

EC-1 シリーズ

R01AN3780JJ0100

Rev.1.00

EtherCAT® スレーブ・コントローラ SPI 接続ライブラリ

2017.02.07

要旨

本アプリケーションノートでは、EC-1 に搭載されている EtherCAT スレーブ・コントローラ (以下 ESC) を外部マイコンからアクセスするためのライブラリについて説明します。

ライブラリの特徴を以下に示します。

- 標準的なシリアル通信である SPI を用いることで外部マイコンからの ESC アクセスを可能にします。ライブラリは SPI のスレーブモードで動作します。このため SPI マスターモードをサポートする様々なマイコンと接続可能です。
- ポートや PHY などの初期化処理とライブラリを組み合わせることで EC-1 を搭載する各種ボードが外部マイコンからアクセスできる ESC ボードになります。
- 応用例として EtherCAT スレーブ・コントローラを Beckhoff 社の ET1100 から ESC SPI 接続ライブラリを組み込んだ EC-1 に移行する際に必要な項目について説明します。

対象デバイス

EC-1

目次

1. 仕様	4
2. 動作環境	5
3. ハードウェア説明	6
3.1 ハードウェア構成例	6
3.2 使用端子一覧	7
4. SPI インタフェース	8
4.1 ソフトウェア構成例	9
4.2 SPI アドレス空間	10
4.3 SPI 拡張レジスタ	10
4.3.1 デバイス ID・レジスタ (DEVICEID)	11
4.3.2 リビジョン No・レジスタ (REVNO)	11
4.3.3 ステータス・レジスタ (STATUS)	11
4.3.4 コントロール・レジスタ (CONTROL)	11
4.3.5 スクラッチ・レジスタ (SCRATCH0-9)	11
4.3.6 シーケンシャルデータ・ナンバ・レジスタ (SQDATNUM)	11
4.3.7 シーケンシャルデータ・レジスタ (SQDATA0-63)	12
4.4 SPI パケットフォーマット	12
4.4.1 コマンド一覧	12
4.4.2 RD コマンド	12
4.4.3 WR コマンド	13
4.4.4 SQRD コマンド	14
4.4.5 SQWR コマンド	15
4.4.6 DTRD コマンド	16
4.4.7 DTWR コマンド	17
5. ソフトウェア説明	19
5.1 動作概要	19
5.2 ソフトウェア設計手順	20
5.3 使用割り込み一覧	21
5.4 固定幅整数一覧	21
5.5 定数／エラーコード一覧	21
5.6 構造体／共用体一覧	23
5.7 大域変数一覧	25
5.8 関数一覧	25
5.9 関数仕様	26
5.9.1 SPI 端子初期設定処理	26
5.9.2 SPI 制御初期化処理	26
5.9.3 SPI 通信開始処理	28
5.9.4 SPI 通信終了処理	29
5.9.5 SPI 送受信処理	30

6. サンプルプログラム	31
6.1 概要	31
6.2 ハードウェア構成	31
6.3 ソフトウェア構成	32
6.4 ディレクトリおよびファイル構成	33
6.4.1 リモート I/O ボードサンプルプログラム	33
6.4.2 通信評価ボードサンプルプログラム	33
6.5 チュートリアル	34
6.5.1 使用準備	34
6.5.2 TwinCAT との接続	35
7. 応用例—ET1100 からの移行	36
7.1 概要	36
7.2 ハードウェア関連項目	37
7.3 ソフトウェア関連項目	38
7.3.1 レジスタリードシーケンス	38
7.3.2 レジスタライトシーケンス	39
7.3.3 プロセスデータ RAM 連続リードシーケンス	40
7.3.4 プロセスデータ RAM 連続ライトシーケンス	42
7.3.5 拡張レジスタ：起動確認シーケンス	43
7.3.6 拡張レジスタ：ソフトウェアリセットシーケンス	44
7.4 スレーブスタックコード関連項目	44
7.4.1 ハードウェアアクセスファイル	44
7.4.2 ESI ファイル変更	46
7.4.3 起動確認シーケンス追加	46
8. 参考ドキュメント	47
8.1 関連文書一覧	47
8.2 本書と関連文書の関係	47
ホームページとサポート窓口	48

1. 仕様

表 1.1 に使用する周辺機能と用途を、図 1.1 にライブラリを組み込んだサンプルプログラムの動作環境を示します。

表 1.1 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
EtherCAT スレーブ・コントローラ	EtherCAT 通信で使用
EtherCAT 割り込み出力信号	CATIRQ、CATSYNC0、CATSYNC1 を外部マイコンに出力
イーサネット MAC(ETHERC)	EtherCAT 通信で使用
シリアルペリフェラルインタフェース(RSPI)	外部マイコンとの通信で使用(CH0、CH1 が選択可能)
割り込みコントローラ	RSPI の割り込み要因である受信バッファフル、送信バッファエンプティ、RSOI エラー割り込みを使用
密結合メモリ	ATCM をライブラリのプログラム及び変数領域として使用

