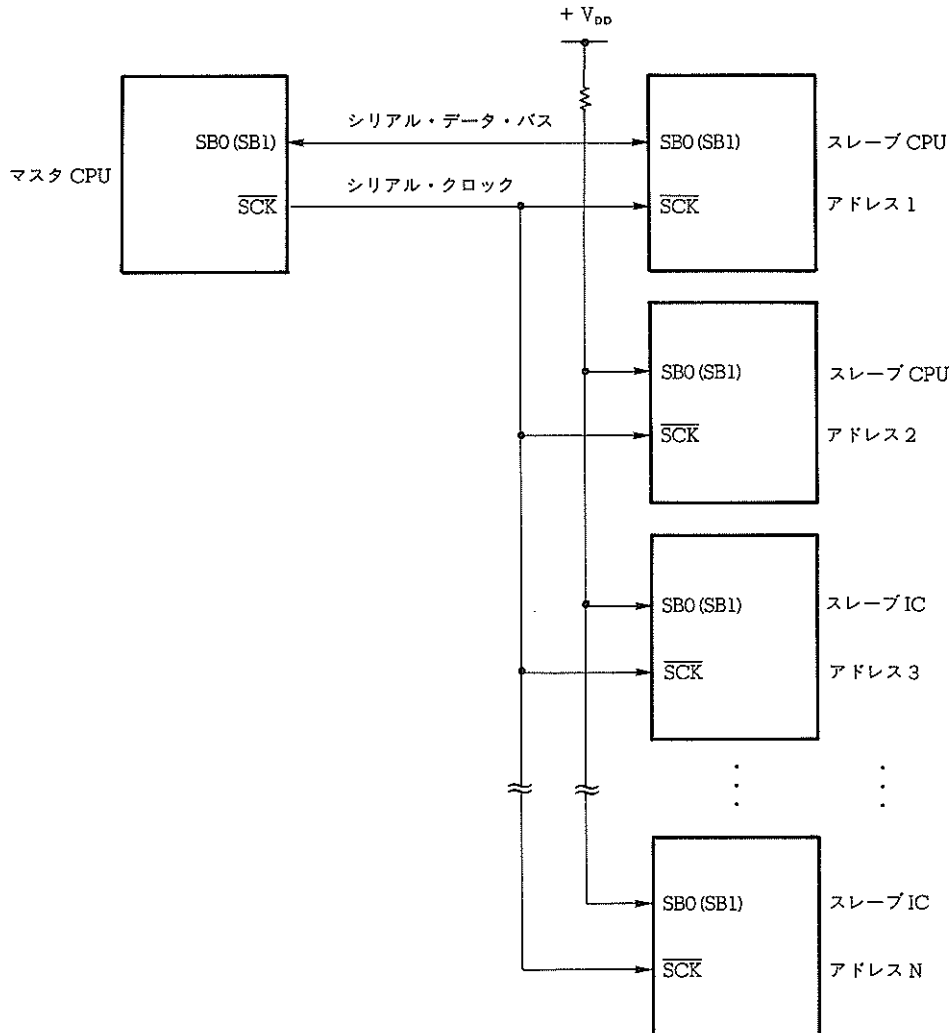
(5) ビジー信号 (\overline{BUSY}) 制御機能

スレーブのビジー状態を知らせるための、ビジー信号を制御します。

SBIに準拠するシリアル・インタフェースを有するCPUや、周辺ICを使用した場合のシリアル・バス構成例を図1-1に示します。

SBIでは、シリアル・データ・バス端子SBO (SB1) 端子は、オープン・ドレーン出力になっているため、シリアル・データ・バス・ラインは、ワイアード・オア状態になります。また、シリアル・データ・バス・ラインには、プルアップ抵抗が必要です。

図1-1 SBIによるシリアル・バス構成例



注意 マスタ/スレーブの交換処理を行う場合は、シリアル・クロック・ライン ($\overline{\text{SCK}}$) の入力/出力の切り替えがマスタ、スレーブ間で非同期に行われるため、シリアル・クロック・ライン ($\overline{\text{SCK}}$) にもプルアップ抵抗が必要となります。

第2章 SBI の定義

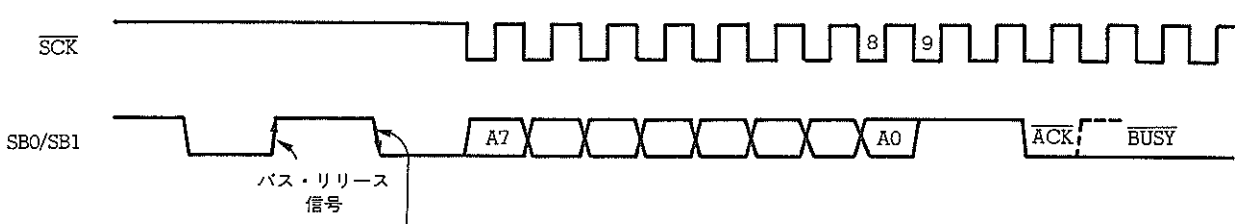
本章では、SBI のシリアル・データのフォーマットおよび、使用する信号の意味について説明します。
SBI で転送されるシリアル・データは、「アドレス」、「コマンド」、「データ」の3種類に区別されます。また、シリアル・データは、以下の構成で1フレームを形成します。

$$(バス・リリース信号) + (コマンド信号) + 8ビット・データ + \overline{ACK} + (\overline{BUSY})$$

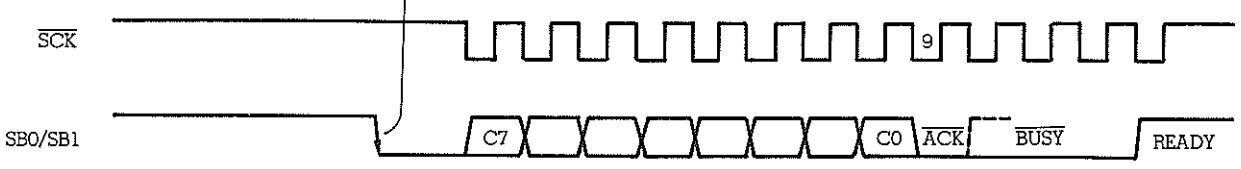
図2-1に、アドレス、コマンド、およびデータの転送タイミングを示します。

図2-1 SBI 転送のタイミング

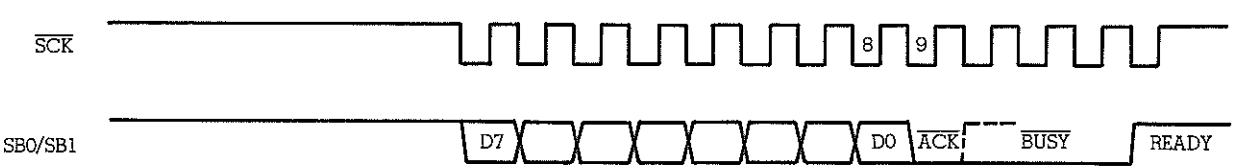
アドレスの転送



コマンドの転送



データの転送



バス・リリース信号およびコマンド信号はマスタが出力します。また、 \overline{BUSY} はスレーブが出力します。 \overline{ACK} はマスタ、スレーブのどちらでも出力できます（通常、8ビット・データの受信側が出力します）。

シリアル・クロックは、8ビット・データ転送開始から、 \overline{BUSY} が解除されるまで、マスタが出力し続けます。

2.1 バス・リリース信号 (REL)

バス・リリース信号は、 \overline{SCK} ラインがハイ・レベルのとき（シリアル・クロックが出力されていない場合）に、SB0 (SB1) ラインがロウ・レベルからハイ・レベルに変化した信号です。この信号は、マスタが出力します。

図 2-2 バス・リリース信号



バス・リリース信号は、これからマスタがスレーブに対してアドレスを送信することを示すものです。スレーブは、バス・リリース信号を検出するハードウェアを内蔵しています。

2.2 コマンド信号 (CMD)

コマンド信号は、 \overline{SCK} ラインが、ハイ・レベルのとき（シリアル・クロックが出力されていない場合）に、SB0 (SB1) ラインがハイ・レベルからロウ・レベルに変化した信号です。この信号は、マスタが出力します。

図 2-3 コマンド信号

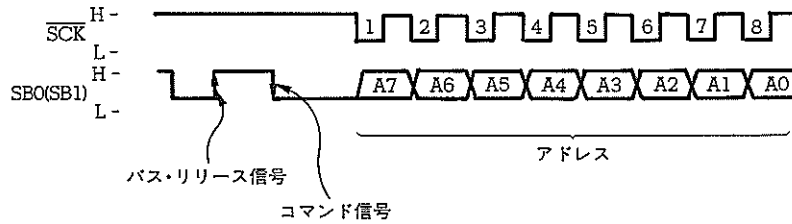


スレーブは、コマンド信号を検出するハードウェアを内蔵しています。

2.3 アドレス

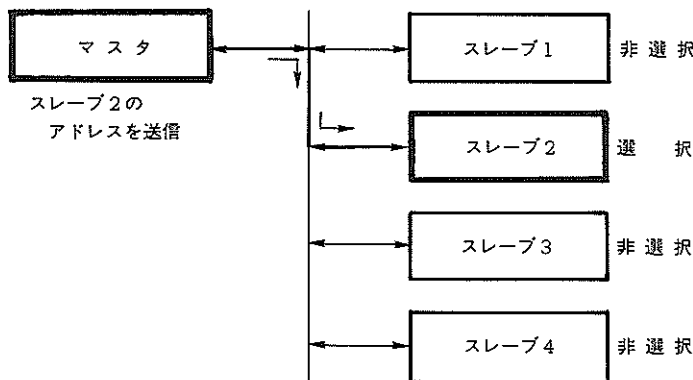
アドレスは、マスタがバス・ラインに接続されているスレーブに対して、特定のスレーブを選択するために出力する8ビット・データです。

図2-4 アドレス



バス・リリース信号、コマンド信号に続く8ビット・データはアドレスと定義されています。スレーブでは、ハードウェアでこの条件を検出し、8ビット・データが自分の指定番号(スレーブ・アドレス)と一致しているかをソフトウェアまたはハードウェアでチェックします。このとき、8ビット・データと、スレーブ・アドレスが一致すると、そのスレーブが選択されたことになり、以後、マスタから切り離し指示があるまで、マスタとの通信を行います。

図2-5 アドレスによるスレーブの選択



2.4 コマンド，データ

アドレスの送信により選択したスレーブに対して、マスタはコマンドの送信や、データの送受信を行います。

図2-6 コマンド

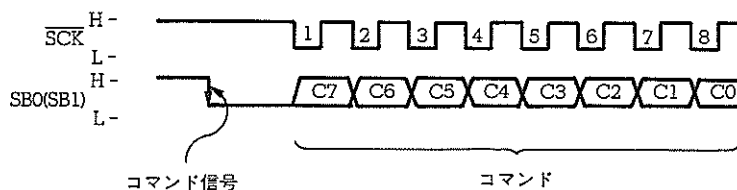
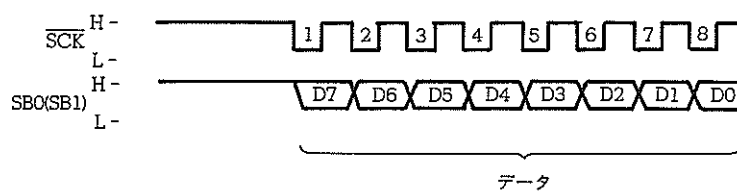


図2-7 データ



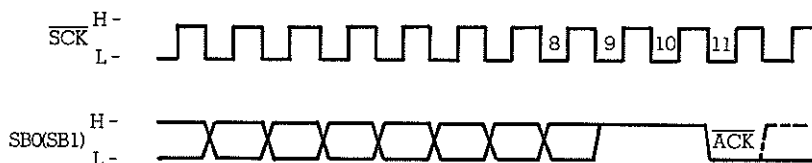
コマンド信号の次の8ビット・データはコマンドと定義されています。コマンド信号なしの8ビット・データはデータと定義されています。コマンド，データの使用方法は，通信の仕様によって任意に決定することができます。

2.5 アクノリッジ信号 ($\overline{\text{ACK}}$)

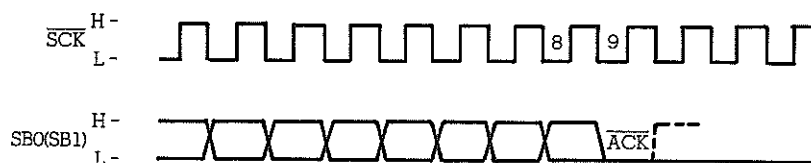
アクノリッジ信号は、送信側と受信側の間における、データ受信の確認のための信号です。

図 2-8 アクノリッジ信号

[11クロック目の $\overline{\text{SCK}}$ に同期して出力した場合]



[9クロック目の $\overline{\text{SCK}}$ に同期して出力した場合]



アクノリッジ信号は、8ビット・データ転送後の $\overline{\text{SCK}}$ の立ち下がりに同期したワンショット・パルスで、その位置は任意で何クロック目の $\overline{\text{SCK}}$ に同期させてもかまいません。

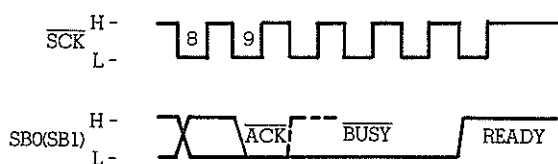
送信側は、8ビット・データ送信後、受信側がアクノリッジ信号を返したかをチェックします。データ送信後、一定時間、アクノリッジ信号が返らない場合は、受信が正しく行われなかったものと判断することができます。

2.6 ビジィ信号 ($\overline{\text{BUSY}}$), レディ信号 (READY)

ビジィ信号は、スレーブがデータの送受信のための準備中であることをマスタに知らせるための信号です。

レディ信号は、スレーブがデータの送受信が可能であることをマスタに知らせるための信号です。

図 2-9 ビジィ信号, レディ信号



SBIでは、スレーブが、SBO (SB1) ラインをロウ・レベルにすることにより、マスタにビジィ状態を知らせます。

ビジィ信号は、マスタ、またはスレーブの出力したアクノリッジ信号にひき続いて出力させます。ビジィ信号は、 $\overline{\text{SCK}}$ の立ち下がりに同期して、設定/解除を行います。マスタは、ビジィ信号が解除されると自動的にシリアル・クロック $\overline{\text{SCK}}$ の出力を終了します。

マスタは、ビジィ信号が解除され、レディ信号の状態になると次の転送を開始することができます。

第3章 内部ブロック機能

本章では、SBIの機能を実現するためのシリアル・インタフェースについて説明します。

SBIに準拠するシリアル・インタフェースは次に示す機能を有しています。

- (i) クロック同期式シリアル・インタフェース
 - ① 半二重通信可能
 - ② データ長は8ビット (MSB先頭)
 - ③ 内部/外部シリアル・クロック選択可能
- (ii) コマンド信号送信/検出機能
- (iii) バス・リリース信号送出/検出機能
- (iv) ビジィ信号送出/検出機能
- (v) アクノリッジ信号送出/検出機能

3.1 シリアル・インタフェースの構成

ここでは、78Kシリーズの代表品種として μ PD78213、75Xシリーズの代表品種として μ PD75008について掲載していますので、実際に個々のデバイスでSBIを動作させる場合は、そのデバイスのマニュアルなどで機能を確認してください。

図3-1に、 μ PD78213、図3-2に μ PD75008の回路構成図を示します。

図 3-1 μ PD78213 のクロック同期式シリアル・インタフェースのブロック図

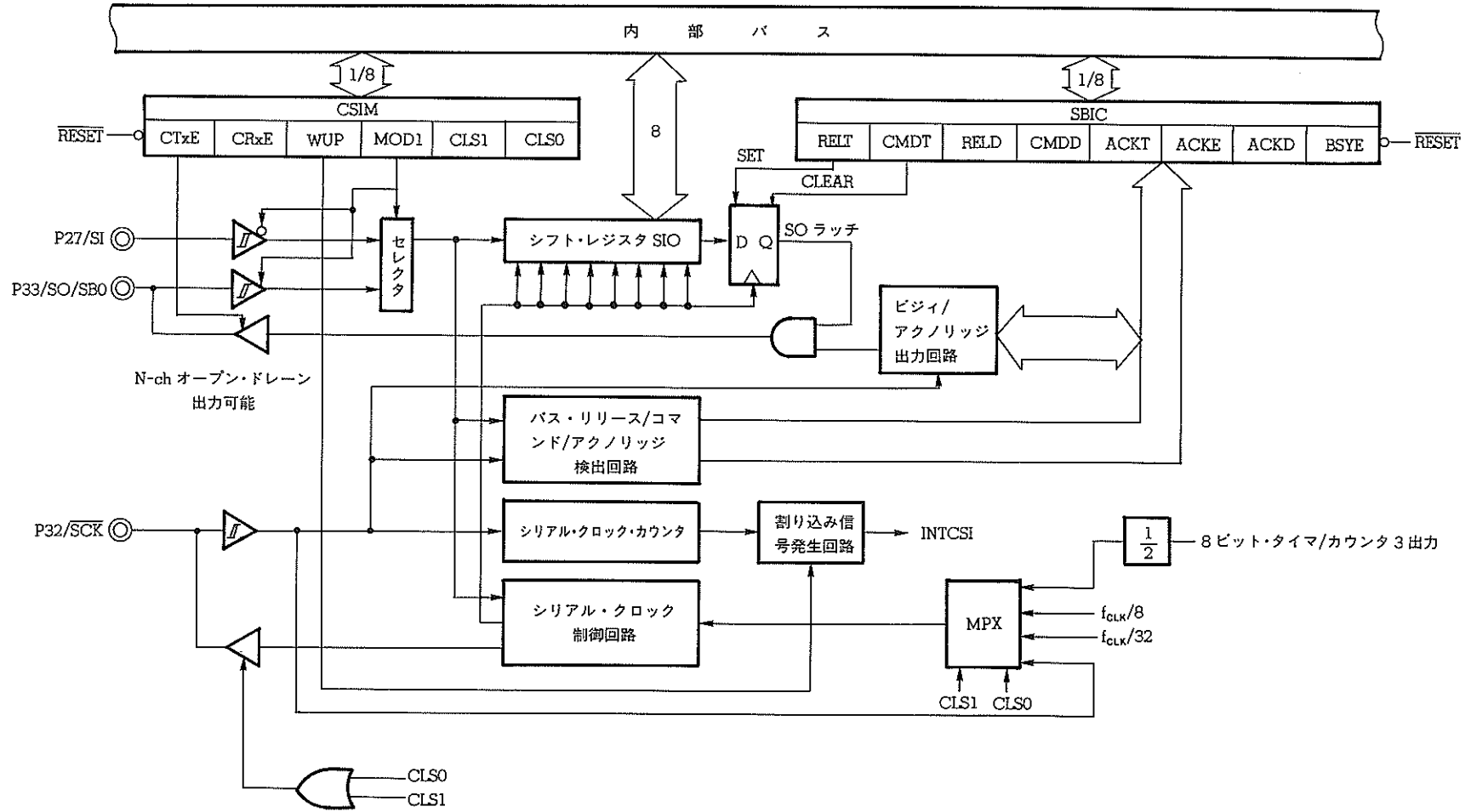
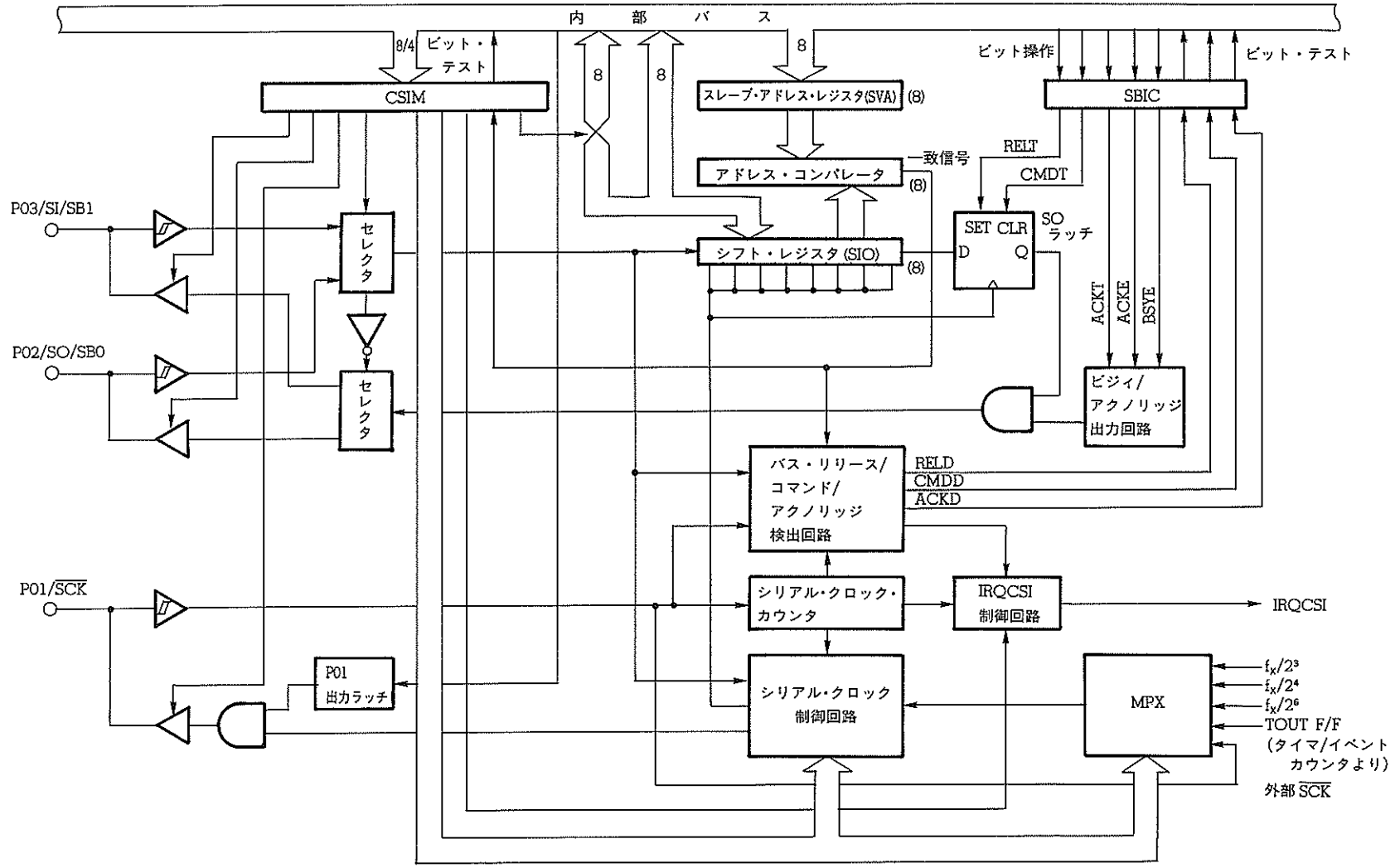


図 3-2 μ PD75008 のシリアル・インタフェースのブロック図

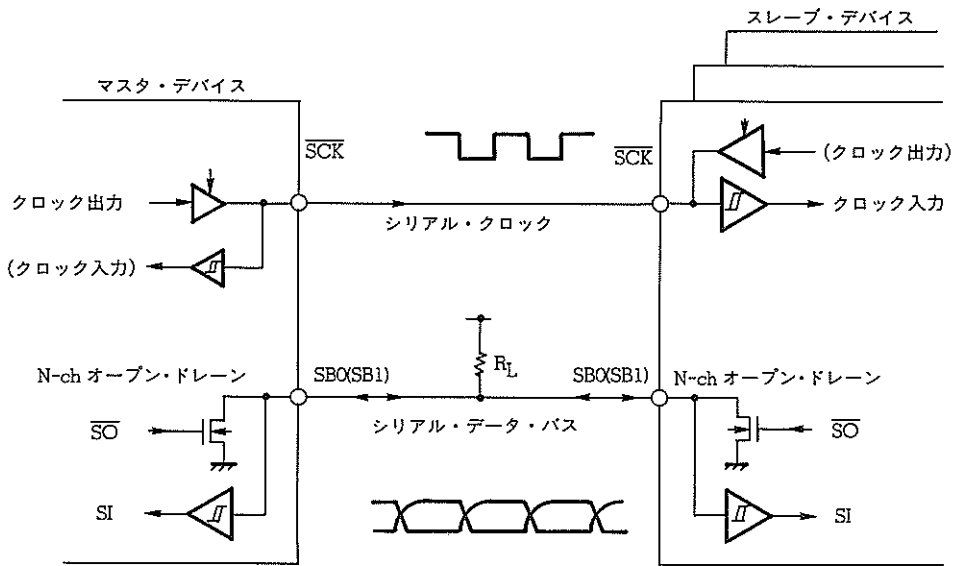


両デバイスともシリアル・クロック端子 (\overline{SCK}) と、シリアル・データ・バス端子 SBO (SB1) の構成は、次のようになっています。

- (i) \overline{SCK} シリアル・クロックを入出力するための端子
 - ① マスタ CMOS, プッシュプル出力
 - ② スレーブ シュミット入力
- (ii) SBO (SB1) シリアル・データの入出力兼用端子
 - マスタ, スレーブ共に出力は N-ch オープン・ドレイン, 入力は, シュミット入力

シリアル・データ・バス・ラインは、出力が N-ch オープン・ドレインのため、外部にプルアップ抵抗が必要となります。

図 3-3 端子構成図



3.2 アドレスの一致検出方法

SBIの通信では、マスタのアドレス送信により、特定のスレーブ・デバイスを選択し、通信がスタートされます。

スレーブ・デバイスのアドレスの検出方法を、次に示します。

(1) 78K シリーズ

アドレス一致の検出は、ソフトウェアで行います。ウェイク・アップ状態 ($WUP = 1$) では、スレーブはアドレス受信時のみ、シリアル転送完了割り込み要求を発生します。

(2) 75X シリーズ

アドレス一致の検出は、ハードウェアで行います。スレーブ・アドレス・レジスタ (SVA) を備え、ウェイク・アップ状態 ($WUP = 1$) では、マスタから送信されたアドレスと、SVA に設定された値が一致したときのみ、シリアル転送完了割り込み要求を発生します。ここで、非ウェイク・アップ状態 ($WUP = 0$) で、不一致アドレスを受信した場合、コマンドとして受信します。

ソフトウェアによる一致アドレス受信処理では、ウェイク・アップ状態を解除 ($WUP \leftarrow 0$) し、以降の「コマンド」、「データ」の受信に備えます。

3.3 各種レジスタ

3.3.1 CSIM レジスタ

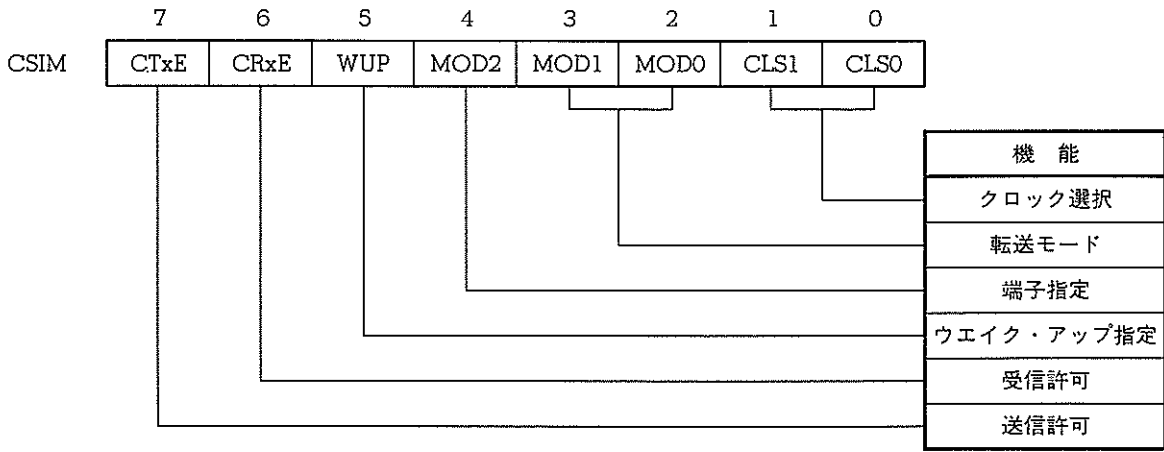
CSIM レジスタは、シリアル・インタフェースの動作モード、シリアル・クロック、ウエイク・アップ機能などを指定する 8 ビット・レジスタです。このレジスタは、78K シリーズ、75X シリーズによって名称が異なります。

表 3-1 CSIM レジスタの名称

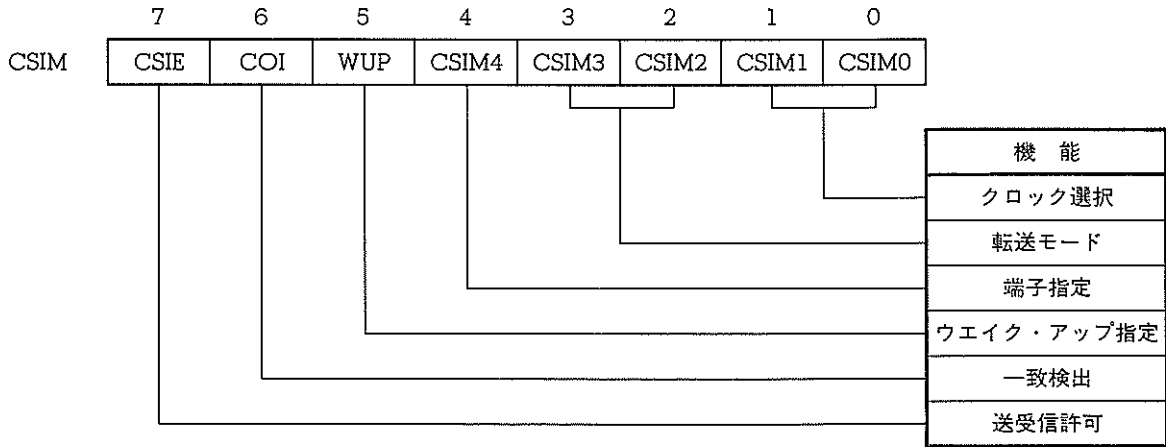
78K シリーズ	クロック同期式シリアル・インタフェース・モード・レジスタ
75X シリーズ	シリアル動作モード・レジスタ

以下に、CSIMレジスタの各ビットごとの機能を示します。

(a) 78Kシリーズ (ソフトウェアでアドレスの一致を検出するデバイス)



(b) 75Xシリーズ (ハードウェアでアドレスの一致を検出するデバイス)



78K シリーズでは、8ビット操作命令とビット操作命令でリード/ライトが可能です。
 75X シリーズでは、8ビット操作命令と、上位3ビットについてのビット操作命令が使用できます。
 しかし、ビット単位にリード/ライトの属性があります。
 CSIMレジスタのフォーマットを図3-4、図3-5に示します(ただし78Kシリーズでは μ PD78213,
 75Xシリーズでは μ PD75008の代表品種のみ)。
 CSIMレジスタの値は $\overline{\text{RESET}}$ 入力により00Hになります。

図3-4 μ PD78213のCSIMレジスタのフォーマット

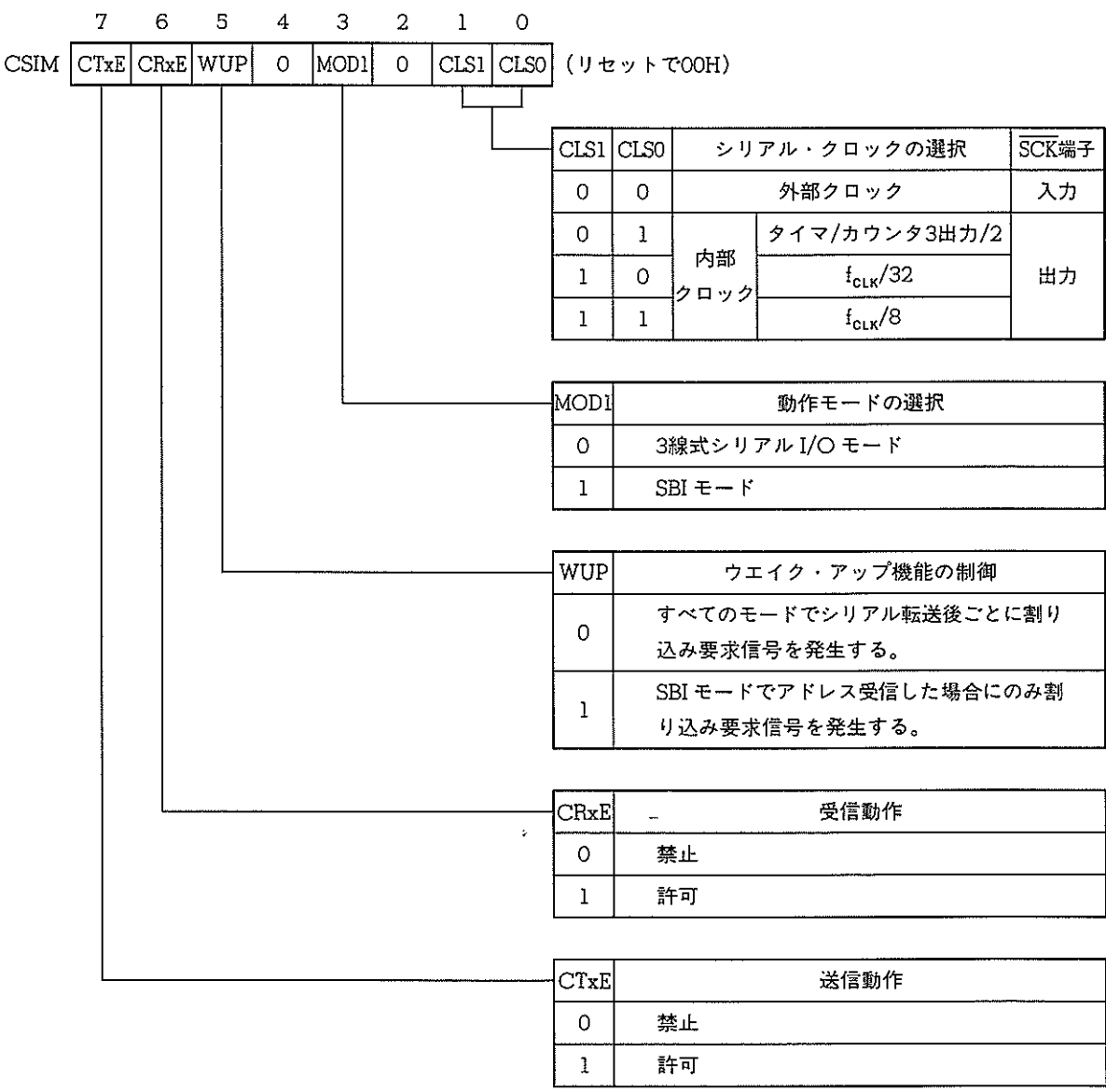


図 3-5 μ PD75008 の CSIM レジスタのフォーマット

	7	6	5	4	3	2	1	0	
CSIM	CSIE	COI	WUP	CSIM4	CSIM3	CSIM2	CSIM1	CSIM0	(リセットで 00H)

シリアル・クロック選択ビット (W)

CSIM1	CSIM0	シリアル・クロック			SCK 端子モード
		3線式シリアル I/O モード	SBI モード	2線式シリアル I/O モード	
0	0	SCK 端子への外部からの入力クロック			入力
0	1	タイマ/イベント・カウンタ出力 (TO)			出力
1	0	$f_x/2^4$ (262 kHz)		$f_x/2^6$ (65.5 kHz)	
1	1	$f_x/2^3$ (524 kHz)			

シリアル・インタフェース動作モードの選択ビット (W)

CSIM4	CSIM3	CSIM2	動作モード	シフト・レジスタのビット順	SO 端子機能	SI 端子機能
×	0	0	3線式シリアル I/O モード	SIO ₇₋₀ ↔ XA (MSB 先頭で転送)	SO/P02	SI/P03
		1		SIO ₀₋₇ ↔ XA (LSB 先頭で転送)		
0	1	0	SBI モード	SIO ₇₋₀ ↔ XA (MSB 先頭で転送)	SBO/P02	P03
1					P02	SB1/P03
0	1	1	2線式シリアル I/O モード	SIO ₇₋₀ ↔ XA (MSB 先頭で転送)	SBO/P02	P03
1					P02	SB1/P03

ウェイク・アップ機能指定ビット (W)

WUP	0	各モードでのシリアル転送終了時に毎回 IRQCSI をセットする。
	1	SBI モードのみに使用。バス・リリース後に受信したアドレスがスレーブ・アドレス・レジスタのデータと一致したとき (ウェイク・アップ状態) のみ IRQCSI をセットする。

アドレス・コンパレータからの一致信号 (R (ビット・テストのみ可能))

COI	0	スレーブ・アドレス・レジスタとシフト・レジスタのデータが不一致
	1	スレーブ・アドレス・レジスタとシフト・レジスタのデータが一致

シリアル・インタフェース動作許可/禁止指定ビット (W)

CSIE	シフト・レジスタの動作	シリアル・クロック・カウンタ	IRQCSI フラグ	SO/SB0, SI/SB1 端子
0	シフト動作禁止	クリア	保持	ポート0 機能専用
1	シフト動作可能	カウント動作	セット可能	各モードでの機能と ポート0 兼用

備考 (R) : 読み出しのみ可能

(W) : 書き込みのみ可能

3.3.2 シリアル・バス・インタフェース・コントロール・レジスタ(SBIC)

シリアル・バス・インタフェース・コントロール・レジスタ (SBIC) は、シリアル・バスの状態を制御するビットとシリアル・バスからの入力データの各種状態を示すフラグから構成される8ビット・レジスタです。

8ビット操作命令およびビット操作命令で、リード/ライトが可能です。ただし、ビットによってリード/ライト動作の可否は、異なります。フォーマットを図3-6に示します。

SBICレジスタの値は $\overline{\text{RESET}}$ 入力により 00H になります。

図3-6 SBICレジスタのフォーマット (1/2)

	7	6	5	4	3	2	1	0	
SBIC	BSYE	ACKD	ACKE	ACKT	CMDD	RELD	CMDT	RELT	(リセットで00H)

バス・リリース・トリガ・ビット (W)

RELT	バス・リリース信号 (REL) のトリガ出力制御ビット。セットすることにより、SO ラッチがセット (1) され、その後、RELT ビットは自動的にクリア (0) されます。
------	---

コマンド・トリガ・ビット (W)

CMDT	コマンド信号 (CMD) のトリガ出力制御ビット。セットすることにより、SO ラッチがクリア (0) され、その後、CMDT ビットは自動的にクリア (0) されます。
------	--

バス・リリース検出フラグ (R)

	クリアされる条件 (RELD = 0)	セットされる条件 (RELD = 1)
RELD	<ul style="list-style-type: none"> ① 転送スタート命令実行時 ② リセット入力時 ③ CTxE = CRxE = 0 (78K/IIシリーズの場合) SIOE = 0 (75X シリーズの場合) ④ アドレス受信時に SVA と SIO が一致しなかったとき (75X シリーズの場合) 	バス・リリース信号 (REL) 検出時

コマンド検出フラグ (R)

	クリアされる条件 (CMDD = 0)	セットされる条件 (CMDD = 1)
CMDD	<ul style="list-style-type: none"> ① 転送スタート命令実行時 ② バス・リリース信号 (REL) 検出時 ③ リセット入力時 ④ CTxE = CRxE = 0 (78K/IIシリーズの場合) SIOE = 0 (75X シリーズの場合) 	コマンド信号 (CMD) 検出時

図 3-6 SBIC レジスタのフォーマット (2/2)

アクノリッジ・トリガ・ビット (W)

ACKT	転送終了後にセットすると、次の \overline{SCK} に同期して \overline{ACK} が出力されます。 \overline{ACK} 信号出力後、自動的にクリア (0) されます。 注意 ① シリアル転送終了前にセット (1) しないでください。 ② ACKT は、ソフトウェアでクリアすることはできません。 ③ ACKT をセットするときは、ACKE = 0 にしてください。
------	---

アクノリッジ許可ビット (R/W)

ACKE	0	アクノリッジ信号の自動出力を禁止	
	1	転送完了前	9 クロック目の \overline{SCK} に同期して \overline{ACK} を出力
		転送完了後	セット命令実行直後の \overline{SCK} に同期して \overline{ACK} を出力

アクノリッジ検出フラグ (R)

ACKD	クリアされる条件 (ACKD = 0)		セットされる条件 (ACKD = 1)
	①	転送スタート	アクノリッジ信号 (\overline{ACK}) 検出時
	②	リセット入力時	

ビジー許可ビット (R/W)

BSYE	0	① ビジィ信号の自動出力禁止 ② クリア命令実行直後の、 \overline{SCK} の立ち下がりに同期して、ビジィ信号の出力を停止
	1	アクノリッジ信号に続き \overline{SCK} の立ち下がりに同期して、ビジィ信号を出力

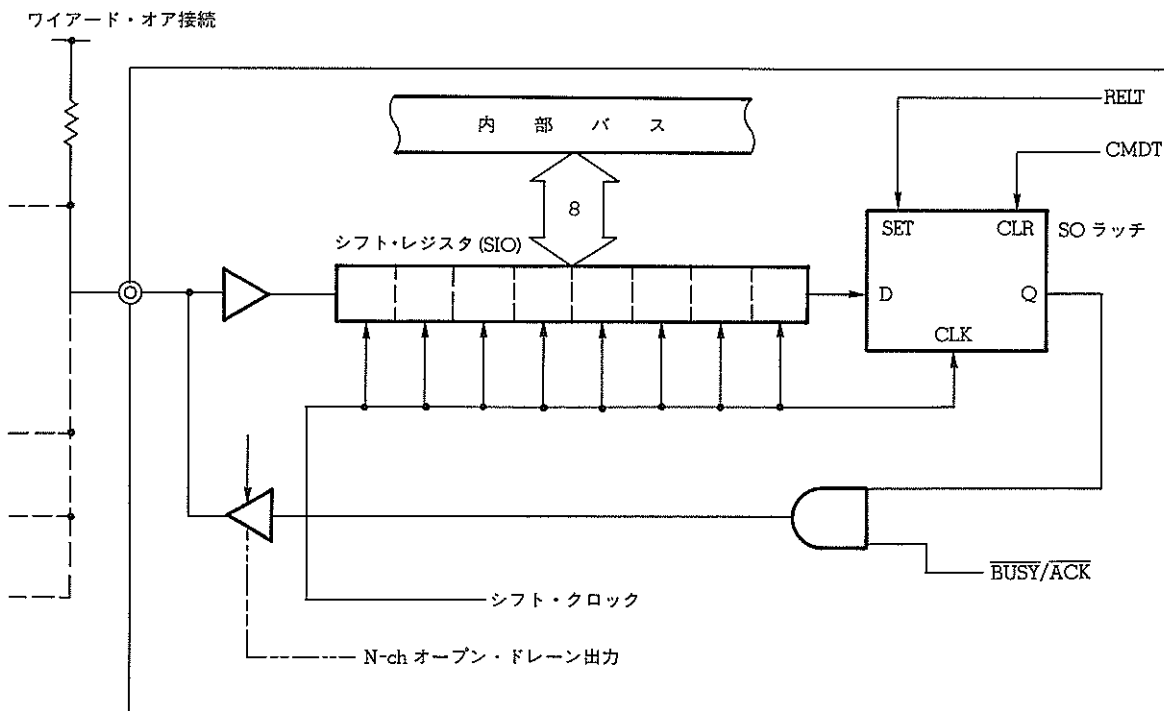
- 備考 (R) : 読み出しのみ可能
 (W) : 書き込みのみ可能
 (R/W) : 読み出し/書き込みともに可能

3.3.3 シフト・レジスタ (SIO)

パラレル-シリアルの変換を行うための8ビット・シフト・レジスタです。

SIO に書き込まれたデータが、シリアル・データ・バスに出力されます。また、シリアル・データ・バスから SIO にデータが読み込まれます。図 3-7 にシフト・レジスタ周辺の構成を示します。

図 3-7 シフト・レジスタ周辺の構成



SBI のデータ・バス構成は、入力端子と出力端子が兼用です。出力端子は N-ch オープン・ドレイン構成で、外部のプルアップ抵抗により、ワイアード・オア構成を取ります。したがって、これから受信を行おうとするデバイスは、シフト・レジスタ (SIO) に FFH を設定するか、送信禁止に設定しなければなりません。

3.3.4 スレーブ・アドレス・レジスタ (SVA)

75X シリーズのように、ハードウェアでアドレスの一致を検出するデバイスに用いられ、スレーブ・アドレスを記憶しておく、8ビット・レジスタです。

SVA の値は、受信した8ビット・データとアドレス・コンパレータにより比較され、一致が検出されるとシリアル動作モード・レジスタ (CSIM) のビット6 (COI) がセット (1) されます。

ウェイク・アップ状態 (WUP = 1) に設定することで、マスタから送られてきたアドレスと、SVA に記憶されているスレーブ・アドレスが一致した場合のみ、割り込み要求 (INTCSI) が発生します。

また、SVA はデータ転送エラーの検出にも使用できます。転送データを SIO に書き込むと同時に、SVA にも書き込みます。転送終了後に、SIO と SVA の一致 (COI) をチェックし、“1” の場合は正常な転送、“0” の場合はエラーと判断できます。

SVA は、8ビット・メモリ操作での、書き込みのみ可能です。

スタンバイ・モード時以外の $\overline{\text{RESET}}$ 入力により、SVA の値は不定となります。

第4章 通信動作と各種信号

4.1 各種信号

SBIにおける、各種の信号と、SBIC上のフラグの動作について図4-1から図4-5に示します。また、SBIの各種の信号の一覧を表4-1に示します。

図4-1 RELT, CMDT, RELD, CMDDの動作

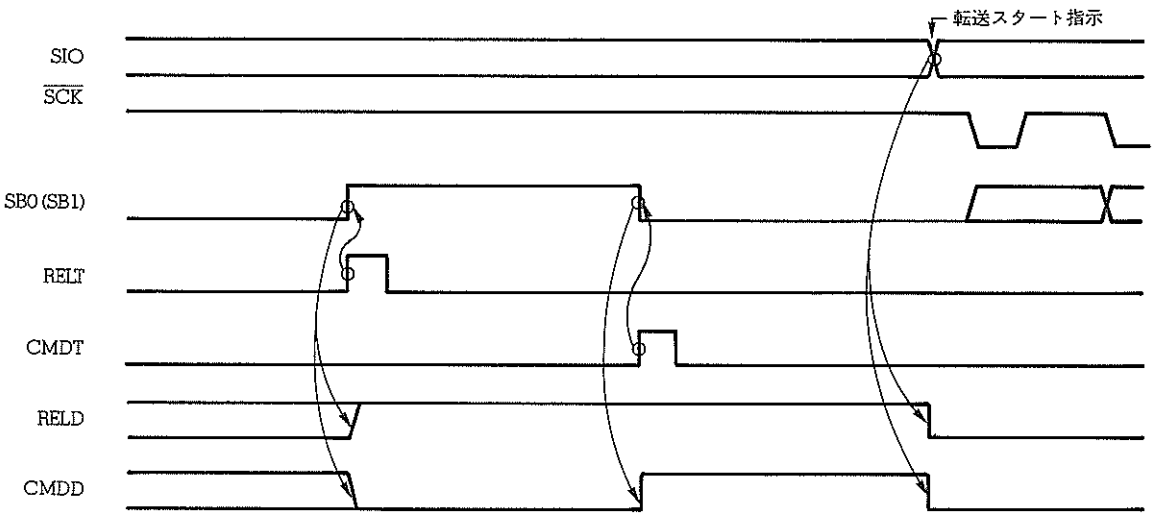
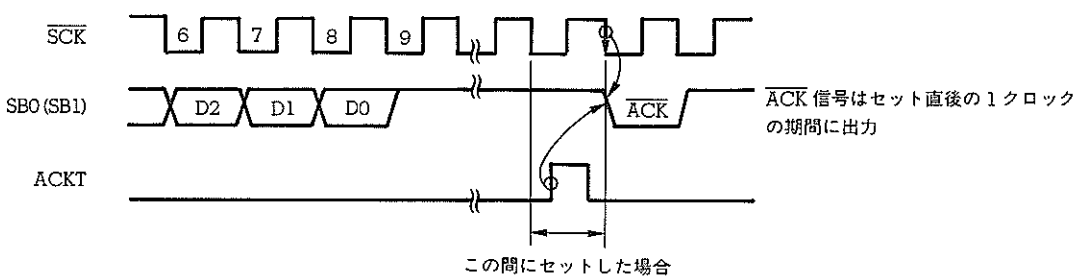


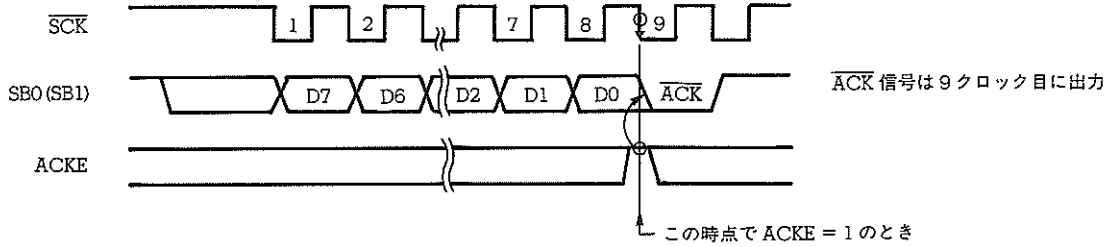
図4-2 ACKTの動作



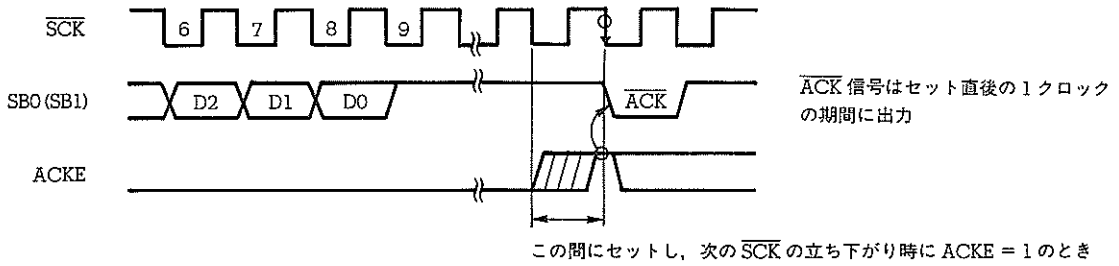
注意 ACKTは転送終了前にはセットしないでください。

図 4-3 ACKE の動作

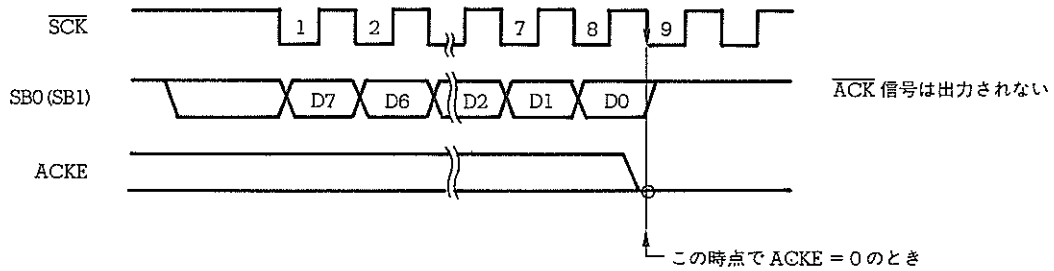
(a) 転送完了時には $ACKE = 1$ の場合



(b) 転送完了後にセットした場合



(c) 転送完了時に $ACKE = 0$ の場合



(d) $ACKE = 1$ の期間が短い場合

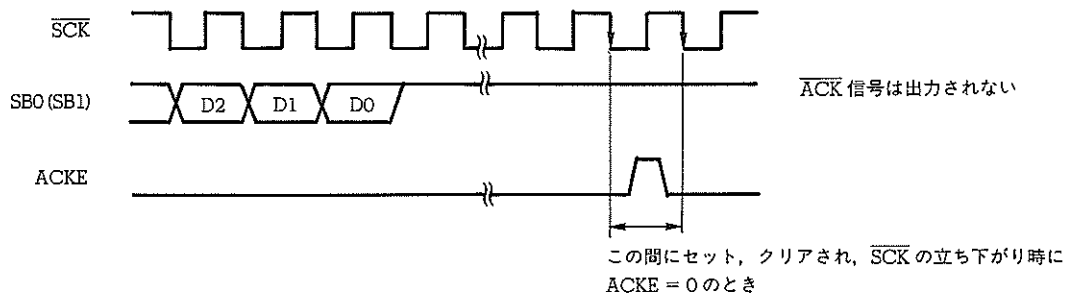
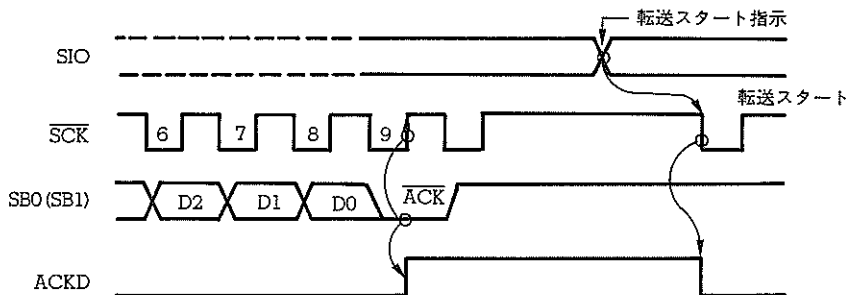
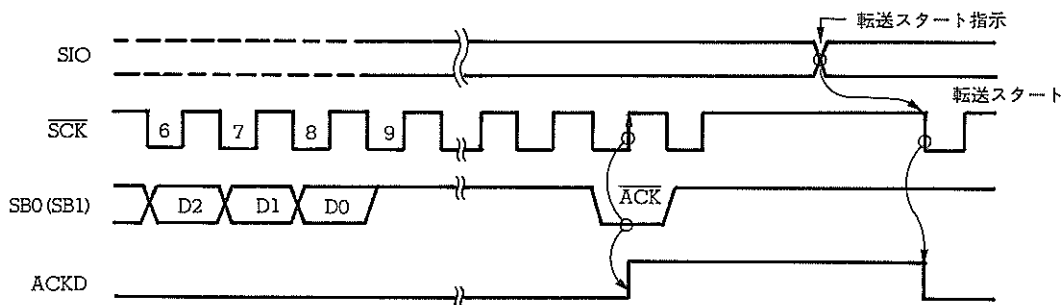


図4-4 ACKDの動作

(a) \overline{SCK} の9クロック目の期間に \overline{ACK} 信号が出力された場合



(b) \overline{SCK} の9クロック目以降に \overline{ACK} 信号が出力された場合



(c) BUSY中に転送スタート指示した場合のクリアのタイミング

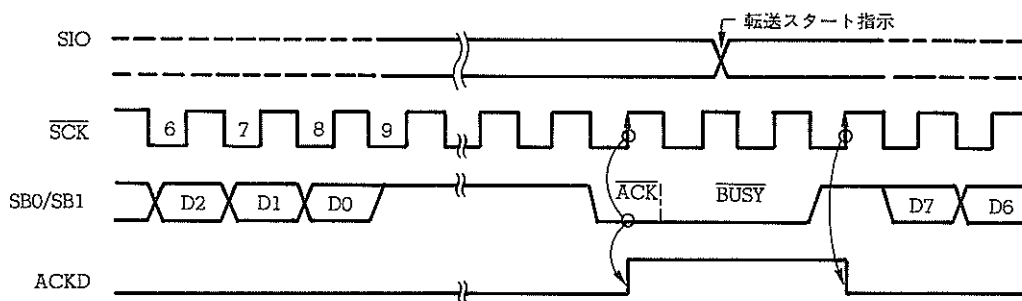


図4-5 BSYEの動作

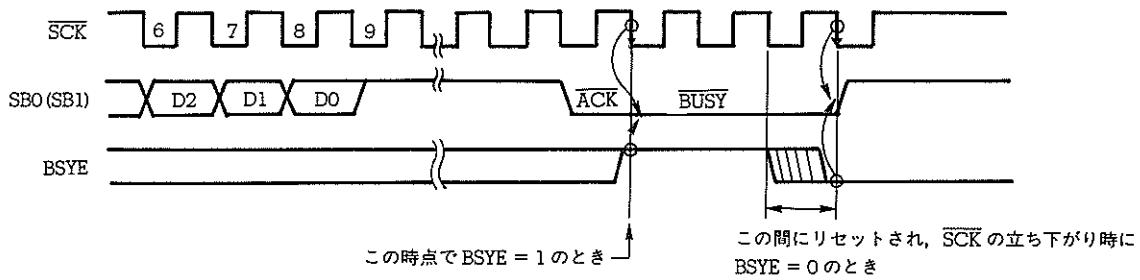


表 4 - 1 SBI における各種の信号 (1/3)

