

78K0R/Kx3-L

R01AN0708JJ0102

Rev.1.02

シリアル・アレイ・ユニットの CSI モードを使ったクロック同期式シングルマスタ制御ソフトウェア

2012.08.31

要旨

本アプリケーションノートでは、78K0R/KE3-L シリアル・アレイ・ユニット（以下、SAU）の 3 線シリアル I/O（CSI モード）を使用したクロック同期式シングルマスタ制御方法とサンプルコードの使用方法を説明します。

ポート制御による SPI スレーブデバイスセレクト制御を付加することにより、SPI モード・シングルマスタ制御が可能です。

なお、本サンプルコードは、スレーブデバイスとしての SPI デバイスを制御するための下位層に位置するソフトウェアです。

別途、スレーブデバイス制御のための上位層に位置するソフトウェアを用意していますので、入手してください。

対象デバイス

対応 MCU 78K0R/KE3-L

動作確認に使用したデバイス ルネサス エレクトロニクス製 R1EX25xxx シリーズ SPI Serial EEPROM

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合わせて変更し、十分評価してください。

目次

1. 仕様	2
2. 動作確認条件	3
3. 関連アプリケーションノート	3
4. ハードウェア説明	4
5. ソフトウェア説明	5
6. 応用例	34
7. 使用上の注意事項	43

1. 仕様

78K0R/KE3-L のシリアル・アレイ・ユニット (SAU) の 3 線シリアル I/O (CSI モード) を使用し、クロック同期式制御を行います。ポート制御による SPI スレーブデバイスセレクト制御を付加することにより、SPI モード・シングルマスタ制御が可能です。

表 1-1 に使用する周辺機器と用途を、図 1-1 に使用例を示します。

以下に、機能概略を示します。

- マスタデバイスを 78K0R/KE3-L とし、SAU の 3 線シリアル I/O (CSI モード) を使ったクロック同期式シングルマスタ用ブロック型デバイスドライバです。
- MCU 内蔵のクロック同期式 (3 線式) シリアル通信機能を使用します。また、ユーザ設定した 1 チャンネルの使用が可能です。複数チャンネルの使用は、できません。
- 本サンプルコードは、チップセレクト制御をサポートしていません。SPI デバイスを制御する場合、別途、デバイスセレクト制御を組み込む必要があります。
- MSB ファースト転送をサポートしています。
- CPU 転送のみをサポートしています。DMAC 転送をサポートしていません。
- 割り込みによる転送起動をサポートしていません。

表 1-1 使用する周辺機器と用途

周辺機器	用途
SAU	クロック同期式 (3 線式) シリアル 1ch (必須)
Port	SPI スレーブデバイスセレクト制御信号用 使用デバイス数分のポートが必要 (必須) ただし、本サンプルコードでは、扱いません。

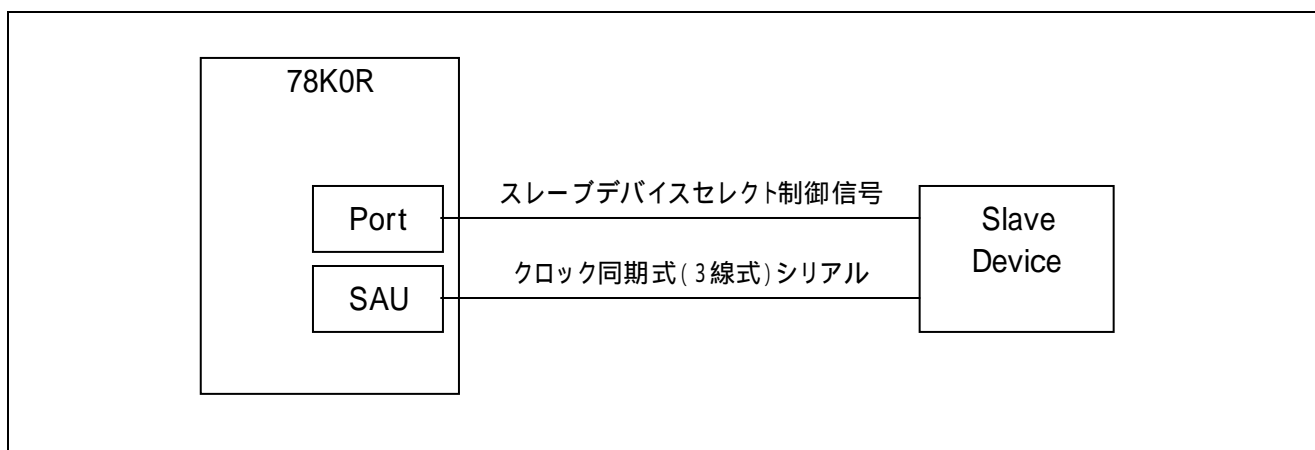


図 1-1 使用例

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、以下の動作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
評価に使用したマイコン	78K0R/KE3-L (プログラム ROM 64KB/RAM 3KB)
評価に使用したメモリ	ルネサス エレクトロニクス製 R1EX25xxx シリーズ SPI Serial EEPROM
動作周波数	メイン・システム・クロック : 20MHz CPU / 周辺ハードウェア・クロック : 20MHz シリアル・クロック : 2.5MHz
動作電圧	3.3V
総合開発環境	ルネサス エレクトロニクス製 プロジェクト・マネージャ (PM+ Ver.6.31)
C コンパイラ、アセンブラ	ルネサス エレクトロニクス製 78K0R 用 C コンパイラ (CC78K0R Ver.2.13) 78K0R 用アセンブラパッケージ (RA78K0R Ver.1.33) コンパイルオプション 総合開発環境のデフォルト設定 ("-a. -zp") を使用しています。
エミュレータ	Minicube2
統合デバッガ	ルネサス エレクトロニクス製 Integrated Debugger ID78K0R-QB Ver.3.61
サンプルコードのバージョン	Ver.2.02
評価に使用したソフトウェア	ルネサス エレクトロニクス製 R1EX25xxx シリーズの SPI Serial EEPROM 制御ソフトウェア Ver.2.01
評価に使用したボード	78K0R/KE3-L ターゲット・ボード (QB-78K0RKE3L-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。合わせて参照してください。

- Renesas R1EX25xxx シリーズ Serial EEPROM 制御ソフトウェア (R01AN0565JJ)
- Micron Technology 社製 M25P シリーズ Serial Flash memory 制御ソフトウェア (R01AN0566JJ)
- Micron Technology 社製 M45PE シリーズ Serial Flash memory 制御ソフトウェア (R01AN0567JJ)

4. ハードウェア説明

4.1 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
SCK (図 4-1の CLK)	出力	クロック出力
SO (図 4-1の DataOut)	出力	マスタデータ出力
SI (図 4-1の DataIn)	入力	マスタデータ入力
Port (図 4-1の Port(CS#))	出力	スレーブデバイスセレクト出力 ただし、本サンプルコードでは、扱いません。

4.2 参考回路

図 4-1に接続図を示します。

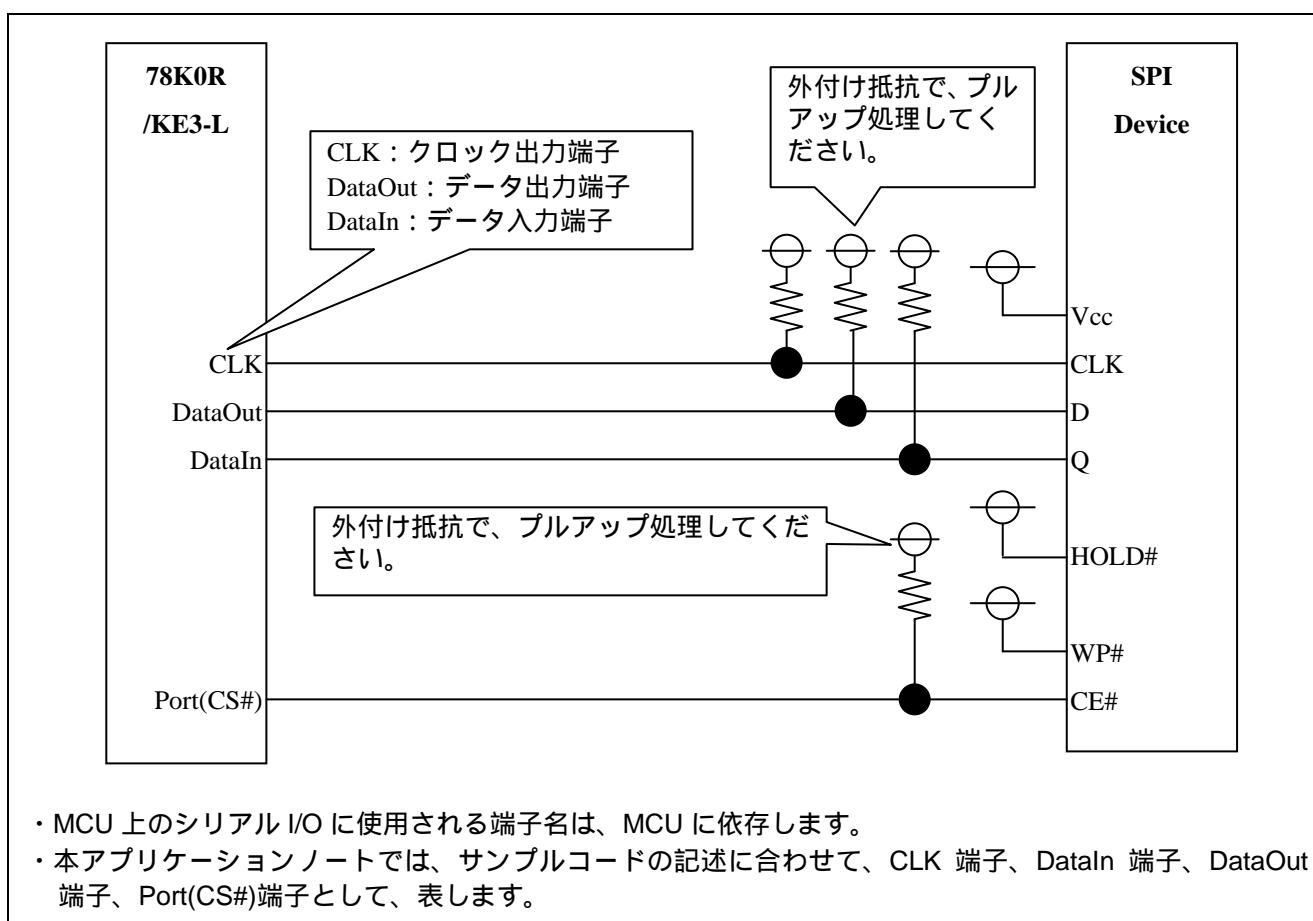


図 4-1 78K0R/Kx3-L シリアル・アレイ・ユニットと SPI スレーブデバイスの接続例

5. ソフトウェア説明

5.1 動作説明

SAU の 3 線シリアル I/O (CSI モード) を使って、クロック同期式シングルマスタ制御を実現します。

本サンプルコードでは、以下の制御を行っています。

- データの入出力を、クロック同期式モード (内部クロック使用) で、制御する。

本サンプルコードは、以下のように、デバイス上のデータのバイトオフセット値と、転送元 / 先のメモリのバイトオフセット値が合致するようにしたものです。

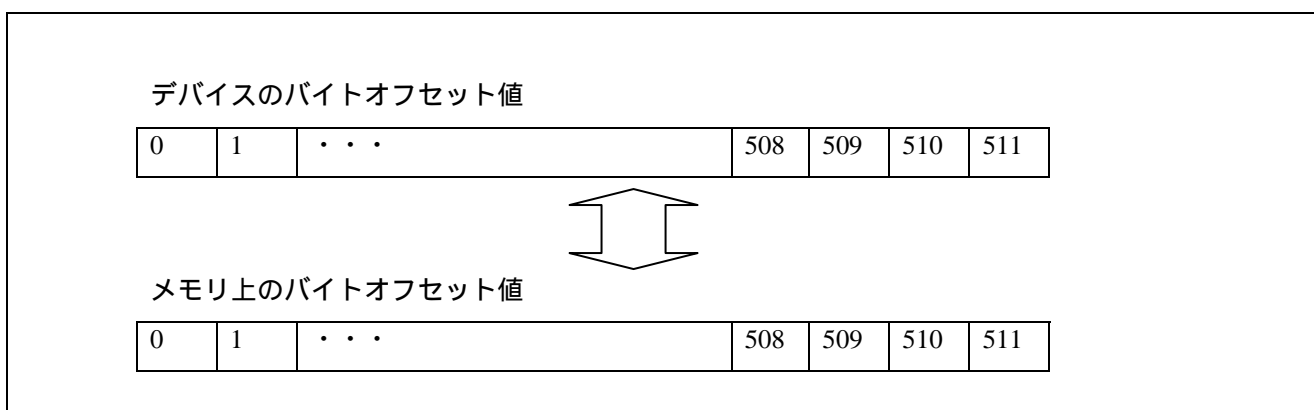


図 5-1 転送データの格納

5.1.1 クロック同期式モードで発生させるタイミング

SPI スレーブデバイス制御のため、図 5-2に示す SPI モード 3 (CPOL=1、CPHA=1) のタイミングを発生します。そのため、本 MCU では、シリアル通信動作設定レジスタ (SCRmn) の位相選択ビット (DAPmn、CKPmn) をタイプ 1 (DAPmn=0、CKPmn=0) に設定します。

