
RL78/G12

シリアル・アレイ・ユニット（CSI スレーブ通信） CC-RL

R01AN3021JJ0100

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 スレーブ通信の使用方法を説明します。マスタからの CS 信号で選択されて、シングル受信，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，マスタとの同期をとるために 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	10
3.	関連アプリケーションノート	10
4.	ハードウェア説明	11
4.1	ハードウェア構成例	11
4.2	使用端子一覧	12
5.	ソフトウェア説明	13
5.1	動作概要	13
5.2	定数一覧	15
5.3	変数一覧	17
5.4	関数（サブルーチン）一覧	18
5.5	関数（サブルーチン）仕様	19
5.6	フローチャート	27
5.6.1	CPU 初期化関数	28
5.6.2	入出力ポート設定	29
5.6.3	クロック発生回路の設定	30
5.6.4	SAU の設定	31
5.6.5	INTP0 の設定	39
5.6.6	メイン処理	40
5.6.7	CSIp 選択解除処理	42
5.6.8	INTP0 割り込み処理関数	48
5.6.9	INTCSIp 割り込みエントリ処理	52
5.6.10	1 キャラクタ転送開始割り込み処理	52
5.6.11	1 キャラクタ送信完了割り込み処理	53
5.6.12	連続受信時データ受信完了割り込み処理	54
5.6.13	連続送信時データ送信完了割り込み処理	55
5.6.14	連続送受信時最終データ受信完了割り込み処理	56
5.6.15	連続送信時最終データ送信完了割り込み処理	56
5.6.16	連続送受信時バッファ空き割り込み処理	57
5.6.17	連続送受信時通信開始割り込み処理	58
5.6.18	1 キャラクタ送信開始処理関数 1	59
5.6.19	1 キャラクタ送信開始処理関数 2	59
5.6.20	1 キャラクタ受信開始処理関数	60
5.6.21	1 キャラクタの送受信完了待ち処理関数	60
5.6.22	1 キャラクタの転送状態チェック関数	61
5.6.23	連続受信開始処理	62
5.6.24	連続転送完了待ち処理	63
5.6.25	連続送信開始処理	64
5.6.26	連続送受信開始処理	65
5.6.27	転送完了割り込み設定処理	66
5.6.28	バッファ空き割り込み設定処理	67
5.6.29	送信モード設定処理	68
5.6.30	受信モード設定処理	70
5.6.31	送受信モード設定処理	70
5.6.32	CSIp 通信動作許可処理	71
5.6.33	CSIp 通信動作停止処理	73

6.	使用チャンネル等の変更	75
6.1	定義ファイル	75
6.2	定義ファイルの主な定義内容	75
6.3	転送速度の変更	75
6.4	使用するマイコンの変更	75
6.5	使用するチャンネルの変更	76
6.6	参考	77
7.	サンプルコード	78
8.	参考ドキュメント	78

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 スレーブ通信を行います。マスタからの CS 信号により選択されて、BUSY 信号によるハンドシェイクを行いながら、シングル受信、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。

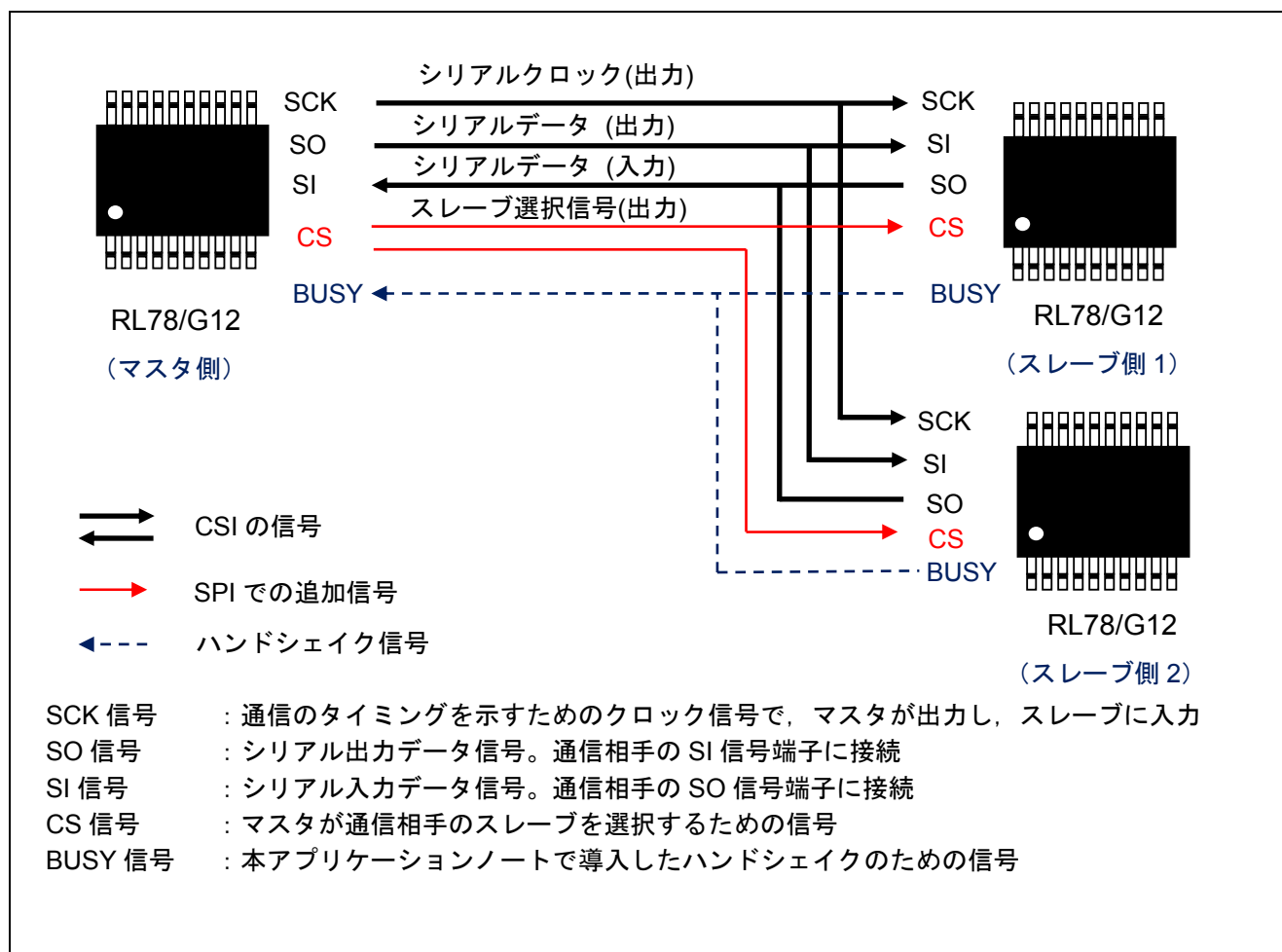


図 1.1 CSI 通信の概要

CSI (SPI) 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ない必要があります。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。CS 信号による選択時やマスタが通信を開始するときにスレーブの処理が間に合わないため、マスタが確認して通信を開始するように BUSY 信号を制御しています。

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。

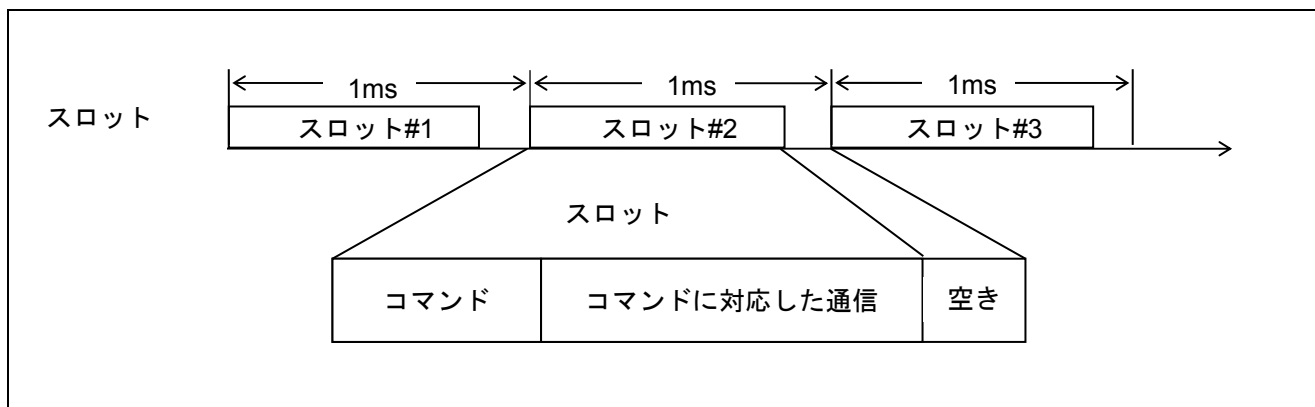


図 1.2 スロットの概要

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
(マスタ) 受信	スレーブからの連続モードでのデータ受信処理
(マスタ) 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

スレーブとしては、ステータス確認コマンドに対しては送信用及び受信用バッファのサイズを戻します。データを受信すると、受信したデータの補数をとって次の送信データとします。

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ます。スレーブの処理に密接に関連してくることがあるので、完全な汎用のサブルーチンにはなりません。また、ヘッダ・フールの変更により、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
外部割り込み	INTP0 : P137（CS 信号入力）
ポート	P23（BUSY 信号出力）