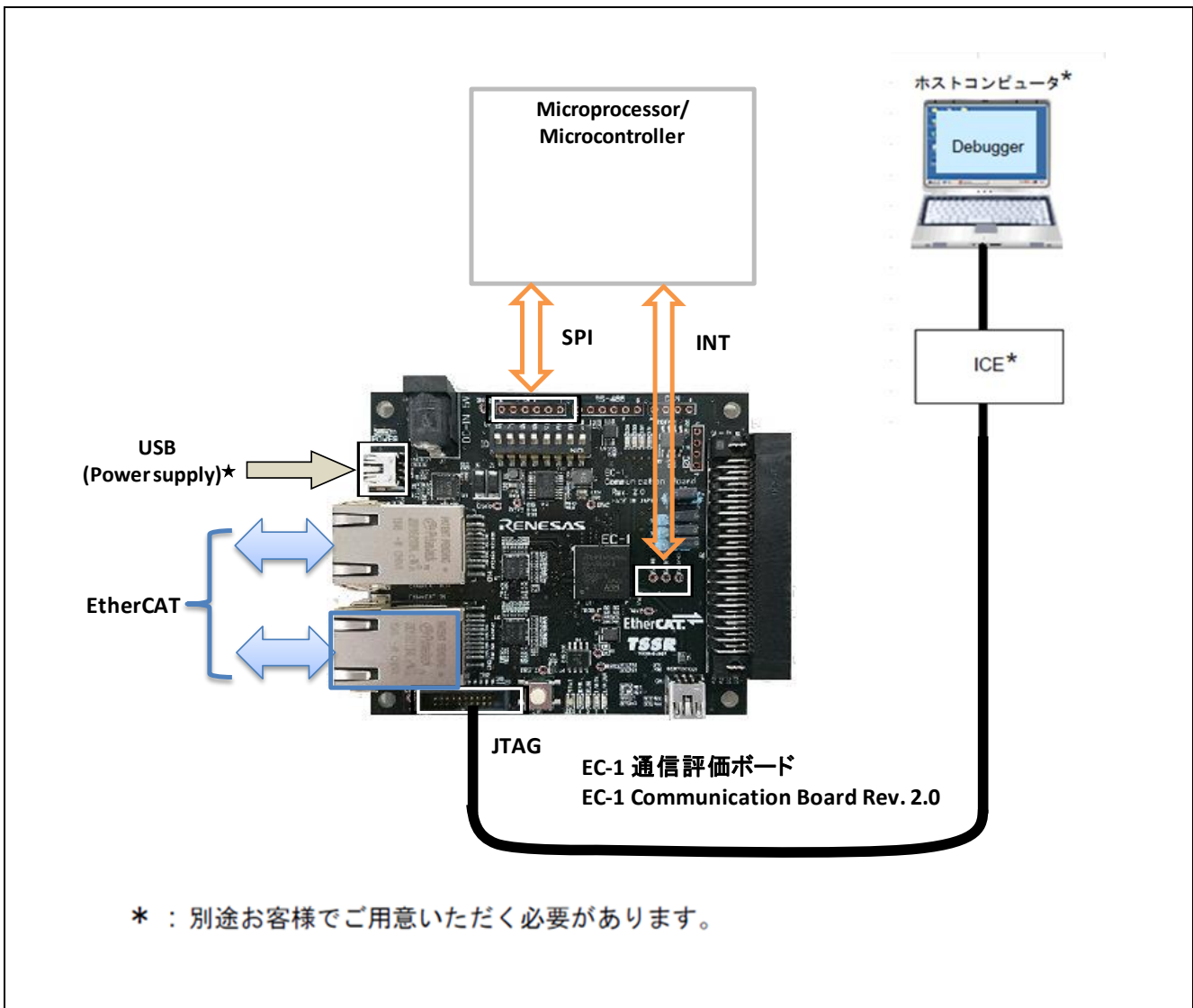


図 1.1 動作環境

注) EtherCAT マスタとの接続は EtherCAT IN ポートをご使用ください。

2. 動作環境

本アプリケーションノートのライブラリは、下記の環境を想定しています。

表 2.1 動作環境

項目	内容
使用ボード	EC-1 通信評価ボード EC-1 Communication Board Rev. 2.0
CPU	EC-1 R9A06G043
動作周波数	CPU クロック (CPUCLK) : 150MHz システムクロック : 25MHz
動作電圧	3.3V
動作モード	SPI ブートモード
使用デバイス	・ シリアルフラッシュメモリ Winbond 製 W25Q32JVSFIM ・ EEPROM ルネサスエレクトロニクス 製 R1EX24016ASAS0 ・ Ethernet PHY TI 製 TLK105
通信プロトコル	EtherCAT®
統合開発環境	IAR システムズ 製 Embedded Workbench® for ARM Version 7.70.1
エミュレータ	IAR システムズ 製 I-jet
SSC Tool	EtherCAT Technology Group (ETG) 提供 Slave Stack Code (SSC) Tool Version 5.11
ソフトウェア PLC	Beckhoff Automation 製 TwinCAT® 3