信号名称	出力するデバイス	定義	タイミング・チャート	出力される条件	フラグへの影響	信号の意味
バス・リリース信号 (REL)	マスタ	$\overline{SCK} = 1$ のときの, SBO (SB1) の立ち上がりエッジ	<p>The chart shows two signals: \overline{SCK} and SBO (SB1). \overline{SCK} is a constant high signal. SBO (SB1) is a low signal that transitions to high at a specific point.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • RELT のセット 	<ul style="list-style-type: none"> • RELD をセット • CMDD をクリア 	続いて CMD 信号を出力し, 送信データがアドレスであることを示す。
コマンド信号 (CMD)	マスタ	$\overline{SCK} = 1$ のときの, SBO (SB1) の立ち下がりエッジ	<p>The chart shows two signals: \overline{SCK} and SBO (SB1). \overline{SCK} is a constant high signal. SBO (SB1) is a high signal that transitions to low at a specific point.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CMDT のセット 	<ul style="list-style-type: none"> • CMDD をセット 	(1) REL 信号出力後送信データはアドレス。 (2) REL 信号出力なしの場合, 送信データはコマンド。

表 4-1 SBI における各種の信号 (2/3)

信号名称	出力するデバイス	定義	タイミング・チャート	出力される条件	フラグへの影響	信号の意味
アックノリッジ信号 ($\overline{\text{ACK}}$)	マスタ/ スレーブ	シリアル受信完了後、 $\overline{\text{SCK}}$ の 1 クロックの期間の SBO (SB1) に出力されるロウ・レベルの信号。		① $\text{ACKE} = 1$ ② ACKT のセット	• ACKD をセット	受信完了
ビジー信号 ($\overline{\text{BUSY}}$)	スレーブ	アックノリッジ信号に続いて SBO (SB1) に出力されるロウ・レベルの信号。		• $\text{BSYE} = 1$	—	処理中のため、シリアル送受信不可能状態。
レディ信号 (READY)	スレーブ	シリアル転送開始前、完了後、SBO (SB1) に出力されるハイ・レベルの信号		[78K シリーズ] ① $\text{BSYE} = 0$ ② $\text{CTxE} = 1$ のときの、SIO へのデータ書き込み (シリアル転送スタート指示) 注3 ③ $\text{CTxE} = 0$, $\text{CRxE} = 1$ のときの SIO からのデータ読み出し命令実行 ④ CRxE ビットの 0 から 1 への変化 [75X シリーズ] ① $\text{BSYE} = 0$ ② SIO へのデータ書き込み命令実行 (転送開始指示)	—	シリアル送受信可能状態。

表 4-1 SBI における各種の信号 (3/3)

信号名称	出力するデバイス	定義	タイミング・チャート	出力される条件	フラグへの影響	信号の意味
シリアル・クロック (SCK)	マスタ	アドレス/コマンド/データ, ACK 信号, 同期 BUSY 信号などの出力のための同期クロック。最初の 8 個でアドレス/コマンド/データを転送する。		[78K シリーズ] ① CTxE = 1 のときの SIO へのデータ書き込み命令実行 (シリアル転送スタート指示)注3 ② CTxE = 0, CRxE = 1 のときの SIO からのデータ読み出し命令実行 ③ CRxE ビットの 0 から 1 への変化 [75X シリーズ] CSIE = 1 のときの SIO へのデータ書き込み命令実行 (シリアル転送スタート指示)注3	[78K シリーズ] CSIIF をセット (8 クロック目の立ち上がり)注1 [75X シリーズ] IRQCSI をセット (9 クロック目の立ち上がり)注2	シリアル・データ・バスへの信号出力のタイミング
アドレス (A7-A0)	マスタ	REL 信号, CMD 信号出力後に, SCK に同期して転送される 8 ビット・データ。				シリアル・バス上のスレーブ・デバイスのアドレス値
コマンド (C7-C0)	マスタ	REL 信号は出力されず, CMD 信号のみ出力されたのち, SCK に同期して転送される 8 ビット・データ。				スレーブ・デバイスへの指示やメッセージなど
データ (D7-D0)	マスタ/スレーブ	REL 信号, CMD 信号とも出力されず, SCK に同期して転送される 8 ビット・データ。				スレーブまたはマスタが処理するデータ

- 注 1. WUP = 0 のとき, 常に SCK の 8 クロック目の立ち上がりで CSIIF をセットする。
 WUP = 1 のとき, アドレスを受信したときのみ, SCK の 8 クロック目の立ち上がりで CSIIF をセットする。
2. WUP = 0 のとき, 常に SCK の 9 クロック目の立ち上がりで IRQCSI をセットする。
 WUP = 1 のとき, アドレスを受信し, スレーブ・アドレス・レジスタ (SVA) と一致したときのみ, SCK の 9 クロック目の立ち上がりで IRQCSI をセットする。
3. データ送受信の場合, BUSY 状態のときは, READY 状態になったのち, 転送スタートする。

4.2 通信動作

SBIでは、マスタがシリアル・バス上に「アドレス」を出力することで複数のデバイスのうち、通信対象となるスレーブ・デバイスを通常1つ選択します。

通信対象デバイスを決定したのちに、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間で、コマンド、データの送受信を行い、シリアル通信を実現します。

75X シリーズと 78K シリーズにおいての、各データ通信のタイミング・チャートを図 4-6 から図 4-13 に示します。

図 4-6 78K シリーズのマス・デバイスからスレーブ・デバイスへのアドレス送信動作

マス・デバイス処理(送信側)

転送ライン

スレーブ・デバイス処理(受信側)

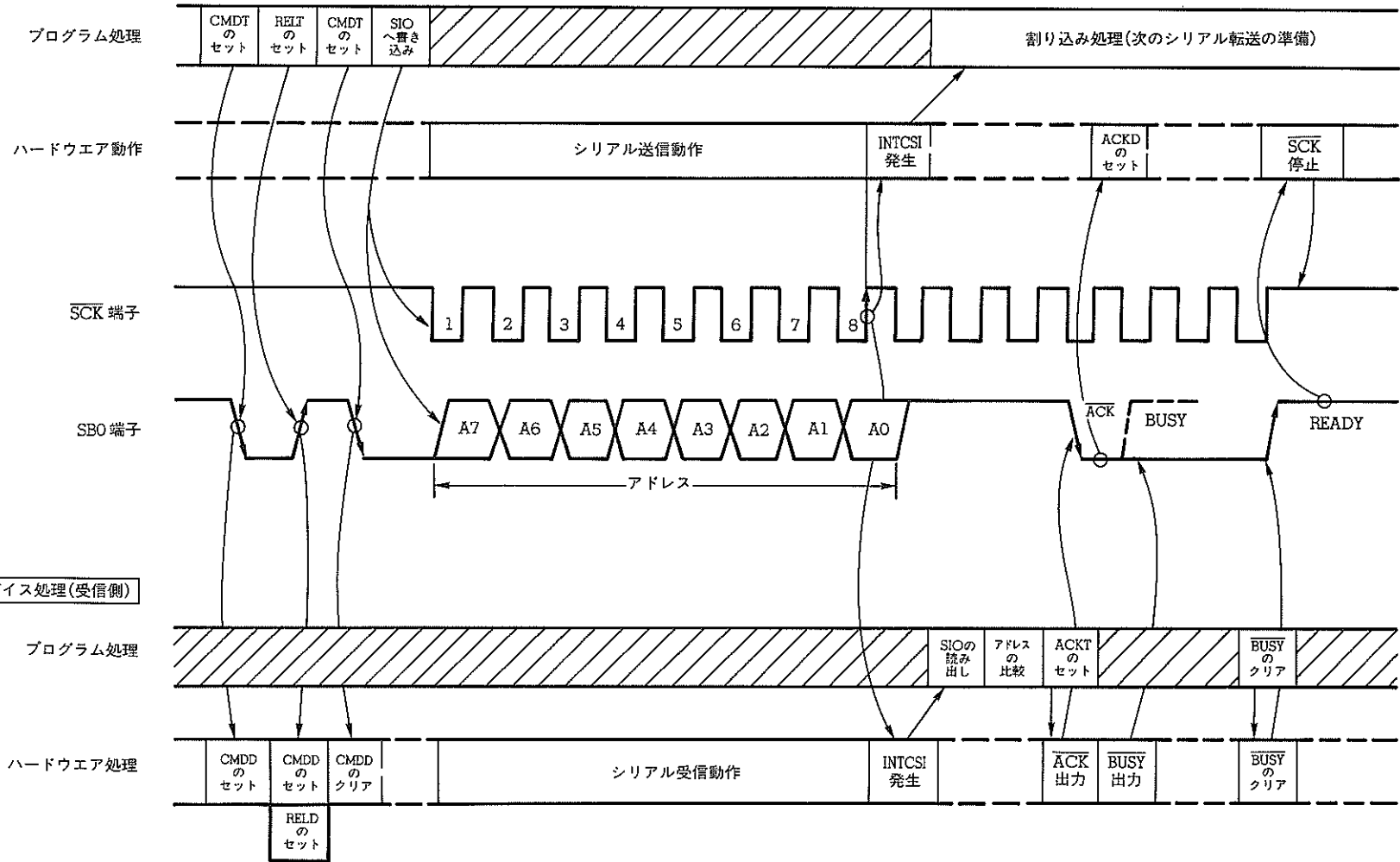


図 4-7 78K シリーズのマスター・デバイスからスレーブ・デバイスへのコマンド送信動作

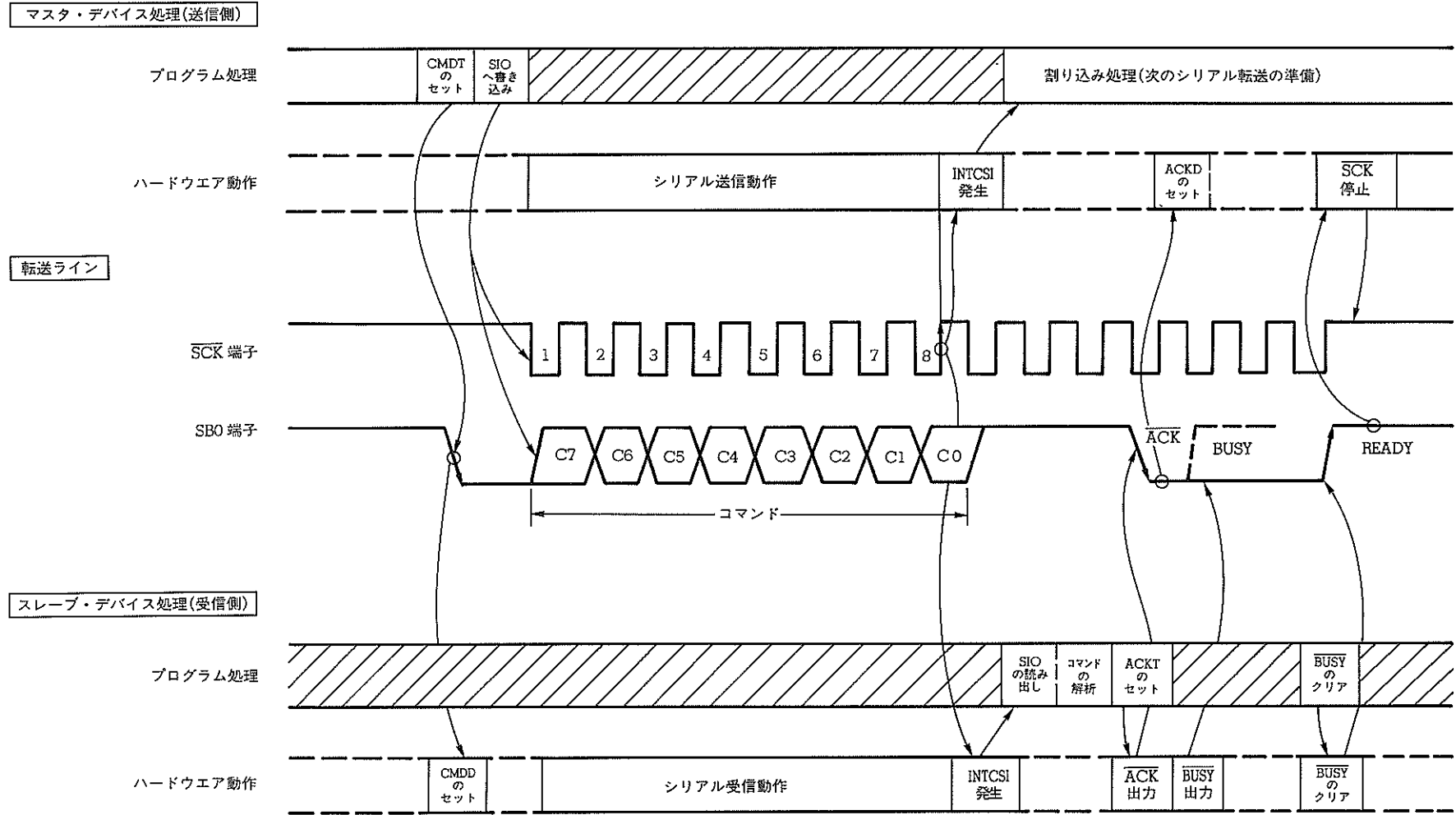


図 4-8 78K シリーズのマスター・デバイスからスレーブ・デバイスへのデータ送信動作

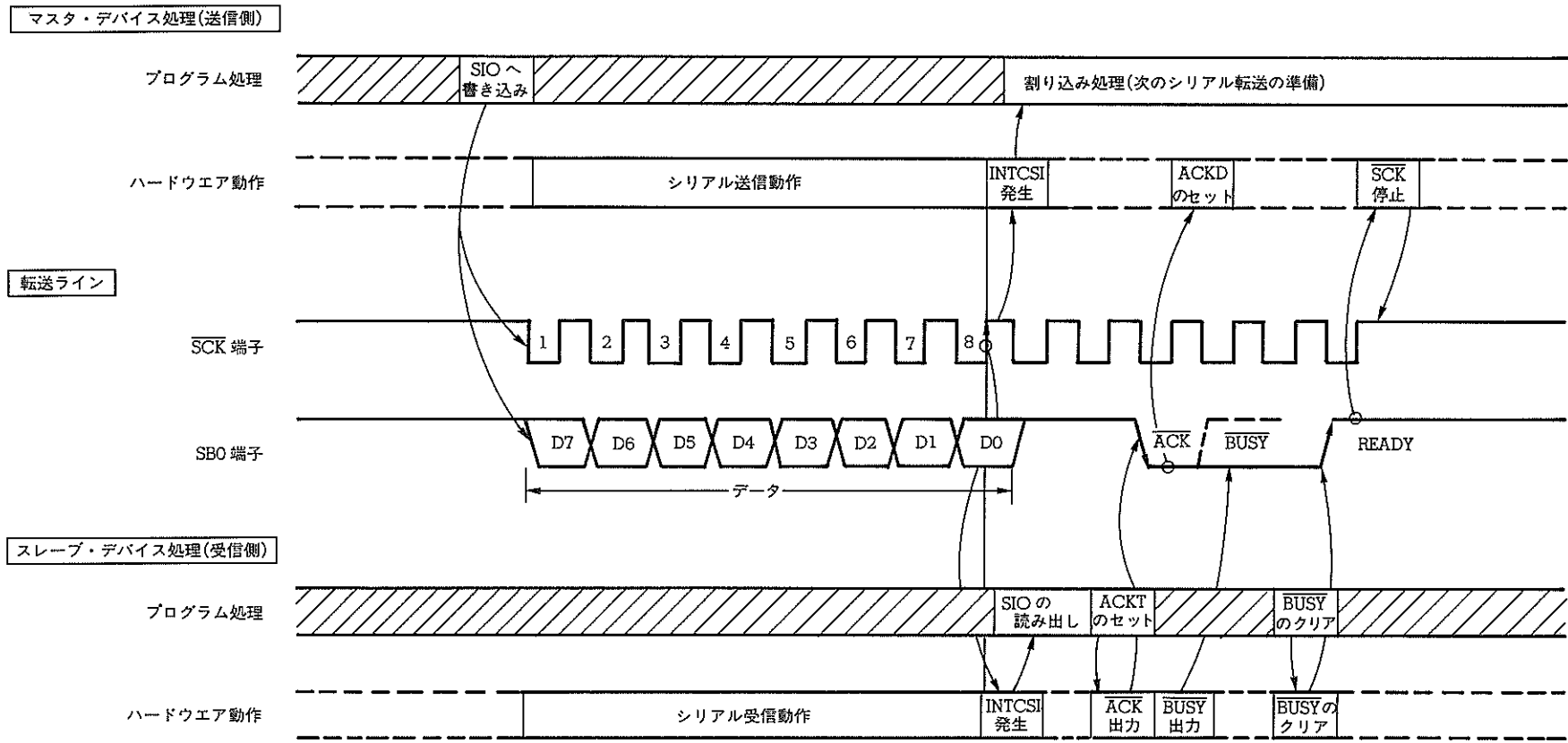


図 4-9 78K シリーズのスレーブ・デバイスからマスタ・デバイスへのデータ送信動作

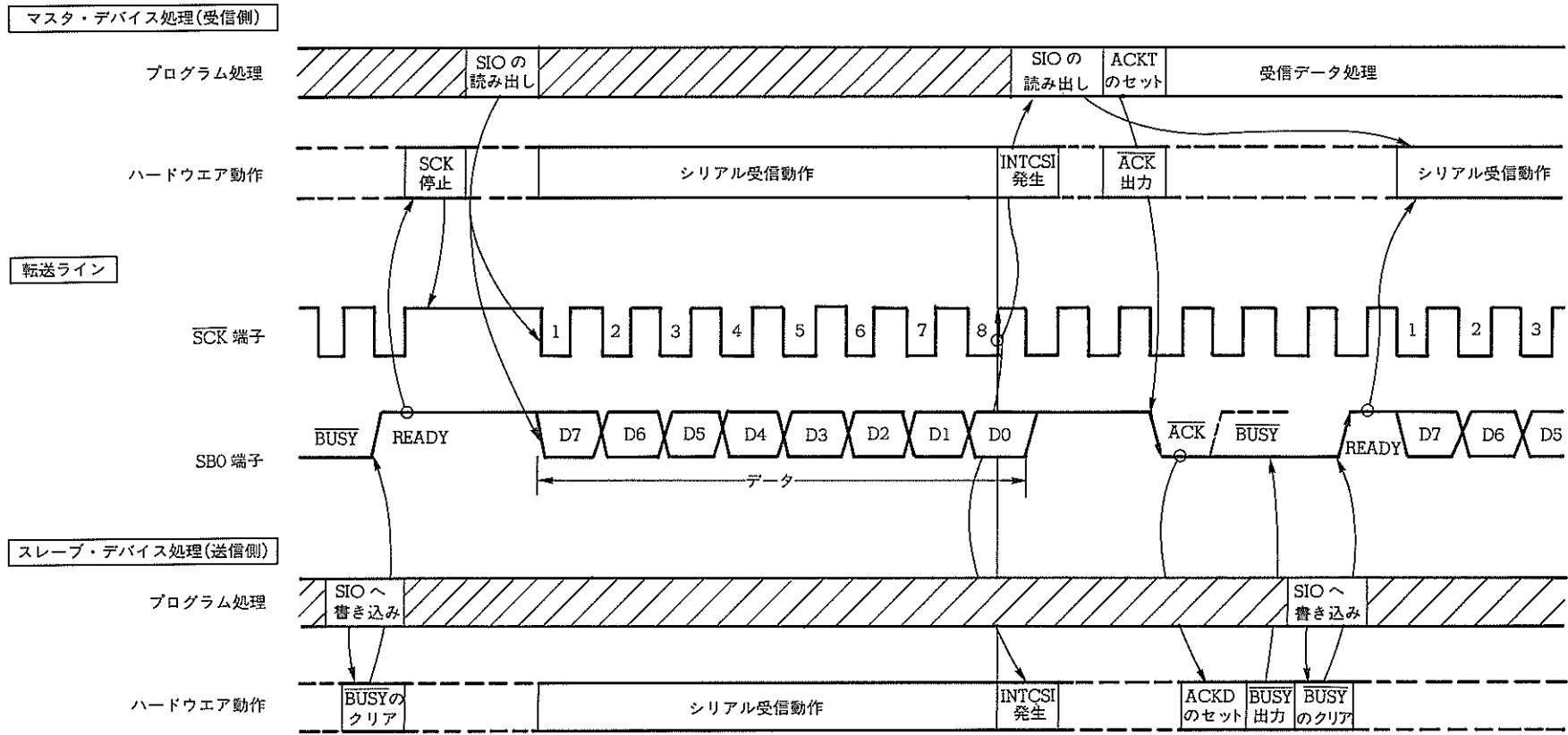


図 4-10 75X シリーズのマスタ・デバイスからスレーブ・デバイス (WUP = 1) へのアドレス送信動作

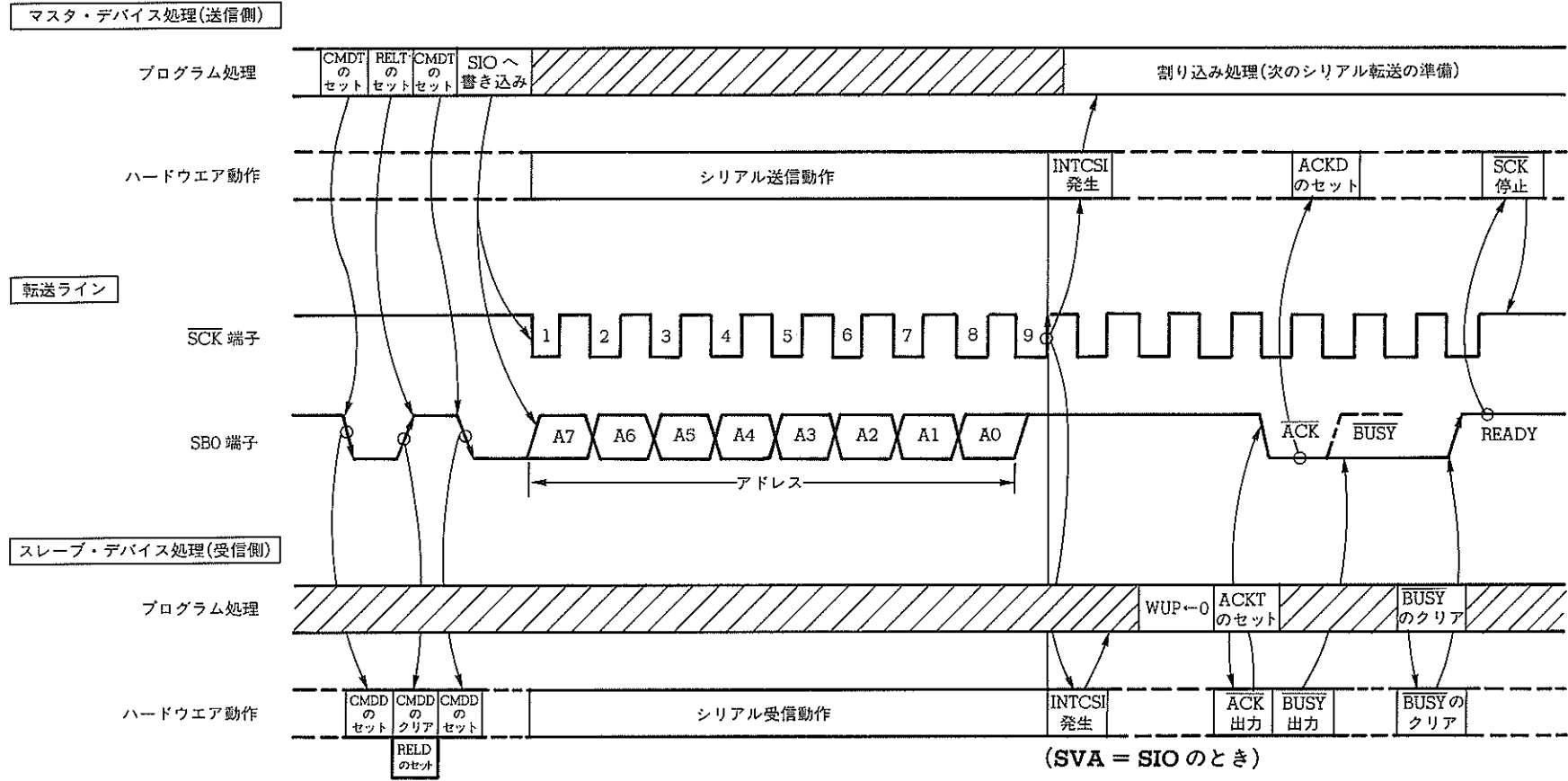


図 4 - 11 75X シリーズのマスター・デバイスからスレーブ・デバイスへのコマンド送信動作

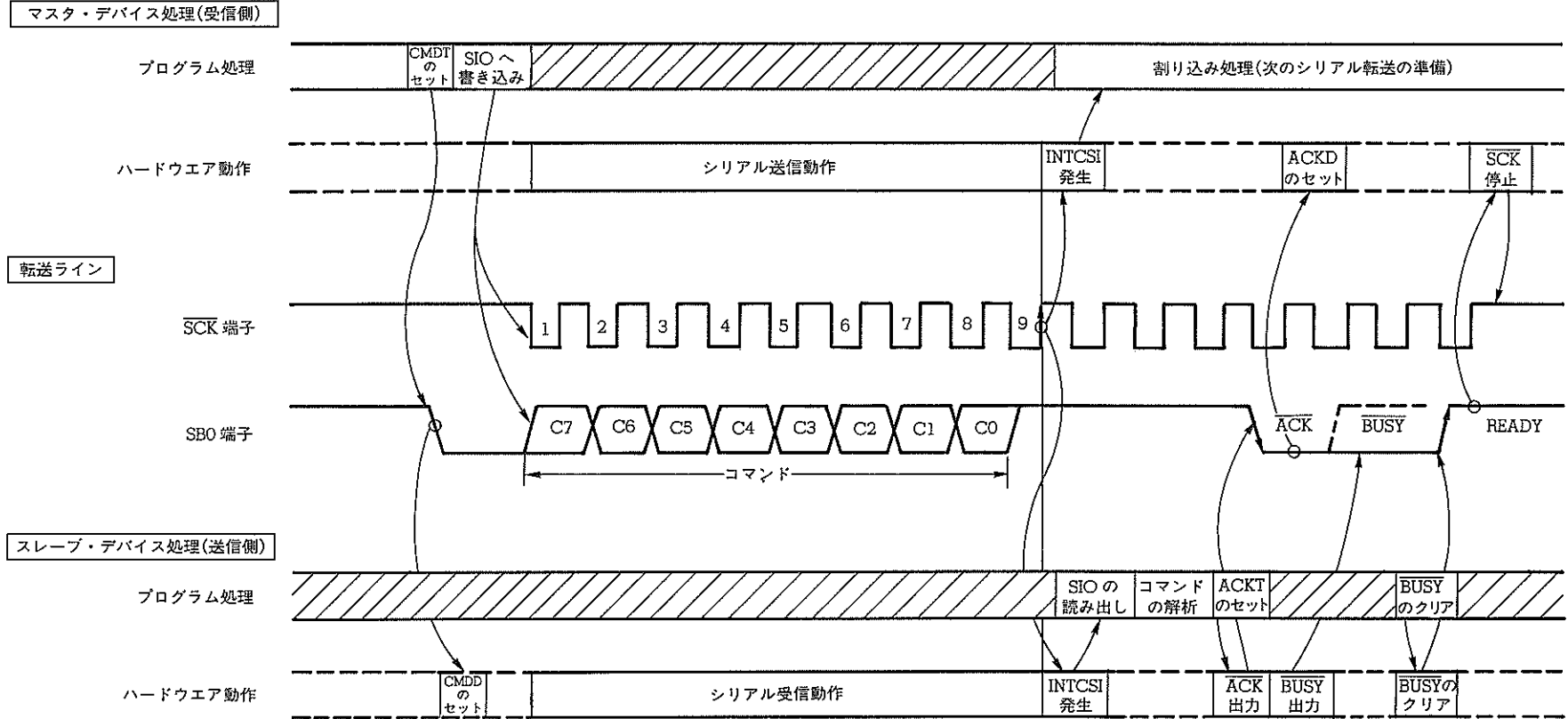


図 4-12 75X シリーズのマスタ・デバイスからスレーブ・デバイスへのデータ送信動作

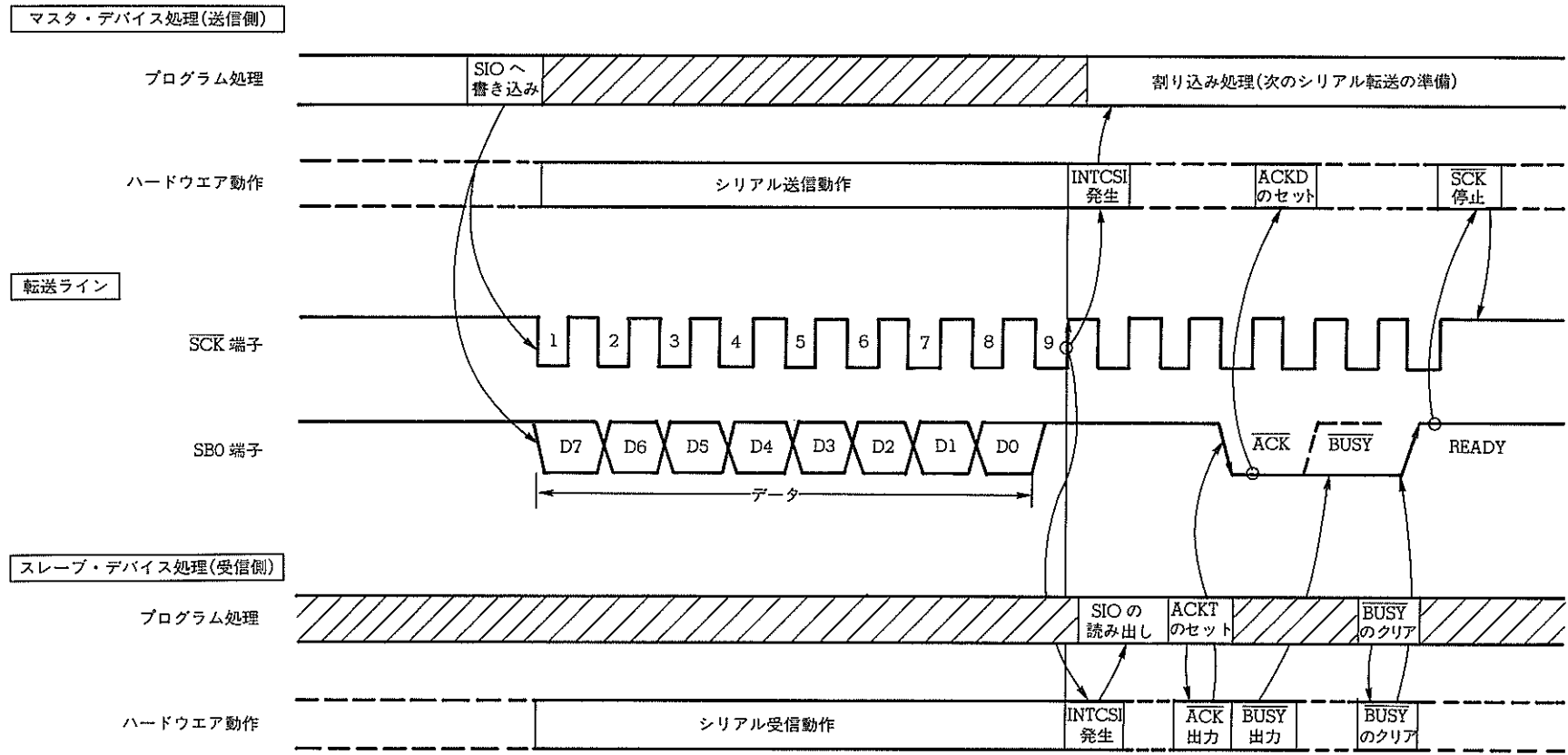
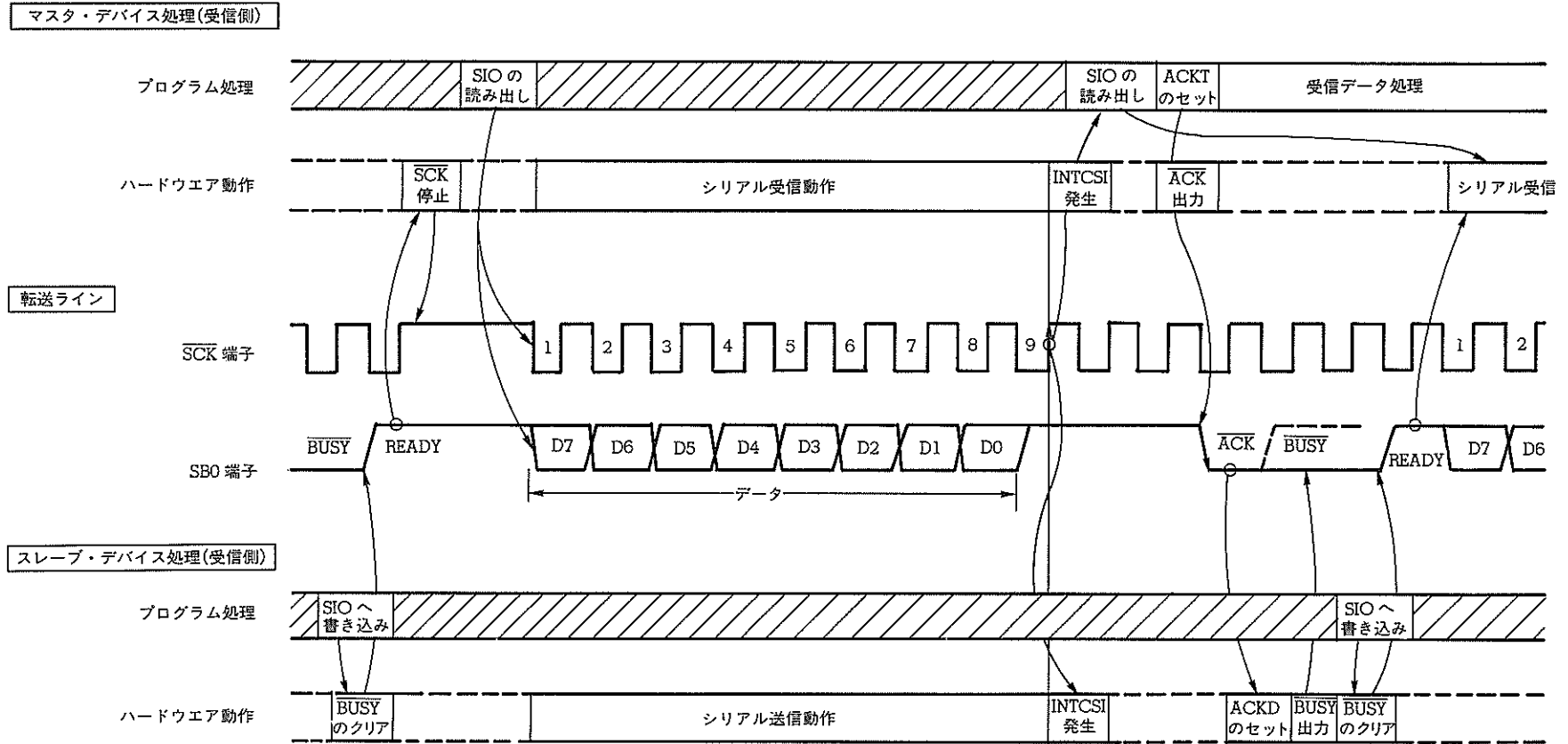


図 4-13 75X シリーズのスレーブ・デバイスからマスタ・デバイスへのデータ送信動作



4.3 デバイス間の相違点

78K シリーズと 75X シリーズでは、CPU アーキテクチャの違いなどから、SBI の動作に表 4-2 に示す相違点があります。

表 4-2 78K シリーズと 75X シリーズでの SBI 動作の相違点

相違項目	78K シリーズ	75X シリーズ												
シリアル転送完了割り込みの発生タイミング	\overline{SCK} の 8 クロック目の立ち上がりで CSIF がセットされる。	\overline{SCK} の 9 クロック目の立ち上がりで IRQCSI がセットされる。												
ウェイク・アップ状態のアドレス一致検出	ソフトウェアで一致アドレスの検出を行う。	ハードウェアで一致アドレスの検出を行う。												
転送スタート指示 (\overline{SCK} 出力条件)	送受信許可の状態と条件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>条 件</th> <th>転送スタート条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CTxE = 1</td> <td>SIO ライト・アクセス</td> </tr> <tr> <td>CTxE = 0 CRxE = 1</td> <td>SIO リード・アクセス</td> </tr> <tr> <td>CRxE = 0</td> <td>CRxE ← 1</td> </tr> </tbody> </table>	条 件	転送スタート条件	CTxE = 1	SIO ライト・アクセス	CTxE = 0 CRxE = 1	SIO リード・アクセス	CRxE = 0	CRxE ← 1	送受信許可の状態と条件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>条 件</th> <th>転送スタート条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CSIE = 1</td> <td>SIO ライト・アクセス</td> </tr> </tbody> </table>	条 件	転送スタート条件	CSIE = 1	SIO ライト・アクセス
条 件	転送スタート条件													
CTxE = 1	SIO ライト・アクセス													
CTxE = 0 CRxE = 1	SIO リード・アクセス													
CRxE = 0	CRxE ← 1													
条 件	転送スタート条件													
CSIE = 1	SIO ライト・アクセス													
ビジー解除条件	送受信許可の状態と条件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>条 件</th> <th>転送スタート条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CTxE = 0</td> <td>BSYE ← 0</td> </tr> <tr> <td>CRxE = 1</td> <td>SIO リード・アクセス</td> </tr> <tr> <td>CTxE = 1</td> <td>BSYE ← 0 SIO ライト・アクセス</td> </tr> </tbody> </table>	条 件	転送スタート条件	CTxE = 0	BSYE ← 0	CRxE = 1	SIO リード・アクセス	CTxE = 1	BSYE ← 0 SIO ライト・アクセス	送受信許可の状態と条件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>条 件</th> <th>転送スタート条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CSIE = 1</td> <td>BSYE ← 0 SIO ライト・アクセス</td> </tr> </tbody> </table>	条 件	転送スタート条件	CSIE = 1	BSYE ← 0 SIO ライト・アクセス
条 件	転送スタート条件													
CTxE = 0	BSYE ← 0													
CRxE = 1	SIO リード・アクセス													
CTxE = 1	BSYE ← 0 SIO ライト・アクセス													
条 件	転送スタート条件													
CSIE = 1	BSYE ← 0 SIO ライト・アクセス													
その他		ビジー中に WUP ← 1 とするとビジーが解除されない。したがって、ビジー解除命令実行後、最小シリアル・クロック 1 周期分のウェイトが必要。												

4.3.1 シリアル転送完了割り込み

78K シリーズと 75X シリーズでは、シリアル転送完了割り込みの発生タイミングが異なります。表 4-3 に相違点を示します。

表 4-3 シリアル転送完了割り込みのタイミング

デバイス	シリアル転送完了割り込みのタイミングの相違点
78K シリーズ	シリアル・クロックの 8 クロック目の立ち上がり
75X シリーズ	シリアル・クロックの 9 クロック目の立ち上がり

4.3.2 アドレス受信動作

マスタはスレーブ・デバイスの選択を、アドレスを送信することで行いますが、このとき、スレーブにおいて相違点があります。表 4-4 に相違点を示します。

表 4-4 ウェイク・アップ状態時の一致アドレス受信動作

デバイス	ウェイク・アップ状態時の一致アドレス受信動作の相違点
78K シリーズ	ソフトウェアで一致アドレス受信の検出を行う
75X シリーズ	ハードウェアで一致アドレス受信の検出を行う

4.3.3 転送スタート指示

転送スタート指示すなわち、マスタのクロック出力条件は、78K シリーズでは、SBI のマクロ・サービスを併用した高速転送などを考慮するため、75X シリーズでの転送スタート指示条件に加え、送受信許可の状態によって変わります。表 4-5 に転送スタート指示の一覧を示します。

表 4-5 転送スタート条件

デバイスと条件		転送スタート条件
78K シリーズ	CTxE = 1	SIO ライト・アクセス
	CTxE = 0, CRxE = 1	SIO リード・アクセス
	CRxE = 0	CRxE ← 1
75X シリーズ	CSIE = 1	SIO ライト・アクセス

4.3.4 ビジィ解除方法

78Kシリーズでは、SBIのマクロ・サービスを併用した高速転送などを考慮するため、75Xシリーズでの $\overline{\text{BUSY}}$ 解除（READY信号出力）条件に加え、送受信許可の状態によって、条件が変わります。表4-6に $\overline{\text{BUSY}}$ 解除方法の一覧を示します。

表4-6 $\overline{\text{BUSY}}$ 解除条件

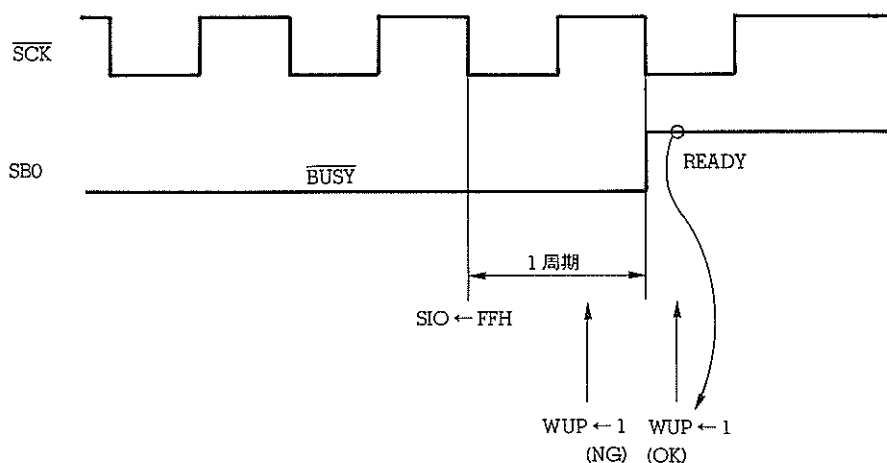
デバイスと条件		$\overline{\text{BUSY}}$ 解除条件	
78Kシリーズ	CTxE	CRxE	
	0	0	
	0	1	BSYE ← 0, SIO リード・アクセス
	1	0	BSYE ← 0, SIO ライト・アクセス注
1	1		
75Xシリーズ	CSIE = 1		

注 次の動作が受信の場合には、SIOに書き込む値はFFHを使用します。

4.3.5 ウェイク・アップ設定動作

75Xシリーズでは、ビジィ中にWUP ← 1とするとビジィが解除されません。したがって、ビジィ解除命令実行後、最小シリアル・クロック1周期分ウェイトするか、SB0 (SB1) 端子がハイ・レベルになったことを確認してから、WUP ← 1としてください。78Kシリーズでは、ビジィ中のWUP ← 1はREADY状態となり次第、ウェイク・アップ状態に設定されます。

図4-14 ウェイク・アップ設定 (WUP ← 1) タイミングの注意事項



第5章 応用例

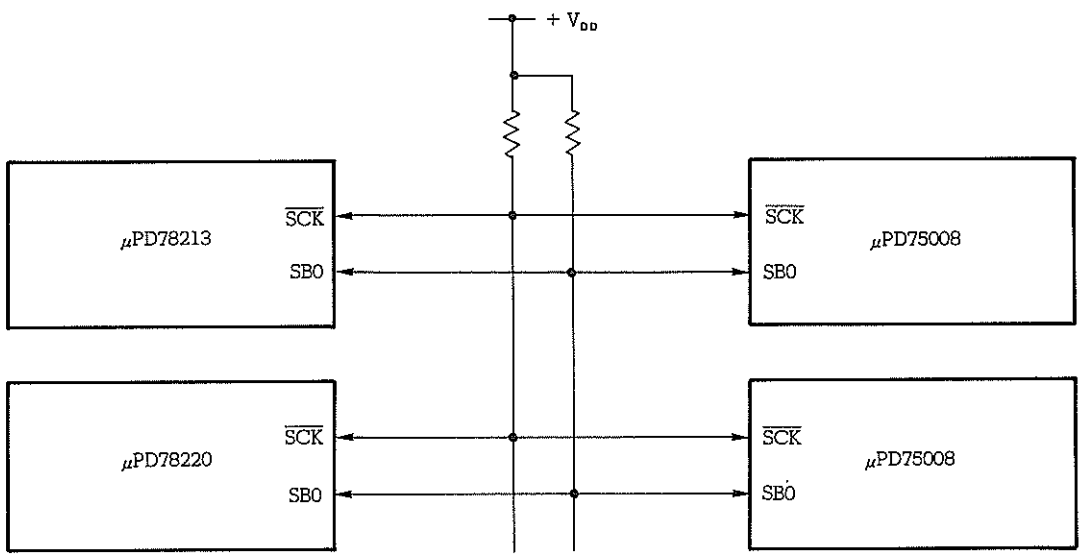
5.1 機能概要

ここでは、SBIの応用例の機能概要について解説します。

5.1.1 接続図

本応用例では、78K/II シリーズとして、 μ PD78213、 μ PD78220、75X シリーズとして2つの μ PD75008 をSBIで接続しています。図5-1にSBIシステム構成例を示します。

図5-1 SBI接続図



5.1.2 アドレス, コマンドの定義

(1) アドレス

本応用例ではアドレスを特に限定していません。よって、バックグラウンド処理のシステム・イニシャライズ処理中などで、78K/IIシリーズは、ワーク RAM のアドレス格納領域 (SVA), 75X シリーズでは、スレーブ・アドレス・レジスタ (SVA) にそれぞれアドレスを設定してください。

例 (a) 78K/IIシリーズ

```
SVA EQU OFEC7H ; Address Area
.
.
.
MOV SVA, #03H
```

例 (b) 75X シリーズ

```
MOV XA, #0C0H
MOV SVA, XA
```

(2) コマンド

本応用例で使用しているコマンドを表 5-1 に示します。78K/II シリーズでは、マクロ・サービスによる転送コマンドとスタティック LED に対するコマンドを有しています。

表 5-1 コマンド

コマンド	値	意味
WRITE	20H	マスタ→スレーブへのデータ転送
READ	21H	スレーブ→マスタへのデータ転送
LWRITE	22H	マスタがデータ数を指定しての、マスタ→スレーブへのデータ転送
LREAD	23H	マスタがデータ数を指定しての、スレーブ→マスタへのデータ転送
MACW	24H	マスタ→スレーブへのマクロ・サービスによるデータ転送
MACR	25H	スレーブ→マスタへのマクロ・サービスによるデータ転送
CHGMST	28H	スレーブへのマスタの権利の受け渡し
DETACH	29H	現在選択されているスレーブを非選択に設定

コマンド	値	意味 (78K/IIシリーズのスレーブに対するコマンド)
DSPON	31H	スタティック LED の表示オン
DSPOFF	32H	スタティック LED の表示オフ

表5-2に78K/IIシリーズと75Xシリーズとのコマンド対応表を示します。

表5-2 コマンド対応

コマンド	78K/IIシリーズ		75Xシリーズ	
	マスタ	スレーブ	マスタ	スレーブ
WRITE	○	○	○	○
READ	○	○	○	○
LWRITE	○	○	○	○
LREAD	○	○	○	○
MACW	○	○	○	注1
MACR	○	○	○	注2
CHGMST	○	○	○	○
DETACH	○	○	○	○
DSPON	○	○	○	×
DSPOFF	○	○	○	×

注1. LWRITE コマンドで対応

2. LREAD コマンドで対応

備考 ○：対応

×：非対応

5.1.3 構成概要

本応用例は、SBIの応用のパッケージと、それを動作させる環境としてのバックグラウンド処理から構成されています。ここでは、SBIのパッケージのすべてと、その使用例として、バックグラウンド処理の一部について取り上げます。

本応用例のコマンド処理は、バックグラウンド処理から呼び出され、コマンド処理内で、すべての動作が完結します。

5.1.4 状態遷移図

図5-2にマスタ、図5-3にスレーブの状態遷移図を示します。

図 5-2 マスタの状態遷移図

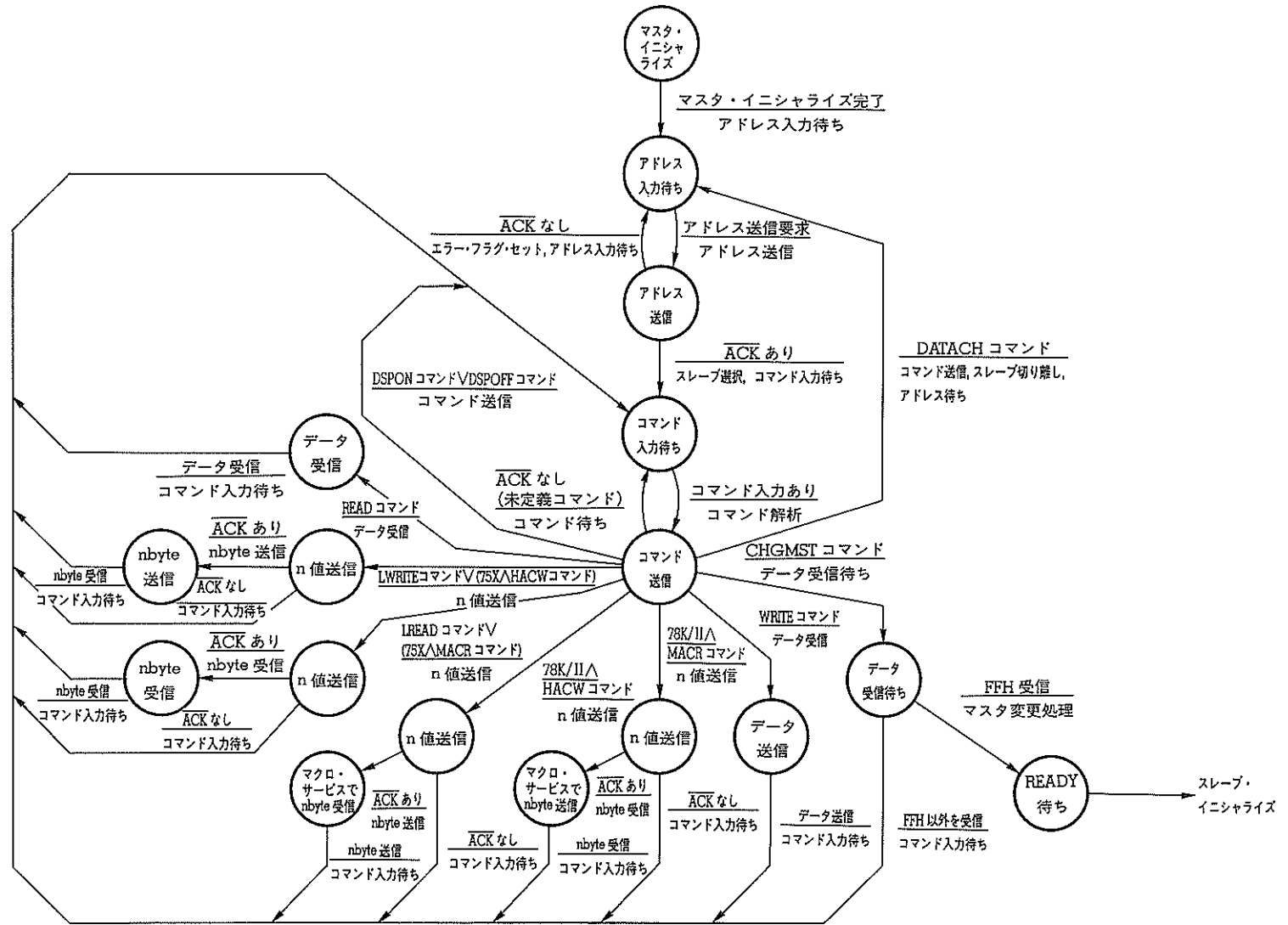
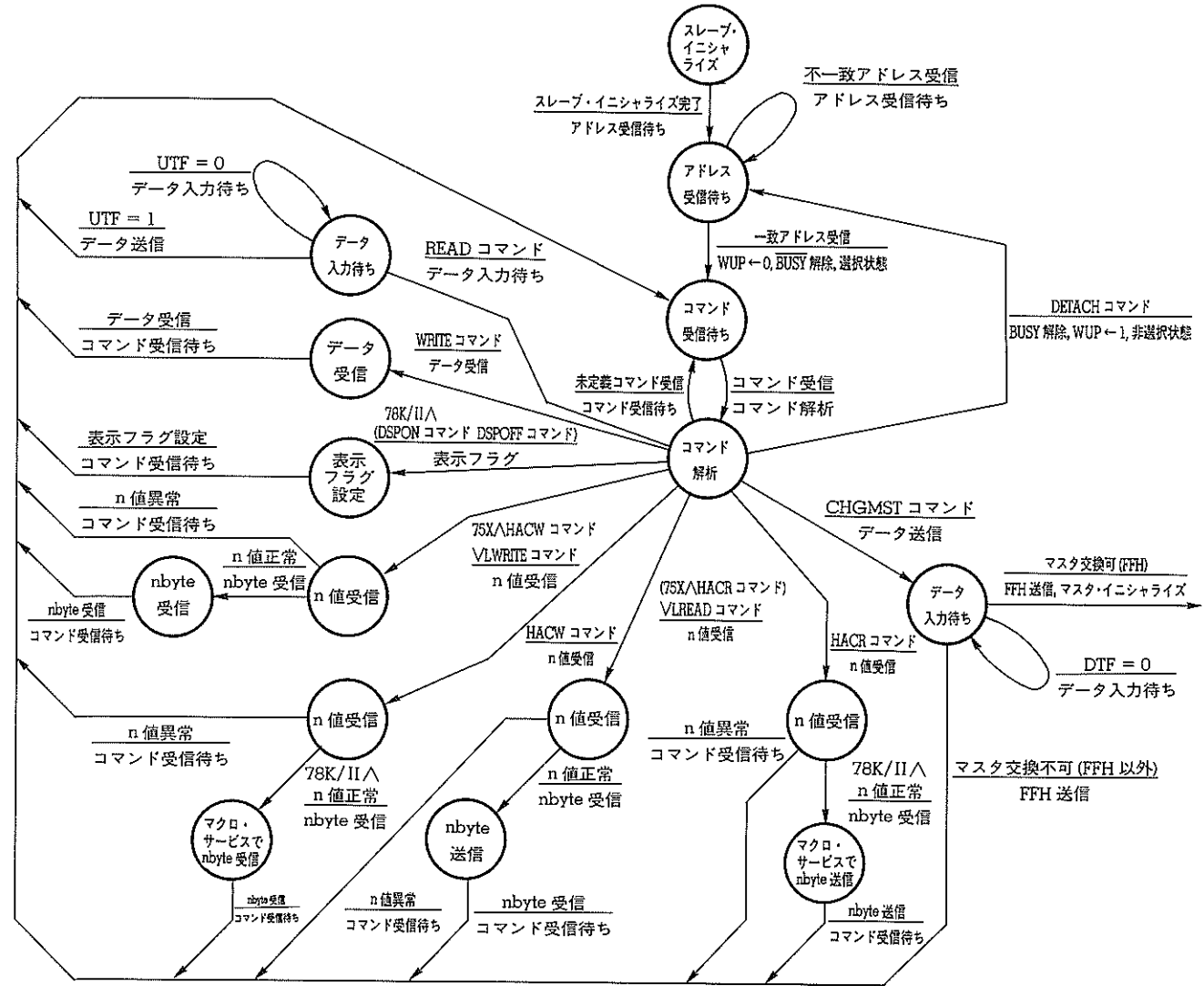


図 5-3 スレーブの状態遷移図



5.2 応用プログラムの環境

SBIのパッケージを動作させる環境として、RAM、フラグなどのワーク・エリアおよびインターバル・タイマ割り込みを必要とします。ワーク・エリアは再配置が可能です(ただし、78K/IIシリーズではショート・ダイレクト・アドレッシングの適用範囲にある必要があります)。したがって、パッケージを使用するモジュール上でパブリック宣言(PUBLIC)、外部参照宣言(EXTRN, EXTBIT)およびEQUの類似命令で必要なエリアを定義します。以降に、ワーク、シンボル定義、およびインターバル・タイマ割り込みについて解説します。