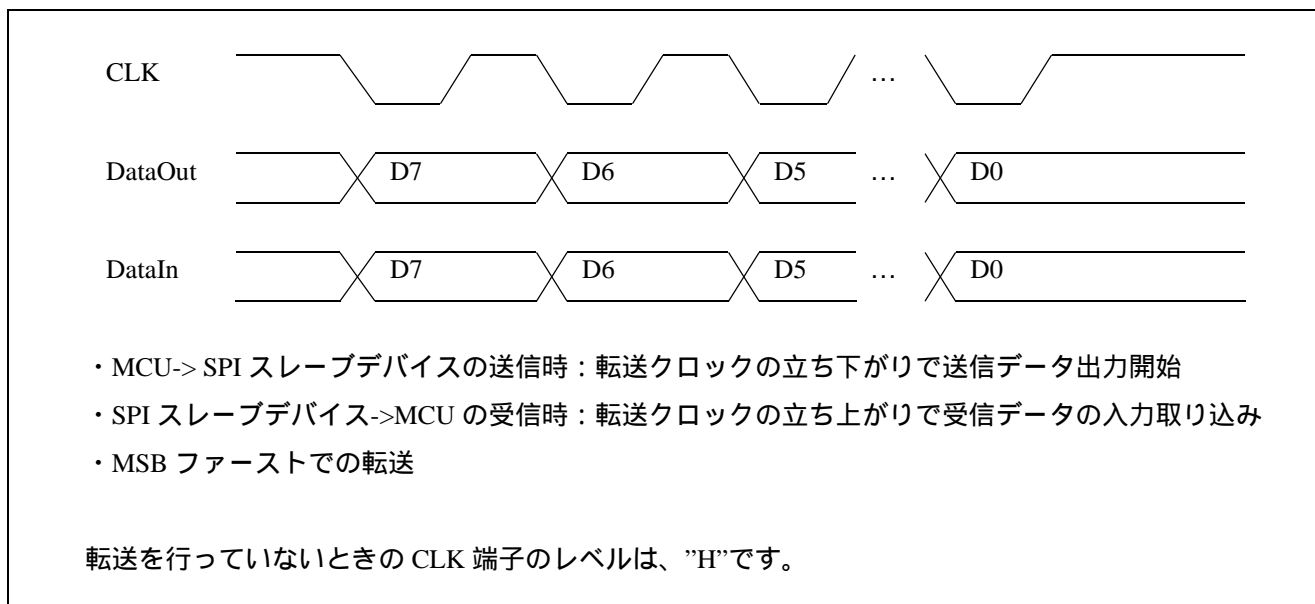


図 5-2 クロック同期式モード タイミング設定

使用可能なシリアルクロック周波数は、MCU および SPI スレーブデバイスのデータシートで、確認してください。

5.1.2 SPIスレーブデバイスのCE#端子制御

SPI スレーブデバイスの CE#端子を MCU の Port に接続し、MCU 汎用ポート出力で、制御させることを推奨します。

また、SPI デバイスの CE#(MCU の Port(CS#))信号の立ち下がりから、SPI デバイスの CLK(MCU の CLK)信号の立ち下がりまでの時間 (SPI デバイスの CE#セットアップ時間) を設けてください。

同様に、SPI デバイスの CLK(MCU の CLK)信号の立ち上がりから、SPI デバイスの S(MCU の Port(CS#))信号の立ち上がりまでの時間 (SPI デバイスの CE#ホールド時間) を設けてください。

SPI デバイスのデータシートを確認して、システムに応じたソフトウェア・ウェイト時間を設定してください。

5.2 ソフトウェア制御概要

5.2.1 ソフトウェア構成

本サンプルコードは、スレーブデバイスとしての SPI デバイスを制御するための下位層に位置するソフトウェアです。

本サンプルコードでは、SPI スレーブデバイスの CE#端子制御無し SPI モード 3 (CPOL=1、CPHA=1) を使った制御を実現しています。

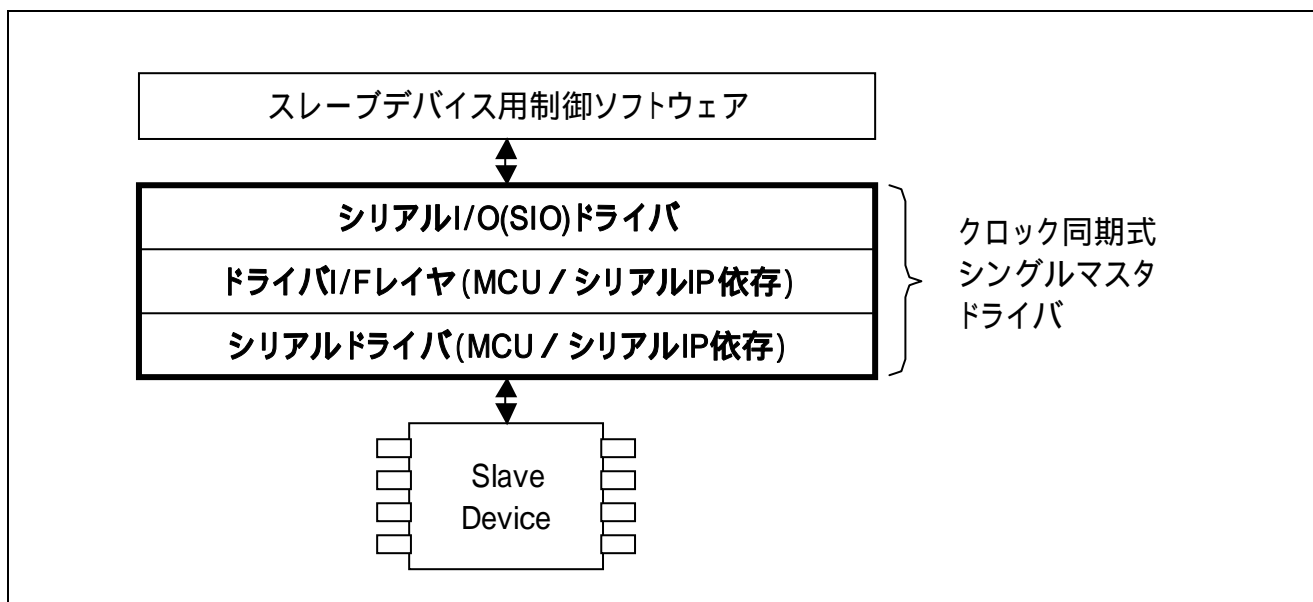


図 5-3 ソフトウェア構成

以下の送信 / 受信の動作を実現しています。

クロック同期式シングルマスタソフトウェアを使ったデータ送信

クロック同期式シングルマスタソフトウェアを使ったデータ受信

本サンプルコードは、以下の 5 つの基本処理で構成しています。

- シリアル許可 - DataIn 端子のポート入力化、DataOut 端子と CLK 端子のポート”H”出力
シリアル I/O 有効化、ポー・レート設定
- シリアル禁止 - シリアル I/O 無効化、DataIn 端子のポート入力化、
DataOut 端子と CLK 端子のポート”H”出力化
- シリアル開放 - シリアル I/O 無効化、DataIn 端子のポート入力化、
DataOut 端子と CLK 端子のポート入力化
- データ送信 - SPI デバイスへのデータ送信処理
- データ受信 - SPI デバイスからのデータ受信処理

5.2.2 シリアル許可 (R_SIO_Enable())

シリアル I/O で使用する DataIn 端子をポート入力、DataOut 端子と CLK 端子をポート”H”出力にします。

その後、シリアル I/O 機能を有効にし、DataIn 端子をデータ入力、DataOut 端子をデータ出力、CLK 端子をクロック出力に切り替えます。

シリアル I/O で使用する通信速度 (ボー・レート) を設定します。

5.2.3 シリアル禁止 (R_SIO_Disable())

シリアル I/O で使用する端子をポートに切り替えて、DataIn 端子をポート入力、DataOut 端子と CLK 端子をポート”H”出力にします。

5.2.4 シリアル開放 (R_SIO_Open_Port())

シリアル I/O で使用する端子をポートに切り替えて、DataIn 端子と DataOut 端子と CLK 端子をポート入力にします。

5.2.5 データ送信 (R_SIO_Tx_Data ())

シリアル I/O を使って、データを送信します。

送信設定にて、送信します。

5.2.6 データ受信 (R_SIO_Rx_Data ())

シリアル I/O を使って、データを受信します。

送受信設定にて、受信します。

5.3 必要メモリサイズ

表 5-1に必要とするメモリサイズを示します。

表 5-1 必要メモリサイズ

使用メモリ	サイズ	備考
ROM	527 バイト	R_SIO_csi.c
RAM	0 バイト	R_SIO_csi.c
最大使用ユーザスタック	130 バイト	
最大使用割り込みスタック	-	割り込み未使用

必要メモリサイズは、C コンパイラのバージョンやコンパイルオプションにより異なります。

エンディアンにより、上記のメモリサイズは、異なります。

最大使用ユーザスタックサイズは、Serial EEPROM 制御ソフトウェアを使用した場合の値であり、Serial EEPROM 制御ソフトウェアのスタックも含まれます。

5.4 ファイル構成

表 5-2に、サンプルコードで使用するファイルを示します。なお、統合開発環境で自動生成するファイルを除きます。

表 5-2 ファイル構成

¥an_r01an0708jj_78k0rkx3l	<DIR>	サンプルコードのフォルダ
r01an0708jj0102_78k0rkx3l.pdf		アプリケーションノート
¥ source	<DIR>	プログラム格納用フォルダ
¥com	<DIR>	共通関数格納用フォルダ
(注1)		
mtl_com.c		共通関数の各種定義
mtl_com.h.common		共通ヘッダファイル
mtl_com.h.78K0R		共通関数のヘッダファイル
mtl_endi.c		共通ファイル(エンディアン設定関連)
mtl_mem.c		共通ファイル(標準ライブラリ関数)
mtl_os.c	mtl_os.h	共通ファイル(標準ライブラリ関数)
mtl_str.c		共通ファイル(標準ライブラリ関数)
mtl_tim.c	mtl_tim.h	共通ファイル(ループタイム関連)
mtl_tim.h.sample		ループタイムの設定値サンプル
¥r_sio_csi_78k0r	<DIR>	78K0R CSI 用クロック同期式シングルマスタ制御ソフトウェアのフォルダ
R_SIO.h		ヘッダファイル
R_SIO_csi.c		I/F モジュール
R_SIO_csi.h.78k0r		I/F モジュール共通定義

注1 .com フォルダに含まれるファイルは、スレーブデバイス用制御ソフトウェアでも使用するものです。最新のものを使用してください。

5.5 定数一覧

5.5.1 戻り値

表 5-3に、サンプルコードで使用する戻り値を示します。

表 5-3 戻り値

定数名	設定値	内容
SIO_OK	(error_t)(0)	Successful Operation
SIO_ERR_PARAM	(error_t)(-1)	Parameter Error
SIO_ERR_HARD	(error_t)(-2)	Hardware Error
SIO_ERR_OTHER	(error_t)(-7)	Other Error