3. ハードウェア説明

3.1 ハードウェア構成例

図 3.1 にライブラリを組み込んだ EC-1 と外部マイコンを組み合わせた EtherCAT スレーブのハードウェア構成例を示します。

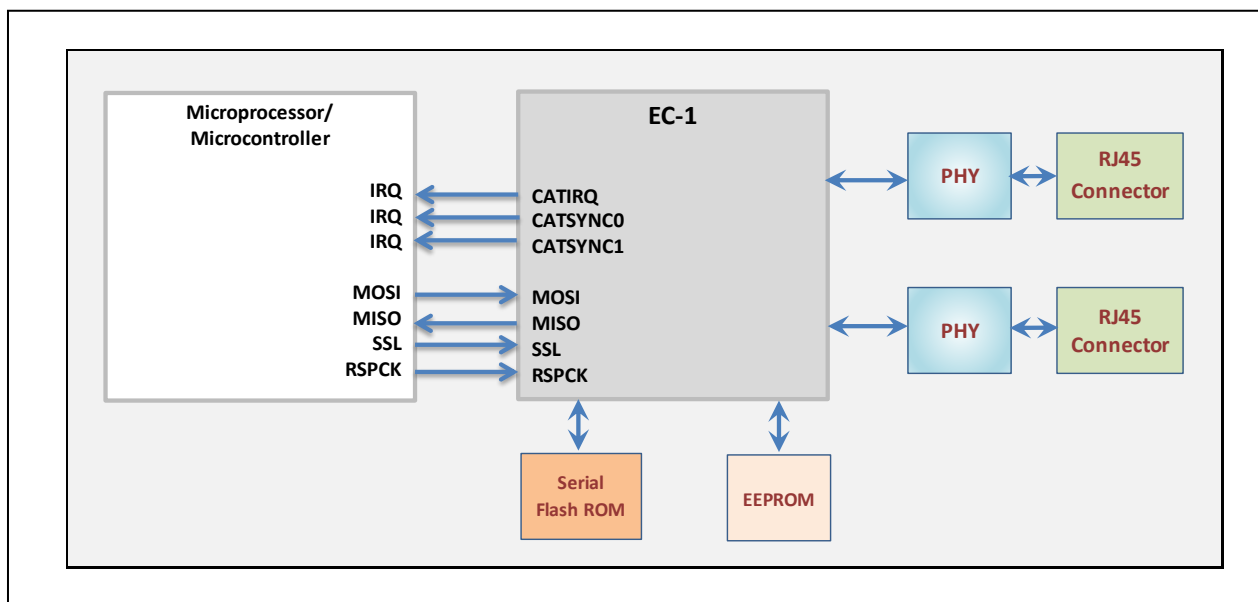


図 3.1 EtherCAT スレーブ・ハードウェア構成例

MOSI (Master Out Slave In)、MISO (Master In Slave Out)、SSL (Slave Select)、RSPCK (RSPI Clock) 信号を使用した 4 線式 SPI で外部マイコンと通信します。

外部マイコンは SPI マスタ、EC-1 は SPI スレーブとなります。

EC-1 からは EtherCAT の同期割り込み信号として CATIRQ、CATSYNC0、CATSYNC1 を出力します。

3.2 使用端子一覧

表 3.1 使用端子と機能を示します。

表 3.1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
ETH_MDIO	入出力	マネージメント・データ信号入出力
ETH_MDC	出力	マネージメント・インタフェース・クロック出力
ETH0_RXC	入出力	受信クロック入出力
ETH1_RXC		
ETH0_RXER	入力	受信データ・エラー信号入力
ETH1_RXER		
ETH0_RXDV	入力	受信データ・イネーブル信号入力
ETH1_RXDV		
ETH0_RXD0~3	入力	受信データ信号入力
ETH1_RXD0~3		
ETH0_TXC	入力	10 M/100 M送信クロック (2.5 MHz / 25 MHz) 入力
ETH1_TXC		
ETH0_TXER	出力	送信エラー信号出力
ETH1_TXER		
ETH0_TXEN	出力	送信イネーブル信号出力
ETH1_TXEN		
ETH0_TXD0~3	出力	送信データ信号出力
ETH1_TXD0~3		
ETH0_COL	入力	衝突検出信号入力
ETH1_COL		
ETH0_CRS	入力	キャリアセンス信号入力
ETH1_CRS		
CLKOUT25M0	出力	Ethernet PHY用の外部クロック出力
CLKOUT25M1		
PHYLINK0	入力	PHY Link信号 (Ether Switch用) 入力
PHYLINK1		
ETH0_INT	入力	Ethernet PHY割り込み要求信号入力
ETH1_INT		
CAT12CCLK	出力	EtherCAT EEPROM I2C クロック信号出力
CAT12CDATA	入出力	EtherCAT EEPROM I2C データ信号入出力
CATLINKACT1	出力	EtherCAT Link/Activity LED信号出力
CATLINKACT0		
CATLEDRUN	出力	EtherCAT RUN LED信号出力
CATLEDSTER	出力	EtherCAT Dual-color ステート LED信号
CATLEDERR	出力	EtherCAT Error LED信号出力
CATIRQ	出力	EtherCAT IRQ出力
CATSYNC0	出力	EtherCAT SYNC0出力
CATSYNC1	出力	EtherCAT SYNC1出力
RSPCK0	入力	RSPIクロック入力
MISO0	出力	RSPIスレーブ送出データ出力
MOSI0	入力	RSPIマスタ送出データ入力
SSL00	入力	RSPIスレーブセレクト入力

4. SPI インタフェース

EC-1 は 2 チャンネルのシリアルペリフェラルインタフェース(RSPI)を内蔵しています。

ライブラリではパラメータにより初期化時にチャンネル 0、チャンネル 1 のいずれかの使用を選択できます。

表 4.1 に SPI の仕様を図 4.1 に SPI のタイミングチャートを示します。

表 4.1 SPI 仕様

項目	内容
通信方式	4線式SPI
転送モード	スレーブモード
通信方式	全2重方式
信号極性	SSL : アクティブLow RSPCK : アイドル時Low
転送フレーム	16ビット×3ワード
フォーマット	MSBファースト
データサンプリングタイミング	RSPCKの立下りエッジ
最大転送レート	18.75Mbps