5.2.1 ワーク RAM

本応用例のSBI部分で使用しているワーク RAM を表5-3に示します。

表5-3 ワーク RAM

レーベル	バイト数	初期値	用 途
RCVBUF	1	00H	受信バッファ
TRNBUF	1	00H	送信バッファ
WRDATA	1	00H	WRITE コマンド用1バイト送信データ
LPARAM	1	00H	LWRITE, LREAD, MACW, MACR コマンド用送受信データ数
LSTART	2 ^{注2}	00H	LWRITE, LREAD, MACW, MACR コマンド用送受信バッファ先頭アドレス
ACKCNT	1 ^{注3}	00H	ACK 待ちカウンタ
MACCNT	1	00H	マクロ・サービス・タイム・アウト・カウンタ ^{注1}
SVA	1	00H	アドレス格納領域 ^{注1}
SBIFLO	1	00H	SBI 用フラグ・ワーク領域0
SBIFL1	1	00H	SBI 用フラグ・ワーク領域1
ETCFLG	1	00H	その他のフラグ・ワーク領域 ^{注1}
MSMCSI	1	00H	INTCSI 用マクロ・サービス・モード・レジスタ ^{注1}
CHPCSI	1	00H	INTCSI 用チャンネル・ポインタ ^{注1}

注1. 78K/IIシリーズのみ。

2. 78K/IIシリーズの場合。75X シリーズでは1バイト。

3. 78K/IIシリーズの場合。75X シリーズでは1ワード(4ビット)。

5.2.2 使用フラグ

本応用例の SBI 部分で使用している使用フラグを表 5-4 に示します。

表 5-4 使用フラグ

レーベル	ビット	名称	初期値	用途	0 の場合の意味	1 の場合の意味
SBIFLO	0	ERRORF	0	転送エラー状態	エラーなし	エラー発生
	1	TREND	0	転送完了状態	非転送完了状態	転送完了状態
	2	ACKWFG	0	$\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態	非 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態	$\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態
	3	RCVFLG	0	送受信状態	送信	受信
	4	PFLAG	0	パラメータの有無	パラメータなし	パラメータあり
	5	CMDBSY	0	コマンド処理状態	非コマンド処理中	コマンド処理中
	6	SLAVF	0	スレーブ選択状態	非選択状態	選択状態 ^{注1}
SBIFL1	0	DTF	0	データ送信要求	なし	あり
	1	CRF	0	コマンド受信状態	受信なし	受信あり
	2	CTF	0	コマンド送信要求	なし	あり
	3	ATF	0	アドレス送信要求	なし	あり
	4	MACTMF	0	マクロ・サービス タイム・アウト状態	非タイム・アウト待ち	タイム・アウト待ち ^{注2}
	5	未使用	0	未使用	—	—
	6	未使用	0	未使用	—	—
7	MACF	0	マクロ・サービス 使用状態	通常転送	使用中 ^{注2}	
—	—	STLEDF	0	スタティック LED の表示	表示 ON	表示 OFF ^{注2}

注 1. 75X シリーズのみ。

2. 78K/II シリーズのみ。

5.2.3 シンボル定義

5.2.1 および 5.2.2 で取り上げた RAM やフラグを用いているため、SBI プログラムでは、アセンブラの疑似命令でパブリック宣言 (PUBLIC)、外部参照宣言 (EXTRN, EXTBIT) を行っています。また、タイマとシリアル転送に割り込みを用いていますので、ベクタ・テーブルの設定が必要です。さらに、78K/II シリーズでは sfr.bit の EQU 類似命令での定義を必要とします。

以下に、本応用例で記述している、78K/II シリーズ、75X シリーズのシンボル定義を示します。

(1) 78K/II シリーズ

—— バックグラウンド・モジュールでのシンボル定義 ——

```

;
;
;
    --- module define ---

PUBLIC  LPARAM, WRDATA
PUBLIC  LSTART
PUBLIC  RCVBUF, TRNBUF
PUBLIC  MSMCSI, CHPCSI
PUBLIC  ACKCNT, MACCNT
PUBLIC  SVA
PUBLIC  SBIFLO, SBIFL1

PUBLIC  ERRORF           ; error of Transmit or Receive
PUBLIC  TREND            ; Complete of Transmit or Receive
PUBLIC  ACKWFG          ; ACK wait
PUBLIC  RCVFLG          ; Mode of Transmit or Receive
PUBLIC  PFLAG           ; Parameter
PUBLIC  CMDBSY          ; Busy with Command Task
PUBLIC  MSTF            ; Master or Slave

PUBLIC  DTF              ; Request of Data Transmit
PUBLIC  CRF              ; Request of Command Receive
PUBLIC  CTF              ; Request of Command Transmit
PUBLIC  ATF              ; Request of Address Transmit
PUBLIC  MACF             ; Transmit by Macro Service Mode
PUBLIC  MACTMF           ; Macro Service Time Out Mode

PUBLIC  STLEDF           ; Static LED ON/OFF

EXTRN  ACKCHK            ; ACK check (INTC21)
EXTRN  MACOUT            ; Time Out of Macro Service
EXTRN  I_CSI             ; INTCSI Vector interrupt
EXTRN  M_INIS, S_INIS   ; Initialize Package
EXTRN  TRNADR, TRNCMD, TRNDAT ; transmit or receive
EXTRN  RCVDAT, RCVMAC
EXTRN  M_WR, M_RD, M_LWR, M_LRD ; command
EXTRN  M_MACW, M_MACR, M_ON, M_OFF
EXTRN  M_DTC, M_CMT
EXTRN  S_WR, S_RD, S_LWR, S_LRD
EXTRN  S_MACW, S_MACR, S_ON, S_OFF
EXTRN  S_DTC, S_CMT

```

```

;
;   --- work flags define ---
;
ERRORF EQU    SBIFLO.0      ; error of Transmit or Receive
TREND  EQU    SBIFLO.1      ; Complete of Transmit or Receive
ACKWFG EQU    SBIFLO.2      ; ACK wait
RCVFLG EQU    SBIFLO.3      ; Mode of Transmit or Receive
PFLAG  EQU    SBIFLO.4      ; Parameter
CMDBSY EQU    SBIFLO.5      ; Busy with Command Task
MSTF   EQU    SBIFLO.7      ; Master or Slave

DTF    EQU    SBIFL1.0      ; Request of Data Transmit
CRF    EQU    SBIFL1.1      ; Request of Command Receive
CTF    EQU    SBIFL1.2      ; Request of Command Transmit
ATF    EQU    SBIFL1.3      ; Request of Address Transmit
MACF   EQU    SBIFL1.4      ; Transmit by Macro Service Mode
MACTMF EQU    SBIFL1.7      ; Macro Service Time Out Mode

STLEDF EQU    ETCFLG.0      ; Static LED ON/OFF
;
;   --- Vector Table define ---
;
CSEG

ORG    00000H
DW     START                ; RESET vector
ORG    0001CH
DW     I_C21                 ; INTC21 vector
ORG    00026H
DW     I_CSI                 ; INTCSI vector

```

SBIモジュールでのシンボル定義

```

PUBLIC  M_INIS, S_INIS          ; INITIALIZE
PUBLIC  ACKCHK                  ; ACK CHECK
PUBLIC  MACOUT                  ; MACRO SERVICE TIME OUT
PUBLIC  I_CSI                   ; INTCSI
PUBLIC  TRNADR, TRNCMD, TRNDAT, RCVDAT, RCVMAC
PUBLIC  M_WR, S_WR, M_RD, S_RD  ; COMMANDS
PUBLIC  M_LWR, S_LWR, M_LRD, S_LRD
PUBLIC  M_MACW, S_MACW, M_MACR, S_MACR
PUBLIC  M_ON, S_ON, M_OFF, S_OFF
PUBLIC  M_DTC, S_DTC
PUBLIC  M_CMT, S_CMT

EXTRN  LPARAM                   ; Max Length of Long Data
EXTRN  WRDATA                   ; Write Command's Data
EXTRN  LSTART                   ; Long Data Area
EXTRN  RCVBUF                   ; Receive Buffer
EXTRN  TRNBUF                   ; Transmit Buffer
EXTRN  ACKCNT                   ; ACK Counter
EXTRN  MACCNT                   ; Time Out Counter for Macro Service
EXTRN  SVA                      ; Address Area

EXTRN  MSMCSI                   ; INTCSI Macro Service Mode Register
EXTRN  CHPCSI                   ; INTCSI Channel Pointer

EXTRN  SBIFLO                   ; SBI Work Flags Area 0
EXTRN  SBIFL1                   ; SBI Work Flags Area 1

EXTBIT  ERRORF                  ; error of Transmit or Receive
EXTBIT  TREND                   ; Complete of Transmit or Receive
EXTBIT  ACKWFG                  ; ACK wait
EXTBIT  RCVFLG                  ; Mode of Transmit or Receive
EXTBIT  PFLAG                   ; Parameter
EXTBIT  CMDBSY                  ; Busy with Command Task
EXTBIT  MSTF                    ; Master or Slave
EXTBIT  MACF                    ; Transmit by Macro Service Mode
EXTBIT  MACTMF                  ; Macro Service Time Out Mode

EXTBIT  DTF                     ; Request of Data Transmit
EXTBIT  CRF                     ; Request of Command Receive
EXTBIT  CTF                     ; Request of Command Transmit
EXTBIT  ATF                     ; Request of Address Transmit

EXTBIT  STLEDF                  ; Static LED ON/OFF

```

```

:
:   --- sfr bits define ---
:
SCK  EQU   P3.2
SBO  EQU   P3.3

WUP  EQU   CSIM.5
CRXE EQU   CSIM.6
CTXE EQU   CSIM.7

RELT EQU   SBIC.0
CMDT EQU   SBIC.1
RELD EQU   SBIC.2
CMDD EQU   SBIC.3
ACKT EQU   SBIC.4
ACKE EQU   SBIC.5
ACKD EQU   SBIC.6
BSYE EQU   SBIC.7

CMK21 EQU MKOH.0
CSIMK EQU MKOH.7

CSIIF EQU  IFOH.7
CSIISM EQU ISMOH.7

```

(2) 75X シリーズ

—— バックグラウンド・モジュールでのシンボル定義 ——

```

VENT1  MBE=0, RBE=0, I_BT
VENT4  MBE=0, RBE=0, I_CSI
VENT0  MBE=0, RBE=0, START

PUBLIC  MT_INI, SL_INI
PUBLIC  M_ADIN, M_CDIN
PUBLIC  S_ADIN, S_CDIN

PUBLIC  TRNBUF, RCVBUF
PUBLIC  LPARAM, WRDATA, LSTART
PUBLIC  SBIFLO, SBIFLI

PUBLIC  ERRORF           ;error of Transmit or Receive
PUBLIC  TREND            ;complete of Transmit or Receive
PUBLIC  ACKWFG           ;ACK wait
PUBLIC  RCVFLG           ;Mode of Transmit or Receive
PUBLIC  PFLAG            ;Parameter
PUBLIC  CMDBSY           ;Busy with Command task
PUBLIC  SLAVF            ;selected for the Slave
PUBLIC  MSTF             ;Master or Slave

PUBLIC  DTF              ;Request of Data Transmit
PUBLIC  CRF              ;Request of Command Receive
PUBLIC  CTF              ;Request of Command Transmit
PUBLIC  ATF              ;Request of Address Transmit

PUBLIC  ACKCNT           ;ACK Counter
PUBLIC  SBO
PUBLIC  SCK

PUBLIC  FIRST            ;Command data
PUBLIC  WRITE, READ, LWRITE, LREAD
PUBLIC  CHGMST, DETACH

PUBLIC  MACW, MACR, DSPON, DSPOFF

PUBLIC  _WRITE, _READ, _LWRITE, _LREAD
PUBLIC  _CHGMST, _DETACH

PUBLIC  _MACW, _MACR, _DSPON, _DSPOFF

EXTRN  CODE(M_INIS, S_INIS) ;Initialaize Package
EXTRN  CODE(ACKCHK)        ;ACK check (INTBT)
EXTRN  CODE(I_CSI)         ;INTCSI Vector interrupt
EXTRN  CODE(M_WR, S_WR, M_RD, S_RD)
EXTRN  CODE(M_LWR, S_LWR, M_LRD, S_LRD)
EXTRN  CODE(M_CMT, S_CMT)
EXTRN  CODE(M_DTC, S_DTC)

EXTRN  CODE(M_ON, M_OFF)

EXTRN  CODE(TRNADR, TRNCMD, TRNDAT, RCVDAT)

```

```

;
;      --- work flags define ---
;
ERRORF EQU    SBIFL0.0           ;error of Transmit or Receive
TREND  EQU    SBIFL0.1           ;Complete of Transmit or Receive
ACKWFG EQU    SBIFL0.2           ;ACK wait
RCVFLG EQU    SBIFL0.3           ;Mode of Transmit or Receive
PFLAG  EQU    (SBIFL0+1).0       ;Parameter
CMDBSY EQU    (SBIFL0+1).1       ;Busy with Command task
SLAVF  EQU    (SBIFL0+1).2       ;selected for the Slave
MSTF   EQU    (SBIFL0+1).3       ;Master or Slave

DTF    EQU    SBIFL1.0           ;Request of Data Transmit
CRF    EQU    SBIFL1.1           ;Request of Command Receive
CTF    EQU    SBIFL1.2           ;Request of Command Transmit
ATF    EQU    SBIFL1.3           ;Request of Address Transmit

SCK    EQU    PORT0.1
SBO    EQU    PORT0.2
;
;--- Command define -----
;
WRITE  EQU    20H
READ   EQU    21H
LWRITE EQU    22H
LREAD  EQU    23H
CHGMST EQU    28H
DETACH EQU    29H
MACW   EQU    24H
MACR   EQU    25H
DSPON  EQU    31H
DSPOFF EQU    32H
;
;--- Command define -----
;
FIRST  EQU    2H
_WRITE EQU    0H
_READ  EQU    1H
_LWRITE EQU    2H
_LREAD EQU    3H
_CHGMST EQU    8H
_DETACH EQU    9H
_MACW  EQU    4H
_MACR  EQU    5H
_DSPON EQU    1H
_DSPOFF EQU    2H

```

SBIモジュールでのシンボル定義

```

:
:
:
--- module define ---

PUBLIC  M_INIS, S_INIS           ;INITIALIZE
PUBLIC  ACKCHK                   ;ACK CHECK
PUBLIC  TRNADR, TRNCMD, TRNDAT, RCVDAT
PUBLIC  M_WR, S_WR, M_RD, S_RD   ;COMMANDS
PUBLIC  M_LWR, S_LWR, M_LRD, S_LRD
PUBLIC  M_DTC, S_DTC
PUBLIC  M_CMT, S_CMT
PUBLIC  M_ON, M_OFF

EXTRN   DATA(LPARAM, WRDATA)
EXTRN   DATA(LSTART)
EXTRN   DATA(RCVBUF, TRNBUF)
EXTRN   DATA(ACKCNT)
EXTRN   DATA(SBIFL0, SBIFL1)

EXTRN   BIT(ERRORF)             ;error of Transmit or Receive
EXTRN   BIT(TREND)              ;complete of Transmit or Receive
EXTRN   BIT(ACKWFG)             ;ACK wait
EXTRN   BIT(RCVFLG)            ;Mode
EXTRN   BIT(PFLAG)             ;Parameter
EXTRN   BIT(CMDBSY)            ;Busy with Command task
EXTRN   BIT(SLAVF)             ;select or not
EXTRN   BIT(MSTF)              ;Master or Slave

EXTRN   BIT(DTF)               ;Request of Data Transmit
EXTRN   BIT(CRF)               ;Request of Command Receive
EXTRN   BIT(CTF)               ;Request of Command Transmit
EXTRN   BIT(ATF)               ;Request of Address Transmit
EXTRN   PBIT(SB0)
EXTRN   PBIT(SCK)

EXTRN   NUMBER(FIRST)
EXTRN   NUMBER(_WRITE, _READ)
EXTRN   NUMBER(_LWRITE, _LREAD)
EXTRN   NUMBER(_CHGMST, _DETACH)

EXTRN   NUMBER(_MACW, _MACR)

```


5.2.4 インターバル・タイマ割り込み

本応用例では、SBIの動作をモニタするために、インターバル・タイマ割り込みを使用しています。

(1) 78K/IIシリーズ

78K/IIシリーズでは、 $\overline{\text{ACK}}$ チェックとマクロ・サービス・タイム・アウトにインターバル・タイマ割り込みを使用しています。本応用例では、8ビット・タイマ/カウンタ2のINTC21割り込みを1.92 msごとに発生させ、この割り込み処理ルーチン中で、各種フラグの状況に応じて、SBIをモニタするモジュール (ACKCHK, MACOUT) を呼び出しています。

ここでは、1.92 msごとにINTC21割り込み要求を発生させるために、以下のようにモード・レジスタの設定を行っています。

- ① PRM1 ... 01100000B
- ② CRC2 ... 00011000B
- ③ CR21 ... 44
- ④ CMK21 ... 0

(2) 75Xシリーズ

75Xシリーズでは、 $\overline{\text{ACK}}$ チェックにインターバル・タイマ割り込みを使用しています。本応用例では、ベーシック・インターバル・タイマのINTBT割り込みを1.95 msごとに発生させ、この割り込み処理ルーチン中で、 $\overline{\text{ACK}}$ をモニタするモジュール (ACKCHK) を呼び出しています。

ここでは、1.95 msごとにINTBT割り込み要求を発生させるために、以下のようにモード・レジスタの設定を行っています。

- ① BTM ... 1111B
- ② INTBT ... EI状態

5.3 基本通信手段

ここでは、マスタ・スレーブ間における基本通信の、ソフトウェアによる実現手段について解説します。

5.3.1 1 バイト送受信

(1) マスタ

マスタの送信処理では、送信バッファ (TRNBUF) の内容を読み出して、アドレス/コマンド/データの区別をつけて送信します。また、受信処理は、通常はシフト・レジスタへの FFH の書き込みで起動します。

アドレス送信要求とコマンド送信要求は、ATF, CTF フラグのセットで発生します。データ送受信は、常にコマンド処理内で行われ、送信は、あらかじめメモリに設定しておいたデータが送信され、受信は、あらかじめ確保していたメモリに受信データが格納されます。

マスタの送受信用のフラグとして、以下のフラグを用いています。

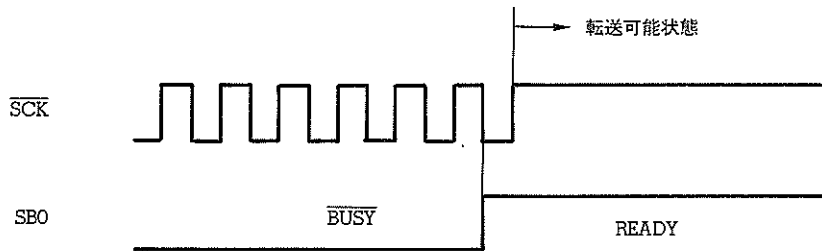
表 5-5 マスタの送受信用フラグ

フラグ名称	初期値	用途	0 の場合の意味	1 の場合の意味
MSTF	1	マスタ状態	スレーブ	マスタ
TREND	0	転送完了状態	非転送完了状態	転送完了状態
ERRORF	0	転送エラー状態	エラーなし	エラー発生
ACKWFG	0	$\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態	非 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態	$\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態
RCVFLG	0	送受信状態	送信	受信
ATF	0	アドレス送信要求	なし	あり
CTF	0	コマンド送信要求	なし	あり

(a) バス・チェック処理

送信動作の前に、データ・ライン (SBO 端子) がハイ・レベルか、またクロックが停止しているかを、SBO, $\overline{\text{SCK}}$ の端子レベルを読むことによってチェックします。

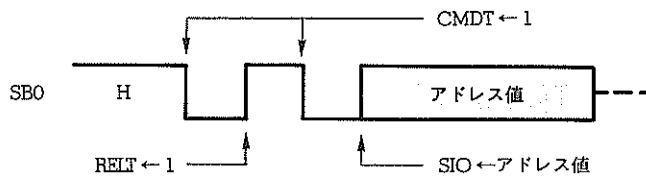
図 5-4 バス・チェック



(b) アドレス送信処理

バス・チェック後、コマンド信号、バス・リリース信号、コマンド信号と順次出力して、(d) データ送信処理で、アドレス値をシフト・レジスタに書き込みます。

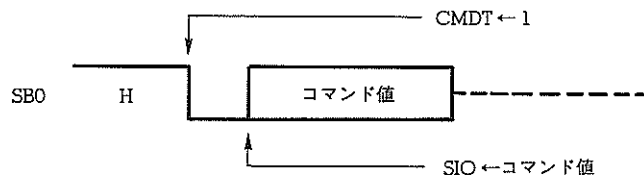
図 5-5 アドレス送信



(c) コマンド送信処理

バス・チェック後、コマンド信号を出力して、(d) データ送信処理で、コマンド値をシフト・レジスタに書き込みます。

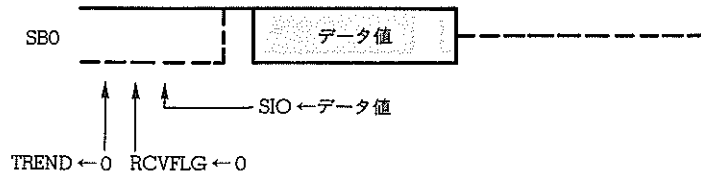
図 5-6 コマンド送信



(d) データ送信処理

TREND ← 0, RCVFLG ← 0 を行い、データ値をシフト・レジスタに書き込みます。この際、バス・チェックは行いません ($\overline{\text{BUSY}}$ 中に転送スタートした場合は、READY になり次第、転送がスタートされます)。

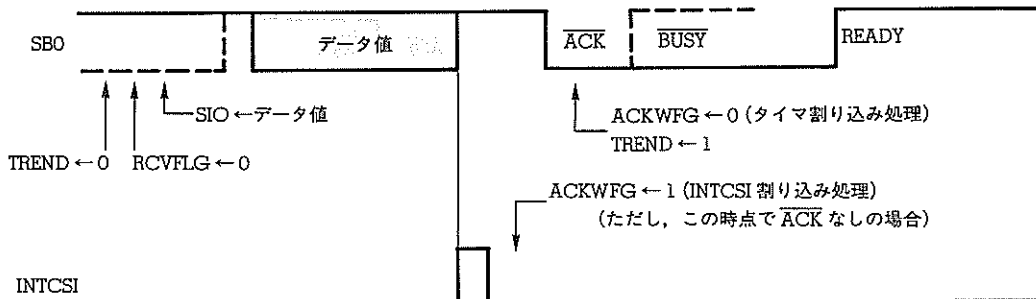
図 5-7 データ送信



(e) データ送信終了処理

データ送信起動後、送信終了 ($\overline{\text{ACK}}$ 受信) までウェイトします。

図 5-8 送信終了待ち

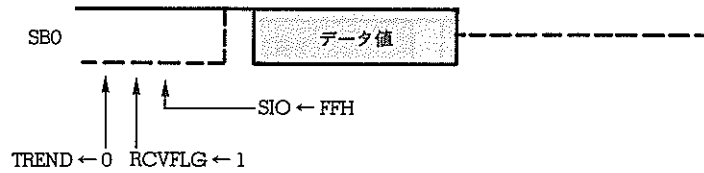


転送完了フラグ (TREND) は、 $\overline{\text{ACK}}$ 検出もしくは、 $\overline{\text{ACK}}$ タイム・アウトでセットされます (「5.3.3 タイマ割り込み」参照)。

(f) データ受信処理

TREND ← 0, RCVFLG ← 1 を行い, FFH をシフト・レジスタに書き込みます。この際, バス・チェックは行いません ($\overline{\text{BUSY}}$ 中に転送スタートした場合は, READY になり次第, 転送がスタートされます)。

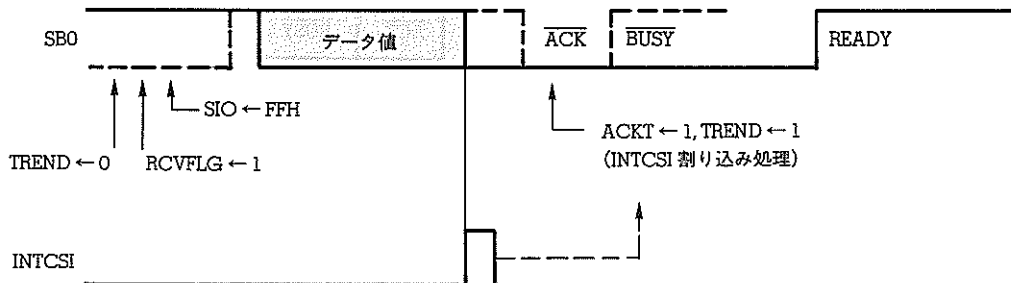
図 5-9 データ受信



(g) データ受信終了処理

データ受信起動後, シリアル転送完了割り込み処理で, $\overline{\text{ACK}}$ を出力します。

図 5-10 受信終了待ち



(2) スレーブ

スレーブの受信処理は、シリアル転送完了割り込み処理で行われます。割り込み処理では、 $\overline{\text{ACK}}$ の送信、ワーク・エリア操作、およびフラグ操作までを行い、アドレス/コマンド受信待ち、またはコマンド処理に移行します。

スレーブの送信処理は、マスタから送信されたコマンド (READ, CHGMST, LREAD, MACR コマンド) によってのみ行われます。この処理にエントリした状態では、バス・ラインは、 $\overline{\text{BUSY}}$ の状態となっています。 $\overline{\text{BUSY}}$ は、SIO にマスタに送信するデータを書き込んだ時点で解除されます。

スレーブ送受信用のフラグとして、以下のフラグを用いています。

表 5-6 スレーブの送受信用フラグ

フラグ名称	初期値	用 途	0 の場合の意味	1 の場合の意味
MSTF	0	マスタ状態	スレーブ	マスタ
TREND	0	転送完了状態	非転送完了状態	転送完了状態
ERRORF	0	転送エラー状態	エラーなし	エラー発生
RCVFLG	1	送受信状態	送信	受信
ACKWFG	0	$\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態	非 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態	$\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態
PFLAG	0	パラメータの有無	パラメータなし	パラメータあり
CRF	0	コマンド受信状態	受信なし	受信あり
DTF	0	データ送信要求	なし	あり
CMDBSY	0	コマンド処理状態	非コマンド処理中	コマンド処理中
SLAVF ^注	0	スレーブ選択状態	非選択状態	選択状態

注 75X シリーズのみ。

5.3.2 シリアル転送完了割り込み

(1) マスタ

(a) 送信終了 (RCVFLG = 0)

$\overline{\text{ACK}}$ の受信をチェックします。 $\overline{\text{ACK}}$ を受信していれば、TREND ← 1 を行います。 $\overline{\text{ACK}}$ を受信していなければ、 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態に設定します (ACKWFG ← 1)。

(b) 受信終了 (RCVFLG = 1)

受信データを、受信バッファ (RCVBUF) に格納します。受信をスレーブに知らせるために、 $\overline{\text{ACK}}$ を送信し、TREND ← 1 を行います。

(2) スレーブ

(a) 送信終了 (RCVFLG = 0)

$\overline{\text{ACK}}$ の受信を行います。スレーブでは $\overline{\text{ACK}}$ のタイム・アウト処理は行わず、 $\overline{\text{ACK}}$ を受信するまで待ち続けます。 $\overline{\text{ACK}}$ を受信した場合は、TREND ← 1 を行います。

(b) 受信終了 (RCVFLG = 1)

受信データを、受信バッファ (RCVBUF) に格納します。その後、アドレス、コマンド、データに応じた処理を行います。受信内容を判別し不適當な受信であれば、 $\overline{\text{ACK}}$ は出力せず、 $\overline{\text{BUSY}}$ の解除条件の成立のみを行います。

最後に、転送完了フラグをセットし (TREND ← 1)、バックグラウンドに戻します。

5.3.3 タイマ割り込み

78K/IIシリーズでは、タイマ割り込み処理として、 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち処理と、マクロ・サービスのタイム・アウト処理を行います。

75Xシリーズでは、タイマ割り込み処理として、 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち処理を行います。

(1) $\overline{\text{ACK}}$ 待ち処理

(a) 78K/IIシリーズ

(i) マスタ

INTC21 割り込みを用いて $\overline{\text{ACK}}$ の監視を行います。

INTC21 割り込みは、1.92 ms ごとに発生させ、シリアル転送完了割り込み発生後、非同期で、16回サンプリングする間に $\overline{\text{ACK}}$ を検出できなければエラーとします。このあと、マスタから強制的に $\overline{\text{ACK}}$ を出力します。

$$8 \text{ ビット} \cdot \text{タイマ/カウンタのカウンタ} \cdot \text{クロック} = f_{\text{CLK}}/256$$

$$\text{CR21 値} = 44$$

→ $\overline{\text{ACK}}$ 待ち時間

$$= 1.92 \text{ (ms)} \times (16 - 1) - 1.92 \text{ (ms)} \times 16$$

$$= 28.80 \text{ (ms)} - 30.72 \text{ (ms)}$$

(ii) スレーブ

スレーブでは、スレーブからマスタヘータを送信した場合に $\overline{\text{ACK}}$ 待ち処理が必要です。INTC21 による $\overline{\text{ACK}}$ の監視は行いますが、マスタとは異なり、マスタから $\overline{\text{ACK}}$ が出力されるまで待ち続けます。

(b) 75Xシリーズ

(i) マスタ

ベーシック・インターバル・タイマを用いて $\overline{\text{ACK}}$ 待ち処理を行います。

INTBT 割り込みは、1.95 ms ごとに発生させ、シリアル転送完了割り込み発生後、非同期で、16回サンプリングする間に $\overline{\text{ACK}}$ を検出できなければエラーとします。このあと、マスタから強制的に $\overline{\text{ACK}}$ を出力します。

(ii) スレーブ

スレーブでは、スレーブからマスタヘータを送信した場合に $\overline{\text{ACK}}$ 待ち処理が必要です。INTBT による $\overline{\text{ACK}}$ の監視は行いますが、マスタとは異なり、マスタから $\overline{\text{ACK}}$ が出力されるまで待ち続けます。

(2) マクロ・サービス・タイム・アウト処理

78K/IIシリーズで、マクロ・サービスによるデータ転送を行う場合、マクロ・サービス完了割り込みと、最後のデータ転送時のシリアル転送完了割り込みが連続して、同一割り込みソースで発生し、2回の割り込み要求が1回分しか行われない可能性があります。

ここで、確実に割り込み処理を2回実行させるために、1回目のINTCSI発生時にタイム・アウト待ち状態に設定し、2回目のINTCSIを待ちます。タイム・アウト待ち状態中に、INTC21割り込みを2回カウントしたのち、INTCSI割り込み要求を強制的に発生させています。詳細は「**5.4.4 マクロ・サービス・タイム・アウト処理**」を参照してください。

5.3.4 1バイト送受信の状態遷移図

図5-11, 図5-12に1バイト送受信の状態遷移図を示します。

図5-11 1バイト送受信の状態遷移図 (78K/IIシリーズ)

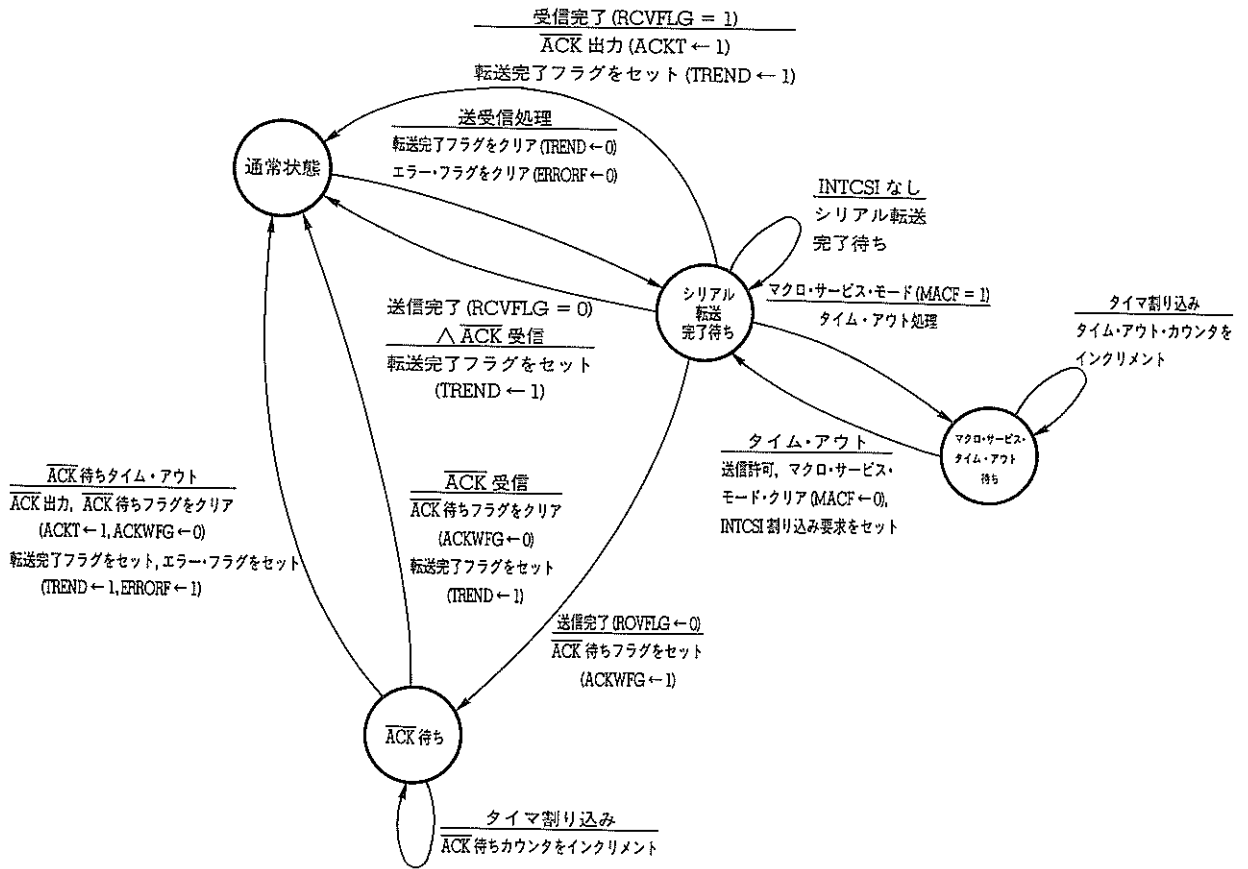
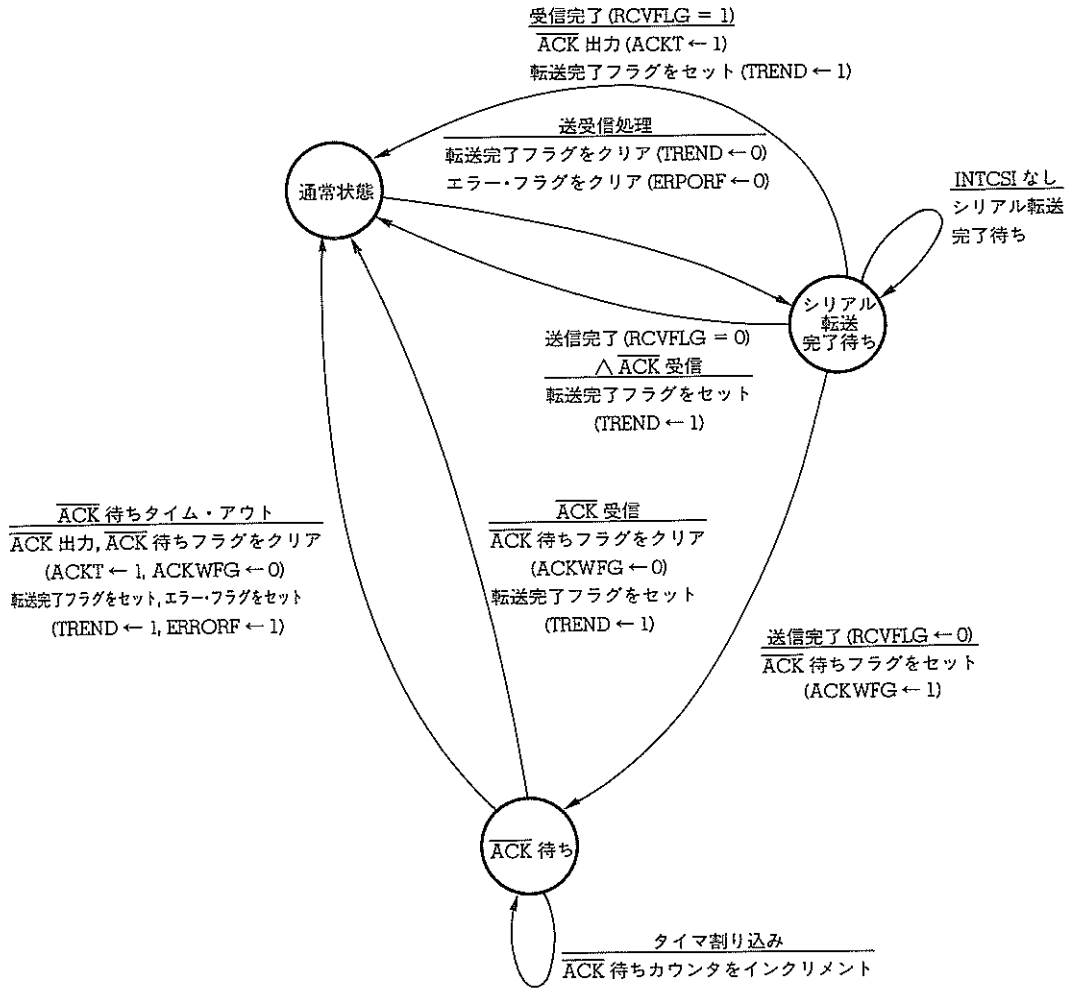


図5-12 1バイト送受信の状態遷移図(75Xシリーズ)



5.4 動作説明

ここでは、SBIの各モジュールの説明を行っています。

モジュールは、大別してバックグラウンド処理、1バイト送受信処理および、コマンド処理に分かれています。このうち、実際のシステムに应用する場合には、必ずバックグラウンド処理と1バイト送受信の処理が必要です^{注1}。

表5-7に本応用例の各モジュールと処理概要、図5-13にモジュール関連図、および表5-8に「5.3 基本通信手段」で取り上げたワークの各モジュールでの使用状況を示します。

表5-7 各モジュールの処理概要 (1/2)

	レーベル	処 理 概 要
マスタ/スレーブ共通	TRNADR	アドレス送信処理
	TRNCMD	コマンド送信処理
	TRNDAT	データ送信処理
	RCVDAT	データ受信処理
	RCVMAC ^{注3}	マクロ・サービス受信起動処理
	ACKCHK	ACK受信チェック処理
	MACOUT ^{注3}	マクロ・サービス・タイム・アウト処理
	I_CSI	シリアル転送完了割り込み処理
マスタ	M_ICSI	マスタ側シリアル転送完了割り込み処理
	M_IC21 ^{注1} M_IBT ^{注2}	マスタ側ACKチェック処理
	MT_INI	マスタSBI処理エントリ
	M_INIS	マスタ側イニシャライズ処理
スレーブ	S_ICSI	スレーブ側シリアル転送完了割り込み処理
	S_IC21 ^{注1} S_IBT ^{注2}	スレーブ側ACKチェック処理
	SL_INI	スレーブSBI処理エントリ
	S_INIS	スレーブ側イニシャライズ処理

注意 表中の網かけ箇所が必要な処理です。

注1. 78K/IIシリーズのみ必要な処理です。

2. 75Xシリーズのみ必要な処理です。

3. 78K/IIシリーズでマクロ・サービス転送を行う場合にのみ必要な処理です。

表 5-7 各モジュールの処理概要 (2/2)

	レーベル	処 理 概 要
マ ス タ	M_WR	マスタ側 WRITE コマンド処理
	M_RD	マスタ側 READ コマンド処理
	M_LWR	マスタ側 LWRITE コマンド処理
	M_LRD	マスタ側 LREAD コマンド処理
	M_MACW ^注	マスタ側 MACW コマンド処理
	M_MACR ^注	マスタ側 MACR コマンド処理
	M_ON	マスタ側 DSPON コマンド処理
	M_OFF	マスタ側 DSPOFF コマンド処理
	M_CMT	マスタ側 CHGMST コマンド処理
	M_DTC	マスタ側 DETACH コマンド処理
ス レ ー ブ	S_WR	スレーブ側 WRITE コマンド処理
	S_RD	スレーブ側 READ コマンド処理
	S_LWR	スレーブ側 LWRITE コマンド処理
	S_LRD	スレーブ側 LREAD コマンド処理
	S_MACW ^注	スレーブ側 MACW コマンド処理
	S_MACR ^注	スレーブ側 MACR コマンド処理
	S_ON ^注	スレーブ側 DSPON コマンド処理
	S_OFF ^注	スレーブ側 DSPOFF コマンド処理
	S_CMT	スレーブ側 CHGMST コマンド処理
S_DTC	スレーブ側 DETACH コマンド処理	

注 78K/IIシリーズのみ。

図 5-13 モジュール関連図 (1/3)

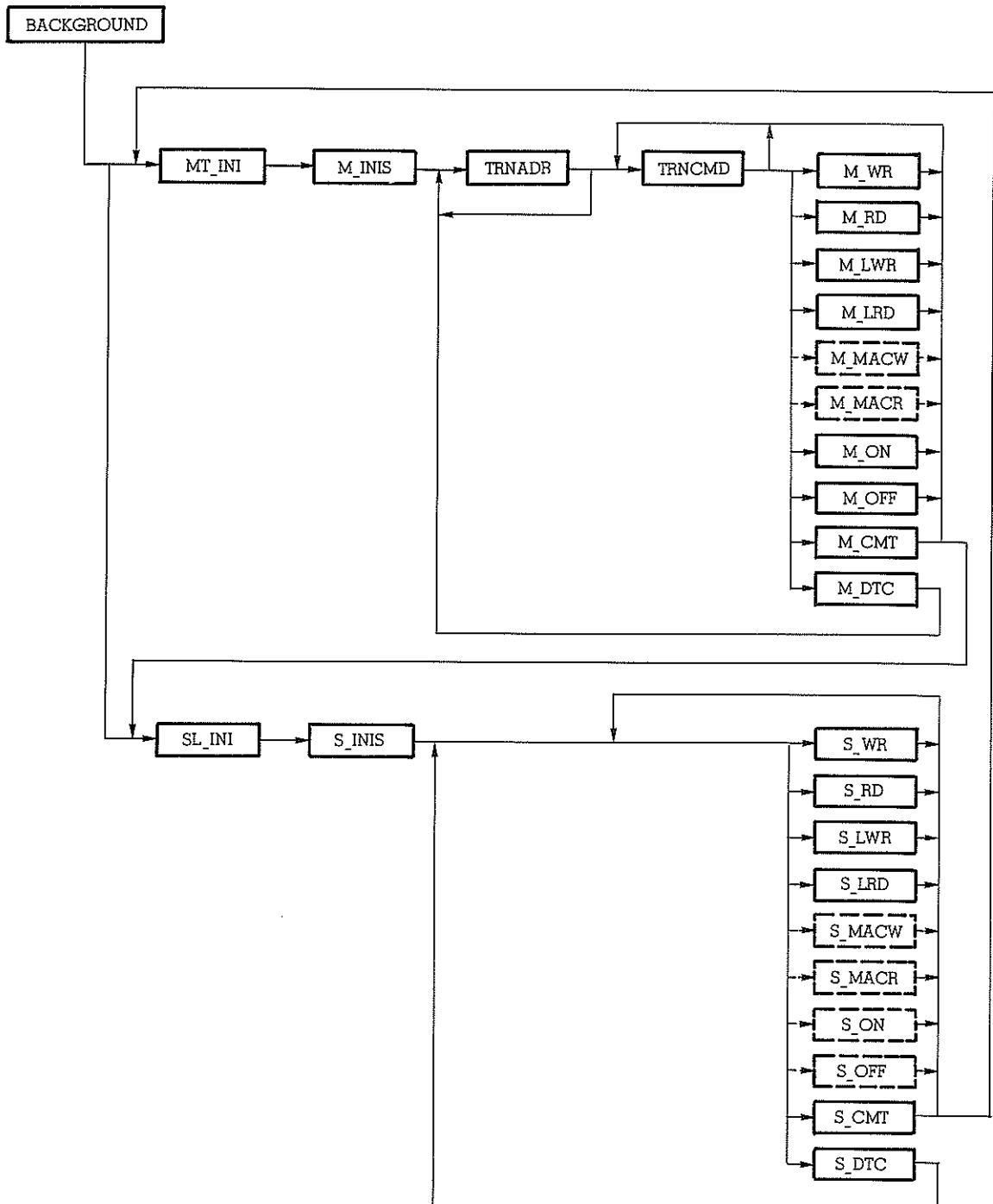
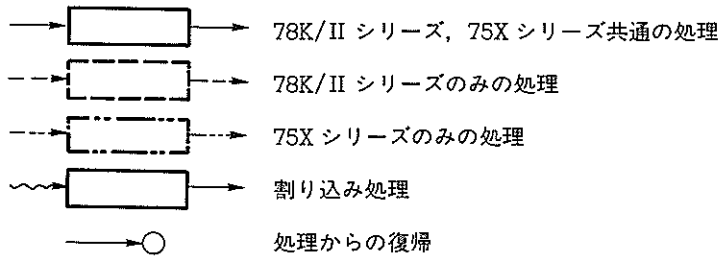


図 5-13 モジュール関連図 (2/3)

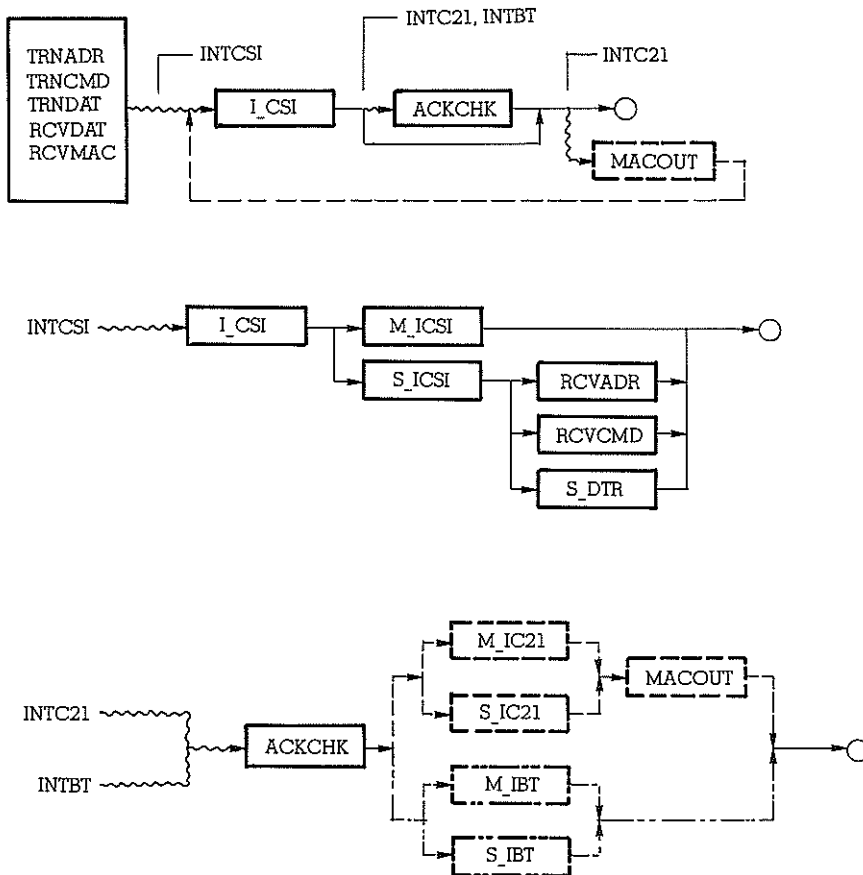


図 5-13 モジュール関連図 (3/3)

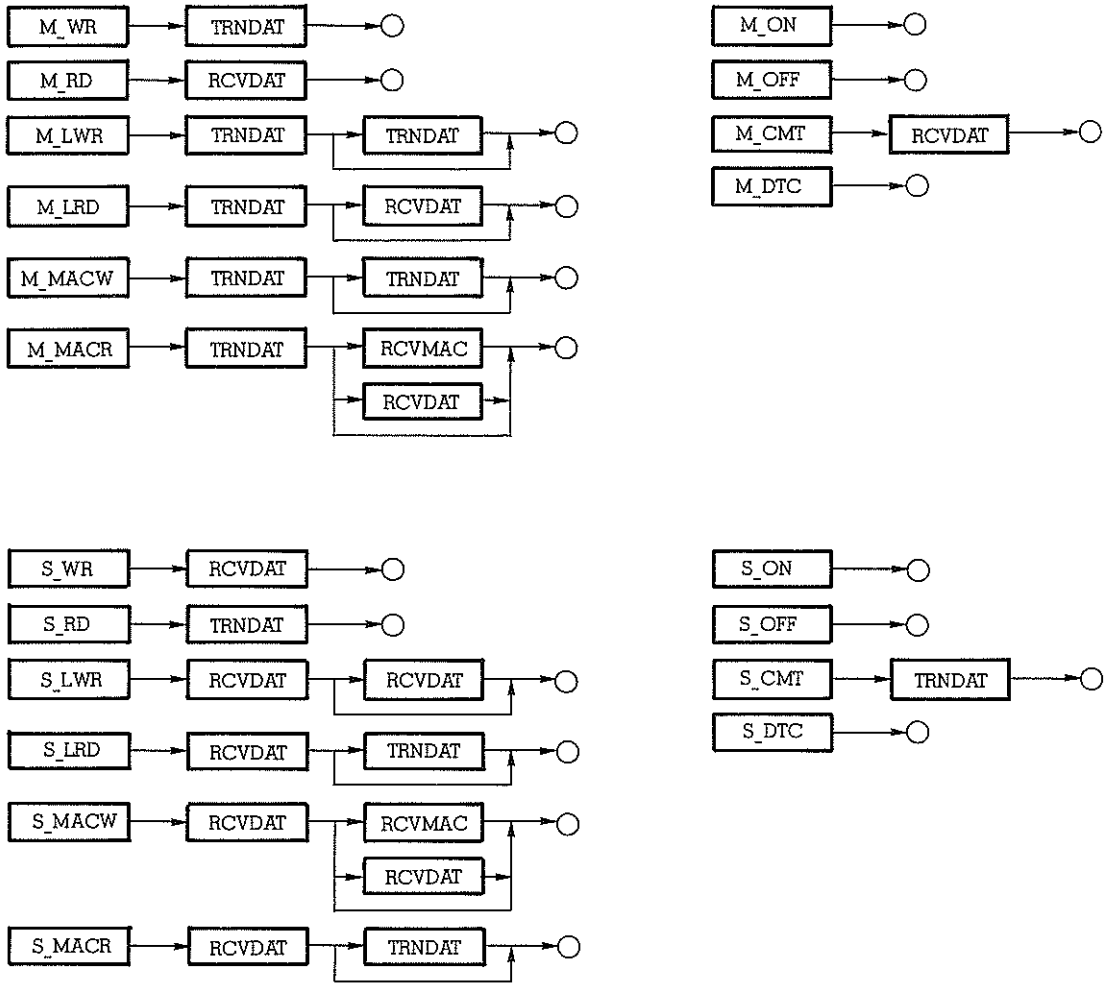


表 5-8 ワークの各モジュールでの使用状況 (1/2)

レーベル	ライトされる可能性のあるもの		リードされる可能性のあるもの	
	ワーク RAM	フラグ	ワーク RAM	フラグ
TRNADR TRNCMD TRNDAT	—	RCVFLG TREND ERRORF	TRNBUF	TREND
RCV DAT	TRNBUF	RCVFLG TREND ERRORF	TRNBUF	TREND
RCVMAC ^{注1}	—	RCVFLG TREND ERRORF	TRNBUF	TREND
I_CSI	—	MACTMF	—	MSTF MACF MACTMF
M_ICSI	RCVBUF	ACKWFG TREND	—	RCVFLG
S_ICSI	RCVBUF LPARAM	ERRORF TREND PFLAG ACKWFG CRF SLAVF ^{注2}	RCVBUF LPARAM	RCVFLG CMDBSY PFLAG
M_IC21 ^{注1} M_IBT ^{注2}	ACKCNT	ERRORF ACKWFG TREND	—	ACKWFG
S_IC21 ^{注1} S_IBT ^{注2}	—	ACKWFG TREND	—	ACKWFG
ACKCHK	—	—	—	MASTF
MACOUT ^{注1}	MACCNT	—	MACCNT	MACTMF
MT_INI	—	ATF CTF	TRNBUF	ATF CTF ERRORF ^{注1}
SL_INI	—	CMDBSY CRF TREND	RCVBUF	SLAVF ^{注2} CRF
M_INIS	—	全てのフラグ	—	—
S_INIS	—	全てのフラグ	—	—

注 1. 78K/IIシリーズのみ。

2. 75Xシリーズのみ。

注意 サブルーチン呼び出しや、割り込みによるワーク RAM およびフラグの変化は考慮していませんので、図 5-13 をあわせて参照してください。

表 5-8 ワークの各モジュールでの使用状況 (2/2)

レーベル	ライトされる可能性のあるもの		リードされる可能性のあるもの	
	ワーク RAM	フラグ	ワーク RAM	フラグ
M_WR	TRNBUF	—	WRDATA	—
M_RD	—	—	—	—
M_LWR	TRNBUF	—	LPARAM LSTART	ERRORF
M_LRD	TRNBUF	—	LPARAM LSTART RCVBUF	ERRORF
M_MACW ^{注1}	TRNBUF MSMCSI CHPCSI	MACF	LPARAM LSTART	ERRORF
M_MACR ^{注1}	TRNBUF RCVBUF MSMCSI CHPCSI	MACF	LPARAM LSTART	ERRORF
M_ON	—	—	—	—
M_OFF	—	—	—	—
M_CMT	RCVBUF	—	—	—
M_DTC	—	—	—	—
S_WR	—	—	—	—
S_RD	—	DTF RCVFLG	—	DTF
S_LWR	—	PFLAG	LPARAM LSTART RCVBUF	ERRORF
S_LRD	TRNBUF	PFLAG RCVFLG	LPARAM LSTART	ERRORF
S_MACW ^{注1}	MSMCSI CHPCSI	PFLAG MACF	LPARAM LSTART RCVBUF	ERRORF
S_MACR ^{注1}	TRNBUF MSMCSI CHPCSI	PFLAG RCVFLG MACF	LPARAM LSTART	ERRORF
S_ON ^{注1}	—	STLEDF	—	—
S_OFF ^{注1}	—	STLEDF	—	—
S_CMT	—	DTF RCVFLG	TRNBUF	DTF ERRORF
S_DTC	—	CMDBSY SLVAF ^{注2}	—	—

注 1. 78K/IIシリーズのみ。

2. 75Xシリーズのみ。

注意 サブルーチン呼び出しや、割り込みによるワーク RAM およびフラグの変化は考慮していませんので、図 5-13 をあわせて参照してください。

5.4.1 1バイトの送受信処理

アドレス送信、コマンド送信、およびデータの送受信を行います。また、78K/IIシリーズでは、マクロ・サービスの受信起動処理を行います。

(1) 動作概要

この処理のエントリ・レーベルは、それぞれの転送指示に応じて表5-9に示すように、5種類あります。

表5-9 1バイト送受信サブルーチン

レーベル	処 理 内 容
TRNADR	マスタからスレーブへのアドレス送信
TRNCMD	マスタからスレーブへのコマンド送信
TRNDAT	マスタおよびスレーブへのデータ送信
RCVDAT	マスタおよびスレーブからのデータ受信
RCVMAC	マスタおよびスレーブのマクロ・サービスによる受信起動

データ送受信の TRNDAT, RCVDAT とマクロ・サービスによる受信起動の RCVMAC は、マスタ/スレーブともに共通で使用します。

この1バイトの送受信は、送受信の起動と、転送完了のポーリング (TREND = 1) のみを行っていますので、シリアル転送完了割り込み処理と、 $\overline{\text{ACK}}$ のチェックの処理とを組み合わせで使用しています。

(2) プログラム説明

1 バイトの送受信処理には、エントリ・レーベルが5つあります。それぞれのレーベルの、プログラム説明開始番号を表5-10に示します。

表5-10 レーベルとプログラム説明開始番号

レーベル	TRNADR	TRNCMD	TRNDAT	RCVDAT	RCVMAC
開始番号	(i)	(v)	(viii)	(ix)	(xiv)