5.5.2 各種定義

表 5-4に、サンプルコードで使用する各種定義した値を示します。

表 5-4 各種定義値

定数名	設定値	内容
SIO_LOG_ERR	1	Log type : Error
SIO_TRUE	(uint8_t)0x01	Flag "ON"
SIO_FALSE	(uint8_t)0x00	Flag "OFF"
SIO_HI	(uint8_t)0x01	Port "H"
SIO_LOW	(uint8_t)0x00	Port "L"
SIO_OUT	(uint8_t)0x01	Port output setting
SIO_IN	(uint8_t)0x00	Port input setting
SIO_TX_WAIT	(uint16_t)50000	SIO transmission completion waiting time 50000* 1us = 50ms
SIO_RX_WAIT	(uint16_t)50000	SIO receive completion waiting time 50000* 1us = 50ms
SIO_DMA_TX_WAIT	(uint16_t)50000	DMA transmission completion waiting time 50000* 1us = 50ms
SIO_DMA_RX_WAIT	(uint16_t)50000	DMA receive completion waiting time 50000* 1us = 50ms
SIO_T_SIO_WAIT	(uint16_t)MTL_T_1US	SIO transmit&receive completion waiting polling time
SIO_T_DMA_WAIT	(uint16_t)MTL_T_1US	DMA transmit&receive completion waiting polling time
SIO_T_BRR_WAIT	(uint16_t)MTL_T_10US	BRR setting wait time

5.6 構造体 / 共用体一覧

以下に、サンプルコードで使用する構造体を示します。

```
/* uint32_t <-> uint8_t conversion */
typedef union {
    uint32_t    ul;
    uint8_t     uc[4];
} SIO_EXCHG_LONG;          /* total 4byte          */

/* uint16_t <-> uint8_t conversion */
typedef union {
    uint16_t    us;
    uint8_t     uc[2];
} SIO_EXCHG_SHORT;       /* total 2byte          */
```

5.7 関数一覧

表 5-5に関数一覧を示します。

表 5-5 関数一覧

関数名	説明
R_SIO_Init_Driver()	ドライバ初期化处理
R_SIO_Disable()	シリアル I/O 禁止設定処理
R_SIO_Enable()	シリアル I/O 許可設定処理
R_SIO_Open_Port()	シリアル I/O 開放設定処理
R_SIO_Tx_Data()	シリアル I/O データ送信処理
R_SIO_Rx_Data()	シリアル I/O データ受信処理

5.8 関数仕様

本サンプルコードでは、シリアル・アレイ・ユニットの入力クロック供給を許可しますが、入力クロック供給の停止制御は、含まれていません。

したがって、低消費電力化とノイズ低減を図るためにユニット単位での動作停止制御を行う場合、本サンプルコードで使用する以外のチャンネルの制御を考慮し、ユーザプログラムで制御してください。

なお、本サンプルコードは、ユニット単位での動作停止制御を行っていませんが、チャンネル単位での動作停止制御が可能です。

本サンプルコードの動作クロックは、シリアル・クロック選択レジスタ(SPSm)で選択した動作クロック CKm0 を使用する設定です。必要に応じて、シリアル・モード・レジスタ(SMRmn)、シリアル・クロック選択レジスタ(SPSm)の設定を見直してください。

5.8.1 ドライバ初期化処理

R_SIO_Init_Driver	
概要	ドライバ初期化処理
ヘッダ	R_SIO.h, R_SIO_csi.h, mtl_com.h
宣言	error_t R_SIO_Init_Driver(void)
説明	<ul style="list-style-type: none"> ・ドライバの初期化を行います。シリアル I/O 機能を無効化し、端子をポートに設定します。 ・システム起動時に一度だけ呼び出してください。 ・本関数コール前に、スレーブデバイスセレクト制御信号を”H”にしてください。
引数	なし
リターン値	SIO_OK ; Successful operation
備考	<p>前の使用状態を考慮し、以下の処理を行います。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シリアル・アレイ・ユニットの入力クロック供給を許可します。 ・送信 / 受信を停止します。 ・シリアル I/O で使用する端子をポート設定にします。

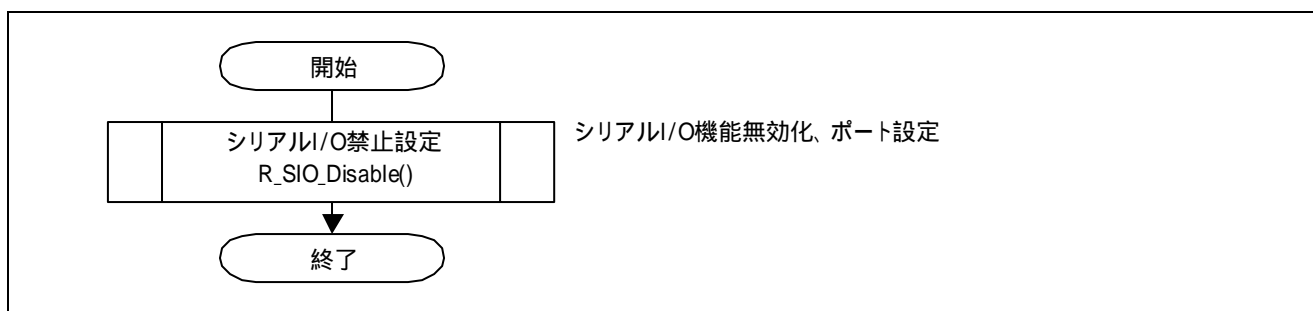


図 5-4 ドライバ初期化処理概要

5.8.2 シリアルI/O禁止設定処理

R_SIO_Disable	
概要	シリアル I/O 禁止設定処理
ヘッダ	R_SIO.h, R_SIO_csi.h, mtl_com.h
宣言	error_t R_SIO_Disable(void)
説明	<ul style="list-style-type: none"> ・シリアル I/O 機能を無効化し、端子をポートに設定します。 シリアル・アレイ・ユニットの入力クロック供給を許可します。 シリアル I/O を無効化します。 シリアル I/O で使用する端子をポート設定にします。
引数	<ul style="list-style-type: none"> ・本関数コール前に、スレーブデバイスセレクト制御信号を”H”にしてください。 なし
リターン値	SIO_OK ; Successful operation
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・シリアル・アレイ・ユニットの入力クロック供給を許可します。 ・fCLK の 4 クロック以上の設定待ちます。 ・STm, SOm, SOEm を設定し、動作停止状態にし、ポート機能に切り替えます。 ・SCRmn を設定し、通信モードを通信禁止にします。 ・SMRmn に 0020h (リセット時の値) を書き込み、初期化します。 ・SOLm を設定 ・使用しない場合、本関数をコールし、シリアル I/O 機能を無効化することができます。 ・シリアル・アレイ・ユニットの入力クロック供給停止制御は行いません。

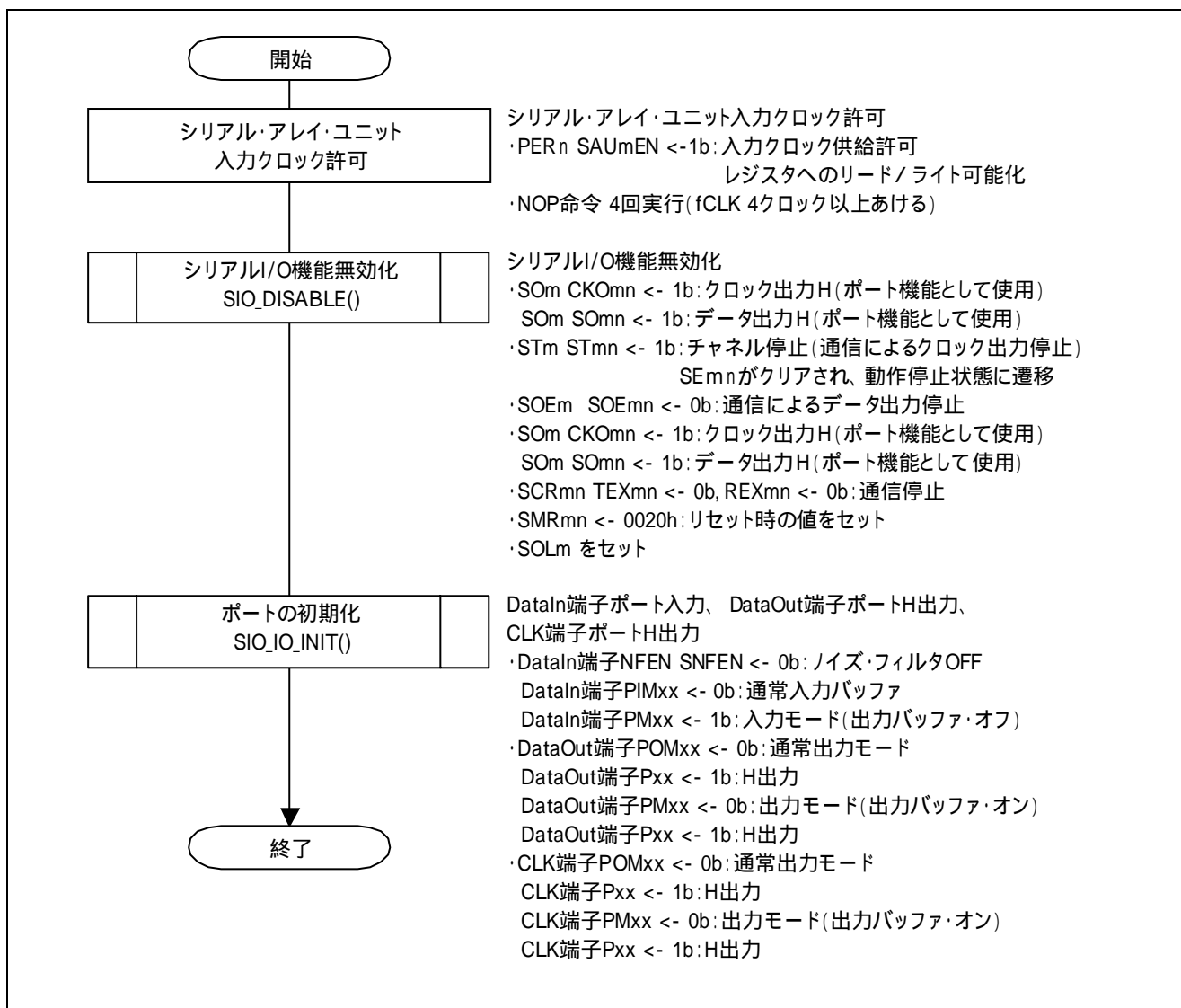


図 5-5 シリアル I/O 禁止設定処理概要

5.8.3 シリアルI/O許可設定処理

R_SIO_Enable	
概要	シリアル I/O 許可設定処理
ヘッダ	R_SIO.h, R_SIO_csi.h, mtl_com.h
宣言	error_t R_SIO_Enable(uint8_t BrgData)
説明	<ul style="list-style-type: none"> ・シリアル I/O 機能を有効化し、ボー・レートを設定します。 シリアル・アレイ・ユニットに入力クロック供給を許可します。 シリアル I/O で使用する端子をポート設定にします。 シリアル I/O を有効化し、ボー・レートを設定します。 ・R_SIO_Disable()コール後に、本関数をコールしてください。 ・シリアル I/O データ送信処理とシリアル I/O データ受信処理実行前に、一度、本関数をコールしてください。 ・ボー・レートを変更したい場合、本関数を使用してください。事前に、シリアル I/O 禁止設定処理を実行してください。
引数	uint8_t BrgData ; ボー・レート設定値
リターン値	SIO_OK ; Successful operation
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ハードウェアマニュアル記載のマスタ送信 / マスタ送受信の初期化設定手順にしたがって、以下を実行します。(R_SIO_Disable() がコールされた状態を想定します。) PER SAUmEN を設定 シリアル・アレイ・ユニットに入力クロック供給を許可 fCLK の 4 クロック以上の設定待ち ポートを初期化 SPSm に動作クロックを設定 SMRmn に動作モードを設定 SCRmn に通信フォーマットを設定 SDRmn にボー・レートを設定 SIRmn のエラーフラグをクリア SOLm を設定

