
RL78/G12

シリアル・アレイ・ユニット（CSI マスタ通信） CC-RL

R01AN3020JJ0100

Rev. 1.00

2015.10.20

要旨

本アプリケーションノートでは、シリアル・アレイ・ユニット（SAU）による CSI マスタ通信の使用方法を説明します。CSI の応用として、2つのスレーブからポートを用いた CS 信号で1つのスレーブを選択して、シングル送受信、連続送信、連続受信、連続送受信を行います。通信を確実に実行するために、簡単なプロトコルとコマンド+その処理の形式を採用しています。また、RL78/G12 を CSI スレーブ機能で動作させたものをスレーブとして用いることから BUSY 信号によりハンドシェイクも行っています。

対象デバイス

RL78/G12

本アプリケーションノートを他のマイコンへ適用する場合、そのマイコンの仕様にあわせて変更し、十分評価してください。

目次

1.	仕様	4
1.1	CSI 通信の概要	4
1.2	通信の概要	5
1.3	通信フォーマット	8
1.4	通信プロトコル (ハードウェア ハンドシェイク)	8
2.	動作確認条件	9
3.	関連アプリケーションノート	9
4.	ハードウェア説明	10
4.1	ハードウェア構成例	10
4.2	使用端子一覧	11
5.	ソフトウェア説明	12
5.1	動作概要	12
5.2	オプション・バイトの設定一覧	14
5.3	定数一覧	14
5.4	変数一覧	16
5.5	関数 (サブルーチン) 一覧	17
5.6	関数 (サブルーチン) 仕様	18
5.7	フローチャート	26
5.7.1	CPU 初期化関数	27
5.7.2	入出力ポート設定	28
5.7.3	クロック発生回路の設定	29
5.7.4	SAU の設定	30
5.7.5	TAU の設定	38
5.7.6	メイン処理	39
5.7.7	1ms インターバル・タイマの起動処理	42
5.7.8	1ms インターバル待ち関数	44
5.7.9	スレーブ選択処理	46
5.7.10	スレーブからの応答待ち処理	47
5.7.11	スレーブのステータス確認処理	50
5.7.12	データ連続送信処理	53
5.7.13	データ連続送受信処理	55
5.7.14	データ連続受信処理	57
5.7.15	データ更新処理	59
5.7.16	受信データ確認処理	60
5.7.17	データポインタ設定処理	61
5.7.18	1 キャラクタ送信開始処理	62
5.7.19	1 キャラクタ送信完了待ち処理	62
5.7.20	1 キャラクタ受信開始処理	63
5.7.21	1 キャラクタ受信完了待ち処理	63
5.7.22	1 キャラクタ転送状態確認処理	64
5.7.23	連続送信起動処理	65
5.7.24	連続受信起動処理	67
5.7.25	連続送受信起動処理	68
5.7.26	連続転送完了待ち処理	69
5.7.27	転送完了割り込み設定処理	70
5.7.28	バッファ空き割り込み設定処理	71
5.7.29	送信モード設定処理	72
5.7.30	受信モード設定処理	74
5.7.31	送受信モード設定処理	74
5.7.32	CSIp 通信動作許可処理	75
5.7.33	CSIp 通信動作停止処理	77

5.7.34	CSIp 割り込み起動処理.....	78
5.7.35	1 キャラクタ転送完了割り込み処理.....	79
5.7.36	連続受信時の1 キャラクタ転送完了割り込み処理.....	79
5.7.37	連続送信時のバッファ空き割り込み処理.....	80
5.7.38	連続送信時の送信完了割り込み処理.....	80
5.7.39	連続送信時のバッファ空き割り込み処理.....	81
5.7.40	連続送受信時の転送完了割り込み処理.....	81
6.	使用チャネル等の変更.....	82
6.1	定義ファイル.....	82
6.2	定義ファイルの主な定義内容.....	82
6.3	転送速度の変更.....	82
6.4	使用するマイコンの変更.....	82
6.5	使用するチャネルの変更.....	83
6.6	参考.....	84
7.	サンプルコード.....	85
8.	参考ドキュメント.....	85

1. 仕様

本アプリケーションノートでは、シリアル・アレイ・ユニット (SAU) による CSI マスタ通信を行います。ポートを用いて SPI の CS 信号を出力して、最大 2 台接続したスレーブから通信対象を選択し、選択されたスレーブに対して BUSY 信号によるハンドシェイクを行いながら、シングル送受信、連続送信、連続受信、連続送受信を行います。(CS は負論理の信号ですが、ここでは信号名の上のバーは省略しています。)

1.1 CSI 通信の概要

CSI はシリアルクロック (SCK), シリアル入力データ (SI), シリアル出力データ (SO) の 3 本の信号を用いたクロック同期式シリアル通信です。SPI (Serial Peripheral Interface) はこれにスレーブを選択するための CS (Chip Select) 信号が追加されます。信号の関係を図 1.1 に示します。

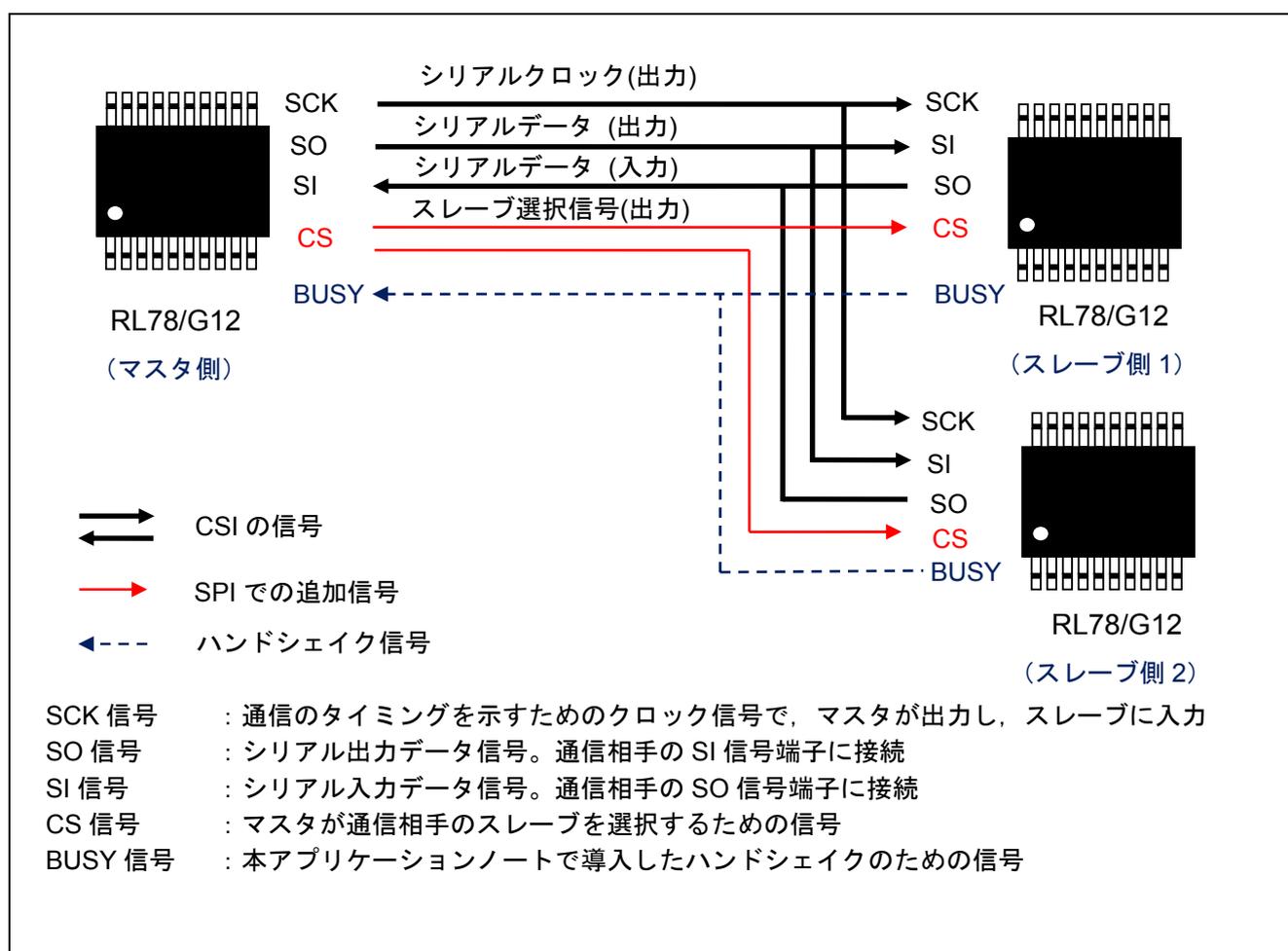


図 1.1 CSI 通信の概要

CSI 通信のマスタは、まず CS 信号で通信したいスレーブを選択 (これは SPI の動作) します。マスタは SCK 信号を出力し、SCK 信号に同期して SO 信号にデータを出力し、SI 信号のデータを入力します。CSI 通信では、マスタが通信を開始 (SCK を出力する) までにはスレーブは通信準備ができている必要があります。本アプリケーションノートでは、スレーブ (ここでは RL78/G12 によるスレーブ) の通信準備ができたことを示すための信号として BUSY 信号を導入しています。マスタが通信を開始するとき BUSY 信号を確認して通信を開始するようにしています。

1.2 通信の概要

通信は 1ms 間隔のスロットに分割して行い、各スロットではマスタからのコマンド送信と、コマンドに対応した通信処理を行うようにしています。スロットの概要を図 1.2 に、使用するコマンドを表 1.1 に示します。

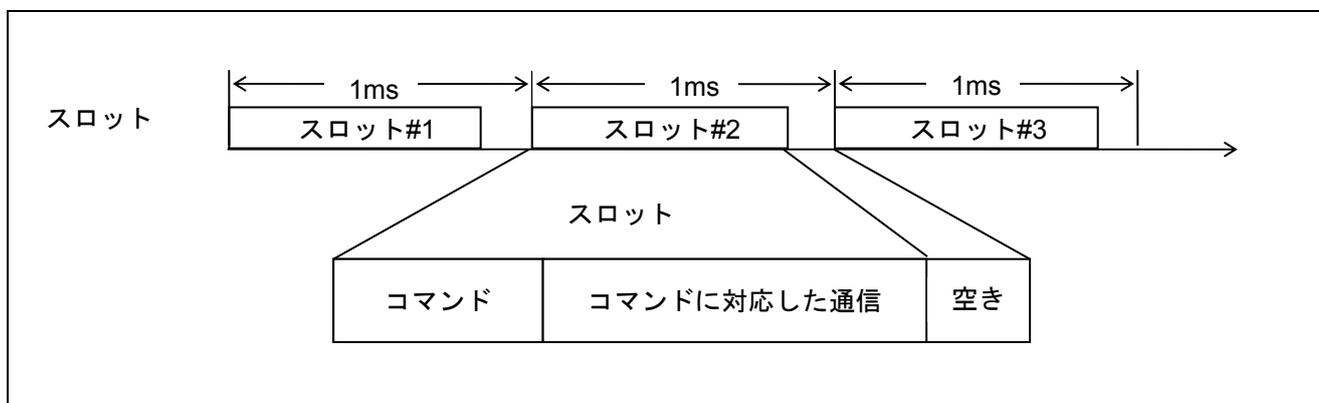


図 1.2 スロットの概要

表 1.1 使用するコマンド

コマンド	コマンドの動作概要
ステータス確認	スレーブが送受信可能なデータ数の確認処理
受信	スレーブからの連続モードでのデータ受信処理
送信	スレーブへの連続モードでのデータ送信処理
送受信	スレーブとの連続モードでのデータ送受信処理

さらに、スレーブでは受信したデータの補数を次回に送信するようにしておき、マスタはスレーブからの受信データが正しいかどうかの確認処理も行います。マスタは送信データとして 00, 01, 02・・・のようなインクリメントパターンを準備し、送信ごとに送信データを更新していきます。

また、基本的な通信処理は割り込みを使用したサブルーチンとして動作するような構成とし、ヘッダ・フェールの変更により、使用する CSI のチャンネルを簡単に変更できるようにします。

表 1.2 に使用する周辺機能と用途を、図 1.3～図 1.6 に CSI の通信動作を示します。特に断らない限りは CSIp としては CSI00 で代表させています。

表 1.2 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
シリアル・アレイ・ユニット m	SCKp 信号（クロック出力）、Slp 信号（受信データ）と SOp 信号（送信データ）を利用して CSI マスタ通信を行う p : 00/01/11/20
ポート	P23 (CS1 信号出力), P22 (CS2 信号出力), P21 (BUSY 信号入力)

20/24 ピン製品 : m=0, 30 ピン製品 : m=0/1

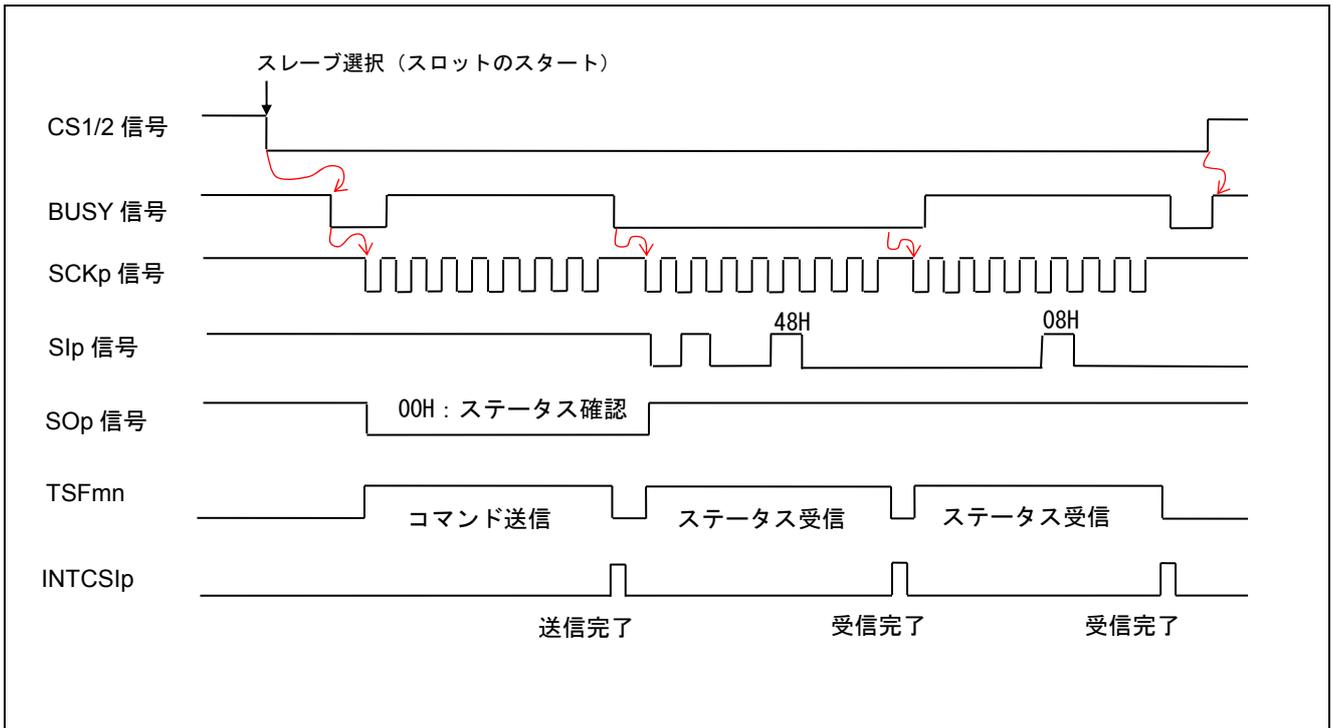


図 1.3 ステータス確認コマンドのタイミング・チャート

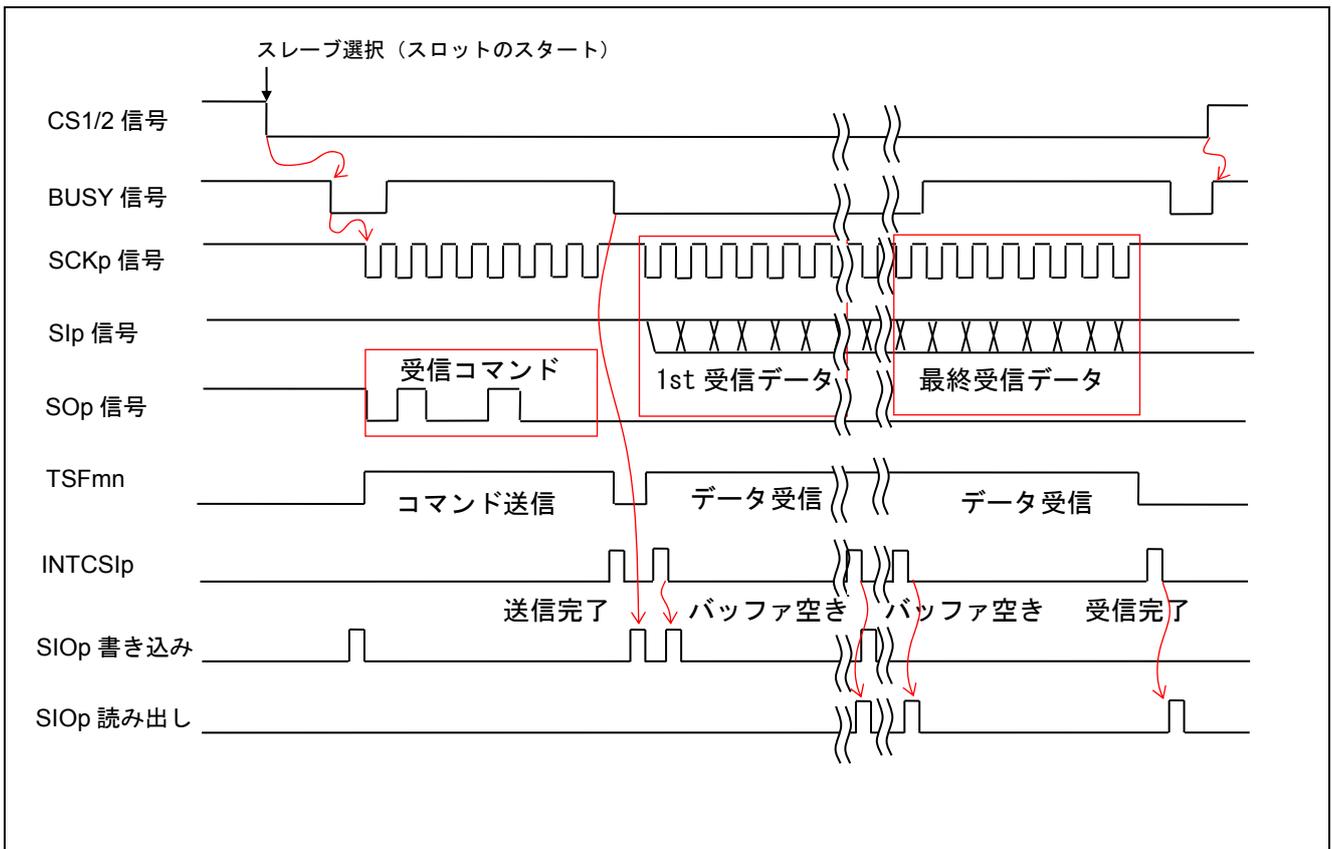


図 1.4 受信コマンドのタイミング・チャート

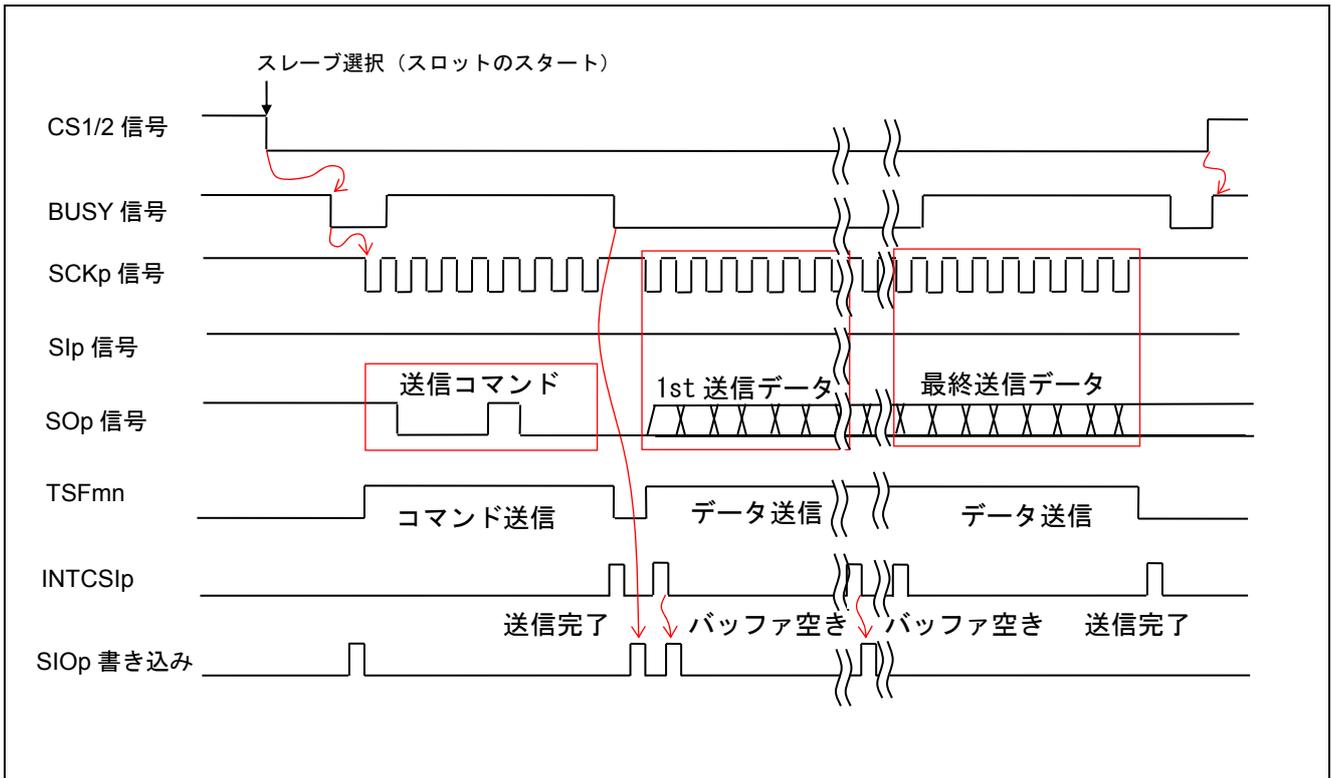


図 1.5 送信コマンドのタイミング・チャート

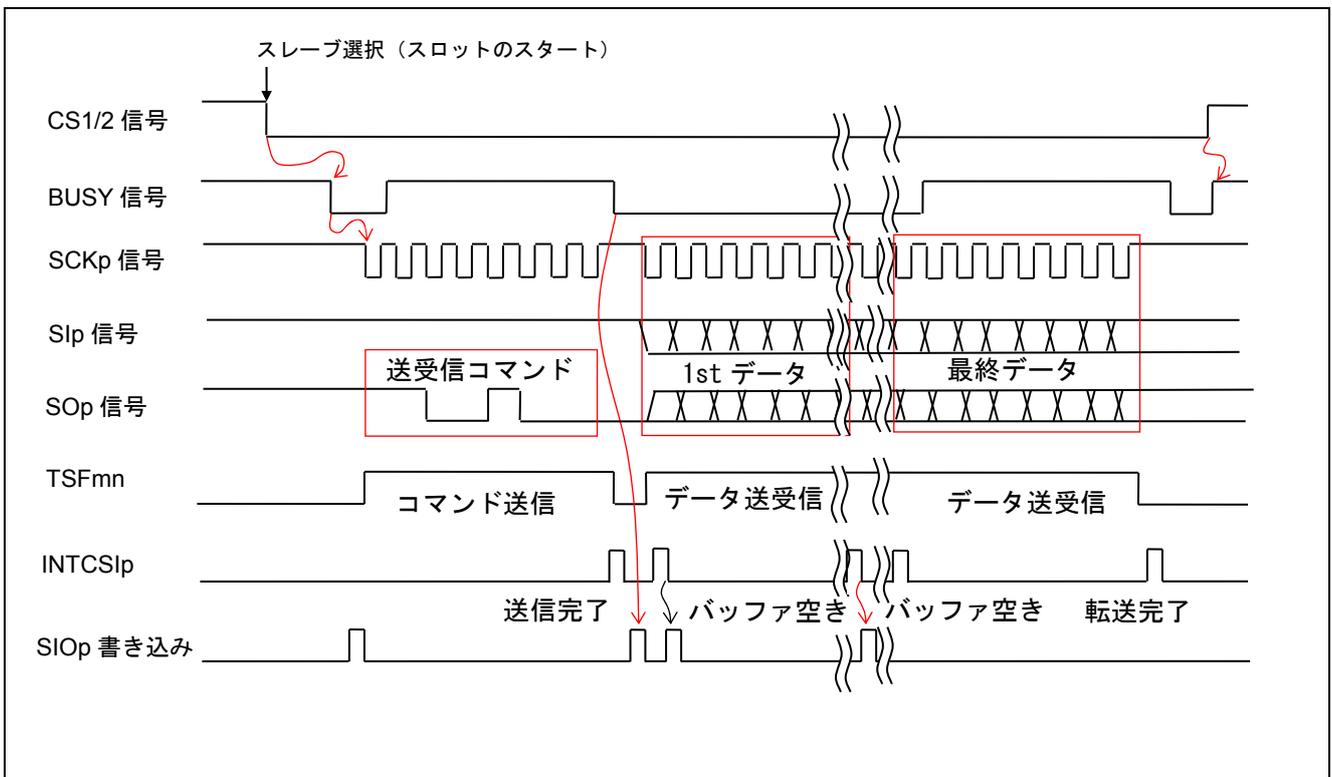


図 1.6 送受信コマンドのタイミング・チャート

1.3 通信フォーマット

サンプルコードで使用する CSI の通信フォーマットを表 1.3 に示します。

表 1.3 通信フォーマット

項目	規格	備考
通信速度	1Mbps	最低は約200kbps
通信データのビット長	8ビット/キャラクタ	
転送順序	MSBファースト	
通信タイプ	タイプ1	
通信モード	シングル転送/連続転送	データ転送には連続転送を使用
通信方向	受信/送信/送受信	
最大転送データ数	63キャラクタ/スロット	デフォルトでは8キャラクタ

1.4 通信プロトコル（ハードウェア ハンドシェイク）

通信相手として、RL78/G12 の CSI スレーブ・モードでの動作を対象にし、スレーブでの通信動作の準備時間を確保するために、BUSY 信号によるハンドシェイクを行います。

CS 信号での選択やコマンドに対するスレーブの通信準備完了確認に BUSY 信号を用いますが、スレーブが接続されていない場合に無用なデッドロック状態に陥らないように、10 μ s のタイムアウト時間を設定しています。この間にスレーブからの応答がない場合にはスレーブが何らかの処理を実行中で通信できない BUSY 状態にあるか、スレーブが存在しないと判断して処理を打ち切ります。

ステータス確認コマンドを例にしたハンドシェイクの例を図 1.7 に示します。スレーブを選択するために CS 信号を立ち下げてからタイムアウト検出のために時間を計測しながら、BUSY 信号がローになるのを待ちます。タイムアウト前に BUSY 信号がローになったなら、コマンドを送信します。コマンド送信が完了したら、ステータスの受信を起動するために再度 BUSY 信号がローになるのを待ちます。このように、新たな通信を開始する前に BUSY 信号の確認を行うことでハンドシェイクを行って、スレーブとの同期をとります。

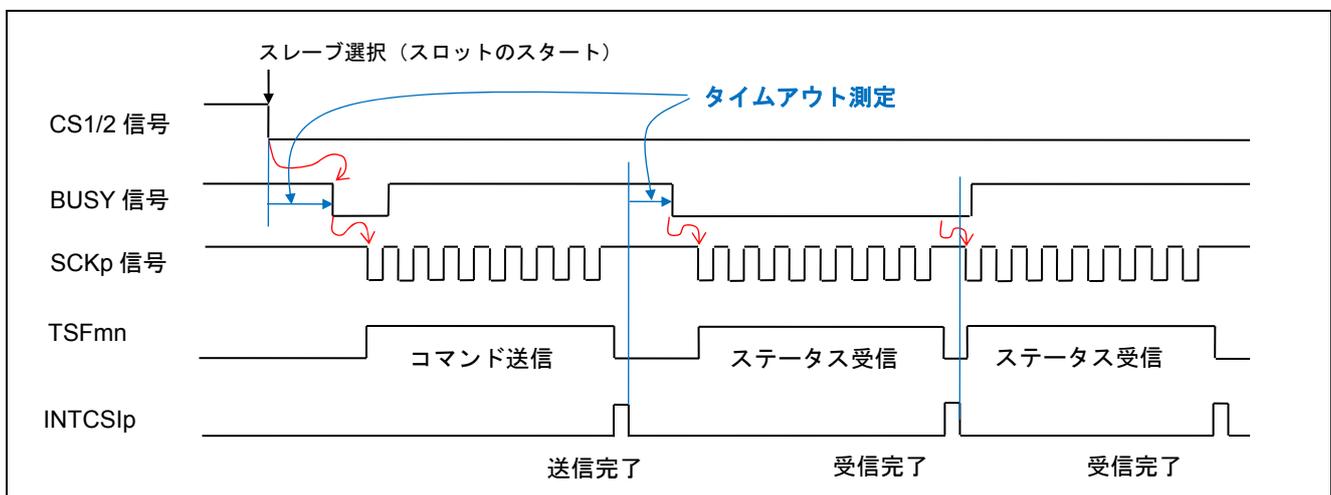


図 1.7 ハンドシェイクの例

EEPROM, A/D や D/A のような専用の SPI のスレーブ デバイスでは BUSY 信号はありません。これは、これらのデバイスは常に通信を行えるようになっているからです。これら専用のスレーブ デバイスを接続する場合には、ハードウェアでの対応としては BUSY 信号入力を Vss に接続します。タイムアウトのチェックは専用のサブルーチン (SWAITRDY) で処理しています。ソフトウェアでの対応はこのサブルーチンを CY フラグのクリアだけで戻るように変更するだけで BUSY 信号確認をなくすことが可能です。その上で、各デバイスで規定されたコマンドと通信手順に従って通信を行ってください。

2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプルコードは、下記の条件で動作を確認しています。

表 2.1 動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	RL78/G12 (R5F1026A)
動作周波数	<ul style="list-style-type: none"> ● 高速オンチップ・オシレータ (HOCO) クロック : 24MHz ● CPU/周辺ハードウェア・クロック : 24MHz
動作電圧	5.0V (2.9V~5.5V で動作可能) LVD 動作 (V_{LVD}) : リセット・モード 2.81V (2.76V~2.87V)
統合開発環境 (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC V3.01.00
アセンブラ (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.01.00
統合開発環境 (e ² studio)	ルネサス エレクトロニクス製 e ² studio V4.0.2.008
アセンブラ (e ² studio)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.01.00
使用ボード	RL78/G12 ターゲット・ボード (QB-R5F1026A-TB)