[TRNADR]

- (i) READY 状態 (SBO = "H") をチェックします。
- (ii) シリアル・クロックの停止 (SCK = "H") をチェックします。
- (iii) コマンド・トリガを発行します (CMDT ← 1)。
- (iv) バス・リリースを発行します (RELТ ← 1)。

[TRNCMD]

- (v) READY 状態 (SBO = "H") をチェックします。
- (vi) シリアル・クロックの停止 (SCK = "H") をチェックします。
- (vii) コマンド・トリガを発行します (CMDT ← 1)。

[TRNDAT]

- (viii) 送信モードに設定し (RCVFLG ← 0), (xi) へ。

[RCVDAT]

- (ix) 受信モードに設定します (RCVFLG ← 1)。
- (x) 転送データとして FFH を設定します。
- (xi) 転送完了フラグをクリアします (TREND ← 0)。
- (xii) エラー・フラグをクリアします (ERRORF ← 0)。
- (xiii) シフト・レジスタ (SIO) に送信バッファ (TRNBUF) の値を書き込み, (xviii) へ。

[RCVMAC]

- (xiv) 受信モードに設定します (RCVFLG ← 1)。
- (xv) 転送完了フラグをクリアします (TREND ← 0)。
- (xvi) エラー・フラグをクリアします (ERRORF ← 0)。
- (xvii) SIO リードで受信を起動します。
- (xviii) 転送完了 (TREND = 1)^注までウェイトし、78K/IIシリーズは復帰します。
75X シリーズは転送エラーが発生していれば RET, 正常に転送が終了した場合は RETS で復帰します。

注 転送完了を示す TREND フラグは INTCSI 割り込み処理またはタイマ割り込み処理でセット (1) されます。

(3) 使用レジスタ

78K/IIシリーズ	75X シリーズ
A	XA

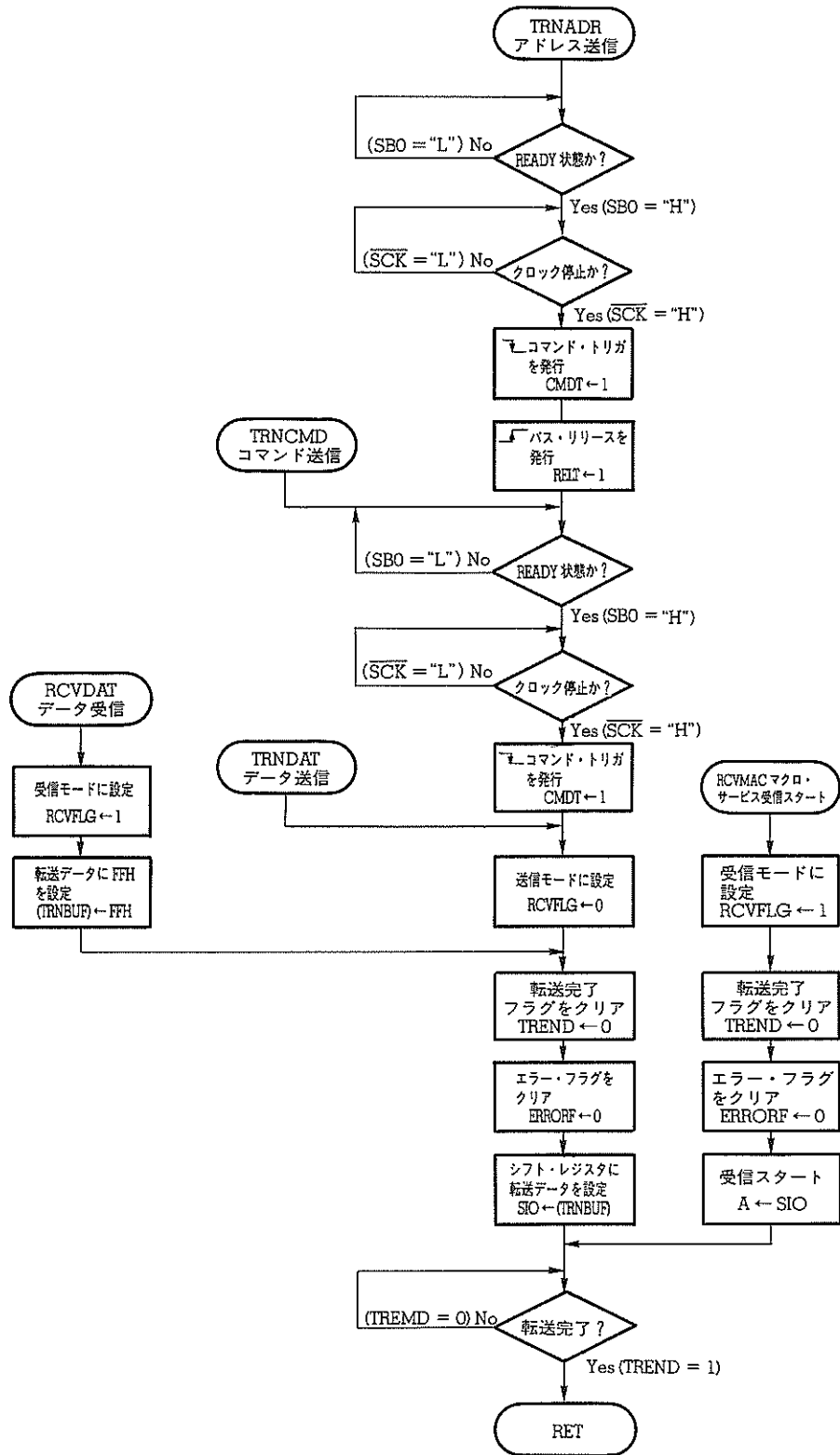
(4) 入出力条件

入 力 条 件	出 力 条 件
送信の場合：(TRNBUF)←送信データ 受信の場合：なし	TREND ← 1 ① 送受信条件 送信の場合：RCVFLG ← 1 受信の場合：RCVFLG ← 0 ② 転送結果 正常転送 : ERRORF ← 0 転送エラー：ERRORF ← 1 ③ 受信バッファの内容 マスタで受信：(RCVBUF)←受信データ スレーブ転送：(RCVBUF)←転送データ

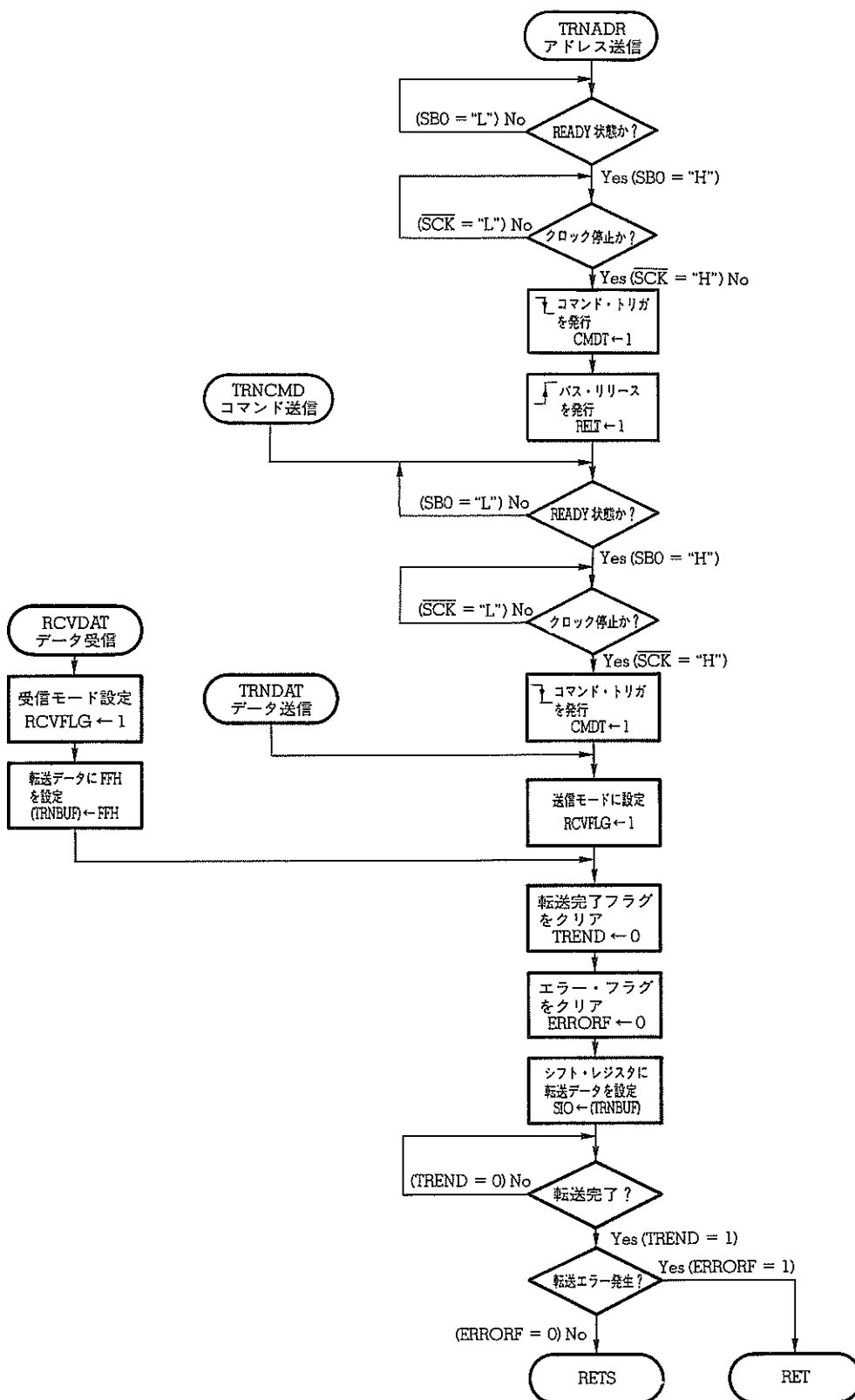
(メ モ)

(5) フロー・チャート

(a) 78K/IIシリーズ



(b) 75X シリーズ



(6) プログラム・リスト

(a) 78K/IIシリーズ

```

;*****
;      1 byte Transmit & Receive
;*****

TRNADR:                                ; Address
      BF      SBO, $TRNADR

TAD_L1:
      BF      SCK, $TAD_L1
      SET1    CMDT
      SET1    RELT

TRNCMD:                                ; Command
      BF      SBO, $TRNCMD

TCM_L1:
      BF      SCK, $TCM_L1
      SET1    CMDT

TRNDAT:                                ; Transmit Data
      CLR1    RCVFLG                    ; Transmit Mode
      BR      TDT_J1

RCVDAT:                                ; Receive Data
      SET1    RCVFLG                    ; Receive Mode
      MOV     TRNBUF, #0FFH

TDT_J1:
      CLR1    TREND
      CLR1    ERRORF
      MOV     A, TRNBUF
      MOV     SIO, A
      BR      $TDT_J2

RCVMAC:                                ; Macro Service Receive Start
      SET1    RCVFLG
      CLR1    TREND
      CLR1    ERRORF
      MOV     A, SIO

TDT_J2:
      BF      TREND, $TDT_J2
      RET

```

(b) 75X シリーズ

```

;*****
;      1 byte Transmit & Receive
;*****

TRNADR:                                ;Addrss
      SKT      SBO
      BR       TRNADR

MAD_L1:
      SKT      SCK
      BR       MAD_L1
      SET1     CMDT
      SET1     RELT

TRNCMD:                                ;Command
      SKT      SBO
      BR       TRNCMD

MCM_L2:
      SKT      SCK
      BR       MCM_L2
      SET1     CMDT

TRNDAT:                                ;Transmit Data
      CLR1     RCVFLG                    ;Transmit Mode
      BR       TRCV0

;
RCVDAT:                                ;Receive Data
      SET1     RCVFLG                    ;Receive Mode
      MOV      XA, #OFFH
      MOV      TRNBUF, XA

TRCV0:
      CLR1     TREND
      CLR1     ERRORF
      MOV      XA, TRNBUF
      MOV      SIO, XA

TRCV1:
      SKT      TREND
      BR       TRCV1

;
      SKF      ERRORF                    ;if error happen
      RET
      RETS                                     ;      Then RET

```

5.4.2 INTCSI 割り込み処理

1 バイトのシリアル転送完了時の処理として、INTCSI 割り込み処理を用いています。

(1) 動作概要

78K/IIシリーズ、75X シリーズとも、シリアル・データ転送時に INTCSI 割り込み要求を発生します（ただし、ウエイク・アップ状態でのアドレス以外の受信時および 75X シリーズのウエイク・アップ状態での不一致アドレス受信時を除きます）。

INTCSI 割り込み処理は、マスタ動作時の処理と、スレーブ動作時の処理の2つに分かれています。処理の判断はマスタ・フラグ (MSTF) で行います。

表 5-11 マスタ・フラグと INTCSI 処理の関係

動作	MSTF	RCVFLG	処理概要
マスタ INTCSI	1	0	送信側： $\overline{\text{ACK}}$ の受信をチェックし、 $\overline{\text{ACK}}$ がない場合には、 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態に設定します。
		1	受信側： $\overline{\text{ACK}}$ を出力し、受信データを取り込みます。
スレーブ INTCSI	0	0	送信側： $\overline{\text{ACK}}$ の受信をチェックし、 $\overline{\text{ACK}}$ がない場合には、 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態に設定します。
		1	受信側：アドレス、コマンド、データ処理からなり、コマンド、およびパラメータが有効であるかを判断します。

(2) プログラム説明

78K/IIシリーズでは、直前の転送がマクロ・サービスの場合は、マクロ・サービス・タイム・アウト状態 (MACTMF ← 1) に設定し、通常の INTCSI 処理を行わずに復帰しています。詳細は「5.4.4 マクロ・サービス・タイム・アウト処理」を参照してください。

(a) マスタ転送完了割り込み処理 [レーベル名称: M_ICSI]

転送完了割り込みは、送信の場合と、受信の場合があるため、直前の転送方向を RCVFLG で管理しています。

(i) 送信終了の場合 (RCVFLG = 0)

- ① $\overline{\text{ACK}}$ 受信のチェックを行います。
- ② $\overline{\text{ACK}}$ を受信していれば (ACKD = 1), 転送完了フラグをセット (TREND ← 1) して、戻ります。
- ③ $\overline{\text{ACK}}$ を受信していない場合 (ACKD = 0) は、 $\overline{\text{ACK}}$ 待ちフラグをセット (ACKWFG ← 1) して戻ります。

(ii) 受信完了の場合 (RCVFLG = 1)

- ① シフト・レジスタ (SIO) の値を受信バッファ (RCVBUF) に書き込みます。
- ② 受信をスレーブに知らせるために、 $\overline{\text{ACK}}$ を送信します。
- ③ 転送完了フラグ (TREND) をセット (1) して戻ります。

(b) スレーブ転送完了割り込み処理 [レーベル名称: S_ICSI]

スレーブでは、INTCSI 割り込み要求が発生すると、まずエラー・フラグ (ERRORF) をクリア (0) し、これからの通信エラー発生に備えます。シフト・レジスタ (SIO) の値を受信バッファ (RCVBUF) に書き込みます。バス・リリース信号の検出、コマンド信号の検出をチェックすることで、アドレス、コマンド、データの判断を行い、それぞれの処理を行います。

(i) アドレス受信処理 [レーベル名称: RCVADR]

- ① 78K/IIシリーズでは、割り込み処理内で、アドレスの判別を行います。

不一致アドレスを受信した場合は、送受信禁止とし、シフト・レジスタ (SIO) に FFH を設定し、再び送受信許可とし戻ります。

一致アドレスを受信した場合は、転送方向と、コマンド処理中でないことを確認して③へ。

RCVFLG = 0 または、CMDBSY = 1 の場合は、ERRORF ← 1として⑤へ。

- ② 75X シリーズでは、一致アドレスを受信した場合のみ割り込みを発生しますので、転送方向と、コマンド処理中でないことを確認したのちに、アドレスの一致フラグをセット (SLVAF ← 1) します。

RCVFLG = 0 または、CMDBSY = 1 の場合は、ERRORF ← 1として⑤へ。

- ③ ウェイク・アップ状態を解除 (WUP ← 0) し、選択状態とします。
 ④ $\overline{\text{ACK}}$ を出力 (ACKT ← 1) します。
 ⑤ 転送完了フラグをセット (TREND ← 1) して戻ります。

注意 ①の不一致アドレスを受信した場合で、いったん送受信禁止にしたあと再び送受信許可にしているのは、IE-78210-R、IE-78220-Rの不具合を回避するためです。実際のデバイスではこの送受信禁止と送受信許可の処理はなくても問題ありません。

(ii) コマンド受信処理 [レーベル名称: RCVCMD]

- ① 転送方向とコマンド処理状態をチェックします。
- ② コマンド受信待ちではない場合($RCVFLG = 0$ または、 $RCVFLG = 1$ $CMDBSY = 1$)は、エラー・フラグをセット ($ERRORF \leftarrow 1$) し、④へ。
- ③ コマンド受信可の場合 ($RCVFLG = 1$ $CMDBSY = 0$) は、コマンドの判別を行います。未登録コマンドの場合はエラー・フラグをセット ($ERRORF \leftarrow 1$) して、⑥へ。^注
- ④ \overline{ACK} を出力します ($ACKT \leftarrow 1$)。
- ⑤ コマンド受信フラグをセットします ($CRF \leftarrow 1$)。
- ⑥ 転送完了フラグをセット ($TREND \leftarrow 1$) して戻ります。

注 「5.1.2 アドレス、コマンドの定義」で取り上げているコマンドでない場合は、エラーとしています。ただし、78K/IIシリーズではテーブル参照命令でチェックし、FFHをターミネータとしているため、FFHは有効コマンドとして認識されます。したがって、コマンドとしてFFHを送信した場合は暴走しますので、送信しないでください。

(iii) データ転送処理 [レーベル名称: S_DTR]

データ転送の場合も、送信の場合と、受信の場合があります。

- ① 送信終了 ($RCVFLG = 0$) の場合は、 \overline{ACK} 受信のチェックを行います。
- ② \overline{ACK} を受信していれば ($ACKD = 1$)、⑦へ。
- ③ \overline{ACK} を受信していない場合は、 \overline{ACK} 待ちフラグをセット ($ACKWFG \leftarrow 1$) して戻ります。
- ④ 受信終了の場合 ($RCVFLG = 1$) は、データがパラメータかどうかを判断します。パラメータでない場合 ($PFLAG = 0$) は、⑥へ。
- ⑤ パラメータが適当な場合 ($(RCVFLG) < (LPARAM)$) には、連続データ転送コマンドの転送バイト数として、($LPARAM$) に受信バッファ ($RCVBUF$) の値を設定します。パラメータが不相当である場合は、エラー・フラグをセット ($ERRORF = 1$) して、⑦へ。
- ⑥ マスタに受信を知らせるため \overline{ACK} を出力します。
- ⑦ パラメータ待ちフラグをクリア ($PFLAG \leftarrow 0$) します。
- ⑧ 転送完了フラグをセット ($TREND \leftarrow 1$) し、戻ります。

(3) 使用レジスタ

78K/IIシリーズ	75Xシリーズ
A, X, HL(バンク1)	XA, HL

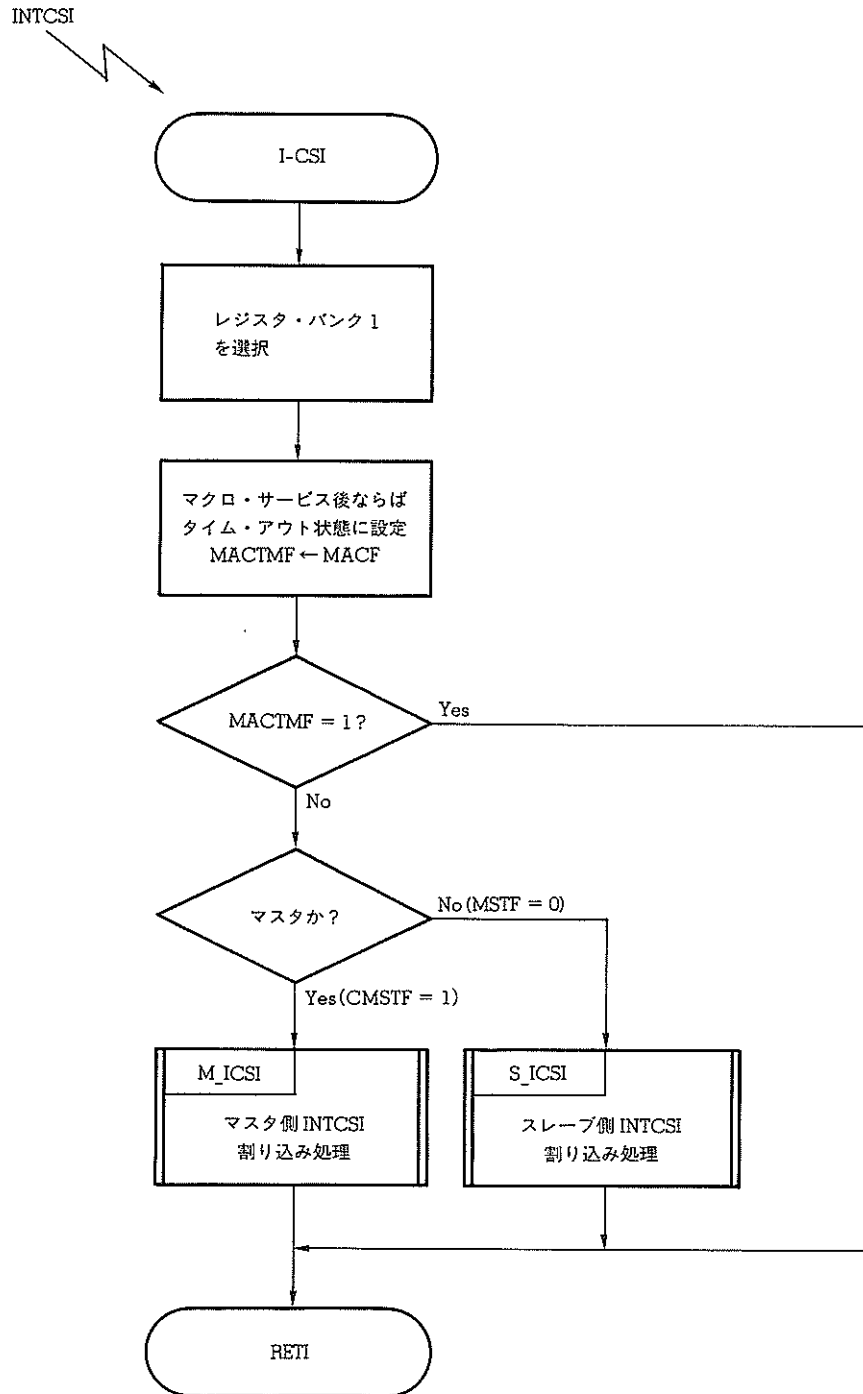
(4) 入出力条件

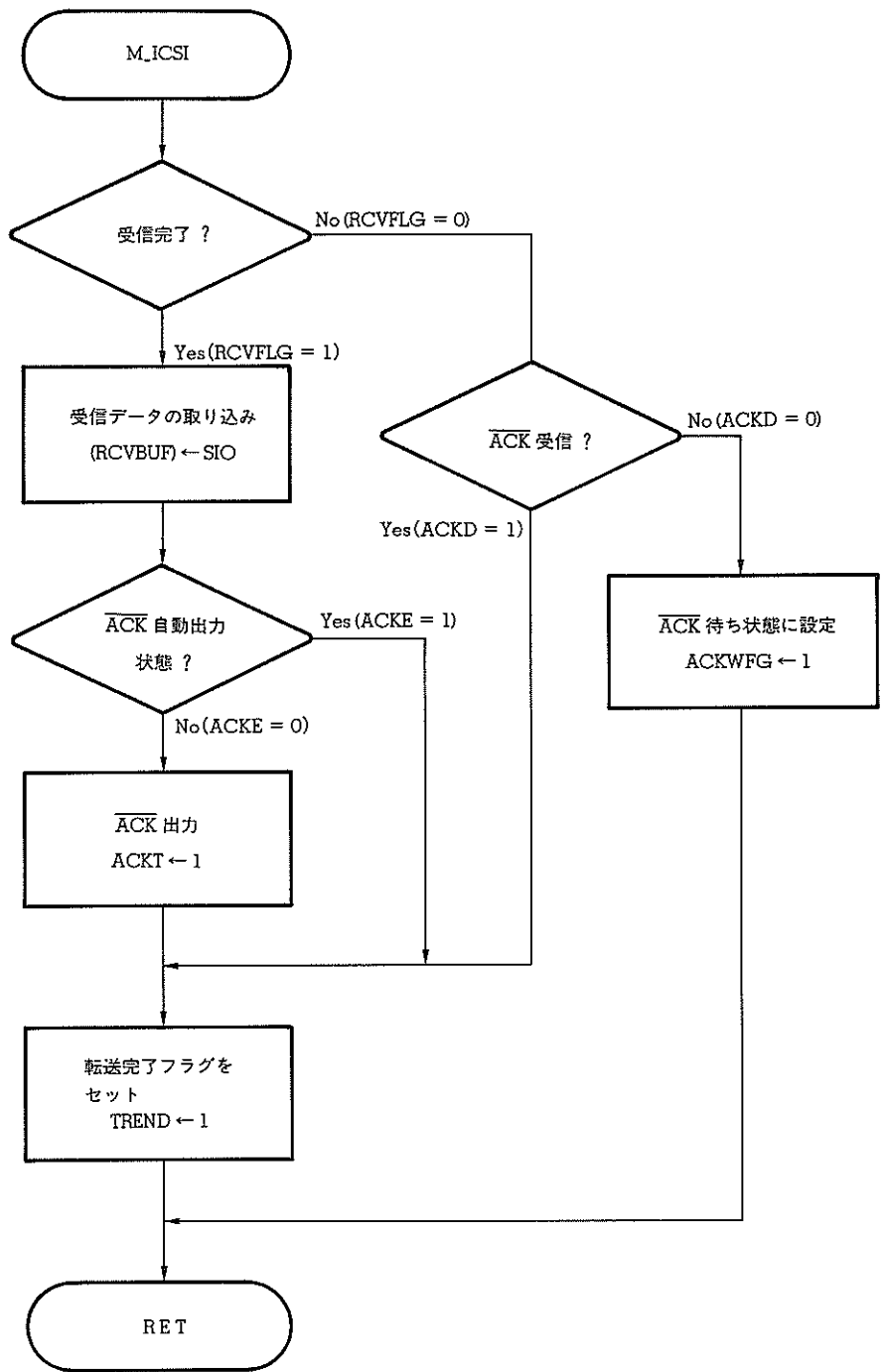
デバイス	入 力 条 件	出 力 条 件
マスタ	MSTF = 1 INTCSI 割り込み許可	送信時 : ACKD = 0 のとき ACKWFG ← 1 受信時 : (RCVBUF) ← 受信データ
スレーブ	MSTF = 0 INTCSI 割り込み許可 マクロ・サービス転送完了の場合は MACF ← 1 (78K/IIシリーズのみ)	(RCVBUF) ← 送受信データ ① 転送結果 正常転送 : ERRORF ← 0 転送エラー : ERRORF ← 1 ② マクロ・サービス転送完了の場合 MACTMF ← 1 ③ \overline{ACK} 受信状況 \overline{ACK} なし : ACKWFG ← 1 \overline{ACK} 受信時, \overline{ACK} 自動出力時 : TREND ← 1 ④ アドレス受信時 78K/IIシリーズ 一致アドレス : WUP ← 0 不一致アドレス : なし 75Xシリーズ WUP ← 0, SLAVF ← 1 ⑤ 有効コマンド受信時 : CRF ← 1 ⑥ 有効パラメータ受信時 (PFLAG = 1, (LPARAM) > (RCVBUF)) : (LPARAM) ← 受信データ

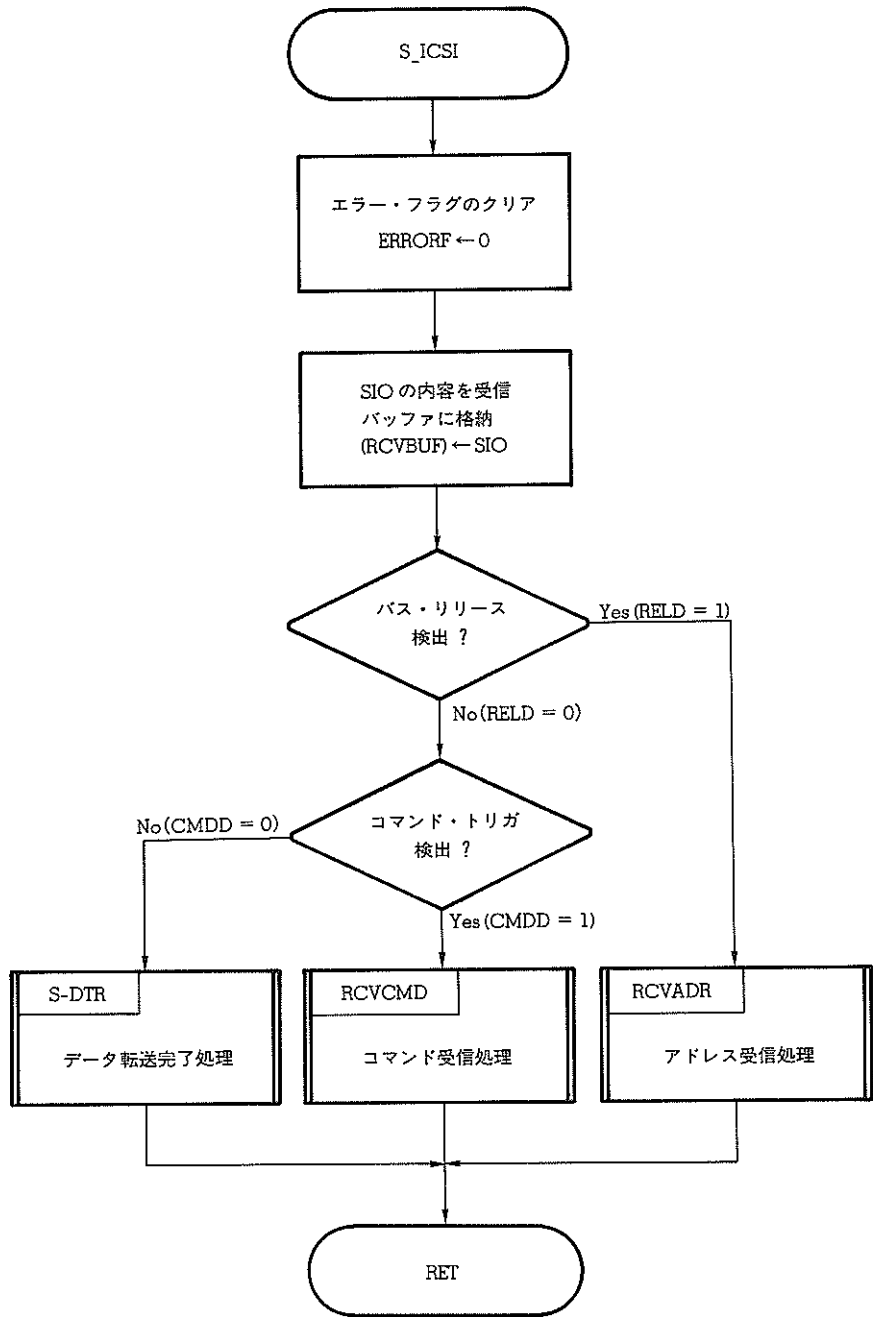
{ x ㄗ }

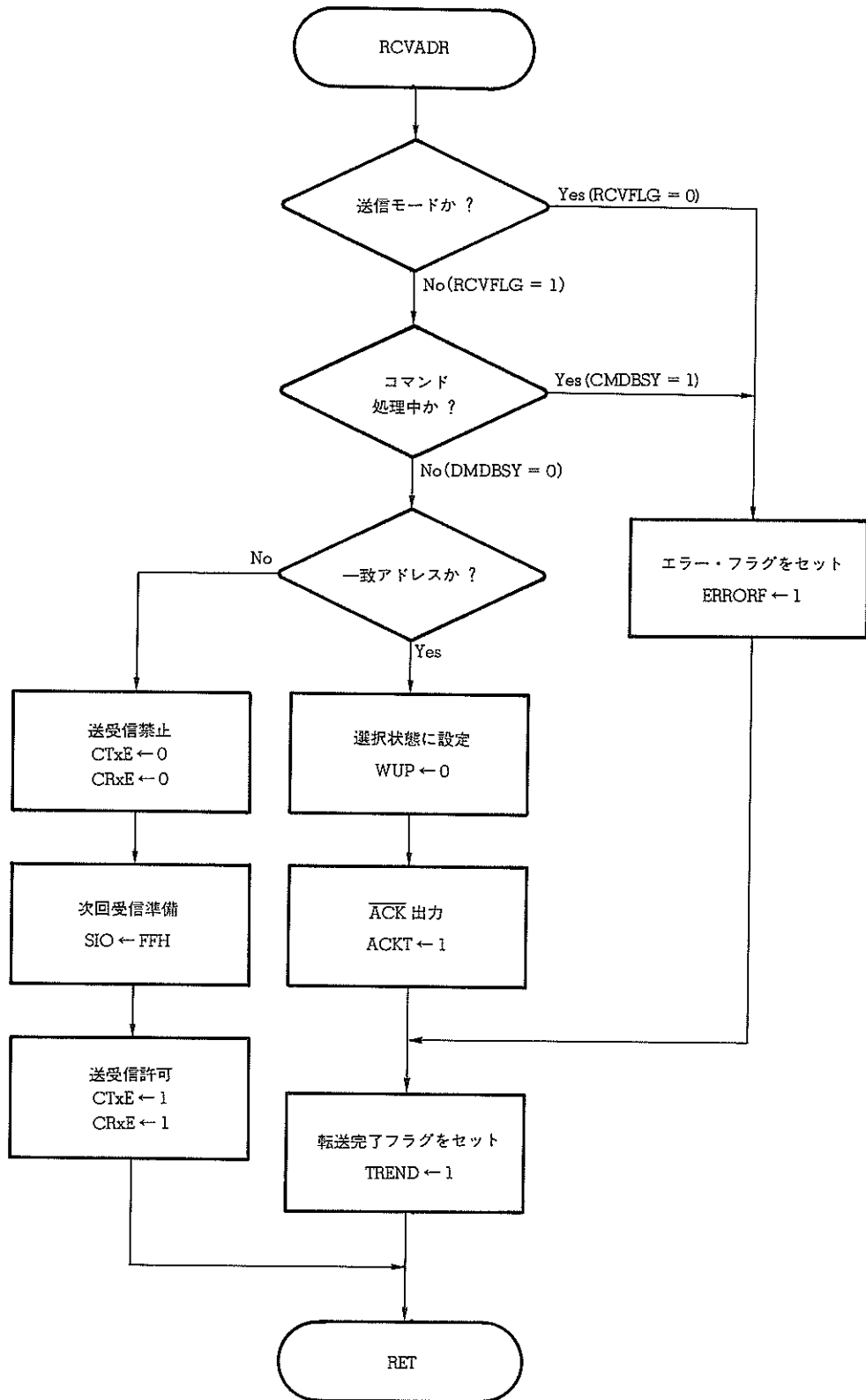
(5) フロー・チャート

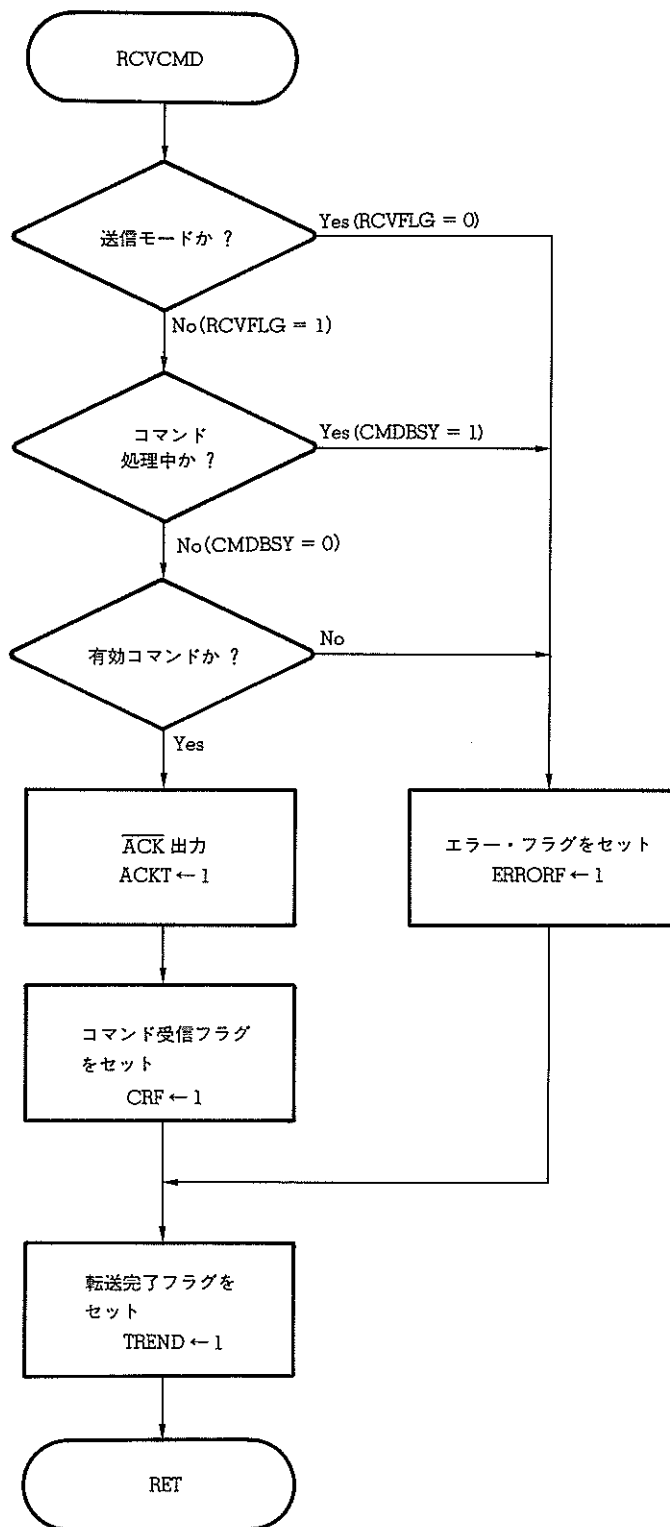
(a) 78K/IIシリーズ

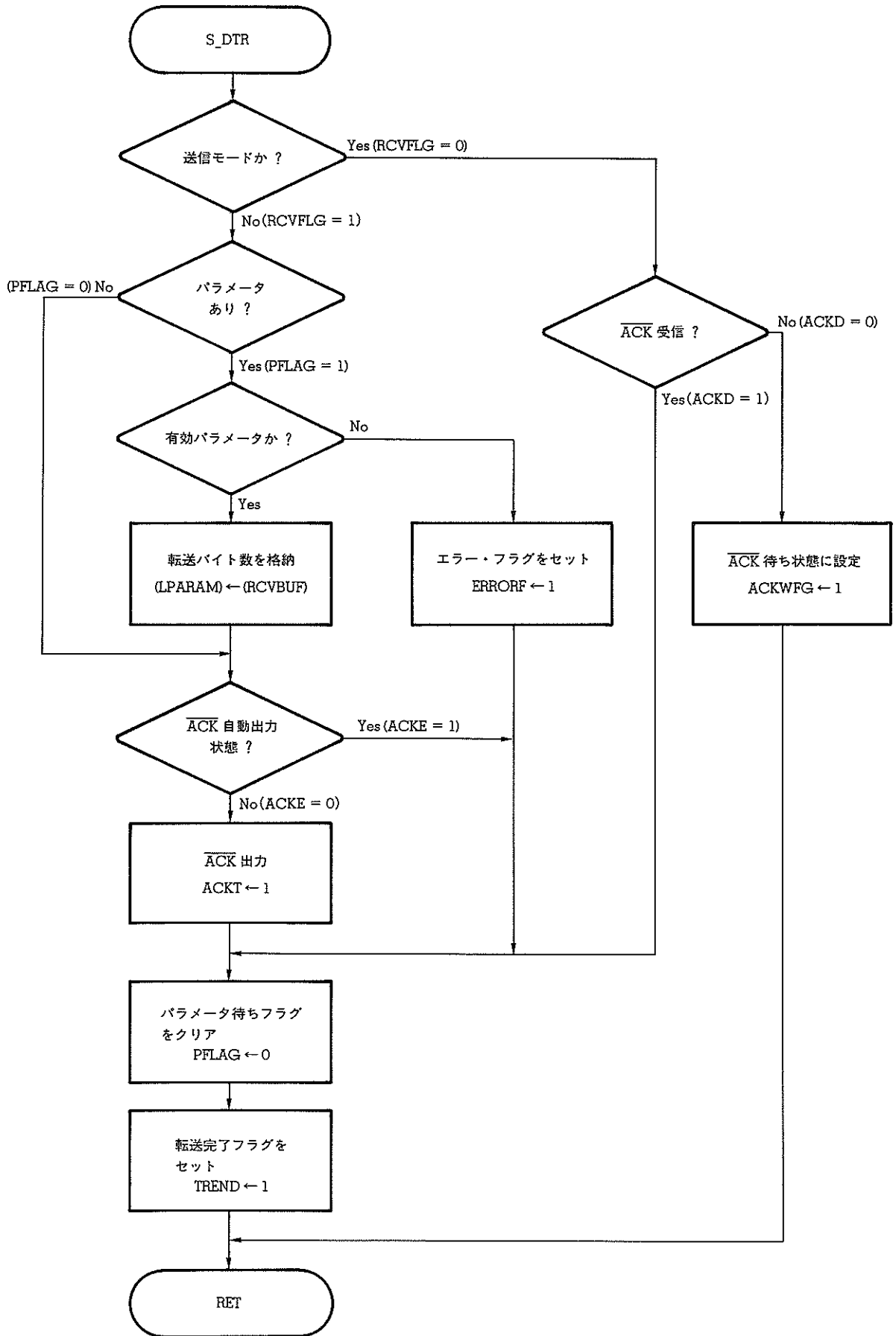




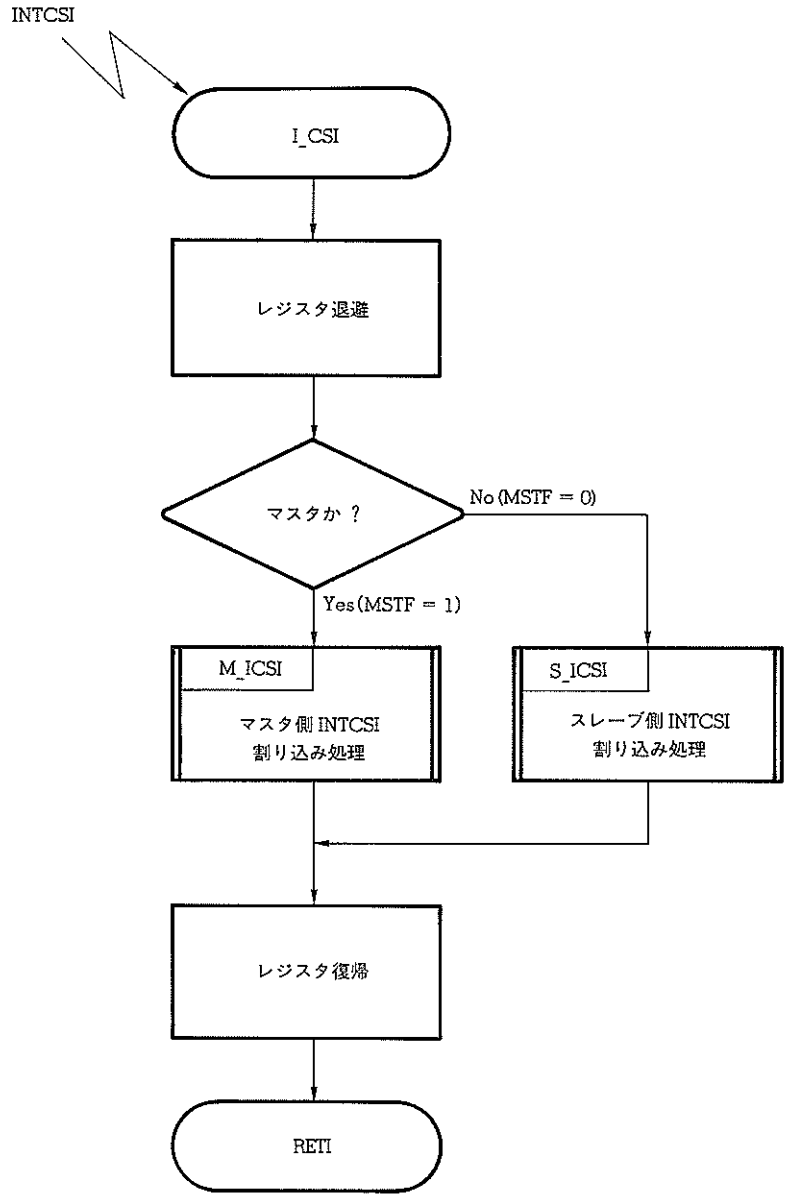


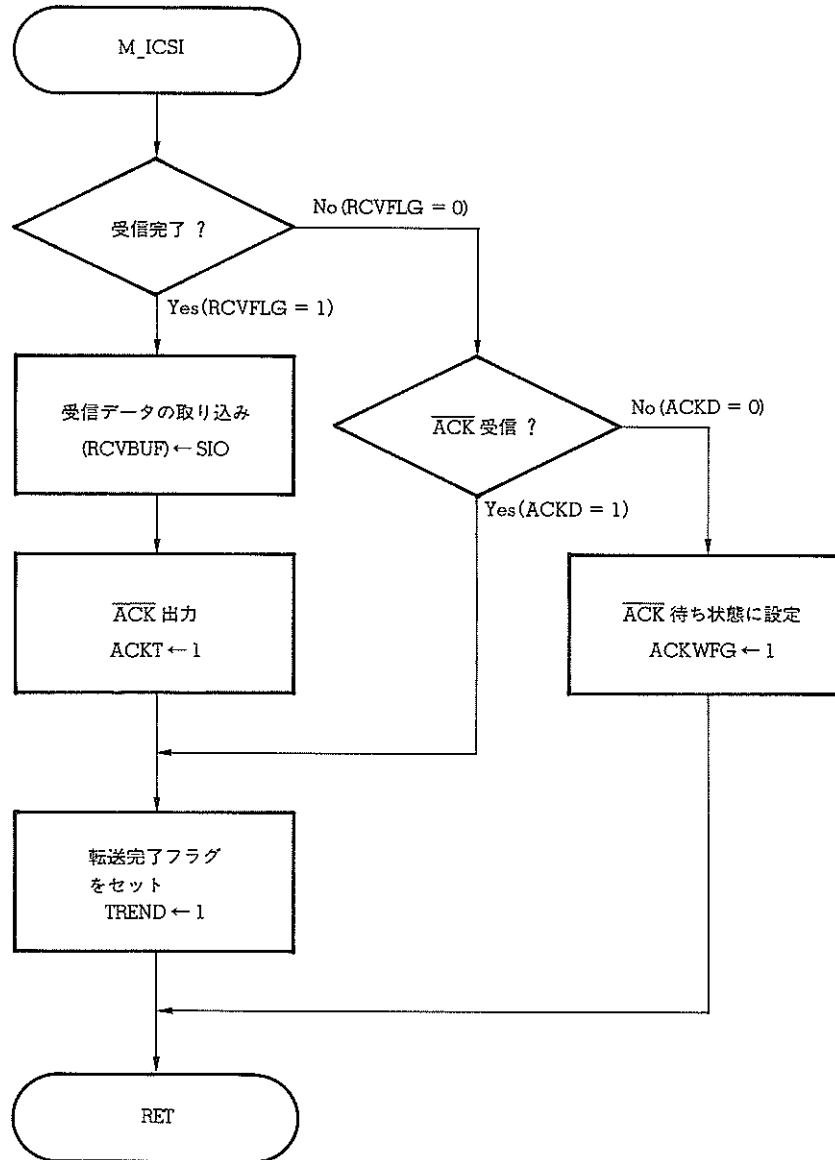


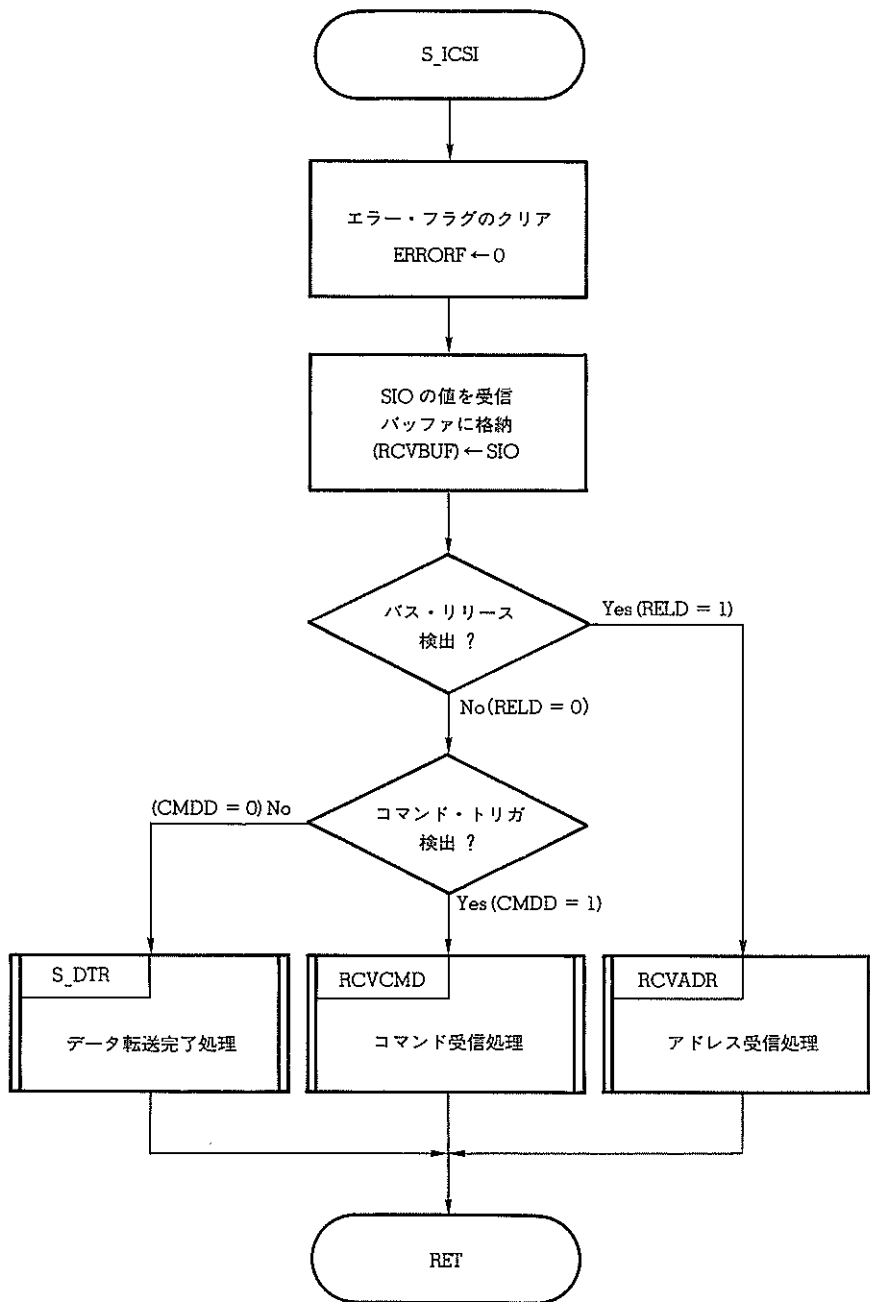


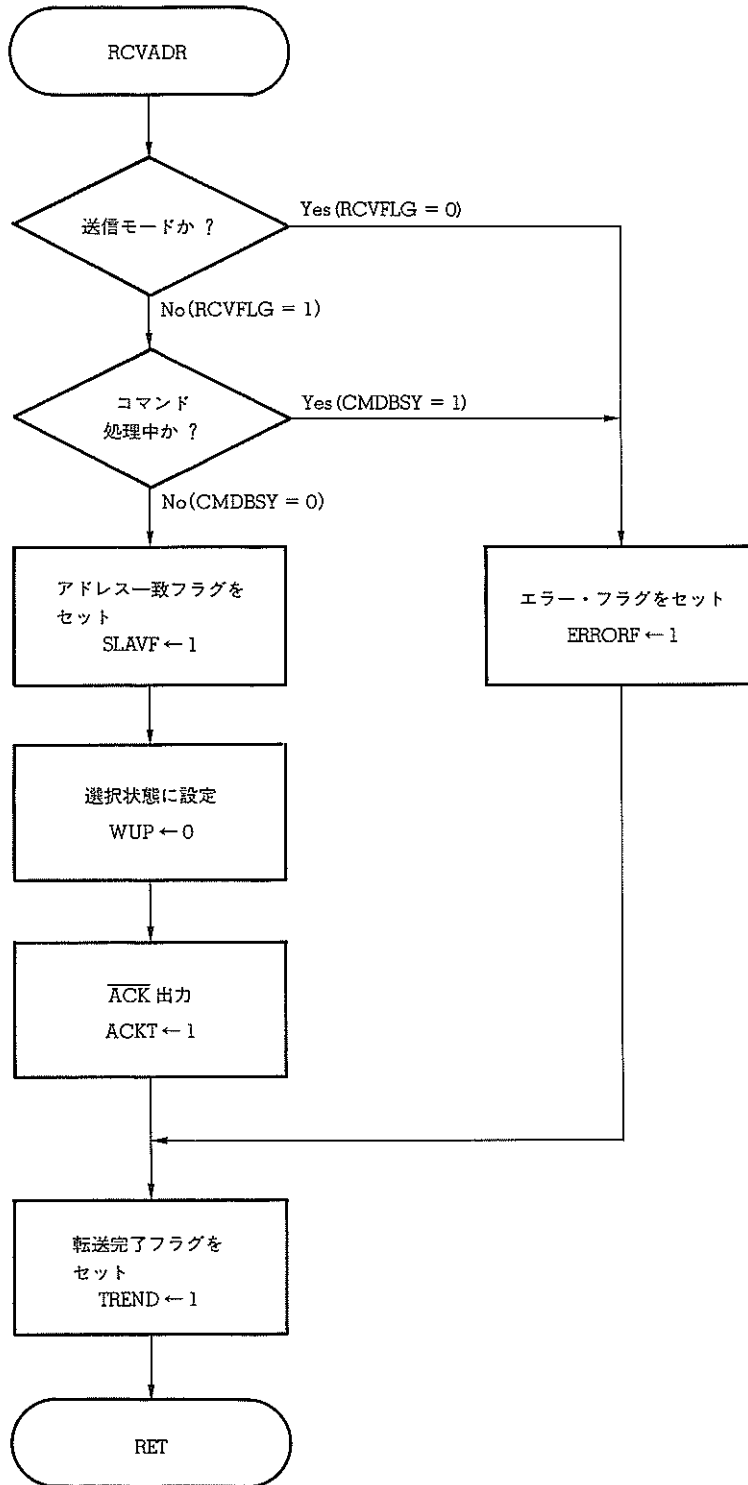


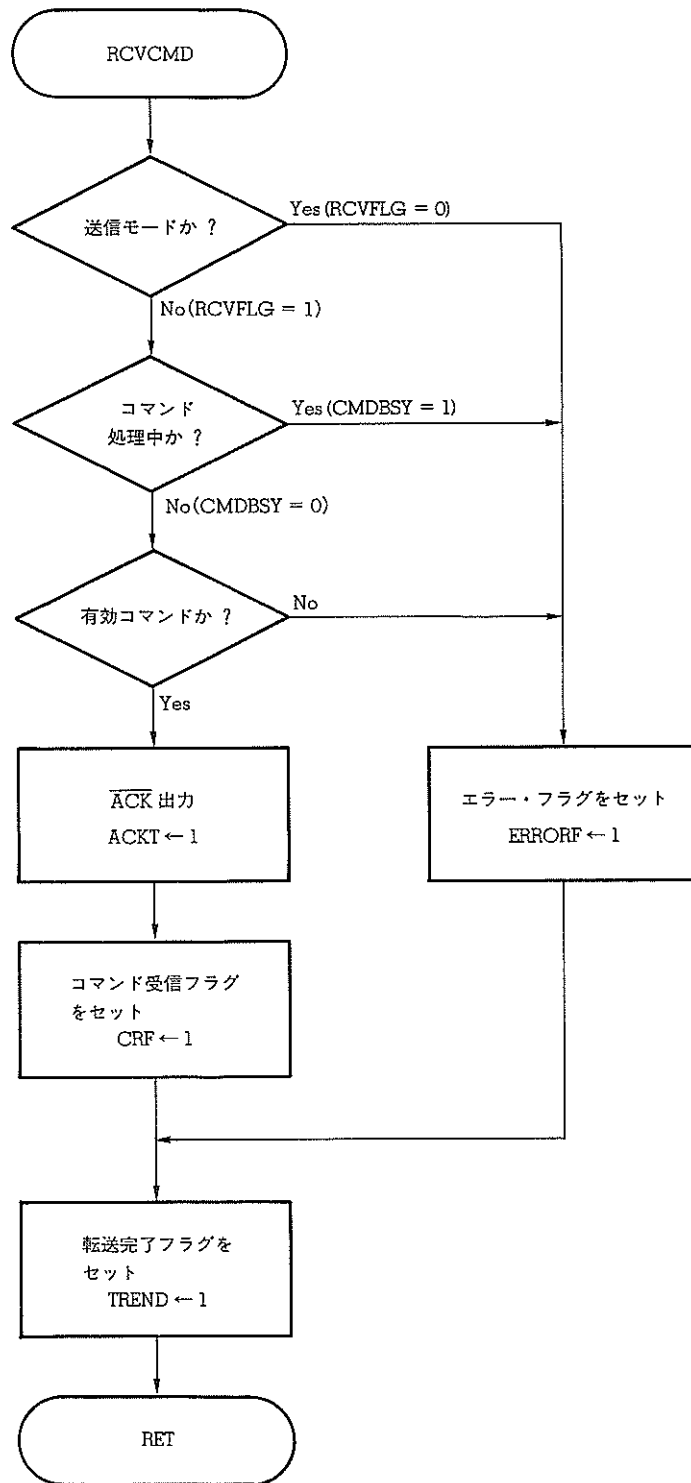
(b) 75X シリーズ

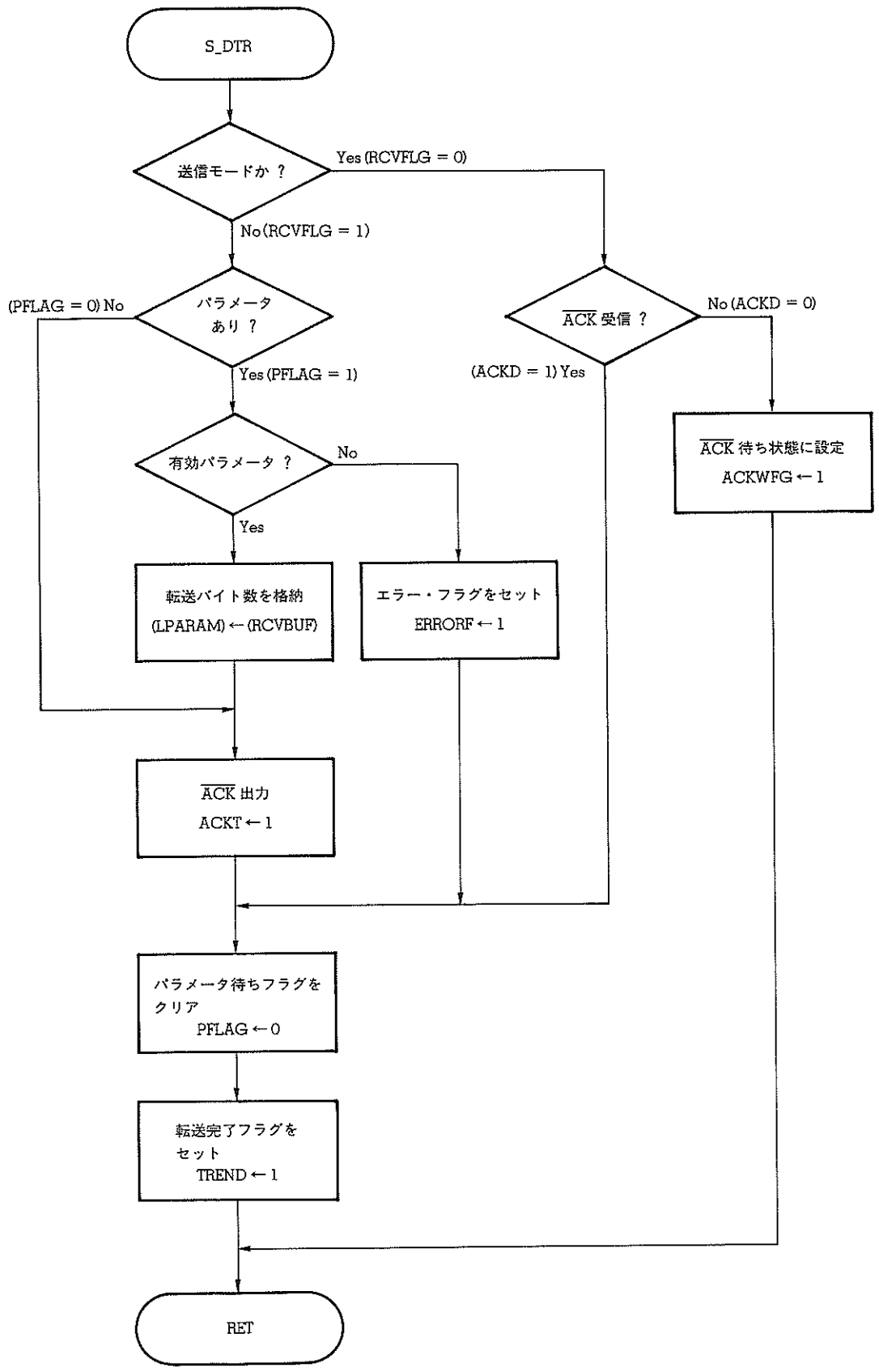












(6) プログラム・リスト

(a) 78K/IIシリーズ

```

;*****
;   INTCSI INTERRUPT
;*****

I_CSI:
    SEL    RB1
    MOV1   CY,MACF
    MOV1   MACTMF,CY
    BT     MACTMF,$ICS_J2           ; Complete of Macro Service
    BF     MSTF,$ICS_J1
    CALL   !M_ICSI                 ; Master
    BR     ICS_J2

ICS_J1:
    CALL   !S_ICSI                 ; Slave
ICS_J2:
    RETI
;
;   --- For Master ---
;
M_ICSI:
    BF     RCVFLG,$MIC_J2
    MOV    A,SIO                   ; Receive
    MOV    RCVBUF,A
    BT     ACKE,$MIC_J1
    SET1   ACKT

MIC_J1:
    SET1   TREND
    BR     MIC_J3
MIC_J2:
    BT     ACKD,$MIC_J1           ; Transmit
    SET1   ACKWFG
MIC_J3:
    RET
;
;   --- For Slave ---
;
S_ICSI:
    CLR1   ERRORF
    MOV    A,SIO
    MOV    RCVBUF,A
    BT     RELD,$SIC_J1
    BT     CMDD,$SIC_J2
    CALL   !S_DTR                 ; Data
    BR     SIC_J3

SIC_J1:
    CALL   !RCVADR                 ; Address
    BR     SIC_J3
SIC_J2:
    CALL   !RCVCMD                 ; Command
SIC_J3:
    RET