20/24 ピン製品 : m=0, 30 ピン製品 : m=0/1

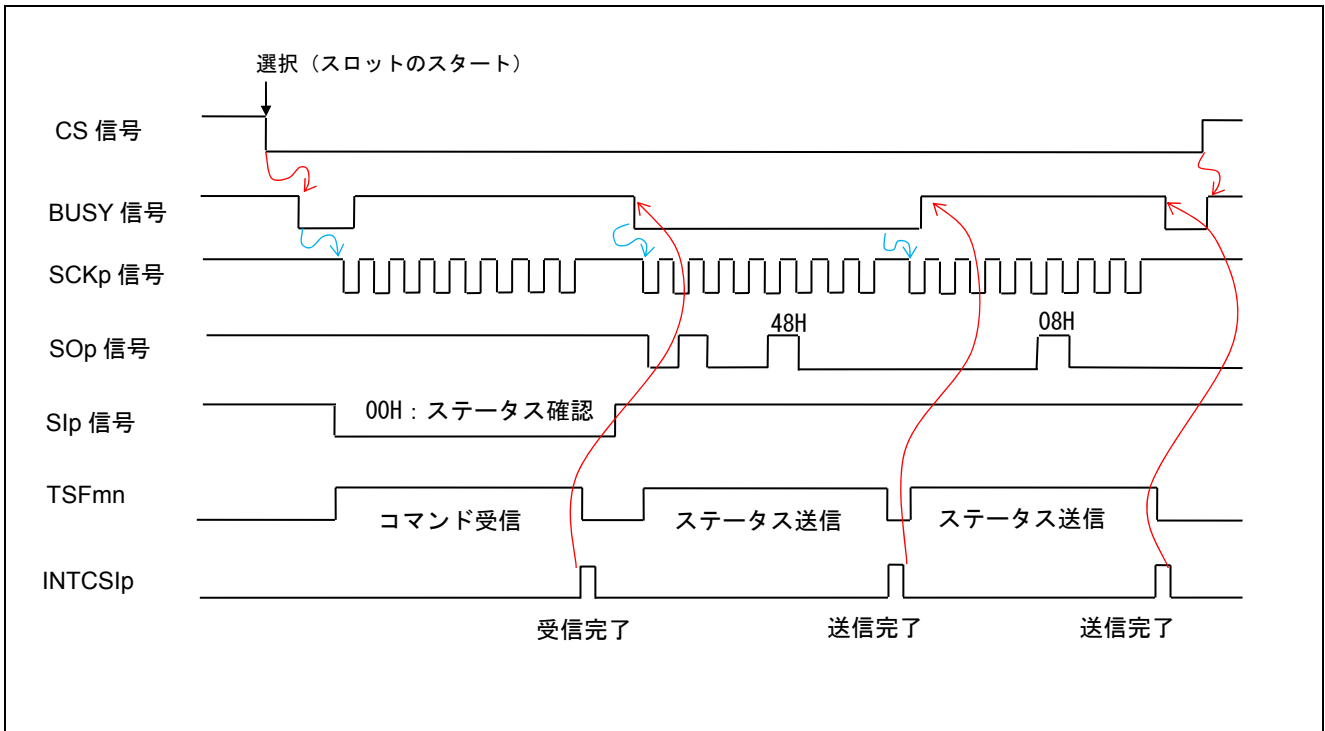


図 1.3 ステータス確認コマンドのタイミング・チャート

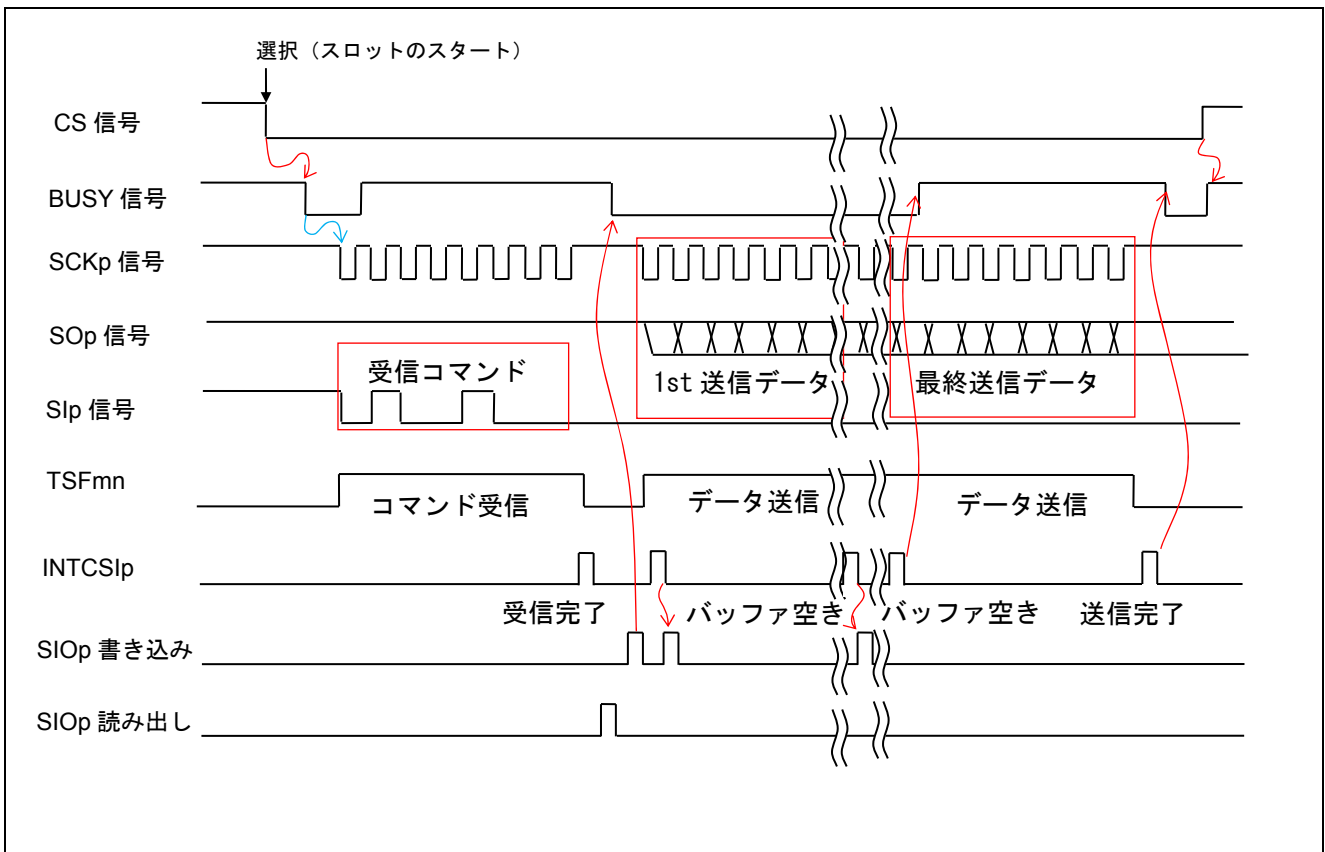


図 1.4 受信コマンドのタイミング・チャート

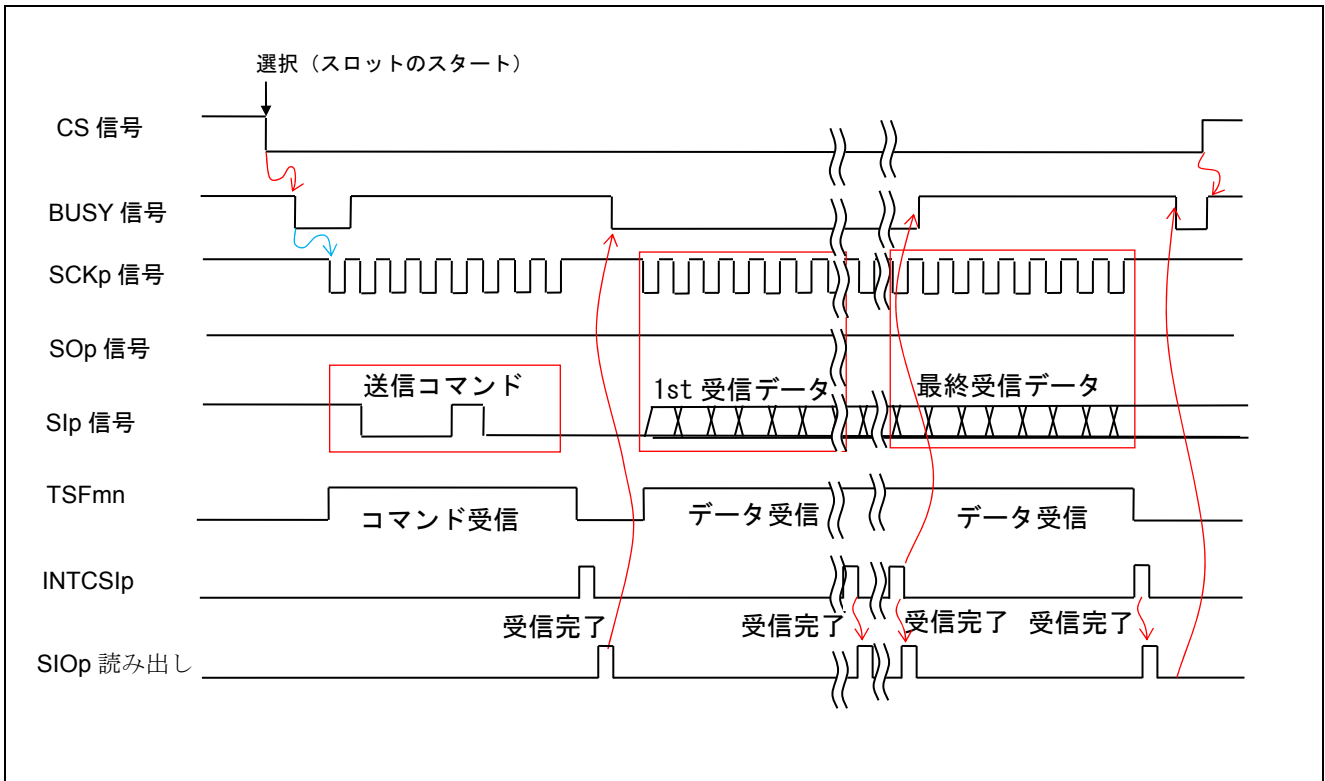


図 1.5 送信コマンドのタイミング・チャート

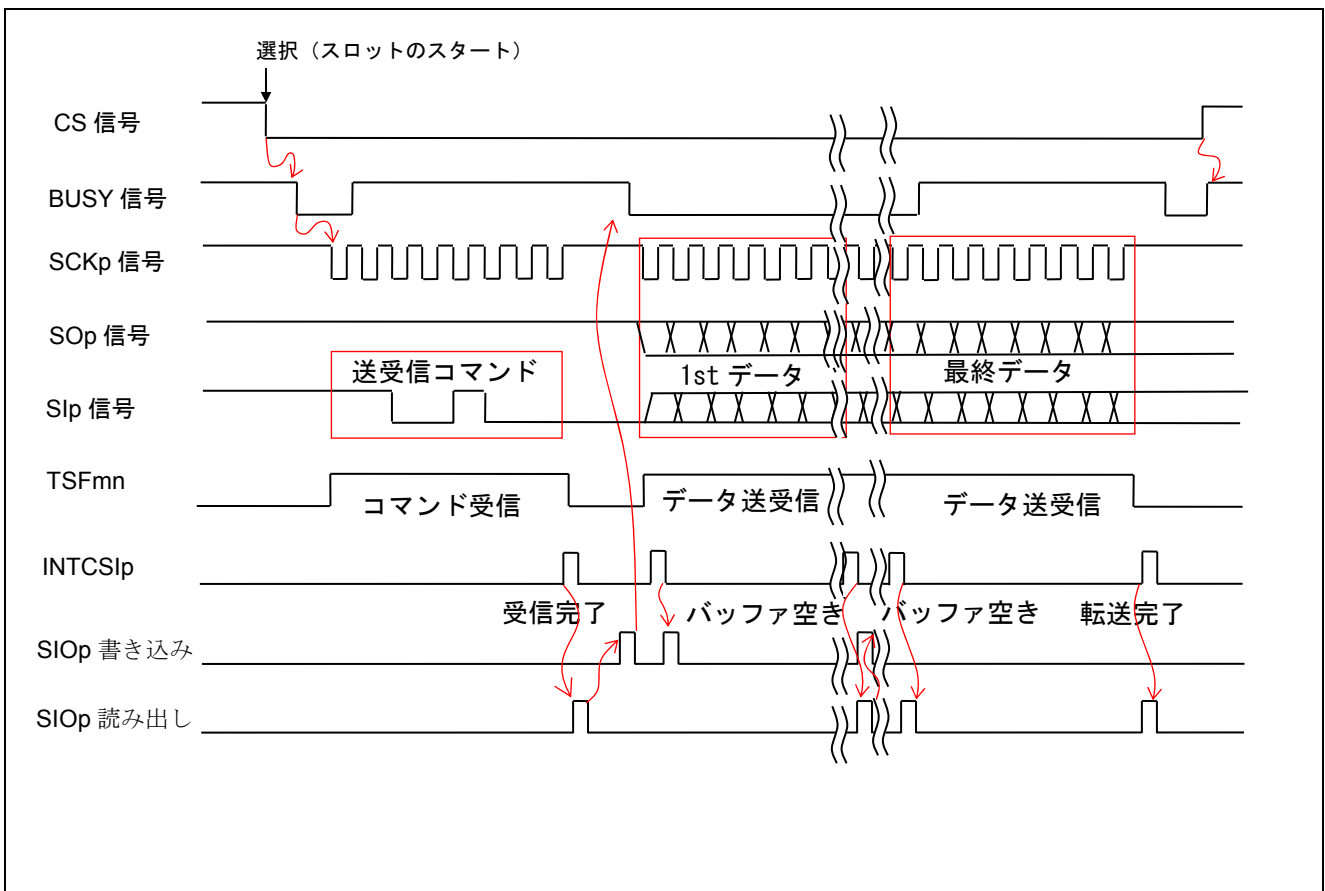


図 1.6 送受信コマンドのタイミング・チャート

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）

(1) RL78/G12 でのハンドシェイクの必要性

EEPROM、A/D や D/A のような専用の SPI や CSI のスレーブ デバイスでは、マスタからの選択時や通信開始時の応答が高速なために BUSY 信号はありません。これは、これらの専用のデバイスはハードウェアで常に通信を行えるようになっているからです。それに対して、RL78/G12 のような汎用のデバイスをソフトウェアによりスレーブとして使用する場合には、必ずソフトウェアでの処理時間が必要になってきます。

そこで、マスタからの選択時や通信開始時に、RL78/G12 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。BUSY 信号によるハンドシェイクだけでは BUSY 状態で止まってしまふ可能性があるため、マスタにはタイムアウト機能が組み込まれます。

(2) ハンドシェイク動作

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。マスタは、スレーブを選択するために CS 信号を立ち上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 Low になるのを待ちます。タイムアウト前に BUSY 信号が Low 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 Low 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。

ここで、マスタが必ずタイムアウト時間を持ってから処理を開始するようにすると、BUSY 信号を用いることなく処理を行うことができます。

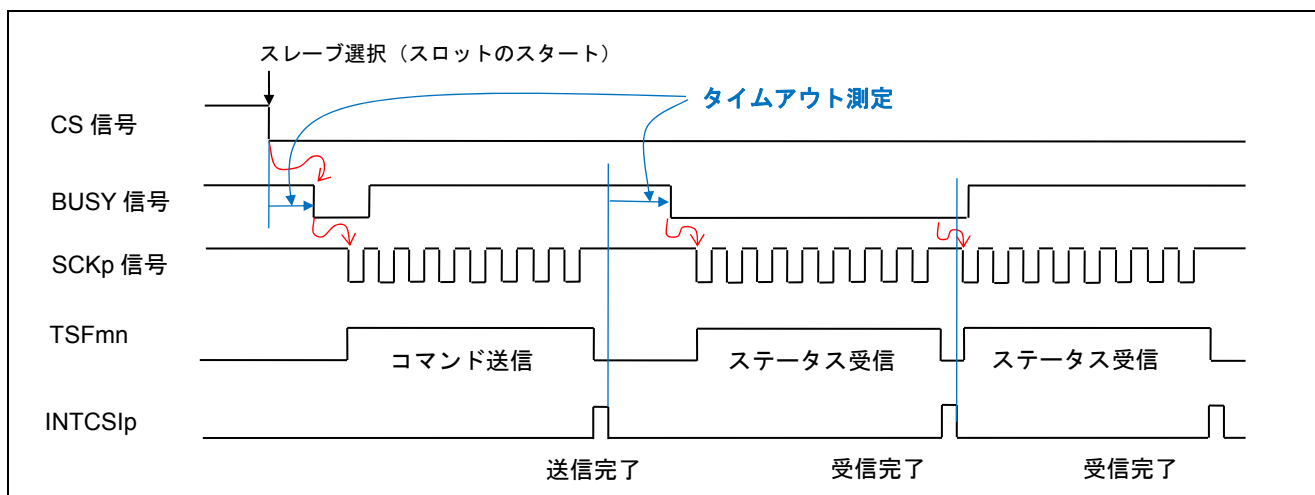


図 1.7 ハンドシェイクの例（マスタ側の処理）

(3) RL78/G12 での応答時間

RL78/G12 の応答時間は大きく、割り込み受け付けまでの時間とその後の処理時間に分けられます。割り込み受け付け時間は割り込み受け付け可能状態かどうかと、割り込み要求が発生した時に実行している命令により影響されます。割り込みが受け付け可能かどうかは処理中のプログラムにより異なりますが、ここではいつでも割り込みは受け付け可能であると考えておきます。そうすると、ベクタ割り込みを受け付けるには実行中の命令により 9~16 クロックが必要になります。実行に 8 クロックもかかる命令を使うことはほとんどなく、割り込み待ちで使用する命令に注意すれば、条件付き分岐命令の 4 クロックで済むと考えられるので、最大でも 12 クロックとなります。

(a) 例えば、CS 信号での選択時を考えると、処理プログラムは以下のようになるので、12 クロックで BUSY 信号が立ち下がります。合計で 24 クロックとなり、応答時間としては 1 μs になります。

```

IINTP0:
  SEL  RB1
  BT   P13.7, $NOTSELECTED ; branch if CS is not active
SELECTED:
  MOV  !LOWW SSmL, #TRGONn
  CLR1 PM_S0p      ; set S0p port to output
  MOV  SIOp, #0xFF ; set dummy data for start
  CLR1 BUSYSIG     ; fall down BUSY signal
  CLR1 BUSYMODE    ; output low BUSY signal
    
```

INTP0 のエントリ

CS 信号で選択されたときの処理部。直ぐに CSI の動作を許可して、マスタからのコマンド受信可能状態にしている。

その後、BUSY 信号を Low に立ち下げている。

(b) 通信処理部分で最も時間がかかるのはコマンドを受信し、受信したコマンドを解析して必要な処理に分岐させる部分です。関係する処理部を抽出したものを以下に示します。各処理によって割り込みで処理する内容が異なるので、実際の処理ルーチンのアドレスを変数 RCSISUBADDR に前もって格納しておき、INTCSIp 割り込みが受け付けられたらすぐに処理部に分岐できるようにしています。以下の場合に、各コマンドの処理部へ分岐するのに最悪では 57 クロック必要になり、合計で 69 クロックが必要になります。その後で、個々のコマンドの処理が開始できます。各コマンド処理の先頭で、通信モードの再設定を行っているため、およそ 35 クロックで通信の起動が可能になります。

これらを合計すると、コマンド受信完了からおおよそ 4 μs で通信可能となります。

```

IINTCSIp:
  SEL  RB1 ; select register bank1
  MOVW AX, RCSISUBADDR ; get actual routine address
  BR   AX ; branch to actual routine
    
```

INTCSIp のエントリ

実際の処理部への分岐処理 (6 クロックで分岐)

```

CSITXEND:
  MOV  A, SIOp ; get received data
  MOV  RRRXDATA, A ; save received data
  MOVW RCSISUBADDR, #LOWW CSIBFEMP ; set transfer start address
  CLRB CSISTS ; receive end
  RETI
    
```

コマンド受信の実際の処理部 (10 クロックで抜ける)

```

MAIN_LOOP2:
  CALL !SCHKRXEND ; CSIp command receive check
  BT   BUSYMODE, $MAIN_LOOP ; branch if CS is high
  BNZ $MAIN_LOOP2 ; wait for command
  MOV  RCOMBUF, A ; save command in buffer
  AND  RCOMBUF, #0B00111111 ; get data number
  AND  A, #0B11000000 ; get command bit
  SHRW AX, 13 ; A7 -> X2, A6 -> X1
  ADDW AX, #LOWW CCMDLIST ; get table address
  MOVW HL, AX
  MOVW AX, ES:[HL] ; get subroutine address
  CALL AX ; go to actual routine
    
```

メインのコマンド待ち部分

このループでコマンド受信完了を待つ (19 クロックのループ)

コマンド解析部。テーブル参照で各コマンド処理へ分岐 (12 クロック必要)

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 マスタ通信編 (R01AN3020J) 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。

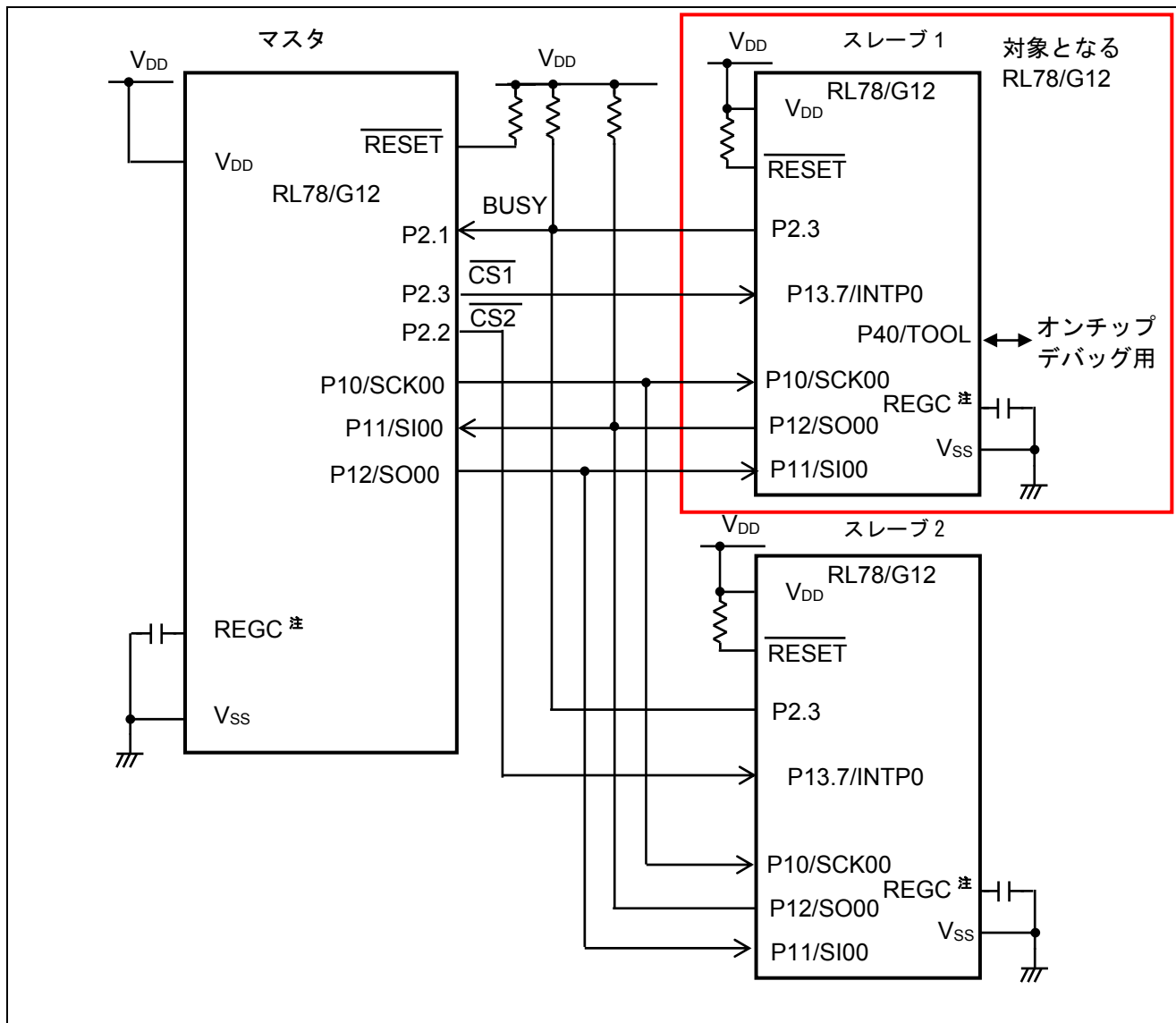


図 4.1 ハードウェア構成

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
P137/INTP0 (CS)	入力	選択信号
P23/ANI3 (BUSY)	出力	BUSY 応答信号

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、メモリを初期化し、マスタからの選択を待ちます。スレーブとして選択されたら、マスタからのコマンドを待ち、受信したコマンドに応じた処理を行います。

(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 SCKp 入力を使用します。
- クロック入力は 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。ただし、この段階では、P12/SO00 端子^注を出力モードには設定しません。
- 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。
- 送受信モードに設定し、割り込み(INTCSI00)^注はバッファ空き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) 初期設定が完了したら、メモリの初期化を行い、CS 信号によるマスタからの選択を待ちます。

移行は割り込みによる処理との組み合わせでの処理となります。

(3) CS 信号の立下りを INTp0 エッジ検出割り込み機能で検知すると、次の処理を行います。

- ① CSIp の動作許可、SOp 出力許可、BUSY 信号を立ち下げ、コマンド受信開始を待ちます。
- ② マスタからのコマンド受信が開始し、バッファ空き割り込みが発生したら、BUSY 信号を出力して（立ち上げて）受信完了を待ちます。
- ③ CS 信号が立ち上がったら、(2)の処理に戻ります。

(4) コマンド 受信

各通信動作は 1 バイトのコマンドの受信から始まります。各コマンドのフォーマットを表 5.1 に示します。

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	00000000B	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。

- ① コマンド受信が完了し、INTCSIp 割り込みを受け付けると、割り込み処理部で受信データをバッファに格納し、フラグ（CSISTS）をクリアします。
- ② メイン処理では CSISTS がクリアされるのを待ち、バッファからコマンドを読み出し、受信したコマンドの下位 6 ビットをデータ数バッファ（RCOMBUF）に格納し、受信したコマンドに対応した処理アドレスをテーブル参照で読み出し、そこへ分岐（CALL AX）します。（詳細は「1.4 通信プロトコル（ハードウェア ハンドシェイク）」の「(3) RL78/G12 での応答時間」を参照。）

(5) 次コマンド受信準備

- ① CSIp を次コマンド受信で受信起動し、BUSY 信号を立ち下げます。
- ② (3)②に戻ります。

(6) ステータス確認コマンド処理（SREADSTS）

- ① HL レジスタに送信データ（ステータス）のポインタを設定します。
- ② A レジスタに送信データ数（2）を設定します。
- ③ 連続送信サブルーチン（SSEQTXSUB）を呼び出します。
- ④ 送信完了を待ちます。
- ⑤ 送信完了したら、処理を終了します。

(7) マスタ受信コマンド処理（SMSTRRX）

- ① HL レジスタに送信データのポインタを設定します。
- ② A レジスタに送信データ数（RCOMBUF）を設定します。
- ③ 連続送信サブルーチン（SSEQTXSUB）を呼び出します。
- ④ 送信完了を待ちます。
- ⑤ 送信完了したら、処理を終了します。

(8) マスタ送信コマンド処理（SMSTRTX）

- ① HL レジスタに受信データのポインタを設定します。
- ② A レジスタに送信データ数（RCOMBUF）を設定します。
- ③ 連続送信サブルーチン（SSEQTXSUB）を呼び出します。
- ④ 受信完了を待ちます。
- ⑤ 受信したデータの補数を送信バッファに格納し、処理を終了します。

(9) 送受信コマンド処理

- ① HL レジスタに送信データのポインタを設定します。
- ② DE レジスタに受信データのポインタを設定します。
- ③ A レジスタに送信データ数（RCOMBUF）を設定します。
- ④ 連続送信サブルーチン（SSEQTXSUB）を呼び出します。
- ⑤ 受信完了を待ちます。
- ⑥ 受信したデータの補数を送信バッファに格納し、処理を終了します。

(10) 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

5.2 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 (未使用)
TDRDATA	↑	(CLKFREQ/128)*INTERVAL-1	TDR03H に設定する値 (未使用)
SAUmEN	↑	SAU0EN ^注	SAU のクロック供給許可ビット
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	↑	0x00000001 ^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	↑	0x11111110 ^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	↑	0B0100000000100000	SMR レジスタへの初期設定値
BUSYSIG	r_main.asm	P2.3	BUSY 信号出力用ポート
BUSYMODE	↑	PM2.3	BUSY 信号出力用ポート・モード・レジスタ
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）
CCMDLIST	↑	SREADSTS	ステータス確認コマンド処理部アドレス
		SMSTRRX	マスタ受信処理部アドレス
		SMSTRTX	マスタ送信処理部アドレス
		SMSTRXR	送受信処理部アドレス

5.3 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	IINTCSIp の実処理部のアドレス	IINTCSIp, SETCSIMODE, CSIBFEMP, CSITXEND, STXNEXT, STRXNEXT, STX1DTST, STXDATA, SSEQRXSUB, SSEQTXSUB, SSEQTRXSUB
8 ビットの配列	RSNDBUF	送信データバッファ	main, SMSTXEND, STXNEXT, STRXNEXT, SSEQTXSUB, SSEQTRXSUB,
8 ビットの配列	RRCVBUF	受信データバッファ	main, SRXNEXT, SRXEND, STRXNEXT2
8 ビット	RCOMBUF	マスタからのコマンドバッファ	main, SMSTRRX, SMSTRTX, SMSTXEND, SMSTRTXRX
8 ビット	RTXDTNO	送信データ数カウンタ	main, SREADSTS
8 ビット	RRXDTNO	受信データ数カウンタ	main, SREADSTS
8 ビット	RRXDATA	受信バッファ	main, CSITXEND, SWAITTXEND, SCHKRXEND,
8 ビット	CSISTS	残りデータ数	IINTP0, SETCSIMODE, CSITXEND, SRXNEXT, STXNEXT, STXEND, STRXNEXT2, STRXNEXT, STX1DTST, STXDATA, SWAITTXEND, SCHKRXEND, SSEQRXSUB, SWAITSTREND, SSEQTXSUB, SSEQTRXSUB