3. 関連アプリケーションノート

本アプリケーションノートに関連するアプリケーションノートを以下に示します。併せて参照してください。

RL78/G12 初期設定 (R01AN2582J) アプリケーションノート

RL78/G12 シリアル・アレイ・ユニット CSI スレーブ通信編 (R01AN3021J) アプリケーションノート

4. ハードウェア説明

4.1 ハードウェア構成例

図 4.1 に本アプリケーションノートで使用するハードウェア構成例を示します。

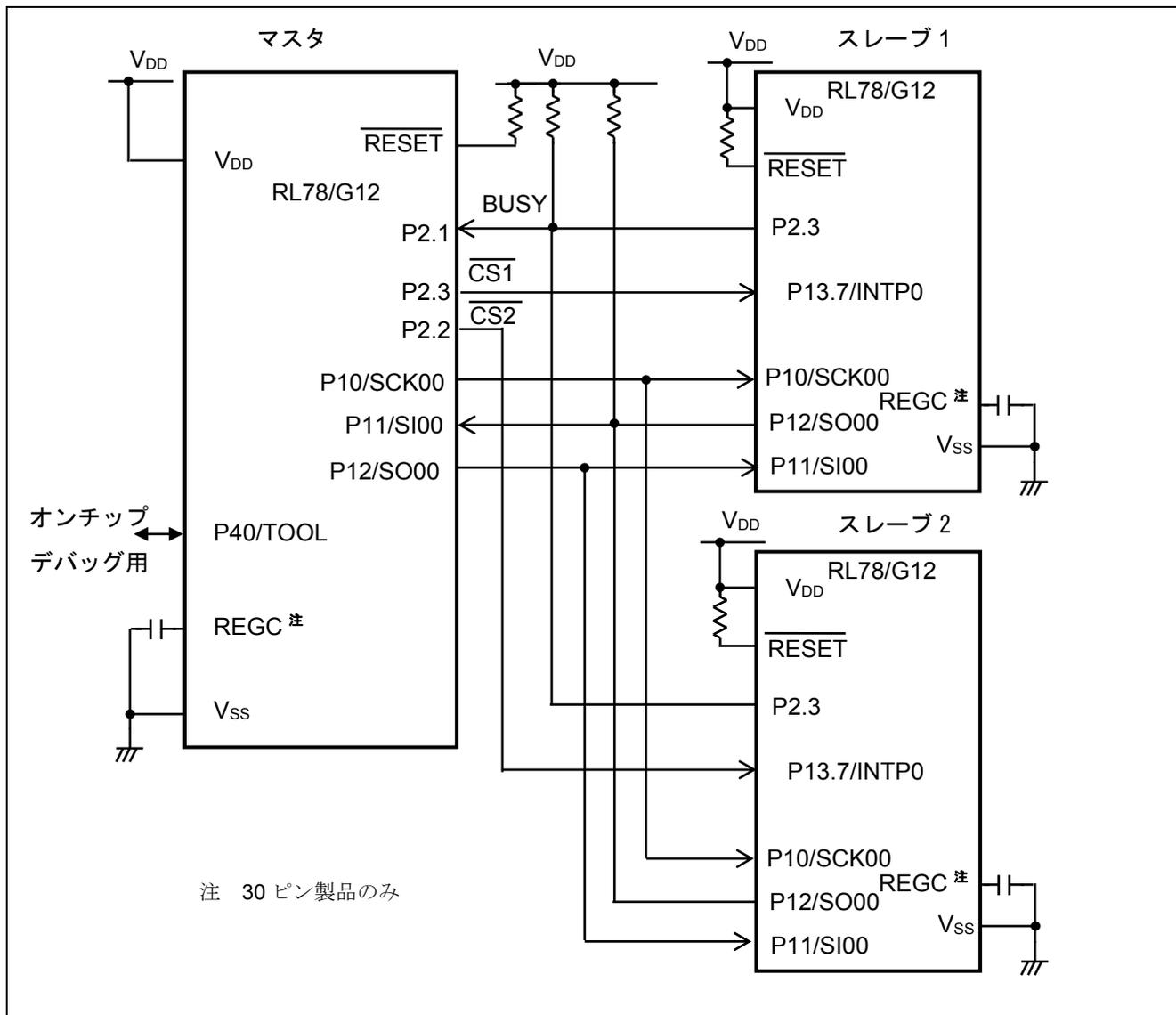


図 4.1 ハードウェア構成

注 30 ピン製品のみ

注意 1 この回路イメージは接続の概要を示す為に簡略化しています。実際に回路を作成される場合は、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください（入力専用ポートは個別に抵抗を介して VDD 又は VSS に接続して下さい）。

2 VDD は LVD にて設定したリセット解除電圧 (V_{LVD}) 以上にしてください。

4.2 使用端子一覧

表 4.1 に使用端子と機能を示します。

表 4.1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P10/ANI16/PCLBUZ0/SCK00/SCL00 ^注	出力	シリアルクロック出力用端子
P11/ANI17/SI00/RxD0/TOOLRxD/SDA00 ^注	入力	データ受信用端子
P12/ANI18/SO00/TxD0/TOOLTxD ^注	出力	データ送信用端子
P21/ANI1/AVREFM (BUSY)	入力	スレーブからの BUSY 信号入力
P22/ANI2 (CS2)	出力	スレーブ 1 選択信号
P23/ANI3 (CS1)	出力	スレーブ 2 選択信号

注 使用するチャンネルはインクルードファイル (DEV&CSI_CH.inc) で指定します。デフォルト値は CSI00 に設定されています。使用する端子や割り込みは使用するチャンネルに応じて自動的に切り替わります。

5. ソフトウェア説明

5.1 動作概要

本サンプルコードでは、初期設定完了後、スレーブを選択し、選択されたスレーブに対して、ステータス確認、データ送信、データ送受信、データ受信の順で通信動作を行います。

(1) CSIの初期設定を行います。

<CSI 設定条件>

- SAU0 チャンネル 0 を CSI00 として使用します。^注
- 転送クロックは CK00 使用します。
- クロック出力は P10/SCK00 端子^注、データ入力は P11/SI00 端子^注、データ出力は P12/SO00 端子^注を使用します。
- データ長は 8 ビットを使用します。
- データとクロックの位相はタイプ 1 を使用します。
- データ転送順設定は MSB ファーストを使用します。
- 転送レートは 1Mbps を使用します。
- 割り込み(INTCSI00)^注は送信完了割り込みを使用します。
- 割り込み(INTCSI00)^注はデフォルトの低優先 (レベル 3) を使用します。

注 使用するチャンネルはインクルードファイル (DEV&CSI_CH.inc) で指定します。デフォルト値は CSI00 に設定されています。使用する端子や割り込みは使用するチャンネルに応じて自動的に切り替わります。

(2) タイマの初期設定を行います。

<タイマ 設定条件>

- チャンネル 3 を 2 つの 8 ビットタイマとして動作させ、インターバル・タイマとして使用します。
- 動作クロックは fCLK を 128 分周した 187.5kHz を使用します。
- 上位の TM03H は 1ms のインターバル・タイマで使用します。
- 下位の TM03 は 10 μ s のインターバル・タイマで使用します。

(3) 初期設定が完了したら、メモリの初期化を行い、以下に示す手順でスレーブとの通信動作を行います。

- ① 1ms のインターバル割り込み (INTTM03H) を HALT 状態で待ちます。
- ② INTTM03H の発生で HALT 状態が解除されたら、フラグ (RCSFLAG) で指定されたスレーブを選択 (CS 信号を出力) してスレーブの応答を待ちます。
- ③ スレーブからの BUSY 信号がローになったら④に進みます。タイムアウトが検出されたら、スレーブの選択を解除して⑩の処理へ移行します。
- ④ ステータス確認コマンドを送信し、スレーブのステータスを受信します。タイムアウトが検出されたら、スレーブの選択を解除して⑩の処理へ移行します。
- ⑤ INTTM03H が発生したら、④で指定された数のデータを送信し、次の送信データと次の受信データの期待値を生成します。タイムアウトが検出されたら、スレーブの選択を解除して⑩の処理へ移行します。
- ⑥ INTTM03H が発生したら、④で指定された数のデータを送受信します。受信したデータが⑤で送信していたデータの補数になっているかをチェックします。タイムアウトが検出されたら、スレーブの選択を解除して⑩の処理へ移行します。

- ⑦ 次の送信データと受信データの期待値を生成して INTTM03H の発生を待ちます。
- ⑧ INTTM03H が発生したら、④で指定された数のデータを受信します。タイムアウトが検出されたら、スレーブの選択を解除して⑩の処理へ移行します。
- ⑨ 受信したデータが期待値と一致しているかをチェックします。
- ⑩ フラグ（RCSFLAG）を変更して、対象のスレーブを切り替えます。以降は①から繰り返し実行します。

(4) コマンド

各通信動作は 1 バイトのコマンドの送信から始まります。各コマンドのフォーマットを表 5.1 に示します。通信シーケンスの最初のスロットでステータス確認コマンドを送信して、スレーブからの応答を受信します。受信したデータ数かバッファの大きさのどちらか小さい方をその後の通信のデータ数として使用します。次に、このデータ数を使ってスレーブへの送信を行います。

表 5.1 コマンドのフォーマット

コマンド コード		コマンドの概要
ステータス確認	0000000B	スレーブが送信可能なデータ数、受信可能なデータ数を確認する。スレーブからは以下の応答がある。 01xxxxxxB：スレーブが送信可能なデータ数は xxxxxxB 00xxxxxxB：スレーブが受信可能なデータ数は xxxxxxB
受信	01xxxxxxB	マスタが xxxxxxB バイトのデータを受信する。
送信	10xxxxxxB	マスタが xxxxxxB バイトのデータを送信する。
送受信	11xxxxxxB	xxxxxxB バイトのデータを送受信する。

5.2 オプション・バイトの設定一覧

表 5.2 にオプション・バイト設定を示します。

表 5.2 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H	01101110B	ウォッチドッグ・タイマ 動作停止 (リセット解除後、カウント停止)
000C1H	01111111B	LVD リセット・モード 2.81V (2.76V~2.87V)
000C2H	11100000B	HS モード、HOCO : 24MHz
000C3H	10000101B	オンチップ・デバッグ許可

5.3 定数一覧

表 5.3 と表 5.4 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 5.3 サンプルコードで使用する定数 (1/2)

定数名	定義場所	設定値	内容
CLKFREQ	DEV&CSI_CH .inc	24000	RL78/G12 の動作クロックを kHz 単位で示す (24MHz)
BAUDRATE	↑	1000	通信速度を kbps 単位で表したもの (1Mbps)
DIVIDE	↑	CLKFREQ/BAUDRATE	指定された通信速度に必要な分周比
SDRDATA	↑	(DIVIDE - 1)*0x200	通信速度指定で SDR に設定する値
INTERVAL	↑	1	スロットの間隔を ms 単位で表した値 (1ms)
TDRDATA	↑	(CLKFREQ/128)*INTERVAL-1	TDR03H に設定する値
SPSmL	↑	SPS0L ^注	SAU のプリスケアラ設定レジスタ
SMRmn	↑	SMR00 ^注	チャンネルのモード設定レジスタ
SCRmn	↑	SCR00 ^注	チャンネルの通信動作設定レジスタ
SDRmn	↑	SDR00 ^注	チャンネルのシリアル・データ・レジスタ
SIOp	↑	SIO00 ^注	その下位 8 ビット
SSRmnL	↑	SSR00L ^注	チャンネルのステータス・レジスタ
SIRmnL	↑	SIR00L ^注	チャンネルのフラグ・クリア・トリガ・レジスタ
SSmL	↑	SS0L ^注	チャンネル開始レジスタ
STmL	↑	ST0L ^注	チャンネル停止レジスタ
TRGONn	↑	0B00000001 ^注	SSmL, STmL に対する設定値
SOEmL	↑	SOE0L ^注	チャンネル出力許可レジスタ
SOEON	↑	TRGONn	チャンネル出力許可レジスタへの設定用 (許可時)
SOEOFF	↑	0B11111110 ^注	チャンネル出力許可レジスタへの設定用 (禁止時)
SOM	↑	SO0 ^注	チャンネル出力レジスタ
SOHIGH	↑	TRGONn	チャンネル出力レジスタへの設定用
PM_CSIp	↑	PM1 ^注	使用するポートのモード・レジスタ
PM_SCKp	↑	PM1.0 ^注	SCK 信号用ポートのモード・レジスタ
PM_SIp	↑	PM1.1 ^注	SI 信号用ポートのモード・レジスタ
PM_SOp	↑	PM1.2 ^注	SO 信号用ポートのモード・レジスタ

表 5.4 サンプルコードで使用する定数（2/2）

定数名	定義場所	設定値	内容
P_CSIp	DEV&CSI_CH .inc	P1	使用するポートの出力ラッチ
P_SCKp	↑	P1.0	SCK 信号用ポート
P_SIp	↑	P1.1	SI 信号用ポート
P_SOp	↑	P1.2	SO 信号用ポート
CSIFp	↑	CSIF00	チャンネル割り込み要求フラグ
CSIMKp	↑	CSIMK00	チャンネルの割り込みマスク・レジスタ
CRXMODE	↑	0B0100000000000111	受信モードでの SCR レジスタへの設定値
CTXMODE	↑	0B1000000000000111	送信モードでの SCR レジスタへの設定値
CTRXMODE	↑	0B1100000000000111	送受信モードでの SCR レジスタへの設定値
CSMRDATA	↑	0B0000000000100000	SMR レジスタへの初期設定値
BUSYSIG	r_main.asm	P2.1	BUSY 信号確認用ポート
CS1SIG	↑	P2.3	CS1 出力用ポート
CS2SIG	↑	P2.2	CS2 出力用ポート
CRXDTNO	↑	8	受信データ用バッファの大きさ（バイト）
CTXDTNO	↑	8	送信データ用バッファの大きさ（バイト）
STSCHKCMD	↑	0B00000000	ステータス確認コマンド
MSTRDCMD	↑	0B01000000	マスタ受信コマンド
MSTWTCMD	↑	0B10000000	マスタ送信コマンド
MSTRWOMD	↑	0B11000000	送受信コマンド
SELCS1SIG	↑	0B00000100	スレーブ 1 選択用設定データ
SELCS2SIG	↑	0B00001000	スレーブ 2 選択用設定データ
SELOFFSIG	↑	0B00001100	スレーブ選択中止用設定データ

5.4 変数一覧

表 5.5 にグローバル変数を示します。

表 5.5 グローバル変数

Type	Variable Name	Contents	Function Used
16 ビット	RCSISUBADDR	INTCSIp 割り込み発生時に実際に処理するプログラムのアドレス	main, STXDATAST, SRXDATAST, SSEQRXSUB, SSEQTXSUB, SSEQTRXSUB, IINTCSIp, STXNEXT, STRXLAST
8 ビットの配列	RSNDBUF1	スレーブ 1 への送信データバッファ	main, (SETTRXPNTNTR) , SCHANGEDATA, SSEQTXSUB, SSEQTRXSUB, STXNEXT, STRXNEXT
8 ビットの配列	RRCVBUF1	スレーブ 1 からの受信データバッファ	main, SRXNEXT, STRXNEXT, STRXEND
16 ビット	RSTTS1	スレーブ 1 の送信可能データ数, 受信可能データ数	main, SSTSCHK, STXCMD, SRXCMD, STRXCMD
8 ビットの配列	RSNDBUF2	スレーブ 2 への送信データバッファ	main, (SETTRXPNTNTR) , SCHANGEDATA, SSEQTXSUB, SSEQTRXSUB, STXNEXT, STRXNEXT
8 ビットの配列	RRCVBUF 2	スレーブ 2 からの受信データバッファ	main, SRXNEXT, STRXNEXT, STRXEND
16 ビット	RSTTS2	スレーブ 2 の送信可能データ数, 受信可能データ数	main, SSTSCHK, STXCMD, SRXCMD, STRXCMD
8 ビット	RCSFLAG	LSB がアクセスするスレーブを示す	main, SETTRXPNTNTR, SSLAVSEL, SSTSCHK
8 ビット	RRCVBUF	シングル転送の受信データ格納用	SWAITRXEND, CSITXEND
8 ビット	CSISTS	残り転送データ数	STXDATAST, SWAITTXEND, SRXDATAST, SWAITRXEND, SSEQRXSUB, SWAITSTREND, SSEQTXSUB, SSEQTRXSUB, CSITXEND, SRXNEXT, STXNEXT, STXEND, STRXNEXT, STRXEND
8 ビットの配列	RCMPDATA	受信データの期待値格納領域	SCHANGEDATA, SCHKDTSUB

5.5 関数 (サブルーチン) 一覧

表 5.6 に関数 (サブルーチン) 一覧を示します。

表 5.6 関数 (サブルーチン) 一覧

関数名	概要
SINISAU	CSIp の初期設定処理
SINITAU	TM03, TM03H の初期設定処理
SSTARTINTV	1ms インターバル・タイマの起動処理
SCHANGEDATA	送信データから期待値の作成と次の送信データ生成処理
SCHKDTSUB	受信データと期待値データの比較処理
SETTRXPNT	スレーブ番号から使用するデータバッファのアドレスをポインタに設定
SWAIT1MS	1ms のインターバルのタイミングを HALT 状態で待つ。
SSLAVSEL	スレーブ番号から使用するスレーブの CS 信号を出力し、
SWAITRDY	BUSY 信号がローになるのをタイムアウトまで待つ。
SSTSCHK	スレーブのステータスの確認処理
STXCMD	スレーブへの連続送信モードでのデータ送信処理
SRXCMD	スレーブへの連続受信モードでのデータ受信処理
STRXCMD	スレーブとの連続送受信モードでのデータ送受信処理
STXDATAST	1 キャラクタの送信開始処理 (A レジスタのデータを送信)
SWAITTXEND	1 キャラクタの送信完了待ち処理
SRXDATAST	1 キャラクタの受信開始処理
SWAITRXEND	1 キャラクタの受信完了待ち処理 (受信データを A レジスタにセット)
STRXREADY	1 キャラクタの転送状態チェック。完了なら Z フラグが 1 に
SSEQRXSUB	連続受信起動処理 (HL で指し示すバッファに A レジスタで示す数受信)
SWAITSTREND	連続転送の完了待ち処理
SSEQTXSUB	連続送信起動処理 (HL で指し示すデータを A レジスタで示す数送信)
SSEQTRXSUB	連続送受信起動処理 (HL: 送信ポインタ, DE: 受信ポインタ, A: 転送数)
SSETENDINT	転送完了割り込みに設定
SSETEMPTYINT	バッファ空き割り込みに設定
SCHNG2TRX	一旦動作を停止し、送受信モード (転送完了割り込み) で動作許可
SCHNG2TX	一旦動作を停止し、送信モード (転送完了割り込み) で動作許可
SCHNG2RX	一旦動作を停止し、受信モード (転送完了割り込み) で動作許可
STARTCSIp	CSI の動作を許可
STOPCSIp	CSI の動作を停止
IINTCSIp	INTCSIp 割り込みの処理開始 (処理部へ分岐処理)
CSITXEND	1 キャラクタ転送の転送完了割り込み処理 (受信データを RRCVBUF に)
SRXNEXT	連続受信の 1 キャラクタ転送完了割り込み処理
STXNEXT	連続送信のバッファ空き割り込み処理
STXEND	連続送信の送信完了割り込み処理 (変数 CSISTS を 0 にセット)
STRXNEXT	連続送受信のバッファ空き割り込み処理
STRXEND	連続送受信の転送完了割り込み

5.6 関数（サブルーチン）仕様

サンプルコードの関数（サブルーチン）仕様を示します。

[関数名] SINISAU

概要	CSIp の初期設定処理
説明	CSIp をタイプ 1, 8 ビット長, MSB ファースト, 転送完了割り込みでの送受信に設定します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SINITAU

概要	TM03 の初期設定処理
説明	TM03 を 2 つの 8 ビットタイマでのインターバル・タイマに設定します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SSTARTINTV

概要	TM03H の起動処理
説明	TM03H (1ms のインターバル・タイマ) の動作を起動します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SCHANGEDATA

概要	送信データから期待値の作成と次の送信データ生成処理
説明	送信完了したデータから次のスレーブからの受信データの期待値を変数領域 (RCMPDATA) に生成し, 送信用バッファの内容を更新します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SCHKDTSUB

概要	受信データを期待値と比較
説明	受信したデータ期待値と比較します。結果は CY フラグで戻します。
引数	なし
リターン値	CY フラグ : [1 : 比較結果にエラー検出, 0 : 比較結果は正常]
備考	なし

[関数名] SETTRXPNTR

概要	選択したスレーブに対応したバッファポインタを設定	
説明	RCSFLAG.0 で示されるスレーブに対応した送信データの格納されたアドレスを HL レジスタに、受信データを格納するバッファのアドレスを DE レジスタに設定します。	
引数	なし	
リターン値	HL レジスタ	: 送信データの格納アドレス
	DE レジスタ	: 受信データの格納アドレス
備考	なし	

[関数名] SWAIT1MS

概要	1ms インターバルのタイミングを待つ	
説明	ベクタ割り込みは禁止し、HALT モードで TM03H の割り込み発生を待ちます。	
引数	なし	
リターン値	なし	
備考	なし	

[関数名] SSLAVSEL

概要	スレーブ選択処理	
説明	RCSFLAG.0 で示されるスレーブの CS 信号を出力し、スレーブからの応答を待ちます。タイムアウトを検出したら、CS 信号を切ります。	
引数	なし	
リターン値	CY フラグ	: [1 : スレーブ応答なし, 0 : スレーブ応答あり]
備考	なし	

[関数名] SWAITRDY

概要	スレーブからの応答待ち関数	
説明	TM03（タイムアウト計測用）を起動して、スレーブからの応答（BUSY 信号がローになる）を待ちます。その前にタイムアウトを検出した場合には、CS 信号を切って、処理を終了します。	
引数	なし	
リターン値	CY フラグ	: [1 : スレーブ応答なし, 0 : スレーブ応答あり]
備考	なし	

[関数名] IINTCSIp

概要	INTCSIp 割り込みの起動処理	
説明	INTCSIp 発生で起動し、レジスタバンクを 1 に変更して、変数 RCSISUBADDR に格納されたアドレスに分岐します。	
引数	なし	
リターン値	なし	
備考	なし	

[関数名] SSTSCHK

概要	スレーブのステータス確認処理関数
説明	選択したスレーブにステータス確認コマンドを送信し、スレーブからの送受信可能データ数を作業領域に格納します。タイムアウトが検出された場合や受信したステータス（データ数）が異常の場合にはエラーとします。
引数	なし
リターン値	CY フラグ : [1 : スレーブ応答異常, 0 : スレーブ正常応答]
備考	正常時, RSTTS1 または 2 にスレーブの送信可能データ数と受信可能データ数を格納します。

[関数名] STXCMD

概要	スレーブへの送信処理関数
説明	スレーブにマスタ送信コマンドを送信し、CSIp を送信モードに設定を変更して、RSTTS1 または 2 に格納されたスレーブの受信可能データ数分だけ送信データバッファのデータを送信します。
引数	なし
リターン値	CY フラグ : [1 : スレーブ応答異常, 0 : スレーブ正常応答]
備考	なし

[関数名] SRXCMD

概要	スレーブからのデータ受信処理関数
説明	スレーブにマスタ受信コマンドを送信し、CSIp を受信モードに設定を変更して、RSTTS1 または 2 に格納されたスレーブの送信可能データ数分だけデータを受信し、受信データバッファに格納します。
引数	なし
リターン値	CY フラグ : [1 : スレーブ応答異常, 0 : スレーブ正常応答]
備考	なし

[関数名] STRXCMD

概要	スレーブとのデータ送受信処理関数
説明	スレーブにデータ送受信コマンドを送信し、CSIp を送受信モードに設定を変更して、RSTTS1 または 2 に格納されたスレーブの受信可能データ数分だけ送信データバッファのデータを送信及び、受信したデータを受信データバッファに格納します。
引数	なし
リターン値	CY フラグ : [1 : スレーブ応答異常, 0 : スレーブ正常応答]
備考	スレーブからの送受信可能データ数が等しいときのみ呼び出されます。

以下の関数（サブルーチン）は汎用の関数として使用できます。

[関数名] STXDATAST

概要	1 キャラクタの送信開始処理関数
説明	A レジスタのデータを SIOp に書き込んで、通信を起動します。INTCSIp の処理ルーチンとして、CSITXEND のアドレスを RCSISUBADDR に設定し、通信中データ数を 1 に設定して戻ります。
引数	A レジスタ 送信データ
リターン値	なし（ただし、CSISTS を 1 にします）
備考	CSIp は送信または送受信に設定してある必要があります。

[関数名] SWAITTXEND

概要	1 キャラクタの送信完了待ち処理関数
説明	STXDATAST 関数で起動した送信の完了（CSISTS=0）を待ちます。
引数	なし
リターン値	なし
備考	送信完了割り込みは CSITXEND で処理（CSISTS=0 に設定）されます。

[関数名] SRXDATAST

概要	1 キャラクタの受信開始処理関数
説明	SIOp にダミー・データ（OFFH）を書き込んで受信動作を起動します。INTCSIp の処理ルーチンとして、CSITXEND のアドレスを RCSISUBADDR に設定し、通信中データ数を 1 に設定して戻ります。
引数	なし
リターン値	なし
備考	CSIp は受信または送受信に設定してある必要があります。

[関数名] SWAITRXEND

概要	1 キャラクタの受信完了待ち処理関数
説明	SRXDATAST 関数で起動した受信の完了（CSISTS=0）を待ちます。受信が完了したら、RRCVBUF に格納された受信データを読み出します。
引数	なし
リターン値	A レジスタ 受信データ
備考	受信データは CSITXEND で RRCVBUF に格納されます。

[関数名] STRXREADY

概要	1 キャラクタの転送状態チェック関数
説明	送信または受信の状態を CSISTS でチェックします。通信が完了していないときには Z フラグは 0 で、通信が完了しているときには Z フラグが 1 で戻ります。
引数	なし
リターン値	Z フラグ : [1 : 通信完了, 0 : 通信中] A レジスタ : 通信完了時には受信データ（RRCVBUF の内容）
備考	なし

[関数名] SSEQRXSUB

概要	連続受信起動処理関数		
説明	受信モードに設定し、HL レジスタで示されるバッファに A レジスタで示される数のデータの受信を起動します。INTCSIp の処理ルーチンとして、SRXNEXT のアドレスを RCSISUBADDR に設定し、A レジスタの値を通信中データ数（CSISTS）に設定して戻ります。A レジスタで示される受信データ数が 0 の場合には Z フラグが 1 で戻ります。		
引数	HL レジスタ	:	受信データ格納アドレス
	A レジスタ	:	受信データ数
リターン値	Z フラグ	:	[0 : 正常起動, 1 : データ数が 0] (正常起動時, CSISTS に通信データ数が入ります。)
備考	なし		

[関数名] SWAITSTREND

概要	連続転送の完了待ち処理関数		
説明	連続受信, 連続送信, 連続送受信共通の完了待ち処理で, 通信中のデータ数 (CSISTS) が 0 になるのを待ちます。		
引数	なし		
リターン値	なし		
備考	なし		

[関数名] SSEQTXSUB

概要	連続送信起動処理関数		
説明	送信モードに設定し、HL レジスタで示されるバッファから A レジスタで示される数のデータの送信を起動し、データが送信開始されたことを TSF ビットで確認します。送信データ数が 2 キャラクタ以上なら割り込みタイミングをバッファ空き割り込みに変更し、INTCSIp の処理ルーチンとして、RCSISUBADDR に STXNEXT のアドレスを設定します。 送信データ数が 1 キャラクタなら RCSISUBADDR に STXEND のアドレスを設定します。 A レジスタの値を通信中データ数（CSISTS）に設定して戻ります。A レジスタで示される受信データ数が 0 の場合には Z フラグが 1 で戻ります。		
引数	HL レジスタ	:	送信データ格納アドレス
	A レジスタ	:	送信データ数
リターン値	Z フラグ	:	[0 : 正常起動, 1 : データ数が 0] (正常起動時, CSISTS に通信データ数が入ります。)
備考	なし		

[関数名] SSEQTRXSUB

概要	連続送受信起動処理関数
説明	送受信モードに設定し、HL レジスタで示されるバッファから A レジスタで示される数のデータの送信と受信を起動し、データの送受信が開始されたことを TSF ビットで確認します。 送信データ数が 2 キャラクタ以上なら、割り込みタイミングをバッファ空きに変更し、INTCSIp の処理ルーチンとして RCSISUBADDR に STRXNEXT のアドレスを設定します。送信データ数が 1 キャラクタなら、RCSISUBADDR に STRXEND のアドレスを設定します。 A レジスタの値を通信中データ数 (CSISTS) に設定して戻ります。A レジスタで示される受信データ数が 0 の場合には Z フラグが 1 で戻ります。
引数	HL レジスタ : 送信データ格納アドレス DE レジスタ : 受信データ格納アドレス A レジスタ : 転送データ数
リターン値	Z フラグ : [0 : 正常起動, 1 : データ数が 0] (正常起動時、CSISTS に通信データ数が入ります。)
備考	なし

[関数名] SSETENDINT

概要	転送完了割り込み設定関数
説明	CSIp の割り込みタイミングを転送完了に設定します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SSETEMPYINT

概要	バッファ空き割り込み設定関数
説明	CSIp の割り込みタイミングをバッファ空き割り込みに設定します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SCHNG2TRX

概要	CSIp を送受信モードに設定関数
説明	CSIp の動作を一旦停止し、送受信モードに設定変更して動作許可に設定します。割り込みタイミングは転送完了になります。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SCHNG2TX

概要	CSIp を送信モードに設定関数
説明	CSIp の動作を一旦停止し、送信モードに設定変更して動作許可に設定します。割り込みタイミングは転送完了になります。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SCHNG2RX

概要	CSIp を受信モードに設定関数
説明	CSIp の動作を一旦停止し、受信モードに設定変更して動作許可に設定します。割り込みタイミングは転送完了になります。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] STARTCSIp

概要	CSIp の動作許可設定関数
説明	CSIp を動作許可に設定します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] STOPCSIp

概要	CSIp の動作禁止設定関数
説明	CSIp を動作禁止に設定します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] CSITXEND

概要	1 キャラクタ転送の転送完了割り込み処理関数
説明	CSIp から受信データを読み出し、RRCVBUF に格納し、通信中データ数 (CSISTS) を 0 にします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SRXNEXT

概要	連続受信の1キャラクタ転送完了割り込み処理関数
説明	CSIp から受信データを読み出し、バッファ領域に格納し、通信中データ数 (CSISTS) を-1 します。残りデータ数が2 以上なら受信起動のためにダミー・データを SIOp に書き込みます。残りデータ数が1 なら、割り込みタイミングを転送完了割り込みに変更します。残りデータ数が0 ならば、処理を完了します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] STXNEXT

概要	連続送信のバッファ空き割り込み処理関数
説明	残りデータ数が1 なら、割り込みタイミングを転送完了割り込みに変更し、INTCSIp の処理ルーチンとして RCSISUBADDR を STXEND のアドレスに変更します。 残りデータ数が2 以上なら、通信中データ数 (CSISTS) を-1 し、送信データバッファから読み出したデータを SIOp に書き込みます。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] STXEND

概要	連続送信の送信完了割り込み処理関数
説明	連続送信の完了割り込み処理です。通信中データ数 (CSISTS) を0 にして、通信完了を示します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] STRXNEXT