```

```

;
; ... ADDRESS ...
;
RCVADR:                                ; Address
    BF      RCVFLG, $RAD_J1
    BT      CMDBSY, $RAD_J1
    CMP     SVA, RCVBUF
    BNE     $RAD_J3
    CLR1    WUP                          ; Same Address
    SET1    ACKT
    BR      RAD_J2
RAD_J1:
    SET1    ERRORF
RAD_J2:
    SET1    TREND
    BR      RAD_J4
RAD_J3:
    AND     CSIM, #00111111B             ; For Next Address Receive
    MOV     SIO, #0FFH
    OR      CSIM, #11000000B
RAD_J4:
    RET
;
; ... COMMAND ...
;
RCVCMD:
    BF      RCVFLG, $RCD_J2
    BT      CMDBSY, $RCD_J2
    MOVW    HL, #CMDTBL                  ; Command check
RCD_L1:
    MOV     A, [HL+]
    CMP     A, RCVBUF
    BZ      $RCD_J1
    CMP     A, #0FFH
    BE      $RCD_J2                      ; Error Command Code
    BR      RCD_L1
RCD_J1:
    SET1    ACKT                          ; Active Command
    SET1    CRF
    BR      RCD_J3
RCD_J2:
    SET1    ERRORF
RCD_J3:
    SET1    TREND
    RET

CMDTBL:
    DB      20H                          ; WRITE
    DB      21H                          ; READ
    DB      22H                          ; LWRITE
    DB      23H                          ; LREAD
    DB      28H                          ; CHGMST
    DB      29H                          ; DETACH

    DB      24H                          ; MACW
    DB      25H                          ; MACR

    DB      31H                          ; DSPON
    DB      32H                          ; DSPOFF

    DB      0FFH                          ; terminator

```

```

:
:   ... DATA ...
:
S_DTR:
    BF      RCVFLG, $SDR_J3
    BF      PFLAG, $SDR_J1
    MOV     A, RCVBUF           ; Check Error Parmeter
    DEC     A
    MOV     X, A
    MOV     A, LPARAM
    DEC     A
    CMP     A, X
    BC      $SDR_J2
    MOV     LPARAM, RCVBUF

SDR_J1:
    BT      ACKE, $SDR_J4
    SET1    ACKT
    BR      SDR_J4

SDR_J2:
    SET1    ERRORF           ; Parameter error
    BR      SDR_J4

SDR_J3:
    BF      ACKD, $SDR_J5

SDR_J4:
    CLR1    PFLAG
    SET1    TREND
    BR      SDR_J6

SDR_J5:
    SET1    ACKWFG

SDR_J6:
    RET

```

(b) 75X シリーズ

```

;*****
;      INTCSI INTERRUPT
;*****
;
;I_CSI  CSEG    INBLOCK
;
;      PUSH    XA
;      PUSH    HL
;
;      SKT     MSTF          ;if MSTF=1
;      CALL   !S_ICSI       ;      Then M_ICSI
;      CALL   !M_ICSI       ;      else S_ICSI
;
;      POP     HL
;      POP     XA
;
;      RETI
;
;      --- for Master ---
;
M_ICSI:
;      SKF     RCVFLG
;      BR      MIC_1
;      SKF     ACKD          ;Transmit
;      BR      MIC_2
;      SET1    ACKWFG
;      BR      MIC_3
MIC_1:
;      MOV     XA,SIO        ;Receive
;      MOV     RCVBUF,XA
;      SET1    ACKT
MIC_2:
;      SET1    TREND
MIC_3:
;      RET
;
;      --- for Slave ---
;
;S_ICSI:
;      CLR1    ERRORF
;      MOV     XA,SIO
;      MOV     RCVBUF,XA
;
;      SKF     RELD
;      BR      SIC_1
;      SKF     CMDD
;      BR      SIC_2
;      CALL   !S_DTR        ;Data
;      BR      SIC_3
;
;SIC_1:
;      CALL   !RCVADR        ;Address
;      BR      SIC_3
;SIC_2:
;      CALL   !RCVCMD        ;Command
;SIC_3:
;      RETS

```



```

;
; ... ADDRESS ...
;
RCVADR:
    SKT    RCVFLG
    BR     SER1
    SKF    CMDBSY
    BR     SER1
    SET1   SLAVF           ;Same Address

    CLR1   WUP
    SET1   ACKT
    BR     ENDSA

SER1:
    SET1   ERRORF

ENDSA:
    SET1   TREND
    RET
    
```

```

;
; ... COMMAND ...
;
RCVCMO:
    SKT      RCVFLG
    BR       SER2
    SKF      CMDBSY
    BR       SER2

    MOV      XA, RCVBUF      ;Command check
    SKE      X, #FIRST
    BR       SER2
    SKE      A, #_WRITE
    BR       COM1
    BR       ACTC1          ;Active Command

COM1:
    SKE      A, #_READ
    BR       COM2
    BR       ACTC1

COM2:
    SKE      A, #_LWRITE
    BR       COM3
    BR       ACTC1

COM3:
    SKE      A, #_LREAD
    BR       COM4
    BR       ACTC1

COM4:
    SKE      A, #_CHGMST
    BR       COM5
    BR       ACTC1

COM5:
    SKE      A, #_DETACH
    BR       COM6
    BR       ACTC1

COM6:
    SKE      A, #_MACW
    BR       COM7
    BR       ACTC1

COM7:
    SKE      A, #_MACR
    BR       SER2

ACTC1:
    SET1     ACKT
    SET1     CRF
    BR       ENDSC

SER2:
    SET1     ERRORF          ;Error Command Code

ENDSC:
    SET1     TREND
    RET

```

```

;
;      ... Data ...
;
S_DTR:
      SKF      RCVFLG
      BR       RCVD
      SKF      ACKD
      BR       RCVD2
      SET1     ACKWFG
      BR       ENDSD

RCVD:
      SKT      PFLAG
      BR       RCVD1
      MOV      XA, RCVBUF      ;Check Error Parameter
      DECS     A
      BR       PARA1
      DECS     X
      BR       PARA1
      NOP

PARA1:
      MOV      RCVBUF, XA
      MOV      XA, LPARAM
      DECS     A
      BR       PARA2
      DECS     X
      NOP

PARA2:
      MOV      LPARAM, XA
      XCH      A, X
      MOV      HL, #RCVBUF+1
      SKE      A, @HL
      BR       PARA3
      MOV      A, LPARAM
      MOV      HL, #RCVBUF

PARA3:
      SUBS     A, @HL
      BR       PARA4

SER3:
      INCS     LPARAM      ;Parameter Error
      BR       SER4
      INCS     LPARAM+1
      NOP

SER4:
      INCS     RCVBUF
      BR       SER5
      INCS     RCVBUF+1
      NOP

SER5:
      SET1     ERRORF
      BR       RCVD2

PARA4:
      INCS     RCVBUF
      BR       RCVD0
      INCS     RCVBUF+1
      NOP

RCVD0:
      MOV      XA, RCVBUF
      MOV      LPARAM, XA

RCVD1:
      SET1     ACKT

RCVD2:
      CLR1     PFLAG
      SET1     TREND

ENDSD:

      RET

```

5.4.3 $\overline{\text{ACK}}$ チェック処理

$\overline{\text{ACK}}$ の受信の判断, $\overline{\text{ACK}}$ 受信待ち時間のカウンタの処理を行います。

(1) 動作概要

$\overline{\text{ACK}}$ チェック処理は、マスタ動作時の処理と、スレーブ動作時の処理の2つに分かれています。処理の判断はマスタ・フラグ (MSTF) で行います。また、 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態の設定は INTCSI 割り込み処理で行っています (ACKWFG フラグの操作)。

表 5-12 マスタ・フラグと $\overline{\text{ACK}}$ チェック処理の関係

$\overline{\text{ACK}}$ チェック動作	MSTF	$\overline{\text{ACK}}$ 待ちタイム・アウト処理の実行
マスタ側	1	行う
スレーブ側	0	行わない

(a) マスタ側

マスタは $\overline{\text{ACK}}$ の受信を、インターバル・タイマ (78K/II シリーズ : INTC21, 75X シリーズ : INTBT) により監視しています。一定期間に $\overline{\text{ACK}}$ を検出できなければ、タイム・アウト状態として、エラー・フラグをセット (ERRORF ← 1) し、マスタから $\overline{\text{ACK}}$ を出力しています。

本応用プログラムでは、 $\overline{\text{ACK}}$ チェックの処理をそれぞれのデバイスにおいて以下の周期で呼び出しています。

表 5-13 $\overline{\text{ACK}}$ チェック処理の呼び出し周期

78K/II シリーズ	1.92 ms
75X シリーズ	1.95 ms

このとき、それぞれのデバイスにおけるタイム・アウト時間は、以下のようになります。

表 5-14 $\overline{\text{ACK}}$ タイム・アウト時間

デバイス	最小値 (ms)	最大値 (ms)
78K/II シリーズ	28.80	30.72
75X シリーズ	29.25	31.20

(b) スレーブ側

スレーブでは、 $\overline{\text{ACK}}$ のタイム・アウト処理は行いません。スレーブがデータを送信した場合は、マスタからの $\overline{\text{ACK}}$ を受信するまで、 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態が継続されます。

(2) プログラム説明

(a) マスタ $\overline{\text{ACK}}$ チェック処理

[レーベル名称：M_IC21 (78K/IIシリーズ), M_IBT (75Xシリーズ)]

- (i) $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態かをチェックします。 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態でない場合 (ACKWFG = 0) は、戻ります。
- (ii) $\overline{\text{ACK}}$ の受信をチェックします。 $\overline{\text{ACK}}$ を受信していれば (ACKD = 1), (vii) へ。
- (iii) $\overline{\text{ACK}}$ を受信していない場合 (ACKD = 0) は、 $\overline{\text{ACK}}$ 待ちカウンタをインクリメントします ((ACKCNT) ← (ACKCNT) + 1)。
- (iv) カウント回数が16未満であれば、戻ります。
- (v) カウント回数が16の場合は、タイム・アウトとして、エラー・フラグをセット (ERRORF ← 1) します。
- (vi) $\overline{\text{ACK}}$ を出力します (ACKT ← 1)。
- (vii) $\overline{\text{ACK}}$ 待ちカウンタをクリア ((ACKCNT) ← 0) します。
- (viii) $\overline{\text{ACK}}$ 待ちフラグをクリア (ACKWFG ← 0) します。
- (ix) 転送完了フラグをセット (TREND ← 1) して戻ります。

(b) スレーブ $\overline{\text{ACK}}$ チェック処理

[レーベル名称：S_IC21 (78K/IIシリーズ), S_IBT (75Xシリーズ)]

- (i) $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態かをチェックします。 $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態でない場合 (ACKWFG = 0) は、戻ります。
- (ii) $\overline{\text{ACK}}$ の受信をチェックします。 $\overline{\text{ACK}}$ を受信していなければ (ACKD = 0) 戻ります。
- (iii) $\overline{\text{ACK}}$ 待ちフラグをクリア (ACKWFG ← 0) します。
- (iv) 転送完了フラグをセット (TREND ← 1) して戻ります。

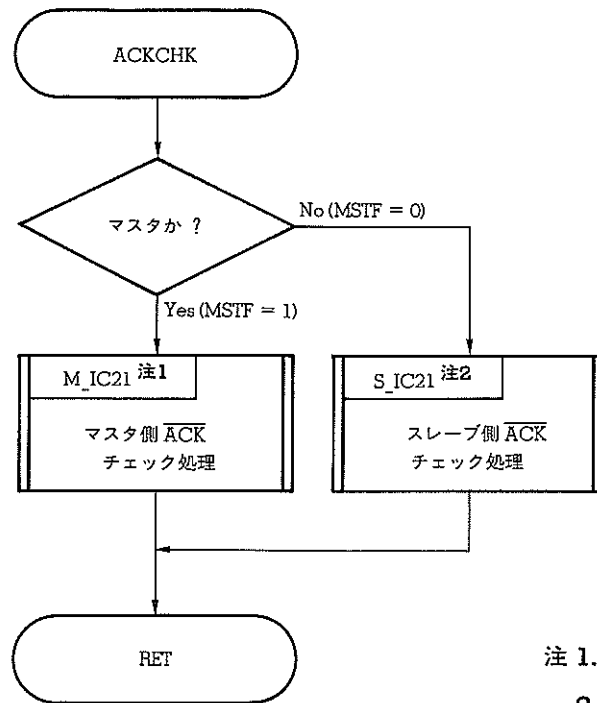
(3) 使用レジスタ

デバイス	78K/IIシリーズ	75Xシリーズ
マスタ	なし	A
スレーブ	なし	なし

(4) 入出力条件

デバイス	入力条件	出力条件
マスタ	MSTF = 1	(1) $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態の場合 (ACKWFG = 1) ① タイム・アウト時 ERRORF ← 1 ACKT ← 1 (ACKCNT) ← 0 ACKWFG ← 0 TREND ← 1 ② タイム・アウト待ち (ACKCNT) ← (ACKCNT) + 1 ③ $\overline{\text{ACK}}$ 検出 (ACKCNT) ← 0 ACKWFG ← 0 TREND ← 1 (2) $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態でない場合 (ACKWFG = 0) なし
スレーブ	MSTF = 0	(1) $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態の場合 (ACKWFG = 1) ① タイム・アウト待ち なし ② $\overline{\text{ACK}}$ 検出 ACKWFG ← 0 TREND ← 1 (2) $\overline{\text{ACK}}$ 待ち状態でない場合 (ACKWFG = 0) なし

(5) フロー・チャート

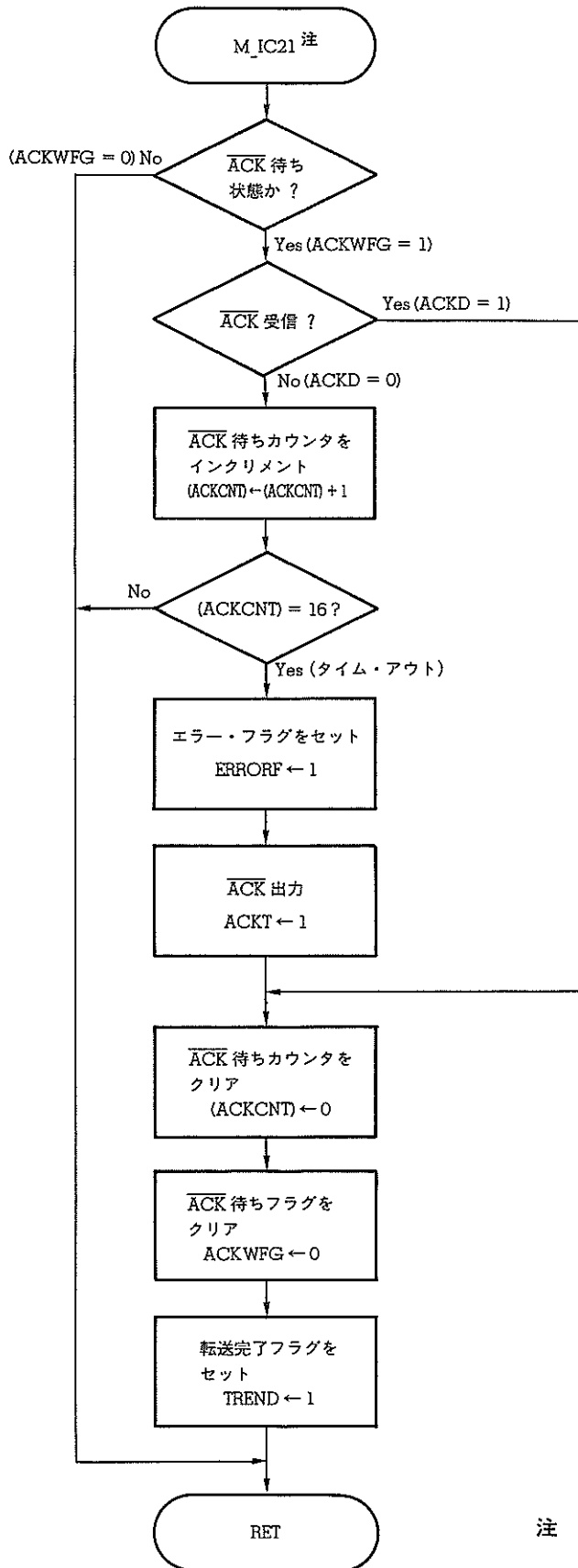


注 1. 75X シリーズ … M_IBT

注 2. 75X シリーズ … S_IBT

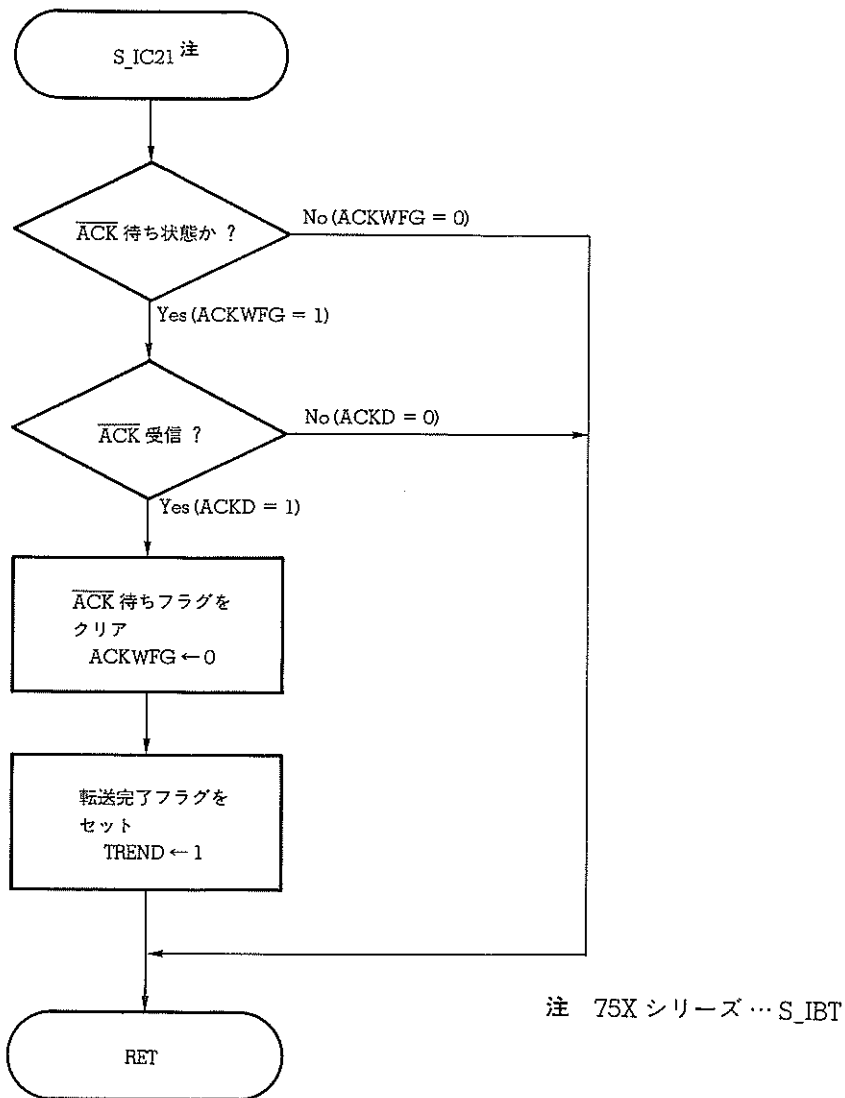
[メ モ]

(i) マスタ



注 75X シリーズ … M_IBT

(ii) スレーブ



(6) プログラム・リスト

(a) 78K/IIシリーズ

```

;*****
;      ACK CHECK
;*****

ACKCHK:
      BF      MSTF, $ACK_J1
      CALL   !M_IC21
      BR      ACK_J2

ACK_J1:
      CALL   !S_IC21
ACK_J2:
      RET

;
;      --- For Master ---
;
M_IC21:
      BF      ACKWFG, $M21_J2
      BT      ACKD, $M21_J1
      INC     ACKCNT
      BF      PSW.4, $M21_J2
      SET1    ERRORF           ; Time Out
      SET1    ACKT

M21_J1:
      MOV     ACKCNT, #0
      CLR1   ACKWFG
      SET1   TREND

M21_J2:
      RET

;
;      --- For Slave ---
;
S_IC21:
      BF      ACKWFG, $S21_J1
      BF      ACKD, $S21_J1
      CLR1   ACKWFG
      SET1   TREND

S21_J1:
      RET
    
```

(b) 75X シリーズ

```

;*****
;
;   ACK CHECK
;*****
ACKCHK:
    SKT    MSTF
    CALL   !S_IBT
    CALL   !M_IBT
    RET

;
;   --- for Master ---
;
M_IBT:
    SKT    ACKWFG
    BR     ENDMBT
    SKF    ACKD
    BR     MBT1
    INCS   ACKCNT
    BR     ENDMBT

    SET1   ERRORF           ;Time Out
    SET1   ACKT

MBT1:
    MOV    A, #0H
    MOV    ACKCNT, A

    CLR1   ACKWFG
    SET1   TREND

ENDMBT:
    RET

;
;   --- for Slave ---
;
S_IBT:
    SKT    ACKWFG
    BR     ENDSBT
    SKT    ACKD
    BR     ENDSBT

    CLR1   ACKWFG
    SET1   TREND

ENDSBT:

    RETS

```

5.4.4 マクロ・サービス・タイム・アウト処理

78K/IIシリーズの、マクロ・サービスによる転送後の処理です。

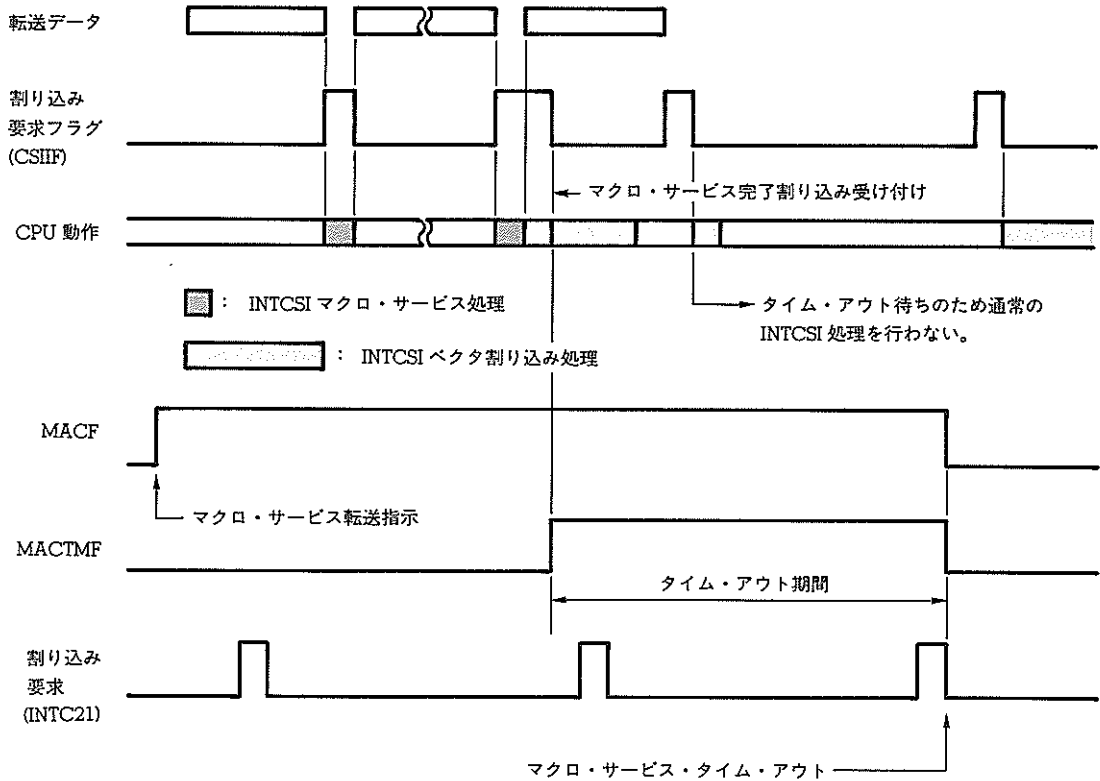
(1) 動作概要

マクロ・サービスを使用する場合、最後のSIOとのマクロ・サービス転送を行ったあとに発生する、マクロ・サービス完了割り込みと、シリアル転送完了割り込みが、転送レートや他の割り込み処理などとの関係で識別できなくなる可能性があります（同一の割り込み要求フラグを使用しているため）。

ここで、確実に2回の割り込み要求を発生させるために、1回目のINTCSI発生時にタイム・アウト状態に設定しています。ここで、 \overline{ACK} チェック処理と同じタイマ割り込み要求 (INTC21) を2回カウントしたのちに、INTCSI割り込み要求を強制的に発生させています。

また、INTCSI割り込み処理では、直前の転送がマクロ・サービスの場合 (MACF = 1) は、マクロ・サービス・タイム・アウト状態 (MACTMF ← 1) に設定し、通常のINTCSI処理を行わずに復帰しています。

図5-14 マクロ・サービス・タイム・アウト処理



(2) プログラム説明

- (i) タイム・アウト状態をチェックします。タイム・アウト状態でなければ戻ります。
- (ii) タイム・アウト・カウンタ (MACCNT) をインクリメントします。
- (iii) MACCNT < 2ならば戻ります。
- (iv) マクロ・サービス転送モード, マクロ・サービス・タイム・アウト状態をクリアします (MACF ← 0, MACTMF ← 0)。
- (v) タイム・アウト・カウンタをクリアします (MACCNT ← 0)。
- (vi) マクロ・サービス受信では受信のみ許可として使用していますので, 送信も許可の状態に設定します。
- (vii) INTCSI 割り込み要求フラグをセットして戻ります。

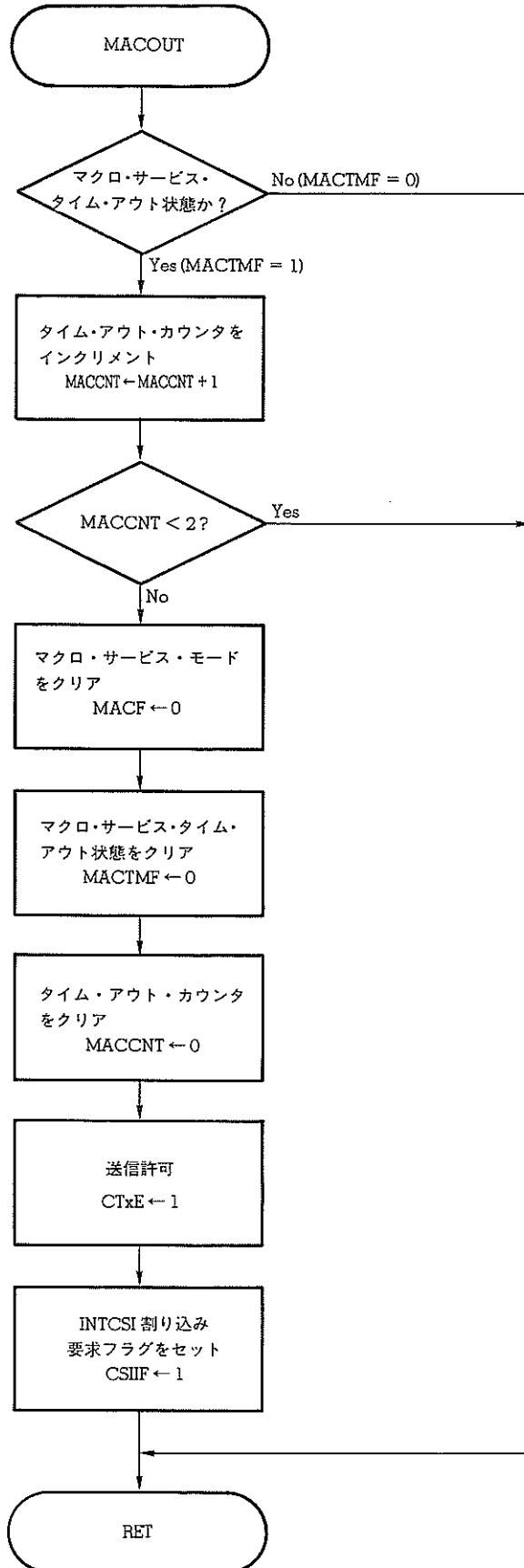
(3) 使用レジスタ

なし

(4) 入出力条件

入 力 条 件	出 力 条 件
なし	タイム・アウト処理完了ならば CSIIF = 1, MACF = 0, MACTMF = 0, CTxE = 1

(5) フロー・チャート



(6) プログラム・リスト

```
*****
;
;   MACRO SERVICE TIME OUT
;
*****

MACOUT:
    BF      MACTMF,$MCT_J1
    INC     MACCNT
    CMP     MACCNT,#2
    BC     $MCT_J1
    CLR1    MACF                ; Time Out
    CLR1    MACTMF
    MOV     MACCNT,#0
    SET1    CTXE
    SET1    CSIIF                ; Set INTCSI

MCT_J1:
    RET
```


5.4.5 バックグラウンド処理

本応用例では、SBIを動作させるためのバックグラウンド処理を有しています。本応用例では、転送要求や送信データの設定を割り込み処理で行い、バックグラウンド処理は単純なループ処理を用いています。SBIの応用プログラムを実際のシステム等で応用される場合は、このループを開くなどの方法で利用してください。

また、SBIの動作をモニタするためのタイマ割り込みのエントリをバックグラウンドに有していますので、以下のような、タイマ割り込みエントリのためのプログラムが必要です。

(a) 78K/IIシリーズ

```

                ORG      0001CH
                DW       I_C21                ; INTC21 vector
                .
                .
I_C21:
                SEL     RB2
                CALL    !ACKCHK
                CALL    !MACOUT
                .
                .
                RETI

```

(b) 75Xシリーズ

```

                VENT1   MBE=0, RBE=0, I_BT
                .
                .
I_BT:
                CSEG   INBLOCK
                .
                .
                PUSH   XA
                PUSH   HL
                PUSH   DE
                CALL   !ACKCHK
                .
                .
                POP    DE
                POP    HL
                POP    XA
                RETI

```

(1) 動作概要

(a) マスタ

マスタは、イニシャライズ後、アドレスを送信し、選択したスレーブ・デバイスにコマンドを送信し、通信動作を行います。バックグラウンド処理では、アドレス、コマンドの順に送信し、各コマンド処理へ分岐しています。

(b) スレーブ

スレーブは、マスタから一致アドレスを受信すると、ビジー解除を行い、コマンド待ち状態になります。有効コマンドを受信したのちに、各コマンド処理へ分岐します。

全体的な流れは、フロー・チャートならびに状態遷移図を参照してください。

(2) プログラム説明

(a) マスタ・バックグラウンド処理 [レーベル名称：MT_INI]

- (i) マスタのSBIのイニシャライズを行います。
- (ii) アドレス送信要求のチェックとしてATFフラグをポーリングします。
- (iii) ATFフラグをクリア (0) します。
- (iv) アドレス送信を行います。
- (v) 転送エラーが発生していれば (ii) へ。
- (vi) コマンド送信要求のチェックとしてCTFフラグをポーリングします。
- (vii) CTFフラグをクリア (0) します。
- (viii) コマンド送信を行います。
- (ix) 転送エラーが発生していれば (vi) へ。
- (x) 送信したコマンド・コードにより各コマンド処理へ移行します。
- (xi) 各コマンド処理が終了次第 (vi) へ戻ります。

ただし、CHGMSTコマンド処理で、マスタ交換が可能である場合は、スレーブ処理[SL_INI]へ移行します。また、DETACHコマンド処理では、アドレス入力待ち (ii) へ移行します。

(b) スレーブ・バックグラウンド処理 [レーベル名称: SL_INI]

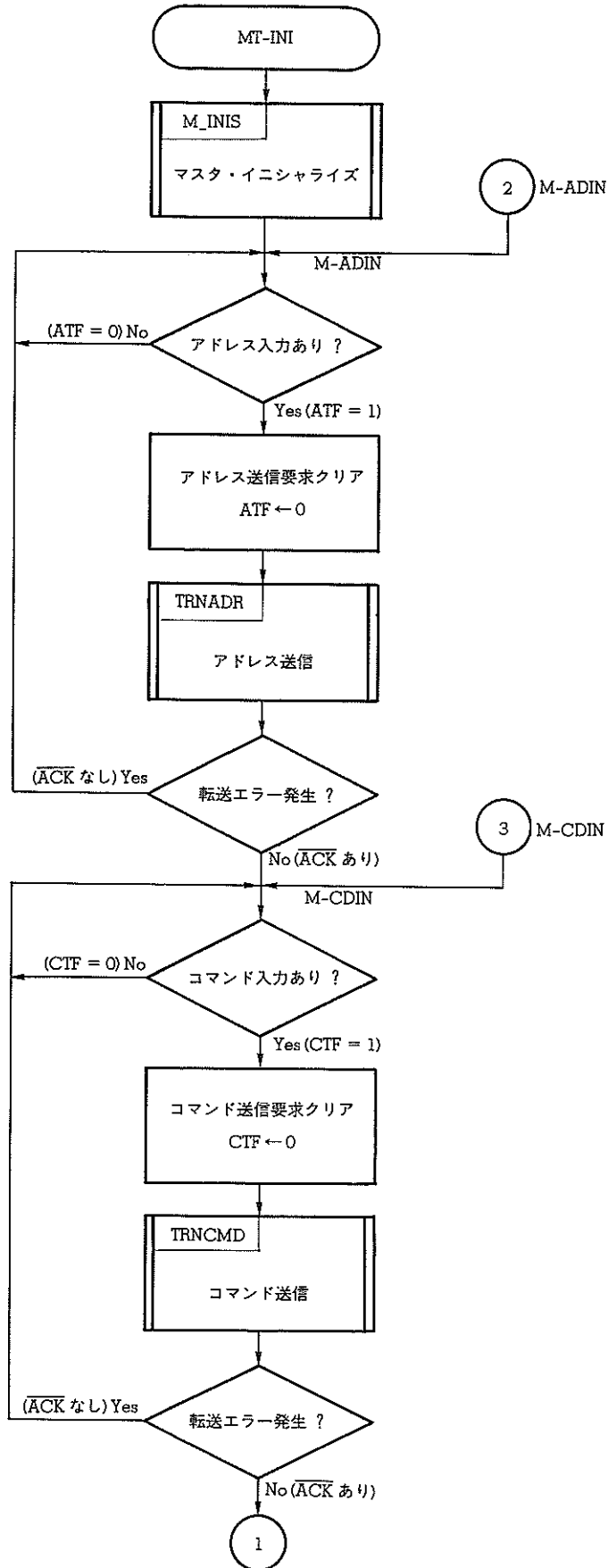
- (i) スレーブのSBIのイニシャライズを行います。
- (ii) 転送完了状態 (TREND = 1) までウェイトします。
- (iii) 転送完了フラグをクリア (TREND ← 0) します。
- (iv) スレーブとして選択されていないならば (ii) へ戻り、アドレス受信を待ちます。
- (v) コマンド処理中フラグをクリア (CMDBSY ← 0) します。
- (vi) 転送完了フラグをクリア (TREND ← 0) し、コマンド受信に備えます。
- (vii) SIO ← FFH とし $\overline{\text{BUSY}}$ を解除し、コマンド受信を待ちます。
- (viii) 転送完了状態 (TREND = 1) までウェイトします。
- (ix) 転送完了フラグをクリア (TREND ← 0) します。
- (x) 有効コマンドの受信を CRF フラグでチェックします (CRF は転送完了割り込み処理内でセットされます)。
有効コマンドが受信されていないならば (CRF = 0), (v) へ戻ります。
- (xi) 有効コマンドが受信された場合は、CRF をクリア (0) します。
- (xii) コマンド処理中フラグをセット (CMDBSY ← 1) して、各コマンド処理へ移行します。
- (xiii) 各コマンド処理が終了次第 (v) へ戻ります。

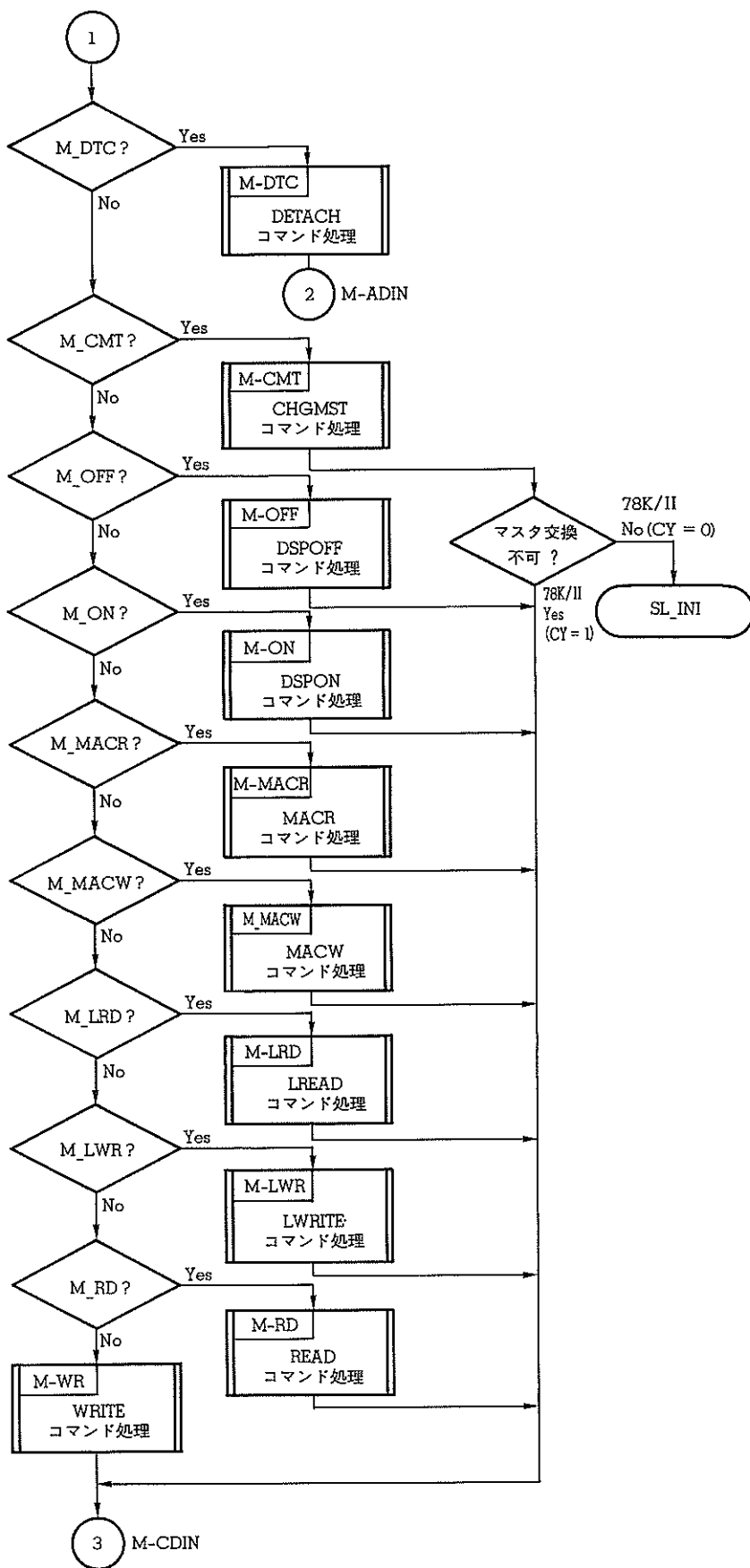
ただし、CHGMST コマンド処理で、マスタ交換が可能である場合は、マスタ処理[MT_INI]へ移行します。また、DETACH コマンド処理では、アドレス受信待ちとなり、(ii) へ移行します。

(メ モ)

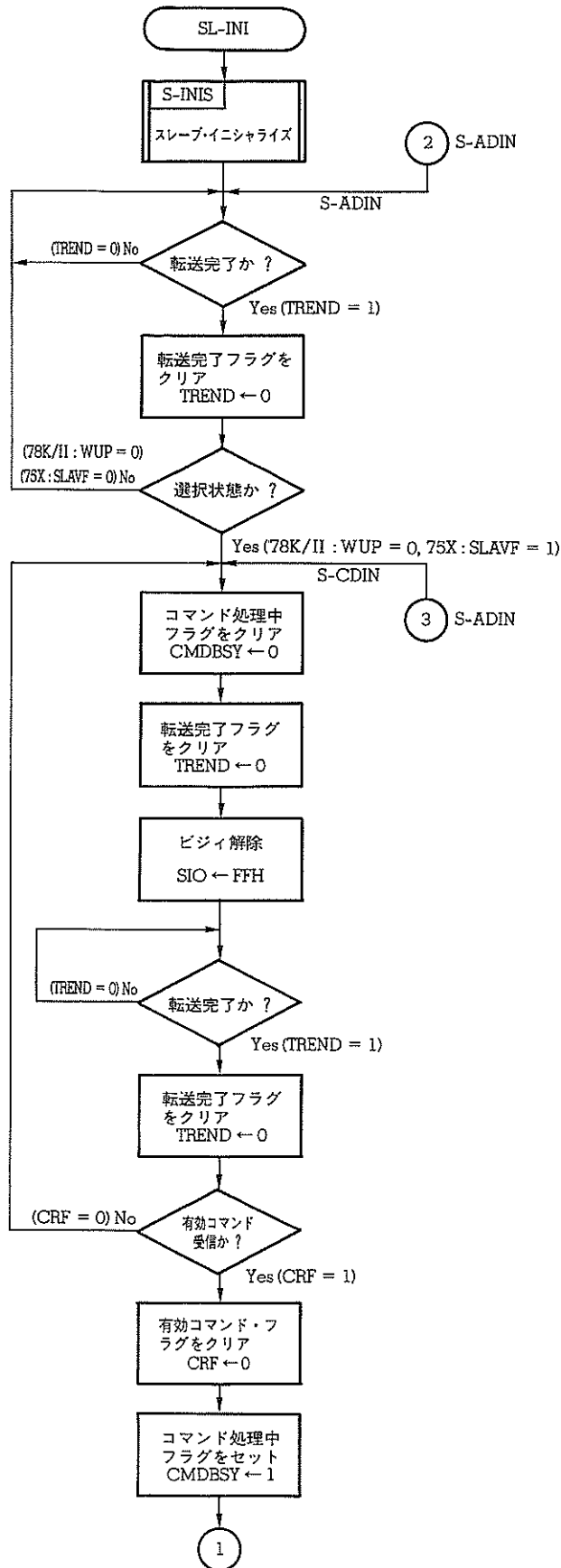
(3) フロー・チャート

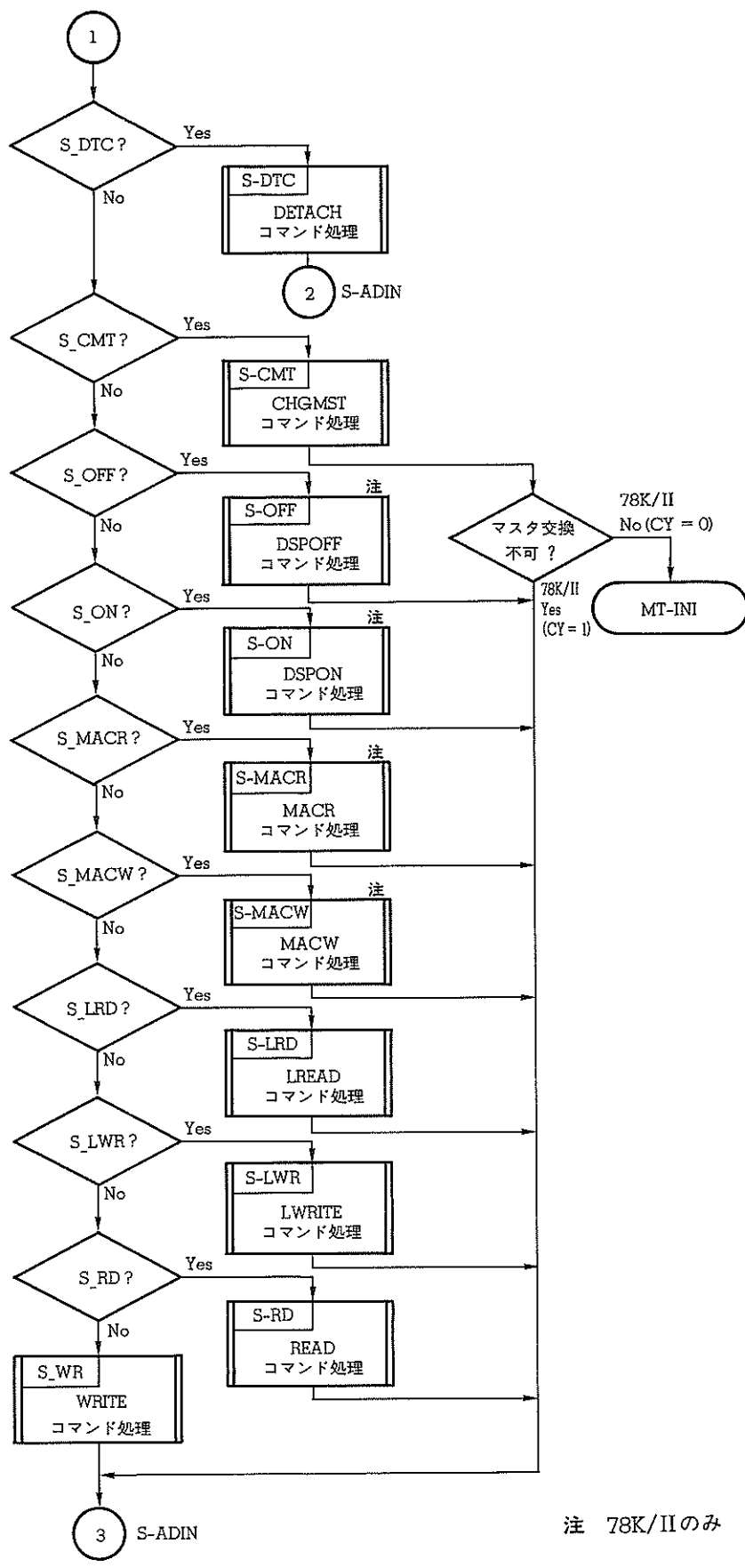
(i) マスタ





(ii) スレーブ





注 78K/IIのみ

(4) プログラム・リスト (SBI 関連リストの抜粋)

(a) 78K/II シリーズ

```

;*****
;      MASTER MAIN (BACKGROUND)
;      : Polling Address
;      : Polling Commands
;      : Go to Commands
;*****

MT_INI:
CALL    !M_INIS

M_ADIN:
BF      ATF, $M_ADIN           ; ADDRESS Wait
CLR1    ATF
CALL    !TRNADR
BT      ERRORF, $M_ADIN

M_CDIN:
BF      CTF, $M_CDIN           ; COMMAND Wait
CLR1    CTF
CALL    !TRNCMD
BT      ERRORF, $M_CDIN
MOVW    HL, #M_CDT

MII_L1:
MOV     A, [HL+]
CMP     A, TRNEUF
BZ      $MII_J1
INCW   HL
INCW   HL
BR      $MII_L1

MII_J1:
MOVW    AX, [HL]
BR      AX

:
:      --- Commands Table ---
:
M_CDT:
DB      20H           ; WRITE
DW      MWR
DB      21H           ; READ
DW      MRD
DB      22H           ; LWRITE
DW      MLWR
DB      23H           ; LREAD
DW      MLRD
DB      28H           ; CHGMST
DW      MCMT
DB      29H           ; DETACH
DW      MDTC

DB      24H           ; MACW
DW      MMACW
DB      25H           ; MACR
DW      MMACR

DB      31H           ; DSPON
DW      MON
DB      32H           ; DSPOFF
DW      MOFF
    
```

```

;*****
;      COMMAND PROCESS (BACKGROUND)
;*****

MWR:
      CALL    !M_WR
      BR      M_CDIN

MRD:
      CALL    !M_RD
      BR      M_CDIN

MLWR:
      CALL    !M_LWR
      BR      M_CDIN

MLRD:
      CALL    !M_LRD
      BR      M_CDIN

MMACW:
      CALL    !M_MACW
      BR      M_CDIN

MMACR:
      CALL    !M_MACR
      BR      M_CDIN

MCMT:
      CALL    !M_CMT
      BC      $MCT_J1
      BR      SL_INI

MCT_J1:
      BR      M_CDIN
; Change Master OK!
; Change Master BAD!

MDTC:
      CALL    !M_DTC
      BR      M_ADIN

MON:
      CALL    !M_ON
      BR      M_CDIN

MOFF:
      CALL    !M_OFF
      BR      M_CDIN