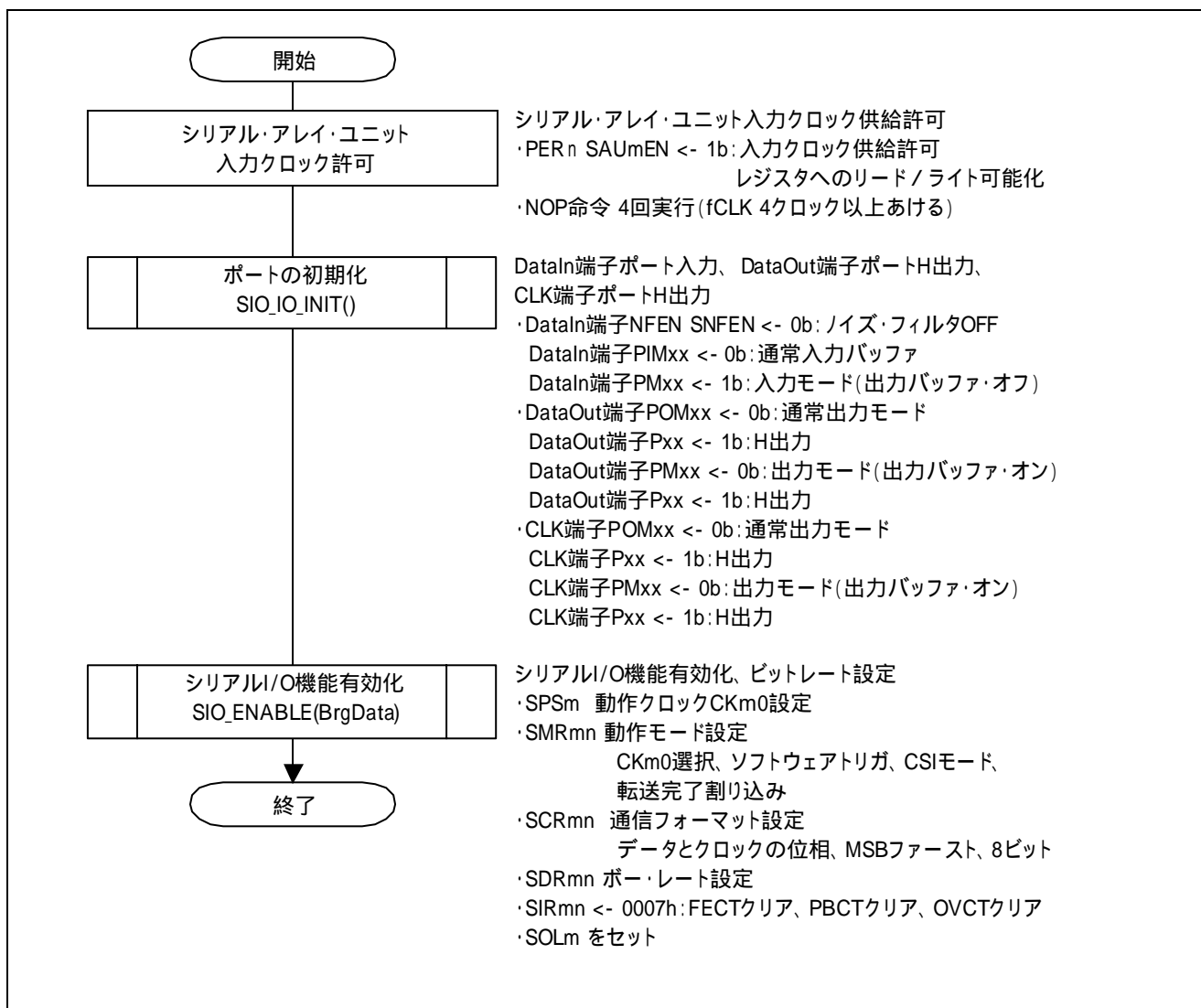


図 5-6 シリアル I/O 許可設定処理概要

5.8.4 シリアルI/O開放設定処理

R_SIO_Open_Port	
概要	シリアル I/O 開放設定処理
ヘッダ	R_SIO.h, R_SIO_csi.h, mtl_com.h
宣言	error_t R_SIO_Open_Port(void)
説明	<ul style="list-style-type: none"> ・シリアル I/O に使用する端子をオープン（入力状態）にします。
引数	なし
リターン値	SIO_OK ; Successful operation
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・本関数コール前に、スレーブデバイスセレクト制御信号を”H”にしてください。 ・リムーバブルメディアの挿抜目的で、用意した関数です。リムーバブルメディアの挿入前、およびリムーバブルメディアの抜去前に、本関数を使用してください。リムーバブルメディアの抜去前には、シリアル I/O 禁止設定処理を実行してください。

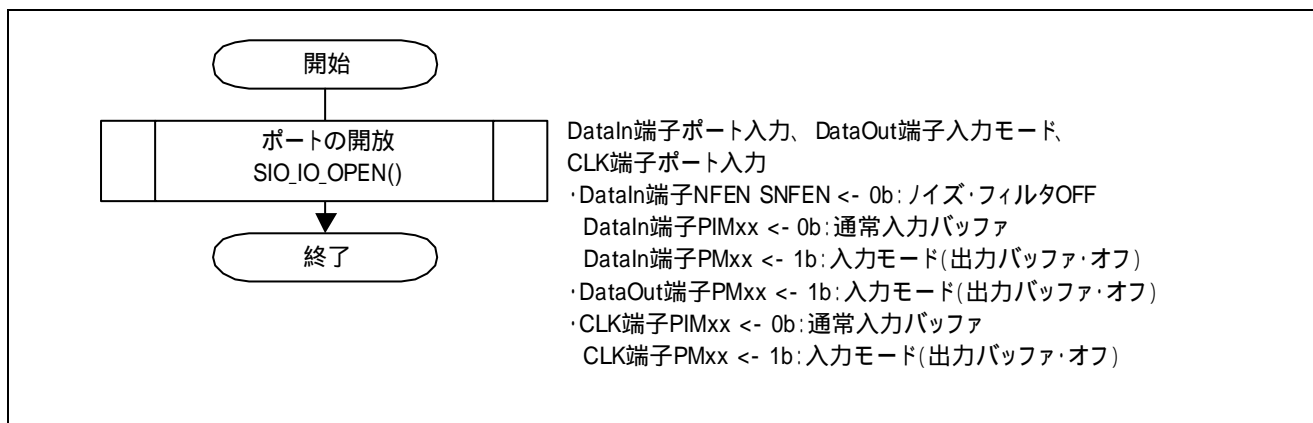


図 5-7 シリアル I/O 開放設定処理概要

5.8.5 シリアルI/Oデータ送信処理

R_SIO_Tx_Data	
概要	シリアル I/O データ送信処理
ヘッダ	R_SIO.h, R_SIO_csi.h, mtl_com.h
宣言	error_t R_SIO_Tx_Data(uint16_t TxCnt, uint8_t FAR* pData)
説明	<ul style="list-style-type: none"> ・ pData のデータを指定バイト数分送信します。 ・ 本関数コール前に、シリアル I/O 許可設定処理を実行してください。 ・ 本関数の実行の結果、異常終了であれば、シリアル I/O 禁止設定処理を実行してください。
引数	uint16_t TxCnt ; 送信バイト数 uint8_t FAR* pData ; 送信データ格納バッファポインタ
リターン値	SIO_OK ; Successful operation SIO_ERR_HARD ; Hardware error
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ ハードウェアマニュアル記載のマスタ送信の初期化設定手順にしたがって、以下のシリアル I/O 許可設定処理以降の初期化設定を実行します。 <ul style="list-style-type: none"> SCRmn に TEXmn=1b, REXmn=0b を設定し、送信を許可 SOM にデータ出力 H、クロック出力 H を設定 SOEm にシリアル通信動作によるデータ出力許可を設定 SSm にシリアル通信によるクロック出力許可を設定 ・ 送信完了後、ハードウェアマニュアル記載のマスタ送信の中断手順にしたがって、以下を実行します。 <ul style="list-style-type: none"> STm にシリアル通信によるクロック出力停止を設定 SOEm にシリアル通信動作によるデータ出力停止を設定 SCRmn に TEXmn=0b, REXmn=0b を設定し、通信を禁止 ・ 継続使用しない場合、シリアル I/O 禁止設定処理を実行することを推奨します。

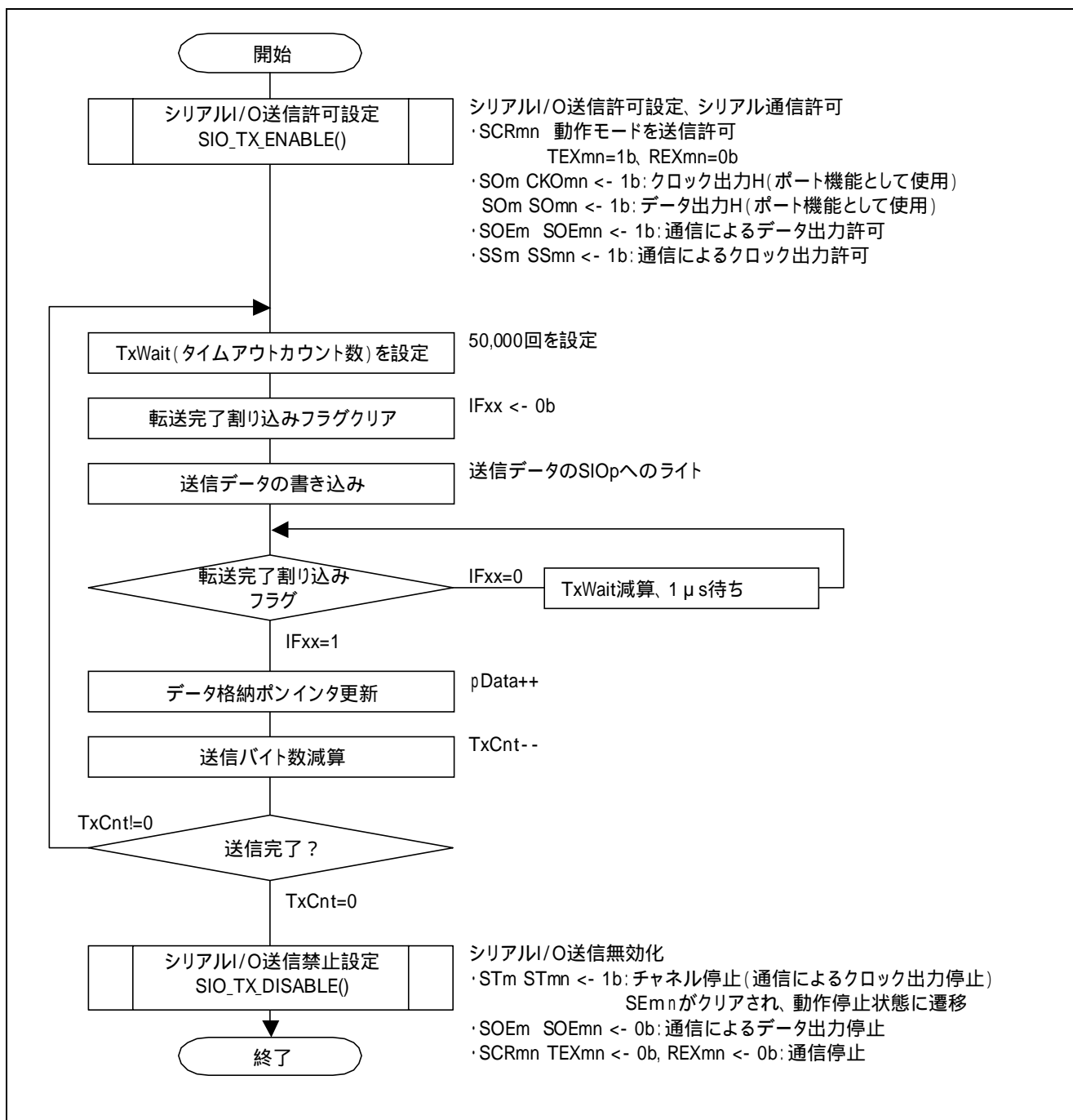


図 5-8 シリアル I/O データ送信処理概要

5.8.6 シリアルI/Oデータ受信処理

R_SIO_Rx_Data	
概要	シリアル I/O データ受信処理
ヘッダ	R_SIO.h, R_SIO_csi.h, mtl_com.h
宣言	error_t R_SIO_Rx_Data(uint16_t RxCnt, uint8_t FAR* pData)
説明	<ul style="list-style-type: none"> ・指定バイト数分でデータを受信し、pData に格納します。 ・本関数コール前に、シリアル I/O 許可設定処理を実行してください。 ・本関数の実行の結果、異常終了であれば、シリアル I/O 禁止設定処理を実行してください。
引数	uint16_t RxCnt ; 受信バイト数 uint8_t FAR* pData ; 受信データ格納バッファポインタ
リターン値	SIO_OK ; Successful operation SIO_ERR_HARD ; Hardware error
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ハードウェアマニュアル記載のマスタ送受信の初期化設定手順にしたがって、以下のシリアル I/O 許可設定処理以降の初期化設定を実行します。 <ul style="list-style-type: none"> SCRmn に TEXmn=1b, REXmn=1b を設定し、送受信を許可 SOm にデータ出力 H、クロック出力 H を設定 SOEm にシリアル通信動作によるデータ出力許可を設定 SSm にシリアル通信によるクロック出力許可を設定 ・送信完了後、ハードウェアマニュアル記載のマスタ送受信の中断手順にしたがって、以下を実行します。 <ul style="list-style-type: none"> STm にシリアル通信によるクロック出力停止を設定 SOEm にシリアル通信動作によるデータ出力停止を設定 SCRmn に TEXmn=0b, REXmn=0b を設定し、通信を禁止 ・継続使用しない場合、シリアル I/O 禁止設定処理を実行することを推奨します。