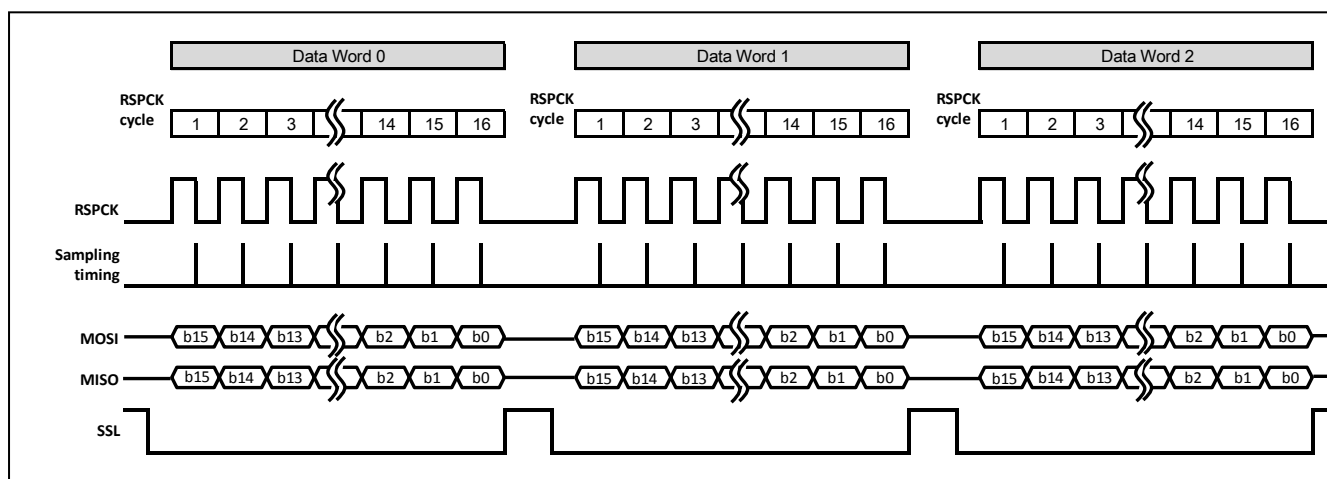


図 4.1 SPI タイミングチャート

4.1 ソフトウェア構成例

図 4.2 に EC-1 と外部マイコンを組み合わせた EtherCAT スレーブのソフトウェア構成例を示します。

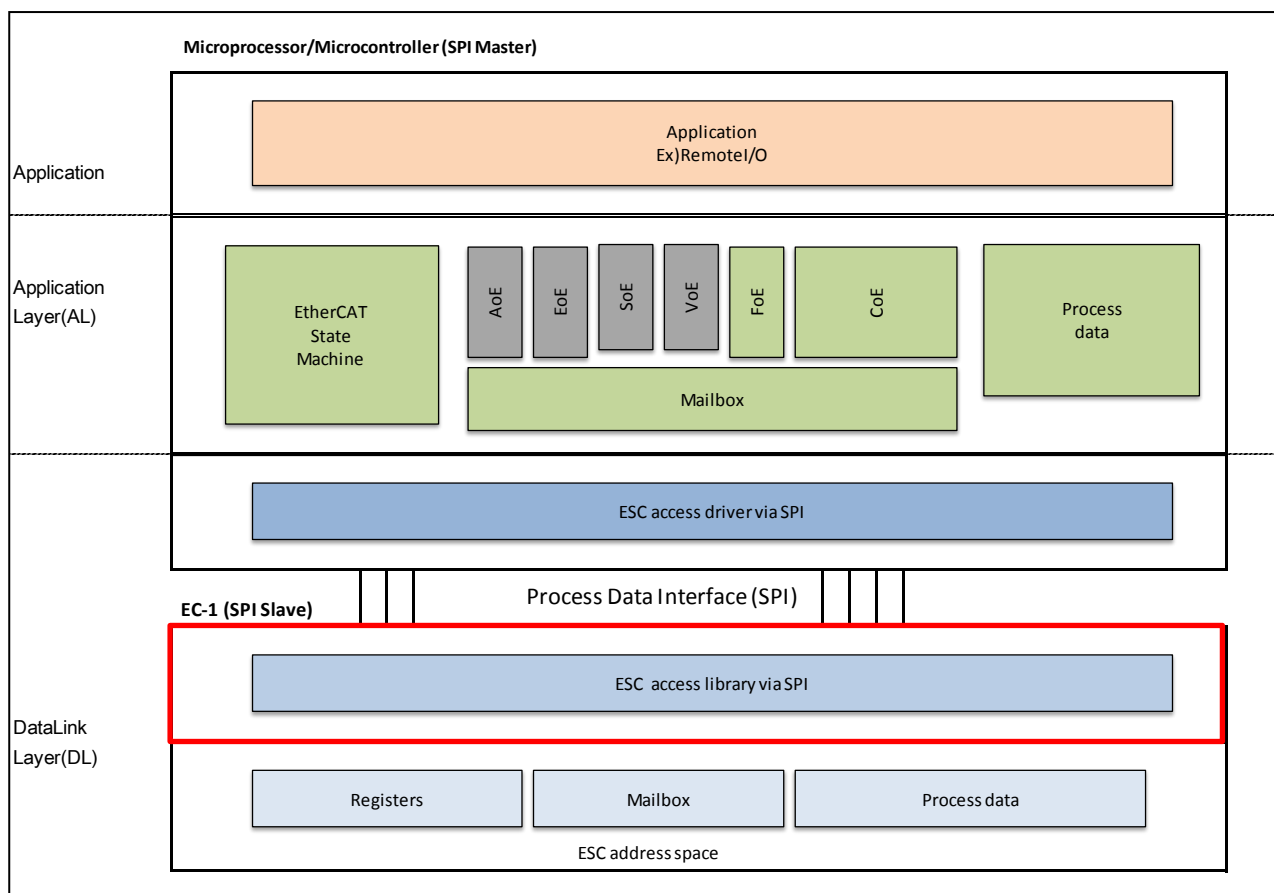


図 4.2 EtherCAT スレーブソフトウェア構成例

SSCTool : BeckHoff 社提供の EtherCAT 制御用プログラム生成ツール

外部マイコンは SPI マスタとして動作し、アプリケーション及び EtherCAT プロトコルスタック、ESC を SPI インタフェースでアクセスするためのドライバで構成されます。