概要	連続送受信のバッファ空き割り込み処理関数
説明	受信データを受信データバッファに格納します。残りデータ数が2 以上なら、通信中データ数 (CSISTS) を-1 し、送信データバッファから読み出したデータを SIOp に書き込みます。 残りデータ数が1 なら、割り込みタイミングを転送完了割り込みに変更し、INTCSIp の処理ルーチンとして RCSISUBADDR を STRXEND のアドレスに変更します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] STRXEND

概要	連続送受信の転送完了割り込み処理関数
説明	連続送受信の転送完了割り込み処理です。受信データを受信データバッファに格納し、通信中データ数 (CSISTS) を0 にして、通信完了を示します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

5.7 フローチャート

図 5.1 に本アプリケーションノートの全体フローを示します。

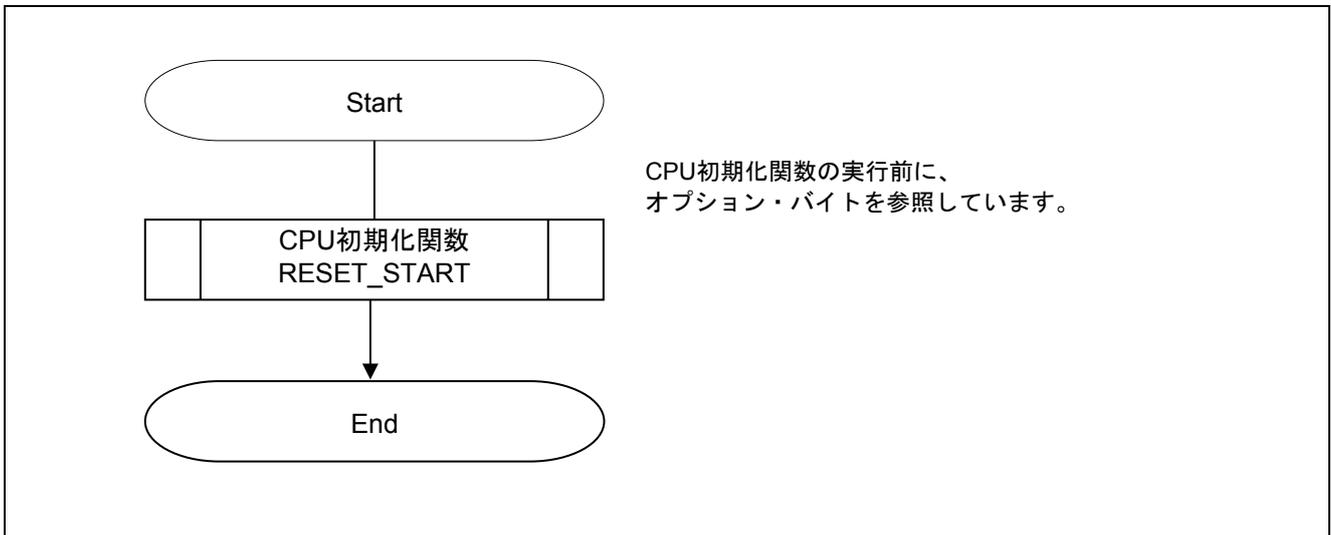


図 5.1 全体フロー

5.7.1 CPU 初期化関数

図 5.2 に CPU 初期化関数のフローチャートを示します。

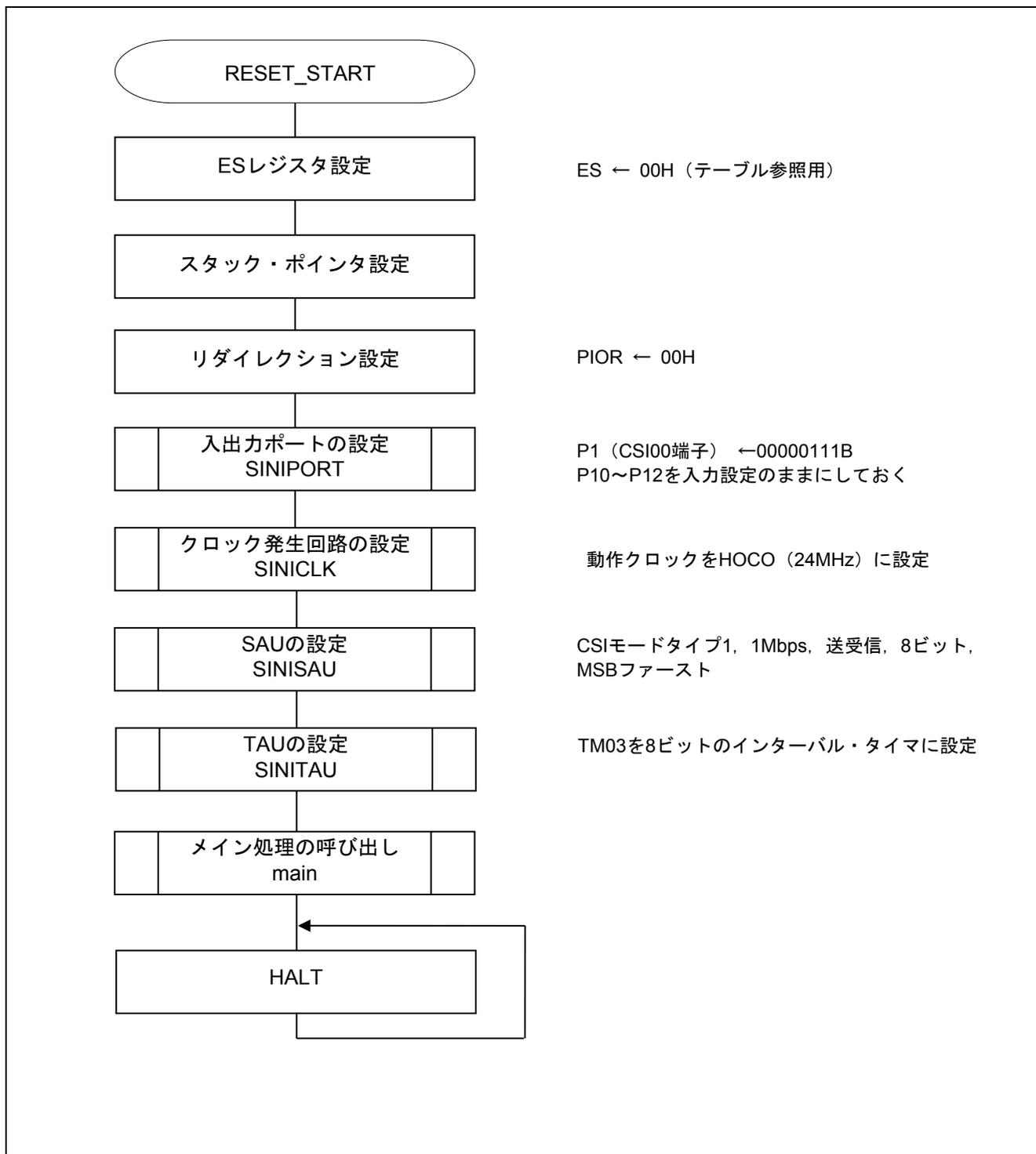


図 5.2 CPU 初期化関数

5.7.2 入出力ポート設定

図 5.3 に入出力ポートのフローチャートを示します。

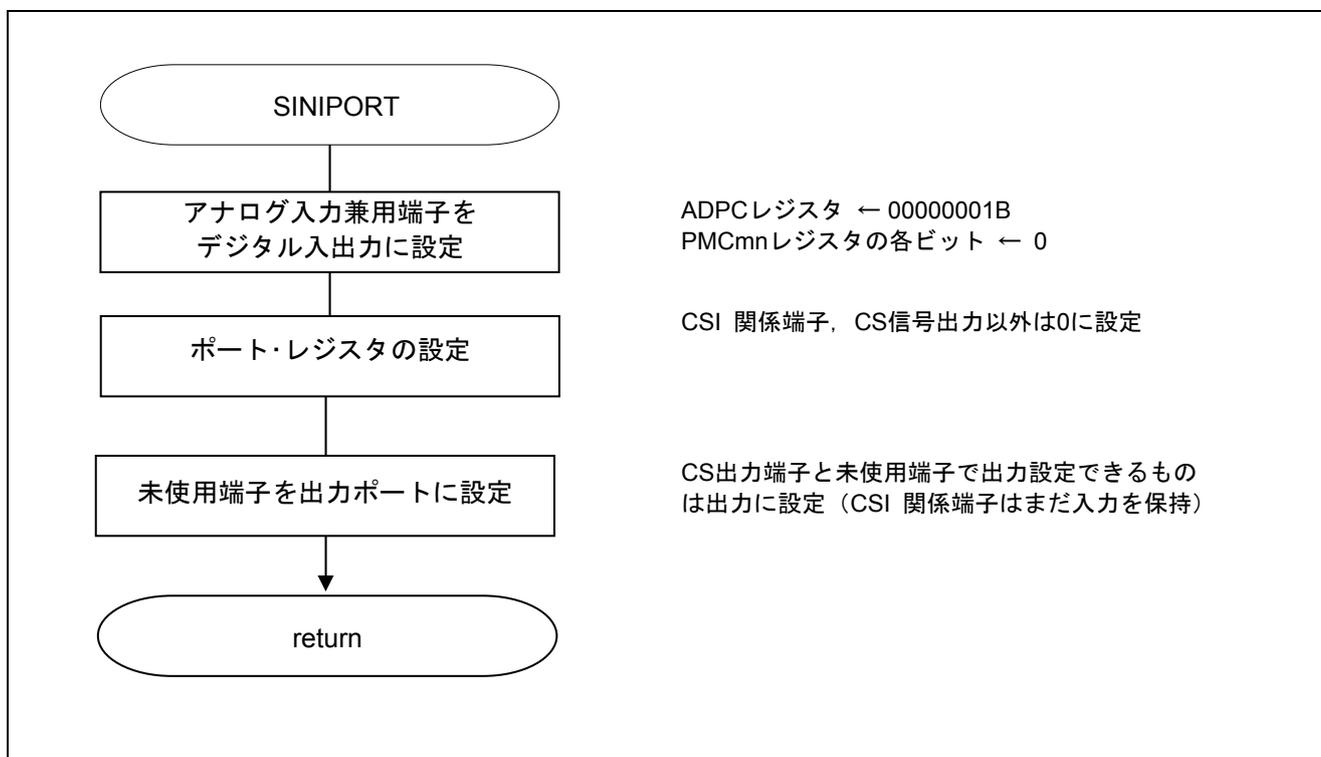


図 5.3 入出力ポート設定

注 未使用ポートの設定については、RL78/G12 初期設定 (R01AN2582J) アプリケーションノート“フローチャート”を参照して下さい。

注意 未使用のポートは、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください。また、未使用の入力専用ポートは個別に抵抗を介して VDD 又は VSS に接続して下さい。

5.7.3 クロック発生回路の設定

図 5.4 にクロック発生回路のフローチャートを示します。

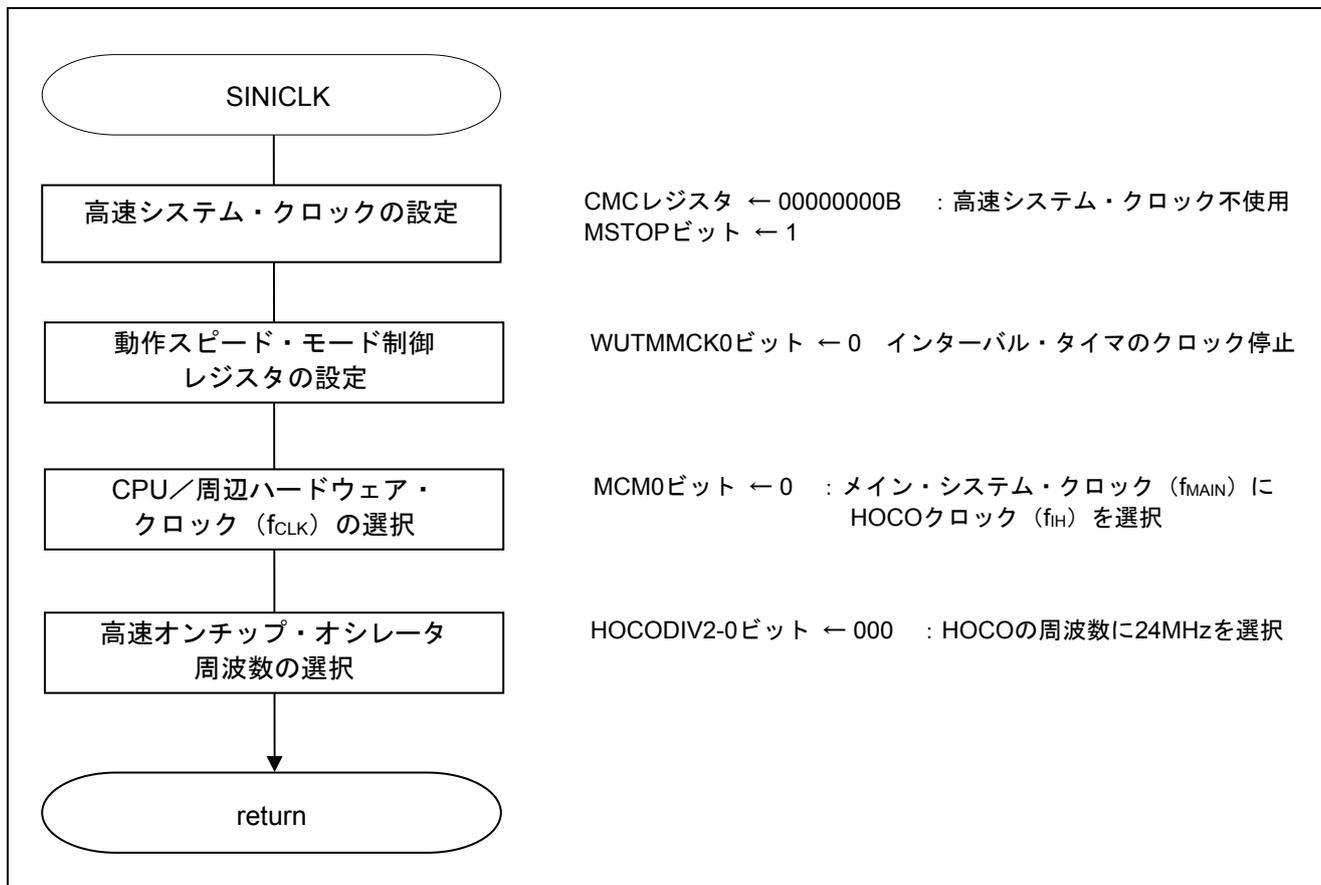


図 5.4 クロック発生回路の設定

注意 クロック発生回路の設定 (SINICKL) については、RL78/G12 初期設定 (R01AN2582J) アプリケーションノート“フローチャート”を参照して下さい。

5.7.4 SAU の設定

図 5.5 に SAU の設定のフローチャートを示します。

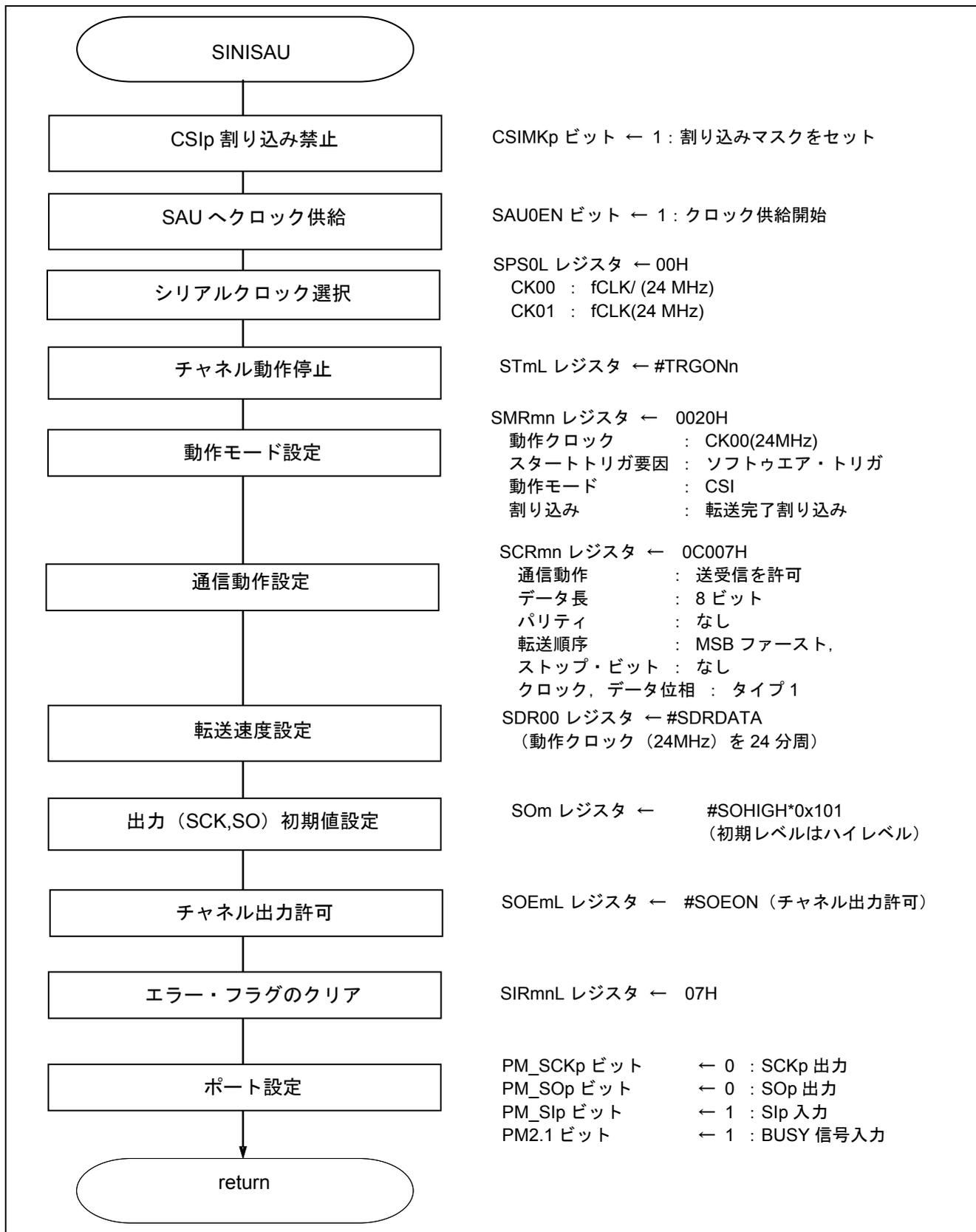


図 5.5 SAU の設定

SAU へのクロック供給開始

- ・周辺イネーブル・レジスタ 0 (PER0)

クロック供給
略号 : PER0

	7	6	5	4	3	2	1	0
TMKAE	0	ADCEN	IICA0EN	SAU1EN	SAU0EN	0	TAU0EN	
x	0	x	x	0/1	0/1	0	x	

ビット 3, 2

SAUmEN	シリアル・アレイ・ユニット n の入力クロック供給の制御
0	入力クロック供給停止
1	入力クロック供給

シリアル・クロックの選択

- ・シリアル・クロック選択レジスタ m (SPSm)

動作クロックの設定

略号 : SPSm

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	PRS m13	PRS m12	PRS m11	PRS m10	PRS m03	PRS m02	PRS m01	PRS m00
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

ビット 7-0

PRS mn3	PRS mn2	PRS mn1	PRS mn0	動作クロック (CK0n) の選択 (n = 0 ~ 1)					
				f _{CLK} = 2MHz	f _{CLK} = 5MHz	f _{CLK} = 10MHz	f _{CLK} = 20MHz	f _{CLK} = 24MHz	
0	0	0	0	f _{CLK}	2MHz	5MHz	10MHz	20MHz	24MHz
0	0	0	1	f _{CLK} /2	1MHz	2.5MHz	5MHz	10MHz	12MHz
0	0	1	0	f _{CLK} /2 ²	500kHz	1.25MHz	2.5MHz	5MHz	6MHz
0	0	1	1	f _{CLK} /2 ³	250kHz	625kHz	1.25MHz	2.5MHz	3MHz
0	1	0	0	f _{CLK} /2 ⁴	125kHz	313kHz	625kHz	1.25MHz	1.5MHz
0	1	0	1	f _{CLK} /2 ⁵	62.5kHz	156kHz	313kHz	625kHz	750kHz
0	1	1	0	f _{CLK} /2 ⁶	31.3kHz	78.1kHz	156kHz	313kHz	375kHz
0	1	1	1	f _{CLK} /2 ⁷	15.6kHz	39.1kHz	78.1kHz	156kHz	188kHz
1	0	0	0	f _{CLK} /2 ⁸	7.81kHz	19.5kHz	39.1kHz	78.1kHz	93.8 kHz
1	0	0	1	f _{CLK} /2 ⁹	3.91kHz	9.77kHz	19.5kHz	39.1kHz	46.9kHz
1	0	1	0	f _{CLK} /2 ¹⁰	1.95kHz	4.88kHz	9.77kHz	19.5kHz	23.4kHz
1	0	1	1	f _{CLK} /2 ¹¹	977Hz	2.44kHz	4.88kHz	9.77kHz	11.7kHz
1	1	0	0	f _{CLK} /2 ¹²	488Hz	1.22kHz	2.44kHz	4.88kHz	5.86kHz
1	1	0	1	f _{CLK} /2 ¹³	244Hz	610Hz	1.22kHz	2.44kHz	2.93kHz
1	1	1	0	f _{CLK} /2 ¹⁴	122Hz	305Hz	610Hz	1.22kHz	1.46kHz
1	1	1	1	f _{CLK} /2 ¹⁵	61Hz	153Hz	305Hz	610Hz	732Hz

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

チャンネルの動作モード設定

・シリアル・モード・レジスタ mn (SMRmn)

割り込み要因
動作モード
転送クロックの選択
f_{MCK}の選択

略号 : SMRmn

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS mn	CCS mn	0	0	0	0	0	0	STS mn	0	0	1	0	0	MD mn2	MD mn1	MD mn0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

ビット15

CKSmn	チャンネル n の動作クロック (f _{MCK}) の選択
0	SPSm レジスタで設定したプリスケアラ出カクロック CK00
1	SPSm レジスタで設定したプリスケアラ出カクロック CK01

ビット14

CCSmn	チャンネル n の転送クロック (TCLK) の選択
0	CKSmn ビットで指定した動作クロック f _{MCK} の分周クロック
1	SCK 端子からの入カクロック

ビット8

STSmn	スタート・トリガ要因の選択
0	ソフトウェア・トリガのみ有効
1	RxD 端子の有効エッジ (UART 受信時に選択)

ビット2-1

MDmn2	MDmn1	チャンネル n の動作モードの設定
0	0	CSI モード
0	1	UART モード
1	0	簡易 I ² C モード
1	1	設定禁止

ビット0

MDmn0	チャンネル n の割り込み要因の選択
0	転送完了割り込み
1	バッファ空き割り込み

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

チャンネルの通信動作設定

- ・シリアル通信動作レジスタ mn（SCRmn）
データ長の設定、データ転送順序、動作モード

略号：SCRmn

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TXE mn	RXE mn	DAP mn	CKP mn	0	EOC mn	PTC mn1	PTC mn0	DIR mn	0	SLC mn1	SLC mn0	0	1	DLS mn1	DLS mn0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

ビット15－14

TXEmn	RXEmn	チャンネルnの動作モードの設定
0	0	通信禁止
0	1	受信のみを行う
1	0	送信のみを行う
1	1	送受信を行う

ビット10

EOCmn	エラー割り込み信号（INTSREn）のマスク可否の選択
0	エラー割り込み INTSRE0 をマスクする
1	エラー割り込み INTSREx の発生を許可する

ビット9－8

PTCmn1	PTCmn0	UART モードでのパリティ・ビットの設定	
		送信動作	受信動作
0	0	パリティ・ビットを出力しない	パリティなしで受信
0	1	0 パリティを出力	パリティ判定を行わない
1	0	偶数パリティを出力	偶数パリティとして判定を行う
1	1	奇数パリティを出力	奇数パリティとして判定を行う

ビット7

DIRmn	CSI、UART モードでのデータ転送順序の選択
0	MSB ファーストで入出力を行う
1	LSB ファーストで入出力を行う

ビット5－4

SLCmn1	SLCmn0	UART モードでのストップ・ビットの設定
0	0	ストップ・ビットなし
0	1	ストップ・ビット長 = 1 ビット
1	0	ストップ・ビット長 = 2 ビット
1	1	設定禁止

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

略号 : SCRmn

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TXE mn	RXE mn	DAP mn	CKP mn	0	EOC mn	PTC mn1	PTC mn0	DIR mn	0	SLC mn1	SLC mn0	0	1	DLS mn1	DLS mn0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

ビット 1－0

DLSmn1	DLSmn0	CSI モードでのデータ長の設定
0	1	9 ビット・データ長
1	0	7 ビット・データ長
1	1	8 ビット・データ長
その他		設定禁止

チャンネル転送クロックの設定

- ・シリアル・データ・レジスタ mn (SDRmn)
- 転送クロック周波数 : $f_{MCK}/24$ (=1MHz)

略号 : SDRmn

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	1	0	1	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x

ビット 15－9

SDRmn[15:9]							動作クロック (f_{MCK}) の分周による転送クロック設定
0	0	0	0	0	0	0	$f_{MCK}/2$
0	0	0	0	0	0	1	$f_{MCK}/4$
0	0	0	0	0	1	0	$f_{MCK}/6$
0	0	0	0	0	1	1	$f_{MCK}/8$
.
.
0	0	1	0	1	1	1	$f_{MCK}/24$
.
.
1	1	1	1	1	1	0	$f_{MCK}/254$
1	1	1	1	1	1	1	$f_{MCK}/256$

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

初期出力レベルの設定

- ・シリアル出力レジスタ m (SOm)

初期出力 : 1

略号 : SOm

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	CKO m3	CKO m2	CKO m1	CKO m0	0	0	0	0	SO m3	SO m2	SO m1	SO m0
0	0	0	0	0/1	0/1	0/1	0/1	0	0	0	0	0/1	0/1	0/1	0/1

ビット n

SOmn	チャンネル n のシリアル・データ出力
0	シリアル・データ出力値が “0”
1	シリアル・データ出力値が “1”

対象チャンネルのデータ出力許可

- ・シリアル出力許可レジスタ m (SOEm/SOEmL)

出力許可

略号 : SOEm

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SOE m3	SOE m2	SOE m1	SOE m0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/1	0/1	0/1	0/1

ビット n

SOEmn	チャンネル n のシリアル出力許可/停止
0	シリアル通信動作による出力停止
1	シリアル通信動作による出力許可

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

エラー・フラグのクリア

- ・シリアル・フラグ・クリア・トリガ・レジスタ mn (SIRmn)
エラー・フラグのクリア

略号 : SIRmn

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	FECTmn	PECTmn	OVCTmn
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

ビット 2

FECTmn	チャンネル n のフレーミング・エラー・フラグのクリア・トリガ
0	クリアしない
1	SSRmn レジスタの FEFmn ビットを 0 にクリアする

ビット 1

PECTmn	チャンネル n のパリティ・エラー・フラグのクリア・トリガ
0	クリアしない
1	SSRmn レジスタの PEFmn ビットを 0 にクリアする

ビット 0

OVCTmn	チャンネル n のオーバーラン・エラー・フラグのクリア・トリガ
0	クリアしない
1	SSRmn レジスタの OVFmn ビットを 0 にクリアする

割り込みマスク設定

- ・割り込みマスク・フラグ・レジスタ 0H (MK0H)
割り込み処理の禁止

略号 : MK0H (20, 24 ピン製品の場合)

7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK01	TMMK00	IICAMK0	TMMK03H	TMMK01H	SREMK0	SRMK0 CSIMK01 IICMK01	STMK0 CSIMK00 IICMK00
x	x	x	x	x	x	0/1	0/1

CSIMK01	CSIMK00	割り込み処理の制御
0	0	割り込み処理許可
1	1	割り込み処理禁止

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

ポート設定 (CSI00 の場合)

- ・ポート・レジスタ 1 (P1)
 - ・ポート・モード・レジスタ 1 (PM1)
- シリアルクロック用、送信データ用、受信データ用にそれぞれポートを設定します。
略号 : P1

7	6	5	4	3	2	1	0
P17	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10
x	x	x	x	x	1	1	1

ビット 2

P12-10	出力データの制御 (出力モード時)
0	0 を出力
1	1 を出力

略号 : PM1

7	6	5	4	3	2	1	0
PM17	PM16	PM15	PM14	PM13	PM12	PM11	PM10
x	x	x	x	x	0	1	0

ビット 2

PM12	P12 の入出力モードの選択
0	出力モード (出力バッファ・オン)
1	入力モード (出力バッファ・オフ)

ビット 1

PM11	P11 の入出力モードの選択
0	出力モード (出力バッファ・オン)
1	入力モード (出力バッファ・オフ)

ビット 0

PM10	P10 の入出力モードの選択
0	出力モード (出力バッファ・オン)
1	入力モード (出力バッファ・オフ)