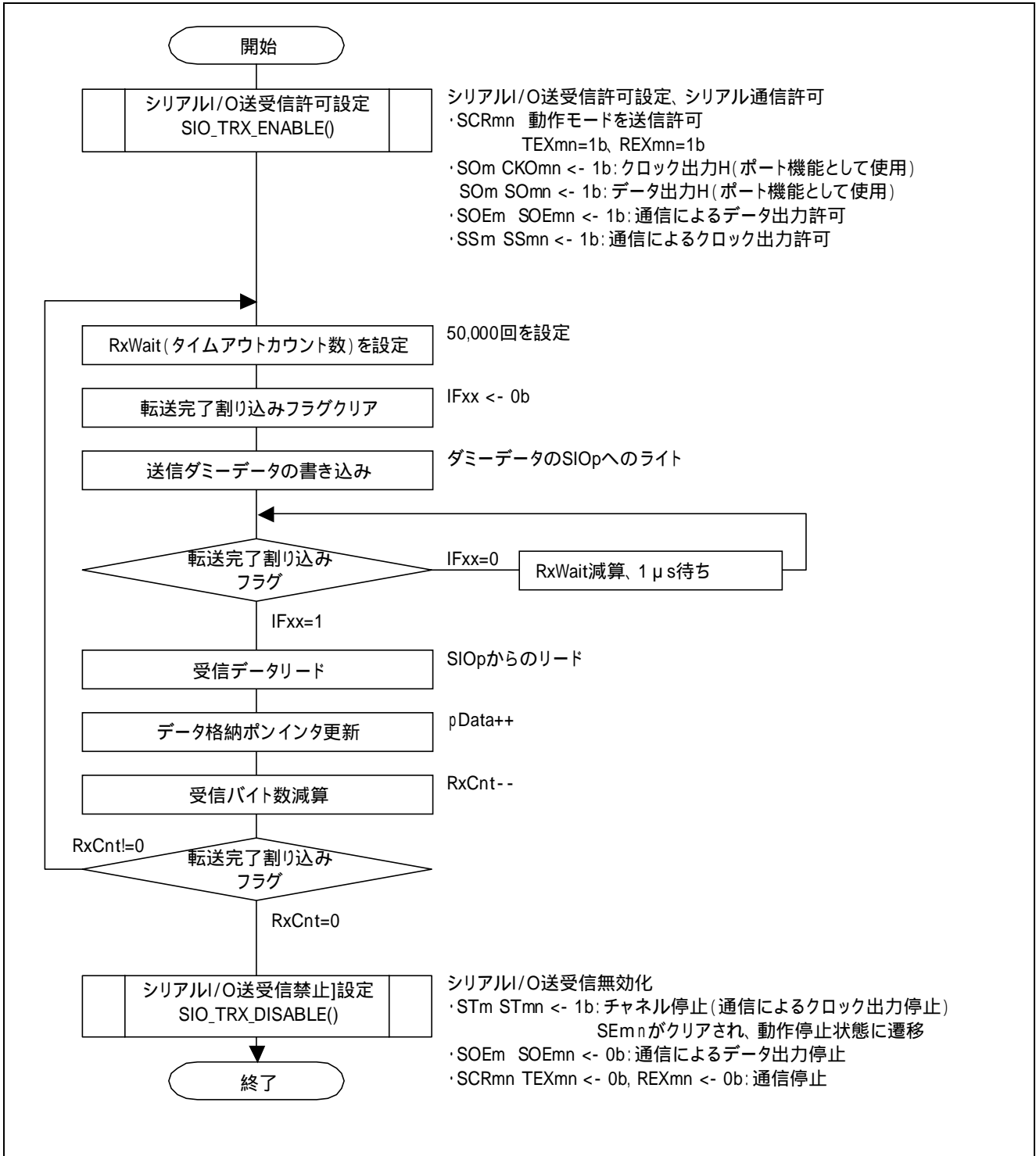


図 5-9 シリアル I/O データ受信処理概要

5.9 マクロ関数仕様

以下に、本サンプルコードで使用するマクロ関数を示します。

5.9.1 マクロ関数 SIO_IO_INIT()

(1) 目的

入力端子をポート入力状態、出力端子をポート出力状態にします。

(2) 機能

DataIn 端子をポート入力状態、DataOut 端子と CLK 端子をポート出力状態にします。

以下の処理を実現します。必要に応じて、処理を見直してください。

DataIn 端子をポート入力に設定する。

DataOut 端子をポート”H”出力に設定する。

CLK 端子をポート”H”出力に設定する。

(3) 備考

本関数実行前に、端子をポート機能使用可能状態にしてください。

シリアル通信出力停止状態の出力端子は、シリアル出力レジスタ(SOm)とポート・レジスタ(Pxx)で設定した出力ラッチの論理積(AND)によって決まります。本関数を実行することで、ポート・レジスタ(Pxx)により H 出力に設定するため、出力端子は、シリアル出力レジスタ(SOm)の該当する CKOmn ビット、SOmn ビットに依存します。SIO_DISABLE()を実行し、シリアル出力レジスタ(SOm)の該当する CKOmn ビットと SOmn ビットを”1”に設定し、ポート機能を有効した後に、本関数を実行してください。

シリアル・アレイ・ユニットのレジスタ操作のため、事前に、PERn (n は、レジスタ番号) の SAUmEN 制御によるクロック供給を許可してください。

5.9.2 マクロ関数 SIO_IO_OPEN()

(1) 目的

入力端子と出力端子をポート入力状態もしくは出力バッファオフ状態にします。

(2) 機能

DataIn 端子と DataOut 端子と CLK 端子入力端子をポート入力状態にします。

以下の処理を実現します。必要に応じて、処理を見直してください。

DataIn 端子をポート入力に設定する。

DataOut 端子を入力モード (出力バッファオフ) に設定する。

CLK 端子をポート入力に設定する。

(3) 備考

リムーバブルメディアの挿入前および抜去前での、全端子の Hi-z 化をするために使用してください。

SIO_IO_INIT()を実行後に、本関数を実行してください。

シリアル・アレイ・ユニットのレジスタ操作のため、事前に、PERn (n は、レジスタ番号) の SAUmEN 制御によるクロック供給を許可してください。

5.9.3 マクロ関数 SIO_DATAI_INIT()

(1) 目的

DataIn 端子をポート入力状態にします。

(2) 機能

以下の処理を実現します。必要に応じて、処理を見直してください。

CSI モードのため、DataIn 端子をノイズ・フィルタ OFF に設定する。

ポート入力モード・レジスタ(PIM_{xx})を使って、DataIn 端子の入力バッファを通常入力バッファに設定する。

ポート・モード・レジスタ(PM_{xx})を使って、DataIn 端子をポート入力に設定する。

(3) 備考

接続するデバイスによって、ポート入力モード・レジスタ(PIM_{xx})の値を見直してください。

シリアル・アレイ・ユニットのレジスタ操作のため、事前に、PER_n (n は、レジスタ番号) の SAUmEN 制御によるクロック供給を許可してください。

5.9.4 マクロ関数 SIO_DATAO_INIT()

(1) 目的

DataOut 端子をポート”H”出力にします。

(2) 機能

以下の処理を実現します。必要に応じて、処理を見直してください。

ポート出力モード・レジスタ(POM_{xx})を使って、DataOut 端子の出力モードを通常出力モードに設定する。

ポート・モード・レジスタ(PM_{xx})とポート・レジスタ(P_{xx})を使って、DataOut 端子をポート”H”出力に設定する。

(3) 備考

シリアル通信出力停止状態の出力端子は、シリアル出力レジスタ(SO_m)とポート・レジスタ(P_{xx})で設定した出力ラッチの論理積(AND)によって決まります。本関数を実行することで、ポート・レジスタ(P_{xx})により H 出力に設定するため、出力端子は、シリアル出力レジスタ(SO_m)の該当する SO_{mn} ビットに依存します。SIO_DISABLE()を実行し、シリアル出力レジスタ(SO_m)の該当する SO_{mn} ビットを”1”に設定し、ポート機能を有効した後に、本関数を実行してください。

5.9.5 マクロ関数 SIO_DATAO_OPEN()

(1) 目的

DataOut 端子をポート入力状態にします。

(2) 機能

以下の処理を実現します。必要に応じて、処理を見直してください。

ポート・モード・レジスタ(PM_{xx})を使って、DataOut 端子をポート入力状態もしくは出力バッファオフ状態に設定する。

(3) 備考

なし

5.9.6 マクロ関数 SIO_CLK_INIT()

(1) 目的

CLK 端子をポート”H”出力にします。

(2) 機能

以下の処理を実現します。必要に応じて、処理を見直してください。

ポート出力モード・レジスタ(POM_{xx})を使って、DataOut 端子の出力モードを通常出力モードに設定する。

ポート・モード・レジスタ(PM_{xx})とポート・レジスタ(P_{xx})を使って、CLK 端子をポート”H”出力に設定する。

(3) 備考

シリアル通信出力停止状態の出力端子は、シリアル出力レジスタ(SO_m)とポート・レジスタ(P_{xx})で設定した出力ラッチの論理積(AND)によって決まります。本関数を実行することで、ポート・レジスタ(P_{xx})により H 出力に設定するため、出力端子は、シリアル出力レジスタ(SO_m)の該当する CKO_{mn} ビットに依存します。SIO_DISABLE()を実行し、シリアル出力レジスタ(SO_m)の該当する CKO_{mn} ビットを”1”に設定し、ポート機能を有効した後に、本関数を実行してください。

5.9.7 マクロ関数 SIO_CLK_OPEN()

(1) 目的

CLK 端子をポート入力状態にします。

(2) 機能

以下の処理を実現します。必要に応じて、処理を見直してください。

ポート入力モード・レジスタ(PIM_{xx})を使って、CLK 端子の入力バッファを通常入力バッファに設定する。

ポート・モード・レジスタ(PM_{xx})を使って、CLK 端子をポート入力に設定する。

(3) 備考

接続するデバイスによって、ポート入力モード・レジスタ(PIM_{xx})の値を見直してください。

5.9.8 マクロ関数 SIO_ENABLE()

(1) 目的

シリアル I/O を初期化し、機能を有効化します。ただし、送信許可 / 受信許可 / 送受信許可にするまでの共通処理を実行します。また、ボー・レートを設定します。