5.4 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
SINIINTP0	CS 信号検出用 INTP0 初期設定処理
SREADSTS	ステータス確認コマンド処理
SMSTRRX	マスタ受信コマンド処理
SMSTRTX	マスタ送信コマンド処理
SMSTXEND	受信完了。受信データの補数化処理
SMSTRXRX	送受信コマンド処理
SETCSIMODE	CSIp の選択解除状態設定処理（送受信モードで停止）
IINTP0	CS 信号エッジ検出割り込み処理
IINTCSIp	INTCSIp 割り込みのエントリ処理
CSIBFEMP	1 キャラクタ転送開始割り込み処理。BUSY 信号を立ち上げる。
CSITXEND	1 キャラクタ送信完了割り込み処理（受信データを RRXDATA に格納）
SRXNEXT	連続受信時データ受信完了割り込み処理
STXNEXT	連続送信時バッファ空き割り込み処理
SRXEND	連続送受信時最終データ受信完了割り込み処理
STXEND	連続送信時最終データ送信完了割り込み処理
STRXNEXT	連続送受信時転送開始割り込み処理
STRXNEXT2	連続送受信時バッファ空き割り込み処理
STX1DTST	送受信モードに設定して、
STXDATA	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）
SRX1DTST	送受信モードに設定して、1 キャラクタの受信開始処理
SWAITTXEND	1 キャラクタの送受信完了待ち処理（受信データを A レジスタにセット）
SCHKRXEND	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	連続受信開始処理
SWAITSTREND	連続転送完了待ち処理
SSEQTXSUB	連続送信開始処理
SSEQTRXSUB	連続送受信完了待ち処理
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（バッファ空き割り込み）で動作許可
SCHNG2TX	一旦動作を停止し、送信モード（バッファ空き割り込み）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

5.5 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 の初期設定処理関数
説明	CSIp をタイプ 1, 8 ビット長, MSB ファースト, バッファ空き割り込みでの送受信に設定します。SOp 出力端子は出力には設定しません。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SINIINTP0

概要	INTP0 割り込みの初期設定処理関数
説明	INTP0 を両エッジ検出に設定します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SREADSTS

概要	ステータス確認コマンド処理関数
説明	ステータスを連続送信サブルーチンで送信します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SMSTRRX

概要	マスタ受信コマンド処理関数
説明	ポインタとデータ数を設定し, 連続送信サブルーチンで送信します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SMSTRTX

概要	マスタ送信コマンド処理関数
説明	ポインタとデータ数を設定し, 連続受信サブルーチンで受信します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SMSTRXR

概要	送受信コマンド処理関数
説明	ポインタとデータ数を設定し、連続送受信サブルーチンで送受信します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SETCSIMODE

概要	CSIp 選択解除状態設定処理関数
説明	BUSY 信号を High（その後出力禁止）、SOp 出力端子を入力、CSIp を停止して送受信モードでバッファ空き割り込みに設定します。INTCSIp 処理アドレスを初期化し、CSISTS をクリアし、次の選択の準備をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] IINTP0

概要	INTP0 エッジ検出割り込み処理関数
説明	P13.7 が Low ならば、選択されたとして CSIp を起動してコマンド受信を開始。High ならば、選択解除として CSIp を停止します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

以下の関数は INTCSIp 割り込みで実際に処理を行う関数です。

[関数名] IINTCSIp

概要	INTCSIp 割り込み処理関数
説明	INTCSIp 割り込みのエントリ処理を行い、レジスタバンクを 1 に切り替え、変数 RCSISUBADDR に格納されたアドレスに分岐します。
引数	なし（変数 RCSISUBADDR が割り込みの実処理アドレス）
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] CSIBFEMP

概要	1 キャラクタ転送開始割り込み処理
説明	1 キャラクタの転送が開始し、バッファ空き割り込みで起動されます。BUSY 信号を High にして、INTCSIp のタイミングを転送完了に変更、次の INTCSIp 割り込み処理アドレス（RCSISUBADDR）を転送完了割り込み処理（CSITXEND）に変更します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] CSITXEND

概要	1 キャラクタ送信完了割り込み処理
説明	1 キャラクタの転送完了割り込みで起動されます。受信データをバッファ用変数 (RRXDATA) に格納, INTCSIp のタイミングをバッファ空き割り込みに変更, 次の INTCSIp 割り込み処理アドレス (RCSISUBADDR) をバッファ空き割り込み処理 (CSIBFEMP) に変更します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SRXNEXT

概要	連続受信時データ受信完了割り込み処理
説明	連続受信時, 1 キャラクタの受信完了割り込みで起動されます。受信データをバッファに格納します。 データ数 (CSISTS) が 1 ならば, 次の INTCSIp 割り込み処理アドレス (RCSISUBADDR) を最終データ受信完了割り込み処理 (SRXEND) に変更し, 最終データの受信がスタートしたら, BUSY 信号を High にします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] STXNEXT

概要	連続送信時バッファ空き割り込み処理
説明	連続送信時, バッファ空き割り込みで起動されます。 データ数 (CSISTS) が 1 でなければ, CSISTS を -1 して次のデータを SIOp に書き込みます。データ数が 1 ならば, BUSY 信号を High にし, 割り込みタイミングを転送完了に変更, 次の INTCSIp 割り込み処理アドレス (RCSISUBADDR) を最終データ送信完了割り込み処理 (STXEND) に変更します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] SRXEND

概要	連続送受信時最終データ受信完了割り込み処理
説明	最終データの受信完了割り込みで起動されます。 受信データをバッファに格納し, データ数 (CSISTS) を 0 に設定します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] STXEND

概要	連続送信時最終データ送信完了割り込み処理
説明	最終データ送信完了割り込みで起動されます。 データ数（CSISTS）を0に設定します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] STRXNEXT

概要	連続送受信時転送開始割り込み処理
説明	連続送受信時の最初のバッファ空き割り込みで起動されます。 データ数（CSISTS）が1でなければ、次のデータを SIOp に書き込みます。 データ数が1なら、BUSY 信号を High にし、INTCSIp のタイミングを転送完了割り込みに変更し、次の INTCSIp 割り込み処理アドレス（RCSISUBADDR）を最終データ受信完了割り込み処理（SRXEND）に変更します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] STRXNEXT2

概要	連続送信時バッファ空き割り込み処理
説明	連続送受信での2回目以降のバッファ空き割り込みで起動されます。 受信データを受信データバッファに格納し、データ数を-1し、上記の STRXNEXT の処理を行います。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

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] STX1DTST

概要	送信モード設定および1キャラクタの送信開始処理関数
説明	CSIp を送信モードに設定します。以降の処理は STXDATA で処理します。
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	なし

[関数名] STXDATA

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。次の INTCSIp 割り込み処理アドレス（RCSISUBADDR）に転送開始処理（CSIBFEMP）を設定し、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] SRX1DTST

概要	1キャラクタの受信開始処理関数
説明	CSIp を送信モードに設定します。SIOp にダミー・データ（0FFH）を書き込んで受信動作を起動します。次の INTCSIp 割り込み処理アドレス（RCSISUBADDR）に転送開始処理（CSIBFEMP）を設定し、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	なし

[関数名] SWAITTXEND

概要	1キャラクタの送信（／受信）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。送信が完了したら、受信データバッファ（RRXDATA）の値を A レジスタに読み出します。
引数	なし
リターン値	A レジスタ 受信データ
備考	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] SCHKRXEND

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データ数（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 A レジスタに受信データを設定し、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（RRXDATA 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	CSIp を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。 次の INTCSIp 割り込み処理アドレス（RCSISUBADDR）に SRXNEXT のアドレスを設定し、通信中データ数（CSISTS）に A レジスタの値を設定し、レジスタバンク 1 の DE レジスタにバッファポインタを設定して戻ります。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	CSIp を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ます。 次の INTCSIp 割り込み処理アドレス（RCSISUBADDR）にバッファ空き割り込み処理（STXNEXT）を設定します。 通信中データ数（CSISTS）に A レジスタの値を設定し、レジスタバンク 1 の HL レジスタにバッファポインタを設定して戻ります。 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	CSIp を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処理、DE レジスタに受信データの格納処理を起動します。次の INTCSIp 割り込み処理アドレス（RCSISUBADDR）にバッファ空き割り込み処理（STRXNEXT）を設定します。 通信中データ数（CSISTS）に A レジスタの値を設定し、レジスタバンク 1 の HL レジスタに送信データのバッファポインタ、DE レジスタに受信データの格納ポインタを設定して戻ります。 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] SSETEMPTYINT

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バッファ空きになります。
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バッファ空きになります。
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(SEmn=1)に設定し、割り込み要求をクリアし、割り込みマスクを解除して割り込み許可状態にします。
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	割り込みを禁止 (マスク) し、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