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.5 TAU の設定

図 5.6 に TAU の設定のフローチャートを示します。

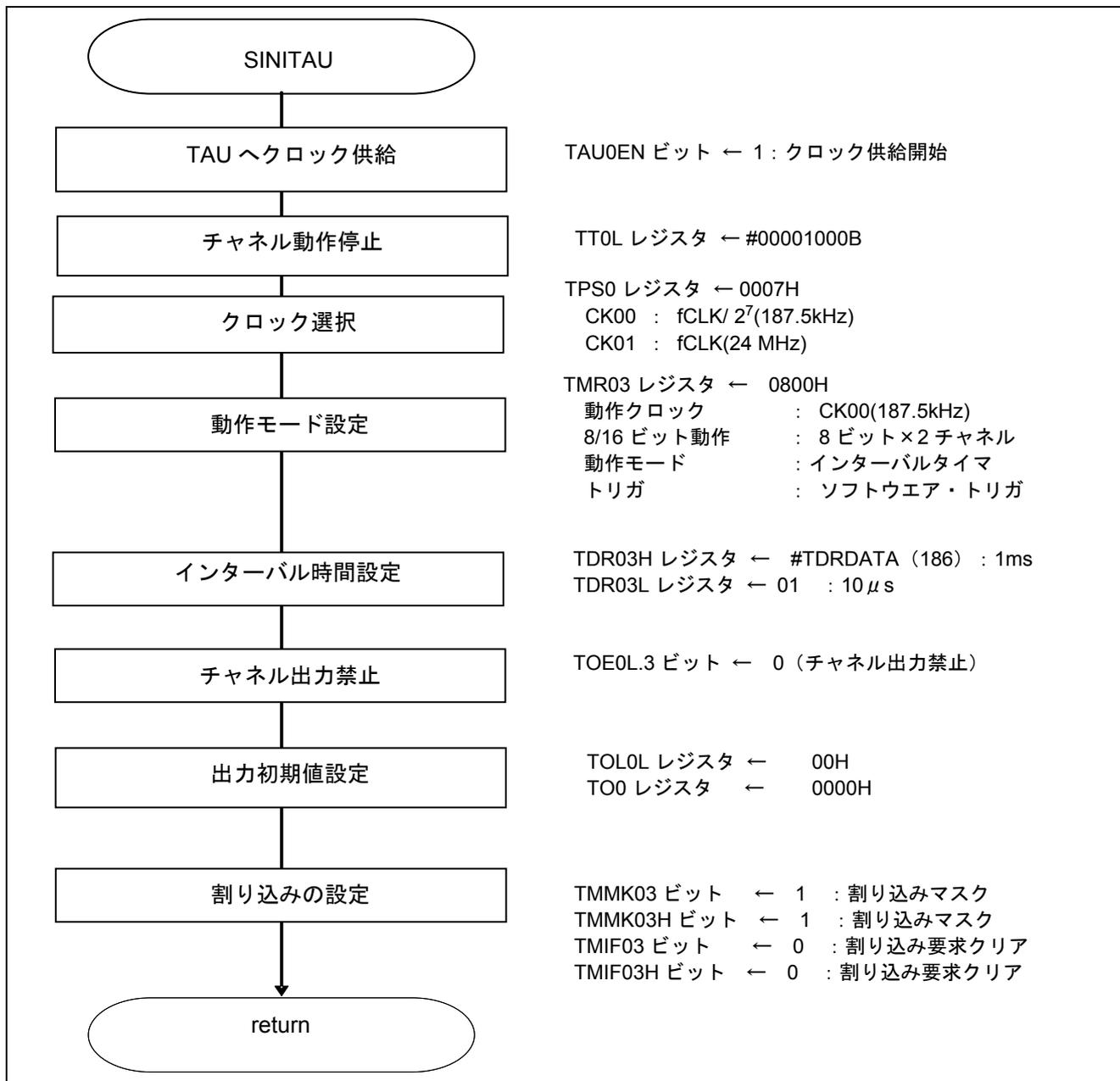


図 5.6 TAU の設定

5.7.6 メイン処理

図 5.7~図 5.9 にメイン処理のフローチャートを示します。

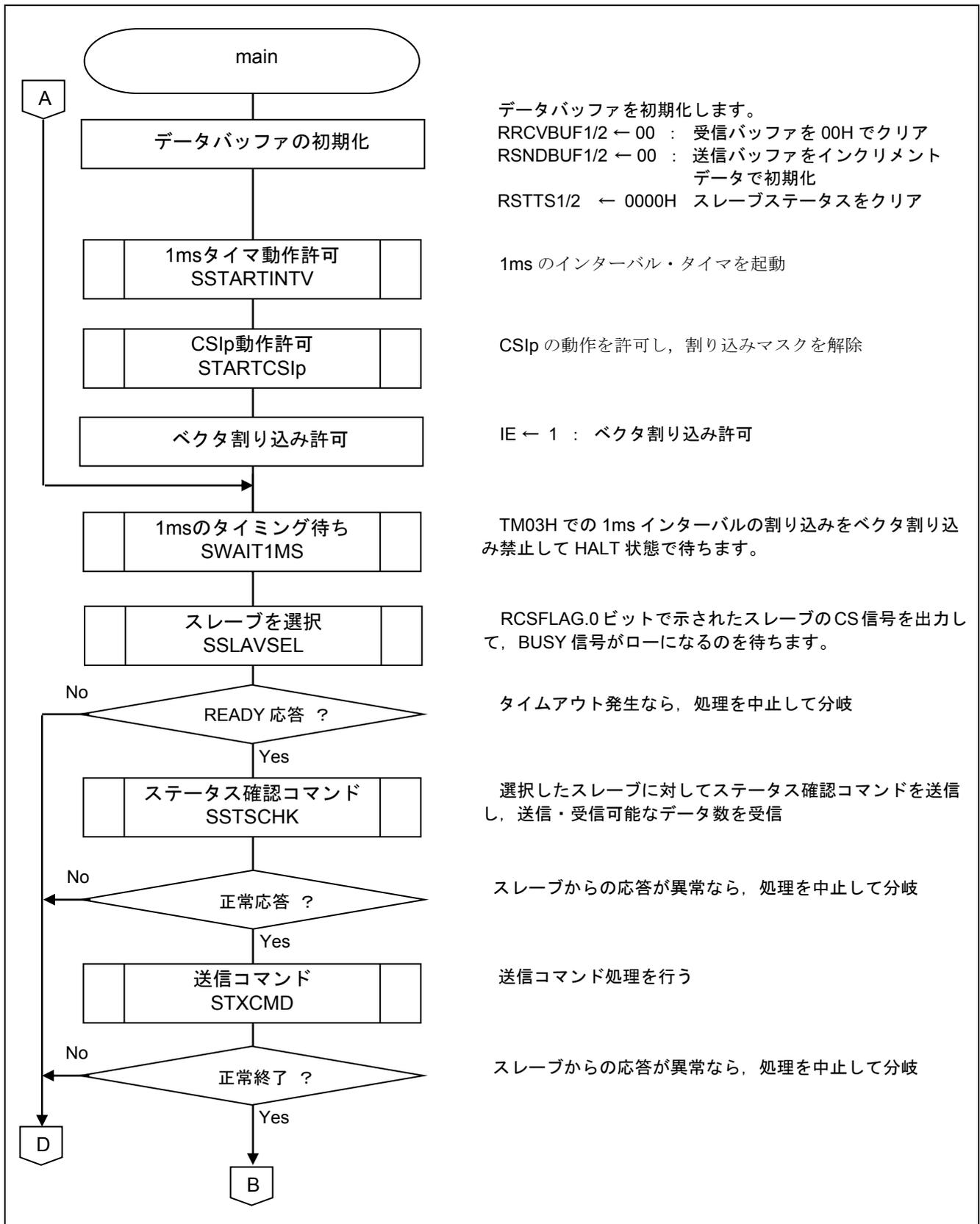


図 5.7 メイン処理(1/3)

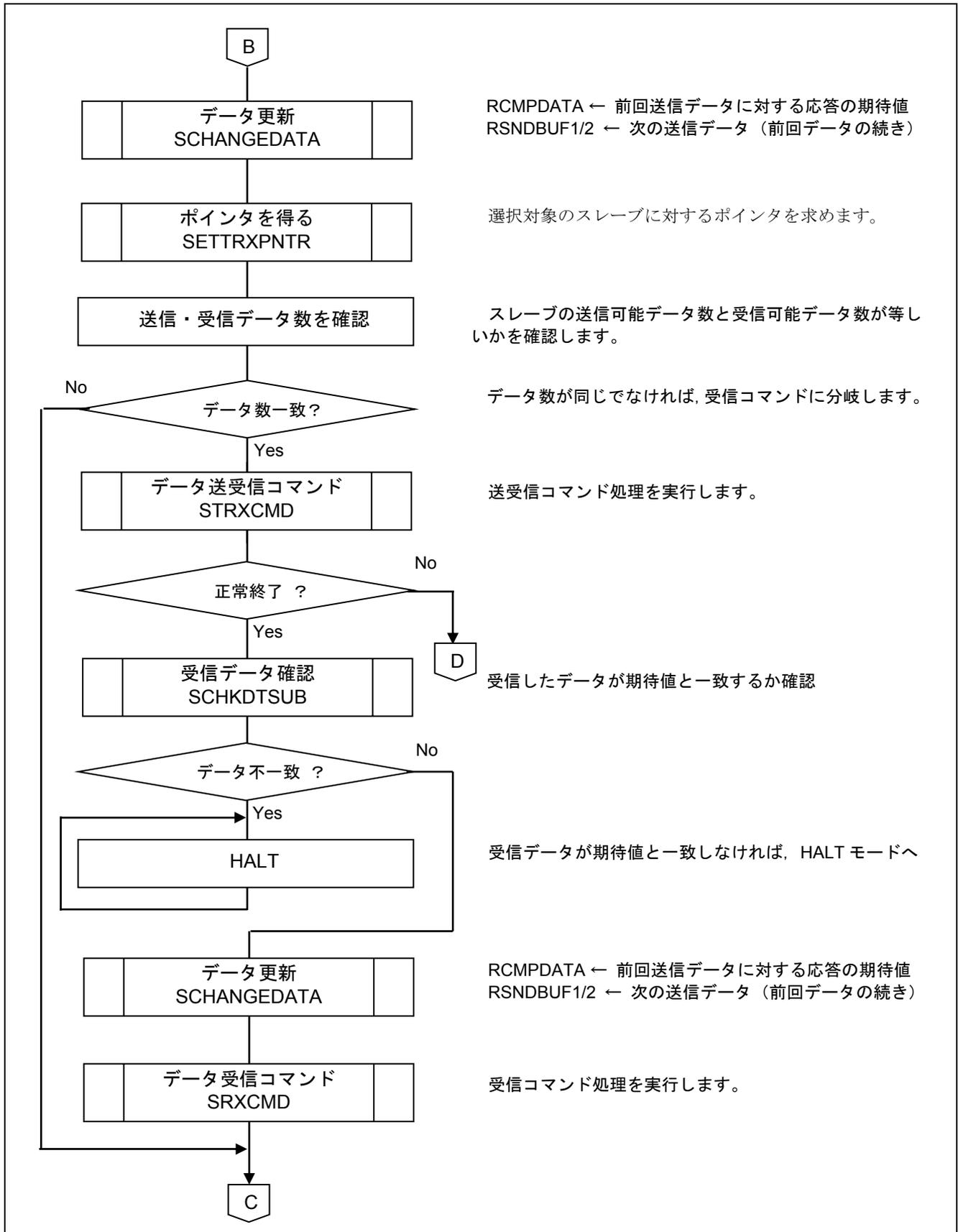


図 5.8 メイン処理(2/3)

5.7.7 1ms インターバル・タイマの起動処理

図 5.10 に 1ms インターバル・タイマの起動処理関数のフローチャートを示します。



図 5.10 1ms インターバル・タイマの起動処理関数

タイマ動作状態に遷移 (20, 24 ピン製品)

- ・タイマ・チャンネル開始レジスタ 0 (TS0)
カウント動作開始

略号 : TS0 (20, 24 ピン製品)

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	TSH03	0	TSH01	0	0	0	0	0	TS03	TS02	TS01	TS00
0	0	0	0	1	0	x	0	0	0	0	0	0	x	x	x

ビット 1 1

TSH03	チャンネル 03H の動作開始トリガ
0	トリガ動作せず
1	TEH03 に 1 をセットし、カウント動作状態に遷移する

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

割り込みの設定

- ・ 割り込み要求フラグ・レジスタ（IF0H）
割り込み要求フラグのクリア
- ・ 割り込みマスク・フラグ・レジスタ（MK0H）
割り込みマスク解除

略号： IF0H（20, 24 ピン製品の場合）

7	6	5	4	3	2	1	0
TMIF01	TMIF00	IICAI0	TMIF03H	TMIF01H	SREIF0	SRIF0 CSIF01 IICIF01	STIF0 CSIF00 IICIF00
x	x	x	0	x	x	x	x

TMIF03H	割り込み処理要求フラグ
0	割り込み要求信号が発生していない
1	割り込み要求信号が発生し、割り込み要求状態

略号： MK0H（20, 24 ピン製品の場合）

7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK01	TMMK00	IICAMK0	TMMK03H	TMMK01H	SREMK0	SRMK0 CSIMK01 IICMK01	STMK0 CSIMK00 IICMK00
x	x	x	0	x	x	x	x

TMMK03H	割り込み処理の制御
0	割り込み処理許可
1	割り込み処理禁止

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.8 1ms インターバル待ち関数

図 5.11 に 1ms インターバル待ち関数のフローチャートを示します。

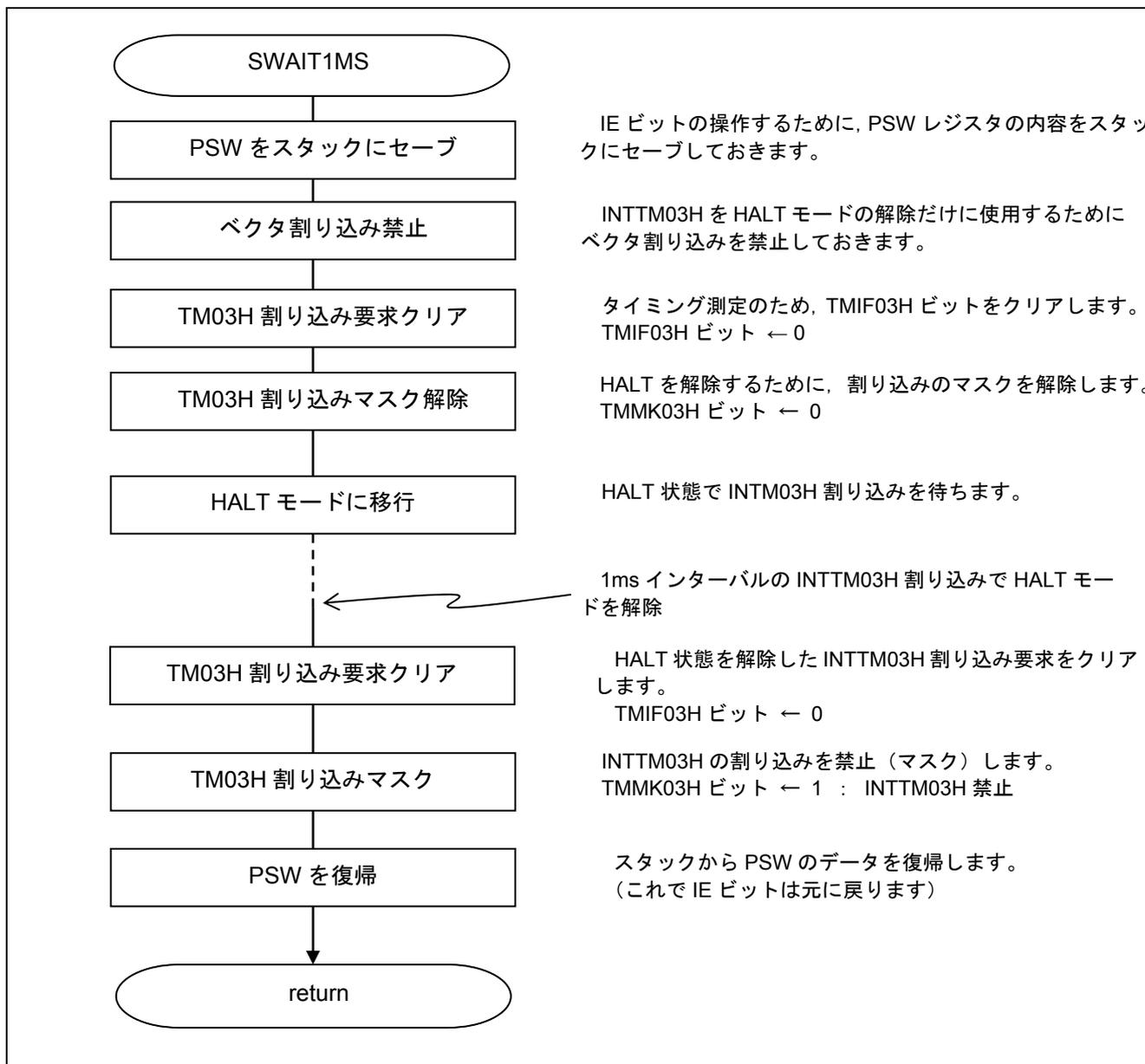


図 5.11 1ms インターバル待ち関数

割り込みの設定

- ・割り込み要求フラグ・レジスタ（IF0H）
割り込み要求フラグのクリア
- ・割り込みマスク・フラグ・レジスタ（MK0H）
割り込みマスク解除

略号：IF0H（20, 24 ピン製品）

7	6	5	4	3	2	1	0
TMIF01	TMIF00	IICAI00	TMIF03H	TMIF01H	SREIF0	SRIF0 CSIF01 IICIF01	STIF0 CSIF00 IICIF00
x	x	x	0	x	x	x	x

ビット4

TMIF03H	割り込み要求フラグ
0	割り込み要求信号が発生していない
1	割り込み要求信号が発生し、割り込み要求状態

略号：MK0H（20, 24 ピン製品）

7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK01	TMMK00	IICAMK00	TMMK03H	TMMK01H	SREMK0	SRMK0 CSIMK01 IICMK01	STMK0 CSIMK00 IICMK00
x	x	x	0/1	x	x	x	x

ビット4

TMMK03H	割り込み処理の制御
0	割り込み処理許可
1	割り込み処理禁止

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.9 スレーブ選択処理

図 5.12 にスレーブ選択処理のフローチャートを示します。

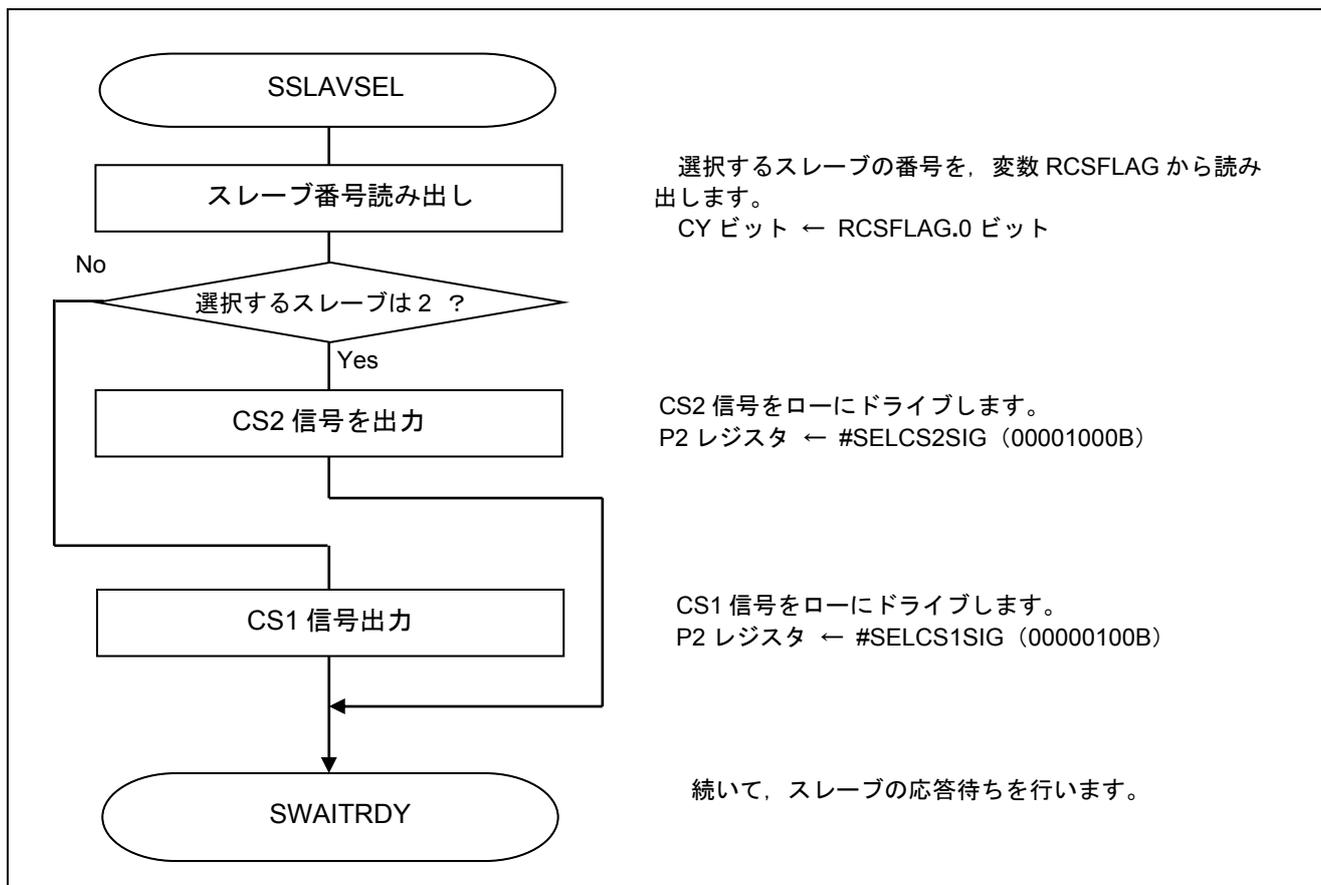


図 5.12 スレーブ選択処理

5.7.10 スレーブからの応答待ち処理

図 5.13 にスレーブからの応答待ち処理のフローチャートを示します。

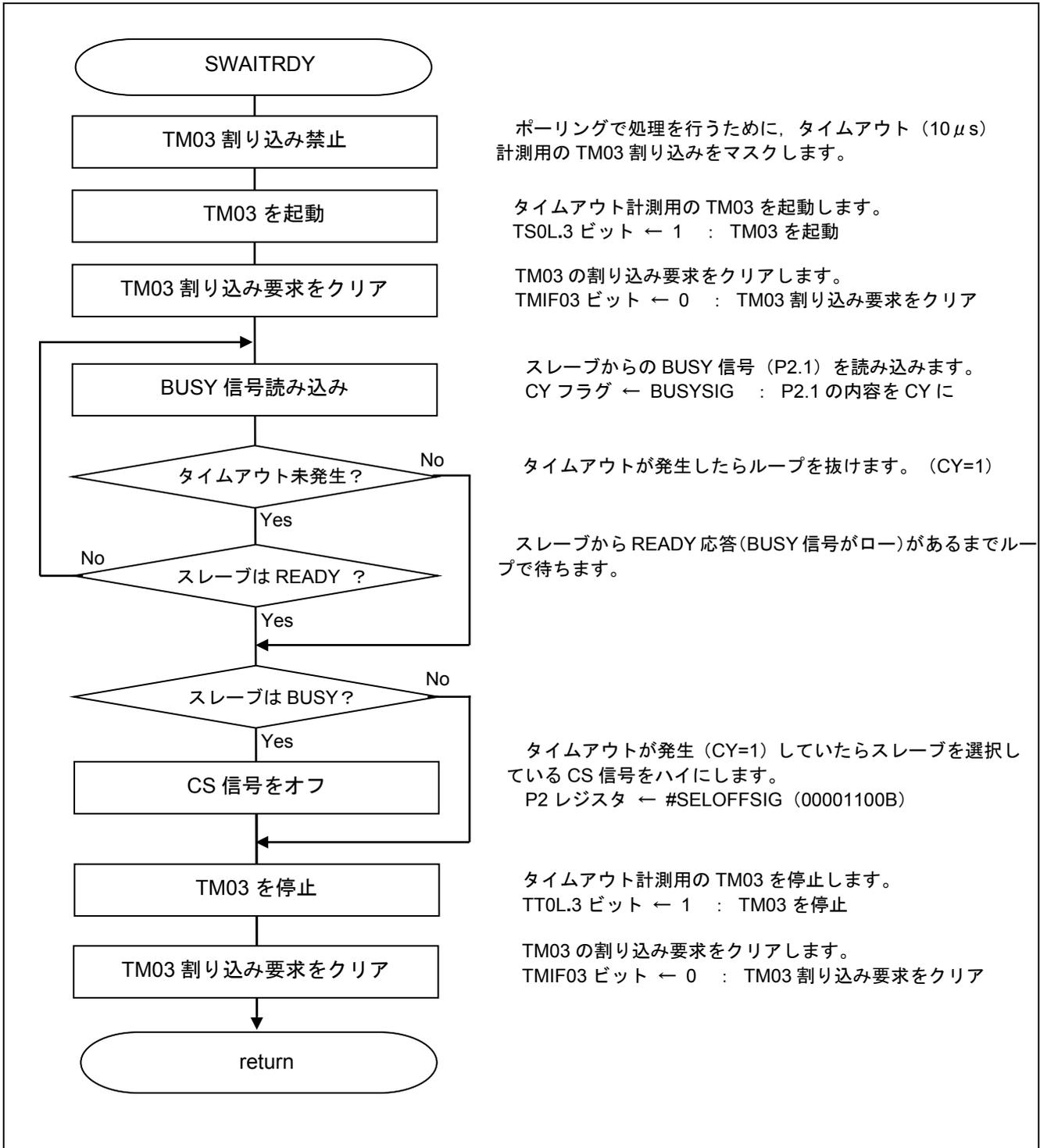


図 5.13 スレーブからの応答待ち処理

タイマ動作状態に遷移 (20, 24 ピン製品)

- ・タイマ・チャンネル開始レジスタ 0 (TS0)
- カウント動作開始

略号 : TS0 (20, 24 ピン製品)

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	TSH03	0	TSH01	0	0	0	0	0	TS03	TS02	TS01	TS00
0	0	0	0	x	0	x	0	0	0	0	0	1	x	x	x

ビット 3

TS03	チャンネル 03 の動作開始トリガ
0	トリガ動作せず
1	TE03 に 1 をセットし、カウント動作状態に遷移する

タイマ停止状態に遷移 (20, 24 ピン製品)

- ・タイマ・チャンネル停止レジスタ 0 (TT0)
- カウント動作停止

略号 : TT0 (20, 24 ピン製品)

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	TTH03	0	TTH01	0	0	0	0	0	TT03	TT02	TT01	TT00
0	0	0	0	x	0	x	0	0	0	0	0	1	x	x	x

ビット 3

TT03	チャンネル 03 の動作停止トリガ
0	トリガ動作せず
1	TE03 に 0 をセットし、カウント停止状態に遷移する

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

割り込みの設定（20, 24 ピン製品）

- ・割り込み要求フラグ・レジスタ（IF1L）
割り込み要求フラグのクリア
- ・割り込みマスク・フラグ・レジスタ（MK1L）
割り込みマスク解除

略号：IF1L（20, 24 ピン製品）

7	6	5	4	3	2	1	0
0	FLIF	MDIF	KRIF	TMKAIF	ADIF	TMIF03	TMIF02
0	x	x	x	x	x	0	x

ビット 1

TMIF03	割り込み要求フラグ
0	割り込み要求信号が発生していない
1	割り込み要求信号が発生し、割り込み要求状態

略号：MK1L（20, 24 ピン製品）

7	6	5	4	3	2	1	0
1	FLMK	MDMK	KRMK	TMKAMK	ADMK	TMMK03	TMMK02
1	x	x	x	x	x	1	x

ビット 1

TMMK03	割り込み処理の制御
0	割り込み処理許可
1	割り込み処理禁止

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.11 スレーブのステータス確認処理

図 5.14~図 5.16 にスレーブのステータス確認処理のフローチャートを示します。

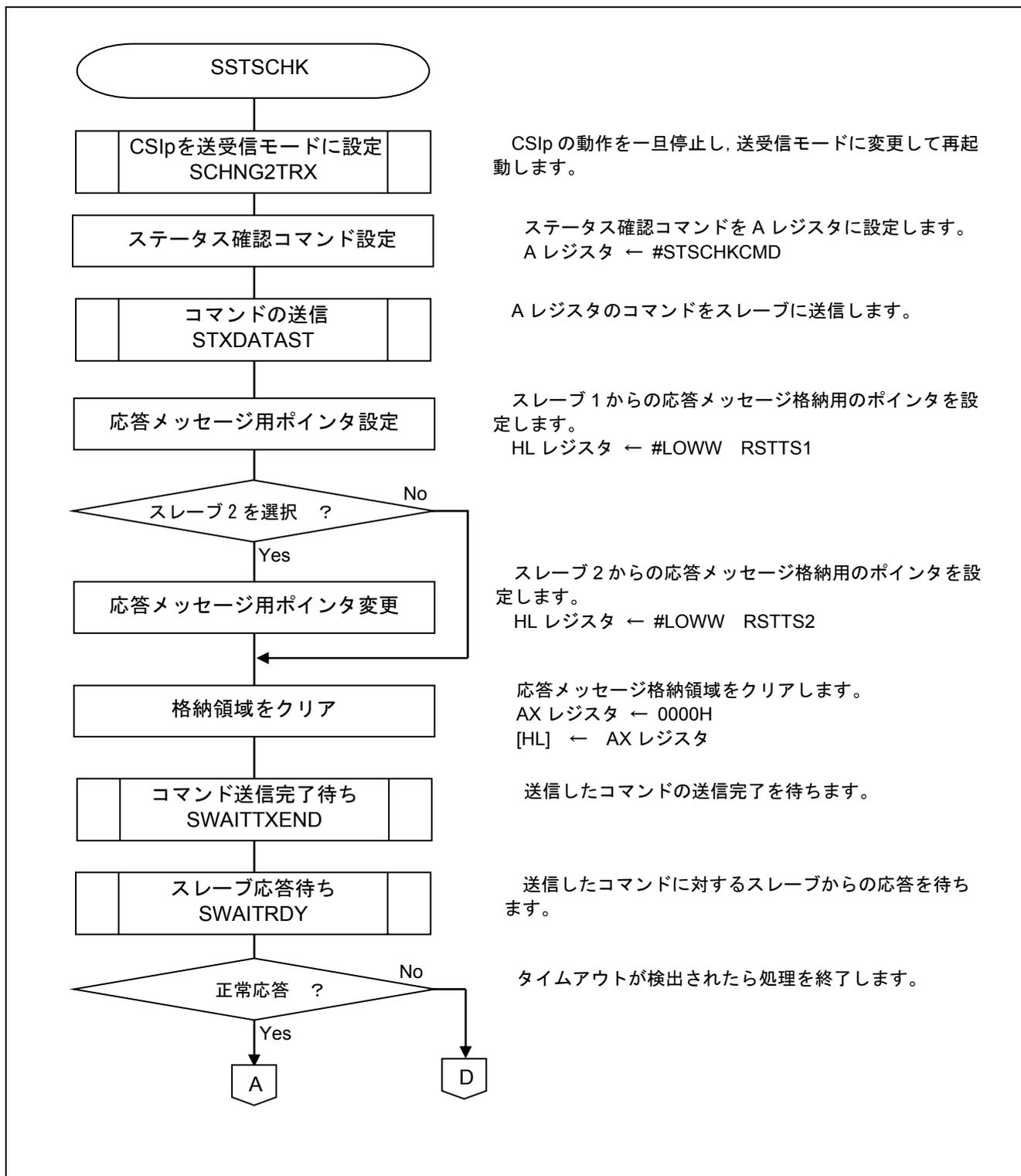


図 5.14 ステータス確認処理(1/3)