(2) 機能

ハードウェアマニュアルにしたがって、シリアル I/O を初期化します。必要に応じて、処理を見直してください。

78K0R/KE3-L の場合、以下の処理を行います。

送信設定と送受信設定の有効化手順において、共通の処理を行う。

- ・ SPSm に動作クロックを設定する。

CKm0 を設定する。本レジスタは 2 種類の動作クロック(CKm0,CKm1)の設定が可能であるため、論理和を取って設定する。

- ・ SMRmn に動作モードを設定する。

CKSmn に、SPSm で設定したプリスケラ出力クロック"CKm0"を設定する。

MDmn2-1 に、CSI モードを設定する。

MDmn0 に、割り込み要因として転送完了割り込みを設定する。

- ・ SCRmn に通信フォーマットを設定する。

DAPmn,CKPmn に、データとクロックの位相 (DAPmn=0, CKPmn=0 : SPI モード 3 互換) を設定する。

DIRmn に、データ転送手順 (MSB ファースト) を設定する。

DLSmn2-DLSmn0 に、データ長 (8 ビット・データ長) を設定する。

- ・ SDRmn の動作クロック(fMCK)の分周設定部 (SDRmn のビット 15-9) を書き込み、ボー・レートを設定する。

- ・ SIRmn の FECTmn、PECTmn、OVCTmn の各フラグに、"1"を書き込んで各フラグのクリアを行う。

- ・ SOLm の SOLmn=0b を設定する。【チャンネル依存】

(3) 備考

SIO_DISABLE()と対となるものです。本関数を実行した場合、SIO_DISABLE()を実行して、処理を終了してください。

SPSm、SMRm、SOLm を設定するため、SEmn=0 に設定する必要があります。本関数の実行前に、SIO_DISABLE()を実行してください。

動作クロックとして、CKm0 を使用します。

5.9.9 マクロ関数 SIO_DISABLE()

(1) 目的

シリアル I/O 機能を無効化します。

(2) 機能

シリアル I/O を無効化します。送信設定 / 送受信設定の無効化手順において、共通の処理を行います。必要に応じて、処理を見直してください。

78K0R/KE3-L の場合、以下の処理を行います。

チャンネルの動作停止モードに設定し、端子をポート機能に切り替える。

- ・ SOm の CKOmn=1b, SOmn=1b を設定し、ポート機能として使用する。 (1)
- ・ STm の STmn=1b を設定する。

SEmn ビットが"0"にクリアされ、シリアル通信動作によるクロック出力を停止する。

チャンネルが動作停止状態になる。

SOm の CKOmn ビットに設定された値が、シリアルクロック出力端子から出力される

- ・ SOEm の SOEmn=0b を設定し、シリアル通信動作によるデータ出力を停止する。
- ・ SOm の CKOmn=1b, SOmn=1b を設定し、ポート機能として使用する。 (2)
- ・ SOLm の SOLmn=0b を設定する。【チャンネル依存】

SCRmn に TEXmn=0b, REXmn=0b を設定し、動作モードを通信禁止にする。

SMRmn に 0020h (リセット時の値) を設定する。

(3) 備考

SIO_ENABLE()と対となるものです。SIO_ENABLE()を実行した場合、本関数を実行して、処理を終了してください。

SIO_TX_DISABLE()/SIO_TRX_DISABLE()にて、STm 制御による通信動作停止を行いますが、本関数においても STm 制御による通信動作停止を行います。

シリアル通信出力停止状態の出力端子は、シリアル出力レジスタ(SOm)とポート・レジスタ(Pxx)で設定した出力ラッチの論理積(AND)によって決まります。本関数を実行することで、ポート・レジスタ(Pxx)により H 出力に設定するため、出力端子は、シリアル出力レジスタ(SOm)の該当する CKOmn ビット、SOmn ビットに依存します。

シリアル・アレイ・ユニットのレジスタ操作のため、事前に、PERn (n は、レジスタ番号)の SAUmEN 制御によるクロック供給を許可してください。

初期に、SEmn=0 に設定することにより、SPSm、SMRm、SDRm 等のレジスタへの書き込みを許可にします。

本関数がコールされるタイミングは、初期化処理時と、送信 / 受信の完了後を想定しています。

- 1 : STm 制御によるクロック出力停止と SOEm 制御によるデータ出力停止の前に、SOm を設定する目的で、実行します。ただし、SEmn と SOEmn が 1 の場合、SOm への書き込みが無視されるため、直前までに設定された SEmn と SOEmn の状態に依存します。

初期化時には、前の状態に依存するため、STm 制御によるクロック出力停止と SOEm 制御によるデータ出力停止の後 (2) に、再度 SOm を設定します。

送信 / 受信の完了時には、SIO_TX_DISABLE()/SIO_TRX_DISABLE()により、STm 制御によるクロック出力停止と SOEm 制御によるデータ出力停止状態になるため、SOm が設定されます。

- 2 : STm 制御によるクロック出力停止、SOEm 制御によるデータ出力停止後に、SOm を設定します。

このため、確実に SOm が設定されます。

5.9.10 マクロ関数 SIO_TX_ENABLE()

(1) 目的

シリアル I/O を送信許可にします。

(2) 機能

ハードウェアマニュアルにしたがって、シリアル I/O を送信許可設定します。端子をポート機能からシリアル I/O 機能への切り替え後、送信許可設定します。必要に応じて、処理を見直してください。

本処理では、SIO_ENABLE()の後の初期化手順から、送信設定専用の初期化処理を行います。

78K0R/KE3-L の場合、以下の処理を行います。

動作モードを送信に設定する。

SCRmn の TEXmn=1b, REXmn=0b を設定し、送信を許可する。

端子をシリアル I/O 機能に切り替える。

・ SOm をデータ出力 : H、クロック出力 : H に設定し、端子から出力する。

・ SOEm の SOEmn=1b を設定し、シリアル通信動作によるデータ出力を許可する。

通信動作によって反映された値が、シリアルデータ出力端子から出力される。

シリアル通信動作許可状態に設定する。

SSm の SSmn=1b を設定する。

SEmn ビットが”1”にセットされ、シリアル通信によるクロック出力が許可になる。

通信動作によって反映された値が、シリアルクロック出力端子から出力される。

(3) 備考

SIO_TX_DISABLE()と対となるものです。本関数を実行した後は、SIO_TX_DISABLE()を実行して、処理を終了してください。

本関数実行前には、SIO_DISABLE()/SIO_TX_DISABLE()/SIO_TRX_DISABLE() (STm 制御による通信動作停止) のいずれかを実行し、通信動作を停止させてください。

シリアル通信出力停止状態の出力端子は、シリアル出力レジスタ(SOm)とポート・レジスタ(Pxx)で設定した出力ラッチの論理積(AND)によって決まります。本関数実行前に、一度、SIO_DISABLE()と SIO_IO_INIT()を実行し、シリアル出力レジスタ(SOm)の該当する CKOmn ビット、SOmn ビットとポート・レジスタ(Pxx)を”1”に設定してください。

シリアル・アレイ・ユニットのレジスタ操作のため、事前に、PERn (n は、レジスタ番号)の SAUmEN 制御によるクロック供給を許可してください。

5.9.11 マクロ関数 SIO_TX_DISABLE()

(1) 目的

シリアル I/O の送信機能を停止します。

(2) 機能

SIO_TX_ENABLE()の処理の逆手順により、送信機能を停止します。送信停止設定処理後、端子をシリアル I/O 機能からポート機能へ切り替えます。必要に応じて、処理を見直してください。

78K0R/KE3-L の場合、以下の処理を行います。

シリアル通信動作停止状態に設定する。

STm の STmn=1b を設定する。

SEmn ビットが”0”にクリアされ、シリアル通信動作によるクロック出力を停止する。

チャンネルが動作停止状態になる。

SOm の CKOmn ビットに設定された値が、シリアルクロック出力端子から出力される。

シリアル通信動作による出力を停止する。

SOEm の SOEmn=0b を設定し、シリアル通信動作によるデータ出力を停止する。

SOm の SOmn ビットに設定された値が、シリアルデータ出力端子から出力される。

動作モードを通信禁止に設定する。

SCRmn の TEXmn=0b, REXmn=0b を設定し、通信を禁止する。

(3) 備考

SIO_TX_ENABLE()と対となるものです。SIO_TX_ENABLE()を実行した後は、本関数を実行して、処理を終了してください。

シリアル通信出力停止状態の出力端子は、シリアル出力レジスタ(SOm)とポート・レジスタ(Pxx)で設定した出力ラッチの論理積(AND)によって決まります。本関数実行前に、一度、SIO_DISABLE()と SIO_IO_INIT()を実行し、シリアル出力レジスタ(SOm)の該当する CKOmn ビット、SOmn ビットとポート・レジスタ(Pxx)を”1”に設定してください。

シリアル・アレイ・ユニットのレジスタ操作のため、事前に、PERn (n は、レジスタ番号)の SAUmEN 制御によるクロック供給を許可してください。

5.9.12 マクロ関数 SIO_TRX_ENABLE()

(1) 目的

シリアル I/O を送受信許可にします。

(2) 機能

ハードウェアマニュアルにしたがって、シリアル I/O を送受信許可設定します。端子をポート機能からシリアル I/O 機能への切り替え後、送受信許可設定します。必要に応じて、処理を見直してください。

本処理では、SIO_ENABLE()の後の初期化手順から、送受信設定専用の初期化処理を設定します。

78K0R/KE3-L の場合、以下の処理を行います。

動作モードを送受信に設定する。

SCRmn の TEXmn=1b, REXmn=1b を設定し、送受信を許可する。

端子をシリアル I/O 機能に切り替える。

- ・ SOm をデータ出力 : H、クロック出力 : H に設定し、端子から出力する。
- ・ SOEm の SOEmn=1b を設定し、シリアル通信動作によるデータ出力を許可する。

通信動作によって反映された値が、シリアルデータ出力端子から出力される。

シリアル通信動作許可状態に設定する。

SSm の SSmn=1b を設定する。

SEmn ビットが"1"にセットされ、シリアル通信によるクロック出力が許可になる。

通信動作によって反映された値が、シリアルクロック出力端子から出力される。

(3) 備考

SIO_TRX_DISABLE()と対となるものです。本関数を実行した後は、SIO_TRX_DISABLE()を実行して、処理を終了してください。

本関数実行前には、SIO_DISABLE()/SIO_TX_DISABLE()/SIO_TRX_DISABLE() (STm 制御による通信動作停止) のいずれかを実行し、通信動作を停止させてください。

シリアル通信出力停止状態の出力端子は、シリアル出力レジスタ(SOm)とポート・レジスタ(Pxx)で設定した出力ラッチの論理積(AND)によって決まります。本関数実行前に、一度、SIO_DISABLE()と SIO_IO_INIT()を実行し、シリアル出力レジスタ(SOm)の該当する CKOmn ビット、SOmn ビットとポート・レジスタ(Pxx)を"1"に設定してください。

シリアル・アレイ・ユニットのレジスタ操作のため、事前に、PERn (n は、レジスタ番号)の SAUmEN 制御によるクロック供給を許可してください。

5.9.13 マクロ関数 SIO_TRX_DISABLE()

(1) 目的

シリアル I/O の送受信機能を停止します。

(2) 機能

SIO_TRX_ENABLE()の処理の逆手順により、送受信機能を停止します。送受信停止設定処理後、端子をシリアル I/O 機能からポート機能への切り替えます。必要に応じて、処理を見直してください。

78K0R/KE3-L の場合、以下の処理を行います。

シリアル通信動作停止状態に設定する。

STm の STmn=1b を設定する。

SEmn ビットが”0”にクリアされ、シリアル通信動作によるクロック出力を停止する。

チャンネルが動作停止状態になる。

SOm の CKOmn ビットに設定された値が、シリアルクロック出力端子から出力される。

シリアル通信動作による出力を停止する。

SOEm の SOEmn=0b を設定し、シリアル通信動作によるデータ出力を停止する。

SOm の SOmn ビットに設定された値が、シリアルデータ出力端子から出力される。

動作モードを通信禁止に設定する。

SCRmn の TEXmn=0b, REXmn=0b を設定し、通信を禁止する。

(3) 備考

SIO_TRX_ENABLE()と対となるものです。SIO_TRX_ENABLE()を実行した後は、本関数を実行して、処理を終了してください。

シリアル通信出力停止状態の出力端子は、シリアル出力レジスタ(SOm)とポート・レジスタ(Pxx)で設定した出力ラッチの論理積(AND)によって決まります。本関数実行前に、一度、SIO_DISABLE()と SIO_IO_INIT()を実行し、シリアル出力レジスタ(SOm)の該当する CKOmn ビット、SOmn ビットとポート・レジスタ(Pxx)を”1”に設定してください。