```



```

;*****
;      SLAVE (BACKGROUND)
;      : Polling Address Receive
;      : Polling Commands Recieve
;      : Go to Commands
;*****

SL_INI:
CALL    !S_INIS

S_ADIN:
BF      TREND,$S_ADIN
CLR1   TREND
BT      WUP,$S_ADIN           ; ADDRESS Wait

S_CDIN:
CLR1   CMDBSY                ; COMMAND Wait
CLR1   TREND
MOV    SIO,#OFFH            ; Clear Busy

ACDWAT:
BF      TREND,$ACDWAT
CLR1   TREND
BF      CRF,$S_CDIN
CLR1   CRF
SET1   CMDBSY
MOVW   HL,#S_CDT

SII_L1:
MOV    A,[HL+]
CMP    A,RCVBUF
BZ     $SII_J1
INCW   HL
INCW   HL
BR     $SII_L1

SII_J1:
MOVW   AX,[HL]
BR     AX

;
;      --- Commands Table ---
;
S_CDT:
DB     20H                    ; WRITE
DW     SWR
DB     21H                    ; READ
DW     SRD
DB     22H                    ; LWRITE
DW     SLWR
DB     23H                    ; LREAD
DW     SLRD
DB     28H                    ; CHGMST
DW     SCMT
DB     29H                    ; DETACH
DW     SDTC

DB     24H                    ; MACW
DW     SMACW
DB     25H                    ; MACR
DW     SMACR

DB     31H                    ; DSPON
DW     SON
DB     32H                    ; DSPOFF
DW     SOFF
    
```

```

;*****
;      COMMAND PROCESS (BACKGROUND)
;*****

SWR:
      CALL    !S_WR
      BR      S_CDIN

SRD:
      CALL    !S_RD
      BR      S_CDIN

SLWR:
      CALL    !S_LWR
      BR      S_CDIN

SLRD:
      CALL    !S_LRD
      BR      S_CDIN

SMACW:
      CALL    !S_MACW
      BR      S_CDIN

SMACR:
      CALL    !S_MACR
      BR      S_CDIN

SCMT:
      CALL    !S_CMT
      BC      $$SCT_J1
      BR      MT_INI
SCT_J1:
      BR      S_CDIN
; Change Master OK!
; Change Master BAD!

SDTC:
      CALL    !S_DTC
      BR      S_ADIN

SON:
      CALL    !S_ON
      BR      S_CDIN

SOFF:
      CALL    !S_OFF
      BR      S_CDIN

```

(b) 75X シリーズ

```

;*****
;      MASTER MAIN (BACKGROUND)
;      : Polling Address
;      : Polling Commands
;      : Go to commands
;*****

MT_INI:
CALL    !M_INIS
M_ADIN:                                ;ADDRESS Wait
      SKT    ATF
      BR     M_ADIN
      CLR1   ATF
      CALL   !TRNADR
      BR     M_ADIN
M_CDIN:                                ;COMMAND Wait
      SKT    CTF
      BR     M_CDIN
      CLR1   CTF
      CALL   !TRNCMD
      BR     M_CDIN

```

```

;*****
;      COMMAND PROCESS (BACKGROUND)
;*****
      MOV      XA, TRNBUF
      SKE      X, #WRITE SHR 4
      BR       DIV
      SKE      A, #WRITE AND OFH
      BR       DIV1
      CALL     !M_WR
      BR       M_CDIN
DIV1:
      SKE      A, #READ AND OFH
      BR       DIV2
      CALL     !M_RD
      BR       M_CDIN
DIV2:
      SKE      A, #LWRITE AND OFH
      BR       DIV3
      CALL     !M_LWR
      BR       M_CDIN
DIV3:
      SKE      A, #LREAD AND OFH
      BR       DIV4
      CALL     !M_LRD
      BR       M_CDIN
DIV4:
      SKE      A, #CHGMST AND OFH
      BR       DIV5
      CALL     !M_CMT
      BR       M_CDIN
      BR       SL_INI                ;if Master change ok
                                      ;      then SL_INI
DIV5:
      SKE      A, #DETACH AND OFH
      BR       DIV6
      CALL     !M_DTC
      BR       M_ADIN
DIV6:
      SKE      A, #MACW AND OFH
      BR       DIV7
      CALL     !M_LWR
      BR       M_CDIN
DIV7:
      SKE      A, #MACR AND OFH
      BR       DIV
      CALL     !M_LRD
      BR       M_CDIN
DIV:
      SKE      X, #3H
      BR       M_CDIN
      SKE      A, #DSPON AND OFH
      BR       DIV8
      CALL     !M_ON
      BR       M_CDIN
DIV8:
      SKE      A, #DSPOFF AND OFH
      BR       M_CDIN
      CALL     !M_OFF
      BR       M_CDIN

```

```

;*****
;      SLAVE (BACKGROUND)
;      :Polling Address Receive
;      :Polling Commands Receive
;      :Go to Commands
;*****

SL_INI:
CALL    !S_INIS
S_ADIN:
SKT     TREND
BR      S_ADIN                ;ADDRESS Wait
CLR1    TREND
SKT     SLAVF
BR      S_ADIN

S_CDIN:
CLR1    CMDBSY
CLR1    TREND
MOV     XA, #OFFH            ;Clear Busy
MOV     SIO, XA

ACDWAT:
SKT     TREND
BR      ACDWAT
CLR1    TREND
SKT     CRF
BR      S_CDIN
CLR1    CRF
SET1    CMDBSY
    
```

```

;*****
;      COMMAND PROCESS (BACKGROUND)
;*****
      MOV     XA,RCVBUF
      SKE     A,#WRITE AND OFH
      BR      SDIV1
      CALL    !S_WR
      BR      S_CDIN
SDIV1:
      SKE     A,#READ AND OFH
      BR      SDIV2
      CALL    !S_RD
      BR      S_CDIN
SDIV2:
      SKE     A,#LWRITE AND OFH
      BR      SDIV3
      CALL    !S_LWR
      BR      S_CDIN
SDIV3:
      SKE     A,#LREAD AND OFH
      BR      SDIV4
      CALL    !S_LRD
      BR      S_CDIN
SDIV4:
      SKE     A,#CHGMST AND OFH
      BR      SDIV5
      CALL    !S_CMT
      BR      S_CDIN
      BR      MT_INI
;if Master cange ok
;      then MT_INI
SDIV5:
      SKE     A,#DETACH AND OFH
      BR      SDIV6
      CALL    !S_DTC
      BR      S_ADIN
SDIV6:
      SKE     A,#MACW AND OFH
      BR      SDIV7
      CALL    !S_LWR
      BR      S_CDIN
SDIV7:
      SKE     A,#MACR AND OFH
      BR      S_CDIN
      CALL    !S_LRD
      BR      S_CDIN

```


5.4.6 イニシャライズ処理

SBIのイニシャライズを行います。

(1) 動作概要

ここでは、本応用例のSBI部分の動作を行うために必要なイニシャライズを行っています。項目を以下に示します。

(a) マスタ

(i) 78K/IIシリーズ

- | | | |
|---|-------------------------|-------------|
| ① | ボー・レート | 375 kbps |
| | 8ビット・タイマ/カウンタ3カウント・クロック | $f_{CLK}/8$ |
| | 8ビット・コンペア・レジスタ | CR30 : 0 |
| ② | CSIMレジスタ値 | 11001001B |
| ③ | SBICレジスタ値 | 00000001B |
| ④ | PMC3レジスタ値 | 00001100B |
| ⑤ | 割り込み処理イニシャライズ | |
| ⑥ | フラグ・イニシャライズ | |

(ii) 75Xシリーズ

- | | | |
|---|---------------|-----------|
| ① | ボー・レート | 262 kbps |
| ② | CSIMレジスタ値 | 10001010B |
| ③ | SBICレジスタ値 | 00000001B |
| ④ | 割り込み処理イニシャライズ | |
| ⑤ | フラグ・イニシャライズ | |

(b) スレーブ

(i) 78K/IIシリーズ

- | | | |
|---|---------------|-----------|
| ① | SIO初期値 | FFH |
| ② | CSIMレジスタ値 | 11101000B |
| ③ | SBICレジスタ値 | 10000001B |
| ④ | PMC3レジスタ値 | 00001100B |
| ⑤ | 割り込み処理イニシャライズ | |
| ⑥ | フラグ・イニシャライズ | |

(ii) 75X シリーズ

- | | |
|-----------------|-----------|
| ① SIO 初期値 | FFH |
| ② CSIM レジスタ値 | 10101000B |
| ③ SBIC レジスタ値 | 10000001B |
| ④ 割り込み処理イニシャライズ | |
| ⑤ フラグ・イニシャライズ | |

(2) プログラム説明

(a) マスタ・イニシャライズ処理 [レーベル名称: M_INIS]

(i) 78K/II シリーズ・マスタ・イニシャライズ処理

- ① マスタとしてのイニシャライズ完了まで、割り込みを禁止します。
- ② スレーブのイニシャライズ完了までウエイトします。
- ③ \overline{SCK} , SB0 端子の入出力と初期レベルを設定します。
- ④ ボー・レートを 375 kbps に設定します。
- ⑤ RELT ← 1 とし、シリアル出力ラッチ (SO) をハイ・レベルにセットします。
- ⑥ CSIM レジスタのマスタとしてのイニシャライズを行います。
- ⑦ \overline{ACK} チェックと、マクロ・サービス・タイム・アウトのために用いるインターバル・タイマ (INTC21) のイニシャライズを行います。
- ⑧ インターバル・タイマ (INTC21) の割り込みを許可します。
- ⑨ \overline{SCK} , SB0 端子をコントロール・ポートに設定します。
- ⑩ 送受信を許可します。
ここで、78K/II シリーズは、受信禁止から許可 (CRxE = 0 → CRxE = 1) とすると、受信動作が起動され、スレーブ側からみると、データが送られた状態となります。ただし、スレーブはアドレス待ち状態ですので、影響はありません。
- ⑪ INTCSI の割り込みを許可します。
- ⑫ INTCSI 割り込み要求 (CSIIF) をポーリングし、セットされていればクリアし、 \overline{ACK} を出力します。
- ⑬ マスタの送受信にフラグ・エリアをイニシャライズします。
- ⑭ 割り込みを許可します。

(ii) 75X シリーズ・マスタ・イニシャライズ処理

- ① マスタとしてのイニシャライズ完了まで、割り込みを禁止します。
- ② スレーブのイニシャライズ完了までウェイトします。
- ③ $REL\bar{T} \leftarrow 1$ とし、シリアル出力ラッチ (SO) をハイ・レベルにセットします。
- ④ CSIMレジスタのマスタとしてのイニシャライズを行います。
- ⑤ INTCSI 割り込みを許可します。
- ⑥ \bar{ACK} チェックのために用いるインターバル・タイマ (INTBT) のイニシャライズを行います。
- ⑦ インターバル・タイマ (INTBT) の割り込みを許可します。
- ⑧ マスタの送受信にフラグ・エリアをイニシャライズします。
- ⑨ 割り込みを許可します。

(b) スレーブ・イニシャライズ処理 [レーベル名称: S_INIS]

- (i) $REL\bar{T} \leftarrow 1$ とし、シリアル出力ラッチ (SO) をハイ・レベルにセットします。
- (ii) $BSY\bar{E} \leftarrow 1$ として、ビジー信号の同期出力を許可します。
- (iii) CSIMレジスタのスレーブとしてのイニシャライズを行います。
- (iv) \bar{ACK} チェックと、78K/IIシリーズ・マクロ・サービス・タイム・アウトのために用いるインターバル・タイマ (78K/IIシリーズ: INTCT1, 75Xシリーズ: INTBT) のイニシャライズを行います。
- (v) 78K/IIシリーズはポートのイニシャライズを行います。
- (vi) INTCSI 割り込みを許可します。
- (vii) スレーブの送受信にフラグ・エリアをイニシャライズします。
- (viii) 割り込みを許可します。

(3) 使用レジスタ

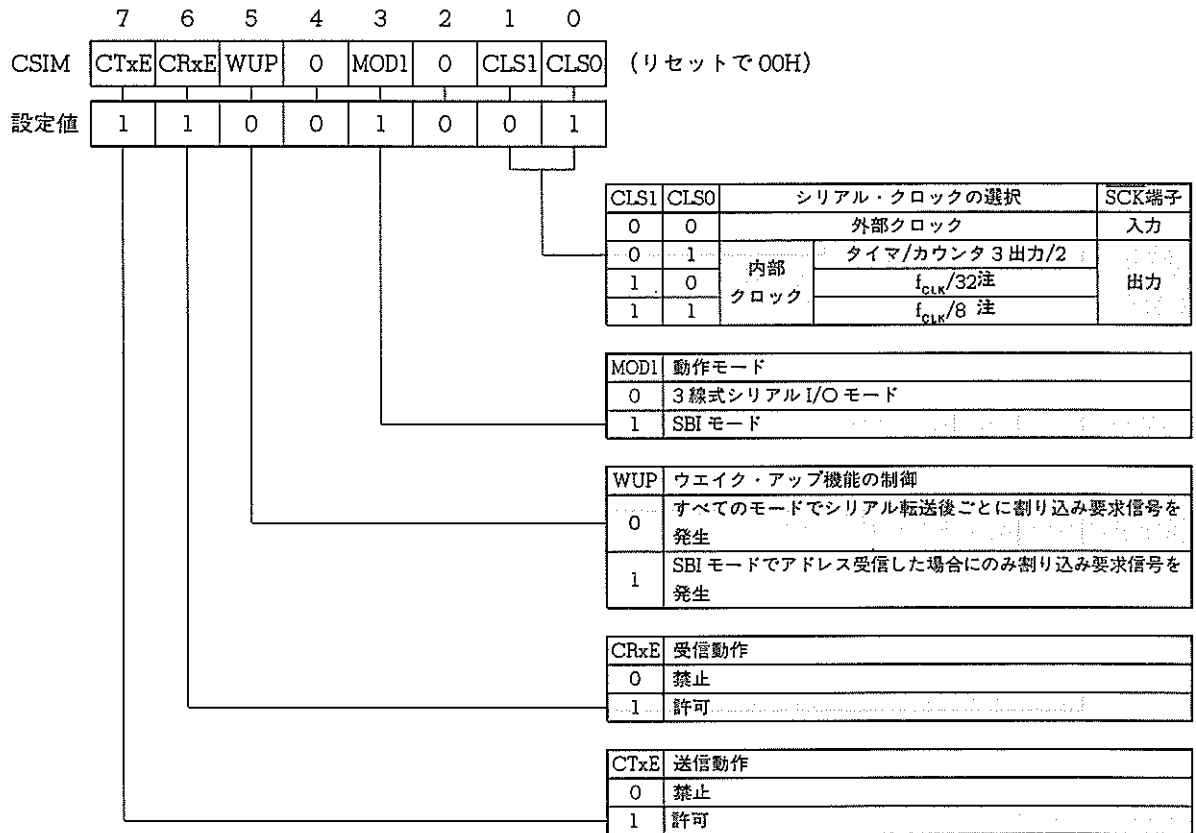
デバイス	78K/IIシリーズ	75Xシリーズ
マスタ	B	XA, BC
スレーブ	なし	XA

(4) モード・レジスタ, ワーク・フラグ設定一覧

(a) マスタ

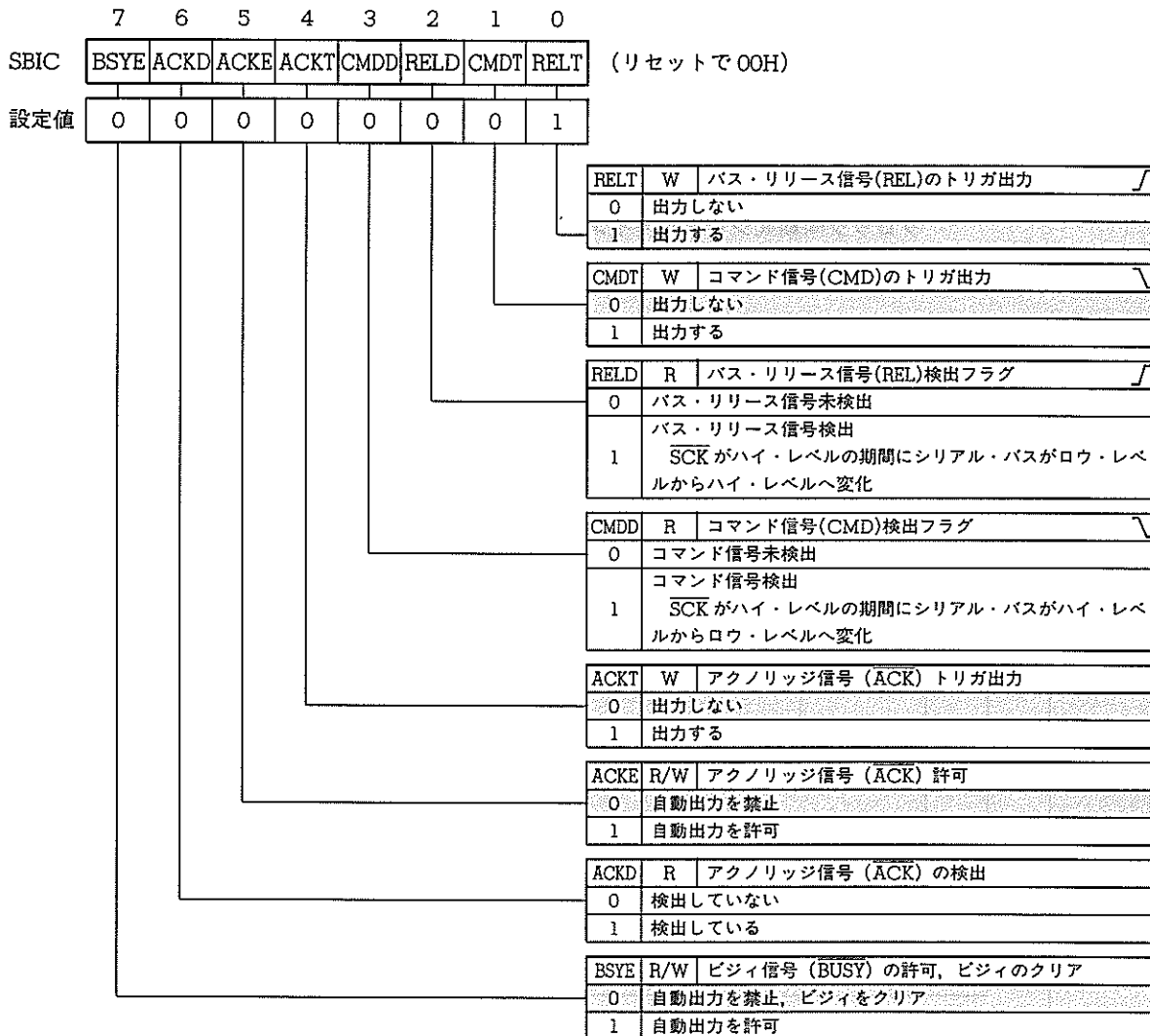
(i) 78K/IIシリーズ

クロック同期式シリアル・インタフェース・モード・レジスタ



注 f_{CLK} : 内部システム・クロック周波数 ($f_x/2$)

シリアル・バス・インタフェース・モード・レジスタ



フラグ・ワーク SBIFLO

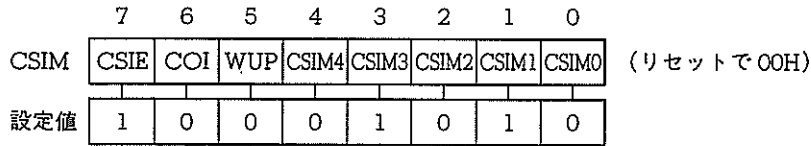
	7	6	5	4	3	2	1	0
SBIFLO	MSTF	0	CMDBSY	PFLAG	RCVFLG	ACKWFG	TREND	ERRORF
設定値	1	0	0	0	0	0	0	0

フラグ・ワーク SBIFL1

	7	6	5	4	3	2	1	0
SBIFL1	MACF	0	0	MACTMF	ATF	CTF	CRF	DTF
設定値	0	0	0	0	0	0	0	0

(ii) 75X シリーズ

シリアル動作モード・レジスタ



CSIM1	CSIM0	シリアル・クロックの選択		SCK 端子
		3 線式	2 線式	
0	0	外部クロック		入力
0	1	タイマ/イベント・カウンタ出力(TO)		出力
1	0	$f_x/2^4$ (262 kHz)注	$f_x/2^6$ (65.5 kHz)注	
1	1	$f_x/2^3$ (524 kHz)注		

CSIM4	CSIM3	CSIM2	モード	シフト順序	SO 端子機能	SI 端子機能
×	0	0	3 線式	MSB 先頭	SO/P02	SI/P03
		1		LSB 先頭		
0	1	0	SBI	MSB 先頭	SBO/P02	P03
1	0	1			P02	SBI/P03
0	1	1	2 線式		SBO/P02	P03
1					P02	SBI/P03

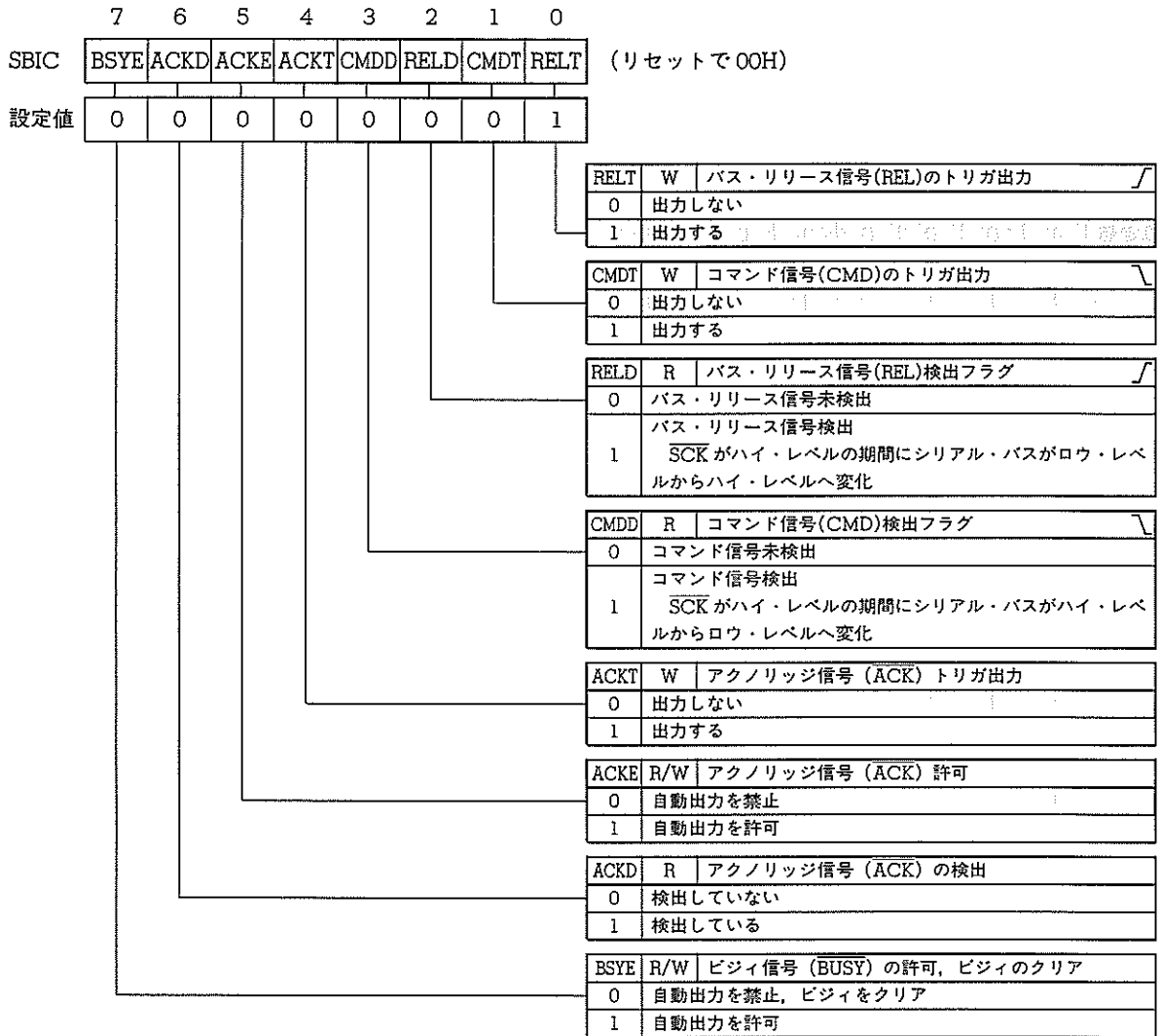
WUP	ウェイク・アップ機能の制御
0	すべてのモードでシリアル転送後ごとに、割り込み要求信号を発生
1	SBI モードでアドレスを受信した場合に SVA の値と受信したアドレスが一致したときのみ割り込み要求信号を発生

COI	アドレス・コンパレータからの一致信号
0	SVA と SIO の値が不一致
1	SVA と SIO の値が一致

CSIE	シフト動作	IRQCSI フラグの状態	SO/SBO, SI/SBI 端子
0	禁止	保持	ポート 0 機能専用
1	可能	セット可能	各モードでの機能

注 f_x : システム・クロック

シリアル・バス・インタフェース・モード・レジスタ



フラグ・ワーク SBIFLO

	7	6	5	4	3	2	1	0
SBIFLO	MSTF	0	CMDBSY	PFLAG	RCVFLG	ACKWFG	TREND	ERRORF
設定値	1	0	0	0	0	0	0	0

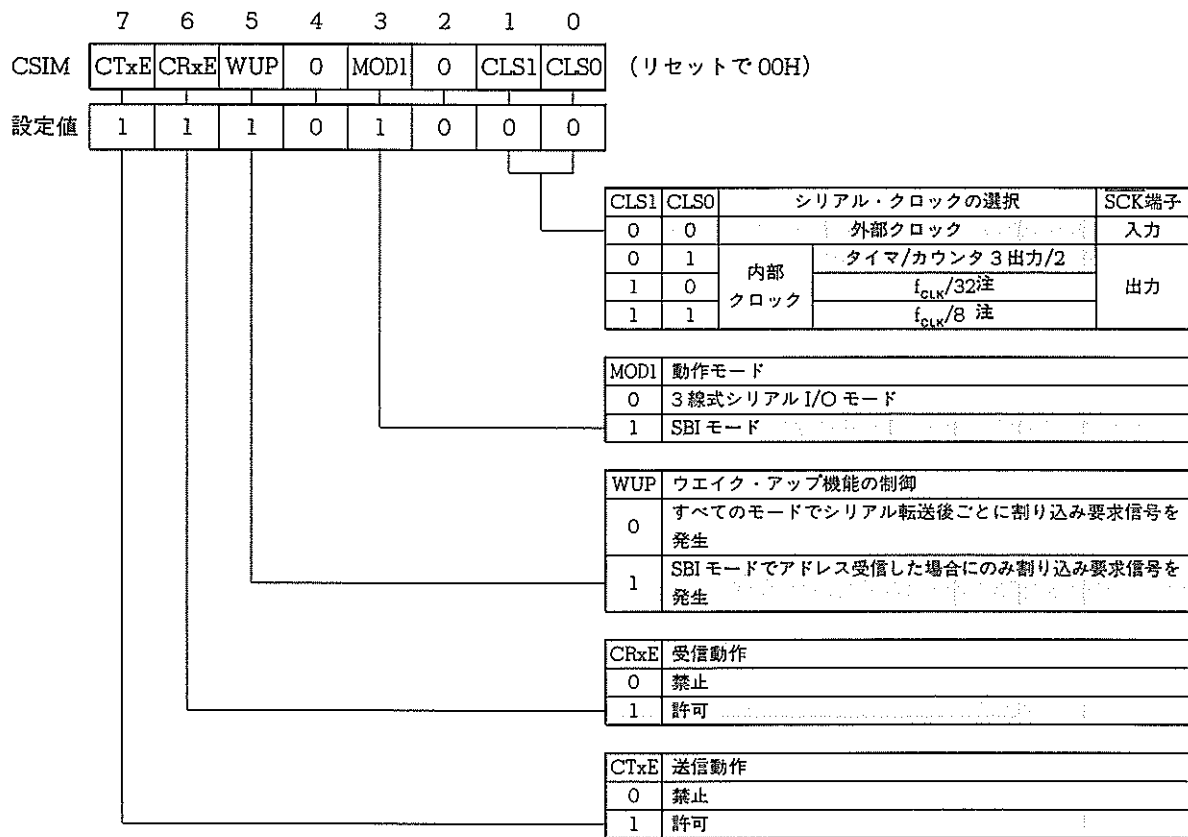
フラグ・ワーク SBIFL1

	7	6	5	4	3	2	1	0
SBIFL1	MACF	0	0	MACTMF	ATF	CTF	CRF	DTF
設定値	0	0	0	0	0	0	0	0

(b) スレーブ

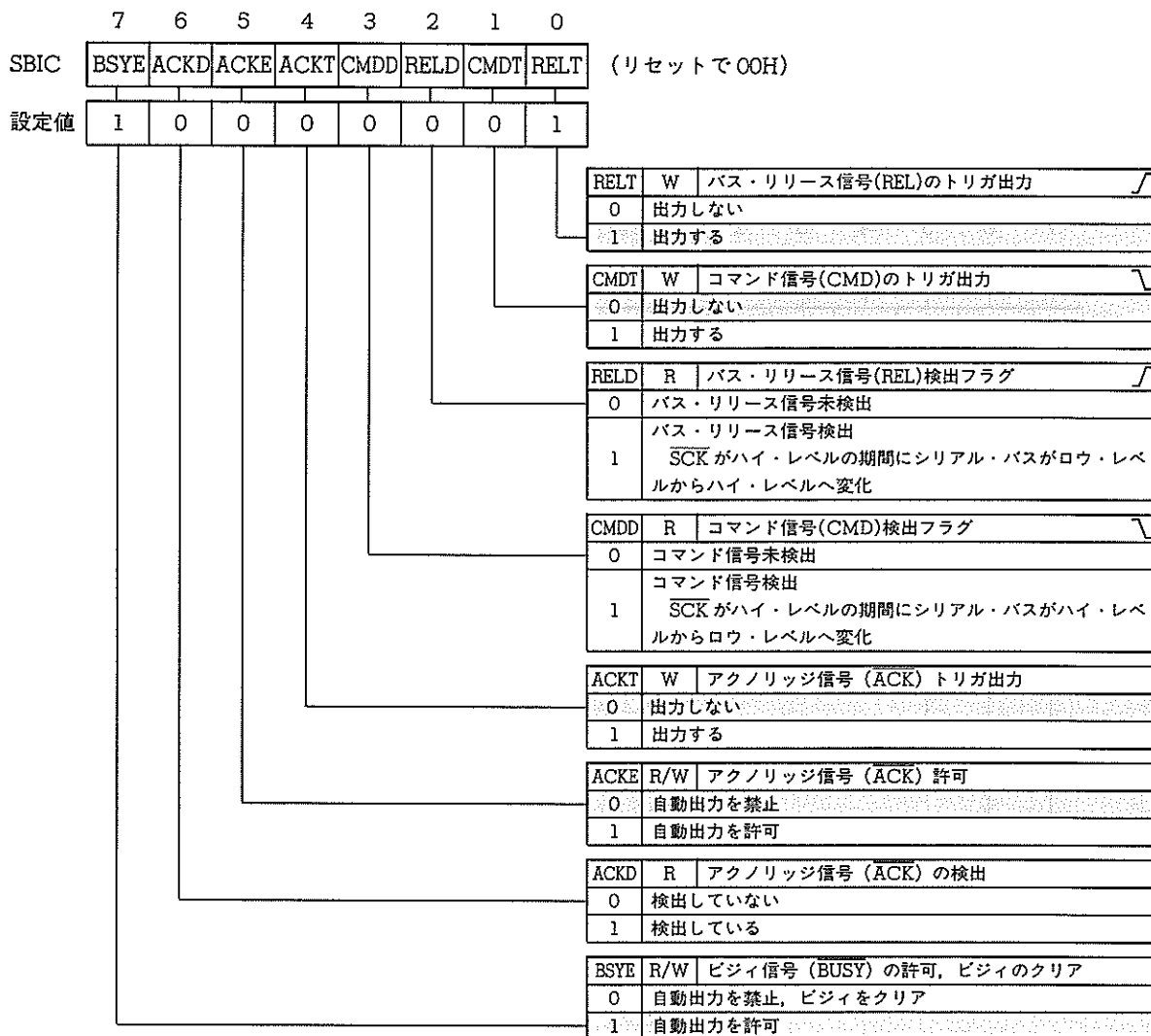
(i) 78K/IIシリーズ

クロック同期式シリアル・インタフェース・モード・レジスタ



注 f_{CLK} : 内部システム・クロック周波数 ($f_x/2$)

シリアル・バス・インタフェース・モード・レジスタ



フラグ・ワーク SBIFLO

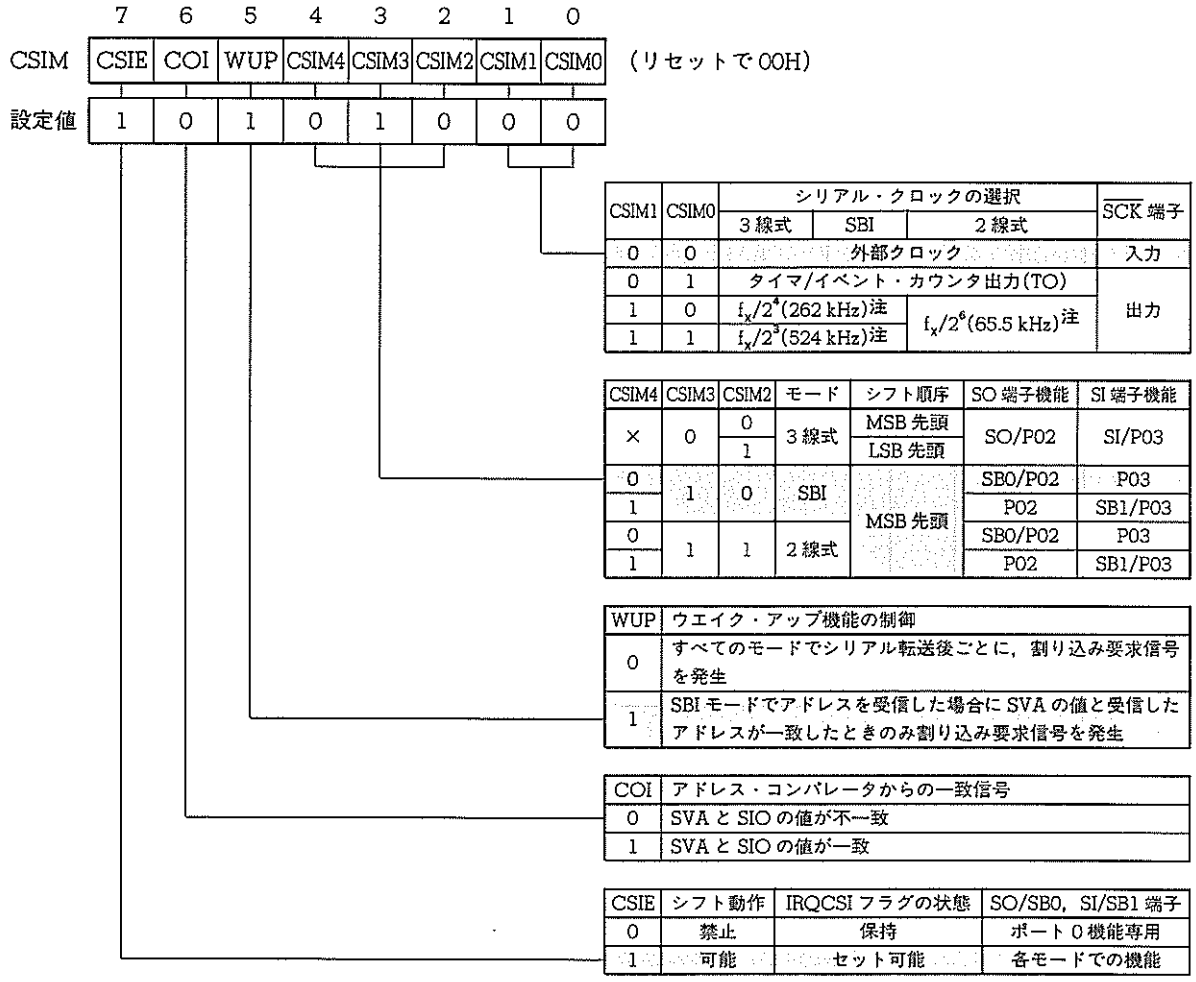
	7	6	5	4	3	2	1	0
SBIFLO	MSTF	0	CMDBSY	PFLAG	RCVFLG	ACKWFG	TREND	ERRORF
設定値	0	0	0	0	1	0	0	0

フラグ・ワーク SBIFL1

	7	6	5	4	3	2	1	0
SBIFL1	MACF	0	0	MACTMF	ATF	CTF	CRF	DTF
設定値	0	0	0	0	0	0	0	0

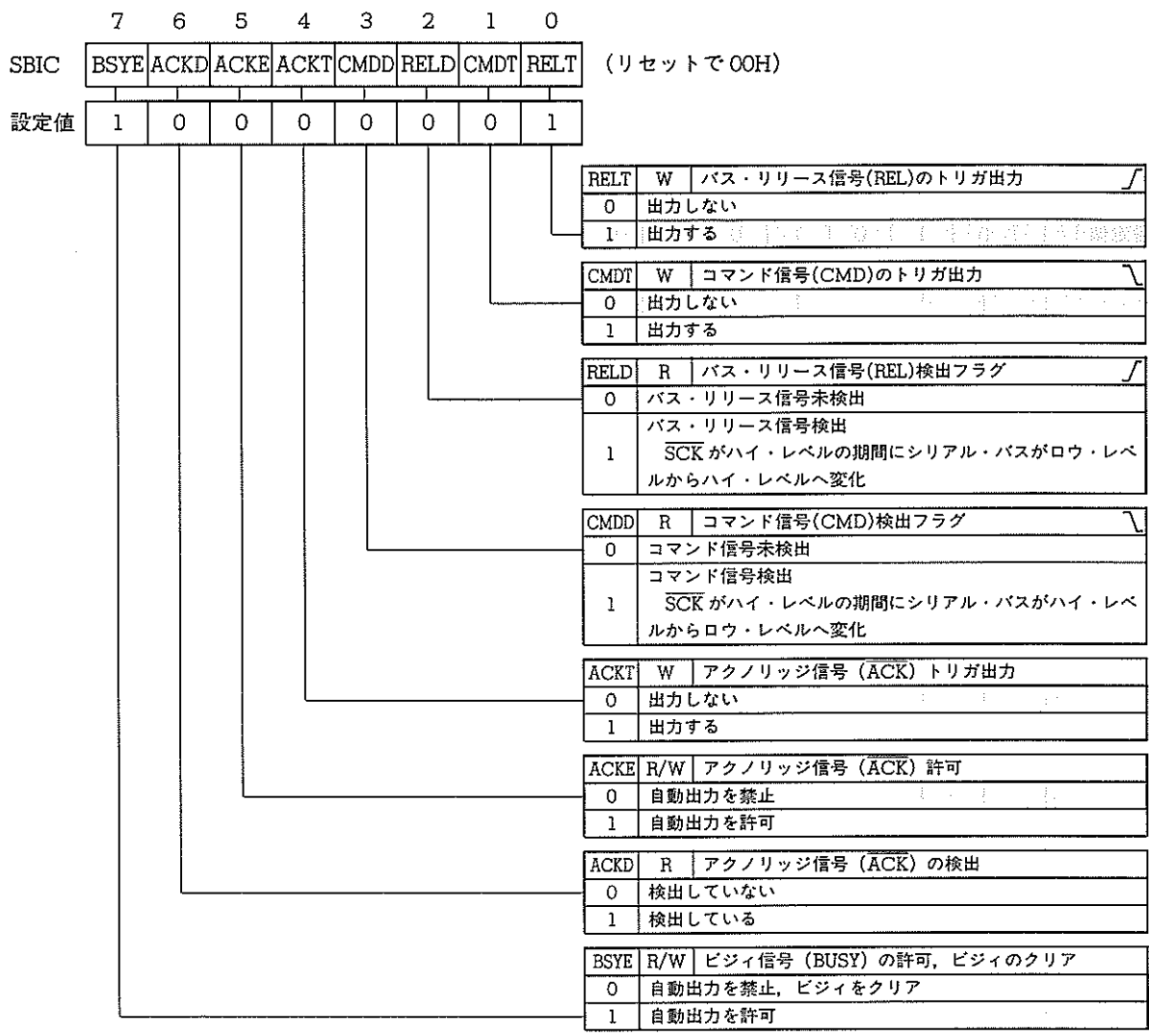
(ii) 75X シリーズ

シリアル動作モード・レジスタ



注 f_x : システム・クロック

シリアル・バス・インタフェース・モード・レジスタ



フラグ・ワーク SBIFLO

	7	6	5	4	3	2	1	0
SBIFLO	MSTF	0	CMDBSY	PFLAG	RCVFLG	ACKWFG	TREND	ERRORF
設定値	0	0	0	0	1	0	0	0

フラグ・ワーク SBIFL1

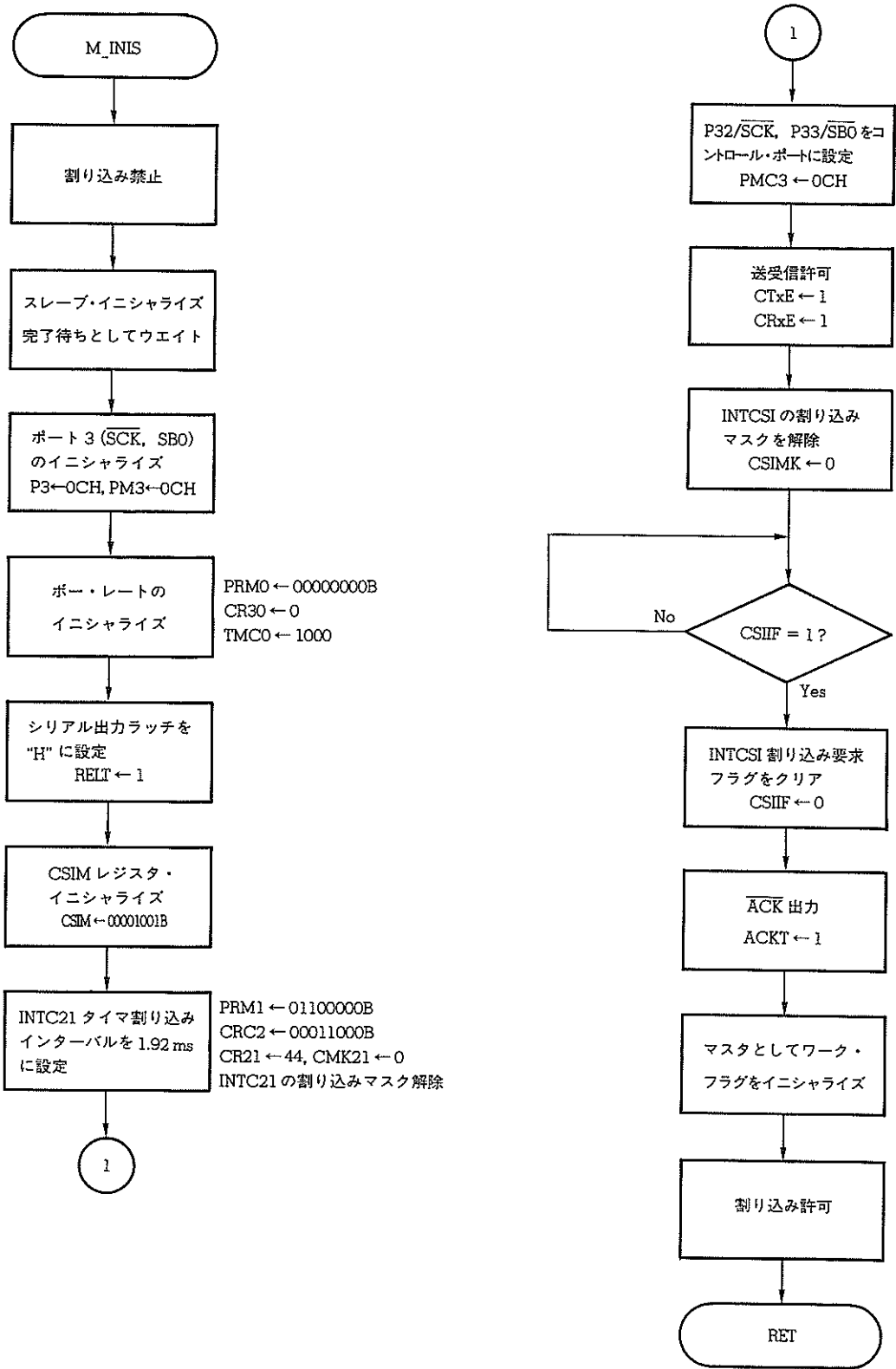
	7	6	5	4	3	2	1	0
SBIFL1	MACF	0	0	MACTMF	ATF	CTF	CRF	DTF
設定値	0	0	0	0	0	0	0	0

[メ モ]

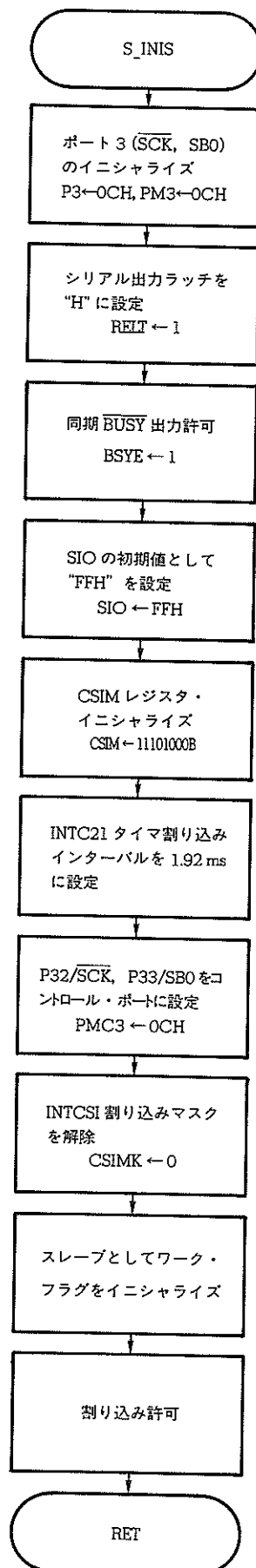
(5) フロー・チャート

(a) 78K/IIシリーズ

(i) マスタ

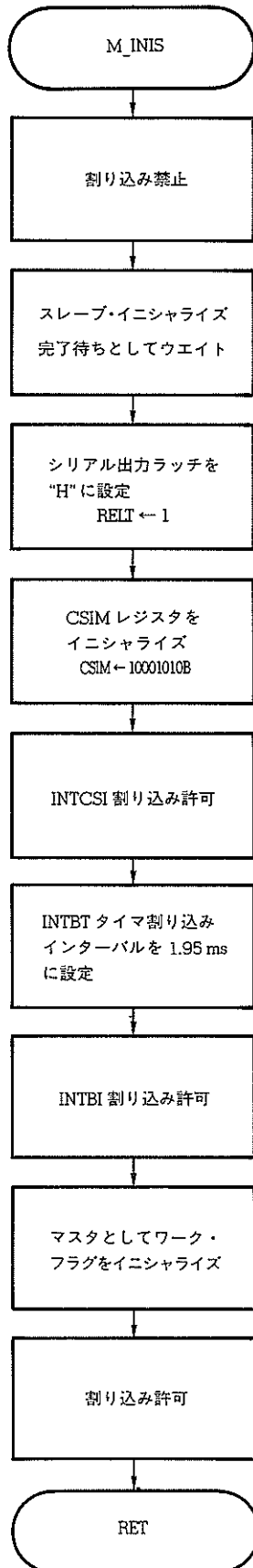


(ii) スレーブ

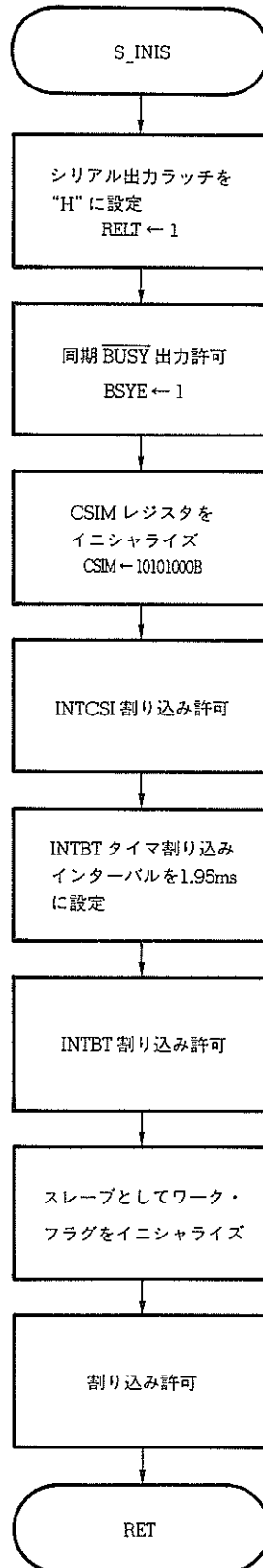


(b) 75X シリーズ

(i) マスタ



(ii) スレーブ



(6) プログラム・リスト

(a) 78K/IIシリーズ

```

;*****
;      INITIALIZE PACKAGE
;      : Master & Slave SBI Initialize
;*****
;
;      --- For Master ---
;
M_INIS:
    DI

MIN_L1:
    MOV     B, #229                ; 800us wait
    NOP
    NOP
    NOP
    NOP
    DBNZ   B, $MIN_L1

    MOV     P3, #0CH              ; port initialize
    MOV     PM3, #0CH

    MOV     PRM0, #00000000B      ; SBI initialize
    MOV     CR30, #0
    MOV     TMC0, #10000000B
    SET1    RELT
    MOV     CS1M, #00001001B

    MOV     PRM1, #01100000B      ; INTC21 1.92ms
    MOV     CRC2, #00011000B
    MOV     CR21, #44
    CLR1    CMK21
    MOV     TMC1, #10000000B

    MOV     PMC3, #0CH
    SET1    CTXE
    SET1    CRXE

MIN_L2:
    CLR1    CS1MK                ; First data transmit wait
    BTCLR   CS1IF, $MIN_J1
    BR      MIN_L2

MIN_J1:
    SET1    ACKT
    MOV     SBIFL0, #10000000B
    MOV     SBIFL1, #00000000B

    EI
    RET

```

```

:
:   --- For Slave ---
:
S_INIS:
MOV    P3, #0CH                ; port initialize
MOV    PM3, #0CH

SET1   RELT
SET1   BSYE
MOV    SIO, #0FFH
MOV    CSIM, #11101000B

MOV    PRM1, #01100000B        ; INTC21 1.92ms
MOV    CRC2, #00011000B
MOV    CR21, #44
CLR1   CMK21
MOV    TMC1, #10000000B

MOV    PMC3, #0CH
CLR1   CSIMK
MOV    SBIFL0, #00001000B
MOV    SBIFL1, #00000000B

EI
RET
```

(b) 75X シリーズ

```

;*****
;      INITIALIZE PACKAGE
;      :Master & Slave SBI Initialize
;*****
;
;      --- For Master ---
;
M_INIS:
    DI

MIN_1:
    MOV     BC, #0FFH           ;About 800us Wait
    DECS   C
    BR     MIN_1
    DECS   B
    BR     MIN_1

    SET1   RELT                 ;SBI Initialize
    MOV    XA, #10001010B
    MOV    CSIM, XA

    EI     IECSI

    MOV    A, #1111B           ;INTBT 1.95ms
    MOV    BTM, A
    EI     IEBT
;
    MOV    XA, #10000000B
    MOV    SBIFLO, XA
    MOV    XA, #00000000B
    MOV    SBIFL1, XA
;
    EI
    RET
;
;      --- For Slave ---
;
S_INIS:
    SET1   RELT
    SET1   BSYE

    MOV    XA, #0FFH
    MOV    SIO, XA

    MOV    XA, #10101000B
    MOV    CSIM, XA
    EI     IECSI

    MOV    A, #1111B           ;INTBT 1.95ms
    MOV    BTM, A
    EI     IEBT

    MOV    XA, #00001000B
    MOV    SBIFLO, XA
    MOV    XA, #00000000B
    MOV    SBIFL1, XA
;
    EI
    RET

```

5.4.7 WRITE コマンド処理

マスター→スレーブへのデータ転送コマンドです。データ数は1バイト固定です。

コマンド値	20H
-------	-----

(1) 動作概要

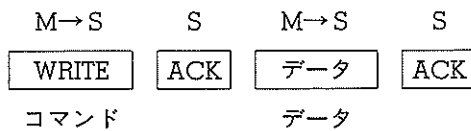
(a) マスタ側

コマンド送信後、WRITE コマンド・データ領域 (WRDATA) の値を送信します。

(b) スレーブ側

コマンド受信後は、1バイトのデータを受信し、受信バッファ (RCVBUF) に格納します。

(c) 転送のフォーマット



(2) プログラム説明

(a) マスタ WRITE コマンド処理 [レーベル名称: M_WR]

(i) 送信データとして、WRITE コマンド・データ領域(WRDATA)の値を送信バッファ(TRNBUF)に設定します。

(ii) データ送信のサブルーチン (TRNDAT) を呼び出し、スレーブにデータを送信します。

(b) スレーブ WRITE コマンド処理 [レーベル名称: S_WR]

(i) データ受信のサブルーチン (RCVDAT) を呼び出し、マスタからデータを受信します。

(3) 使用レジスタ

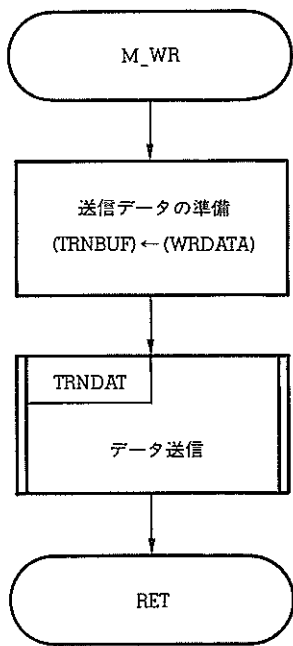
デバイス	78K/IIシリーズ	75Kシリーズ
マスタ	A	XA
スレーブ	A	XA

(4) 入出力条件

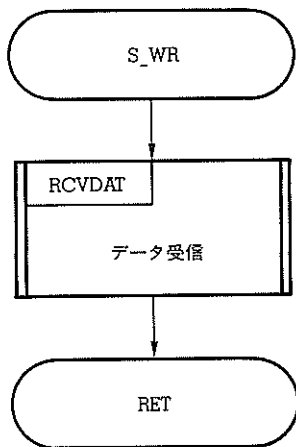
デバイス	入力条件	出力条件
マスタ	(WRDATA)←送信データ	(TRNBUF)←(WRDATA)
スレーブ	なし	(RCVBUF)←受信データ

(5) フロー・チャート

(i) マスタ



(ii) スレーブ



(6) プログラム・リスト

(a) 78K/IIシリーズ

```

-----
[[[ WRITE ]]]
      Master -> Slave 1byte Data
      [CMD] A  [DAT] A
        M   S   M   S
-----
:
:
... MASTER ...
:
M_WR:
      MOV     TRNBUF, WRDATA
      CALL   !TRNDAT
      RET
:
:
... SLAVE ...
:
S_WR:
      CALL   !RCVDAT
      RET

```

(b) 75Xシリーズ

```

-----
[[[ WRITE ]]]
      Master -> Slave 1byte Data
      [CMD] A  [DAT] A
        M   S   M   S
-----
:
:
... MASTER ...
:
M_WR:
      MOV     XA, WRDATA
      MOV     TRNBUF, XA

      CALL   !TRNDAT
      NOP
      RET
:
:
... SLAVE ...
:
S_WR:
      CALL   !RCVDAT
      NOP
      RET

```

5.4.8 READ コマンド処理

スレーブ→マスタへのデータ転送コマンドです。データ数は1バイト固定です。

コマンド値	21H
-------	-----

(1) 動作概要

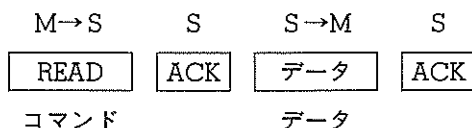
(a) マスタ側

コマンド送信後、スレーブからの $\overline{\text{ACK}}$ を検出し次第、受信動作を行います。この直後の転送完了割り込みで受け取ったデータを、受信バッファ (RCVBUF) に格納します。

(b) スレーブ側

コマンド受信後、DTFフラグがセットされ次第、送信バッファ (TRNBUF) の内容をマスタに送信します。

(c) 転送のフォーマット



(2) プログラム説明

(a) マスタ READ コマンド処理 [レーベル処理: M_RD]