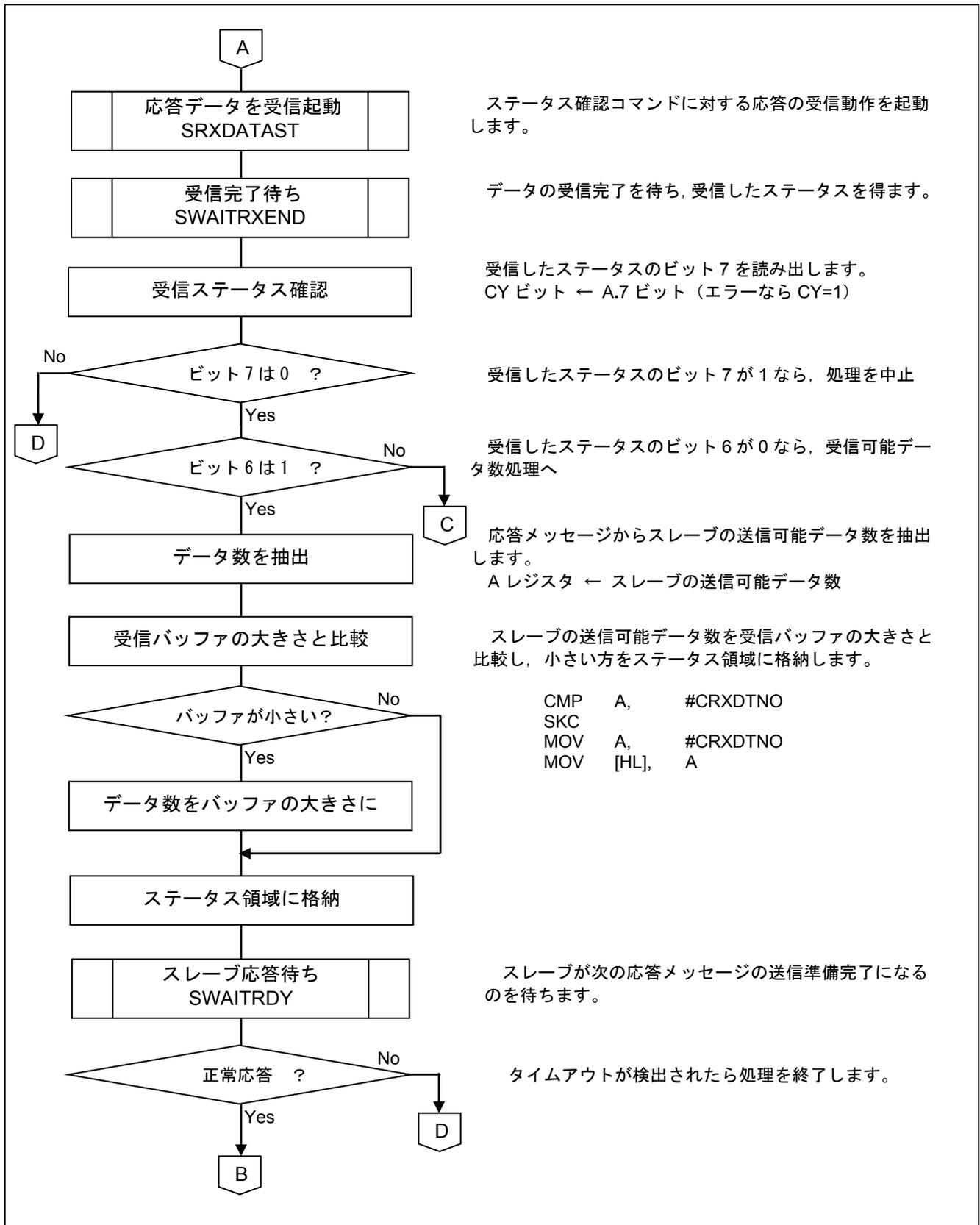


図 5.15 ステータス確認処理(2/3)

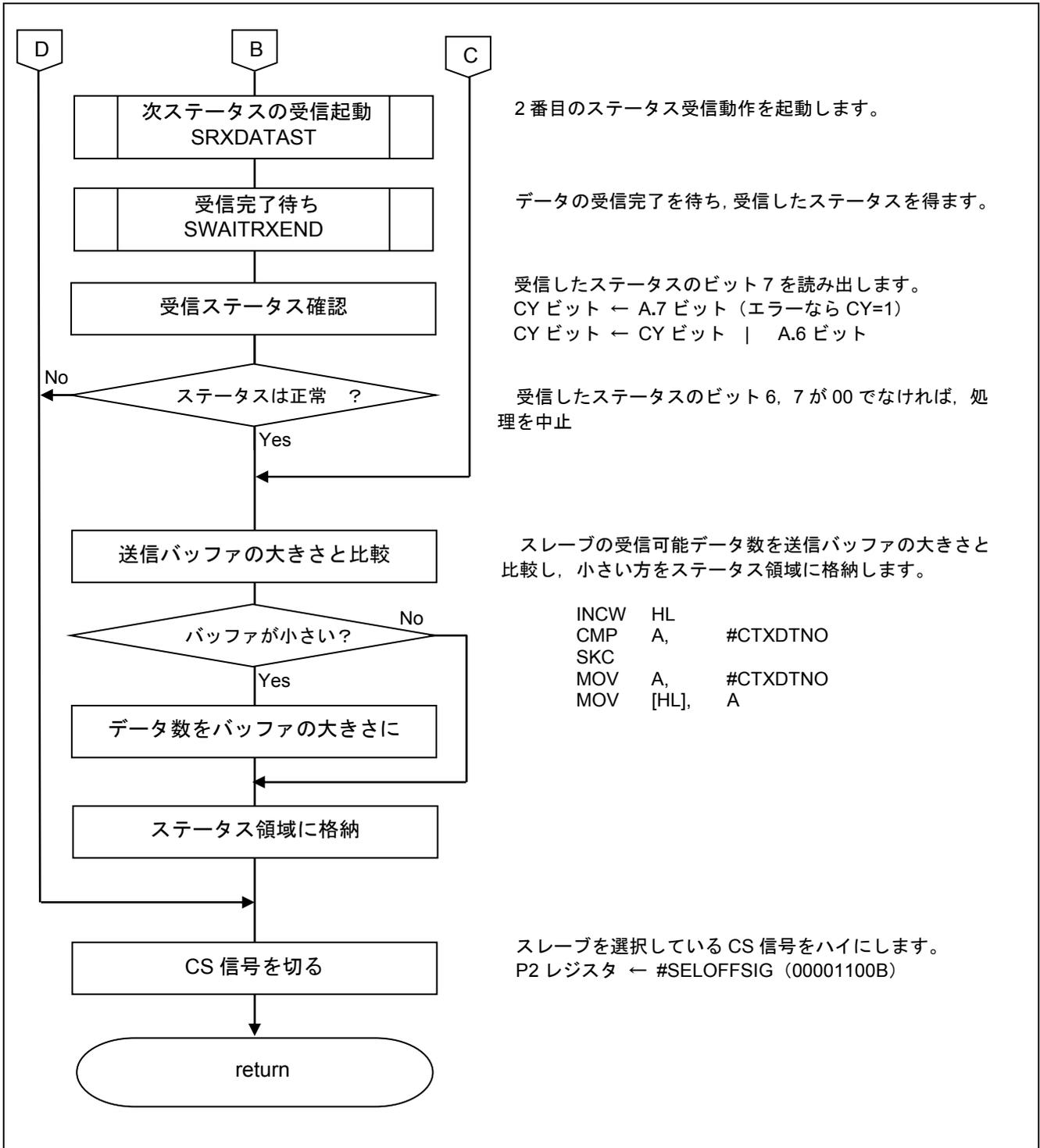


図 5.16 ステータス確認処理(3/3)

5.7.12 データ連続送信処理

図 5.17, 図 5-18 にスレーブへのデータ連続送信処理数のフローチャートを示します。

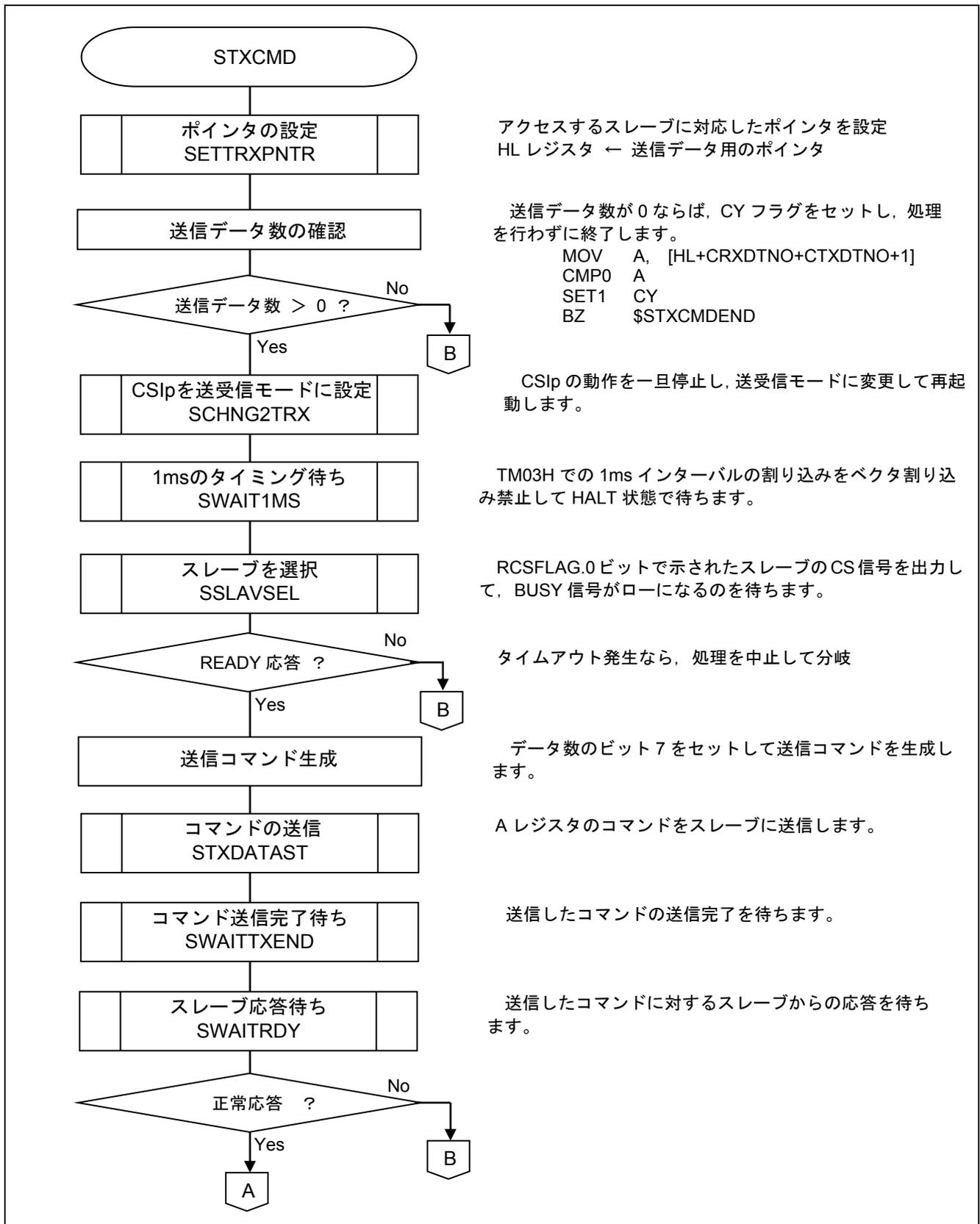


図 5.17 スレーブへのデータ連続送信処理(1/2)

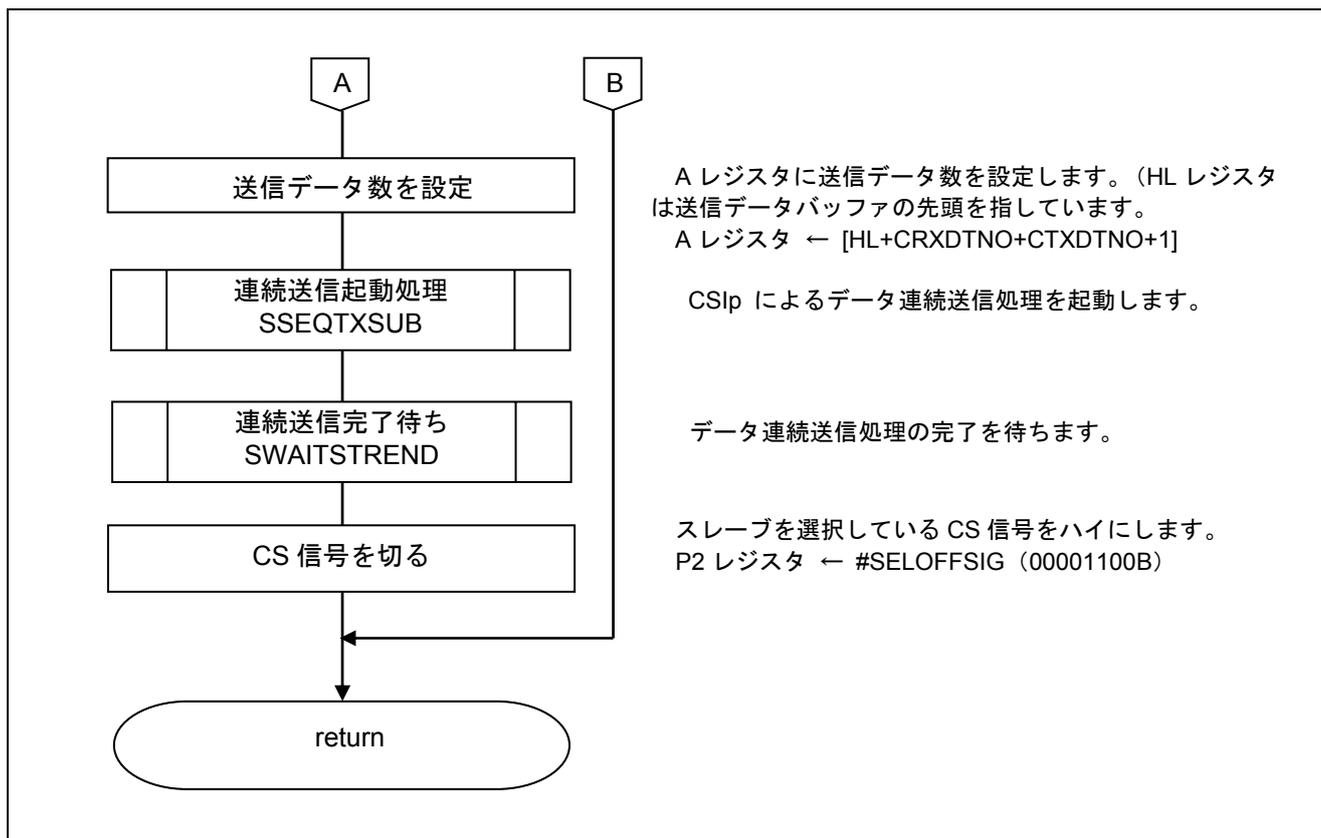


図 5.18 スレーブへのデータ連続送信処理(2/2)

5.7.13 データ連続送受信処理

図 5.19 と図 5.20 に スレーブとのデータ連続送受信処理のフローチャートを示します。

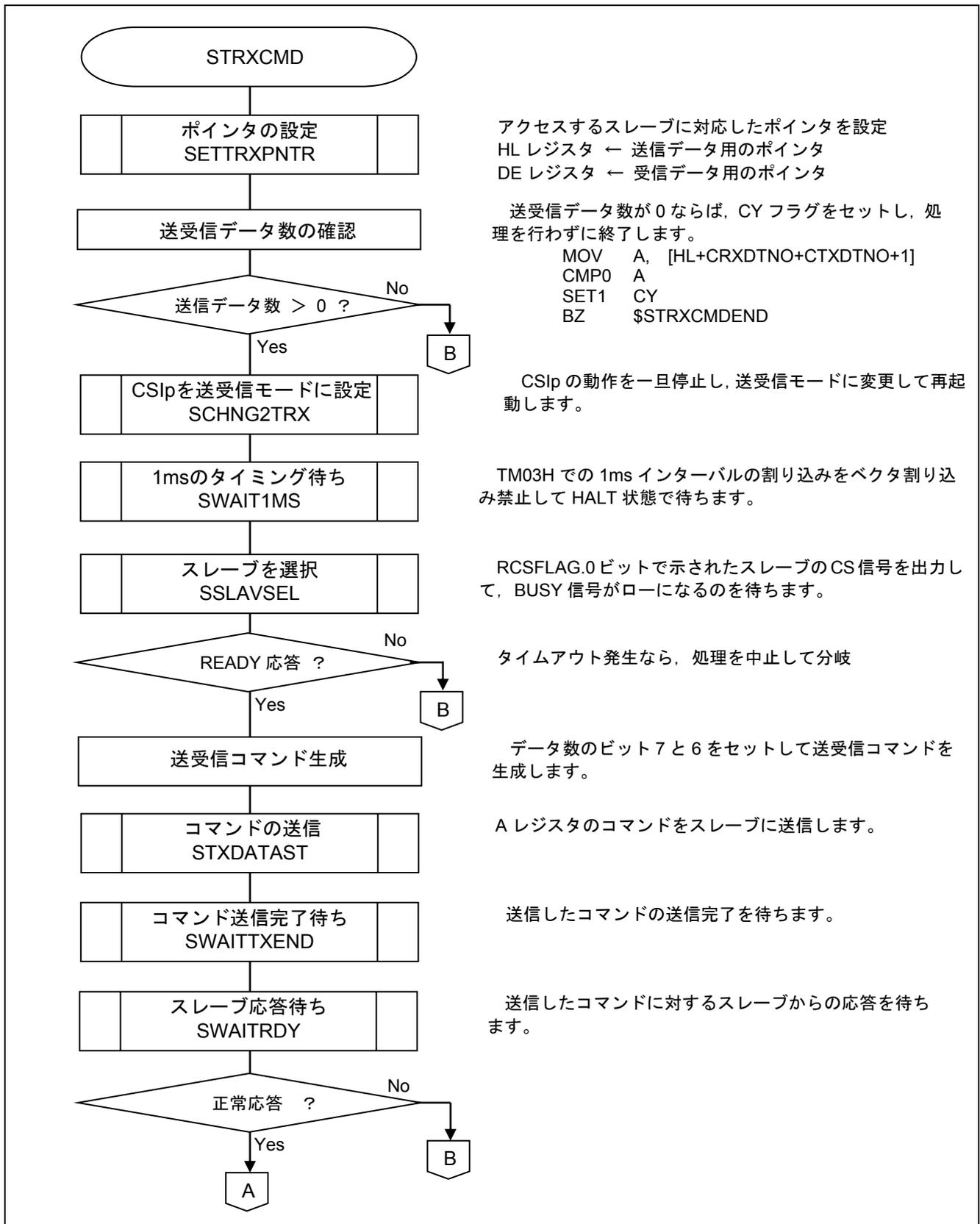


図 5.19 スレーブとのデータ連続送受信処理(1/2)

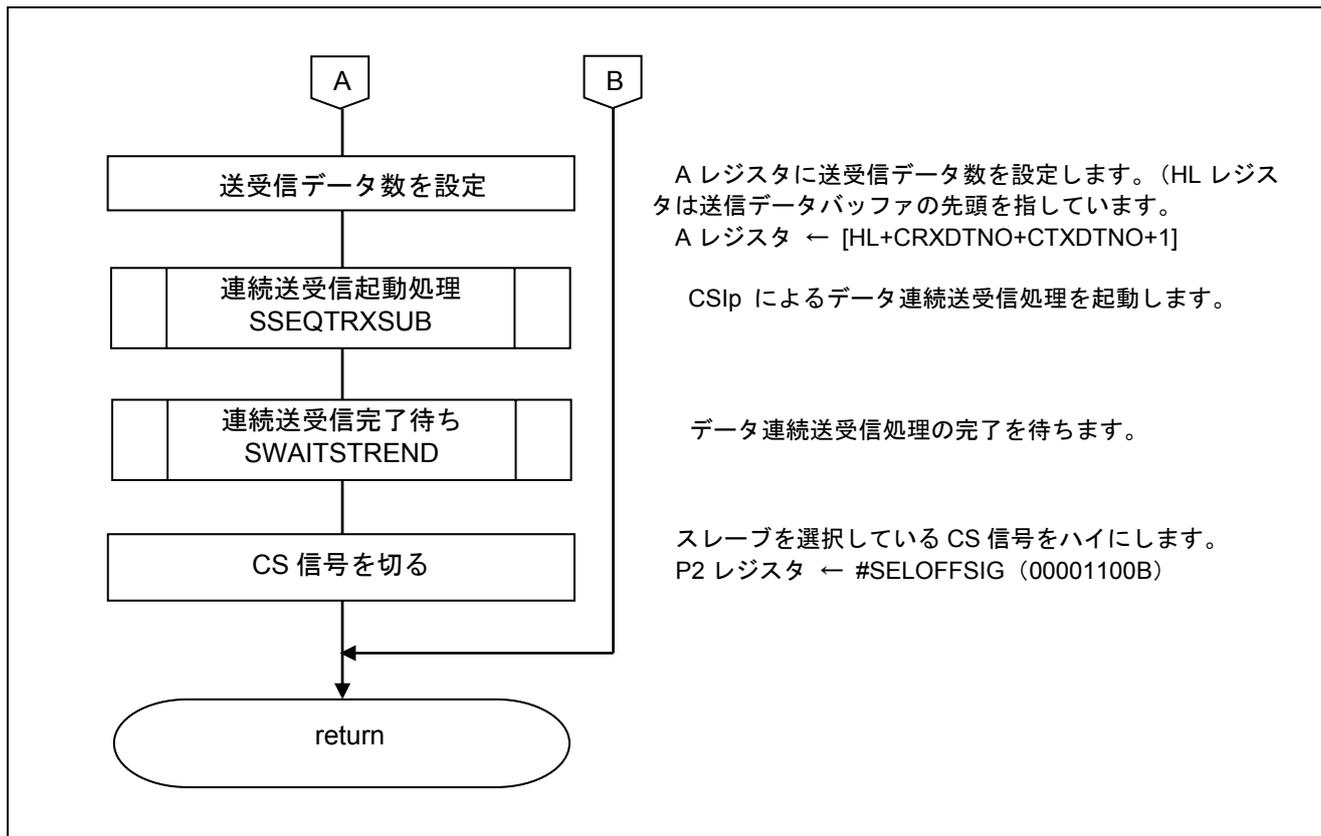
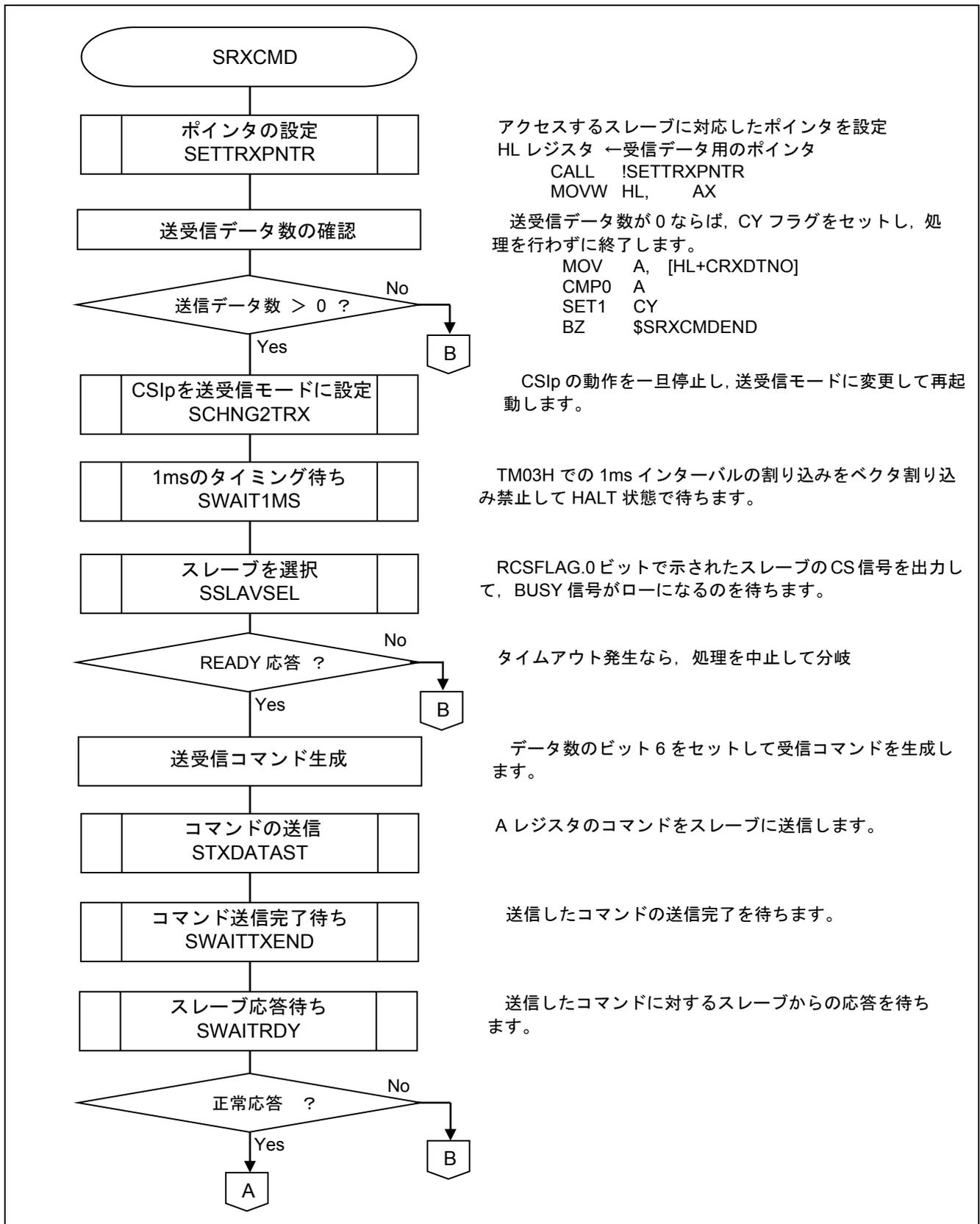


図 5.20 スレーブとのデータ連続送受信処理(2/2)

5.7.14 データ連続受信処理

図 5.21 と図 5.22 にスレーブとのデータ連続受信処理のフローチャートを示します。



アクセスするスレーブに対応したポインタを設定
HL レジスタ ←受信データ用のポインタ
CALL ISETTRXPNTR
MOVW HL, AX

送受信データ数が 0 ならば, CY フラグをセットし, 処理を行わずに終了します。

```

MOV A, [HL+CRXDTNO]
CMP0 A
SET1 CY
BZ $SRXCMDEND
  
```

CSIp の動作を一旦停止し, 送受信モードに変更して再起動します。

TM03H での 1ms インターバルの割り込みをベクタ割り込み禁止して HALT 状態で待ちます。

RCSFLAG.0 ビットで示されたスレーブの CS 信号を出力して, BUSY 信号がローになるのを待ちます。

タイムアウト発生なら, 処理を中止して分岐

データ数のビット 6 をセットして受信コマンドを生成します。

A レジスタのコマンドをスレーブに送信します。

送信したコマンドの送信完了を待ちます。

送信したコマンドに対するスレーブからの応答を待ちます。

図 5.21 スレーブからのデータ連続受信処理(1/2)

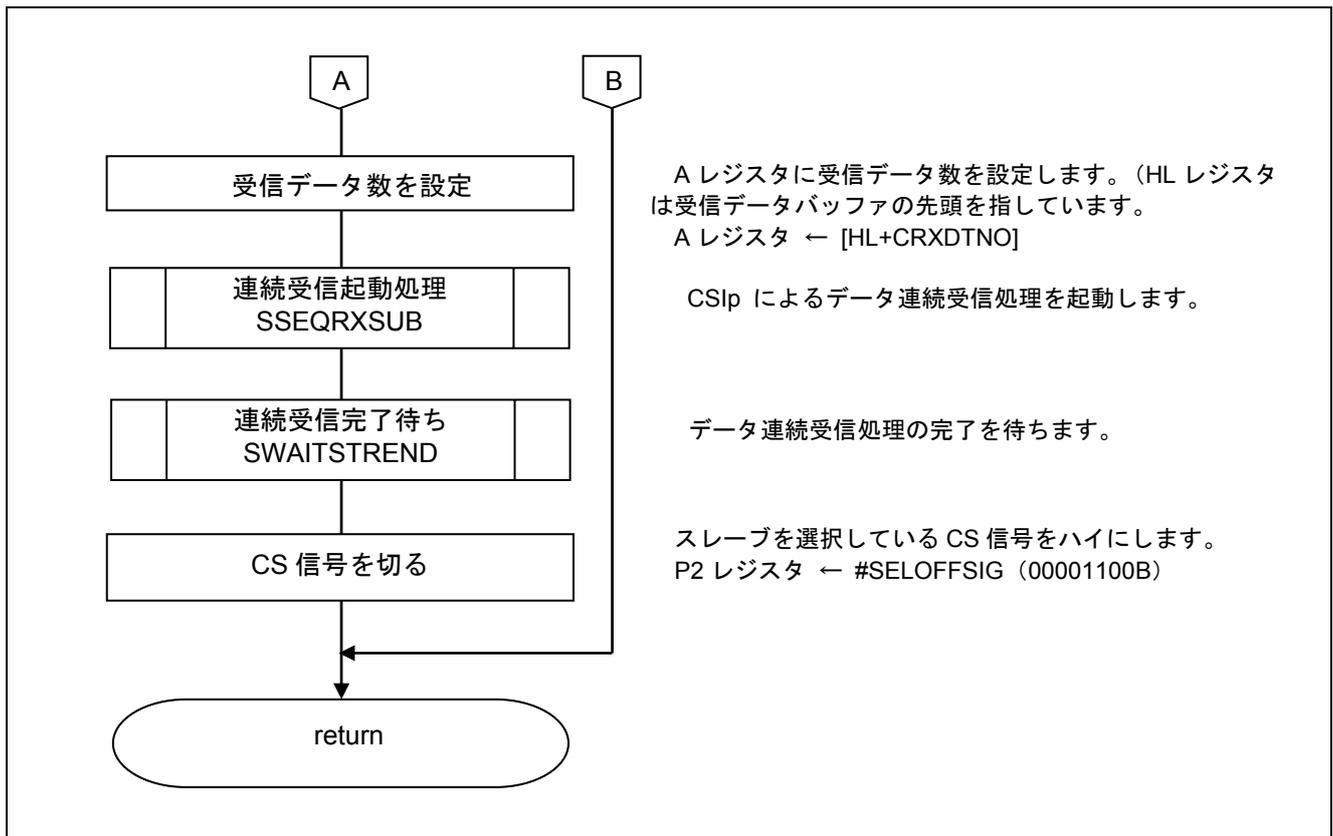


図 5.22 スレーブからのデータ連続受信処理(2/2)