5.6 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。

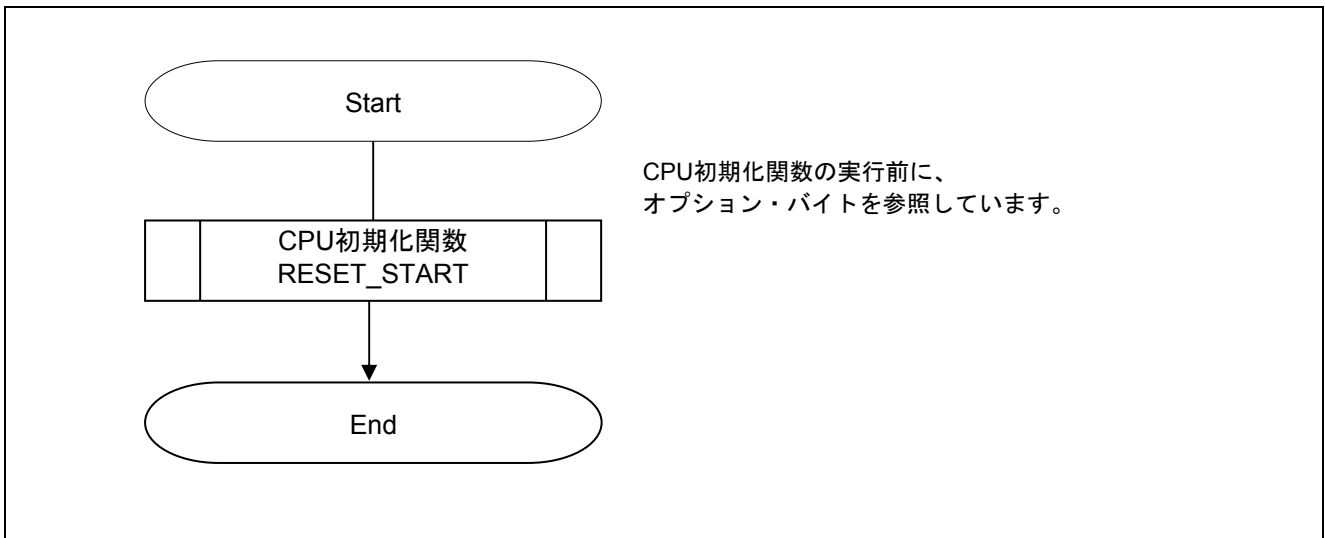


図 5.1 全体フロー

5.6.1 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。

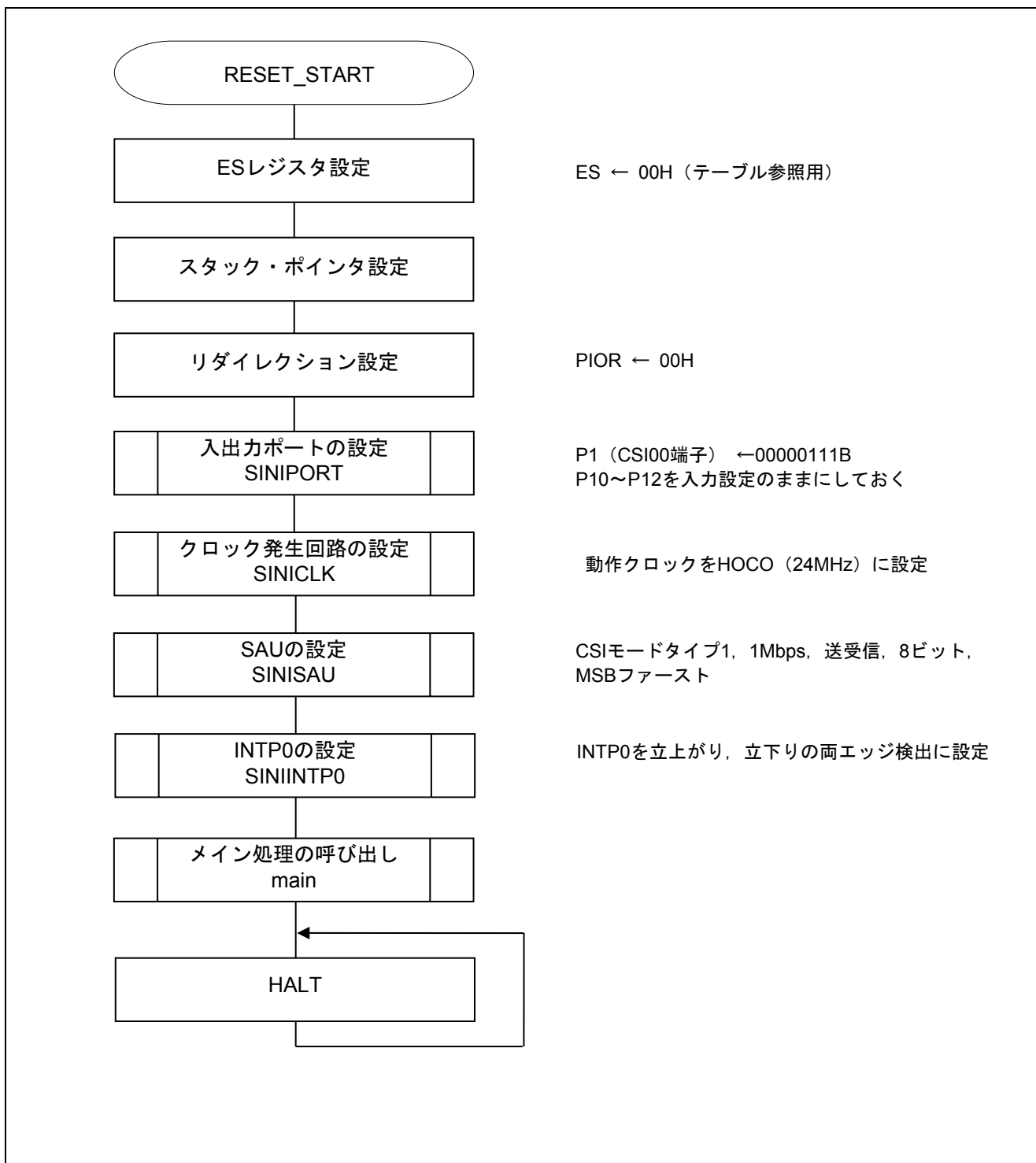


図 5.2 CPU 初期化関数

5.6.2 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。

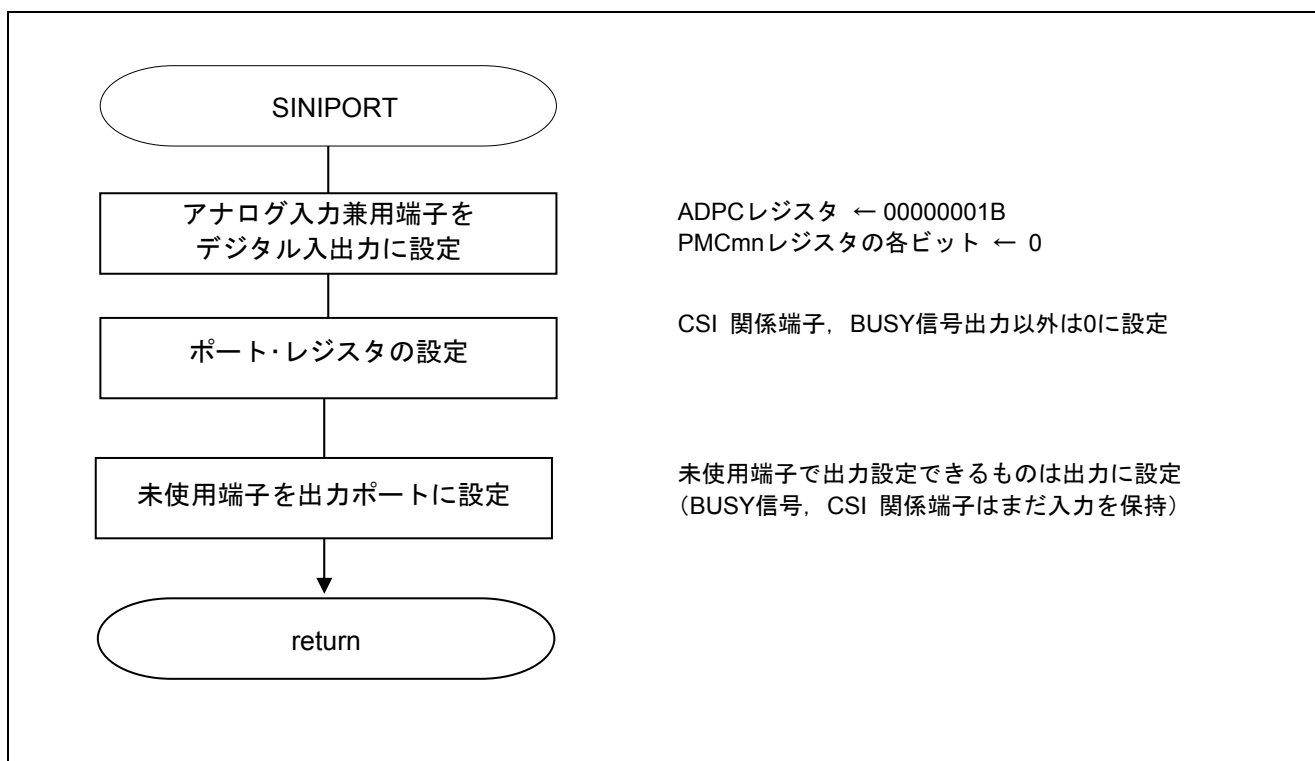


図 5.3 入出力ポート設定

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。

5.6.3 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。

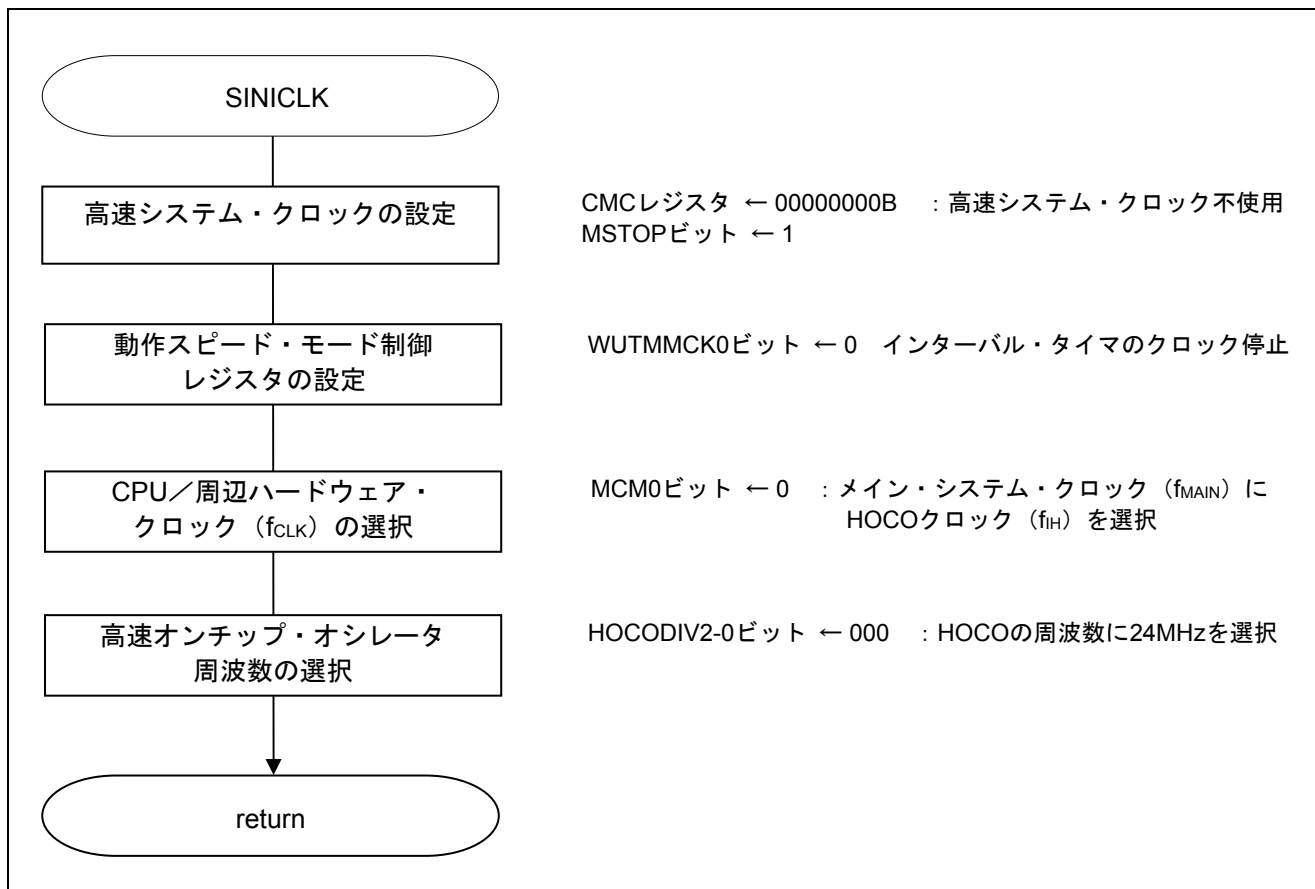


図 5.4 クロック発生回路の設定

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。

5.6.4 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。

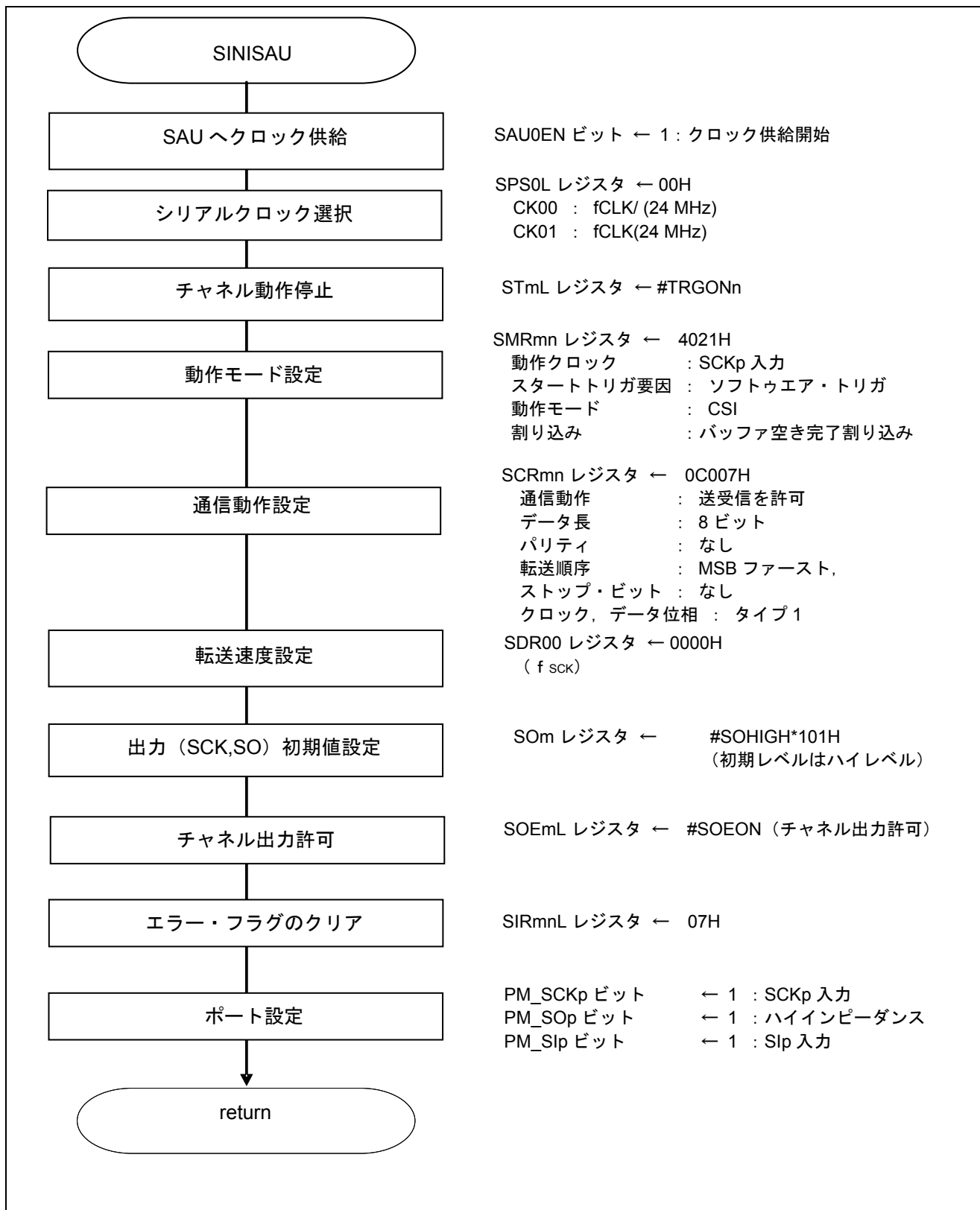


図 5.5 SAU の設定

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	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	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	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

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

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。

チャンネル転送クロックの設定

- ・シリアル・データ・レジスタ mn (SDRmn)

略号：SDRmn

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	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, f _{sck}
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
.
.
.
.
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	FECT mn	PECT mn	OVCT mn
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	TMMK 03H	TMMK 01H	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	1	1	1

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。

5.6.5 INTP0 の設定

図 5.6 に INTP0 の設定のフローチャートを示します。

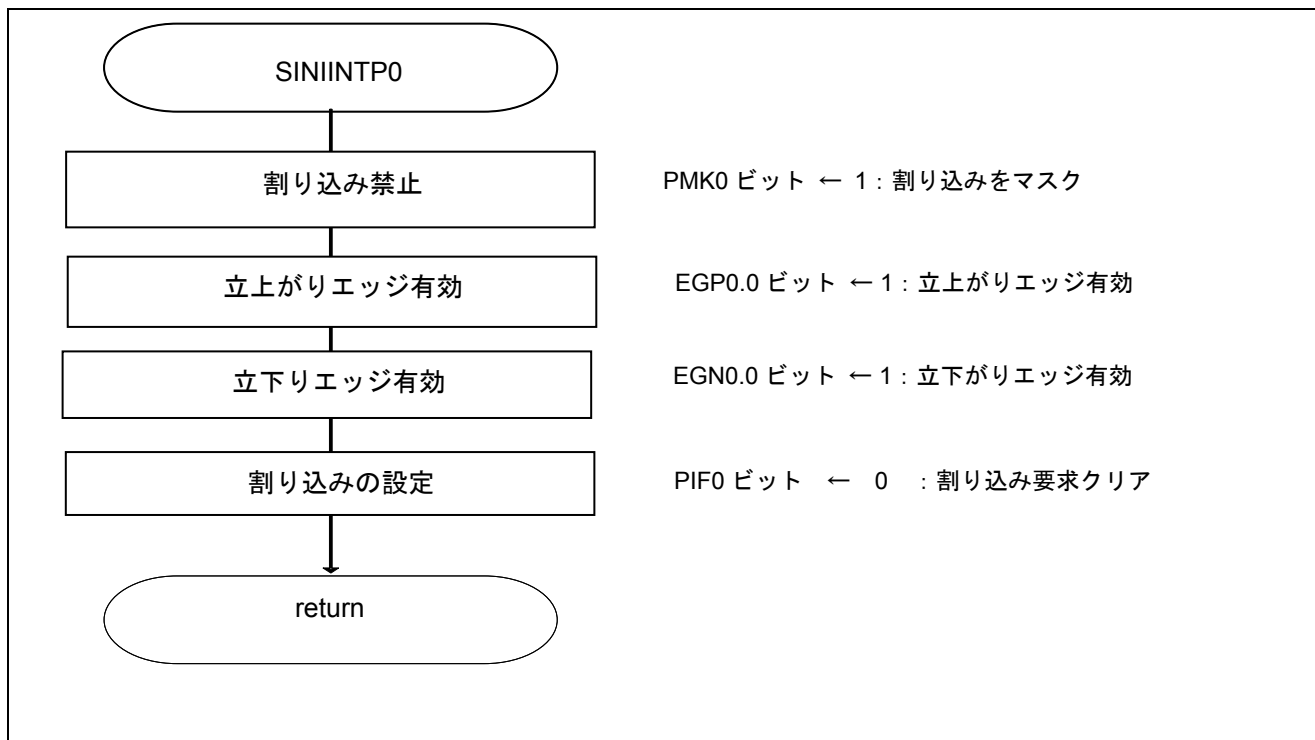


図 5.6 INTP0 の設定

5.6.6 メイン処理

図 5.7~図 5.8 にメイン処理のフローチャートを示します。

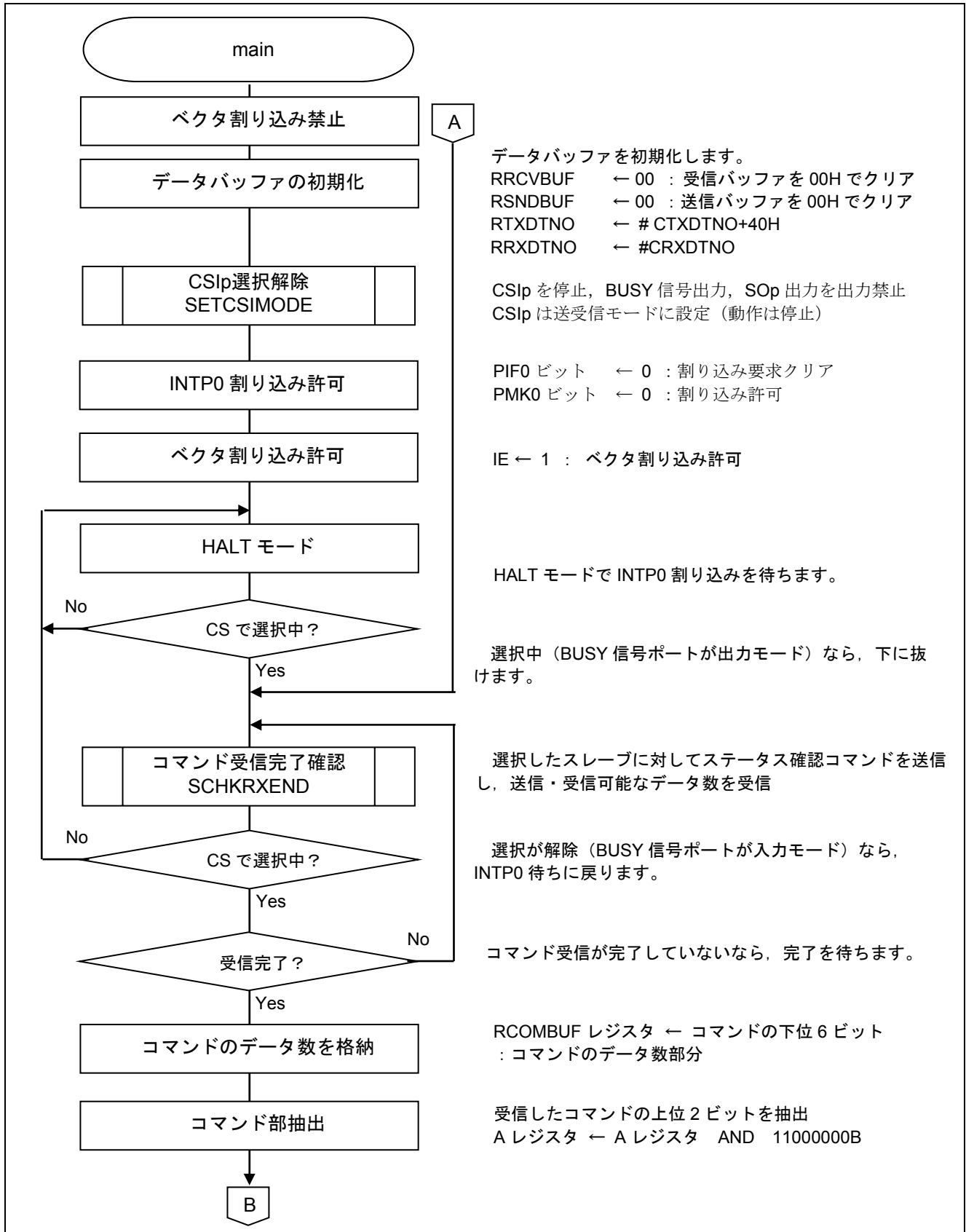


図 5.7 メイン処理(1/2)

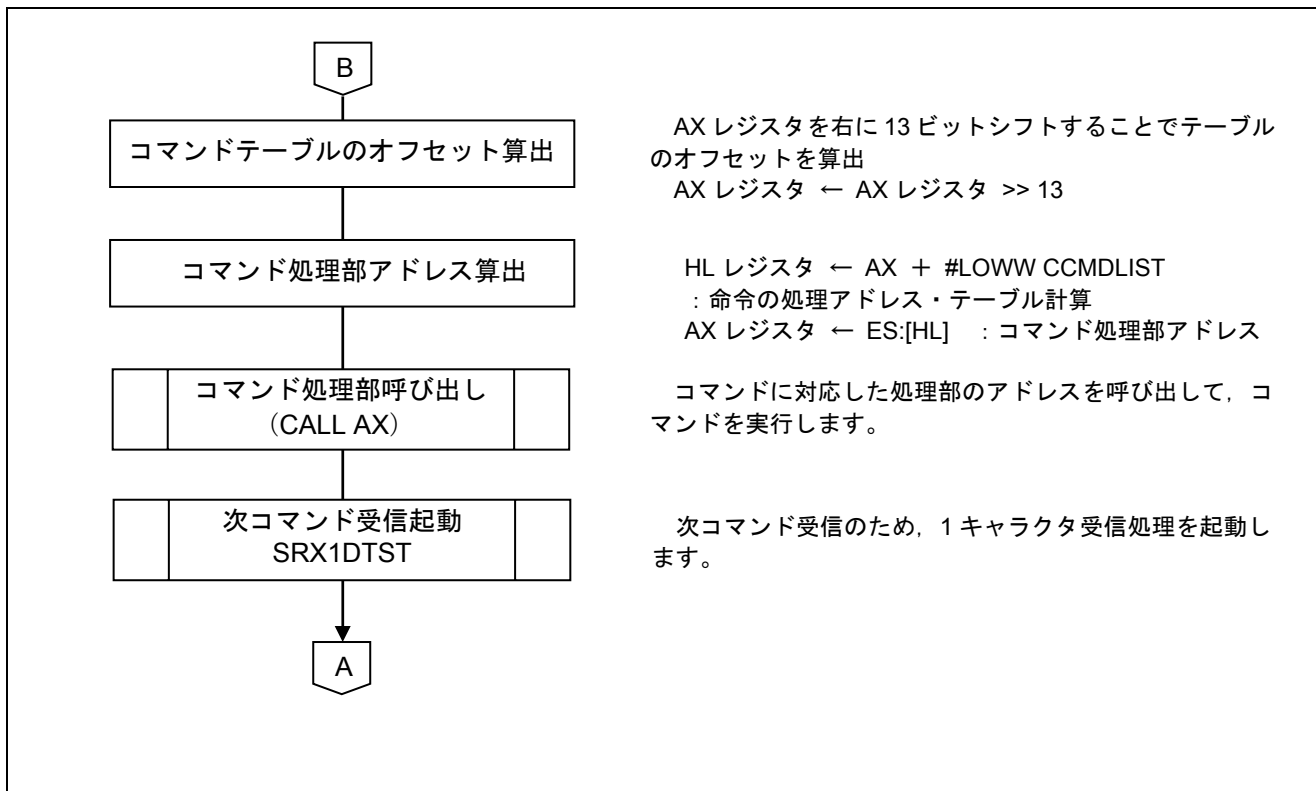


図 5.8 メイン処理(2/2)

5.6.7 CSIp 選択解除処理

図 5.9 に CSIp 選択解除処理関数のフローチャートを示します。

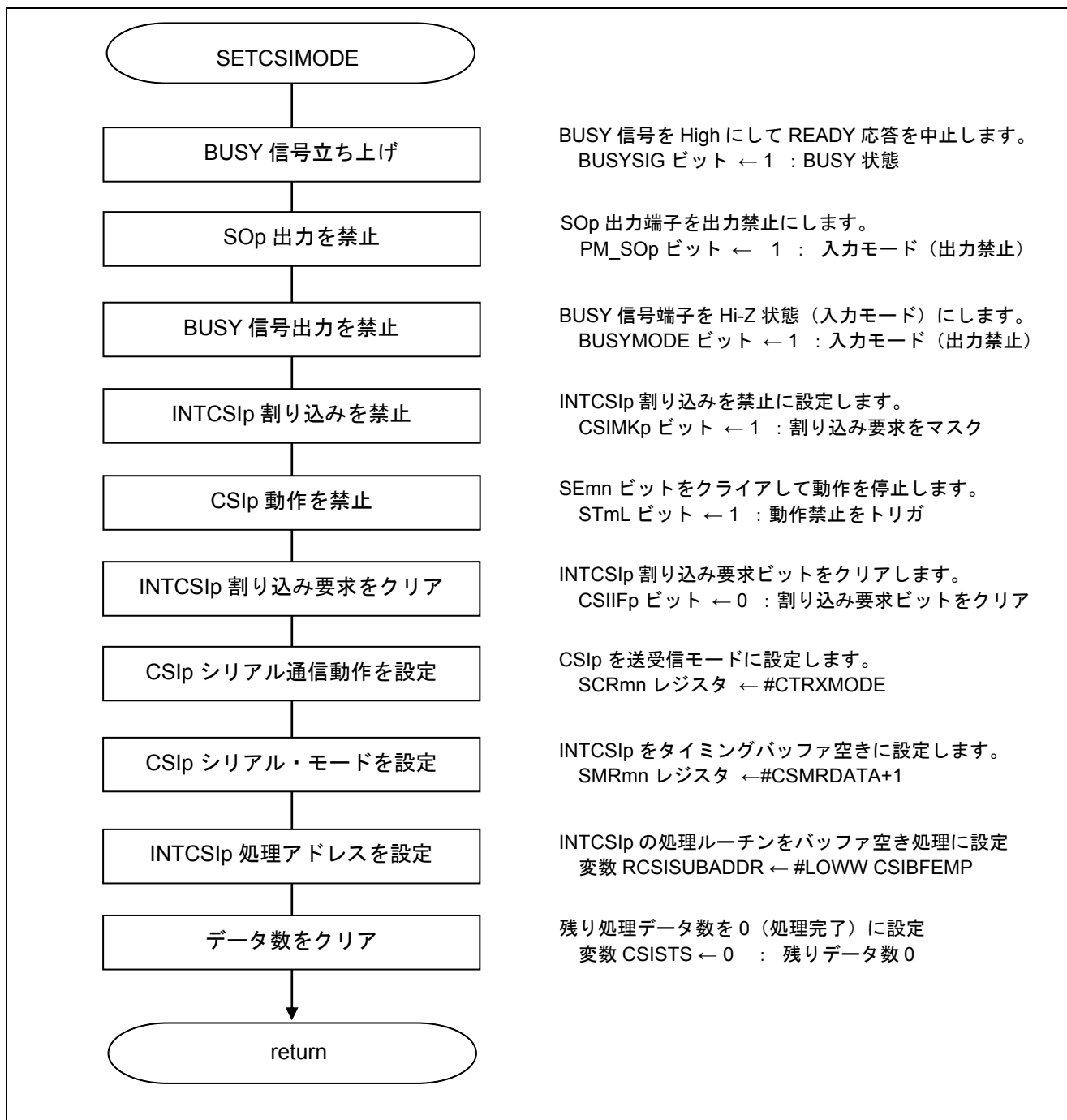


図 5.9 CSIp 選択解除処理関数

ポート設定（CSI00の場合）

- ・ポート・モード・レジスタ 1（PM1）
送信データ用ポートを出力禁止に設定します。

略号：PM1

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

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）

ポート設定（ハンドシェイク用 P23）

- ・ポート・レジスタ 2（P2）
- ・ポート・モード・レジスタ 2（PM2）
BUSY 信号用ポートを High に設定後，出力禁止に設定します。

略号：P2

7	6	5	4	3	2	1	0
P27	P26	P25	P24	P23	P22	P21	P20
x	x	x	x	1	x	x	x

ビット 3

P23	出力データの制御（出力モード時）
0	0 を出力（READY）
1	1 を出力（BUSY）

略号：PM2

7	6	5	4	3	2	1	0
PM27	PM26	PM25	PM24	PM23	PM22	PM21	PM20
x	x	x	x	1	x	x	x

ビット 3

PM23	P23（BUSY 信号出力）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。

チャンネル停止状態に遷移（CSI00の場合）

- ・シリアル・チャンネル停止レジスタ 0（ST0）
通信動作を停止

略号：ST0

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	ST03 ^注	ST02 ^注	ST01	ST00
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