シリアル・アレイ・ユニットのレジスタ操作のため、事前に、PERn (n は、レジスタ番号)の SAUmEN 制御によるクロック供給を許可してください。

5.10 状態遷移図

図 5-10に、状態遷移図を示します。

シリアル I/O 機能を有効化していない状態でのシリアル送受信は行わないでください。詳しくは 7.7 送受信時の禁止事項を参照ください。

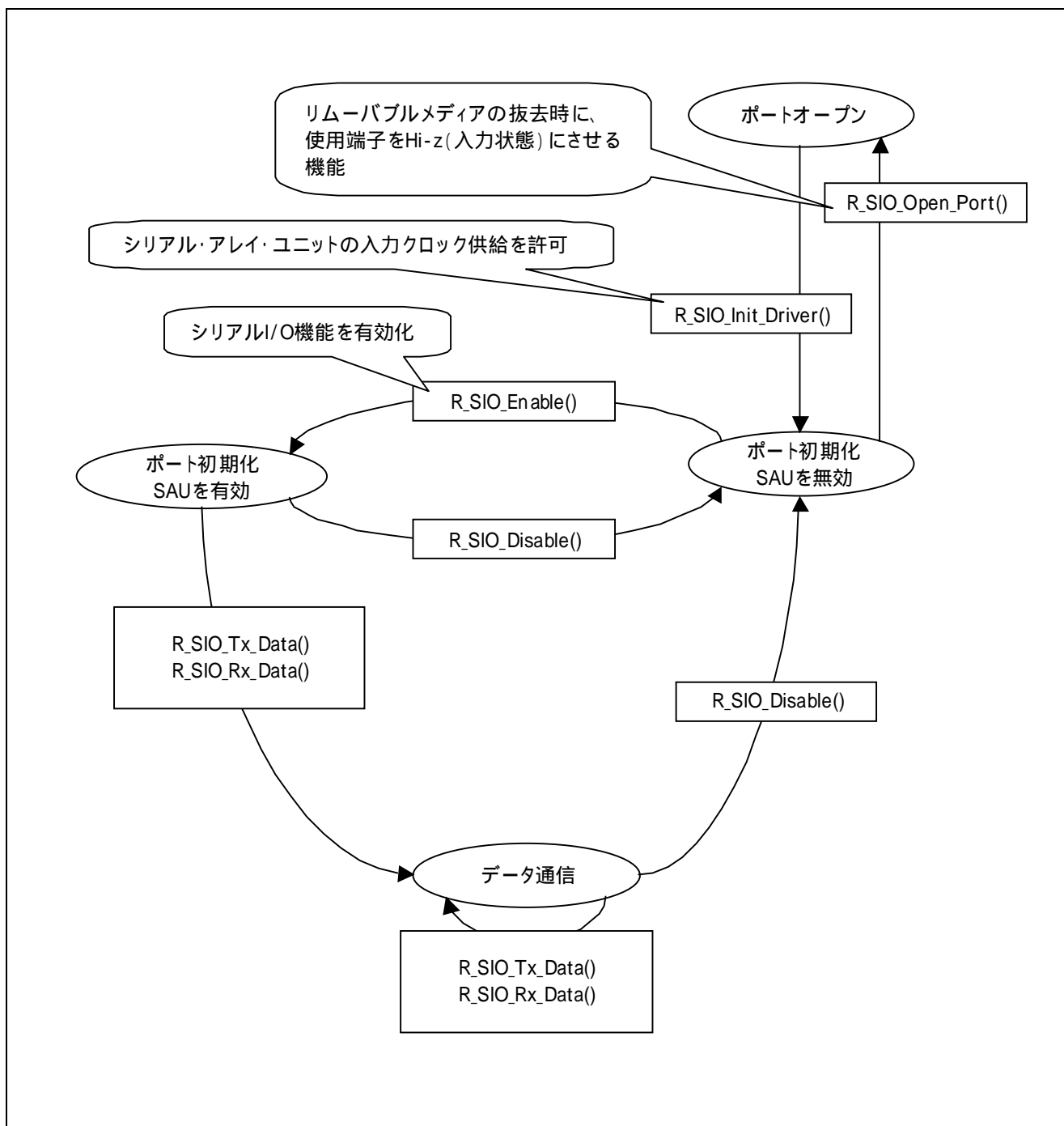


図 5-10 状態遷移図

6. 応用例

シリアル I/O 制御部分の設定例を示します。

使用する上での設定例を以下に示します。

設定箇所は、各ファイル中の「`/** SET **/`」というコメントの部分です。

6.1 mtl_com.h (共通ヘッダファイル)

共通で使用される共通関数のヘッダです。

mtl_com.h.XXX (mtl_com.h.common を除く) は、MCU 毎に評価目的で作成したものです。どれか一つを mtl_com.h にリネームして使用してください。対象 MCU のものが無い場合には、参照して、mtl_com.h を作成してください。

(1) OSのヘッダファイル定義

本サンプルコードは、OS 非依存です。

下記の例は、OS を使用しない場合の例です。

本サンプルコードは、OS 非依存のため、使用しない設定にしてください。他のソフトウェアに依存します。

```
/* システムコールを使用するため、 */
/* プロトタイプ宣言のある OS のヘッダファイルをインクルードしてください。 */
/* OS を使用しない場合は、下記デファインとインクルードをコメントにしてください。 */
#define MTL_OS_USE /* Use OS */
#include <RTOS.h> /* OS header file */
#include "mtl_os.h"
```

(2) 共通アクセス領域を定義したヘッダファイル定義

MCU の機能レジスタの定義がされているヘッダファイルをインクルードできます。

主にデバイスドライバがポート制御等に使用するため、インクルードする必要があります。

78K0R では別の方法でインクルード行うため、本ヘッダファイルではコメントアウトにしてください。

設定方法に関しては、7.4 SFR 領域操作方法を参照してください。

下記の例は、ヘッダファイルをインクルードしない場合の例です。

```
/* MCU の SFR 領域のデファイン値を使用しているため、 */
/* I/O 周りのデファイン定義のあるヘッダファイルをインクルードしてください。 */
#include "iodefine.h" /* definition of MCU SFR */
```

(3) ループタイマの定義

ソフトウェア・ループタイマを使用する場合、以下のヘッダをインクルードします。

主にデバイスドライバが待ち時間を確保するために、使用します。

ソフトウェア・ループタイマを使用しない場合は、下記インクルードをコメントにしてください

下記の例は、ソフトウェア・ループタイマを使用する場合の例です。

本サンプルコード使用時は、インクルードしてください。

```
/* ループタイマを使用しない場合は、下記インクルードをコメントにしてください。 */
#include "mtl_tim.h"
```

(4) エンディアンタイプ定義

リトルエンディアン / ビッグエンディアンのどちらかの指定が可能です。

78K0R/Kx3-L の場合は、リトルエンディアンを定義してください。

```
/* MCU が、(1)SuperH でリトルエンディアン設定、(2)M16C の場合、定義を有効にしてください。*/
/* その他の MCU を指定する時はリトルエンディアンの定義をコメントにしてください。*/
#define MTL_MCU_LITTLE /* Little Endian */
```

(5) エンディアン処理の高速化の定義

mtl_end.c の処理の高速化指定が可能です。M16C を使用する場合、高速になります。

78K0R/Kx3-L の場合は、コメントアウトし、定義しないでください。

```
/* M16C を使用する場合、定義を有効にしてください。*/
/* mtl_endi.c の処理の高速化が可能です。*/
// #define MTL_ENDI_HISPEED /* Uses the high-speed function.*/
```

(6) 使用する標準ライブラリのタイプの定義

使用する標準ライブラリのタイプを定義してください。

下記に示す処理をコンパイラ添付のライブラリで使用する場合は、下記デファイン定義をコメントにしてください。

下記の例は、コンパイラ添付のライブラリを使用する場合例です。

```
/* 使用する標準ライブラリのタイプを指定してください。*/
/* 下記に示す処理をコンパイラ添付のライブラリで使用する場合は、*/
/* 下記デファイン定義をコメントにしてください。*/
/* memcmp() / memmove() / memcpy() / memset() / strcat() / strcmp() / strcpy() /
strlen() */
// #define MTL_USER_LIB /* use optimized library */
```

(7) アクセスするRAM領域の定義

使用する RAM 領域を定義してください。

標準関数や一部の処理に効率の良い処理を適用します。

78K0R/Kx3-L の場合は、MTL_MEM_NEAR を定義してください。

```
/* 使用する処理群がアクセスする RAM 領域を定義してください。*/
/* 標準関数や一部の処理に効率の良い処理を適用します。*/
// #define MTL_MEM_FAR /* Defines 'FAR' as 'far' attribute for RAM area.(For M16C Family)*/
#define MTL_MEM_NEAR /* No far/near attribute for RAM area.*/
```

6.1.2 mtl_tim.h

mtl_com.h にて、ループタイマを定義した場合に、インクルードされます。

使用する MCU、クロック、コンパイルオプション等に依存します。

また、命令キャッシュを有効にしているシステムでは、キャッシュ内に、ループタイマ処理が格納されている場合を想定して、設定してください。

使用環境に応じて、測定し直してください。

```

/* タイマのカウンタ値を定義してください。 */
/* MCU 及びクロック、ウエイトに応じて設定してください。 */
/* Define the counter value for the timer. */
/* Specify according to the user MCU, clock and wait requirements. */
#if 1
/* Setting for 20MHz no wait (Compile Option : "-a. -zp" at PM+ Ver.6.31, CC78K0R
Ver.2.13, RA78K0R Ver.1.33) */
#define MTL_T_1US 3 /* loop Number of 1us */
#define MTL_T_2US 6 /* loop Number of 2us */
#define MTL_T_4US 12 /* loop Number of 4us */
#define MTL_T_5US 15 /* loop Number of 5us */
#define MTL_T_10US 30 /* loop Number of 10us */
#define MTL_T_20US 60 /* loop Number of 20us */
#define MTL_T_30US 90 /* loop Number of 30us */
#define MTL_T_50US 150 /* loop Number of 50us */
#define MTL_T_100US 300 /* loop Number of 100us */
#define MTL_T_200US 600 /* loop Number of 200us */
#define MTL_T_300US 900 /* loop Number of 300us */
#define MTL_T_400US ( MTL_T_200US * 2 ) /* loop Number of 400us */
#define MTL_T_1MS 3000 /* loop Number of 1ms */
#endif

```

上記は、未測定のため、妥当な値が設定されていないので、評価してください。

6.2 クロック同期式シングルマスタ制御ソフトウェアの設定

設定箇所は、各ファイル中の「/** SET **/」というコメントの部分です。

6.2.1 R_SIO.h

(1) BRR設定後のウェイトの定義

SAU の BRR 設定後、転送 1bit 期間をソフトウェア・ウェイトにより待ちます。ウェイト時間を設定してください。

初期値として、10 μ s を設定しています。

マルチメモリカードを使用する場合、100kHz 通信を想定し、10 μ s を設定してください。

```
#define SIO_T_BRR_WAIT          (uint16_t)MTL_T_10US /* BRR setting wait time */
```

78K0RKE3-L の場合、BRR 設定後のウェイトは不要です。サンプルコード上、ウェイト処理を設定していないため、無視されます。

6.2.2 R_SIO_csi.h

SAU 用の定義ファイルです。

R_SIO_csi.h.XXX は、各 MCU に評価目的で作成したものです。どれか一つを R_SIO_csi.h にリネームして使用してください。対象 MCU のものが無い場合には、参照して、R_SIO_csi.h を作成してください。

(1) 使用する動作モードの定義

使用する MCU のリソースの設定が可能です。

下記は、MSB ファーストでの CRC-CCITT 演算処理を行う場合に、SIO_OPTION_2 を指定してください。

シリアル EEPROM、シリアルフラッシュメモリを制御する場合は、CRC-CCITT 演算処理は不要です。コメントアウトしてください。

また、マルチメディアカード制御にて CRC-CCITT 演算処理を行う場合、別途 R_SIO_csi_rx_mmc.c が必要です。

```
/*-----*/
/* Define the combination of the MCU's resources. */
/*-----*/
#define SIO_OPTION_1          /* Low speed*/ /* SI/O */
//#define SIO_OPTION_2      /*          */ /* SI/O + CRC calculation (S/W)*/
```