EC-1 は SPI スレーブとして動作し、外部マイコンからの指示に従い ESC にアクセスした結果を返します。図の赤枠で囲まれた部分がライブラリになります。

次章以降はライブラリについて説明します。

なお、外部マイコンから SPI インタフェースで ESC をアクセスするための手順につきましては、7.3 にて説明します。

4.2 SPI アドレス空間

図 4.3 に外部マイコンが SPI インタフェースから EC-1 をアクセスするときのアドレス空間を示します。

全 16K バイトの空間のうち、0x0000~0x2FFF までの 12K バイトは EC-1 に内蔵されている ESC が割り当てられます。

0x3000~0x31FF までの 512 バイトは SPI 通信のための拡張レジスタとして割り当てられます。

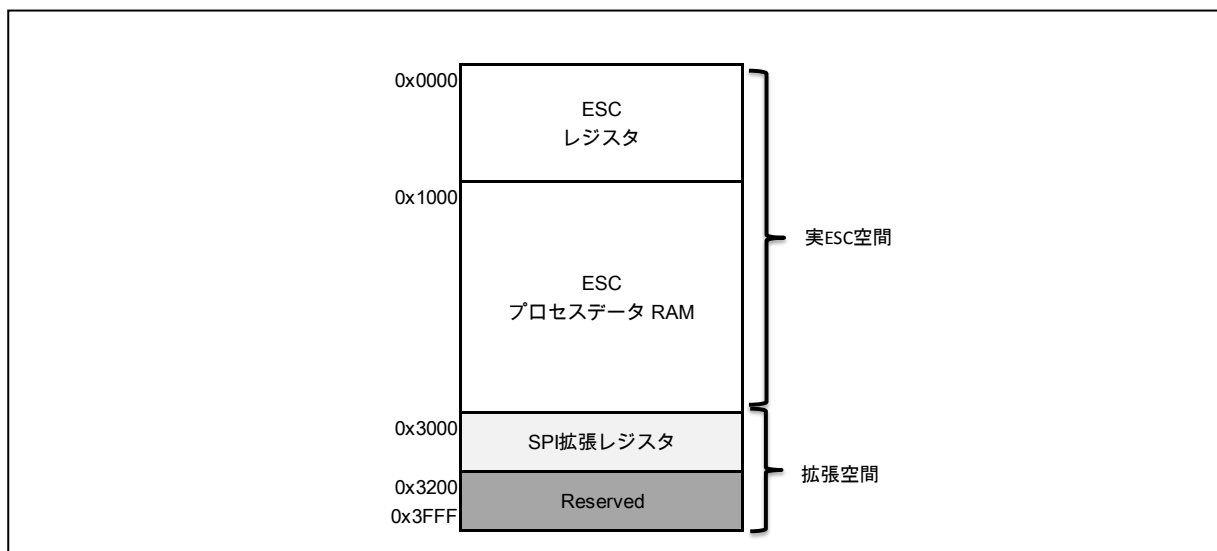


図 4.3 SPI アドレス空間

4.3 SPI 拡張レジスタ

SPI 拡張レジスタは 16/32 ビットアクセスが可能です。

表 4.2 に SPI 拡張レジスタ一覧を示します。

なお、R/W は外部マイコンからみたアクセス方向になります。

表 4.2 SPI 拡張レジスタ一覧

アドレス	レジスタ名	Bit	R/W
0x3000	デバイスID・レジスタ (DEVICEID)	32	R
0x3004	リビジョンNo・レジスタ (REVNO)	16	R
0x3006	ステータス・レジスタ (STATUS)	16	R
0x3008	コントロール・レジスタ (CONTROL)	16	W
0x300A +2n ^(※1)	スクラッチ・レジスタ (SCRATCH0-9)	16	R/W
0x301E	シーケンシャルデータ・ナンバ・レジスタ (SQDATNUM)	16	R
0x3020+4n ^(※2)	シーケンシャルデータ・レジスタ (SQDATA0-63)	32	R
0x3120-0x31FE	Reserved	---	---

※1. n=0-9

※2. n=0-63

4.3.1 デバイス ID・レジスタ (DEVICEID)

Address	Bit	R/W	説明
0x3000	31:0	R	デバイスIDが読み出し可能です。 ASCIIコードで"EC-1"(0x45435E31)が格納されています。

4.3.2 リビジョン No・レジスタ (REVNO)

Address	Bit	R/W	説明
0x3004	15:0	R	ライブラリのバージョンが読み出し可能です。 ASCIIコードで"EC-1"(0x45435E31)が格納されています。

4.3.3 ステータス・レジスタ (STATUS)

Address	Bit	R/W	説明
0x3006	15:0	R	ライブラリ動作中に発生したエラーコードが読み出し可能です。 0x0000 : エラー無し 0x0001 : 直前の受信コマンドが不正 0x0002 : 直前の受信コマンドの指定語長が不正 0x0003 : 直前の受信コマンドの指定アドレスが不正 0x0004 : 直前に受信した連続データが不正 0x0005 : 直前に受信したControl レジスタ設定値が不正 0x0011 : オーバランエラー発生 0x0014 : モードフォルトエラー発生 0x0018 : パリティエラー発生 (今回、未使用)

4.3.4 コントロール・レジスタ (CONTROL)