5.7.15 データ更新処理

図 5.23 にデータ更新処理のフローチャートを示します。

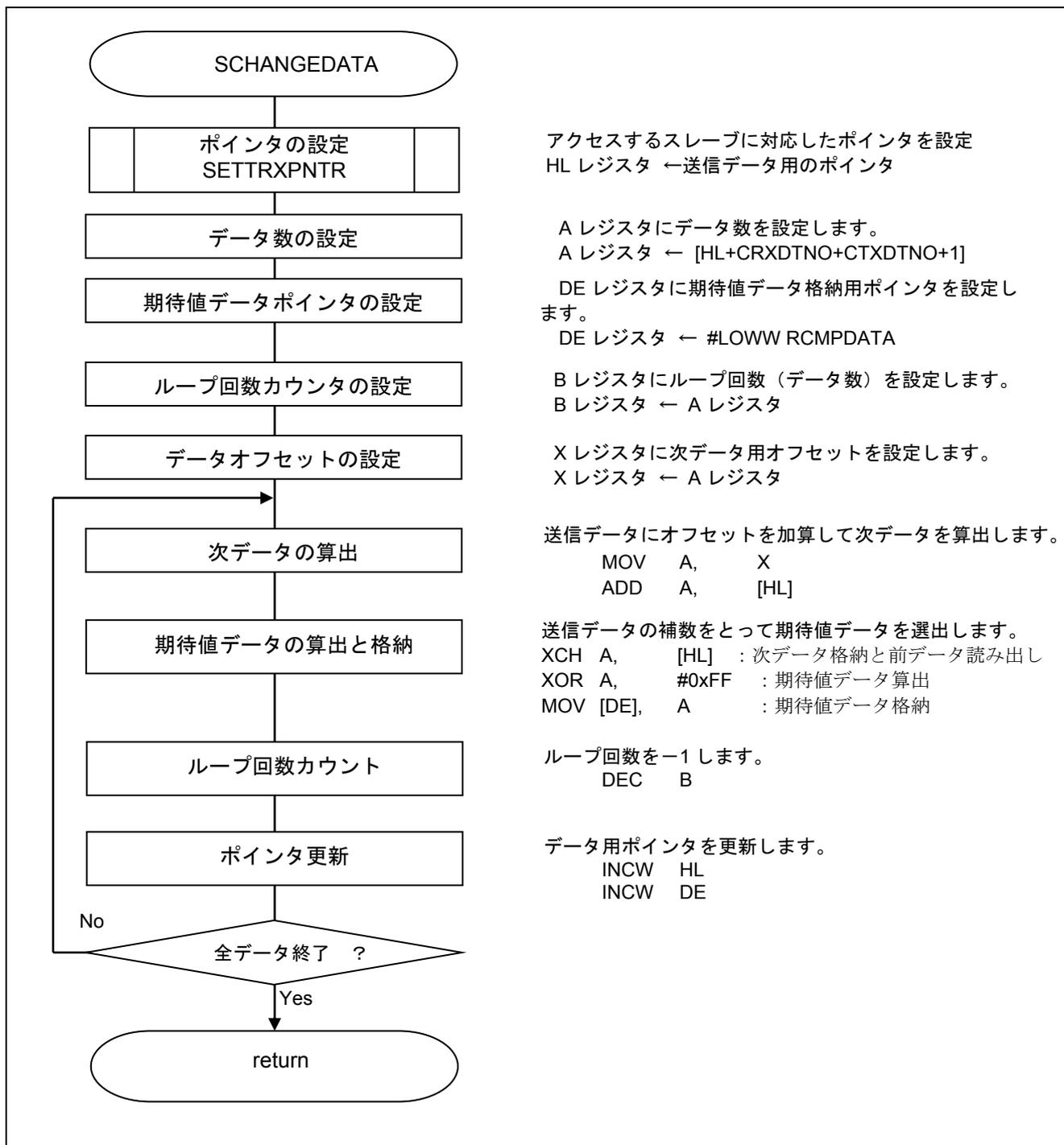


図 5.23 データ更新処理

5.7.16 受信データ確認処理

図 5.24 に受信データ確認処理のフローチャートを示します。

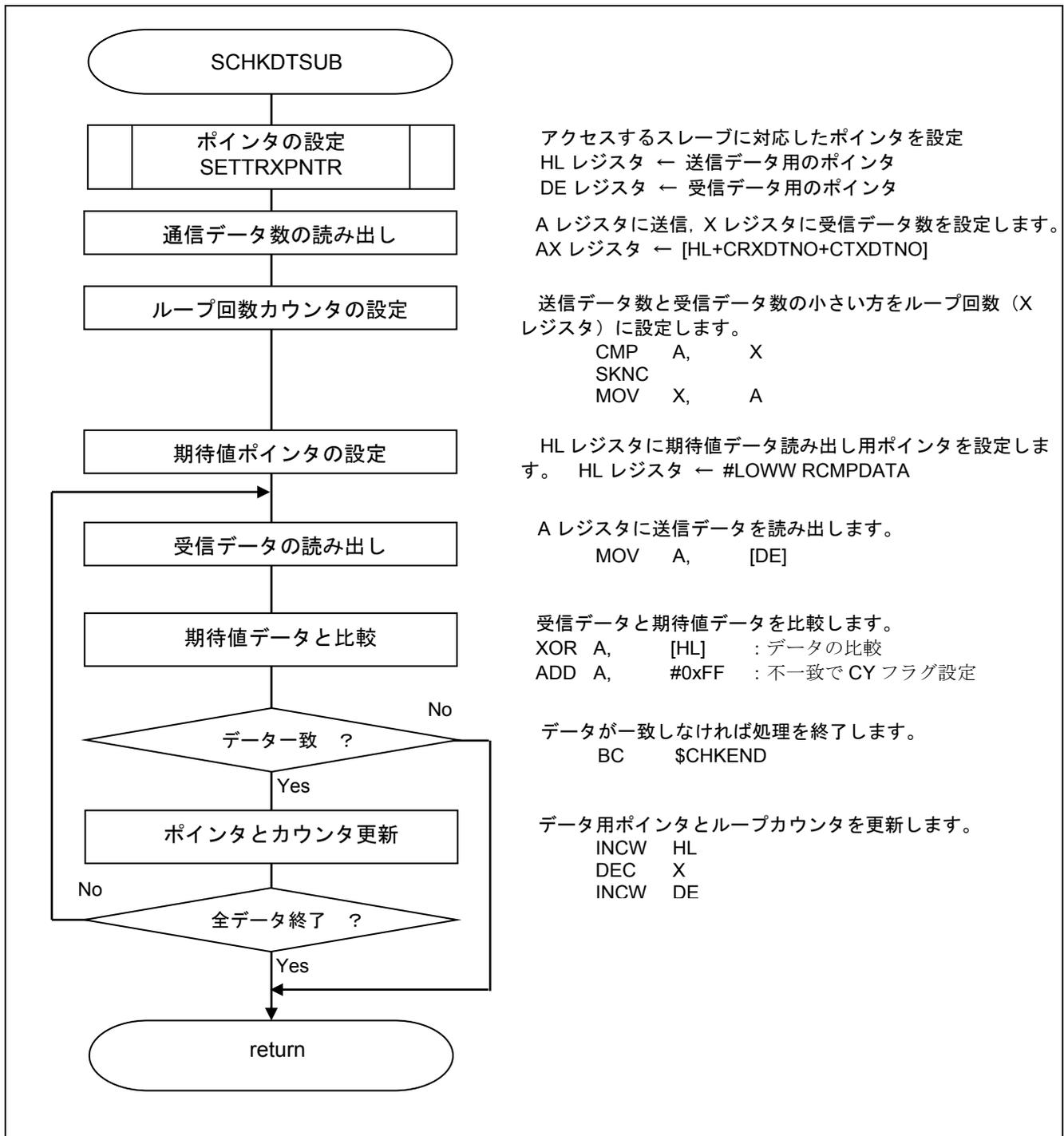


図 5.24 データ更新処理

5.7.17 データポインタ設定処理

図 5.25 にデータポインタ設定処理のフローチャートを示します。

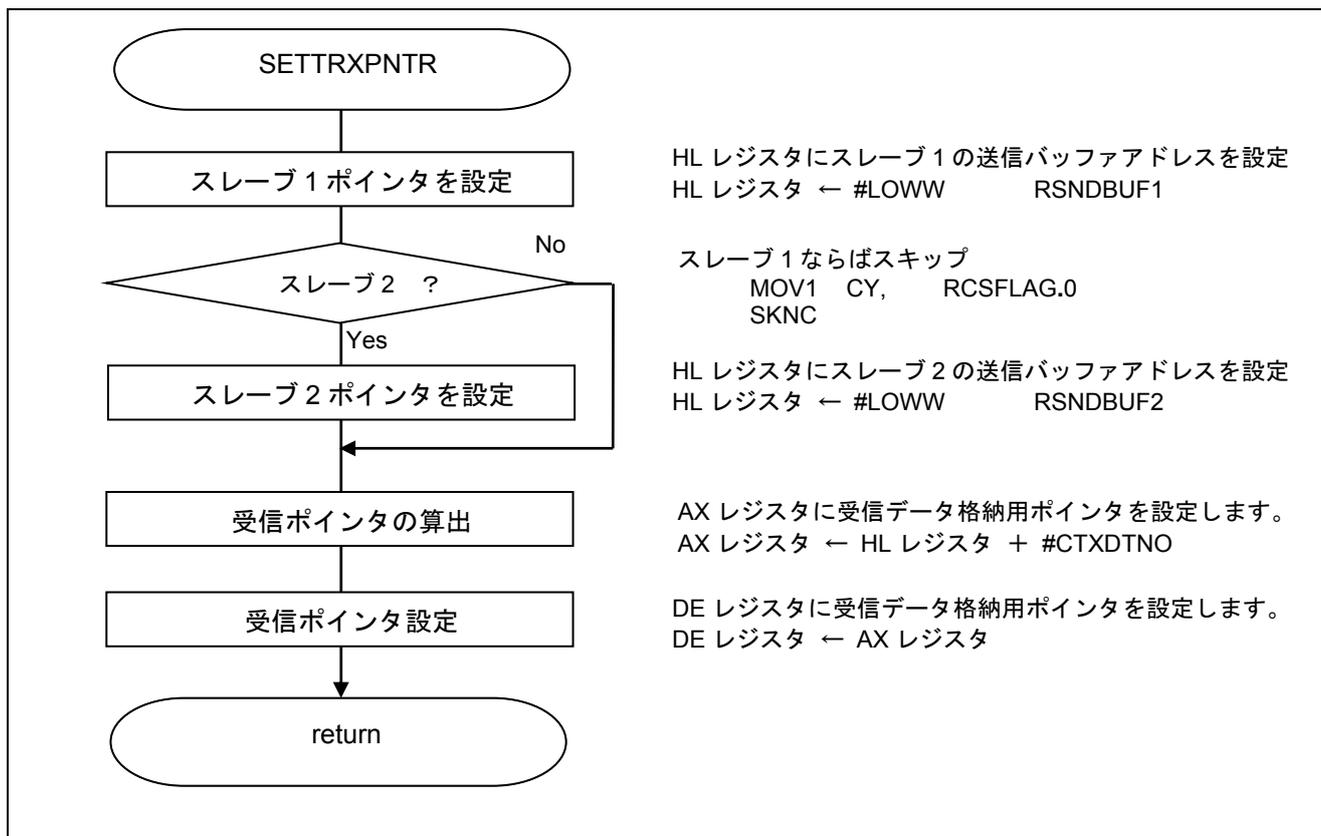


図 5.25 データポインタ設定処理

以下は基本的な1キャラクタのデータ通信処理に使用するサブルーチンです。開始処理と完了待ちの2つの処理を組み合わせ使用します。データはAレジスタを用いてやり取りします。使用する前にCSIpの通信方向を設定（SCHNG2TX：マスタ送信/SCHNG2RX：マスタ受信，SCHNG2TRX：マスタ送受信を使用）しておく必要があります。

5.7.18 1キャラクタ送信開始処理

図 5.26 に1キャラクタ送信開始処理のフローチャートを示します。

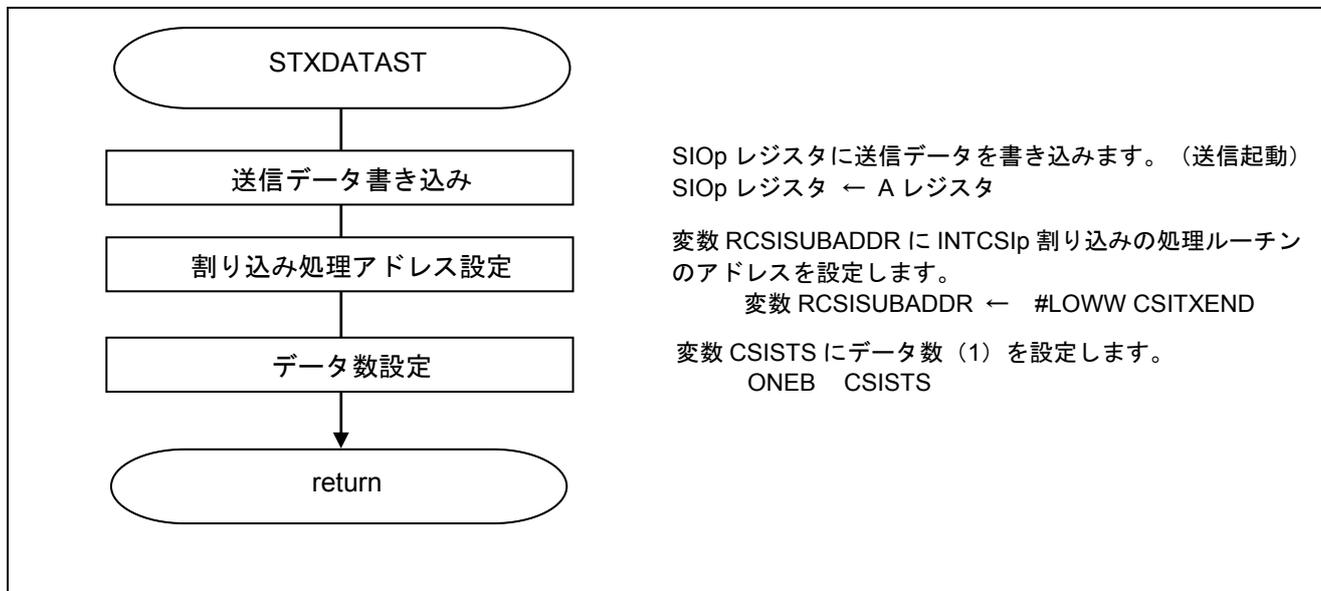


図 5.26 1キャラクタ送信開始処理

5.7.19 1キャラクタ送信完了待ち処理

図 5.27 に1キャラクタ送信完了待ち処理のフローチャートを示します。

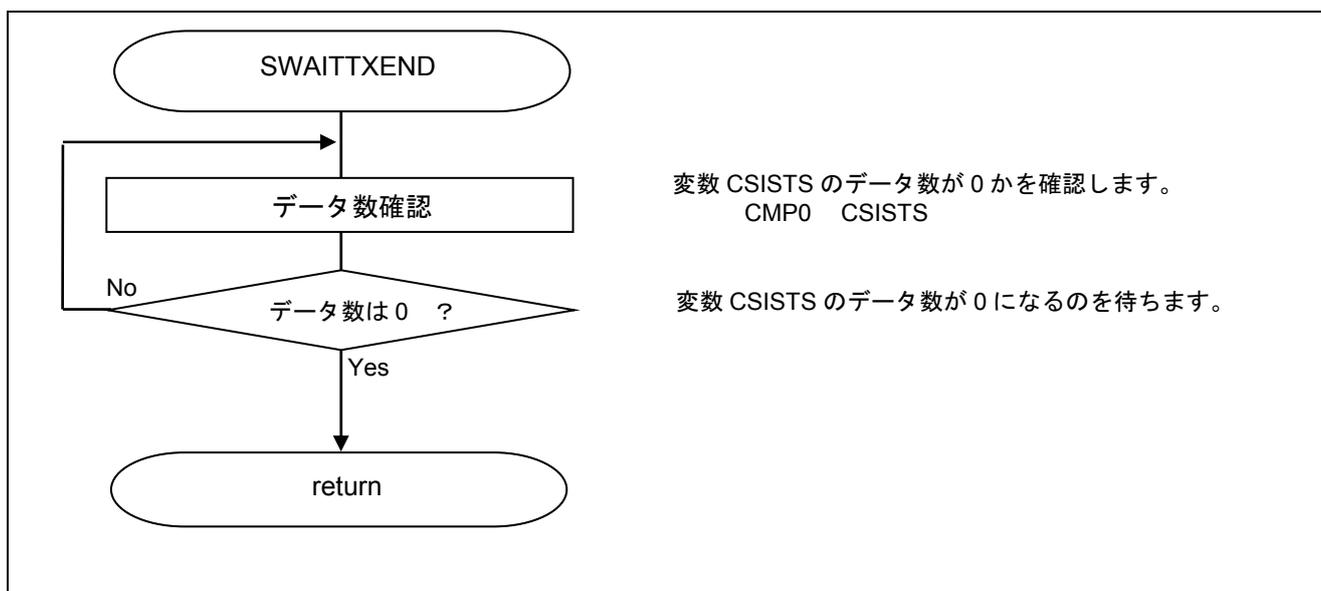


図 5.27 1キャラクタ送信完了待ち処理

5.7.20 1 キャラクタ受信開始処理

図 5.28 に 1 キャラクタ受信開始処理のフローチャートを示します。

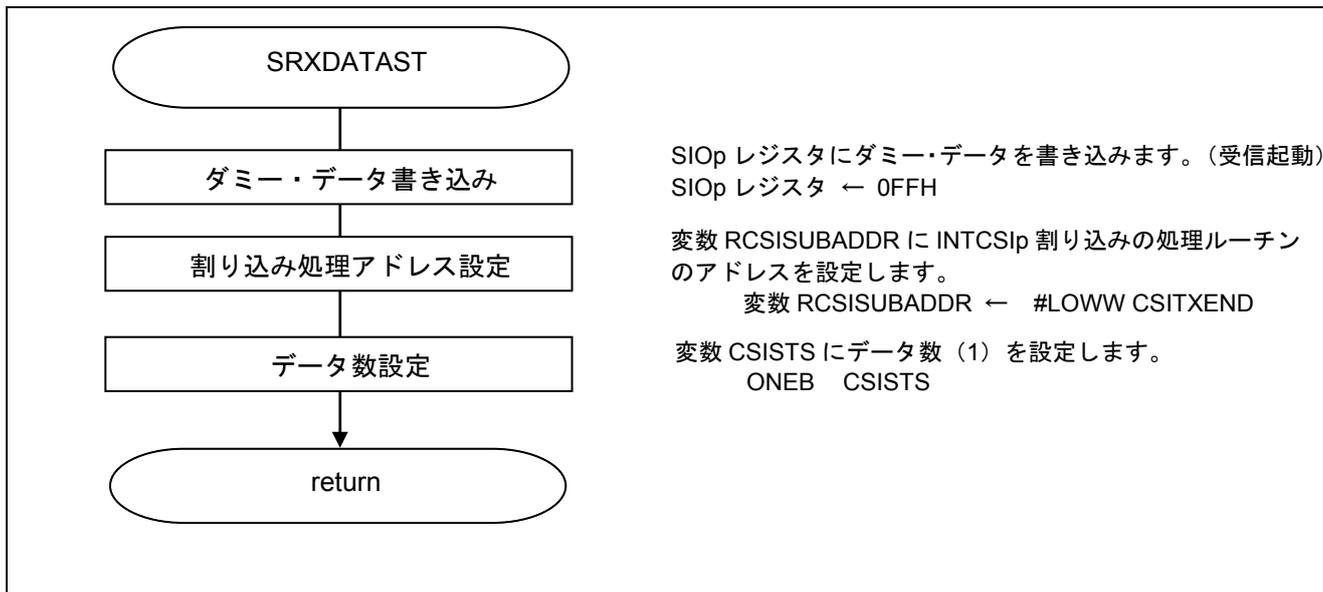


図 5.28 1 キャラクタ受信開始処理

5.7.21 1 キャラクタ受信完了待ち処理

図 5.29 に 1 キャラクタ受信完了待ち処理のフローチャートを示します。

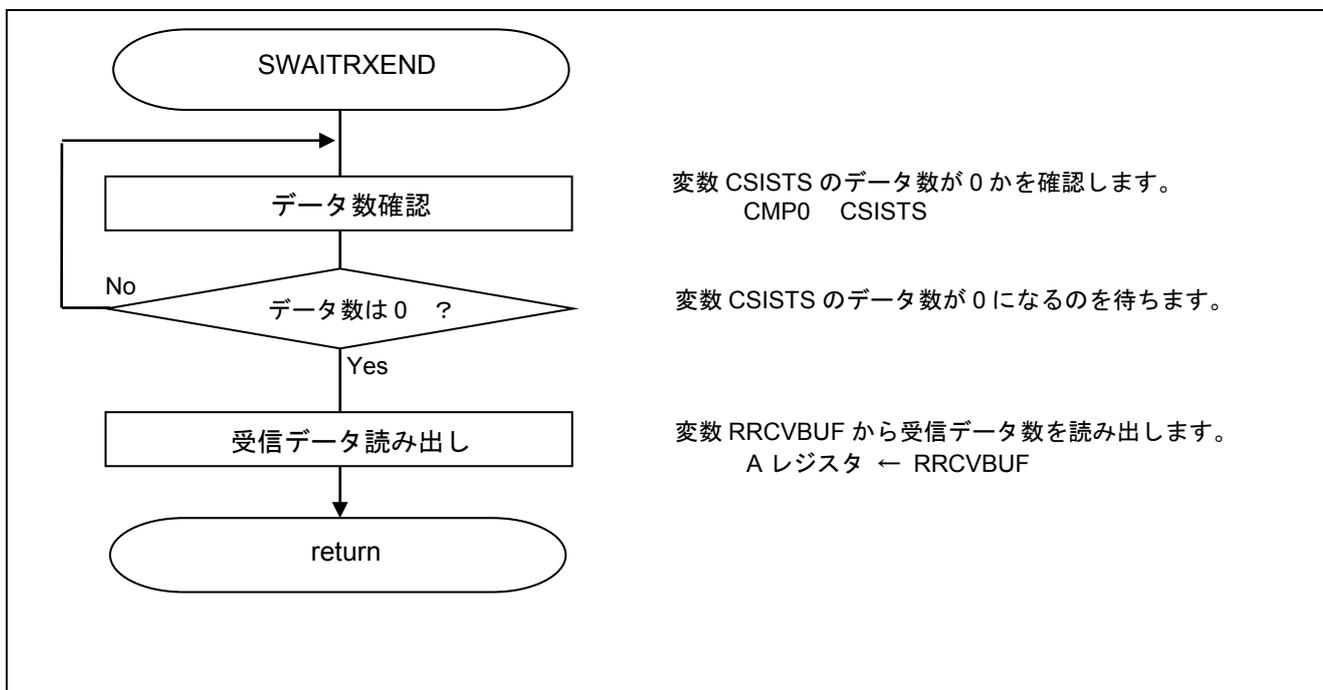


図 5.29 1 キャラクタ受信完了待ち処理

5.7.22 1 キャラクタ転送状態確認処理

図 5.30 に 1 キャラクタ転送状態確認処理のフローチャートを示します。

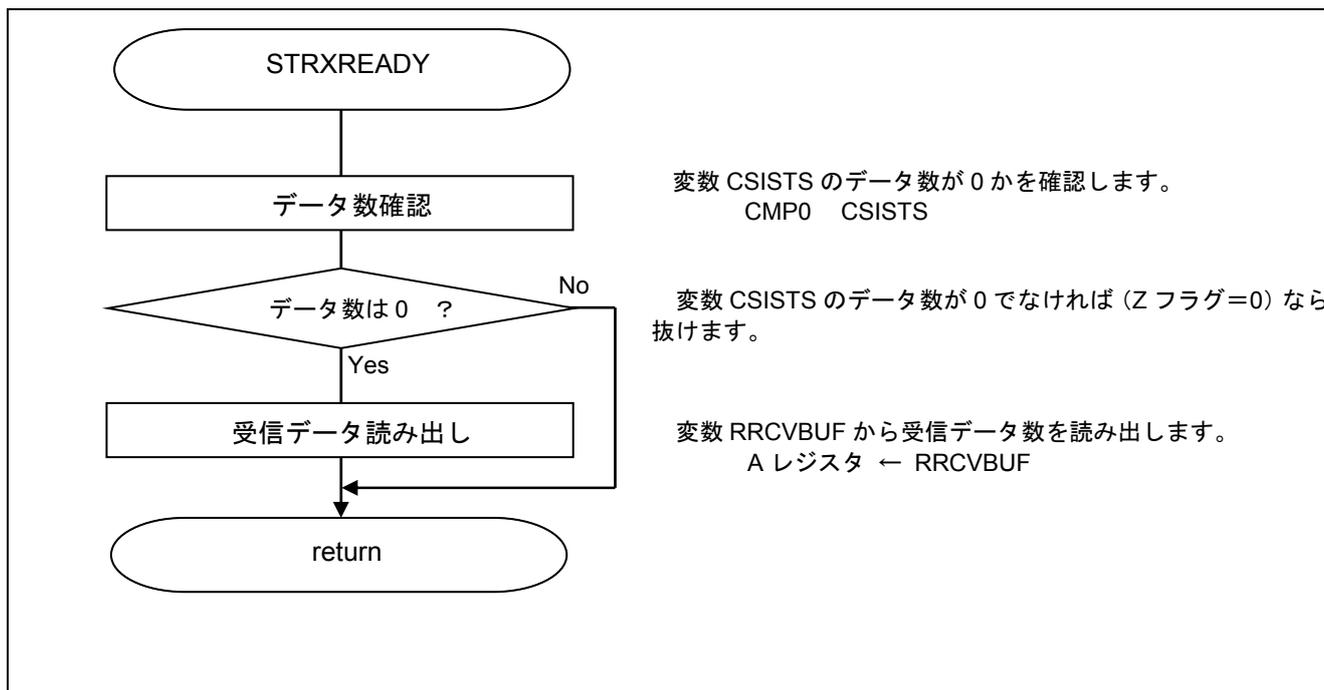


図 5.30 1 キャラクタ転送状態確認処理

以下は基本的な連続データ通信処理に使用するサブルーチンです。開始処理と完了待ちの2つの処理を組み合わせて使用します。開始処理を呼び出すときには、以下のパラメータを設定してください。CSIpの通信モードは自動的に設定されます。

連続送信処理

HL レジスタ=送信データバッファのアドレス

A レジスタ=送信データ数 (1~255)

連続受信処理

HL レジスタ=受信データ格納バッファのアドレス

A レジスタ=受信データ数 (1~255)

連続送受信処理

HL レジスタ=送信データバッファのアドレス

DE レジスタ=受信データ格納バッファのアドレス

A レジスタ=送信データ数 (1~255)

5.7.23 連続送信起動処理

図 5.31 に連続送信起動処理のフローチャートを示します。

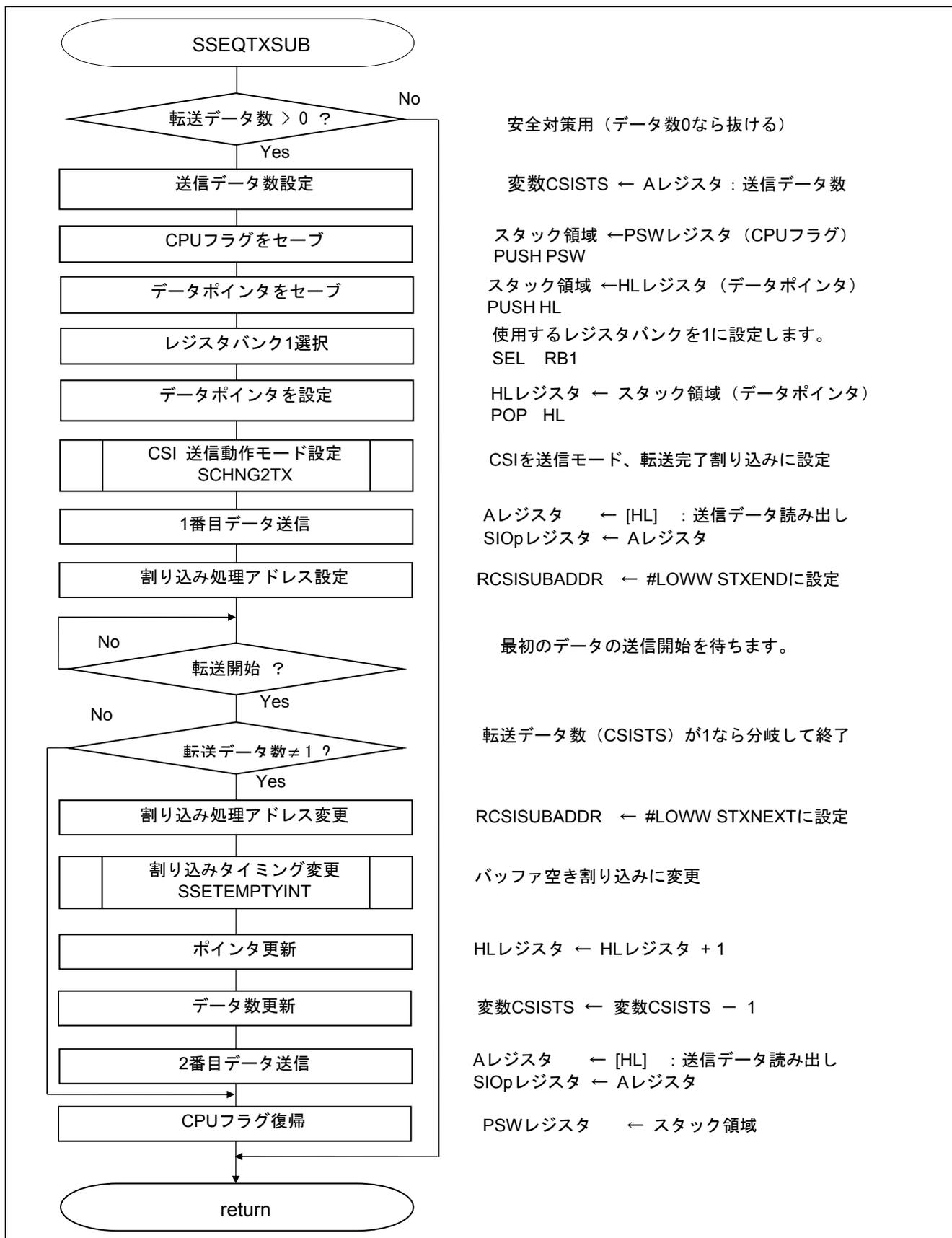


図 5.31 連続送信起動処理

通信ステータス確認

- ・シリアル・ステータス・レジスタ mn (SSRmn/SSRmnL)
CSIp 通信ステータス読み出し

略号 : SSRmn

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	TSF mn	BFF mn	0	0	FEF mn	PEF mn	OVF mn
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/1	x	0	0	x	x	x