注 30ピン製品のみ

ビット 0

ST00	チャンネル 00 の動作停止トリガ
0	トリガ動作せず
1	SE00 ビットを 0 にクリアし、通信動作を停止する

チャンネルの通信動作停止設定

- ・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

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

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

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	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

ビット 1 5

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 1 4

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。

割り込みの設定 (CSI00 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	x	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)

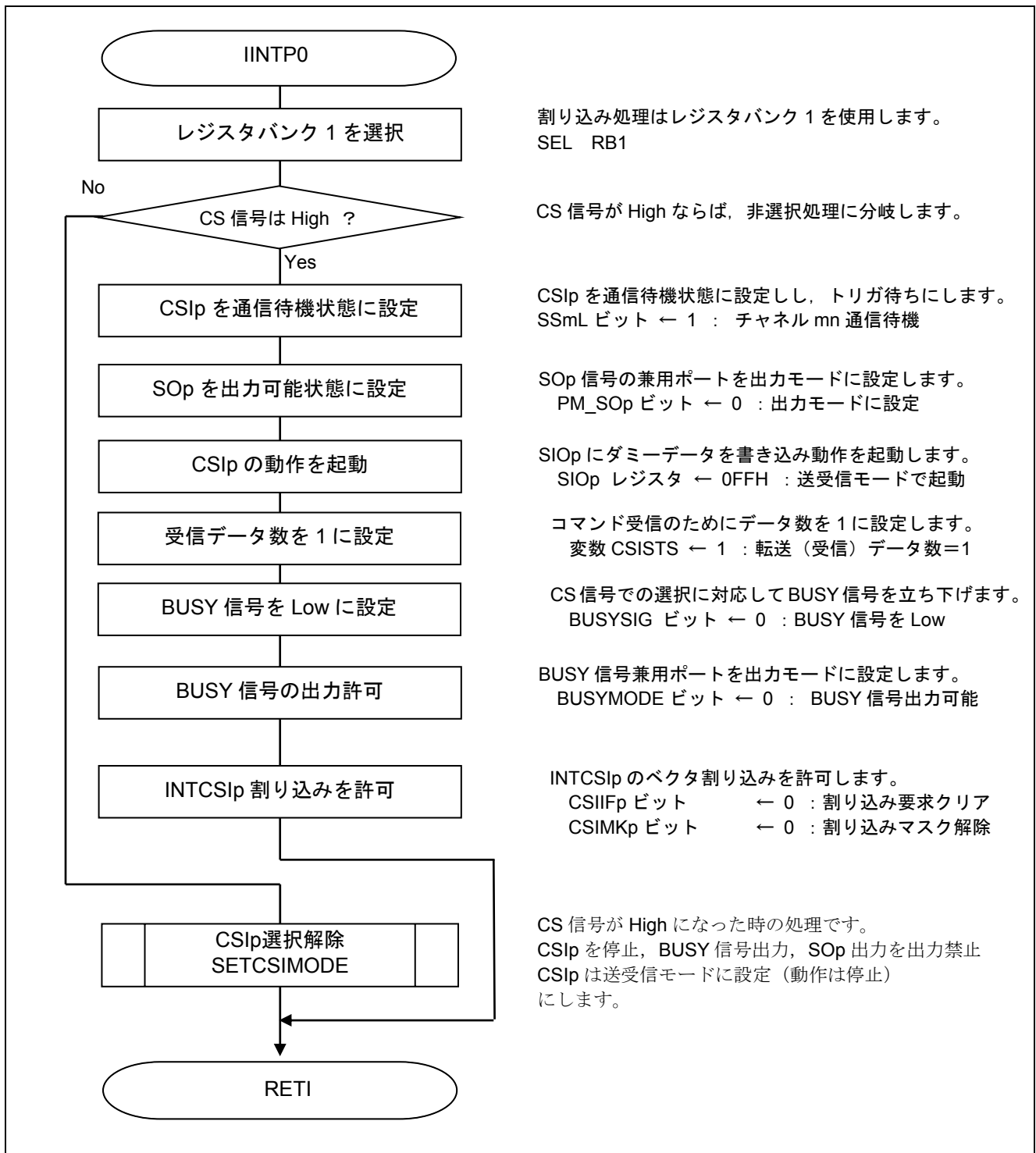
7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK01	TMMK00	IICAMK0	TMMK03H	TMMK01H	SREMK0	SRMK0 CSIMK01 IICMK01	STMK0 CSIMK00 IICMK00
x	x	x	x	x	x	x	1

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。

5.6.8 INTP0 割り込み処理関数

図 5.10 に INTP0 割り込み処理関数のフローチャートを示します。



割り込み処理はレジスタバンク 1 を使用します。
SEL RB1

CS 信号が High ならば、非選択処理に分岐します。

CSIp を通信待機状態に設定し、トリガ待ちにします。
SSmL ビット ← 1 : チャネル mn 通信待機

SOp 信号の兼用ポートを出力モードに設定します。
PM_SOp ビット ← 0 : 出力モードに設定

SIOp にダミーデータを書き込み動作を起動します。
SIOp レジスタ ← 0FFH : 送受信モードで起動

コマンド受信のためにデータ数を 1 に設定します。
変数 CSISTS ← 1 : 転送 (受信) データ数=1

CS 信号での選択に対応して BUSY 信号を立ち下げます。
BUSYSIG ビット ← 0 : BUSY 信号を Low

BUSY 信号兼用ポートを出力モードに設定します。
BUSYMODE ビット ← 0 : BUSY 信号出力可能

INTCSIp のベクタ割り込みを許可します。
CSIFp ビット ← 0 : 割り込み要求クリア
CSIMKp ビット ← 0 : 割り込みマスク解除

CS 信号が High になった時の処理です。
CSIp を停止、BUSY 信号出力、SOp 出力を出力禁止
CSIp は送受信モードに設定 (動作は停止)
にします。

図 5.10 INTP0 割り込み処理関数

チャンネルを通信待機状態に遷移（CSI00の場合）

- ・シリアル・チャンネル開始レジスタ 0（SS0）
通信待機状態に設定

略号：SS0

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	SS03 ^注	SS02 ^注	SS01	SS00
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