Address	Bit	R/W	説明
0x3008	15:0	W	制御コードを本レジスタに設定すると制御コードに従った動作を行います。 0x0001 : Statusレジスタのエラーコードクリアしてエラー無し(0x0000)とします。 0x0080 : EC-1のソフトウェアリセットを実行して再起動を行います。

4.3.5 スクラッチ・レジスタ (SCRATCH0-9)

Address	Bit	R/W	説明
0x300A +2n	15:0	R/W	汎用的に利用できる16bitのレジスタです。外部マイコンとのデータやステータスのやりとりにも使用できます。

備考. n=0-9

4.3.6 シーケンシャルデータ・ナンバ・レジスタ (SQDATNUM)

Address	Bit	R/W	説明
0x301E	15:0	R	最後に受信した連続R/Wシーケンス数が読み出し可能です。

4.3.7 シーケンシャルデータ・レジスタ (SQDATA0-63)

Address	Bit	R/W	説明
0x3020 +4n	31:0	R	SQRDコマンドのときはDATARDレジスタで読みだすデータが格納されます。 SQWRコマンドのときはDATAWRレジスタに書き込んだデータが格納されます。

備考. n=0-63

4.4 SPI パケットフォーマット

4.4.1 コマンド一覧

表 4.3 に外部マイコンから EC-1 の SPI アドレス空間をアクセスするためのコマンドの一覧を示します。

コマンドを使ったアクセスのシーケンスにつきましては「7.3.1 レジスタリードシーケンス」から「7.3.4 プロセスデータ RAM 連続ライトシーケンス」を参照してください。

表 4.3 SPI コマンド一覧

CMD [7:0]	コマンド名	機能
0x01	RD	ESCまたは拡張レジスタをリードします。
0x02	WR	ESCまたは拡張レジスタをライトします。
0x03	SQRD	ESCを連続リードします。
0x04	SQWR	ESCを連続ライトします。
0x05	DTRD	シーケンシャルデータ・レジスタからデータをリードします。
0x06	DTWR	シーケンシャルデータ・レジスタにデータをライトします。

4.4.2 RD コマンド

外部マイコンが EC-1 の ESC または拡張レジスタをリードするためのコマンドです。

リードするデータ長とアドレスを指定します。

データ長は 1/2/4 バイトが指定可能です。

EC-1 は RD コマンドを受信すると指定されたレジスタをリードし、結果を送信します。

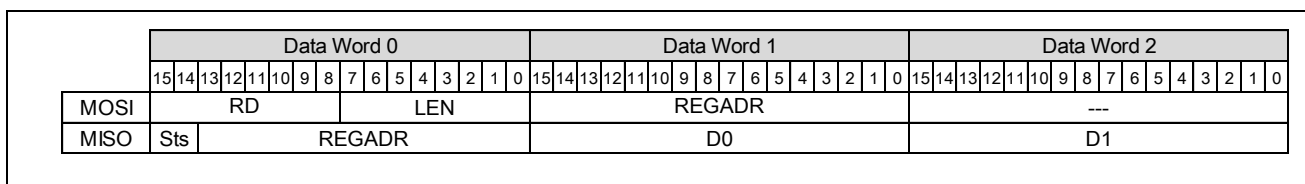


図 4.4 RD コマンドパケットフォーマット

表 4.4 RD コマンドパケット MOSI (外部マイコン → EC-1)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:8	RD	RDコマンド(0x01)
	7:0	LEN	リードするデータ長を設定します。 設定可能なのは1/2/4バイトです
1	15:0	REGADR	リードするESCまたは拡張レジスタのアドレスを設定します。 指定可能なアドレス範囲は0x0000から0x3FFFです。
2	15:0	---	RDコマンドでは使用しません。値はdon't careです。

表 4.5 RD コマンドパケット MISO (EC-1 → 外部マイコン)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:14	Sts	bit15:ERROR RDコマンドのエラー状態を示します。 1: エラーあり 0: エラーなし bit14:BUSY RDコマンドの実行状態を示します。 1: コマンド実行中 0: コマンド終了
	13:0	REGADR	RDコマンドで指定されたレジスタアドレスを示します。
1	15:0	D0	BUSY=0のときRDコマンドで指定されたレジスタをリードした結果を示します。
2	15:0	D1	データ長が1/2バイトのときデータは左詰めされます。

4.4.3 WR コマンド

外部マイコンが EC-1 の ESC または拡張レジスタをライトするためのコマンドです。

ライトするデータ長とアドレス及びデータを指定します。

データ長は 1/2 バイトが指定可能です。

EC-1 は WR コマンドを受信すると指定されたレジスタをライトします。

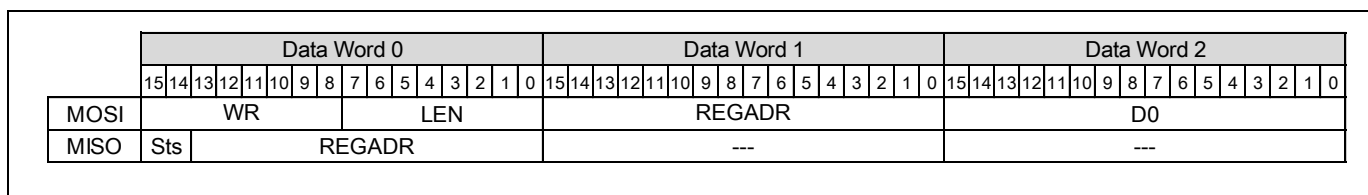


図 4.5 WR コマンド SPI パケットフォーマット

表 4.6 WR コマンドパケット MOSI (外部マイコン → EC-1)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:8	WR	WRコマンド(0x02)
	7:0	LEN	ライトするデータ長を設定します。 設定可能なのは1/2バイトです。
1	15:0	REGADR	ライトするESCまたは拡張レジスタのアドレスを設定します。 設定可能なアドレス範囲は0x0000から0x3FFFです。
2	15:0	D0	レジスタにライトする値を設定します。 データ長が1/2バイトのときデータは左詰めされます。