(i) データ受信のサブルーチン (RCVDAT) を呼び出し、スレーブからデータを受信します。

(b) スレーブ READ コマンド処理 [レーベル名称: S_RD]

(i) スレーブの転送準備待ちとして、DTFフラグをポーリングします。DTF = 1 ならばクリアし、データ送信のサブルーチン (TRNDAT) を呼び出し、マスタにデータを送信します。

(ii) データ送信のサブルーチン (TRNDAT) では、復帰時に送信モード (RCVFLG=0) に設定されているため、受信モード (RCVFLG=1) に設定します。

(3) 使用レジスタ

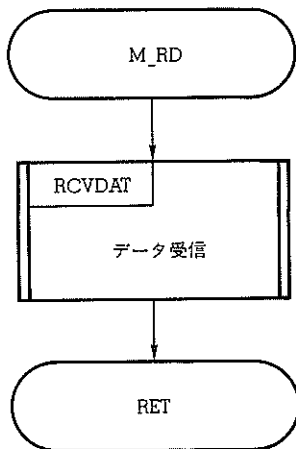
デバイス	78K/IIシリーズ	75Kシリーズ
マスタ	A	XA
スレーブ	A	XA

(4) 入出力条件

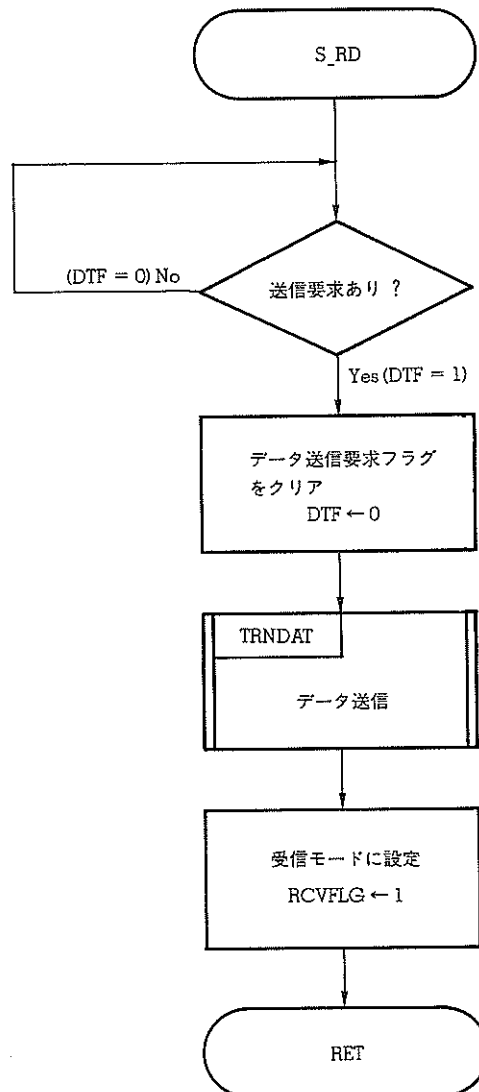
デバイス	入力条件	出力条件
マスタ	なし	(RCVBUF) ← 受信データ
スレーブ	DTF ← 1, (TRNBUF) ← 送信データ	DTF ← 0, RCVFLG ← 1

(5) フロー・チャート

(i) マスタ



(ii) スレーブ



(6) プログラム・リスト

(a) 78K/IIシリーズ

```

-----
:      [[[ READ ]]]
:      Slave -> Master 1byte Data
:      [CMD] A [DAT] A
:      M   S   S   M
-----
:
:      ... MASTER ...
M_RD:
:      CALL    !RCV DAT
:      RET
:
:      ... SLAVE ...
S_RD:
:      BF      DTF, SS_RD
:      CLR1    DTF
:      CALL    !TRNDAT
:      SET1    RCVFLG
:      RET

```

(b) 75Xシリーズ

```

-----
:      [[[ READ ]]]
:      Slave -> Master 1byte Data
:      [CMD] A [DAT] A
:      M   S   S   M
-----
:
:      ... MASTER ...
M_RD:
:      CALL    !RCV DAT
:      NOP
:      RET
:
:      ... SLAVE ...
S_RD:
:      SKT     DTF
:      BR      S_RD
:      CLR1    DTF
:
:      CALL    !TRNDAT
:      NOP
:      SET1    RCVFLG
:      RET

```

5.4.9 LWRITE コマンド処理

連続データのマスター→スレーブ転送コマンドです。78K/IIシリーズでは、1-256 バイトのデータをマスター→スレーブへ転送します。75X シリーズでは、内蔵 RAM と使用するワーク領域の大きさにより、転送できるデータ数が制限されます。転送するデータ数はマスターが指定します。78K/II シリーズでは、データ数に 0 を指定した場合、256 バイトになります。

コマンド値	22H
-------	-----

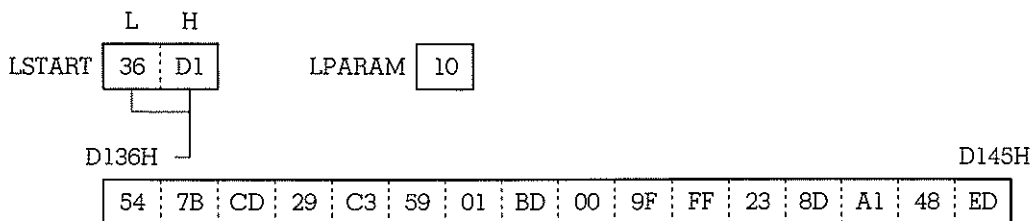
(1) 動作概要

(a) マスタ側

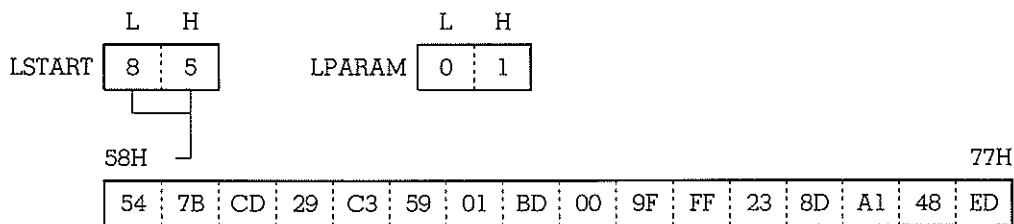
RAM 内のパラメータ (LPARAM) で指定されたバイト数分、RAM 内の (LSTART) で指定されたアドレス以降のデータを送信します。図 5-15 に例を示します。

図 5-15 LWRITE コマンドによる転送データ

(i) 78K/II シリーズ



(ii) 75X シリーズ



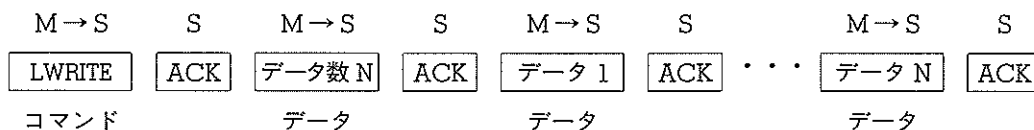
(b) スレーブ側

マスタから指定されたバイト数分のデータ受信を行い、RAM内の(LSTART)で指定されたアドレス以降に受信データを格納します。

データ数の受信時には、(LPARAM)に受信可能バイト数を設定し、パラメータ・フラグ(PFLAG)をセットすることで、バッファ・サイズを越える受信を禁止しています。データ数の受信は、INTCSI 割り込み処理で行われ、マスタから指定されたデータ数と(LPARAM)を比較し、受信データが(LPARAM)を越える場合は、 $\overline{\text{ACK}}$ は出力せず $\overline{\text{BUSY}}$ の解除条件のみを成立させています。

注意 転送データ数((LPARAM))はコマンド処理を呼び出す前に設定してください。
また(LPARAM)の値はコマンド処理中で破壊されます。

(c) 転送のフォーマット



(2) プログラム説明

(a) マスタ LWRITE コマンド処理 [レーベル名称: M_LWR]

- (i) 送信データとして、送信データ数 ((LPARAM) の値) を送信バッファ (TRNBUF) に書き込みます。
- (ii) データ送信のサブルーチン (TRNDAT) を呼び出し、スレーブに送信データ数を送信します。
- (iii) 転送エラーが発生した場合 (ERRORF = 1) は、LWRITE コマンド処理を終了して戻ります。
- (iv) データ数の送信が正常に実行された場合 (ERRORF = 0) は、ポインタとして HL レジスタに転送データ格納エリアの先頭アドレスを設定します。またカウンタとして、78K/II シリーズの場合は B レジスタ、75X シリーズの場合は BC レジスタに送信データ数 ((LPARAM) の値) を設定します。
- (v) ポインタで示される送信データを読み出し、送信バッファ (TRNBUF) に設定します。ポインタはインクリメントします。
- (vi) データ送信のサブルーチン (TRNDAT) を呼び出して、スレーブにデータを送信します。
- (vii) 転送エラーが発生した場合 (ERRORF = 1) は、LWRITE コマンド処理を終了して戻ります。
- (viii) データ送信が正常に実行された場合 (ERRORF = 0) は、カウンタをデクリメントし、指定した回数の転送が終了するまで (v) - (viii) を繰り返します。

(b) スレーブ LWRITE コマンド処理 [レーベル名称: S_LWR]

- (i) パラメータ待ちフラグ (PFLAG) をセットします。
- (ii) データ受信のサブルーチン (RCVDAT) を呼び出し、マスタから受信データ数を受信します。
- (iii) 転送エラーが発生した場合 (ERRORF = 1) は、LWRITE コマンド処理を終了して戻ります。
- (iv) データ数の受信が正常に実行された場合 (ERRORF = 0) は、ポインタとして HL レジスタに転送データ格納エリアの先頭アドレスを設定します。また、カウンタとして 78K/II シリーズの場合は B レジスタ、75X シリーズの場合は BC レジスタに送信データ数 ((LPARAM) の値) を設定します。
- (v) データ受信のサブルーチン (RCVDAT) を呼び出し、マスタからデータを受信します。
- (vi) 転送エラーが発生した場合 (ERRORF = 1) は、LWRITE コマンド処理を終了して戻ります。
- (vii) データ受信が正常に実行された場合 (ERRORF = 0) は、受信データをポインタで示されるメモリに格納します。
- (viii) カウンタをデクリメントし、指定した回数の転送が終了するまで (v) - (viii) を繰り返します。

(3) 使用レジスタ

デバイス	78K/IIシリーズ	75Xシリーズ
マスタ	A, X, B, HL	XA, BC, HL
スレーブ	A, X, B, HL	XA, BC, HL

(4) 入出力条件

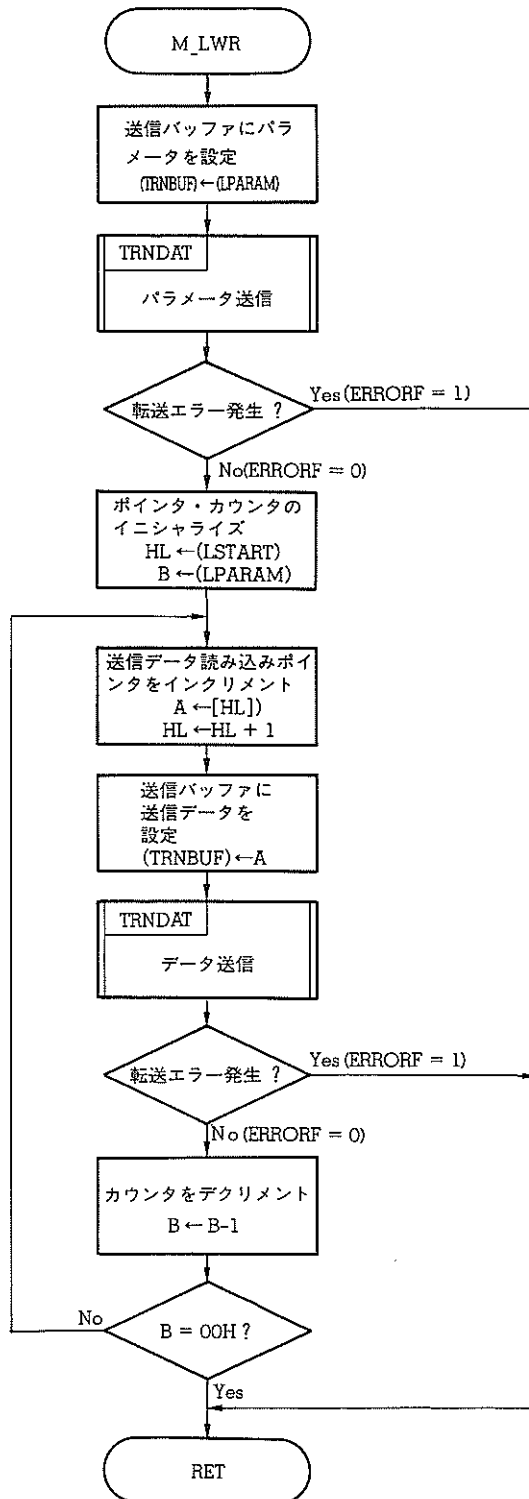
デバイス	入力条件	出力条件
マスタ	(LSTART) ← データ先頭アドレス (LPARAM) ← 送信データ数	(LSTART), (LPARAM) : 保持 ① 正常転送 : ERRORF ← 0 ② 転送エラー : ERRORF ← 1
スレーブ	(LSTART) ← データ格納先頭アドレス (LPARAM) ← 受信可能データ数	① 正常転送 : ERRORF ← 0 (LSTART) 以降に受信データ (LPARAM) ← マスタからの受信データ数 ② 転送エラー : ERRORF ← 1

[メ モ]

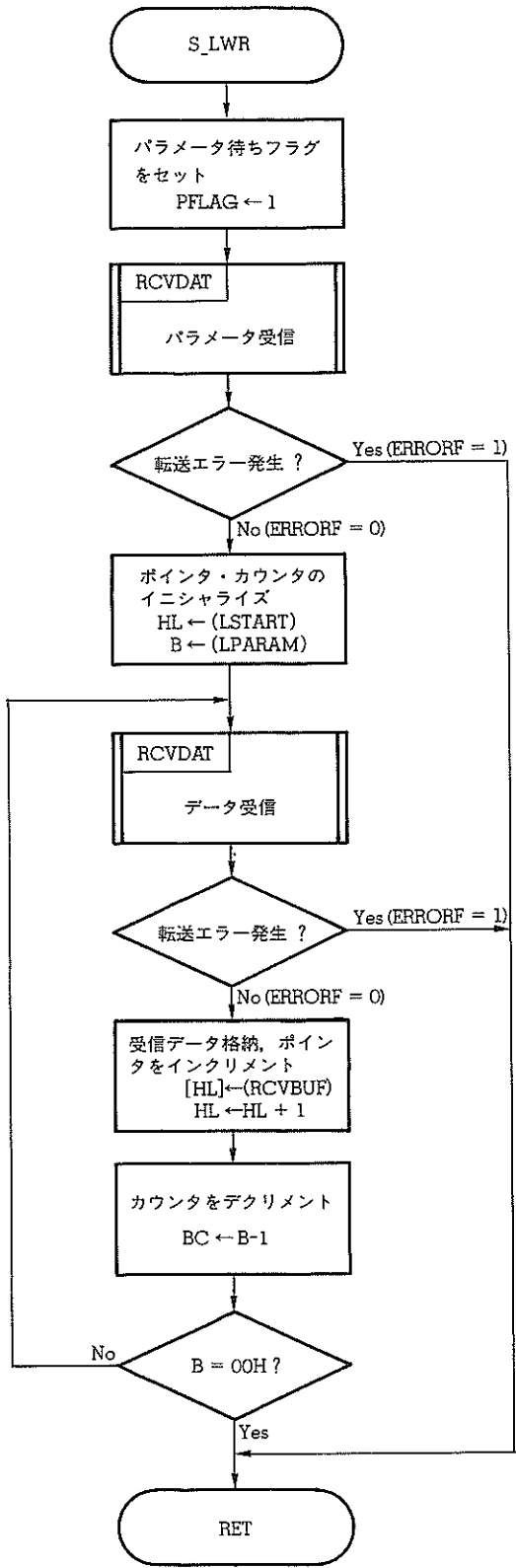
(5) フロー・チャート

(a) 78K/IIシリーズ

(i) マスタ

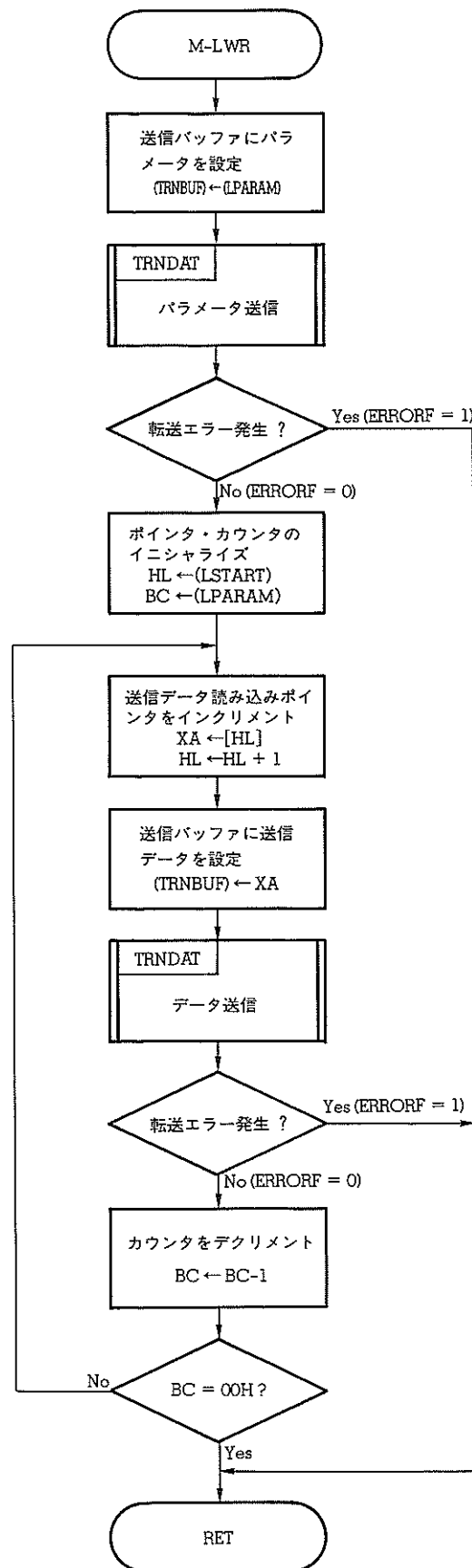


(ii) スレーブ

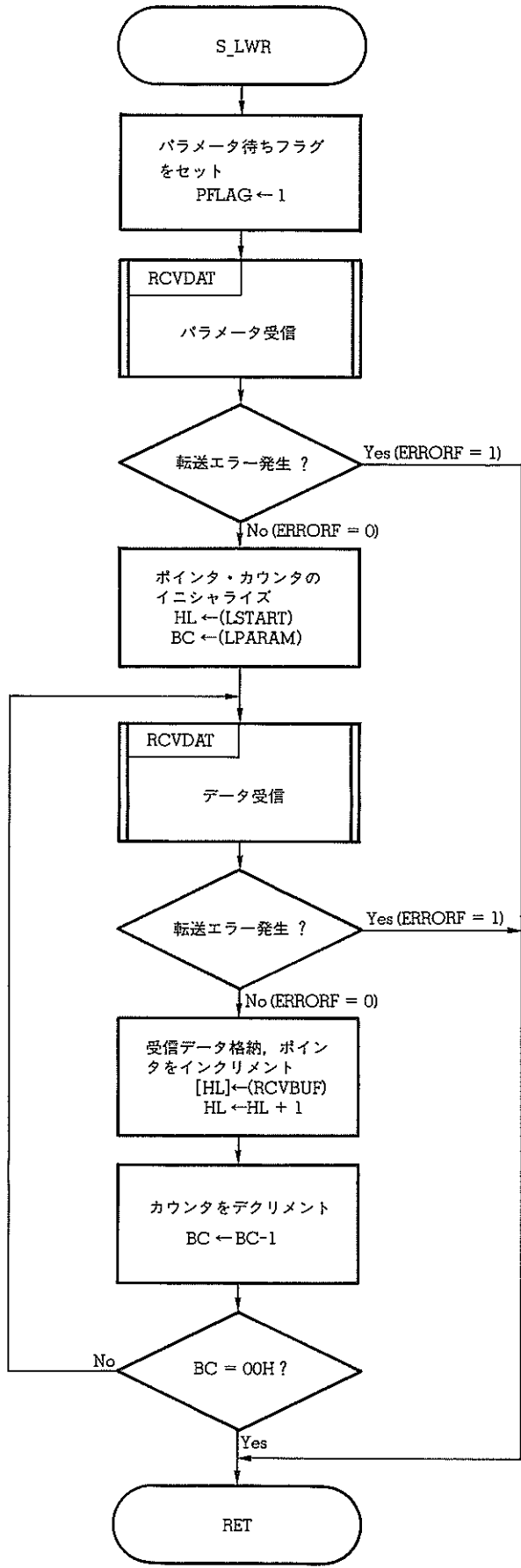


(b) 75X シリーズ

(i) マスタ



(ii) スレーブ



(6) プログラム・リスト

(a) 78K/IIシリーズ

```

-----
;      [[[ LWRITE ]]]
;      Master -> Slave  n byte Data
;      [CMD] A  [DAT] A  [DAT] A  ..... [DAT] A
;      M   S   M   S   M   S           M   S
-----
;
;      ... MASTER ...
;
M_LWR:
MOV     TRNBUF, LPARAM
CALL   !TRNDAT
BT     ERRORF, $MLW_J1

MOVW   AX, LSTART           ; Pointer, Counter Set
MOVW   HL, AX
MOV    A, LPARAM
MOV    B, A
MLW_L1:                               ; Read & Transmit Loop
MOV    A, [HL+]
MOV    TRNBUF, A
CALL   !TRNDAT
BT     ERRORF, $MLW_J1
DBNZ  B, $MLW_L1
MLW_J1:
RET
;
;      ... SLAVE ...
;
S_LWR:
SETI   PFLAG
CALL   !RCVDAT
BT     ERRORF, $SLW_J1

MOVW   AX, LSTART           ; Pointer, Counter Set
MOVW   HL, AX
MOV    A, LPARAM
MOV    B, A
SLW_L1:                               ; Receive & Write Loop
CALL   !RCVDAT
BT     ERRORF, $SLW_J1
MOV    A, RCVBUF
MOV    [HL+], A
DBNZ  B, $SLW_L1
SLW_J1:
RET

```

(b) 75X シリーズ

```

-----
;      [[ LWRITE ]]
;      Master -> Slave n byte data
;      [CMD] A [DAT] A [DAT] A ..... [DAT] A
;      M S M S M S M S
-----
;
;      ... MASTER ...
;
M_LWR:
MOV     XA, LPARAM
MOV     TRNBUF, XA

CALL   !TRNDAT
BR     ENDMLW

MOV     XA, LSTART
MOV     HL, XA           ;Pointer, Counter set

MOV     XA, LPARAM
MOV     BC, XA
;

DECS   C
BR     TRLDAT
DECS   B
NOP

TRLDAT:
MOV     XA, @HL           ;Read & Transmit Loop
INCS   L
INCS   L
BR     SETD
INCS   H
NOP

SETD:
MOV     TRNBUF, XA

CALL   !TRNDAT
BR     ENDMLW
DECS   C
BR     TRLDAT
DECS   B
BR     TRLDAT

ENDMLW:
RET

```

```

:
:
:
:
S_LWR:
    SETI    PFLAG
    CALL    !RCVDAT
    BR      ENDSLW

    MOV     XA, LSTART
    MOV     HL, XA                ;Pointer, Counter set

    MOV     XA, LPARAM
    MOV     BC, XA

    DECS   C
    BR     RCVLDAT
    DECS   B
    NOP

RCVLDAT:
    CALL    !RCVDAT                ;Receive & Write Loop
    BR     ENDSLW
    MOV     XA, RCVBUF
    MOV     @HL, XA

    INCS   L
    INCS   L
    BR     DECBC
    INCS   H
    NOP

DECBC:
    DECS   C
    BR     RCVLDAT
    DECS   B
    BR     RCVLDAT

ENDSLW:
    RET

```

5.4.10 LREAD コマンド処理

連続データのスレーブ→マスタ転送コマンドです。78K/IIシリーズでは、1-256バイトのデータをスレーブ→マスタへ転送します。75Xシリーズでは、内蔵RAMと使用するワーク領域の大きさにより、転送できるデータ数が制限されます。転送するデータ数はマスタが指定します。78K/IIシリーズでは、データ数に0を設定した場合、256バイトになります。

コマンド値	23H
-------	-----

(1) 動作概要

(a) マスタ側

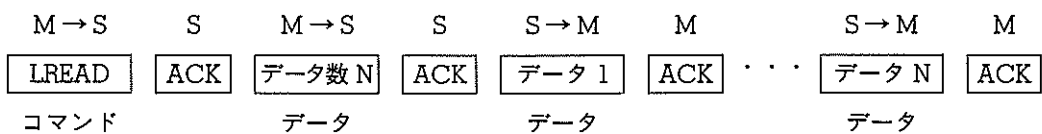
RAM内のパラメータ (LPARAM) で指定されたバイト数分、RAM内の (LSTART) で指定されたアドレス以降に受信データを格納します。RAM上でのデータ構成は、LWRITE コマンドと共通です。

(b) スレーブ側

RAM内の (LSTART) で指定されたアドレス以降のデータを、マスタから指定されたバイト数分マスタへ送信します。データ数のチェック方法は LWRITE コマンドと同じです。

注意 転送データ数 ((LPARAM)) はコマンド処理を呼び出す前に設定してください。
また (LPARAM) の値はコマンド処理中で破壊されます。

(c) 転送のフォーマット



(2) プログラム説明

(a) マスタ LREAD コマンド処理 [レーベル名称: M_LRD]

- (i) 送信データとして、受信データ数 ((LPARAM) の値) を送信バッファ (TRNBUF) に書き込みます。
- (ii) データ送信のサブルーチン (TRNDAT) を呼び出し、スレーブに受信データ数を送信します。
- (iii) 転送エラーが発生した場合 (ERRORF = 1) は、LREAD コマンド処理を終了して戻ります。
- (iv) データ数の送信が正常に実行された場合 (ERRORF = 0) は、ポインタとして HLレジスタに転送データ格納エリアの先頭アドレスを設定します。またカウンタとして、78K/IIシリーズの場合は Bレジスタ、75X シリーズの場合は BCレジスタに送信データ数 ((LPARAM) の値) を設定します。
- (v) データ受信のサブルーチン (RCVDAT) を呼び出し、スレーブからデータを受信します。
- (vi) 転送エラーが発生した場合 (ERRORF = 1) は、LREAD コマンド処理を終了して戻ります。
- (vii) データ受信が正常に実行された場合 (ERRORF = 0) は、受信データをポインタで示されるメモリに格納します。
- (viii) カウンタをデクリメントし、指定した回数の転送が終了するまで (v) - (viii) を繰り返します。

(b) スレーブ LREAD コマンド処理 [レーベル名称: S_LRD]

- (i) パラメータ待ちフラグ (PFLAG) をセットします。
- (ii) データ受信のサブルーチン (RCVDAT) を呼び出し、マスタから受信データ数を受信します。
- (iii) 転送エラーが発生した場合 (ERRORF = 1) は、(ix) へ。
- (iv) データ数の送信が正常に実行された場合 (ERRORF = 0) は、ポインタとして HLレジスタに転送データ格納エリアの先頭アドレスを設定します。またカウンタとして、78K/IIシリーズの場合は Bレジスタ、75X シリーズの場合は BCレジスタに送信データ数 ((LPARAM) の値) を設定します。
- (v) ポインタで示される送信データを読み出し、送信バッファ (TRNBUF) に設定します。ポインタはインクリメントします。
- (vi) データ送信のサブルーチン (TRNDAT) を呼び出して、マスタにデータを送信します。
- (vii) 転送エラーが発生した場合 (ERRORF = 1) は、(ix) へ。
- (viii) データ送信が正常に実行された場合 (ERRORF = 0) は、カウンタをデクリメントし、指定した回数の転送が終了するまで (v) - (viii) を繰り返します。
- (ix) データ送信のサブルーチン (TRNDAT) では、復帰時に送信モード (RCVFLG = 0) に設定されているため、受信モード (RCVFLG = 1) に設定し、戻ります。

(3) 使用レジスタ

デバイス	78K/IIシリーズ	75Xシリーズ
マスタ	A, X, B, HL	XA, BC, HL
スレーブ	A, X, B, HL	XA, BC, HL

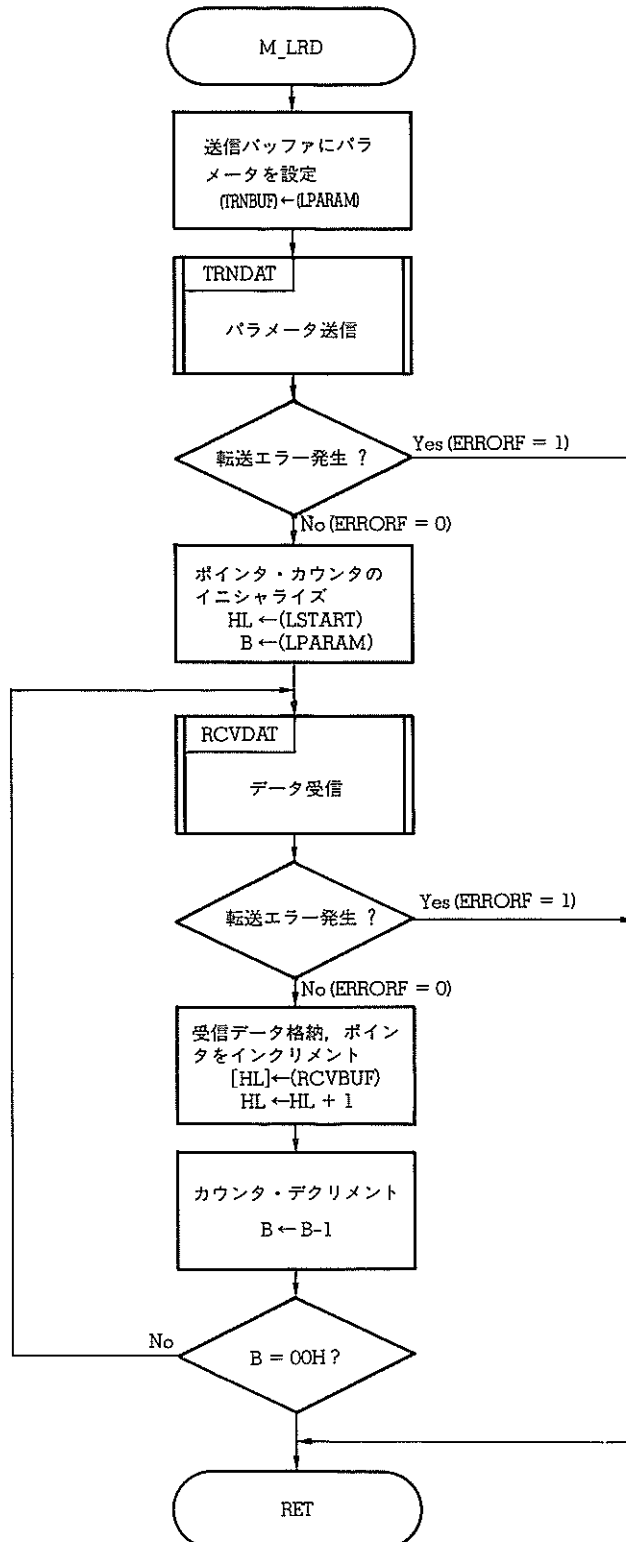
(4) 入出力条件

デバイス	入力条件	出力条件
マスタ	(LSTART) ← データ格納先頭アドレス (LPARAM) ← 受信データ数	(LSTART), (LPARAM) : 保持 ① 正常転送 : ERRORF ← 0 (LSTART)以降に受信データ ② 転送エラー : ERRORF ← 1
スレーブ	(LSTART) ← データ先頭アドレス (LPARAM) ← 送信可能データ数	(LSTART) : 保持 (LPARAM) ← マスタへの送信データ数 RCVFLG ← 1 ① 正常転送 : ERRORF ← 0 ② 転送エラー : ERRORF ← 1

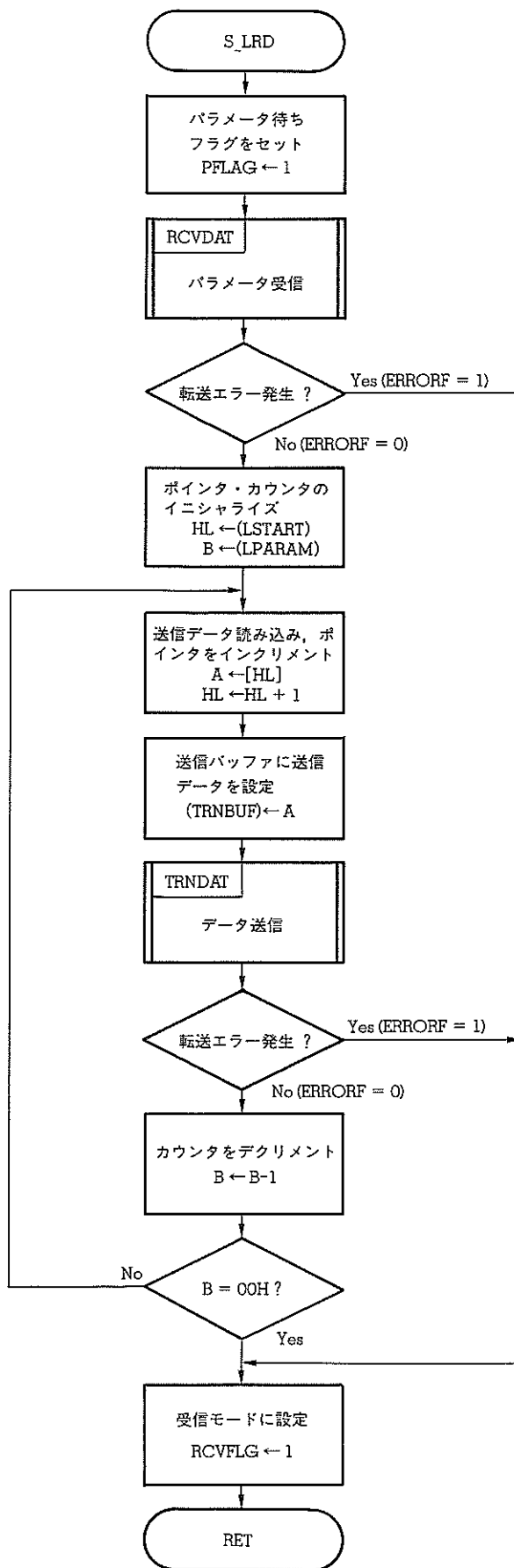
(5) フロー・チャート

(a) 78K/IIシリーズ

(i) マスタ

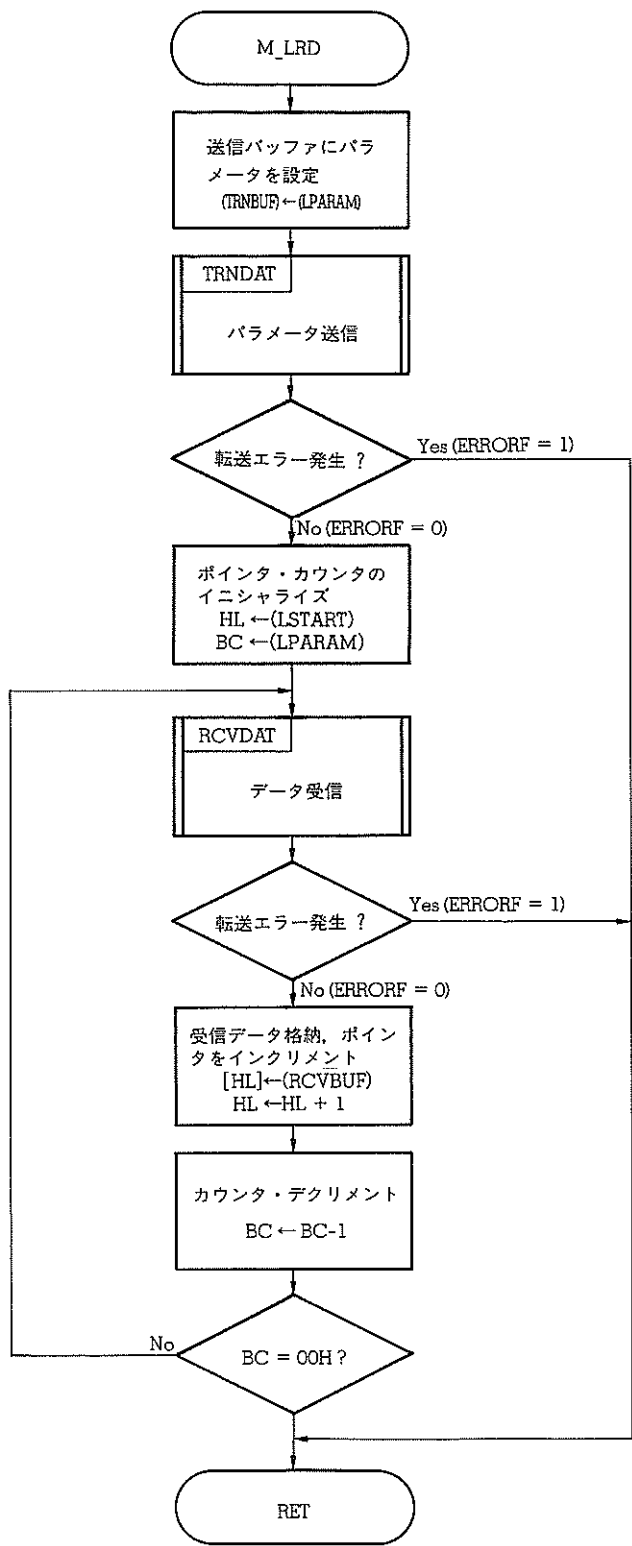


(ii) スレーブ

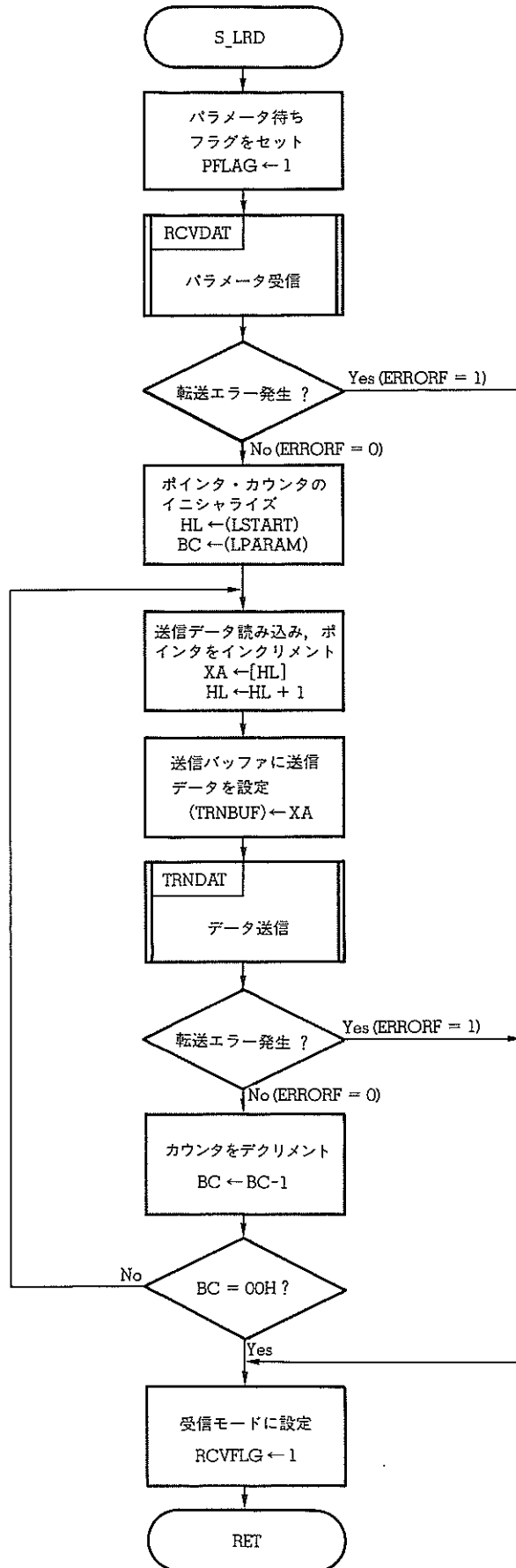


(b) 75X シリーズ

(i) マスタ



(ii) スレーブ



(6) プログラム・リスト

(a) 78K/IIシリーズ

```

-----
:      [[[ LREAD ]]]
:      Slave -> Master n byte Data
:      [CMD] A  [DAT] A  [DAT] A  ..... [DAT] A
:              M  S    M  S    S  M      S  M
-----
:
:      ... MASTER ...
:
M_LRD:
      MOV      TRNBUF, LPARAM
      CALL     !TRNDAT
      BT       ERRORF, $MLR_J1

      MOVW     AX, LSTART           ; Pointer, Counter Set
      MOVW     HL, AX
      MOV      A, LPARAM
      MOV      B, A

MLR_L1:                                ; Receive & Write Loop
      CALL     !RCVDAT
      BT       ERRORF, $MLR_J1
      MOV      A, RCVBUF
      MOV      [HL+], A
      DBNZ    B, $MLR_L1

MLR_J1:
      RET
:
:      ... SLAVE ...
:
S_LRD:
      SET1     PFLAG
      CALL     !RCVDAT
      BT       ERRORF, $SLR_J1

      MOVW     AX, LSTART           ; Pointer, Counter Set
      MOVW     HL, AX
      MOV      A, LPARAM
      MOV      B, A

SLR_L1:                                ; Read & Trasmit Loop
      MOV      A, [HL+]
      MOV      TRNBUF, A
      CALL     !TRNDAT
      BT       ERRORF, $SLR_J1
      DBNZ    B, $SLR_L1

SLR_J1:
      SET1     RCVFLG
      RET

```

(b) 75X シリーズ

```

-----
;      [[[ LREAD ]]]
;      Slave -> Master n byte Data
;      [CMD] A [DAT] A [DAT] A ..... [DAT] A
;      M   S   M   S   S   M           S   M
;
-----
;
;      ... Master ...
;
M_LRD:
MOV     XA, LPARAM
MOV     TRNBUF, XA

CALL   !TRNDAT
BR     ENDMLR

MOV     XA, LSTART
MOV     HL, XA           ;Pointer, Counter set

MOV     XA, LPARAM
MOV     BC, XA

DECS   C
BR     RCLRD
DECS   B
NOP

RCLRD:
CALL   !RCVDAT           ;Receive & Write Loop
BR     ENDMLR

MOV     XA, RCVBUF
MOV     @HL, XA

INCS   L
INCS   L
BR     DECBC1
INCS   H
NOP

DECBC1:
DECS   C
BR     RCLRD
DECS   B
BR     RCLRD

ENDMLR:
RET

```

```

;
;
; ... SLAVE ...
;
S_LRD:
    SETI    PFLAG

    CALL    !RCVDAT
    BR      ENDSLR

    MOV     XA, LSTART
    MOV     HL, XA                ;Pointer, Counter set

    MOV     XA, LPARAM
    MOV     BC, XA

    DECS   C
    BR     TRLRD
    DECS   B
    BR     TRLRD
    NOP

TRLRD:
    MOV     XA, @HL                ;Receive & Transmit Loop
    INCS   L
    INCS   L
    BR     SETD1
    INCS   H
    NOP

SETD1:
    MOV     TRNBUF, XA
    CALL    !TRNDAT
    BR      ENDSLR

    DECS   C
    BR     TRLRD
    DECS   B
    BR     TRLRD

ENDSLR:
    SETI    RCVFLG
    RET

```

5.4.11 DETACH コマンド処理

現在選択されているスレーブを非選択状態にするコマンドです。

コマンド値	29H
-------	-----

(1) 動作概要

(a) マスタ側

現在選択されているデバイスを非選択状態とします。したがって、マスタのバックグラウンド処理としては、アドレス送信要求待ちの状態になります。

(b) スレーブ側

非選択状態に設定されます。したがって、スレーブのバックグラウンド処理としては、アドレス受信待ちの状態になります。

(c) 転送のフォーマット

M → S	S
DETACH	ACK
コマンド	

(2) プログラム説明

(a) マスタ DETACH コマンド処理 [レーベル名称: M_DTC]

(i) マスタは DETACH コマンド送信後、バックグラウンド処理にて、アドレス入力待ち状態へ移行します。

(b) スレーブ DETACH コマンド処理 [レーベル名称: S_DTC]

(i) DETACH コマンド受信後、受信動作を禁止するために、INTCSI 割り込みを禁止(マスク)します。

(ii) SIO ← FFH によりビジーを解除します。

(iii) 一定時間ウエイトします。^注

(iv) WUP ← 1 とし、非選択状態とします。

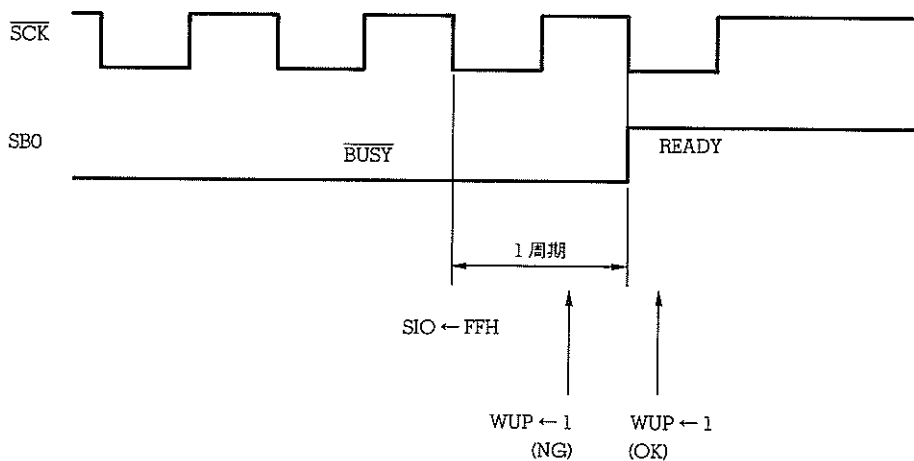
(v) INTCSI 割り込みを許可します。

(vi) コマンド処理中フラグ (CMDBSY) をクリア (0) し、スレーブのアドレス受信待ち状態に移行します。

注 75X シリーズでは、ビジー中に WUP ← 1 とするとビジーが解除されません。

したがって、ビジー解除命令実行後、シリアル・クロック 1 周期分のウエイトを置いています。

図 5-16 ウェイク・アップ設定 (WUP ← 1) タイミングの注意事項



(3) 使用レジスタ

デバイス	78K/IIシリーズ	75Xシリーズ
マスタ	なし	なし
スレーブ	なし	なし

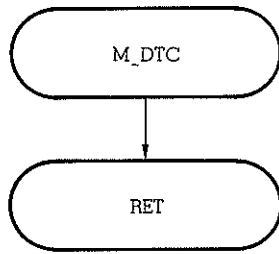
(4) 入出力条件

デバイス	入 力 条 件	出 力 条 件
マスタ	なし	なし
スレーブ	なし	ウェイク・アップ状態 (WUP = 1) CMDBSY ← 0 SLAVF ← 0 (75X シリーズのみ)

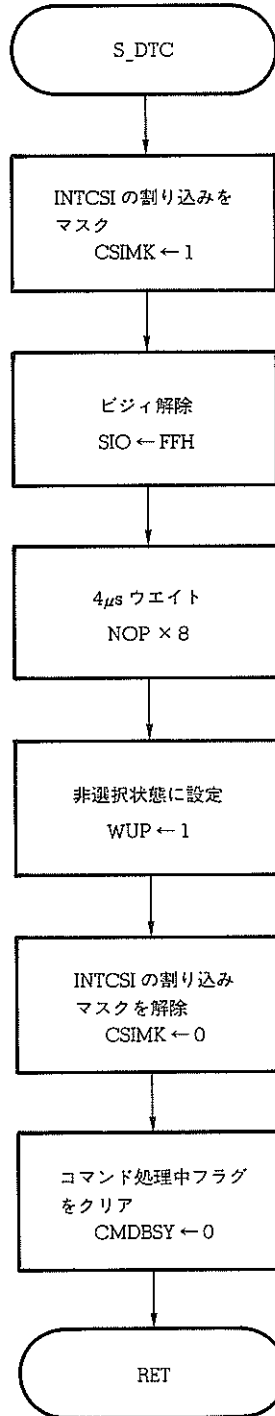
(5) フロー・チャート

(a) 78K/IIシリーズ

(i) マスタ



(ii) スレーブ

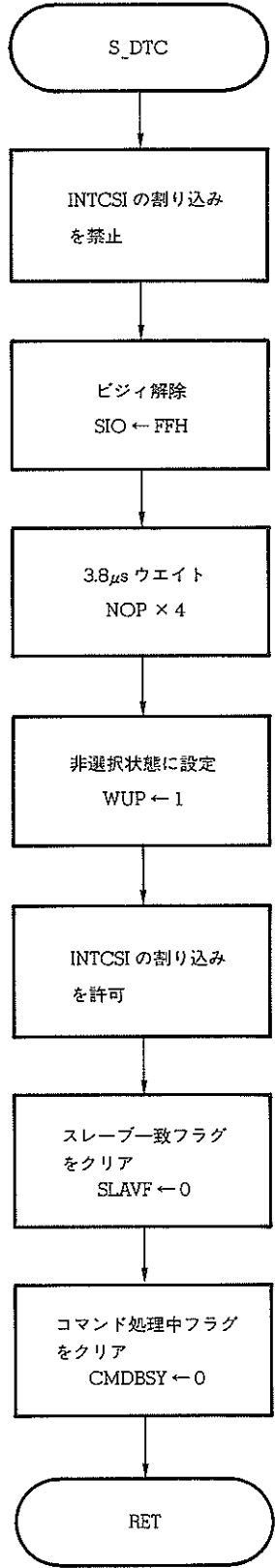


(b) 75X シリーズ

(i) マスタ



(ii) スレーブ



(6) プログラム・リスト

(a) 78K/IIシリーズ

```

-----
[[[ DETACH ]]]
      Master -> Slave Only Command
      [CMD] A
          M  S
-----

M_DTC:
      RET

S_DTC:
      SET1    CSIMK
      MOV     SIO, #OFFH           ; Clear Busy
      NOP                                ; WUP wait
      NOP
      NOP
      NOP
      NOP
      NOP
      NOP
      SET1    WUP
      CLR1    CSIMK
      CLR1    CMDBSY
      RET

```

(b) 75Xシリーズ

```

-----
[[[ DETACH ]]]
      Master -> Slave Only Command
      [CMD] A
          M  S
-----

M_DTC:
      RET

S_DTC:
      DI      IECSI
      MOV     XA, #OFFH           ;Clear Busy
      MOV     SIO, XA

      NOP                                ;WUP wait
      NOP
      NOP
      NOP

      SET1    WUP

      EI      IECSI
      CLR1    SLAVF
      CLR1    CMDBSY
      RET

```

5.4.12 CHGMST コマンド処理

現在選択されているスレーブにマスタの権利を受け渡すコマンドです。

コマンド値	28H
-------	-----

(1) 動作概要

(a) 動作

現在接続されている、マスタとスレーブ間でマスタ/スレーブの交換を行います。このコマンド実行前にマスタであったデバイスは、非選択状態のスレーブとなります。また、スレーブであったデバイスはスレーブを選択していないマスタとなります。

マスタ変更のタイミングは、データ転送終了後、データ・ラインの READY を確認して変更します。

マスタに変更されたデバイスは、イニシャライズの終了後に、スレーブに変更されたデバイスのイニシャライズ完了待ちのために、ウェイトする必要があります。本プログラムでは、マスタ交換の可否までを行っており、バックグラウンド処理で、イニシャライズ処理を呼び出すことにより、イニシャライズ処理の中でウェイトしています。

(b) マスタ交換の可否

マスタから CHGMST コマンドを受信したスレーブは DTF フラグのポーリングを行い、セットされたときの (WRDATA) の値をマスタに送信します。この送信データの値で、マスタ交換の可否を選択しています。

表 5-15 マスタ交換の可否

スレーブ送信データ	マスタ交換の可否
FFH	可
FFH 以外	不可

(c) 転送のフォーマット

M→S	S	S→M	M
CHGMST	ACK	データ	ACK
コマンド		データ	

(2) プログラム説明

(a) マスタ CHGMST コマンド処理 [レーベル名称: M_CMT]

- (i) データ受信のサブルーチン (RCVDAT) を呼び出し、スレーブからデータを受信します。
- (ii) 受信データが FFH ならば、マスタ交換が可能であり、READY を確認後スレーブのイニシャライズ処理に移行します。
- (iii) 受信データが FFH 以外の場合は、マスタ交換不可であり、マスタのコマンド入力待ち状態に戻ります。

(b) スレーブ CHGMST コマンド処理 [レーベル名称: S_CMT]

- (i) スレーブの転送準備待ちとして、DTF フラグをポーリングします。DTF = 1 ならばクリアします。ここで、送信データが FFH ならば、マスタ交換が可能であり、データ送信のサブルーチン (TRNDAT) を呼び出し、マスタにデータ送信を行います。
送信データが FFH でない場合は、(iv) へ。
- (ii) 転送エラーが発生した場合 (ERRORF = 1) は、(v) へ。
- (iii) データ送信が正常に実行された場合 (ERRORF = 0) は、BSYE ← 0 としてビジー状態を解除し、マスタのイニシャライズ処理へ移行します。
- (iv) 送信データが FFH 以外の場合は、マスタ交換不可であり、データ送信のサブルーチン (TRNDAT) を呼び出し、マスタにデータ送信を行います。
- (v) データ送信のサブルーチン (TRNDAT) では、復帰時に送信モード (RCVFLG = 0) に設定されているため、受信モード (RCVFLG = 1) に設定し、戻ります。
- (vi) SIO ← FFH によりビジー状態を解除し、スレーブのコマンド受信待ちの状態に戻ります。

(3) 使用レジスタ

デバイス	78K/IIシリーズ	75Xシリーズ
マスタ	A	XA
スレーブ	A	XA

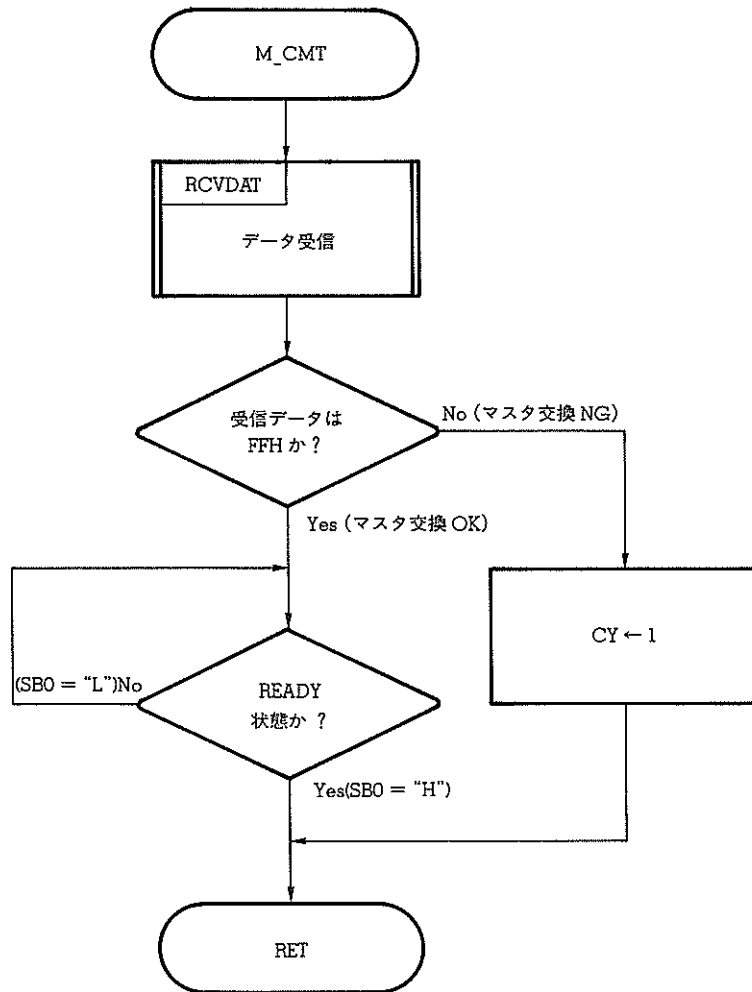
(4) 入出力条件

デバイス		入力条件	出力条件
78K/IIシリーズ	マスタ	なし	マスタ・チェンジ可： (RCVBUF) ← FFH, CY ← 0 マスタ・チェンジ不可： (RCVBUF) ← FFH以外 CY ← 1
	スレーブ	① DTF ← 1 ② マスタ・チェンジ可： (TRNBUF) ← FFH マスタ・チェンジ不可： (TRNBUF) ← FFH以外	マスタ・チェンジ可： CY ← 0 マスタ・チェンジ不可： CY ← 1, RCVFLG ← 1
75Xシリーズ	マスタ	なし	マスタ・チェンジ可： (RCVBUF) ← FFH, RETS マスタ・チェンジ不可： (RCVBUF) ← FFH以外 RET
	スレーブ	① DTF ← 1 ② マスタ・チェンジ可： (TRNBUF) ← FFH マスタ・チェンジ不可： (TRNBUF) ← FFH以外	マスタ・チェンジ可： RETS マスタ・チェンジ不可： RET, RCVFLG ← 1