注 30ピン製品のみ

ビット0

ST00	チャンネル00の動作開始トリガ
0	トリガ動作せず
1	SE00ビットを1にセットし、通信待機状態に遷移する

ポート設定（CSI00の場合）

- ・ポート・モード・レジスタ 1（PM1）
送信データ用ポートを出力許可に設定します。

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	1

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）

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（ハンドシェイク用 P23）

- ・ポート・レジスタ 2（P2）
 - ・ポート・モード・レジスタ 2（PM2）
- BUSY 信号用ポートを Low に設定後、出力許可に設定します。

略号：P2

7	6	5	4	3	2	1	0
P27	P26	P25	P24	P23	P22	P21	P20
x	x	x	x	0	x	x	x

ビット 3

P23	出力データの制御（出力モード時）
0	0 を出力（READY）
1	1 を出力（BUSY）

略号：PM2

7	6	5	4	3	2	1	0
PM27	PM26	PM25	PM24	PM23	PM22	PM21	PM20
x	x	x	x	0	x	x	x

ビット 3

PM23	P23（BUSY 信号出力）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。

割り込みの設定 (CSI00 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	x	x	x	x	0

ビット 0

CSIF00	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	x	x	x	x	0

ビット 0

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。

5.6.9 INTCSIp 割り込みエントリ処理

図 5.11 に INTCSIp 割り込みエントリ処理のフローチャートを示します。

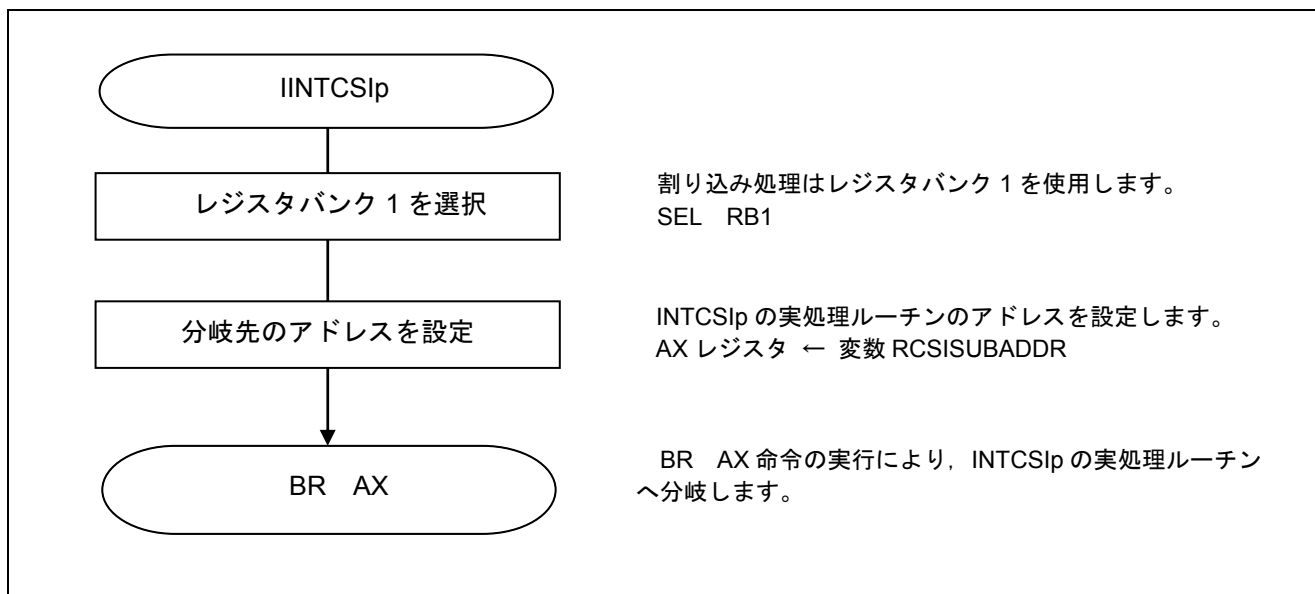


図 5.11 INTCSIp 割り込みエントリ処理

5.6.10 1 キャラクタ転送開始割り込み処理

図 5.12 に 1 キャラクタ転送開始割り込み処理のフローチャートを示します。

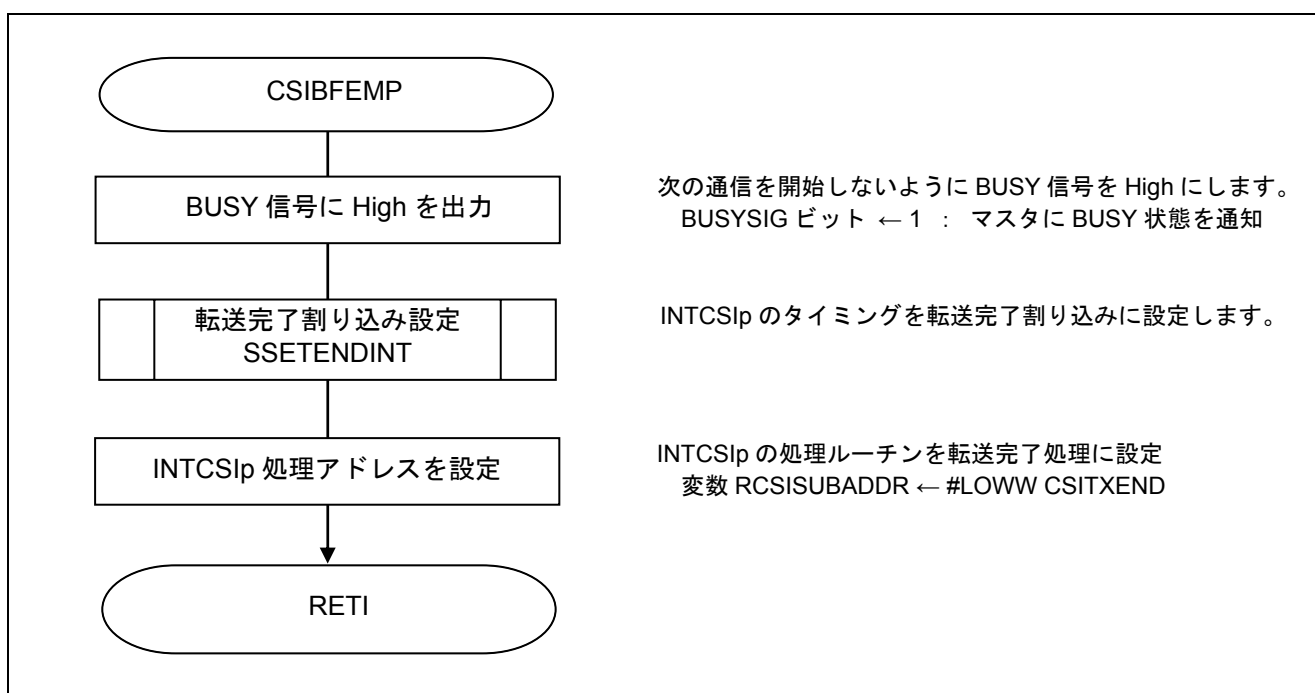


図 5.12 1 キャラクタ転送開始割り込み処理

5.6.11 1 キャラクタ送信完了割り込み処理

図 5.13 に 1 キャラクタ送信完了割り込み処理のフローチャートを示します。

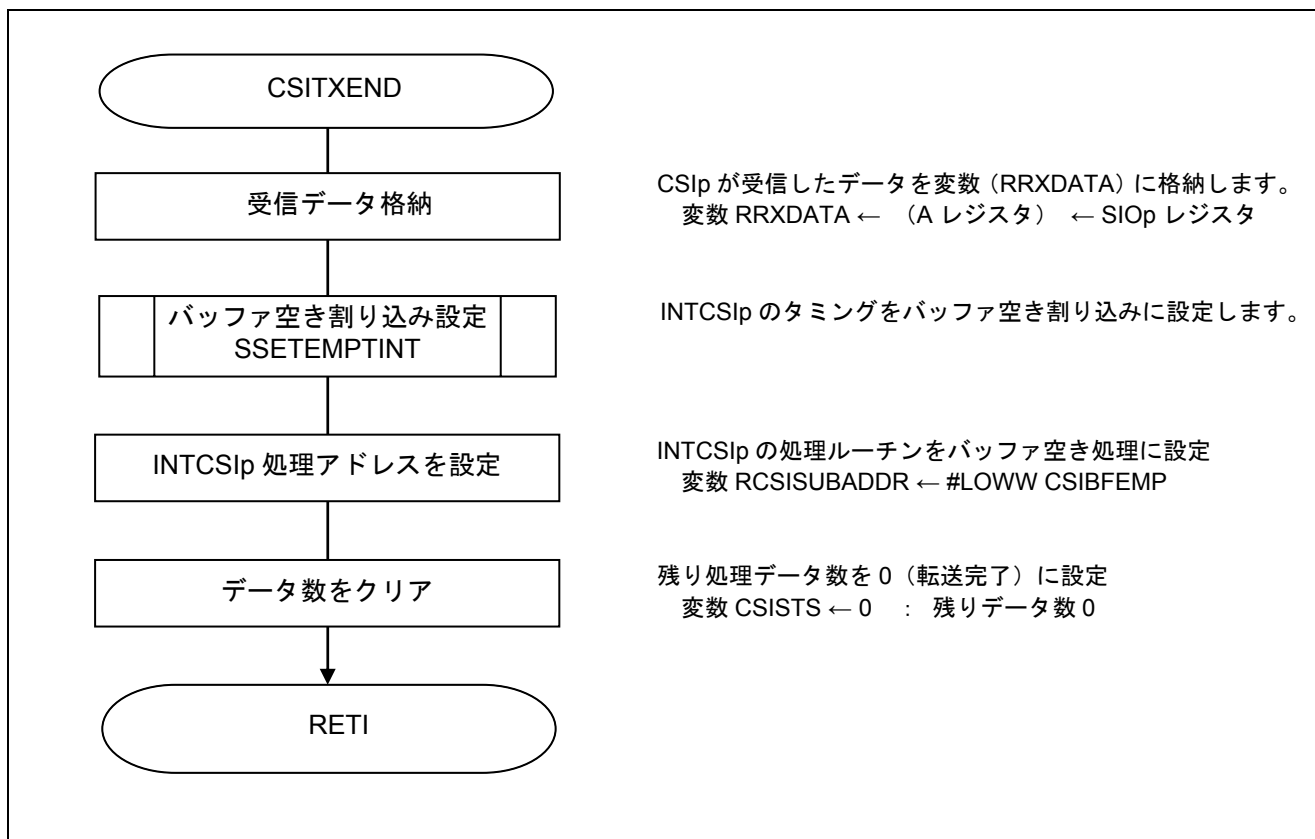


図 5.13 1 キャラクタ送信完了割り込み処理

5.6.12 連続受信時データ受信完了割り込み処理

図 5.14 に連続受信時データ受信完了割り込み処理のフローチャートを示します。

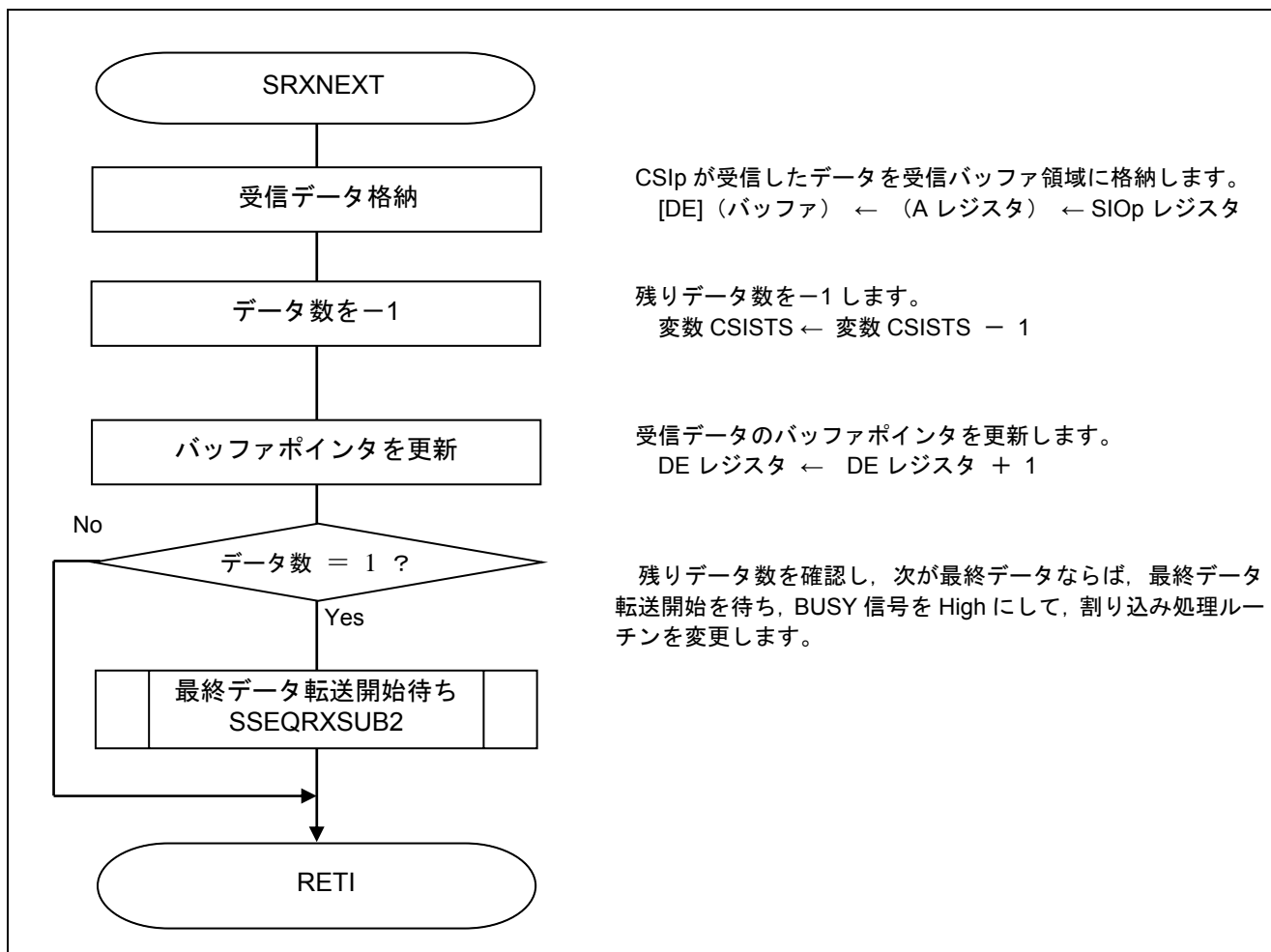


図 5.14 連続受信時データ受信完了割り込み処理