表 4.7 WR コマンドパケット MISO (EC-1 → 外部マイコン)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:14	Sts	bit15:ERROR WRコマンドのエラー状態を示します。 1: エラーあり 0: エラーなし bit14:BUSY WRコマンドの実行状態を示します。 1: コマンド実行中 0: コマンド終了
	13:0	REGADR	WRコマンドで指定されたレジスタアドレスを示します。
1	15:0	---	WRコマンドでは使用しません。値はdon't careです。
2	15:0	---	

4.4.4 SQRD コマンド

外部マイコンが EC-1 の ESC のプロセスデータ RAM を連続リードするためのコマンドです。

リードするデータ長とレジスタの先頭アドレスを指定します。

データ長は最大 255 バイトが指定可能です。

EC-1 は SQRD コマンドを受信すると指定されたレジスタをリードしてシーケンシャルデータ・レジスタに結果を格納します。

外部マイコンは DTRD コマンドを使ってリード結果をシーケンシャルデータ・レジスタから読み出すことができます。

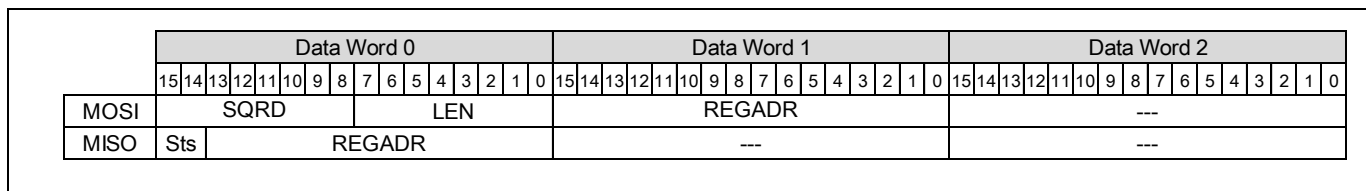


図 4.6 SQRD コマンド SPI パケットフォーマット

表 4.8 SQRD コマンドパケット MOSI (外部マイコン → EC-1)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:8	SQRD	SQRDコマンド(0x03)
	7:0	LEN	連続リードするデータ長を設定します。 設定可能なのは最大255バイトです
1	15:0	REGADR	リードするESCのアドレスを設定します。 指定設定可能なアドレス範囲は0x0000から0x2FFFです。
2	15:0	---	SQRDコマンドでは使用しません。値はdon't careです。

表 4.9 SQRD コマンドパケット MISO (EC-1 → 外部マイコン)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:14	Sts	bit15:ERROR SQRDコマンドのエラー状態を示します。 1: エラーあり 0: エラーなし bit14:BUSY SQRDコマンドの実行状態を示します。 1: コマンド実行中 0: コマンド終了
	13:0	REGADR	SQRDコマンドで指定されたレジスタアドレスを示します。
1	15:0	D0	SQRDコマンドでは使用しません。値はdon't careです。
2	15:0	D1	

4.4.5 SQWR コマンド

外部マイコンが EC-1 の ESC のプロセスデータ RAM を連続ライトするためのコマンドです。

ライトするデータ長とレジスタの先頭アドレスを指定します。

データ長は最大 255 バイトが指定可能です。

ライトするデータは先に DTWR コマンドを使ってシーケンシャルデータ・レジスタに格納しておく必要があります。

EC-1 は SQWR コマンドを受信するとシーケンシャルデータ・レジスタに格納されたデータを ESC にライトします。

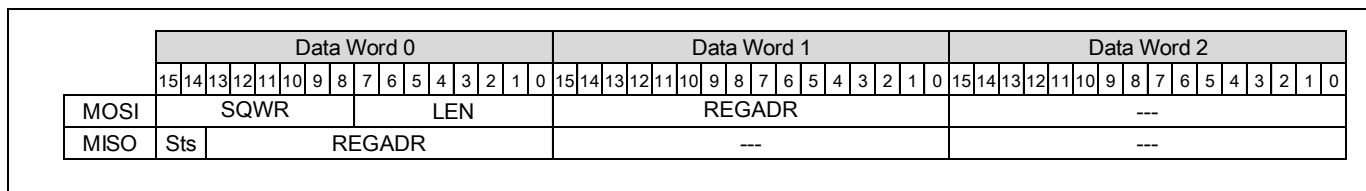


図 4.7 SQWR コマンド SPI パケットフォーマット

表 4.10 SQWR コマンドパケット MOSI (外部マイコン → EC-1)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:8	SQWR	SQWRコマンド(0x04)
	7:0	LEN	連続ライトするデータ長を設定します。 設定可能なのは最大255バイトです
1	15:0	REGADR	ライトするESCのアドレスを設定します。 設定可能なアドレス範囲は0x0000から0x2FFFです。
2	15:0	---	SQWRコマンドでは使用しません。値はdon't careです。

表 4.11 SQWR コマンドパケット MISO (EC-1 → 外部マイコン)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:14	Sts	bit15:ERROR SQWRコマンドのエラー状態を示します。 1: エラーあり 0: エラーなし bit14:BUSY SQWRコマンドの実行状態を示します。 1: コマンド実行中 0: コマンド終了
	13:0	REGADR	SQWRコマンドで指定されたレジスタアドレスを示します。
1	15:0	D0	SQWRコマンドでは使用しません。値はdon't careです。
2	15:0	D1	