ビット 6

TSFmn	チャンネル mn の通信状態表示フラグ
0	通信動作停止状態または通信動作待機状態
1	通信動作状態

注意 レジスタ内容の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.24 連続受信起動処理

図 5.32 に連続受信起動処理のフローチャートを示します。

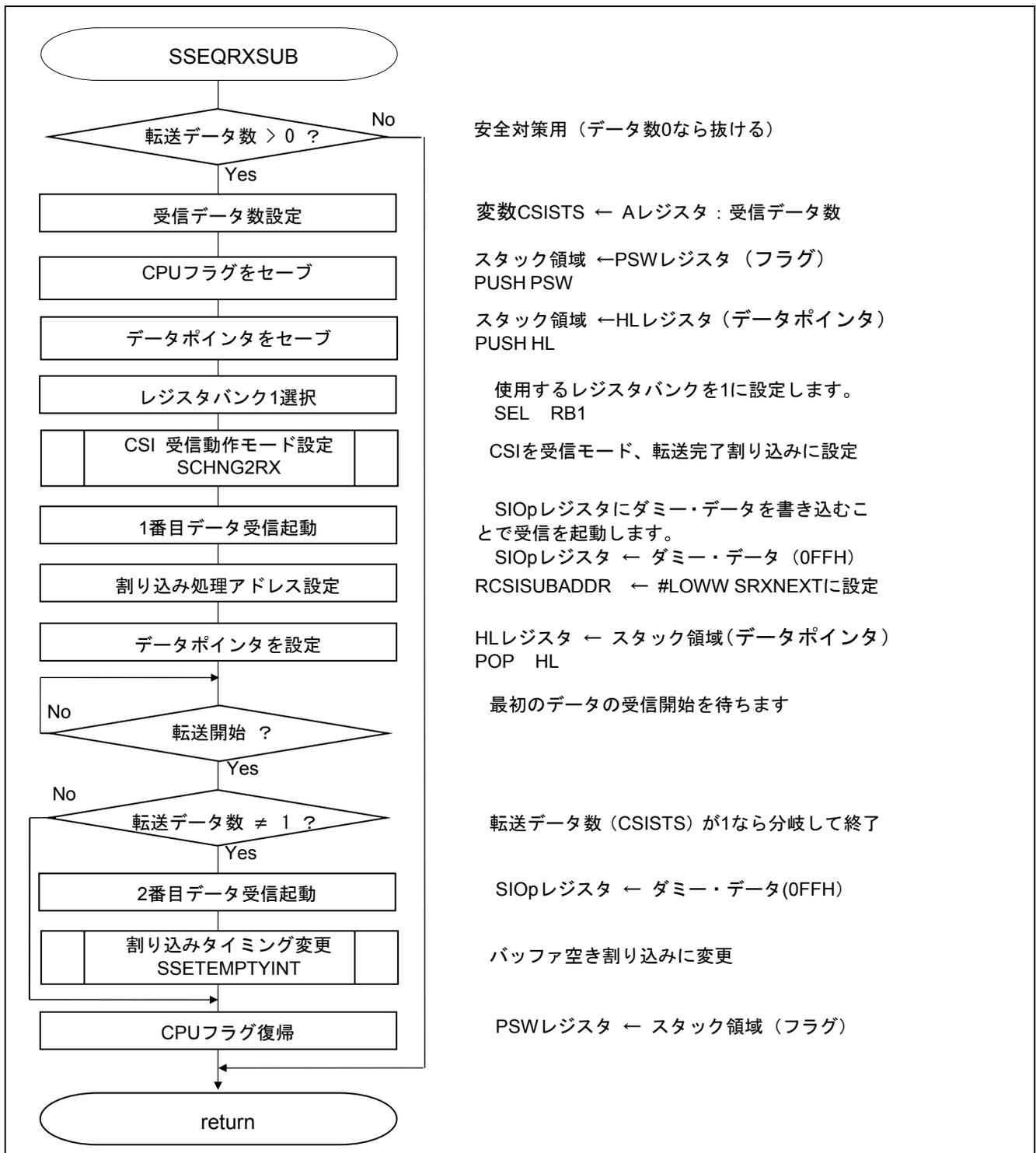


図 5.32 連続受信起動処理

5.7.25 連続送受信起動処理

図 5.33 と図 5.34 に連続送受信起動処理のフローチャートを示します。

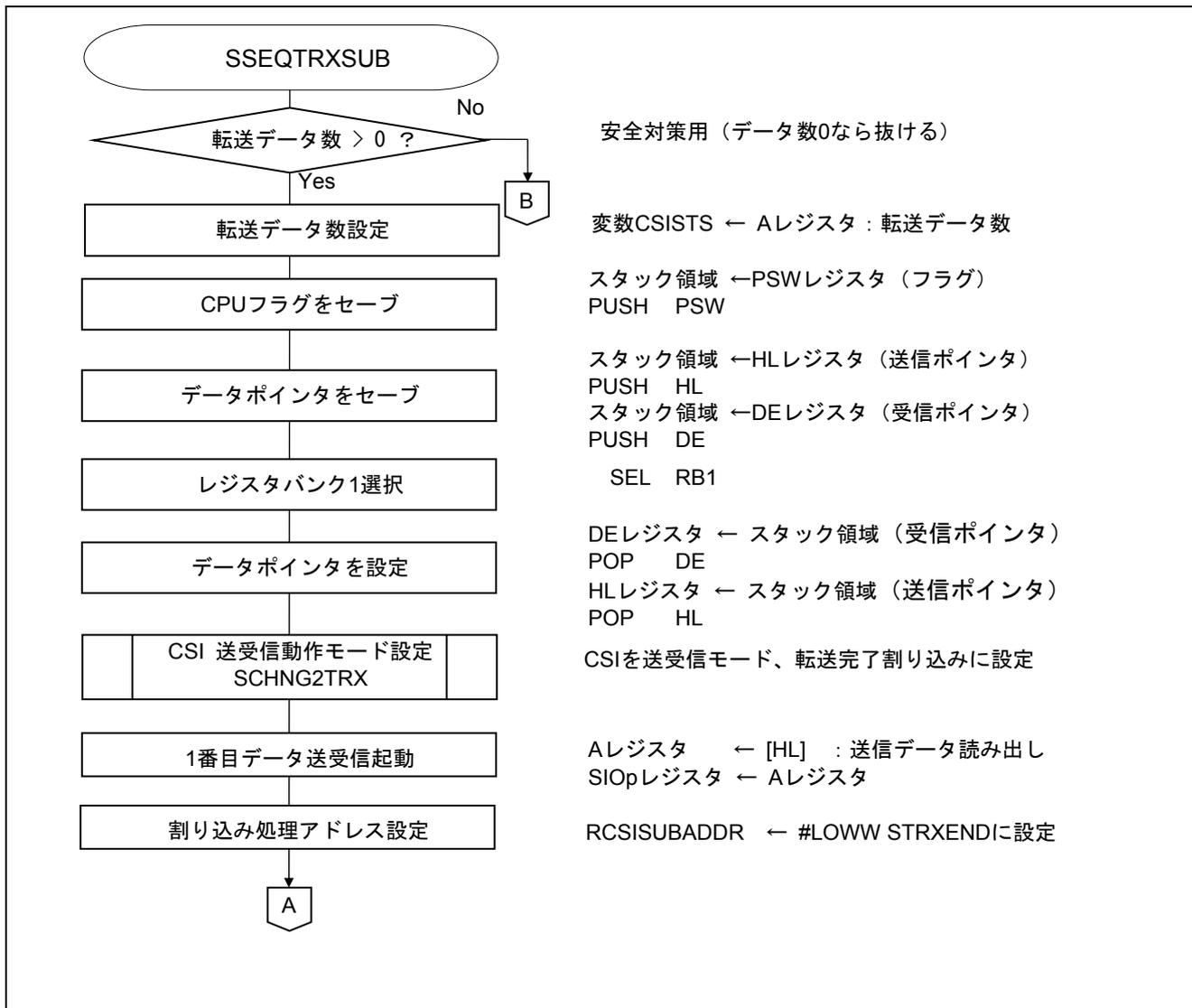


図 5.33 連続受信起動処理(1/2)

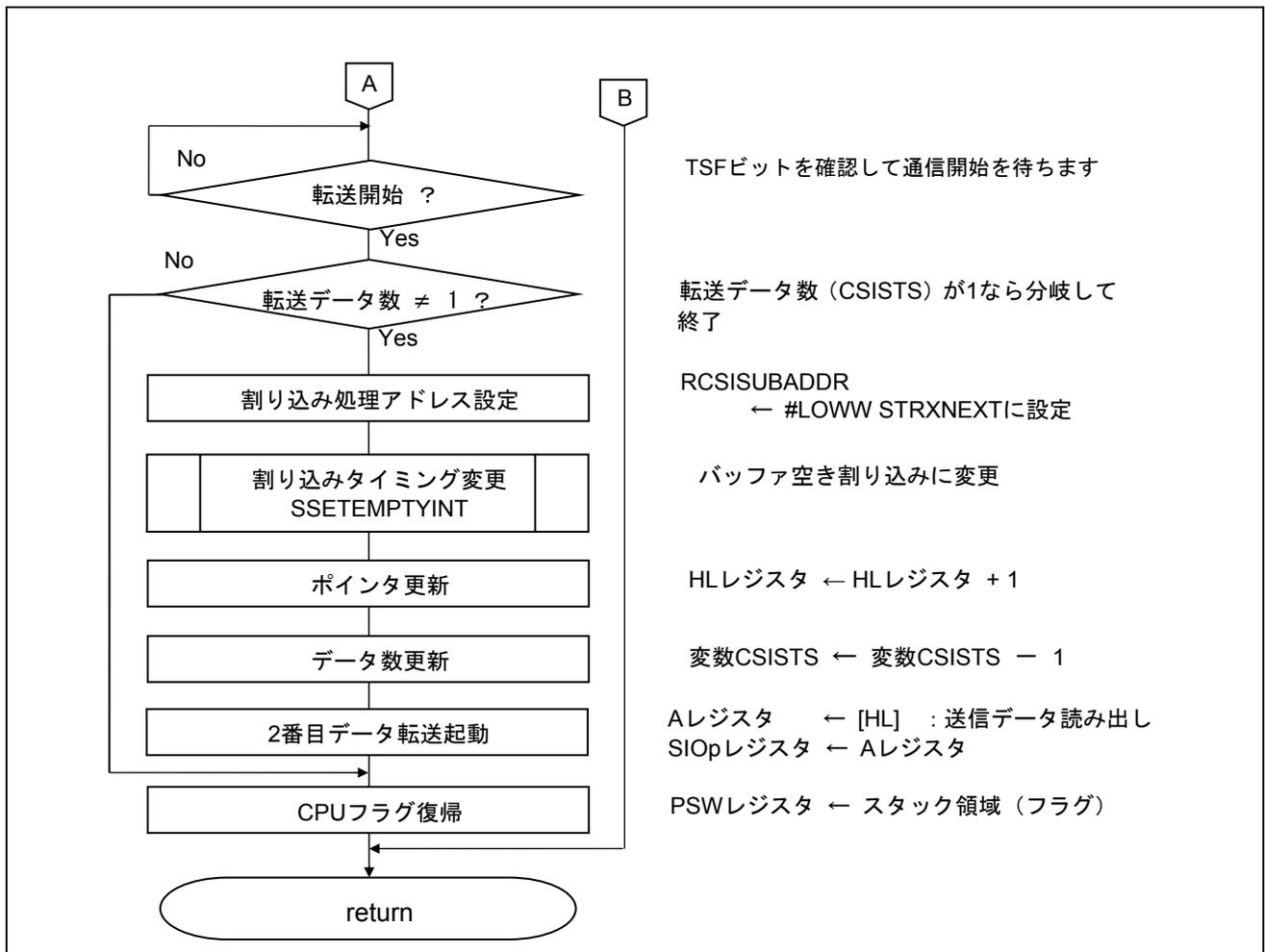


図 5.34 連続受信起動処理(2/2)

5.7.26 連続転送完了待ち処理

図 5.35 に連続転送完了待ち処理のフローチャートを示します。

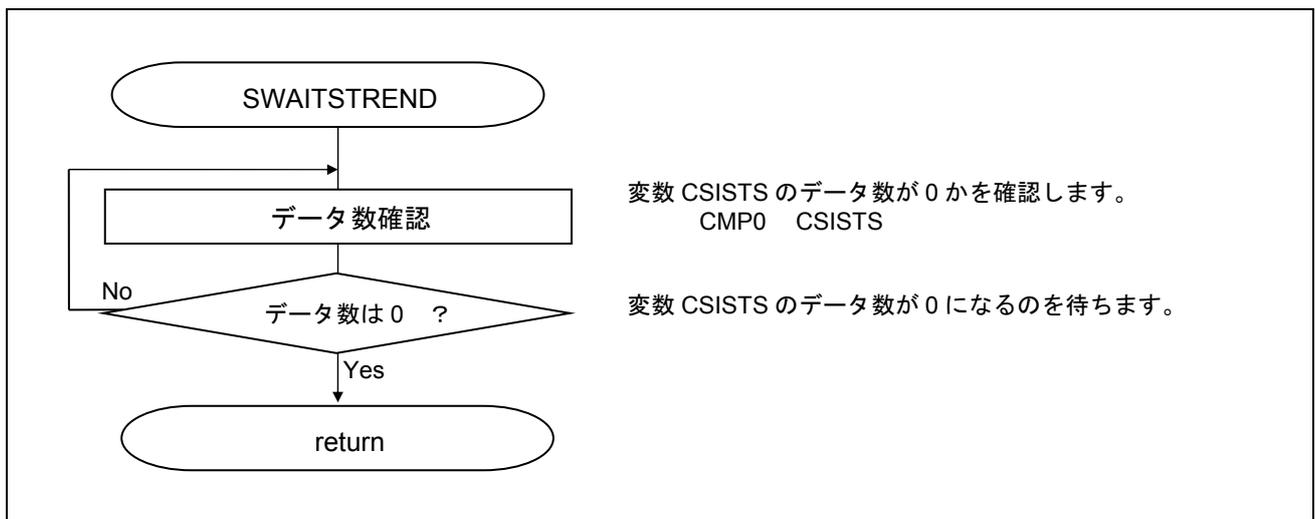


図 5.35 連続転送完了待ち処理

5.7.27 転送完了割り込み設定処理

図 5.36 に転送完了割り込み設定処理のフローチャートを示します。

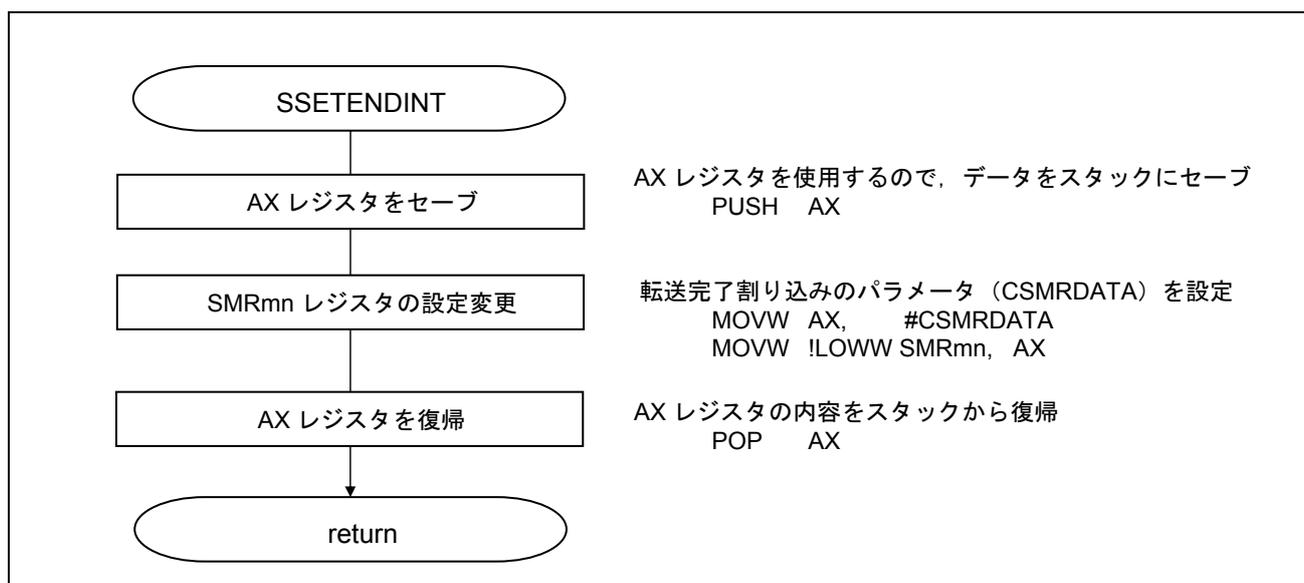


図 5.36 転送完了割り込み設定処理

チャンネルの動作モード設定

- ・シリアル・モード・レジスタ mn（SMRmn）
割り込み要因 転送完了割り込み

略号：SMRmn

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS mn	CCS mn	0	0	0	0	0	0	STS mn	0	0	1	0	0	MD mn2	MD mn1	MD mn0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

ビット0

MDmn0	チャンネル n の割り込み要因の選択
0	転送完了割り込み
1	バッファ空き割り込み

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.28 バッファ空き割り込み設定処理

図 5.37 にバッファ空き割り込み設定処理のフローチャートを示します。

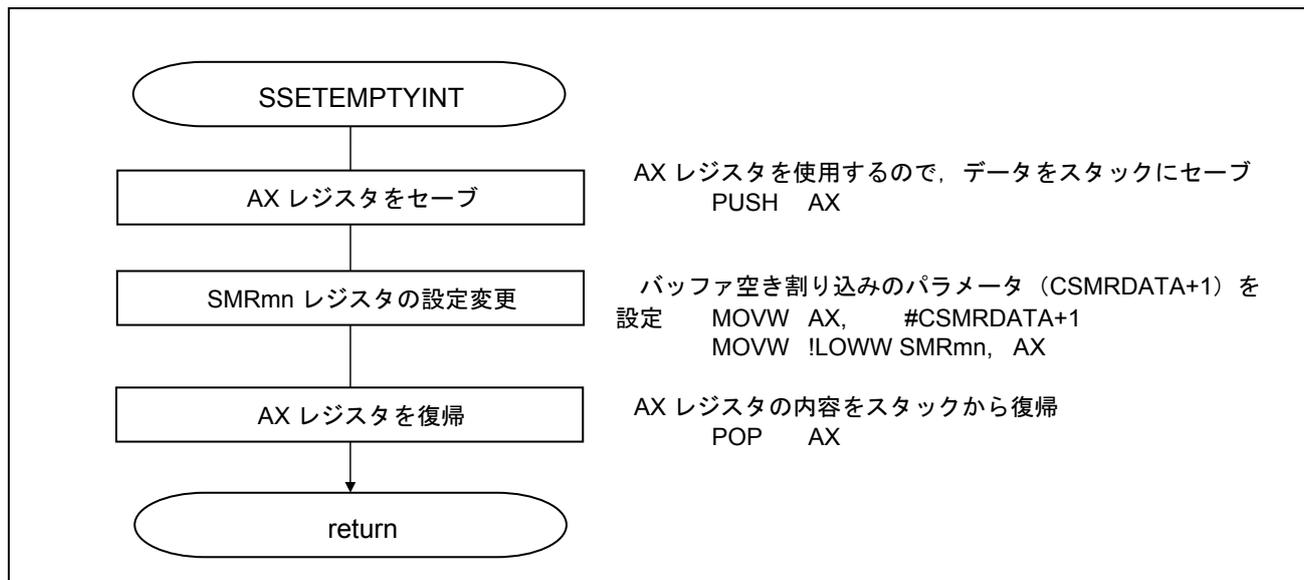


図 5.37 バッファ空き割り込み設定処理

チャンネルの動作モード設定

- ・シリアル・モード・レジスタ mn (SMRmn)
 割り込み要因 バッファ空き割り込み

略号 : SMRmn

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS mn	CCS mn	0	0	0	0	0	0	STS mn	0	0	1	0	0	MD mn2	MD mn1	MD mn0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

ビット 0

MDmn0	チャンネル n の割り込み要因の選択
0	転送完了割り込み
1	バッファ空き割り込み

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.29 送信モード設定処理

図 5.38 に送信モード設定処理のフローチャートを示します。

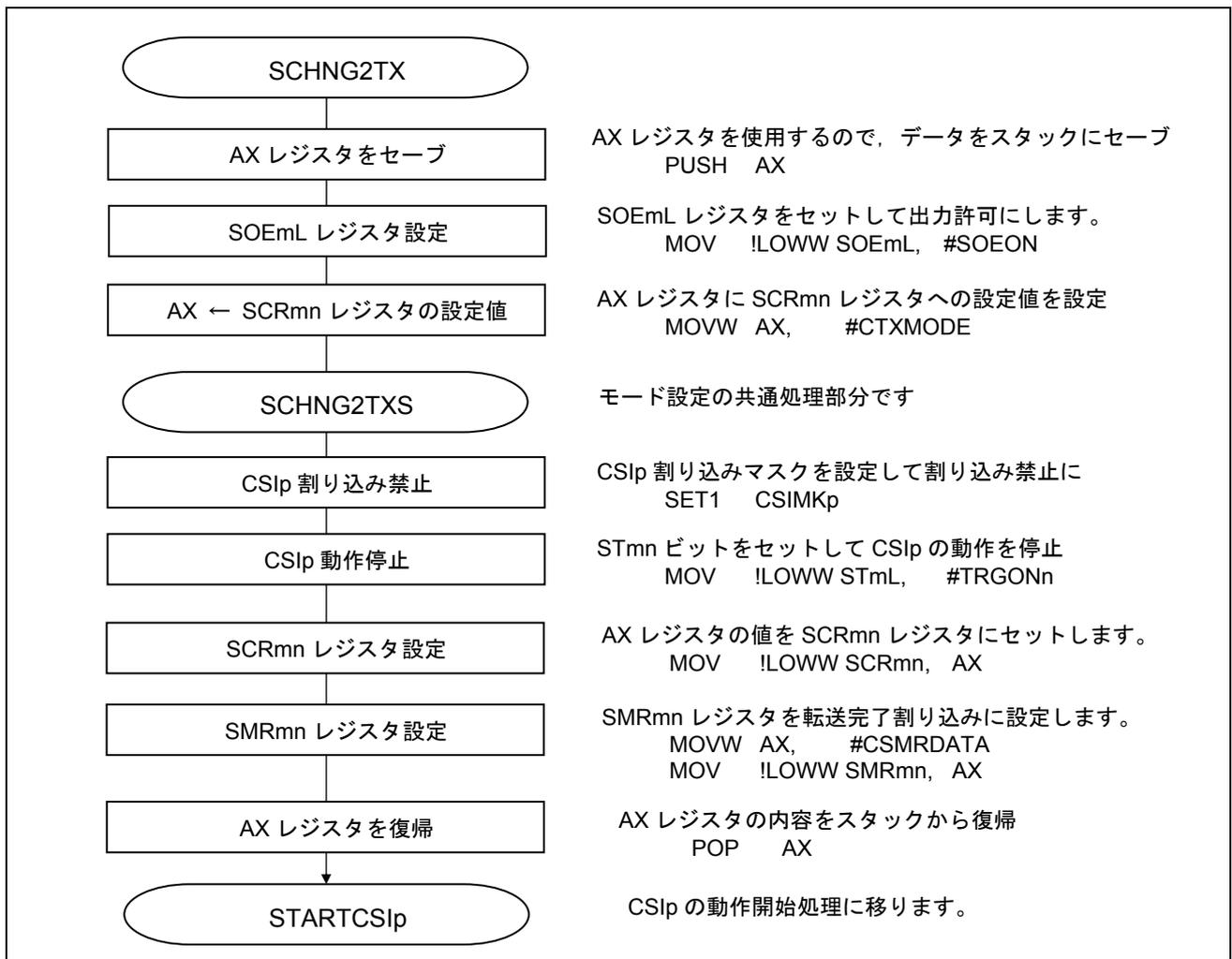


図 5.38 送信モード設定処理

割り込みの設定（20, 24ピン製品の場合）

- ・割り込みマスク・フラグ・レジスタ（MK0H）
- 割り込みマスク設定

略号：MK0H（20, 24ピン製品の場合）

7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK01	TMMK00	IICAMK0	TMMK03H	TMMK01H	SREMK0	SRMK0 CSIMK01 IICMK01	STMK0 CSIMK00 IICMK00
x	x	x	x	x	x	0/1	0/1

CSIMK00	割り込み処理の制御
0	割り込み処理許可
1	割り込み処理禁止

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

通信停止に遷移

- ・シリアル・チャンネル開始レジスタ m (STm/STmL)
動作停止

略号：STm

								SSmL							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SSm3 ^注	SSm2 ^注	SSm1	SSm0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/1	0/1	0/1	0/1

注 30ピン製品のみ

ビット 3-0

SS0n	チャンネル n の動作開始トリガ
0	トリガ動作せず
1	SEmn に 0 をセットし、通信停止状態に遷移する

チャンネルの動作モード設定

- ・シリアル・モード・レジスタ mn (SMRmn)
割り込み要因 転送完了割り込み

略号：SMRmn

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS mn	CCS mn	0	0	0	0	0	STS mn	0	0	1	0	0	MD mn2	MD mn1	MD mn0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

ビット 0

MDmn0	チャンネル n の割り込み要因の選択
0	転送完了割り込み
1	バッファ空き割り込み

チャンネルの通信動作設定

- ・シリアル通信動作レジスタ mn (SCRmn)
動作モード

略号：SCRmn

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TXE mn	RXE mn	DAP mn	CKP mn	0	EOC mn	PTC mn1	PTC mn0	DIR mn	0	SLC mn1	SLC mn0	0	1	DLS mn1	DLS mn0
0/1	0/1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

ビット 15-14

TXEmn	RXEmn	チャンネル n の動作モードの設定
0	0	通信禁止
0	1	受信のみを行う
1	0	送信のみを行う
1	1	送受信を行う

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.30 受信モード設定処理

図 5.39 に受信モード設定処理のフローチャートを示します。

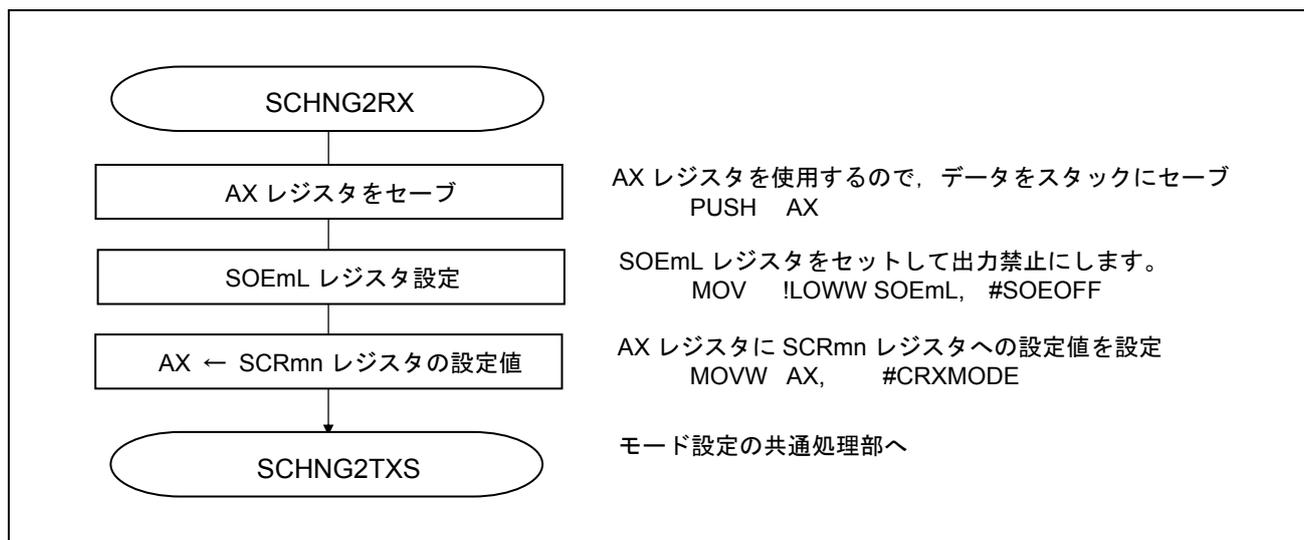


図 5.39 受信モード設定処理

5.7.31 送受信モード設定処理

図 5.40 に送受信モード設定処理のフローチャートを示します。

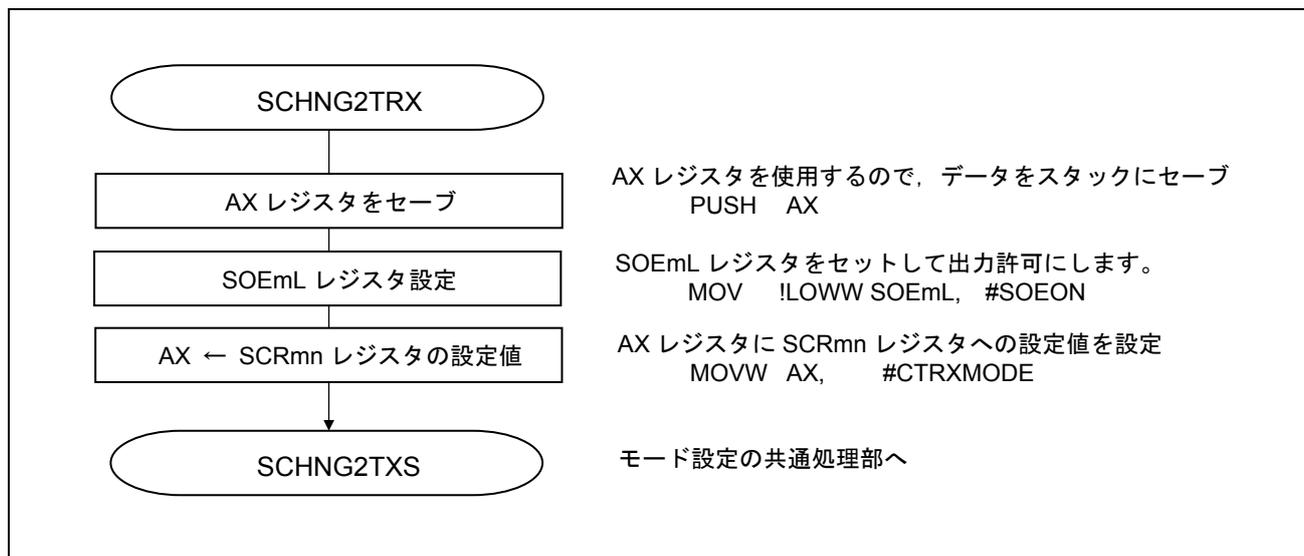


図 5.40 送受信モード設定処理

5.7.32 CSIp 通信動作許可処理

図 5.41 に CSIp 通信動作許可処理のフローチャートを示します。



図 5.41 CSIp 通信動作許可処理

通信待機状態に遷移

- ・シリアル・チャンネル開始レジスタ m (SSm/SSmL)
動作開始

略号 : SSm

												SSmL			
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SSm3 ^注	SSm2 ^注	SSm1	SSm0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/1	0/1	0/1	0/1

注 30 ピン製品のみ

ビット 3-0

SSmn	チャンネル n の動作開始トリガ
0	トリガ動作せず
1	SEmn に 1 をセットし、通信待機状態に遷移する

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

割り込みの設定（20, 24 ピン製品の場合）

- ・割り込み要求フラグ・レジスタ（IF0H）
割り込み要求フラグのクリア
- ・割り込みマスク・フラグ・レジスタ（MK0H）
割り込みマスクのクリア

略号：IF0H（20, 24 ピン製品の場合）

7	6	5	4	3	2	1	0
TMIF01	TMIF00	IICAI0	TMIF03H	TMIF01H	SREIF0	SRIF0 CSIF01 IICIF01	STIF0 CSIF00 IICIF00
x	x	x	x	x	0	0	0

CSIF00	割り込み処理要求フラグ
0	割り込み要求信号が発生していない
1	割り込み要求信号が発生し、割り込み要求状態

略号：MK0H（20, 24 ピン製品の場合）

7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK01	TMMK00	IICAMK0	TMMK 03H	TMMK 01H	SREMK0	SRMK0 CSIMK01 IICMK01	STMK0 CSIMK00 IICMK00
x	x	x	x	x	x	0/1	0/1