5.6.13 連続送信時データ送信完了割り込み処理

図 5.15 に連続送信時データ送信完了割り込み処理のフローチャートを示します。

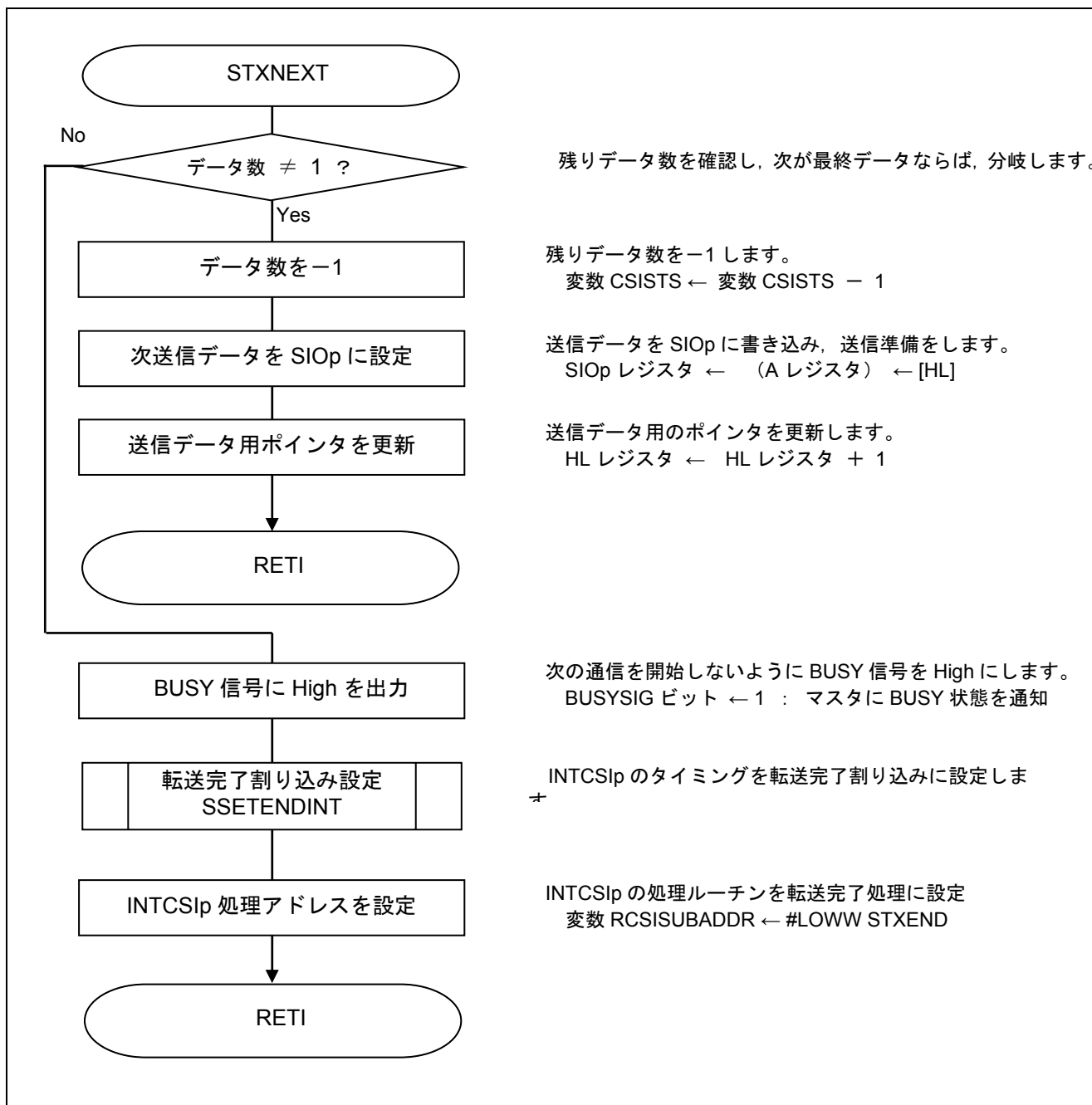


図 5.15 連続送信時データ送信完了割り込み処理

5.6.14 連続送受信時最終データ受信完了割り込み処理

図 5.16 に連続送受信時最終データ受信完了割り込み処理のフローチャートを示します。

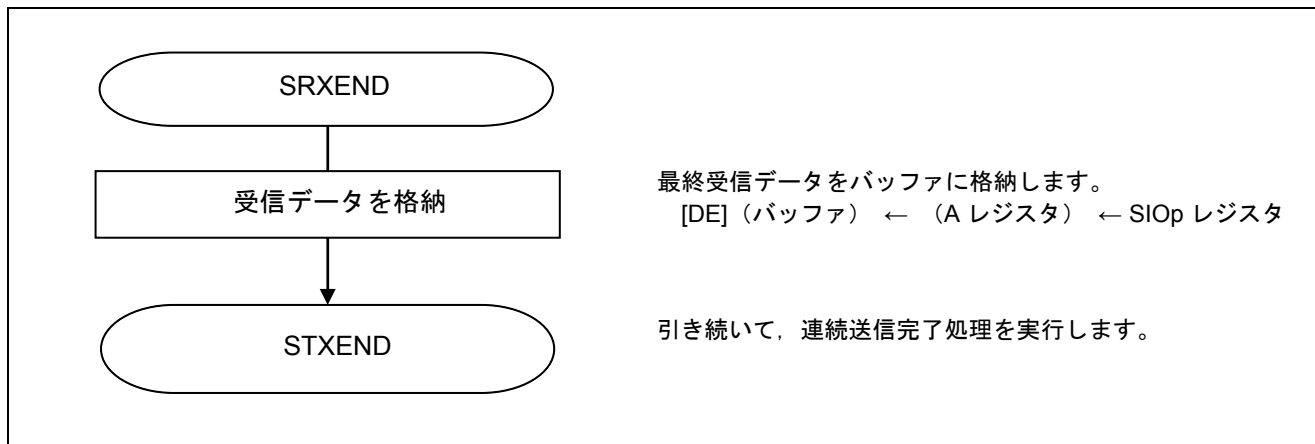


図 5.16 連続送受信時最終データ受信完了割り込み処理

5.6.15 連続送信時最終データ送信完了割り込み処理

図 5.17 に連続送信時最終データ送信完了割り込み処理のフローチャートを示します。

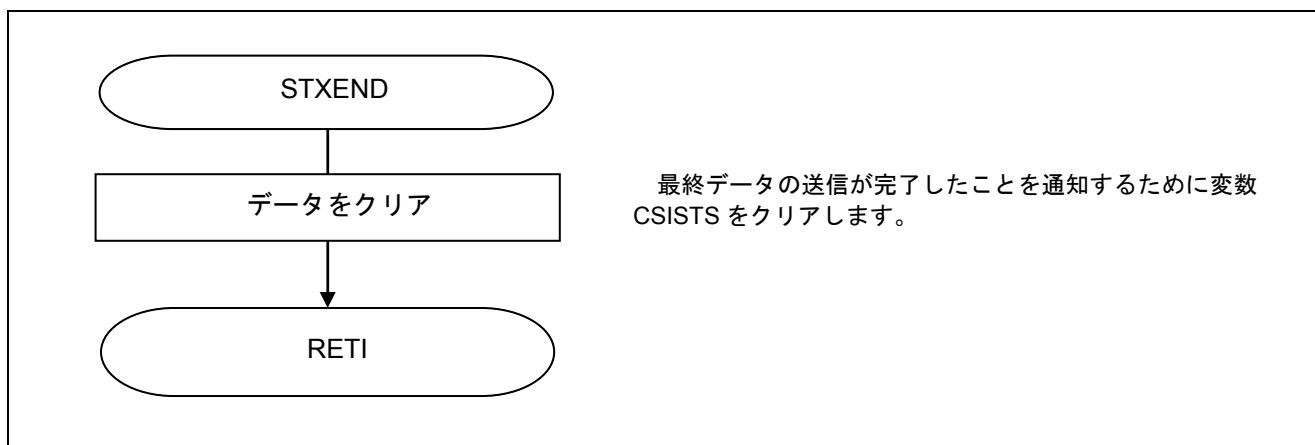


図 5.17 連続送信時最終データ送信完了割り込み処理

5.6.16 連続送受信時バッファ空き割り込み処理

図 5.18 に連続送受信時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。

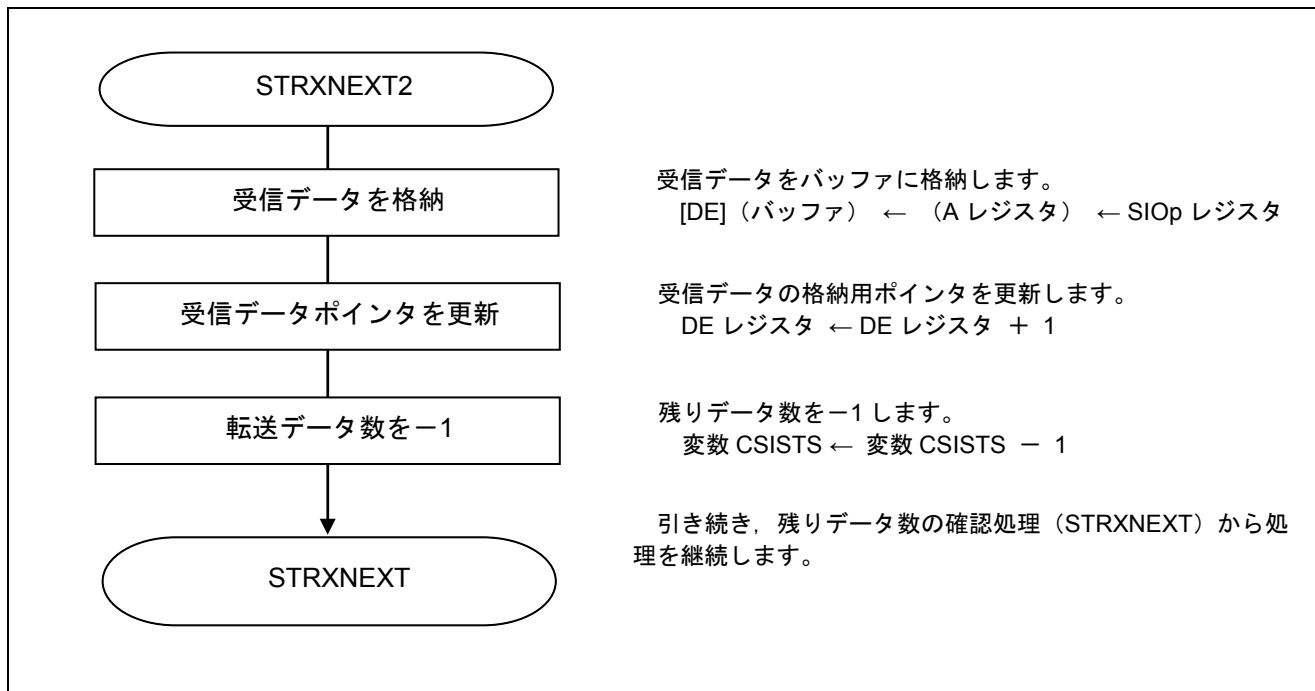


図 5.18 連続送受信時バッファ空き割り込み処理

5.6.17 連続送受信時通信開始割り込み処理

図 5.19 に連続送受信時通信開始割り込み処理のフローチャートを示します。

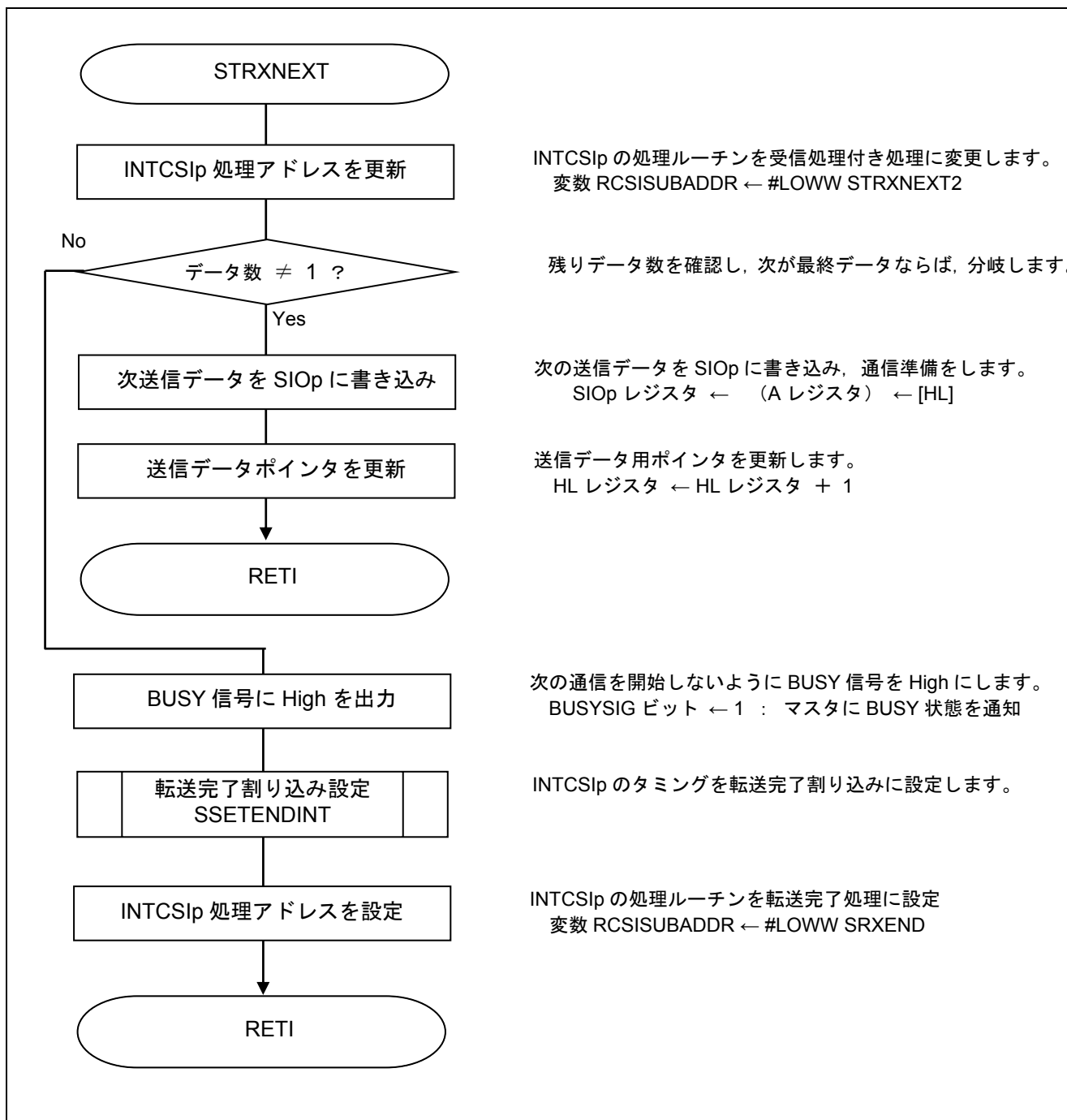


図 5.19 連続送受信時通信開始割り込み処理

5.6.18 1 キャラクタ送信開始処理関数 1

図 5.20 に 1 キャラクタ送信開始処理関数 1 のフローチャートを示します。

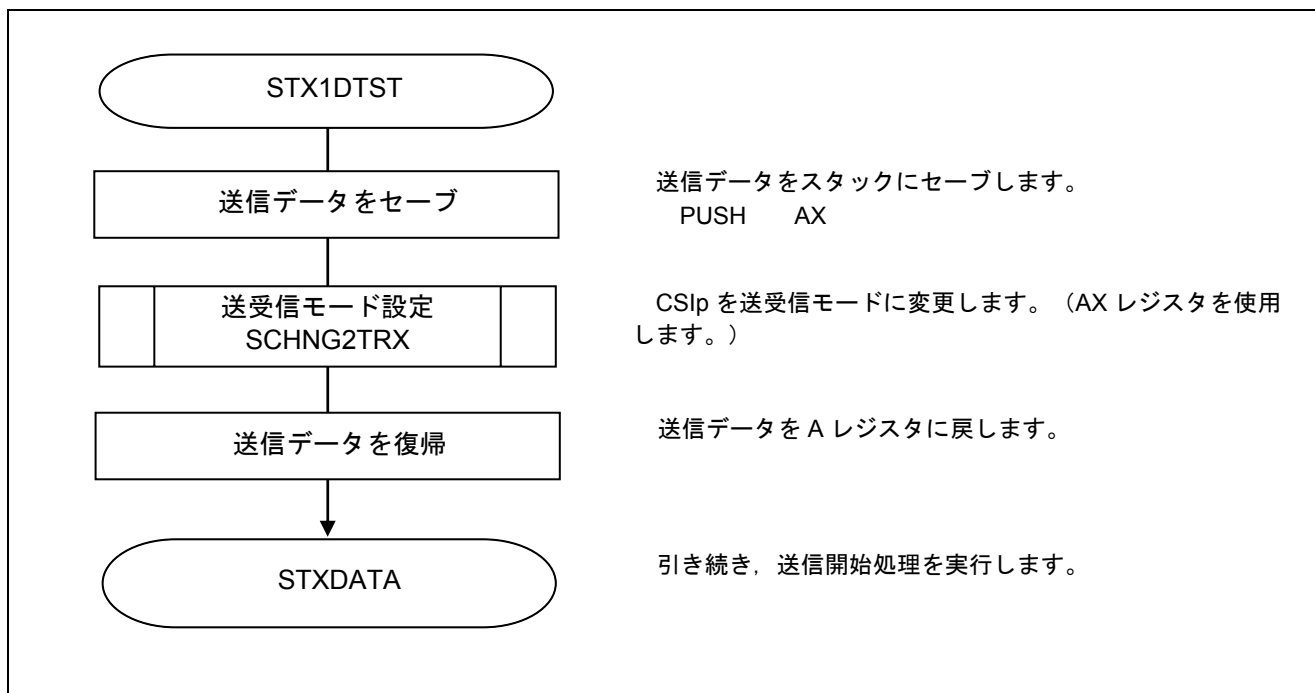


図 5.20 1 キャラクタ送信開始処理関数 1

5.6.19 1 キャラクタ送信開始処理関数 2

図 5.21 に 1 キャラクタ送信開始処理関数 2 のフローチャートを示します。

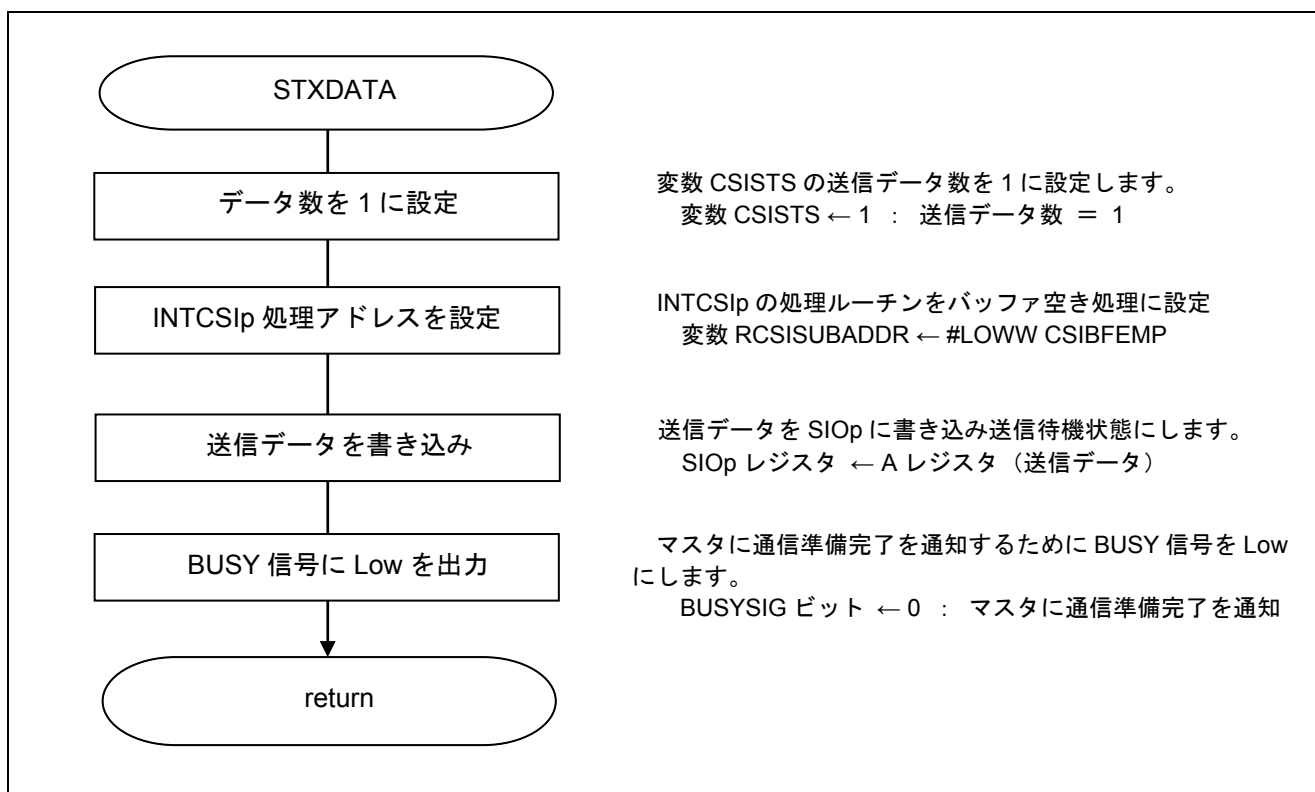


図 5.21 1 キャラクタ送信開始処理関数 2

5.6.20 1 キャラクタ受信開始処理関数

図 5.22 に 1 キャラクタ受信開始処理関数のフローチャートを示します。

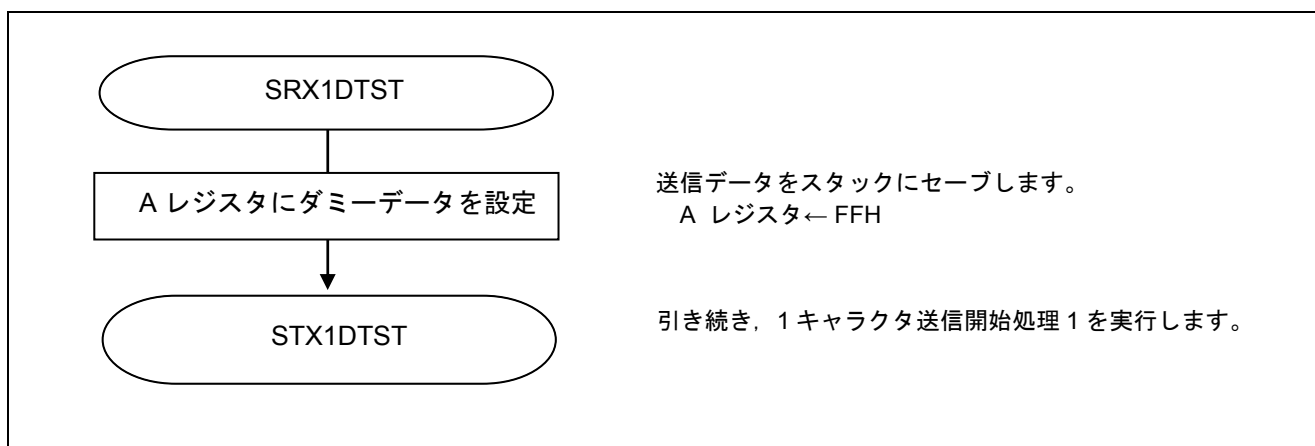


図 5.22 1 キャラクタ受信開始処理関数

5.6.21 1 キャラクタの送受信完了待ち処理関数

図 5.23 に 1 キャラクタ送受信完了処理関数のフローチャートを示します。

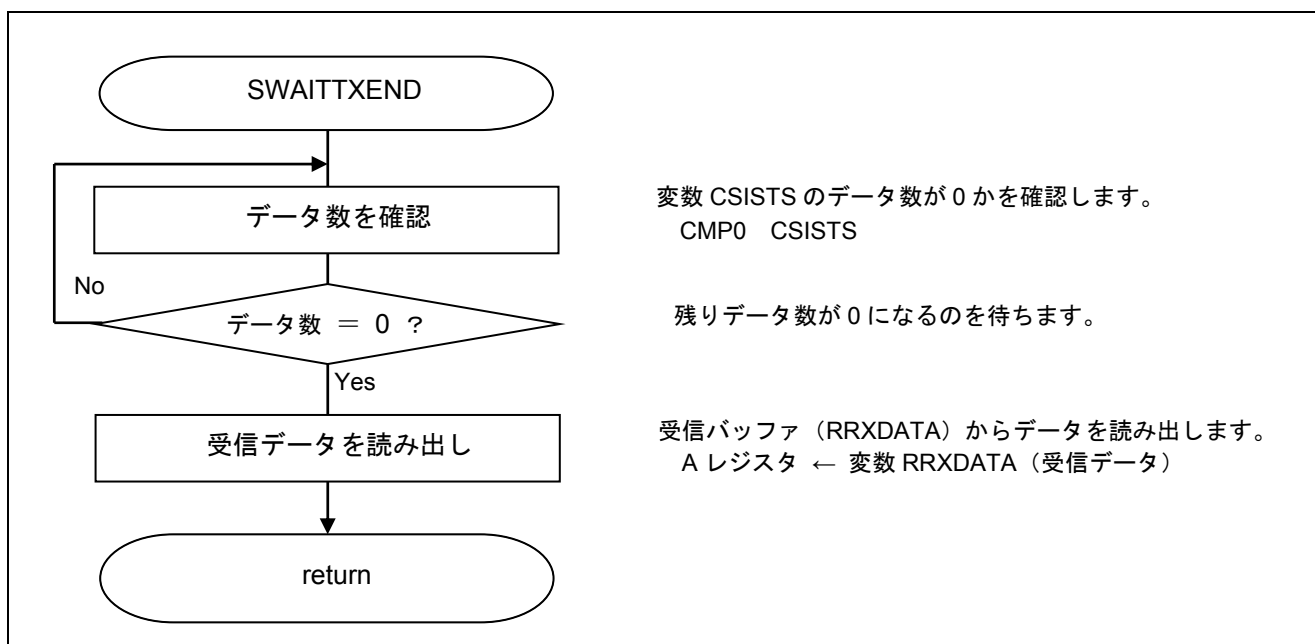


図 5.23 1 キャラクタ送受信完了待ち処理関数

5.6.22 1 文字の転送状態チェック関数

図 5.24 に 1 文字の転送状態チェック関数のフローチャートを示します。

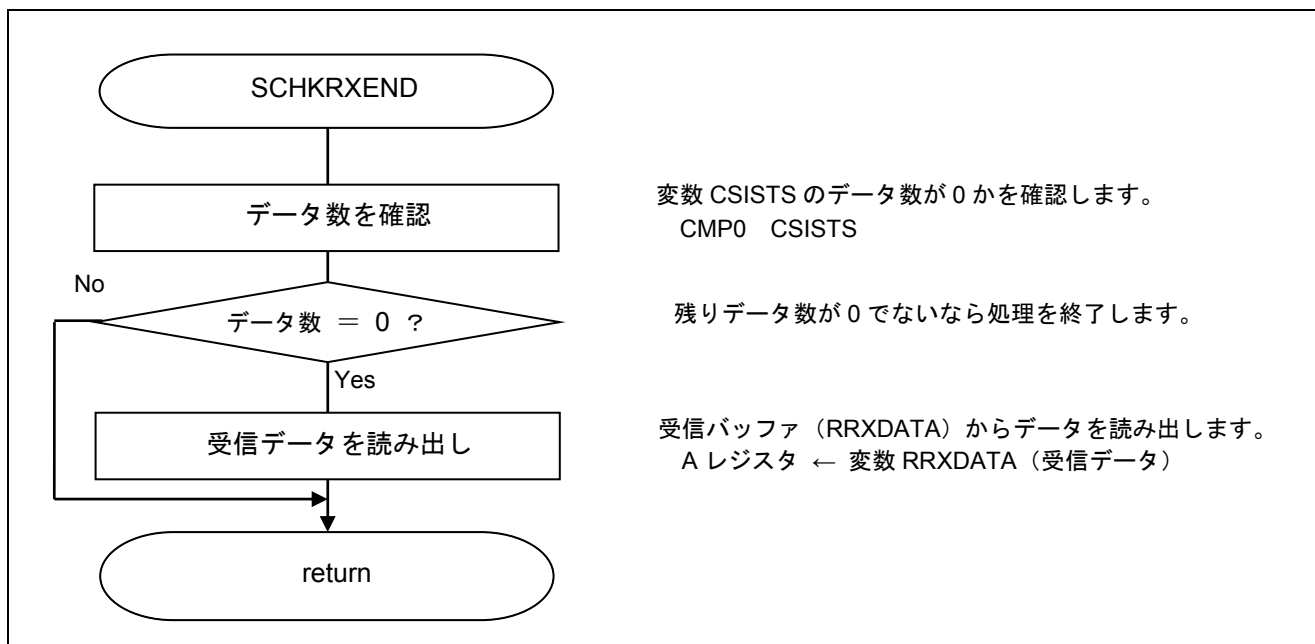


図 5.24 1 文字の転送状態チェック関数

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)