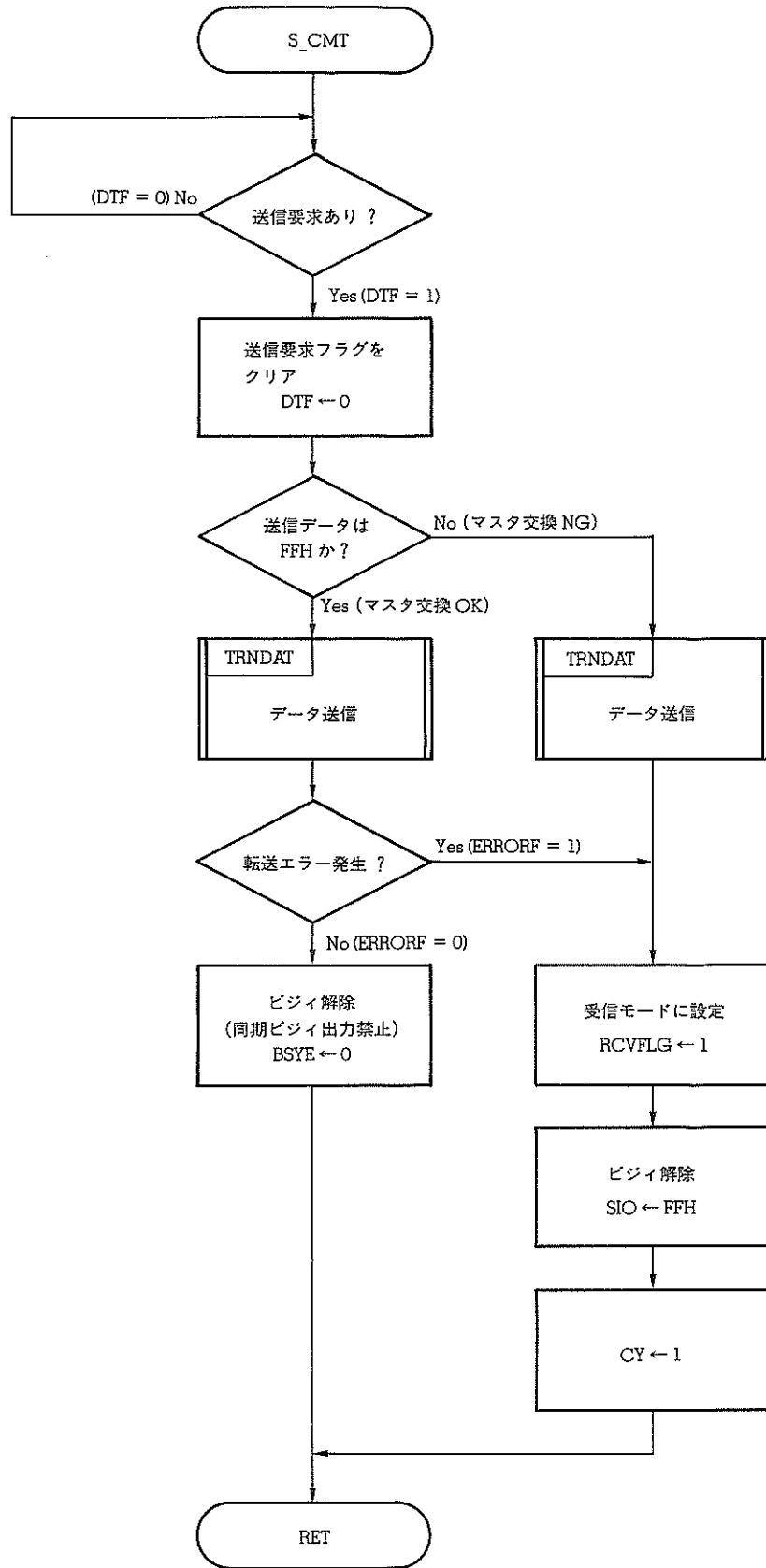
(5) フロー・チャート

(a) 78K/IIシリーズ

(i) マスタ

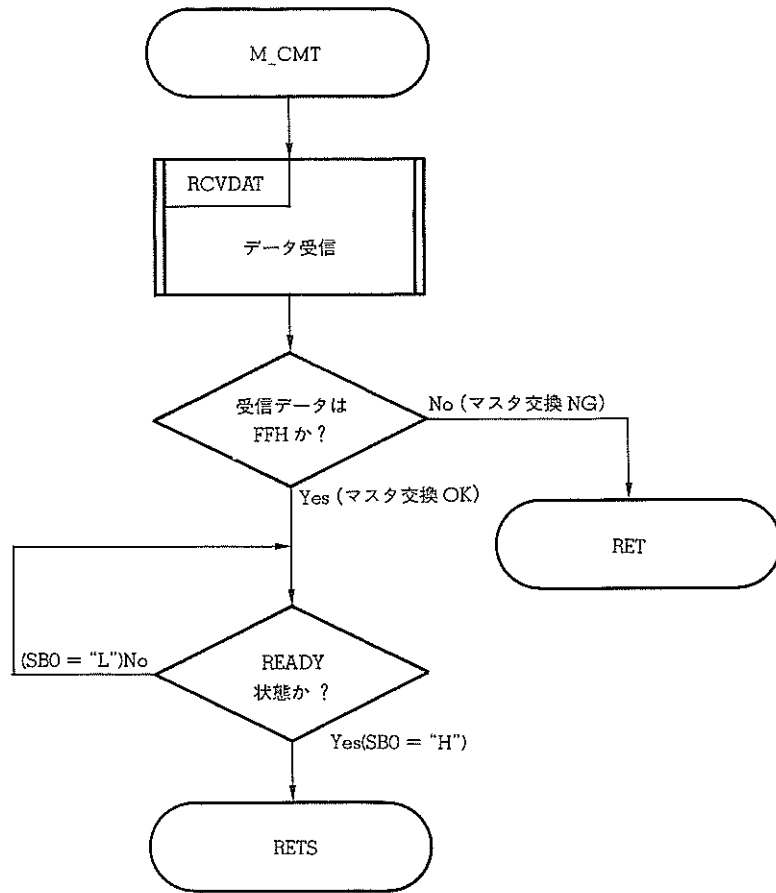


(ii) スレーブ

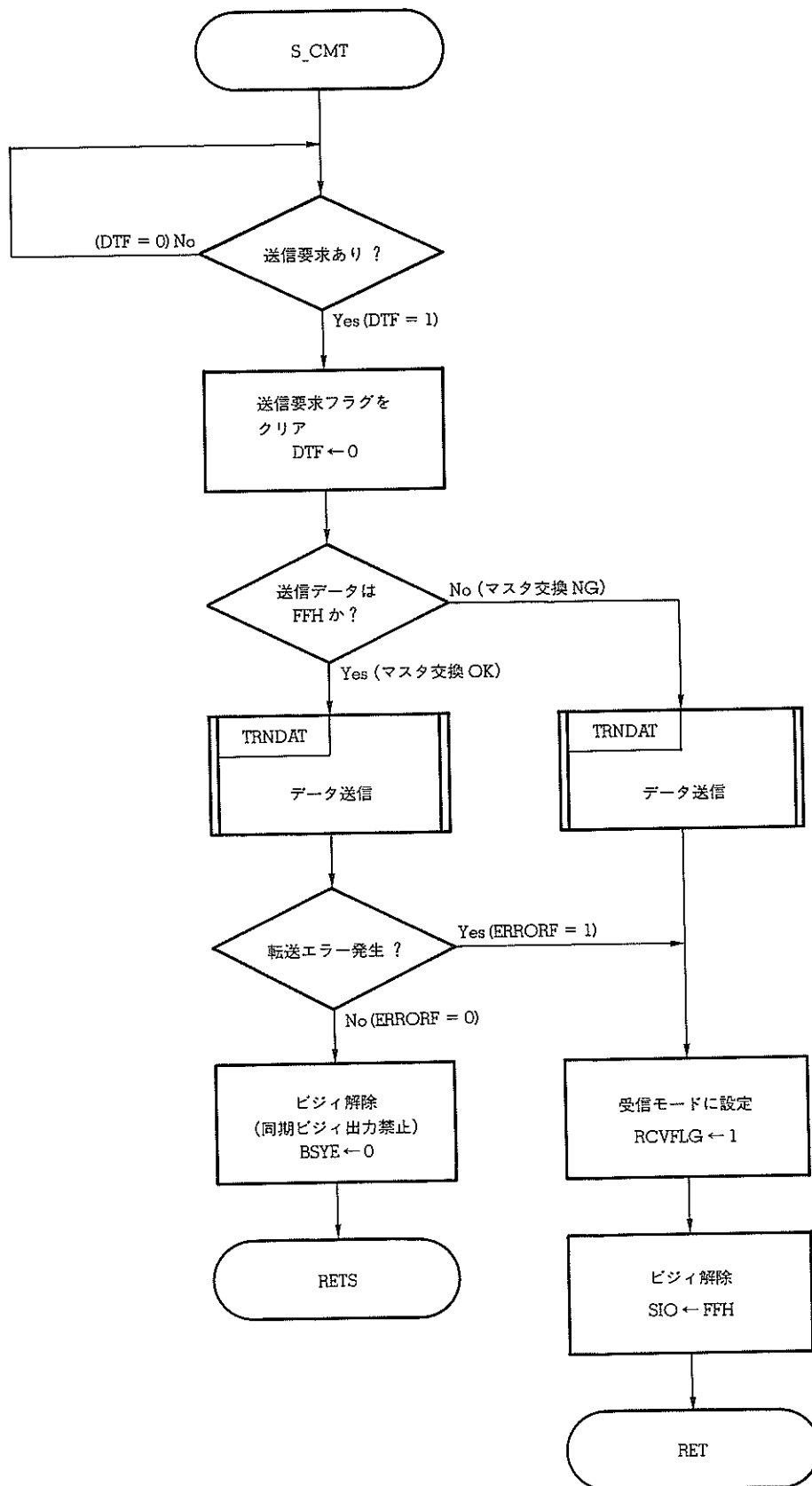


(b) 75X シリーズ

(i) マスタ



(ii) スレーブ



(6) プログラム・リスト

(a) 78K/IIシリーズ

```

-----
;      [[[ CHGMST ]]]
;      Master -> Slave Only Command
;      [CMD] A
;      M   S
-----
;
;      ... MASTER ...
;
M_CMT:
CALL    !RCVDAT
CMP     RCVBUF, #OFFH           ; Check Master Change OK?
BZ      $MCM_J1
SET1    CY
BR      MCM_J2
MCM_J1:
BF      SB0, $MCM_J1
MCM_J2:
RET
;
;      ... SLAVE ...
;
S_CMT:
BF      DTF, $S_CMT
CLR1    DTF
CMP     TRNBUF, #OFFH           ; Check Master Change OK?
BNZ     $$SCM_J1
CALL    !TRNDAT
BT      ERRORF, $$SCM_J2
CLR1    BSYE
BR      SCM_J3
SCM_J1:
CALL    !TRNDAT
SCM_J2:
SET1    RCVFLG
MOV     SIO, #OFFH
SET1    CY
SCM_J3:
RET

```

(b) 75X シリーズ

```

-----
:      [[[ CHGMST ]]]
:      Master -> Slave Only Command
:      [CMD] A
:      M   S
-----
:
:      ... MASTER ...
M_CMT:
      CALL    !RCVDAT
      NOP

      MOV     XA,RCVBUF           ;Check Master Change OK?
      SKE    X,#0FH
      BR     NG
      SKE    A,#0FH
NG:
      RET

CHECKB:
      SKT    SBO
      BR     CHECKB

      RETS
:
:      ... SLAVE ...
S_CMT:
      SKT    DTF
      BR     S_CMT
      CLR1  DTF

      MOV     XA,TRNBUF           ;Check Master Change OK?
      SKE    X,#0FH
      BR     NGCHG
      SKE    A,#0FH
      BR     NGCHG

      CALL   !TRNDAT
      BR     NGTRD

      CLR1  BSYE
      RETS

NGCHG:
      CALL   !TRNDAT
      NOP

NGTRD:
      SET1  RCVFLG

      MOV   XA,#0FFH
      MOV   SIO,XA

      RET

```

5.4.13 MACW コマンド処理

78K シリーズの特徴であるマクロ・サービスの機能を用いた、連続データのマスタ → スレーブ転送コマンドです。マクロ・サービスはタイプ A を使用しています。タイプ A では、バッファ領域が内蔵 RAM に確保されますので、使用しているワーク領域によって、一度に転送できるデータ数に限りがあります。

75X シリーズは MACW コマンドを LWRITE コマンドで代替します。

コマンド値	24H
-------	-----

(1) 動作概要

(a) マスタ側

マクロ・サービス・タイプ A を用いて、RAM 内のパラメータ (LPARAM) で指定されたバイト数分、RAM 内の (LSTART) で指定されたアドレス以降のデータを送信します。ただし、1 バイトのみの転送の場合には、マクロ・サービスを用いず、通常転送を行っています。

RAM 上でのデータ構成は LWRITE コマンドと共通です。

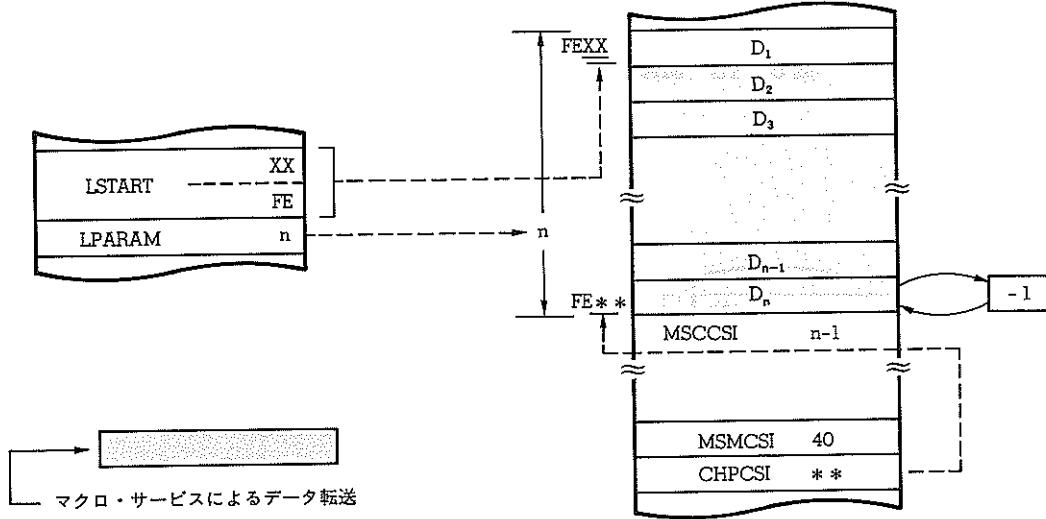
ここで、1 バイト目の送信は、1 バイト送受信のサブルーチン (TRNDAT) を用いており、1 バイト目の転送完了割り込みからマクロ・サービスで SIO への書き込みを行います。したがって、チャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタを表 5-16 のように設定しています。

表 5-16 MACW コマンドのチャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタ (マスタ)

チャンネル・ポインタ	マクロ・サービス・カウンタ
(LSTART)+(LPARAM)の下位 8 ビット	(LPARAM)-1

また、マクロ・サービス・コントロール・ワードとマクロ・サービス・バッファの関係を図 5-17 に示します。

図 5-17 MACW コマンドのメモリ構成 (マスタ)



(b) スレーブ側

マクロ・サービス・タイプ A を用いて、マスタから指定されたバイト数分のデータ受信を行い、RAM 内の (LSTART) で指定されたアドレス以降に受信データを格納します。ただし、1 バイトのみの転送の場合には、マクロ・サービスを用いず、通常転送を行っています。

データ数のチェック方法は LWRITE コマンドと同じです。

注意 転送データ数 ((LPARAM)) はコマンド処理を呼び出す前に設定してください。
また (LPARAM) の値はコマンド処理中で破壊されます。

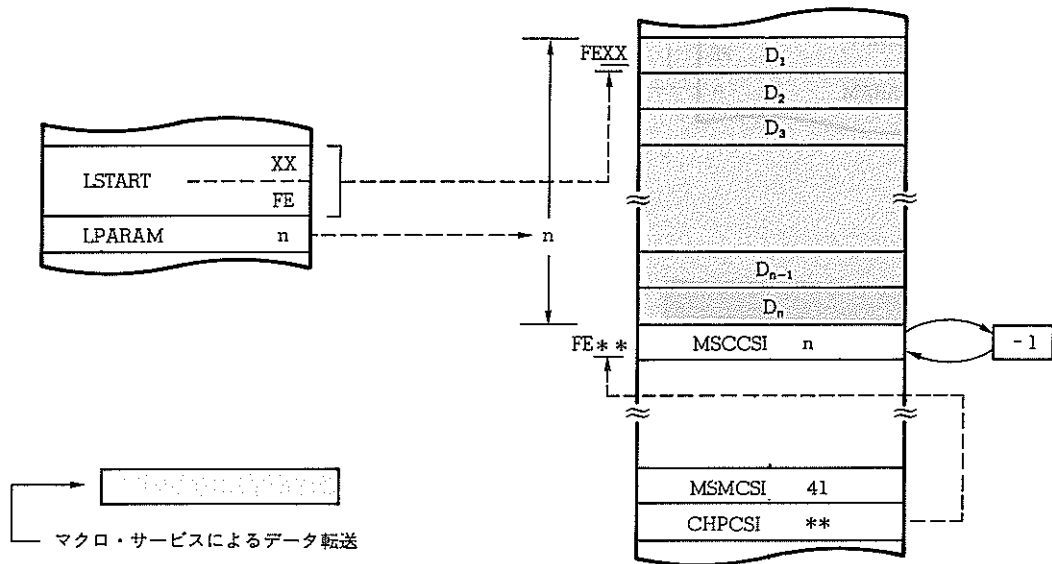
ここでマスタとは異なり、マクロ・サービスによる受信を行うために、受信のみ許可 (CTxE = 0, CRxE = 1) に設定し、SIO 読み出しでビジー解除を行います。また、ACK の自動出力を許可 (ACKE ← 1) しています。1 バイト目の受信は、マクロ・サービス受信起動のサブルーチン (RCVMAC) を用いており、1 バイト目の転送完了割り込みからマクロ・サービスで SIO からの読み出しを行います。したがって、チャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタを表 5-17 のように設定しています。

表 5-17 MACW コマンドのチャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタ (スレーブ)

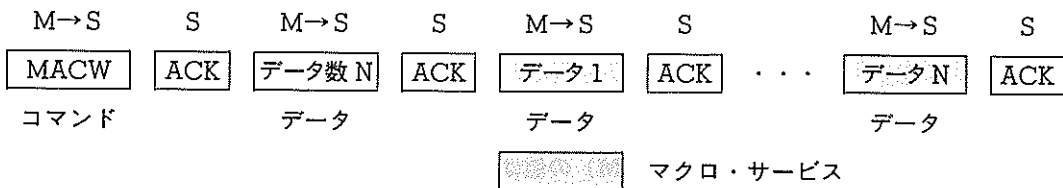
チャンネル・ポインタ	マクロ・サービス・カウンタ
(LSTART)+(LPARAM)の下位8ビット	(LPARAM)

また、マクロ・サービス・コントロール・ワードとマクロ・サービス・バッファの関係を図5-18に示します。

図5-18 MACW コマンドのメモリ構成 (スレーブ)



(c) 転送のフォーマット



(2) プログラム説明

(a) マスタ **MACW** コマンド処理 [レーベル名称: **M_MACW**]

- (i) 送信データ数をスレーブに送信します。転送エラーの場合は **MACW** コマンドを終了して戻ります。
- (ii) 送信データ数が1バイトの場合は、(LSTART) で示されるメモリの内容を送信して戻ります。
- (iii) マクロ・サービス・モード・レジスタに 40H (タイプ A, mem → sfr) を設定します。
- (iv) チャンネル・ポインタを設定します。
- (v) マクロ・サービス・カウンタを設定します。
- (vi) **INTCSI** 割り込みサービス・モードをマクロ・サービスに設定します。
- (vii) **MACF** フラグをセットし、1バイト目のデータを、**TRNDAT** サブルーチンで送信して戻ります。

(b) スレーブ **MACW** コマンド処理 [レーベル名称: **S_MACW**]

- (i) パラメータ待ちフラグ (**PFLAG**) をセットします。
- (ii) データ受信のサブルーチン (**RCVDAT**) を呼び出し、マスタから受信データ数を受信します。
- (iii) 転送エラーが発生した場合 (**ERRORF** = 1) は、**MACW** コマンド処理を終了して戻ります。
- (iv) 送信データ数が1バイトの場合は、1バイト受信を行い、受信データを (LSTART) で示されるメモリに格納して戻ります。
- (v) マクロ・サービス・モード・レジスタに 41H (タイプ A, sfr → mem) を設定します。
- (vi) チャンネル・ポインタを設定します。
- (vii) マクロ・サービス・カウンタを設定します。
- (viii) **INTCSI** 割り込みサービス・モードをマクロ・サービスに設定します。
- (ix) $\overline{\text{ACK}}$ の自動出力を許可します。
- (x) 送信を禁止します (**CTxE** ← 0)。
- (xi) **MACF** フラグをセットし、マクロ・サービスによる受信を起動します。
- (xii) $\overline{\text{ACK}}$ の自動出力を禁止して戻ります。

(3) 使用レジスタ

マスタ	A, X, DE, HL
スレーブ	A, X, HL

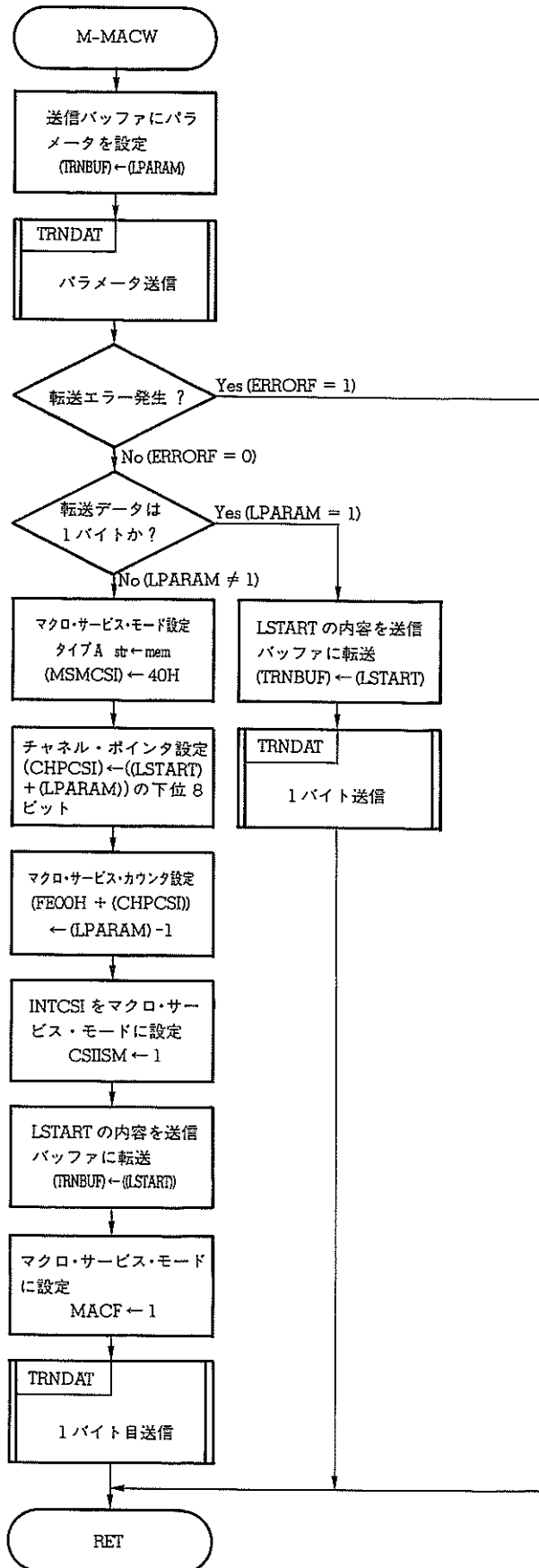
(4) 入出力条件

デバイス	入力条件	出力条件
マスタ	(LSTART)←データ先頭アドレス (LPARAM)←送信データ数	(LSTART), (LPARAM) : 保持 ① 正常転送 : ERRORF ← 0 ② 転送エラー : ERRORF ← 1
スレーブ	(LSTART)←データ格納先頭アドレス (LPARAM)←受信可能データ数	① 正常転送 : ERRORF ← 0 (LSTART)以降に受信データ (LPARAM)← マスタからの受信データ数 ② 転送エラー : ERRORF ← 1

[メ モ]

(5) フロー・チャート

(a) マスタ



(b) スレーブ



(6) プログラム・リスト

```

-----
:      [[[ MACW ]]]
:      Master -> Slave n byte Data
:      by Macro Service
:      [CMD] A  [DAT] A  [DAT] A  .... [DAT] A
:      M   S   M   S   M   S           M   S
:
-----
:
:      ... MASTER ...
:
M_MACW:
MOV     TRNBUF, LPARAM
CALL    !TRNDAT
BT      ERRORF, $MMW_J2
CMP     LPARAM, #1
BE      $MMW_J1           ; For Only 1 byte

MOV     MSMCSI, #0100000B   ; Macro Service Initialize

MOVW   AX, LSTART
MOVW   HL, AX
MOVW   DE, AX

MOV     A, LPARAM          ; Channel Pointer
ADD    A, L                ; (CHPCSI)=LOW((LSTART)+(LPARAM))
MOV    CHPCSI, A

MOV     L, A               ; Macro Service Counter
MOV    A, LPARAM          ; MSCCSI =(LSTART)+(LPARAM)
DEC    A                  ; (MSCCSI)=(LPARAM)-1
MOV    [HL], A

SET1   CSIISM
MOV    A, [DE]
MOV    TRNBUF, A
SET1   MACF
CALL   !TRNDAT            ; Macro Service Start
BR     MMW_J2

MMW_J1:
MOVW   AX, LSTART         ; For Only 1 byte
MOVW   HL, AX            ; No Macro Service
MOV    A, [HL]
MOV    TRNBUF, A
CALL   !TRNDAT

MMW_J2:
RET

```

```

;
;
; ... SLAVE ...
;
S_MACW:
    SET1    PFLAG
    CALL    !RCVDAT
    BT      ERRORF, $SMW_J2
    CMP     LPARAM, #1
    BE      $SMW_J1                ; For Only 1 byte

    MOV     MSMCSI, #01000001B      ; Macro Service Initialize

    MOVW   AX, LSTART
    MOVW   HL, AX

    MOV     A, LPARAM                ; Channel Pointer
    ADD    A, L                      ; (CHPCSI)=LOW(LSTART)+(LPARAM)
    MOV    CHPCSI, A

    MOV     L, A                      ; Macro Service Counter
    MOV    A, LPARAM                ; MSCCSI = (LSTART)+(LPARAM)
    MOV    [HL], A                  ; (MSCCSI)=(LPARAM)

    SET1   CSIISM
    SET1   ACKE
    CLR1   CTXE
    SET1   MACF
    CALL   !RCVMAC                    ; Macro Service Start
    CLR1   ACKE
    BR     SMW_J2

SMW_J1:
    MOVW   AX, LSTART                ; For Only 1 byte
    MOVW   HL, AX                    ; No Macro Service
    CALL   !RCVDAT
    MOV    A, RCVBUF
    MOV    [HL], A

SMW_J2:
    RET

```


5.4.14 MACR コマンド処理

78K シリーズの特徴であるマクロ・サービスの機能を用いた、連続データのスレーブ→マスタ転送コマンドです。連続データのマスタ→スレーブ転送コマンドです。マクロ・サービスはタイプ A を使用しています。タイプ A では、バッファ領域が内蔵 RAM に確保されますので、使用しているワーク領域によって、一度に転送できるデータ数に限りがあります。

75X シリーズは MACR コマンドを LREAD コマンドで代替します。

コマンド値	25H
-------	-----

(1) 動作概要

(a) マスタ側

マクロ・サービス・タイプ A を用いて、RAM 内のパラメータ (LPARAM) で指定されたバイト数分、RAM 内の (LSTART) で指定されたアドレス以降に受信データを格納します。ただし、1 バイトのみの転送の場合には、マクロ・サービスを用いず、通常転送を行っています。

RAM 上でのデータ構成は LWRITE コマンドと共通です。

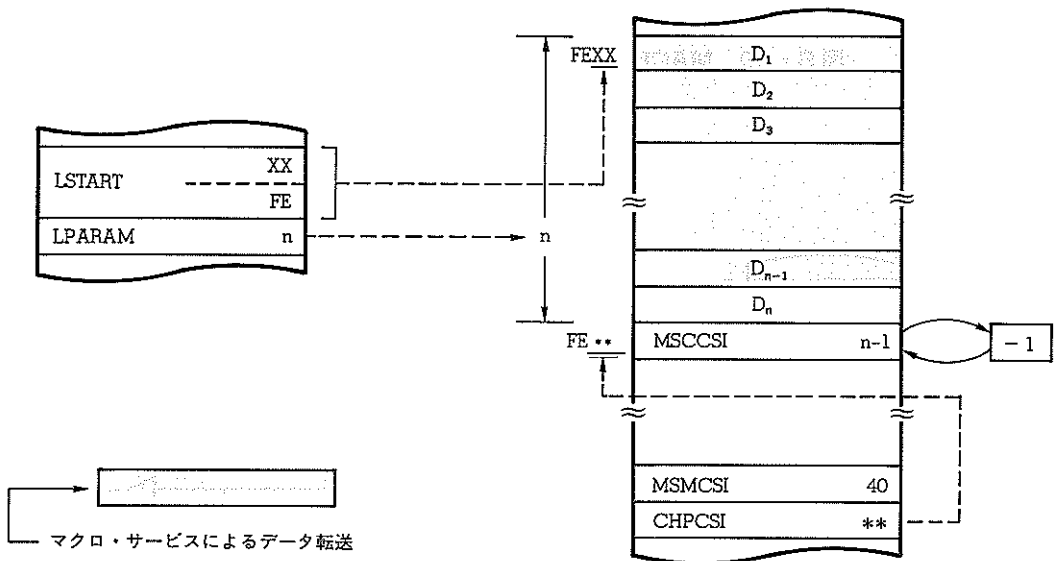
マクロ・サービスによる受信を行うために、受信のみ許可 ($CTxE = 0$, $CRxE = 1$) に設定し、また、 \overline{ACK} の自動出力を許可 ($ACKE \leftarrow 1$) しています。ここで、最後のデータ受信は、INTCSIベクタ割り込みを用いてメモリに格納しています。したがって、チャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタを表 5-18 のように設定しています。

表 5-18 MACR コマンドのチャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタ (マスタ)

チャンネル・ポインタ	マクロ・サービス・カウンタ
(LSTART)+(LPARAM)-1 の下位 8 ビット	(LPARAM) - 1

また、マクロ・サービス・コントロール・ワードとマクロ・サービス・バッファの関係を図 5-19 に示します。

図 5-19 MACR コマンドのメモリ構成 (マスタ)



(b) スレーブ側

マクロ・サービス・タイプ A を用いて、RAM 内の (LSTART) で指定されたアドレス以降のデータをマスタから指定されたバイト数分マスタへ送信します。ただし、1 バイトのみの転送の場合には、マクロ・サービスを用いず、通常転送を行っています。

データ数のチェック方法は LWRITE コマンドと同じです。

注意 転送データ数 ((LPARAM)) はコマンド処理を呼び出す前に設定してください。

また (LPARAM) の値はコマンド処理中で破壊されます。

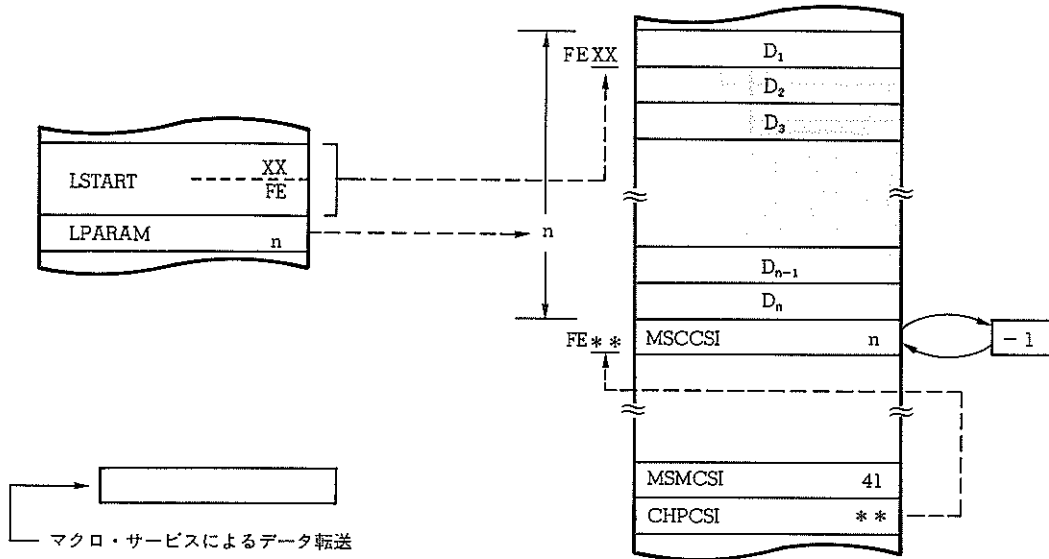
ここで、1 バイト目の送信は、1 バイト送受信のサブルーチン (TRNDAT) を用いており、1 バイト目の転送完了割り込みからマクロ・サービスで SIO への書き込みを行います。したがって、チャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタを表 5-19 のように設定しています。

表 5-19 MACR コマンドのチャンネル・ポインタとマクロ・サービス・カウンタ (スレーブ)

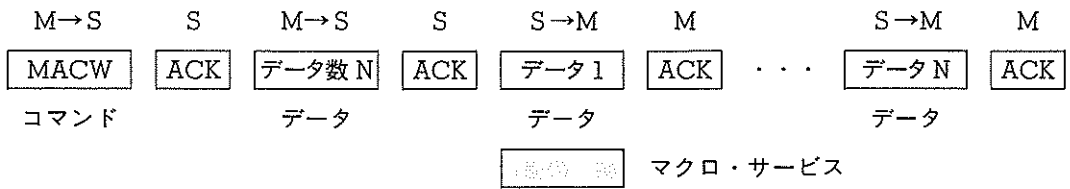
チャンネル・ポインタ	マクロ・サービス・カウンタ
(LSTART) + (LPARAM) の下位 8 ビット	(LPARAM) - 1

また、マクロ・サービス・コントロール・ワードとマクロ・サービス・バッファの関係を図5-20に示します。

図5-20 MACR コマンドのメモリ構成 (スレーブ)



(c) 転送のフォーマット



(2) プログラム説明

(a) マスタ MACR コマンド処理 [レーベル名称: M_MACR]

- (i) 送信データ数をスレーブに送信します。転送エラーの場合は MACR コマンドを終了して戻ります。
- (ii) 送信データ数が1バイトの場合は、1バイト受信を行い、受信データを (LSTART) で示されるメモリに格納して戻ります。
- (iii) マクロ・サービス・モード・レジスタに 41H (タイプ A, sfr → mem) を設定します。
- (iv) チャンネル・ポインタを設定します。
- (v) マクロ・サービス・カウンタを設定します。
- (vi) INTCSI 割り込みサービス・モードをマクロ・サービスに設定します。
- (vii) $\overline{\text{ACK}}$ の自動出力を許可します。
- (viii) 送信を禁止します (CTxE ← 0)。
- (ix) MACF フラグをセットし、マクロ・サービスによる受信を起動します。
- (x) 最後の受信データを (LSTART) + (LPARAM) で示されるメモリに格納します。
- (xi) $\overline{\text{ACK}}$ の自動出力を禁止し、戻ります。

(b) スレーブ MACR コマンド処理 [レーベル名称: S_MACR]

- (i) パラメータ待ちフラグ (PFLAG) をセットします。
- (ii) データ受信のサブルーチン (RCVDAT) を呼び出し、マスタから受信データ数を受信します。
- (iii) 転送エラーが発生した場合 (ERRORF = 1) は、MACR コマンド処理を終了し (x) へ。
- (iv) 送信データ数が1バイトの場合は、(LSTART) で示されるメモリの内容を送信後 (x) へ。
- (v) マクロ・サービス・モード・レジスタに 40H (タイプ A, mem → sfr) を設定します。
- (vi) チャンネル・ポインタを設定します。
- (vii) マクロ・サービス・カウンタを設定します。
- (viii) INTCSI 割り込みサービス・モードをマクロ・サービスに設定します。
- (ix) MACF フラグをセットし、1バイト目のデータを、TRNDAT サブルーチンで送信します。
- (x) 受信モードに設定 (RCVFLG ← 1) して戻ります。

(3) 使用レジスタ

マスタ	A, X, HL
スレーブ	A, X, DE, HL

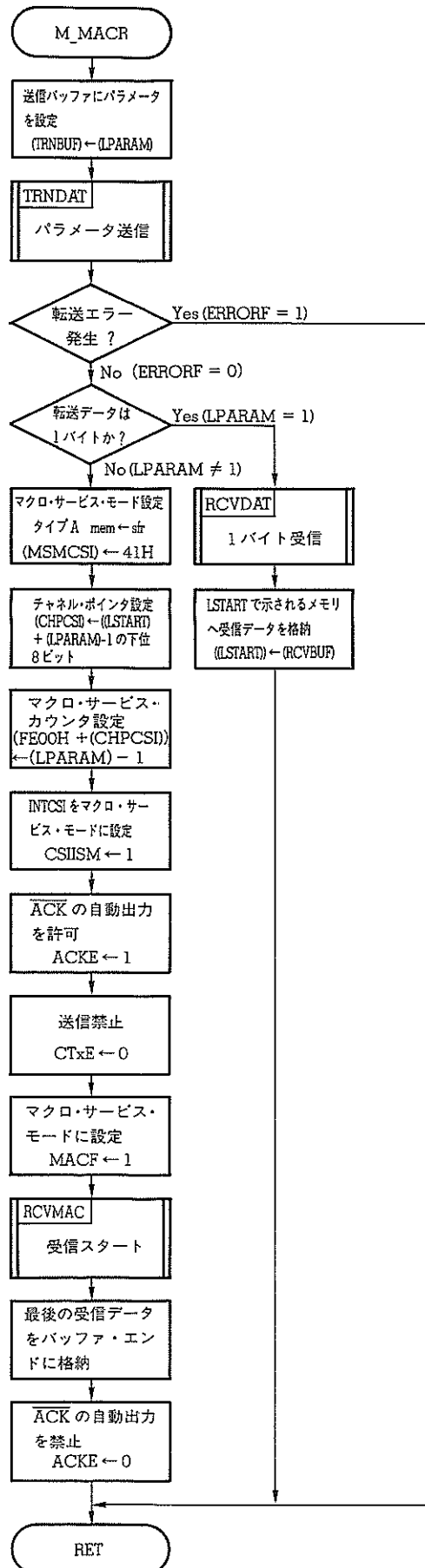
(4) 入出力条件

デバイス	入力条件	出力条件
マスタ	(LSTART)←データ格納先頭アドレス (LPARAM)←受信データ数	(LSTART), (LPARAM) : 保持 ① 正常転送 : ERRORF ← 0 (LSTART)以降に受信データ ② 転送エラー : ERRORF ← 1
スレーブ	(LSTART)←データ先頭アドレス (LPARAM)←送信可能データ数	(LSTART) : 保持 (LPARAM)←マスタへの送信データ数 RCVFLG ← 1 ① 正常転送 : ERRORF ← 0 ② 転送エラー : ERRORF ← 1

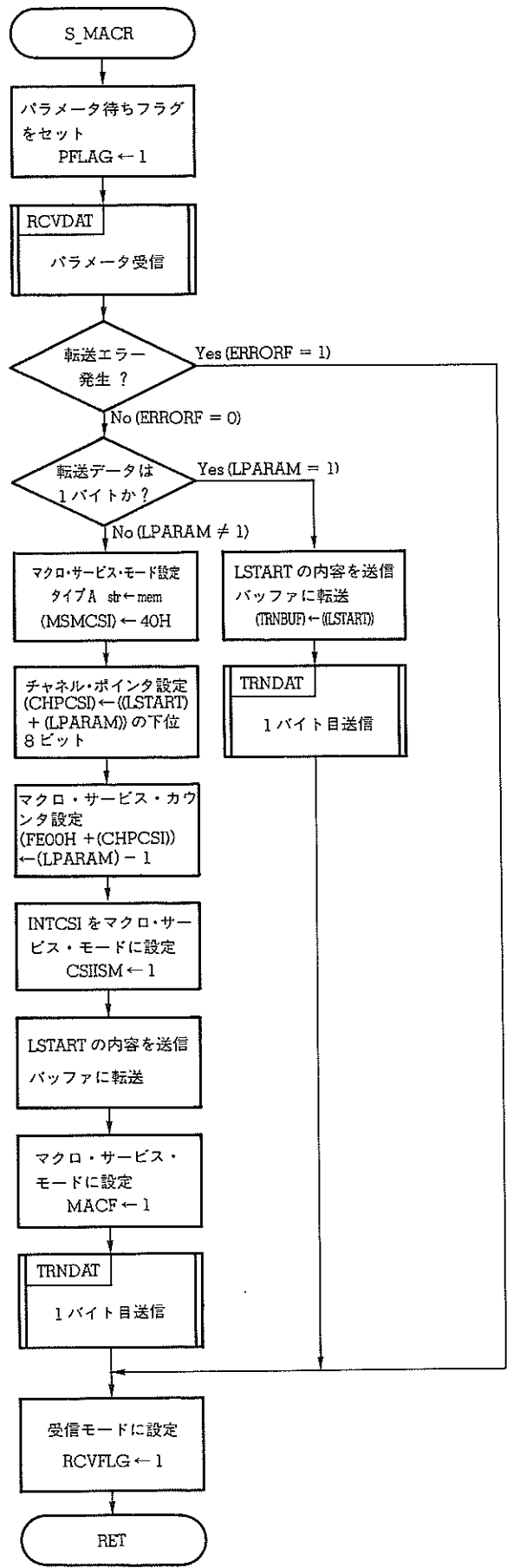
(× ㊦)

(5) フロー・チャート

(a) マスタ



(b) スレーブ



(6) プログラム・リスト

```

-----
:      [[[ MACR ]]]
:      Slave -> Master n byte Data
:              by Macro Service
:      [CMD] A  [DAT] A  [DAT] A  ..... [DAT] A
:              M   S   M   S   S   M           S   M
-----
:
:      ... MASTER ...
:
M_MACR:
MOV     TRNBUF, LPARAM
CALL   !TRNDAT
BT     ERRORF, $MMR_J2
CMP    LPARAM, #1
BE     $MMR_J1           ; For Only 1 byte

MOV     MSMCSI, #01000001B ; Macro Service Initialize

MOVW   AX, LSTART
MOVW   HL, AX

MOV    A, LPARAM           ; Channel Pointer
ADD    A, L                 ; (CHPCSI)=LOW(LSTART)+(LPARAM)-1
DEC    A
MOV    CHPCSI, A

MOV    L, A                 ; Macro Service Counter
MOV    A, LPARAM           ; MSCCSI = (LSTART)+(LPARAM)
DEC    A                   ; (MSCCSI)=(LPARAM)-1
MOV    [HL], A

SET1   CSIISM
SET1   ACKE
CLR1   CTXE
SET1   MACF
CALL   !RCVMAC           ; Macro Service Start
CLR1   ACKE
MOV    A, RCVBUF
MOV    [HL], A
BR     MMR_J2

MMR_J1:
MOVW   AX, LSTART           ; For Only 1 byte
MOVW   HL, AX              ; No Macro Service
CALL   !RCVDAT
MOV    A, RCVBUF
MOV    [HL], A

MMR_J2:
RET

```

```

;
; ... SLAVE ...
;
S_MACR:
    SETI    PFLAG
    CALL    !RCVDAT
    BT      ERRORF, $SMR_J2
    CMP     LPARAM, #1
    BE      $SMR_J1          ; For Only 1 byte

    MOV     MSMCSI, #0100000B ; Macro Service Initialize

    MOVW   AX, LSTART
    MOVW   HL, AX
    MOVW   DE, AX

    MOV     A, LPARAM        ; Channel Pointer
    ADD    A, L              ; (CHPCSI)=LOW((LSTART)+(LPARAM))
    MOV    CHPCSI, A

    MOV     L, A             ; Macro Service Counter
    MOV    A, LPARAM        ; MSCCSI =(LSTART)+(LPARAM)
    DEC    A                ; (MSCCSI)=(LPARAM)-1
    MOV    [HL], A

    SETI    CSIISM
    MOV    A, [DE]
    MOV    TRNBUF, A
    SETI    MACF
    CALL    !TRNDAT        ; Macro Service Start
    BR     SMR_J2

SMR_J1:
    MOVW   AX, LSTART      ; For Only 1 byte
    MOVW   HL, AX         ; No Macro Service
    MOV    A, [HL]
    MOV    TRNBUF, A
    CALL   !TRNDAT

SMR_J2:
    SETI    RCVFLG
    RET

```

5.4.15 DSPON/DSPOFF コマンド処理

スレーブに対する、1ビットのフラグ操作指令などは、コマンドのみで行うことができます。ここでは応用例として、スレーブ側のLEDのオン、オフを行う例を示しました。

コマンド値	31H
-------	-----

(1) 動作概要

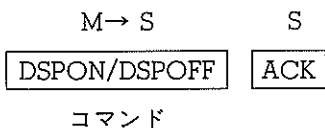
(a) STLEDF の管理

スレーブでは、LEDのON/OFFをSTLEDFフラグで管理しています。このコマンド処理では、STLEDFのセット/クリアを行います。

表 5-20 スタティック LED の表示状態

STLEDF	スタティック LED 表示状態
0	ON
1	OFF

(b) 転送のフォーマット



(2) プログラム説明

(a) マスタ DSPON/DSPOFF コマンド処理 [レーベル名称: M_ON, M_OFF]

(i) マスタは DSPON/DSPOFF コマンド送信後、バックグラウンド処理にて、コマンド入力待ち状態へ移行します。

(b) スレーブ DSPON/DSPOFF コマンド処理 [レーベル名称: S_ON, S_OFF]

(i) DSPON コマンドならば、STLEDF ← 0, DSPOFF コマンドならば、STLEDF ← 1 とし、戻ります。

(3) 使用レジスタ

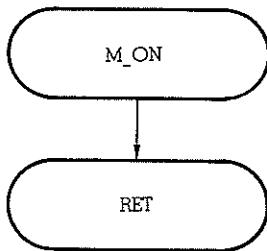
デバイス	78K/IIシリーズ	75Xシリーズ
マスタ	なし	なし
スレーブ	なし	—

(4) 入出力条件

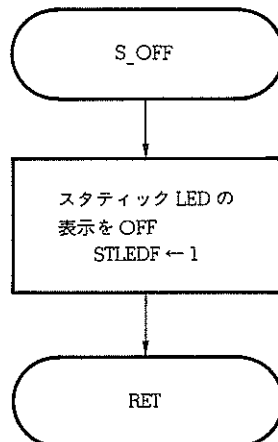
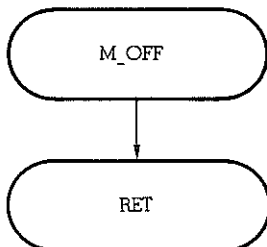
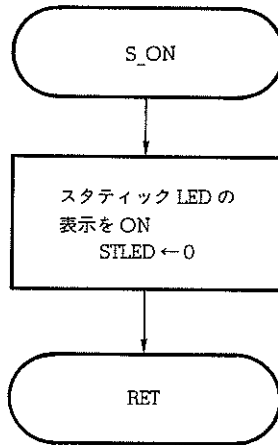
デバイス		入力条件	出力条件
78K/IIシリーズ	マスタ	なし	なし
	スレーブ	なし	STLEDF フラグの変化
75Xシリーズ	マスタ	なし	なし

(5) フロー・チャート

(a) マスタ



(b) スレーブ (78K/IIシリーズのみ)



(6) プログラム・リスト

(a) 78K/IIシリーズ

```

-----
:      [[[ DSPON/DSPOFF ]]]
:      Master -> Slave Only Command
:      [CMD] A
:      M   S
:
-----

```

```

M_ON:      RET
S_ON:      CLR1      STLEDF
           RET
M_OFF:     RET
S_OFF:     SET1      STLEDF
           RET

```

(b) 75Xシリーズ

```

-----
:      [[[ DSPON/DSPOFF ]]]
:      Master -> Slave Only Command
:      [CMD] A
:      M   S
:
-----

```

```

M_ON:      RET

M_OFF:     RET

```

付録 SBI の使用上の注意事項

付.1 78K / II シリーズの注意事項

(1) IE-78210-R と IE-78220-R では、スレーブで不一致アドレスを受信した場合、いったん送受信を禁止状態 ($CTxE \leftarrow 0$, $CRxE \leftarrow 0$) にし、以後の受信のために再び送受信許可の状態 ($CTxE \leftarrow 1$, $CRxE \leftarrow 1$) に設定してください。

不一致アドレス受信後、送受信許可のままで使用すると以後の受信で INTCSI 割り込み要求が発生しません。

(2) マクロ・サービスを使用する場合、最後の SIO とのマクロ・サービス転送を行ったあとに発生する、マクロ・サービス完了割り込みと、シリアル転送完了により発生する割り込みが、転送レートや他の割り込み処理などとの関係で識別できなくなる可能性があります (同一の割り込み要求フラグを使用しているため)。したがって、ソフトウェアなどによる何らかの方法で回避してください。

付.2 75X シリーズの注意事項

(1) アドレス受信完了時に RELD が必ずクリア (0) されてしまいます。したがって非ウエイク・アップ状態 ($WUP = 0$) のときにアドレスを受信しても、受信データがアドレスであることを検出できません。よって、不一致アドレスを送ることで、スレーブを非選択状態にすることができません (非選択状態にするための専用のコマンドが必要です)。

(2) \overline{BUSY} 信号出力中に $WUP \leftarrow 1$ とすると、 \overline{BUSY} が解除されません。SBI では、 \overline{BUSY} の解除指示後、次のシリアル・クロック (\overline{SCK}) の立ち下がりまで \overline{BUSY} 信号が出力されます。 $WUP \leftarrow 1$ とするときは、必ず \overline{BUSY} を解除したのちに、SB0 (SB1) 端子がハイ・レベルになったこと確認してから、 $WUP \leftarrow 1$ としてください。

—— お問い合わせは、最寄りのNECへ ——

【営業関係お問い合わせ先】

半 導 体 第 一 販 売 事 業 部 半 導 体 第 二 販 売 事 業 部 半 導 体 第 三 販 売 事 業 部	〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号 (NEC本社ビル)	東 京 (03)3454-1111 (大代表)				
中 部 支 社 半 導 体 第 一 販 売 部 半 導 体 第 二 販 売 部	〒460 名古屋市中区錦一丁目17番1号 (NEC中部ビル)	名 古 屋 (052)222-2170 名 古 屋 (052)222-2190				
関 西 支 社 半 導 体 第 一 販 売 部 半 導 体 第 二 販 売 部 半 導 体 第 三 販 売 部	〒540 大阪市中央区城見一丁目4番24号 (NEC関西ビル)	大 阪 (06) 945-3178 大 阪 (06) 945-3200 大 阪 (06) 945-3208				
北 海 道 支 社 東 北 支 社 岩 手 支 店 郡 山 支 店 い わ き 支 店 長 岡 支 店 土 浦 支 店 水 戸 支 店 神 奈 川 支 店 群 馬 支 店	札 幌 (011)251-5599 仙 台 (022)267-8740 盛 岡 (019)651-4344 郡 山 (0249)23-5511 い わ き (0246)21-5511 長 岡 (0258)36-2155 土 浦 (0298)23-6161 水 戸 (029)226-1717 横 濱 (045)682-4524 高 崎 (0273)26-1255	太 田 支 店 宇 都 宮 支 店 小 山 支 店 長 野 支 社 甲 府 支 店 埼 玉 支 社 立 川 支 社 千 葉 支 社 静 岡 支 社 北 陸 支 社	太 田 支 店 宇 都 宮 支 店 小 山 支 店 松 本 支 社 甲 府 支 店 大 宮 支 社 立 川 支 社 千 葉 支 社 静 岡 支 社 金 沢 支 社	(0276)46-4011 (028)621-2281 (0285)24-5011 (0263)35-1662 (0552)24-4141 (048)649-1415 (0425)26-5981 (043)238-8116 (054)254-4794 (076)232-7303	福 井 支 店 富 山 支 店 三 重 支 店 京 都 支 社 神 戸 支 社 中 国 支 社 鳥 取 支 店 岡 山 支 店 松 山 支 店 九 州 支 店	福 井 (0776)22-1866 富 山 (0764)31-8461 津 (0592)25-7341 京 都 (075)344-7824 神 戸 (078)333-3854 鳥 取 (082)242-5504 鳥 取 (0857)27-5311 岡 山 (086)225-4455 松 山 (089)945-4149 福 岡 (092)261-2806

【本資料に関する技術お問い合わせ先】

半 導 体 ソ リ ュ ー シ ョ ン 技 術 本 部 マ イ ク ロ コ ン ピ ュ ー タ 技 術 部	〒210 川崎市幸区塚越三丁目484番地	川 崎 (044)548-7924	半 導 体 イ ン フ ォ め ー シ ョ ン セ ン タ ー FAX(044)548-7900 (FAXにてお願い致します)
半 導 体 販 売 技 術 本 部 東 日 本 販 売 技 術 部	〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号 (NEC本社ビル)	東 京 (03)3798-9619	
半 導 体 販 売 技 術 本 部 中 部 販 売 技 術 部	〒460 名古屋市中区錦一丁目17番1号 (NEC中部ビル)	名 古 屋 (052)222-2125	
半 導 体 販 売 技 術 本 部 西 日 本 販 売 技 術 部	〒540 大阪市中央区城見一丁目4番24号 (NEC関西ビル)	大 阪 (06) 945-3383	

アンケート記入のお願い

お手数ですが、このドキュメントに対するご意見をお寄せください。今後のドキュメント作成の参考にさせていただきます。

[ドキュメント名] SBI シリアル・バス・インタフェース ユーザーズ・マニュアル
(U13126JJ2VOUM00 (第2版))

[お名前など] (さしつかえのない範囲で)

- 御社名 (学校名, その他) ()
- ご住所 ()
- お電話番号 ()
- お仕事の内容 ()
- お名前 ()

1. ご評価 (各欄に○をご記入ください)

項 目	大変良い	良 い	普 通	悪 い	大変悪い
全体の構成					
説明内容					
用語解説					
調べやすさ					
デザイン, 字の大きさなど					
そ の 他 ()					
()					

2. わかりやすい所 (第 章, 第 章, 第 章, 第 章, その他)

理由 []

3. わかりにくい所 (第 章, 第 章, 第 章, 第 章, その他)

理由 []

4. ご意見, ご要望

5. このドキュメントをお届けしたのは

NEC 販売員, 特約店販売員, NEC 半導体ソリューション技術本部員,
その他 ()

ご協力ありがとうございました。
下記あてにFAXで送信いただくか、最寄りの販売員にコピーをお渡しください。

キ
リ
ト
リ