CSIMK00	割り込み処理の制御
0	割り込み処理許可
1	割り込み処理禁止

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.33 CSIp 通信動作停止処理

図 5.42 に CSIp 通信動作停止処理のフローチャートを示します。

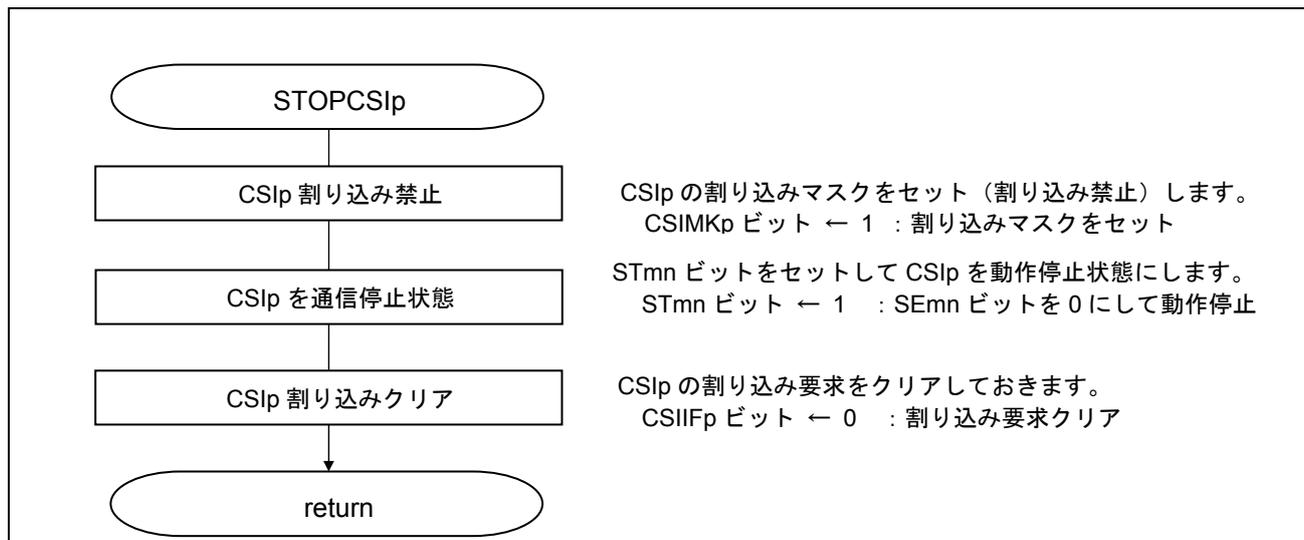


図 5.42 CSIp 通信動作停止処理

通信停止に遷移

- ・シリアル・チャンネル開始レジスタ m (STm/STmL)
動作停止

略号 : STm

									SSmL							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SSm3 ^注	SSm2 ^注	SSm1	SSm0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/1	0/1	0/1	0/1	

注 30 ピン製品のみ

ビット 3-0

SS0n	チャンネル n の動作開始トリガ
0	トリガ動作せず
1	SEmn に 0 をセットし、通信停止状態に遷移する

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

割り込みの設定 (20, 24 ピン製品の場合)

- ・割り込み要求フラグ・レジスタ (IF0H)
割り込み要求フラグのクリア
- ・割り込みマスク・フラグ・レジスタ (MK0H)
割り込みマスクの設定

略号 : IF0H (20, 24 ピン製品の場合)

7	6	5	4	3	2	1	0
TMIF01	TMIF00	IICAI0	TMIF03H	TMIF01H	SREIF0	SRIF0 CSIF01 IICIF01	STIF0 CSIF00 IICIF00
x	x	x	x	x	0	0	0

CSIF00	割り込み処理要求フラグ
0	割り込み要求信号が発生していない
1	割り込み要求信号が発生し、割り込み要求状態

略号 : MK0H (20, 24 ピン製品の場合)

7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK01	TMMK00	IICAMK0	TMMK03H	TMMK01H	SREMK0	SRMK0 CSIMK01 IICMK01	STMK0 CSIMK00 IICMK00
x	x	x	x	x	x	0/1	0/1

CSIMK00	割り込み処理の制御
0	割り込み処理許可
1	割り込み処理禁止

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.34 CSIp 割り込み起動処理

図 5.43 に CSIp 割り込み起動処理のフローチャートを示します。

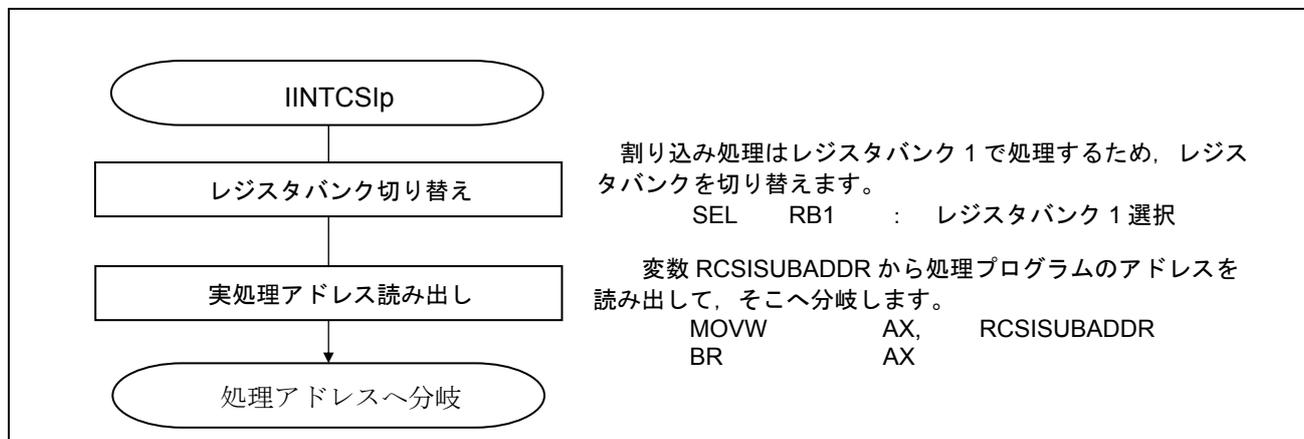


図 5.43 CSIp 割り込み起動処理

5.7.35 1 キャラクタ転送完了割り込み処理

図 5.44 に 1 キャラクタ転送完了割り込み処理のフローチャートを示します。

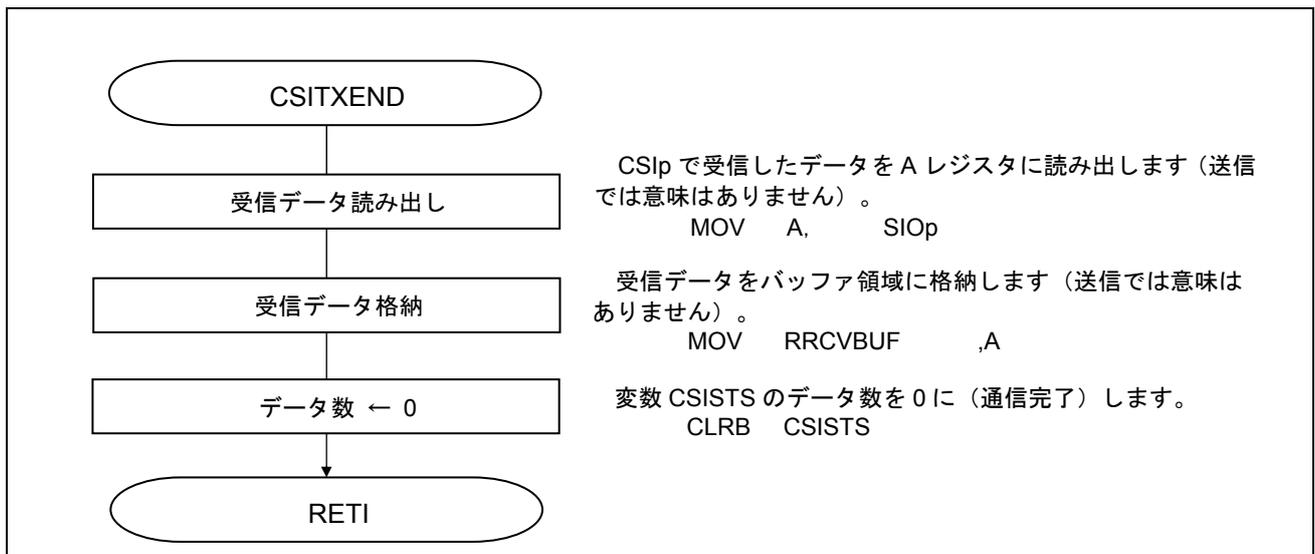


図 5.44 1 キャラクタ転送完了割り込み処理

5.7.36 連続受信時の 1 キャラクタ転送完了割り込み処理

図 5.45 に連続受信時の 1 キャラクタ転送完了割り込み処理のフローチャートを示します。

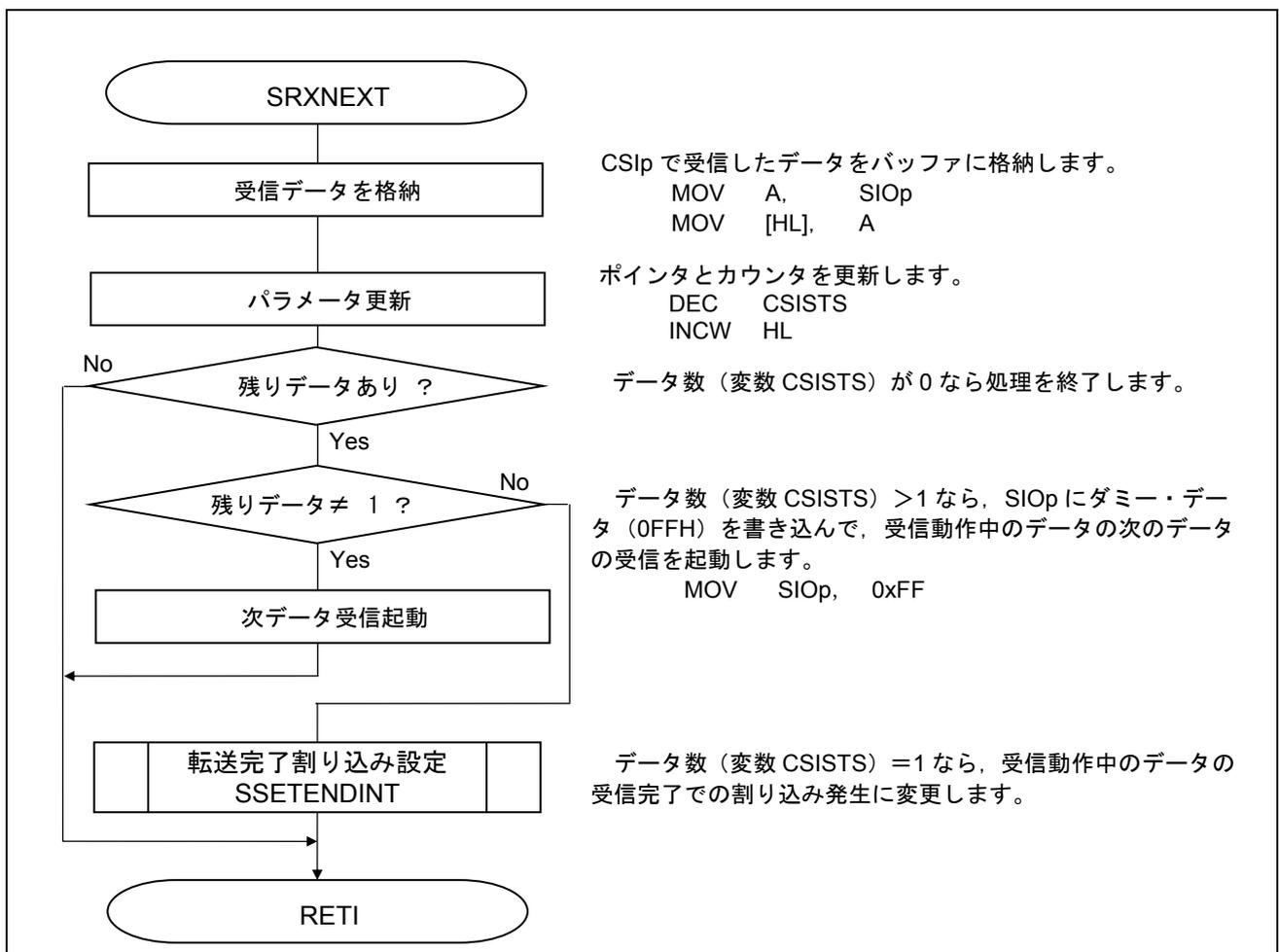


図 5.45 1 キャラクタ転送完了割り込み処理 (連続受信時)

5.7.37 連続送信時のバッファ空き割り込み処理

図 5.46 に連続送信時のバッファ空き割り込み処理のフローチャートを示します。

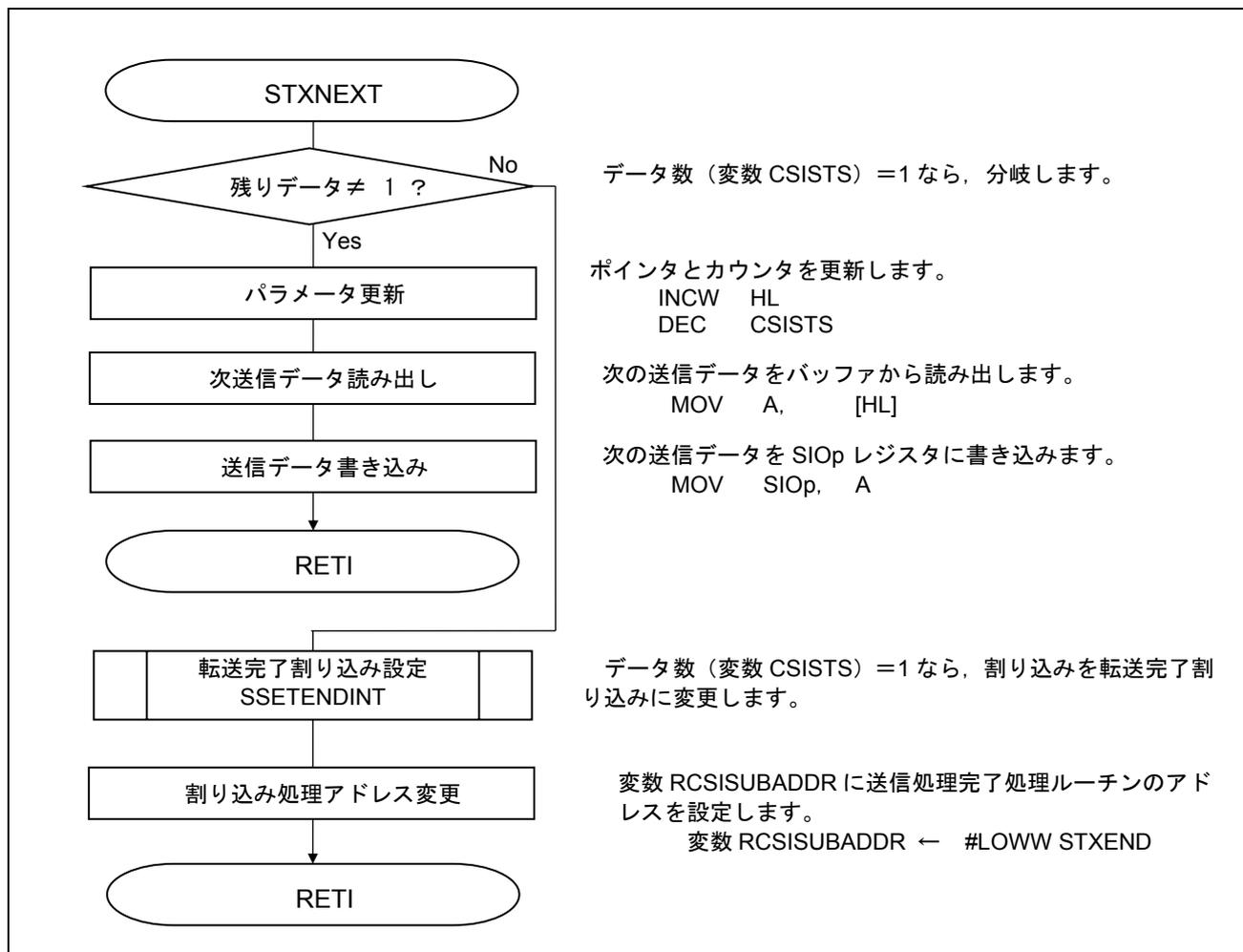


図 5.46 バッファ空き割り込み処理（連続送信時）

5.7.38 連続送信時の送信完了割り込み処理

図 5.47 に連続送信時の送信完了割り込み処理のフローチャートを示します。

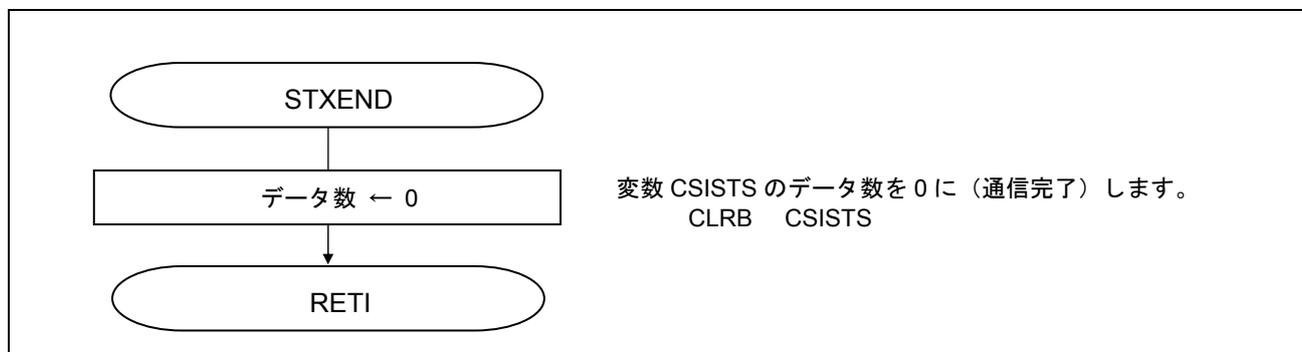


図 5.47 転送完了割り込み処理（連続送信時）

5.7.39 連続送信時のバッファ空き割り込み処理

図 5.48 に連続送信時のバッファ空き割り込み処理のフローチャートを示します。

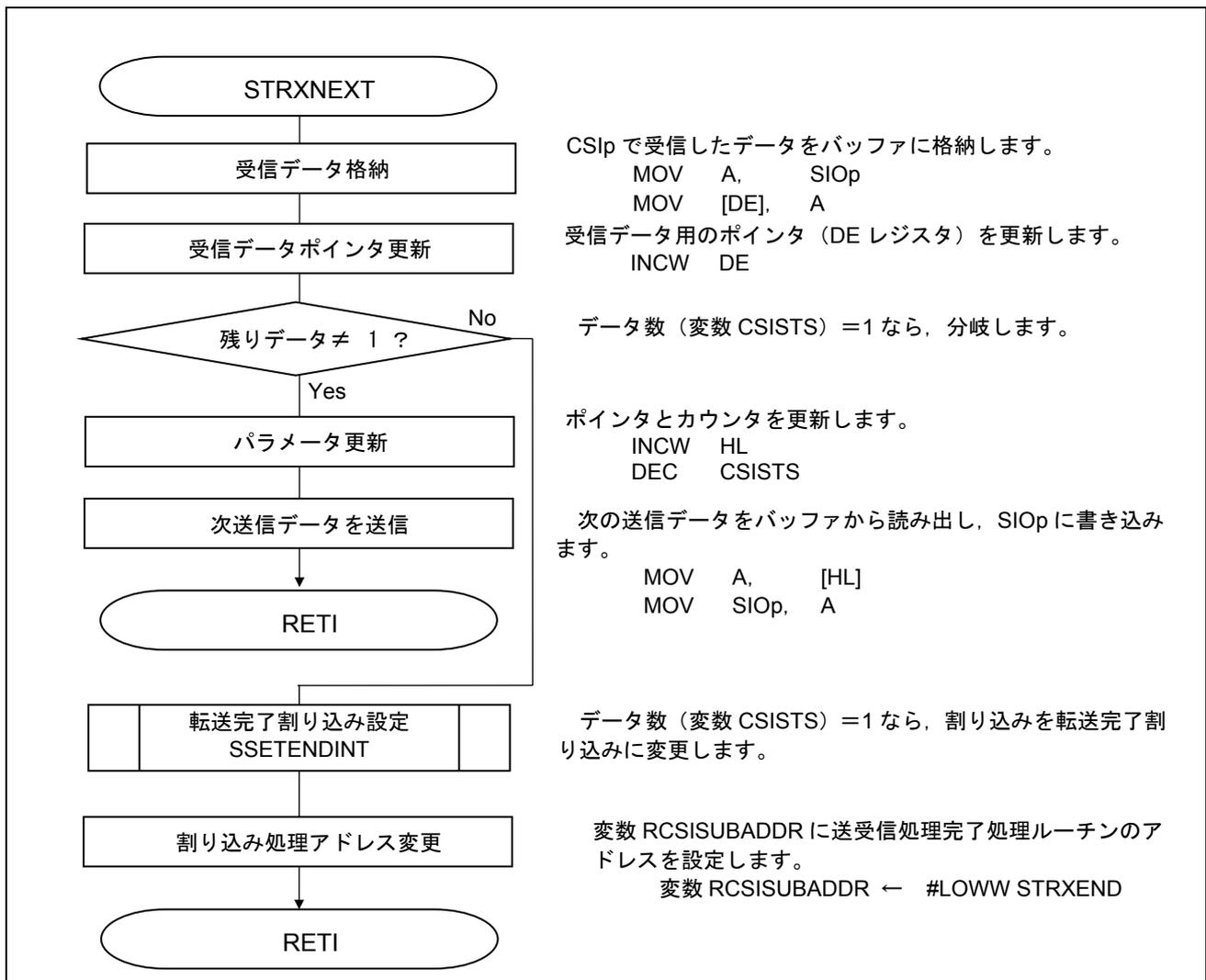


図 5.48 バッファ空き割り込み処理（連続送信時）

5.7.40 連続送受信時の転送完了割り込み処理

図 5.49 に連続送受信時の転送完了割り込み処理のフローチャートを示します。

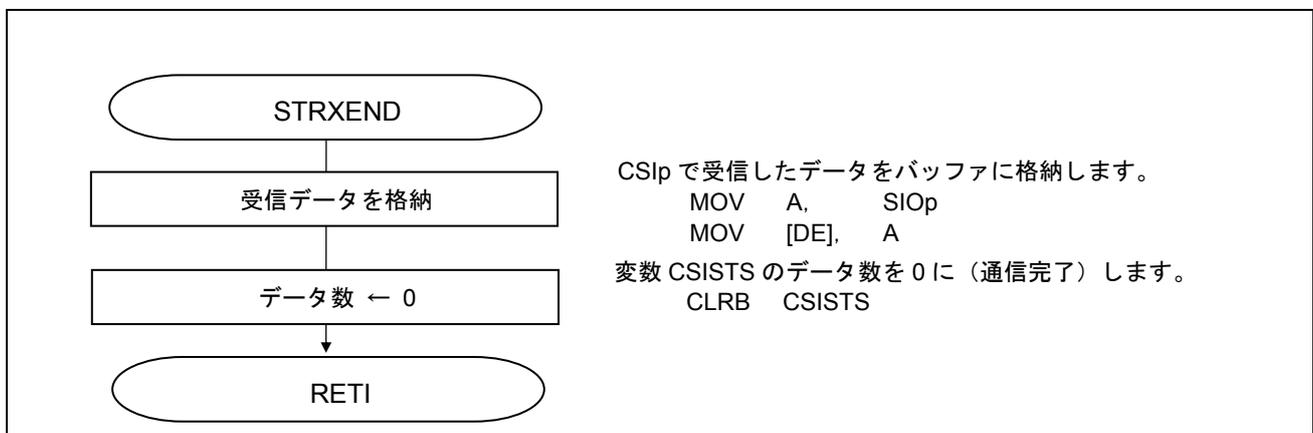


図 5.49 転送完了割り込み処理（連続送受信時）

6. 使用チャンネル等の変更

6.1 定義ファイル

CSI マスタ通信で使用するチャンネルはインクルードファイル（DEV&CSI_CH.inc）で定義されています。使用するデバイスによって、使用可能なチャンネルが異なるのでご注意ください。

6.2 定義ファイルの主な定義内容

インクルードファイルでは、ユーザが変更可能な定数として以下の内容を定義しています。これ以外の定義は絶対に変更しないでください。なお、CPU クロック周波数は、実際に使用しているクロックの周波数を参照するために定義しているもので、この定義で CPU のクロック周波数が変更できるわけではないので、ご注意ください。

- ・ kHz 単位での CPU のクロック周波数（CLKFREQ） : 初期値は 24000（24MHz）
- ・ kbps 単位での CSI の通信速度（BAUDRATE） : 初期値は 1000（1Mbps）
- ・ 使用するマイコン : 初期値は R5F1026
- ・ 使用する CSI のチャンネル :: 初期値は CSI00

6.3 転送速度の変更

転送速度は以下のように定義されています。CPU のクロックが 24MHz の時には、この定義値「1000」を 200～2000 の間で変更することで、200kbps～2000kbps の範囲で変更可能です。この範囲外ではプログラムの変更が必要です。

```

*****
;
;   Communication definitions
;
*****
CLKFREQ      EQU    24000          ; kHz
BAUDRATE     EQU    1000          ; kbps

```

6.4 使用するマイコンの変更

使用するマイコンを変更する場合には、CS+で新たなプロジェクトを作成して、そこで、デバイスを指定してください。

使用するマイコンは以下のように定義されています。「.SET 1」となっている行が有効です。デバイスを変更するには、現在有効になっている行を「.SET 0」にし、使用したいデバイスが書かれた行を「.SET 1」にしてください。

```

*****
;
;   device select
;
*****
R5F1026     .SET    1              ; 20 pins with data flash memory  使用マイコンの定義です。
R5F1036     .SET    0              ; 20 pins without data flash memory
R5F1027     .SET    0              ; 24 pins with data flash memory
R5F1037     .SET    0              ; 24 pins without data flash memory
R5F102A     .SET    0              ; 30 pins with data flash memory
R5F103A     .SET    0              ; 30 pins without data flash memory

```

6.5 使用するチャネルの変更

使用するチャネルの定義は以下のようになっています。使用するマイコンに応じて、許されたチャネルの中から、使用したいチャネルを選んで、行先頭の「;」を削除します。このとき、それまで選択されていたチャネルの行の先頭に「;」を追加してください。**複数のチャネルを選択すると、プログラムは正常に動作しません。**

```
*****
;
;
;   Communication channel select
;
;
*****
```

```
$IF ( R5F1026+R5F1027==1 )
;
;=====
;   for R5F1026 and R5F1027
;   select CSI00 or CSI01
;=====
;CSI00      .SET  0          ; CSI00 is not selected now
CSI00      .SET  1          ; CSI00 is selected
CSI01      .SET  0          ; CSI01 is not selected now
;CSI01      .SET  1          ; CSI01 is selected
CSI11      .SET  0          ; CSI11 is not selected now
CSI20      .SET  0          ; CSI20 is not selected now
```

データフラッシュ内蔵の 20/24 ピン製品の場合の定義です。

```
$ELSEIF ( R5F1036+R5F1037+R5F103A==1 )
;
;=====
;   for R5F1036 , R5F1037 and R5F103A
;   CSI00 only
;=====
;CSI00      .SET  0          ; CSI00 is not selected now
CSI00      .SET  1          ; CSI00 is selected
CSI01      .SET  0          ; CSI01 is not selected now
CSI11      .SET  0          ; CSI11 is not selected now
CSI20      .SET  0          ; CSI20 is not selected now
```

データフラッシュ非内蔵製品の場合の定義です。

```
$ELSE
;
;=====
;   for R5F102A
;   select CSI00 , CSI11 or CSI20
;=====
;CSI00      .SET  0          ; CSI00 is not selected now
CSI00      .SET  1          ; CSI00 is selected
CSI01      .SET  0          ; CSI01 is not selected now
CSI11      .SET  0          ; CSI11 is not selected now
;CSI11      .SET  1          ; CSI11 is selected
CSI20      .SET  0          ; CSI20 is not selected now
;CSI20      .SET  1          ; CSI20 is selected
```

データフラッシュ内蔵の 30 ピン製品の場合の定義です。

6.6 参考

使用するチャンネルが定義されると、以下のような定義により、プログラムで使用する定数がチャンネルに応じた値に定義されます。これにより使用するチャンネルを意識しなくてもいいようにしています。

なお、ポートの初期化は、この定義とは別に使用するマイコンとチャンネルの定義を直接参照した処理を行っています。

```

$IF( CSI00==1 )
SAUmEN    EQU    SAUOEN    ; Peripheral enable register
SPSmL     EQU    SPSOL     ; Serial clock select register
SMRmn     EQU    SMR00     ; Serial mode register
SCRmn     EQU    SCR00     ; Serial communication operation setting register
SDRmn     EQU    SDR00     ; Serial data register
SIOp      EQU    SIO00     ; Serial data register(lower 8 bit)
SSRmnL    EQU    SSR00L    ; Serial status register
SIRmnL    EQU    SIR00L    ; Serial flag clear trigger register
SSmL      EQU    SSOL      ; Serial channel start register
STmL      EQU    STOL      ; Serial channel stop register
TRGONn    EQU    0000001B  ; for trigger SS00/ST00
SOEmL     EQU    SOEOL     ; Serial output enable register
SOEON     EQU    TRGONn    ; for turn on SOE00
SOEOFF    EQU    11111110B ; for turn off SOE00
S0m       EQU    S00       ; Serial output register
SOHIGH    EQU    TRGONn    ; for set S0 bit
PM_CSIp   EQU    PM1       ; port mode register for CSI
PM_SCKp   EQU    PM1.0     ; port mode register bit for SCK
PM_SIp    EQU    PM1.1     ; port mode register bit for SI
PM_SOp    EQU    PM1.2     ; port mode register bit for SO
P_CSIp    EQU    P1        ; port register for CSI
P_SCKp    EQU    P1.0      ; port register for SCK
P_SIp     EQU    P1.1      ; port register for SI
P_SOp     EQU    P1.2      ; port register for SO
CSIIIFp   EQU    CSIIIF00  ; interrupt request flag
CSIMKp    EQU    CSIMK00   ; interrupt mask register
$ENDIF

```

7. サンプルコード

サンプルコードは、ルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。

8. 参考ドキュメント

RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0200J)

RL78 ファミリ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編 (R01US0015J)

RL78/G12 シリアル・アレイ・ユニット CSI スレーブ通信編 (R01AN3021J)

(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

テクニカルアップデート/テクニカルニュース

(最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問合せ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

改訂記録	RL78/G12 シリアル・アレイ・ユニット (CSI マスタ通信) CC-RL
------	---

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2015.10.20	—	初版発行

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。

外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレス（予約領域）がありません。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。

リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部 ROM、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が異なる製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 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・システムの設計において、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て、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。
2. 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、誤りがな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。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。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。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等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。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
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、産業用ロボット等
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、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図し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損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の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。
7. 当社は、当社製品の品質および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、社会的損害等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、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。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、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の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い合わせください。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。
9. 本資料に記載されている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・システムに使用することはできません。また、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用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「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。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
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禁じます。

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。



ルネサス エレクトロニクス株式会社

営業お問い合わせ窓口

<http://www.renesas.com>

営業お問い合わせ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24 (豊洲フォレシア)

技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問い合わせ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>