(2) 使用するCRC演算処理の定義

使用する CRC 演算処理を定義してください。

シリアル EEPROM、シリアルフラッシュメモリを制御する場合は、CRC-CCITT 演算処理を使用しません。コメントアウトしてください。

マルチメディアカードを制御する場合、同時に両方を定義してください。

```
/*-----*/
/* Define the CRC calculation. */
/*-----*/
#define SIO_CRCCITT_USED     /* CRC-CCITT used */
#define SIO_CRC7_USED       /* CRC7 used */
```

(3) 使用する端子の定義

使用する端子を指定してください。

```

/*-----*/
/* Define the control port. */
/* Delete comment of a related macrodefinition, and please validate setting.*/
/*-----*/

#define SIO_PM_DATAO    PM7.0      /* SIO DataOut */
#define SIO_PM_DATAI    PM7.1      /* SIO DataIn */
#define SIO_PM_CLK      PM7.2      /* SIO CLK */
#define SIO_P_DATAO     P7.0       /* SIO DataOut */
#define SIO_P_DATAI     P7.1       /* SIO DataIn */
#define SIO_P_CLK       P7.2       /* SIO CLK */
#define SIO_PIM_DATAI   PIM7.1     /* SIO DataIn */
#define SIO_PIM_CLK     PIM7.2     /* SIO CLK */
#define SIO_POM_DATAO   POM7.0     /* SIO DataOut */
#define SIO_POM_CLK     POM7.2     /* SIO CLK */

```

(4) 周辺イネーブル・レジスタの定義

使用する SAU に関する周辺イネーブル・レジスタを指定してください。

```

#define SIO_SAUEN        SAU0EN     /* Control of CSI0 input clock supply */

```

(5) 使用する CSI チャンネルの定義

使用する CSI チャンネルを指定してください。以下は、CSI01 を使用する場合の例です。

```

/*----- SIO definitions -----*/

/* CSI01 setting example - Set the following for the system. */
#define SIO_SPS          SPS0       /* Serial clock select register */
#define SIO_SMR          SMR01      /* Serial mode register */
#define SIO_SCR          SCR01 /* Serial communication operation setting register*/
#define SIO_SDR          SDR01      /* Serial data register */
#define SIO_TXBUF        SIO01      /* SIOp data register */
#define SIO_RXBUF        SIO01      /* SIOp data register */
#define SIO_SIR          SIR01      /* Serial flag clear trigger register */
#define SIO_SSR          SSR01      /* Serial status register */
#define SIO_SS           SS0L.1     /* Serial channel start register SSmn */
#define SIO_ST           ST0L.1     /* Serial channel stop register STmn */
#define SIO_SE           SE0L.1     /* Serial channel enable status register SEmn */
#define SIO_SOE          SOE0L.1    /* Serial output enable register SOEmn */
#define SIO_SO           SO0        /* Serial output register SOMn */
#define SIO_SOL          SOL0       /* Serial output level register */
#define SIO_SNFEN        NFEN0.0    /* Use of noise filter of RXD pin SNFEN */

#define SIO_TXNEXT       (SSR01L & 0x20) /* CSI Transmit data empty */
#define SIO_RXNEXT       IF0H.6     /* CSI Receive completion */
#define SIO_TXEND        IF0H.6     /* CSI Transmit completion */

```


(6) シリアル・クロック選択レジスタ(SPSm)による使用する動作クロック選択の定義

シリアル・クロック選択レジスタ(SPSm)の動作クロック選択を指定してください。以下は、CKm0 を使用する場合の例です。

```
#define SIO_USPS_INIT      (uint16_t)0x0000
/* 00000000000000000000B */ /* SPS CSI initial setting          */
/* |||||++++-- CKm0:No division of fclk                        */
/* |||||++++----- CKm1:No division of fclk                  */
/* ++++++----- Reserved                                     */
```

(7) 使用するチャンネルの動作クロック(fMCK)選択の定義

シリアル・モード・レジスタ(SMRmn)の CKSmn ビットに使用するチャンネルの動作クロック(fMCK)選択を指定してください。以下は、CKm0 を使用する場合の例です。

```
#define SIO_USMR_INIT      (uint16_t)0x0020
/* 00000000001000000B */ /* SMR CSI initial setting          */
/* |||||+-- Interrupt source : Transfer end interrupt */
/* |||||++--- Operation mode : CSI mode              */
/* |||||+++----- Reserved                          */
/* |||||+----- Reserved (Controls in UART mode)    */
/* |||||+----- Reserved                            */
/* |||||+----- Start trigger source : Software trigger */
/* ||++++----- Reserved                            */
/* |+----- ftclk clock channel setting : Divided fmck*/
/* +----- fMCK clock channel setting: CKm0 set      */
```

(8) 使用するシリアル出力の出力値の定義

使用するチャンネルのシリアル出力レジスタを 1 に設定してください。

そのため、使用するチャンネルのシリアル出力レジスタ(SOm)の SOmn ビットを 1 に設定してください。1 に設定された箇所の SOmn ビットを 1 に設定します。以下は、CSI01 のデータ出力端子、クロック出力端子を使用する場合の例です。

```
#define SIO_USO_INIT      (uint16_t)0x0A0A
/* 0000101000001010B */ /* SO0 initial setting          */
/* |||||+-- SO00 output : 0 */
/* |||||+--- SO01 output : 1 CSI01 */
/* |||||+--- SO02 output : 0 */
/* |||||+--- Reserved : 1 Fixed */
/* |||||++++----- Reserved : 0 */
/* |||||+----- CKO00 output : 0 */
/* |||||+----- CKO01 output : 1 CSI01 */
/* |||||+----- CKO02 output : 0 */
/* |||||+----- Reserved : 1 Fixed */
/* ++++----- Reserved : 0 */
```

(9) シリアル出力レベル・レジスタ(SOLm)の定義

CSI モードで使用する場合は、反転設定は禁止されています。対象の SOLmn ビットと予約ビットに 0 を書き込むために、1 を設定してください。

1 を設定する理由は、サンプルコードに、設定値を反転させ、1 に設定された箇所に 0 を書き込む処理が含まれているためです。

以下の例は、CSI01 を使用する場合の例です。

```
#define SIO_USOL_INIT      (unit16_t)0xFFFA
/* 1111111111111111010B */ /* SOLm initial setting(CSI mode setting)*/
/* |||||+--- SOLm0 Communication data is output : */
/* |||||+--- Reserved : 1 Fixed */
/* |||||+---- SOLm2 Communication data is output : */
/* ++++++----- Reserved : 1 Fixed */

/* Caution: Refer to the application note for Setting method. */
/*          Set Unit/Channel No. and reserved bit to use to 1. */
/*          Because 0 is written to a register by setting 1. */
```

(10) ポート入力モード・レジスタ(PIM)の定義

使用する端子にしたがって、PIM 設定を定義してください。

```
/*----- DataIn control -----*/
#define SIO_DATAI_INIT() do { /* DataIn initial setting */ ¥
    SIO_SNFEN = 0; /* Noise filter OFF */ ¥
    SIO_PIM_DATAI = 0; /** SET **/ /* Normal input buffer */ ¥
    SIO_PM_DATAI = 1; /* DataIn Input */ ¥
} while (0)
```

7. 使用上の注意事項

7.1 組み込み時の注意事項

本サンプルコードを組み込む場合は、R_SIO.h、R_SIO_csi.h (R_SIO_csi.h.XXX をリネーム) をインクルードしてください。

7.2 不必要な関数について

使用されない関数は、ROM を不必要に消費しますので、コメントアウト等の処理にて、組み込まれないことを推奨します。

7.3 他MCUを使用する場合

他 MCU を使用する場合、容易に対応が可能です。

準備するファイルは、

- R_SIO_csi.h.XXX に相当する I/O モジュール共通定義
- mtl_com.h.XXX に相当するヘッダ定義

です。添付のものを参考に、作成してください。

7.4 SFR領域操作方法

SFR 領域は、78K0R の各種周辺ハードウェアに対するモード・レジスタや制御レジスタなどの特別な機能が割り付けられたレジスタ群の領域です。

SFR 名の使用を宣言することにより、レジスタ領域に関する操作が C ソース・レベルで記述することができます。

#pragma 命令により、C ソース中に SFR 名を使用することを宣言します。(キーワードの SFR は、大文字でも小文字でも記述可能です。)

```
#pragma SFR
```

#pragma SFR は、C ソースの先頭に記述します。ただし、#pragma PC (種別) を指定する場合は、それよりも後ろに #pragma SFR を記述します。次のものは、#pragma SFR の前に記述することができます。

(1) コメント

(2) 前処理指令のうち、変数の定義/参照、関数の定義/参照を生成しないもの

7.5 シリアル・データ及びクロック出力端子のポート制御方法

本端子をポート機能で使用する場合、シリアル出力レジスタ(SOmn)の CKOmn ビット、SOmn ビットを”1”に設定してください。本端子の出力は、シリアル出力レジスタ(SOmn)とポートレジスタ(Pxx)で設定した出力ラッチの論理積(AND)によって決まります。CKOmn ビット、SOmn ビットを”1”に設定することで、ポート・レジスタ(Pxx)で設定した値を、そのままポート出力値にすることができます。

7.6 シリアル・アレイ・ユニットのクロック供給の供給 / 停止制御について

本サンプルコードは、シリアル I/O 許可設定処理 (R_SIO_Enable()) にてクロック供給開始制御を行います。シリアル I/O 禁止設定処理 (R_SIO_Disable()) ではクロック供給停止制御を行いません。これは他のプログラムが同一ユニット内の他チャンネルを使用している可能性があるためです。

低消費電力化とノイズ低減を図るためにユニット単位での動作停止制御を行う場合、本サンプルコードで使用する以外のチャンネルの制御を考慮し、ユーザプログラムで制御してください。

なお、本サンプルコードは、チャンネルの動作停止制御が可能です。

7.7 データ送信 / データ受信時の禁止事項

シリアル I/O 機能を有効化していない状態でのシリアル送受信は行わないでください。

本サンプルコードは、ドライバ初期化処理 (R_SIO_Init_Driver()) を行うと、シリアル・アレイ・ユニットへのクロック供給を開始します。この状態でシリアル I/O データ送信処理 (R_SIO_Tx_Data()) またはシリアル I/O データ受信処理 (R_SIO_Rx_Data()) を実行すると、シリアル I/O 機能に対して正しいレジスタ設定がされていないにも関わらず、送信処理 / 受信処理を開始します。この状態ではポー・レート等のレジスタ設定が正しく行われていないため、正常な送受信処理ができません。

シリアル I/O データ送信処理 (R_SIO_Tx_Data())、またはシリアル I/O データ受信処理 (R_SIO_Rx_Data()) を行う際は、一度、シリアル I/O 許可設定処理 (R_SIO_Enable()) を実行し、シリアル I/O に対してレジスタ設定してください。また、「5.10 状態遷移図」を参照してください。

7.8 シリアル出力レベル・レジスタ(SOLm)の設定について

CSI モードで使用する場合は、反転設定は禁止されています。対象の SOLmn ビットと予約ビットに 0 を書き込むために、1 を設定してください。

1 を設定する理由は、サンプルコードに、設定値を反転させ、1 に設定された箇所に 0 を書き込む処理が含まれているためです。

詳しくは、「6.2.2(9) シリアル出力レベル・レジスタ(SOLm)の定義」を参照してください。

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

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2011.08.31	—	初版発行
1.02	2012.08.31	3	表 2-1 サンプルコードのバージョンと評価に使用したソフトウェア 内容を更新した。
		10	5.4 ファイル構成 内容を修正した。
		16	図 5-5 内容を修正した。
		21	図 5-8 内容を修正した。
		23	図 5-9 内容を修正した。
		36	6.1 mtl_com.h (共通ヘッダファイル) (7) アクセスする RAM 領域の定義 内容を修正した。
		42	6.2.2 R_SIO_csi.h (9) シリアル出力レベル・レジスタ (SOLm) の定義 内容を修正した。
		42	6.2.2 R_SIO_csi.h (10) ポート入力モード・レジスタ(PIM)、ポート出力モード・レジスタ(POM)の定義 を追加した。
		43	7.4 SFR 領域操作方法 内容を修正した。
		44	7.8 シリアル出力レベル・レジスタ (SOLm) の設定について追加した。
—	—	最終ページ 「ご注意書き」の内容を更新した。	

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、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

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. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス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、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違くと、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。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。

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合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、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

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号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 エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)

(03)5201-5307

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。

総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>