5.6.23 連続受信開始処理

図 5.25 に連続受信開始処理のフローチャートを示します。

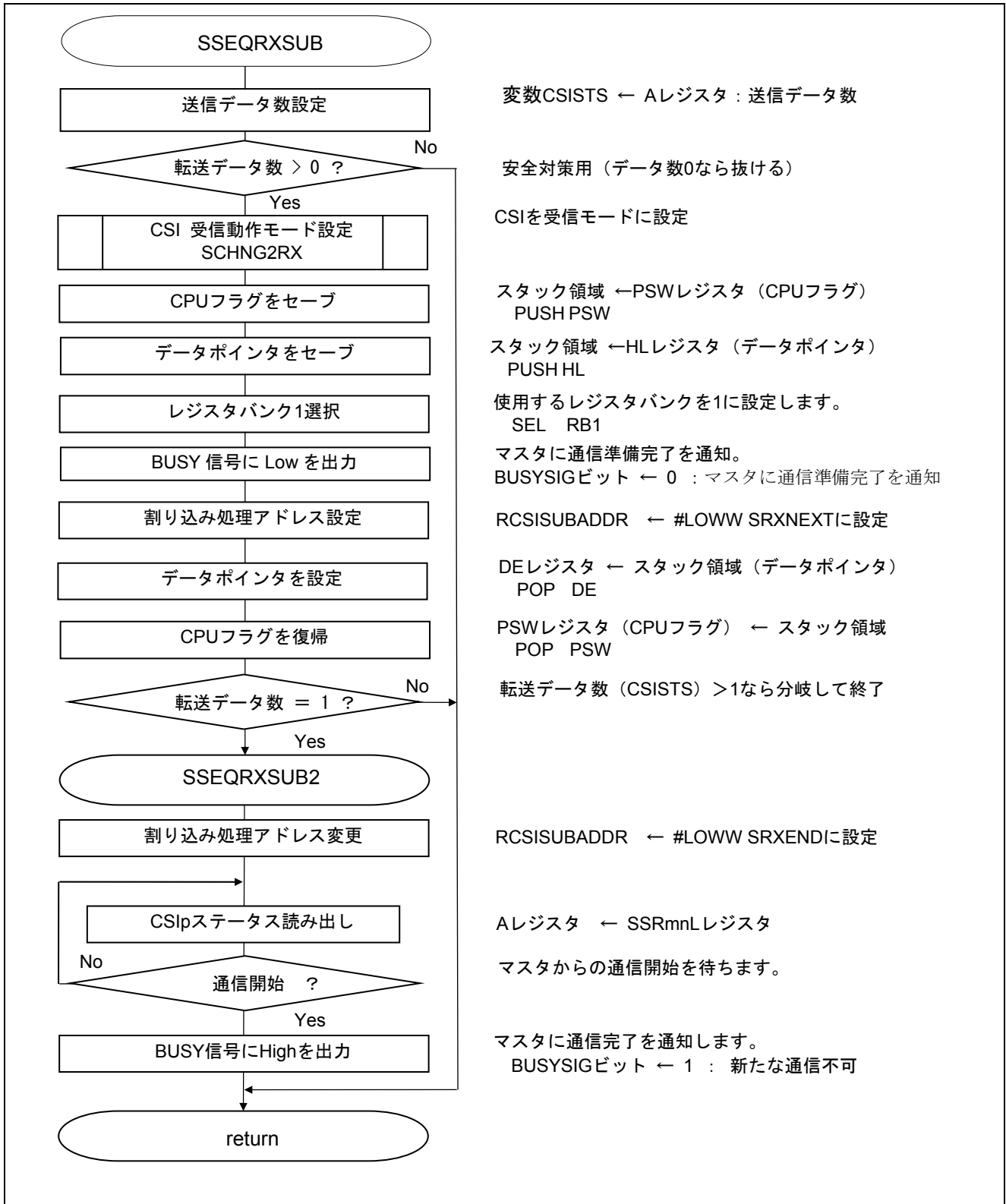


図 5.25 連続受信開始処理

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。

5.6.24 連続転送完了待ち処理

図 5.26 に連続転送完了待ち処理のフローチャートを示します。

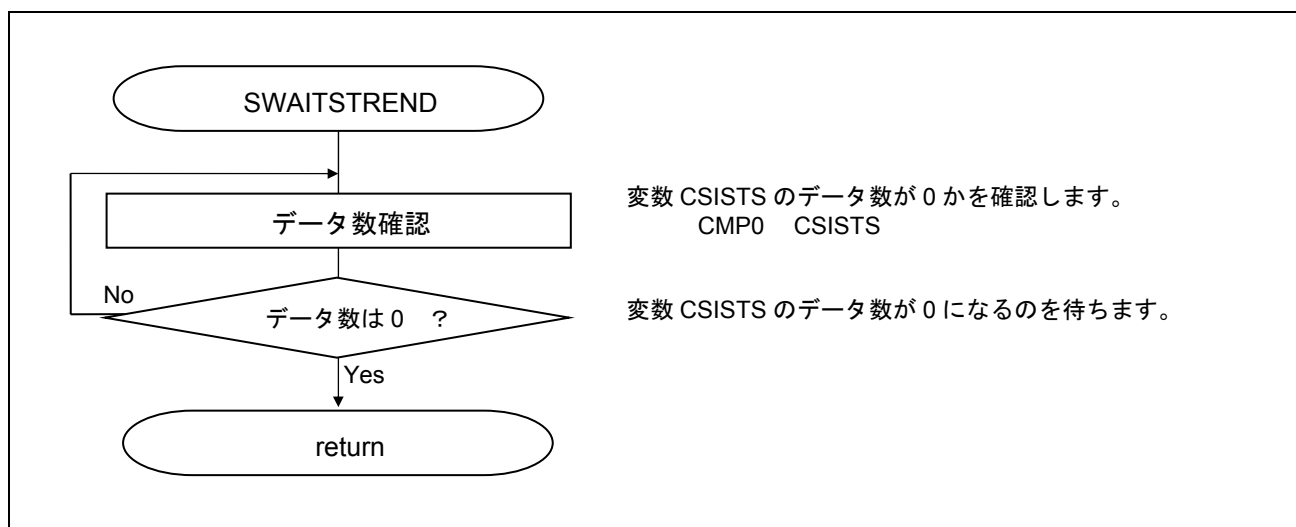


図 5.26 連続転送完了待ち処理

5.6.25 連続送信開始処理

図 5.27 に連続送信開始処理のフローチャートを示します。

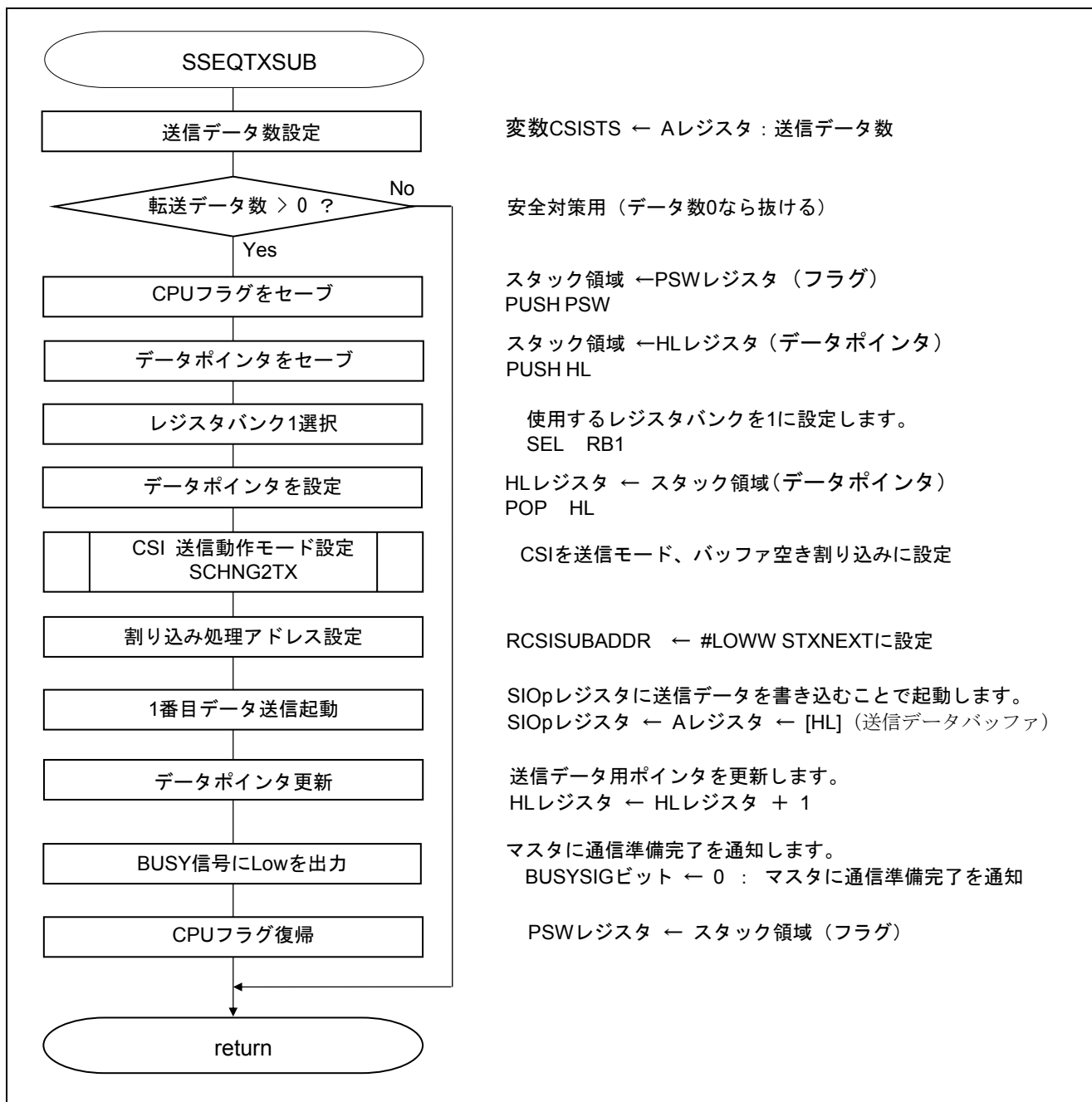


図 5.27 連続送信開始処理

5.6.26 連続送受信開始処理

図 5.28 に連続送受信開始処理のフローチャートを示します。

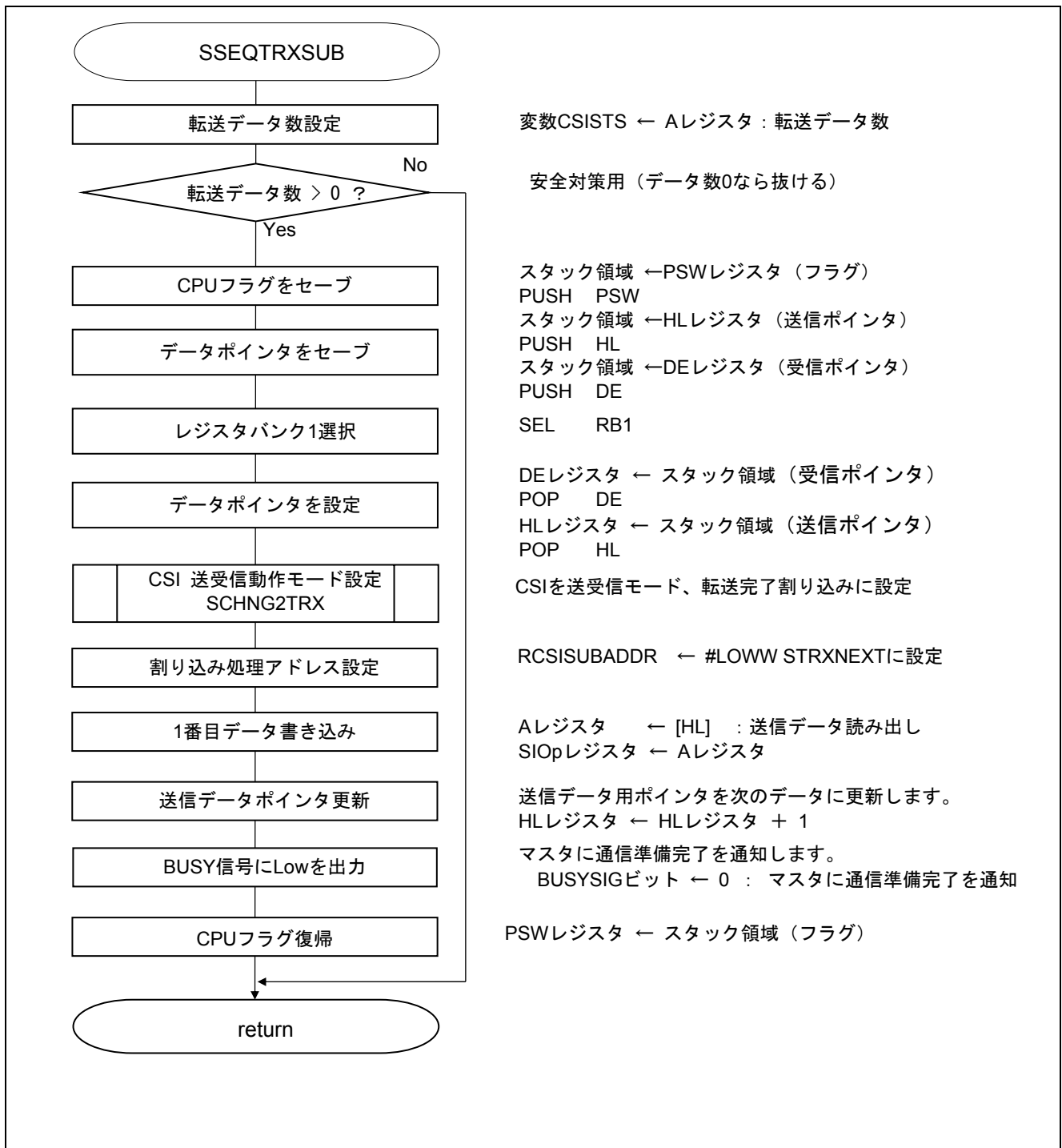


図 5.28 連続送受信開始処理

5.6.27 転送完了割り込み設定処理

図 5.29 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。

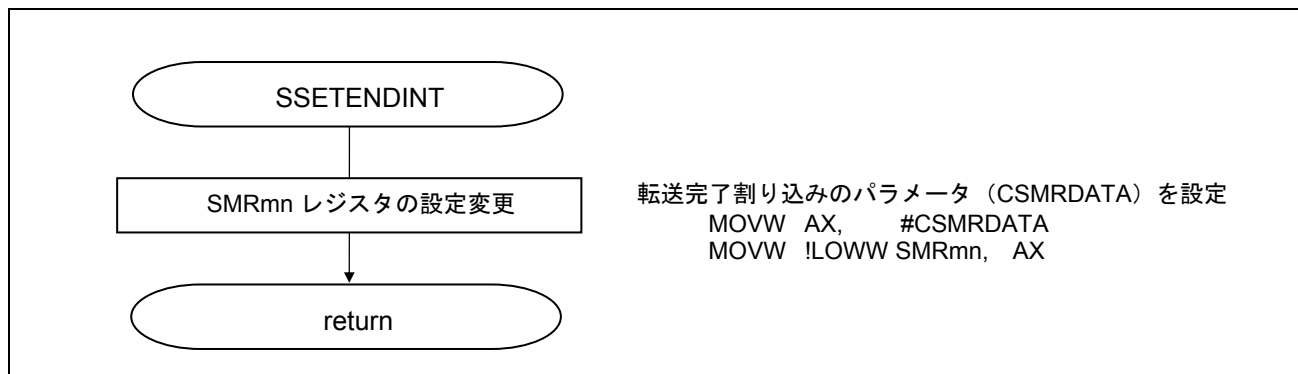


図 5.29 転送完了割り込み設定処理

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。

5.6.28 バッファ空き割り込み設定処理

図 5.30 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。

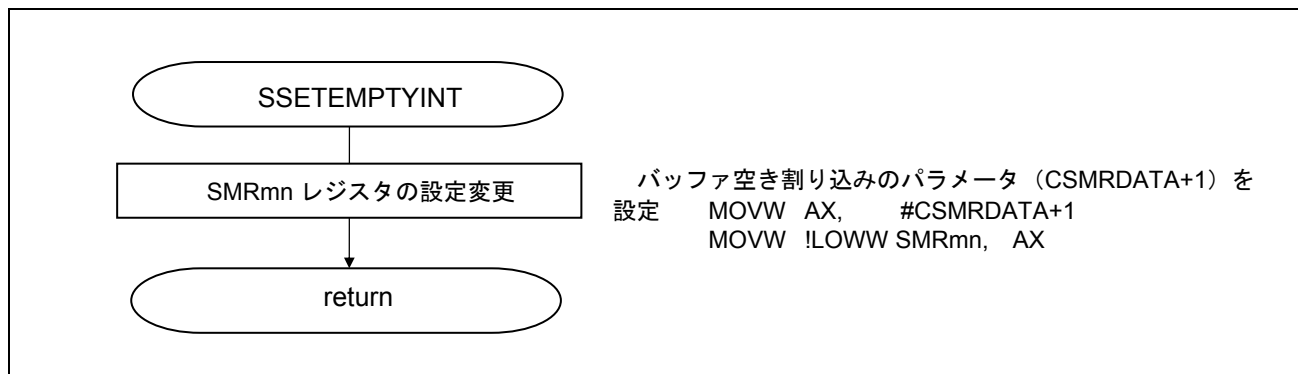


図 5.30 バッファ空き割り込み設定処理

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。

5.6.29 送信モード設定処理

図 5.31 に送信モード設定処理のフローチャートを示します。



図 5.31 送信モード設定処理

割り込みの設定（CSI00 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	x	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	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

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。

5.6.30 受信モード設定処理

図 5.32 に受信モード設定処理のフローチャートを示します。

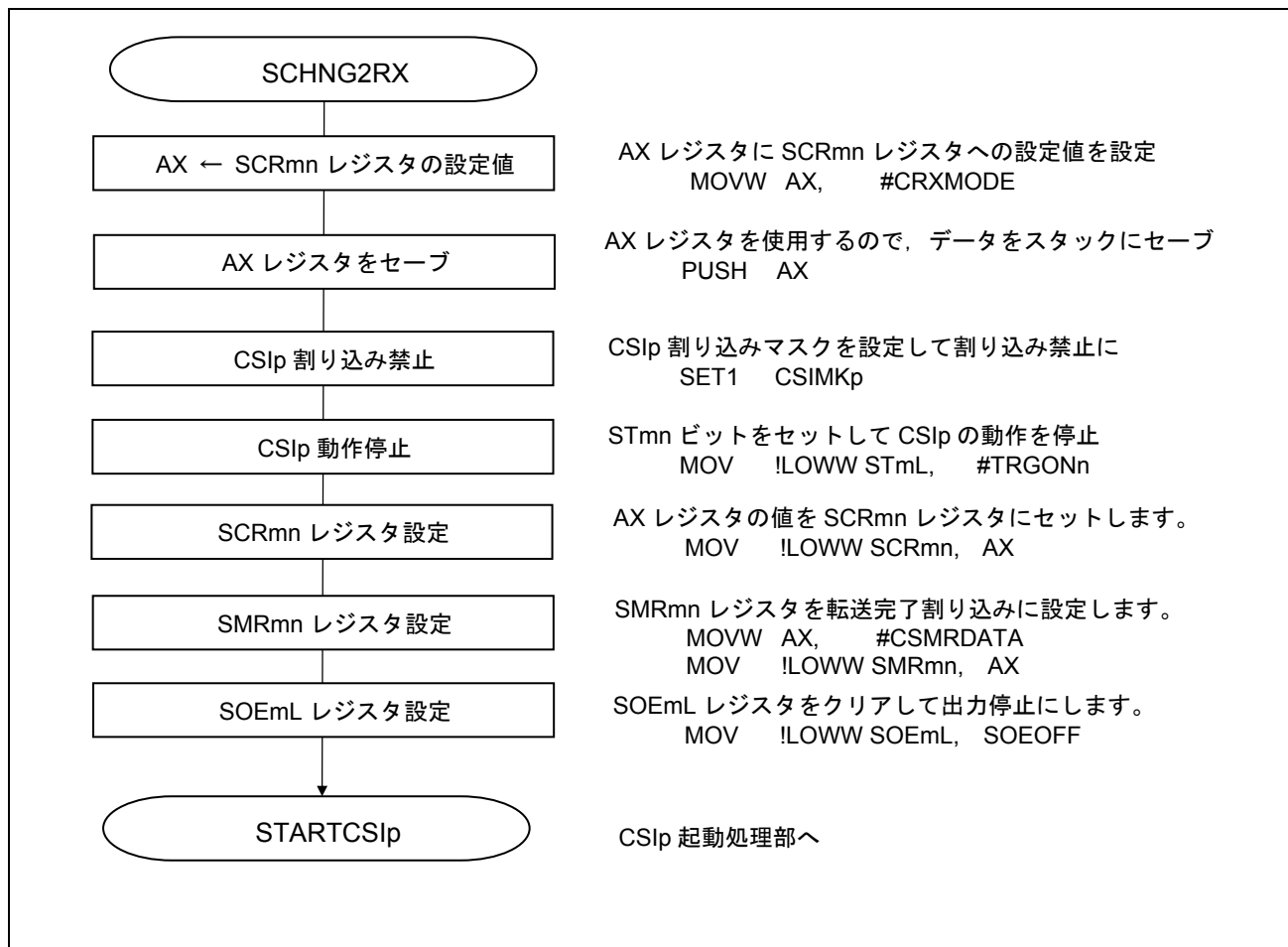


図 5.32 受信モード設定処理

5.6.31 送受信モード設定処理

図 5.33 に送受信モード設定処理のフローチャートを示します。

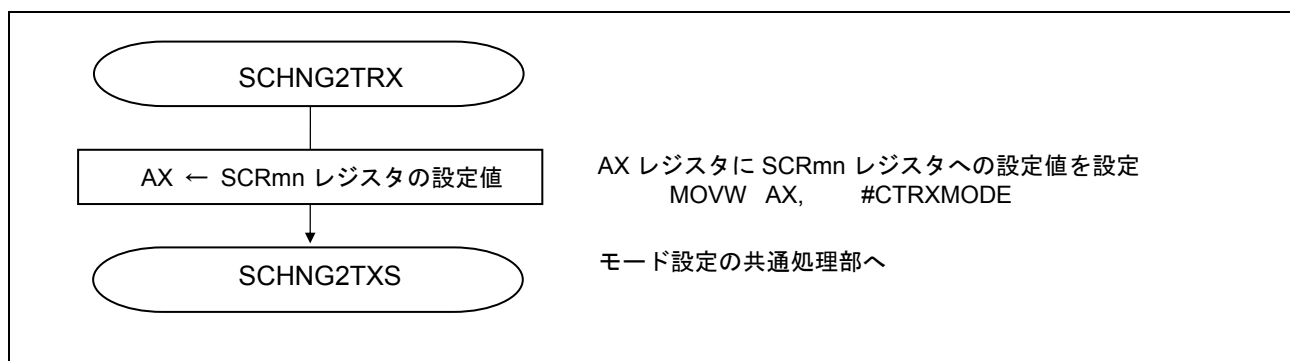


図 5.33 送受信モード設定処理

5.6.32 CSIp 通信動作許可処理

図 5.34 に CSIp 通信動作許可処理のフローチャートを示します。



図 5.34 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	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。

5.6.33 CSIp 通信動作停止処理

図 5.35 に CSIp 通信動作停止処理のフローチャートを示します。

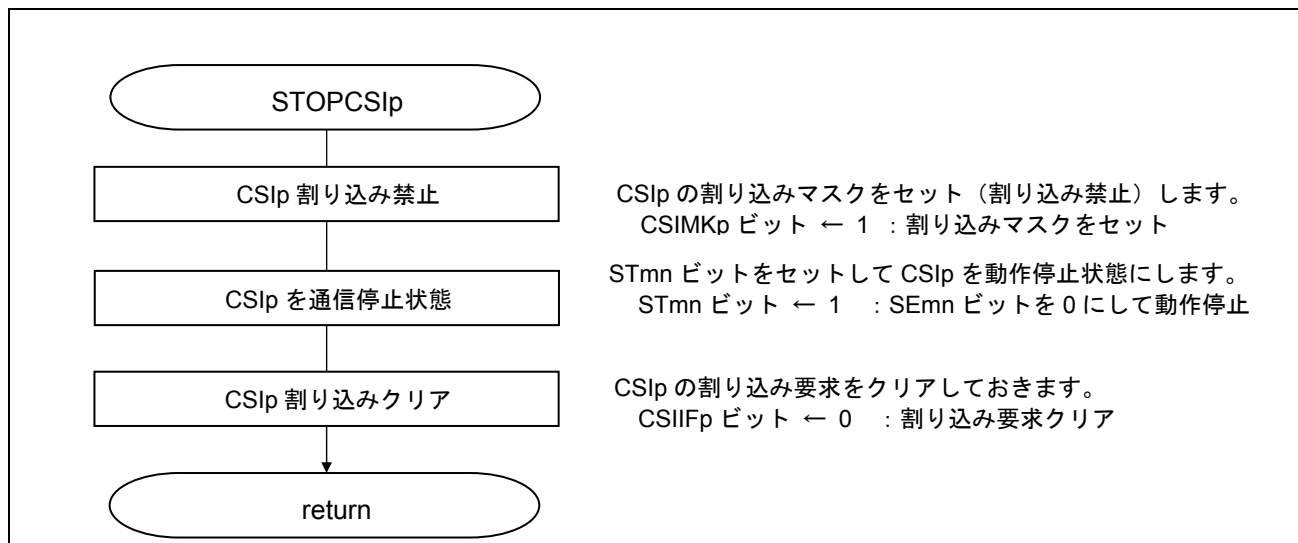


図 5.35 CSIp 通信動作停止処理

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。

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 使用するチャンネルの変更

使用するチャン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、許されたチャンネルの中から、使用したいチャンネルを選んで、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ンネルの行の先頭に「;」を追加してください。**複数のチャンネルを選択すると、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    SMROO     ; Serial mode register
SCRmn     EQU    SCROO     ; Serial communication operation setting register
SDRmn     EQU    SDR0O     ; Serial data register
SIOp      EQU    SIOOO     ; Serial data register(lower 8 bit)
SSRmnL    EQU    SSR0OL    ; Serial status register
SIRmnL    EQU    SIR0OL    ; Serial flag clear trigger register
SSmL      EQU    SSOL      ; Serial channel start register
STmL      EQU    STOL      ; Serial channel stop register
TRGONn    EQU    0B00000001 ; for trigger SS00/ST00
SOEmL     EQU    SOEOL     ; Serial output enable register
SOEON     EQU    TRGONn    ; for turn on SOE00
SOEOFF    EQU    0B11111110 ; for turn off SOE00
S0m       EQU    S0O       ; 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 ファミリ CubeSuite+ スタートアップガイド編 (R01AN1232J)

RL78/G12 シリアル・アレイ・ユニット CSI マスタ通信編 (R01AN1369J)

(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/>

お問い合わせ先

<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）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

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

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

5. 製品間の相違について

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

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

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がその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

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/>