4.4.6 DTRD コマンド

外部マイコンがシーケンシャルデータ・レジスタをリードするためのコマンドです。

読み出したいデータ長を指定します。最終データの読み出し以外は4バイトを指定します。例えば10バイトを読み出したいときは1回目と2回目のDTRDコマンドでは4バイトを指定、3回目のDTRDコマンドでは残りの2バイトを指定するようにしてください。

EC-1はDTRDコマンドを受信するとシーケンシャルデータ・レジスタ0から順番に読み出し送信します。

上記の例では1回目のDTRDコマンドに対してはシーケンシャルデータ・レジスタ0から4バイト、2回目のDTRDコマンドに対してはシーケンシャルデータ・レジスタ1から4バイト、3回目のDTRDコマンドに対してはシーケンシャルデータ・レジスタ2から2バイトを読み出し送信します。

		Data Word 0																Data Word 1																Data Word 2															
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MOSI		DTRD								LEN								---																															
MISO	Sts	REGADR																D0																D1															

図 4.8 DTRD コマンド SPI パケットフォーマット

表 4.12 DTRD コマンドパケット MOSI (外部マイコン → EC-1)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:8	DTRD	DTRDコマンド(0x05) DTRDコマンドでリードするデータ長を設定します。 設定可能なのは1~4バイトです。
	7:0	LEN	
1	15:0	---	DTRDコマンドでは使用しません。値はdon't careです。
2	15:0	---	

表 4.13 DTRD コマンドパケット MISO (EC-1 → 外部マイコン)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:14	Sts	bit15:ERROR DTRDコマンドのエラー状態を示します。 1: エラーあり 0: エラーなし bit14:BUSY DTRDコマンドの実行状態を示します。 1: コマンド実行中 0: コマンド終了
	13:0	REGADR	リードしたESCレジスタのベースアドレスを示します。
1	15:0	D0	レジスタをリードした結果を示します。
2	15:0	D1	データ長が4バイト未満のときデータは左詰めされます。

4.4.7 DTWR コマンド

外部マイコンがシーケンシャルデータ・レジスタにデータをライトするためのコマンドです。

ライトしたいデータ長とデータを指定します。最終データのライト以外は4バイトを指定します。例えば10バイトをライトしたいときは1回目と2回目のDTWRコマンドでは4バイトを指定、3回目のDTWRコマンドでは残りの2バイトを指定するようにしてください。

EC-1はDTWRコマンドを受信するとシーケンシャルデータ・レジスタ0から順番に受信したデータをライトします。

上記の例では1回目のDTWRコマンドに対してはシーケンシャルデータ・レジスタ0から4バイト、2回目のDTWRコマンドに対してはシーケンシャルデータ・レジスタ1に4バイト、3回目のDTWRコマンドに対してはシーケンシャルデータ・レジスタ2に2バイトをライトします。

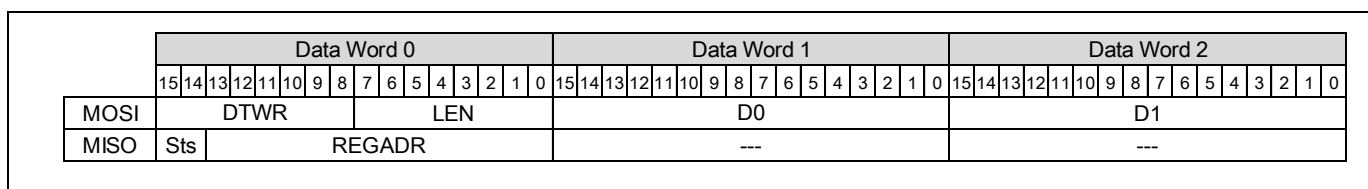


図 4.9 DTWR コマンド SPI パケットフォーマット

表 4.14 DTWR コマンドパケット MOSI (外部マイコン → EC-1)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:8	DTWR	DTWRコマンド(0x06)
	7:0	LEN	DTWRコマンドでライトするデータ長を設定します。 設定可能なのは1~4バイトです。
1	15:0	D0	レジスタにライトするデータを設定します。
2	15:0	D1	データ長が4バイト未満のときデータは左詰めされます。

表 4. 15DTWR コマンドパケット MISO (EC-1 → 外部マイコン)

Word No.	Bit	名称	説明
0	15:14	Sts	bit15:ERROR DTWRコマンドのエラー状態を示します。 1: エラーあり 0: エラーなし bit14:BUSY DTWRコマンドの実行状態を示します。 1: コマンド実行中 0: コマンド終了
	13:0	REGADR	DTWRコマンドで格納したシーケンシャルデータ・レジスタのベースアドレスを示します。
1	15:0	D0	DTWRコマンドでは使用しません。値はdon't careです。
2	15:0	D1	

5. ソフトウェア説明

5.1 動作概要

ESC SPI 接続ライブラリの動作概要を表 5.1 に示します。また、図 5.1 にシステムブロック図を示します。

表 5.1 動作概要

機能	概要
処理概要	SPIマスタである外部マイコンと通信を行い、ESC及びSPI拡張レジスタのリード/ライトを行う。
RSPI設定	チャンネル：CH0、CH1を選択可能 SPI動作：4線式 通信モード：スレーブモード（送受信） データ長：16ビット×3ワード ビットレート：最大18.75Mbps
割り込み要因	割り込み要因 RSPI受信バッファフル割り込み RSPI送信バッファエンプティ割り込み RSPIエラー割り込み

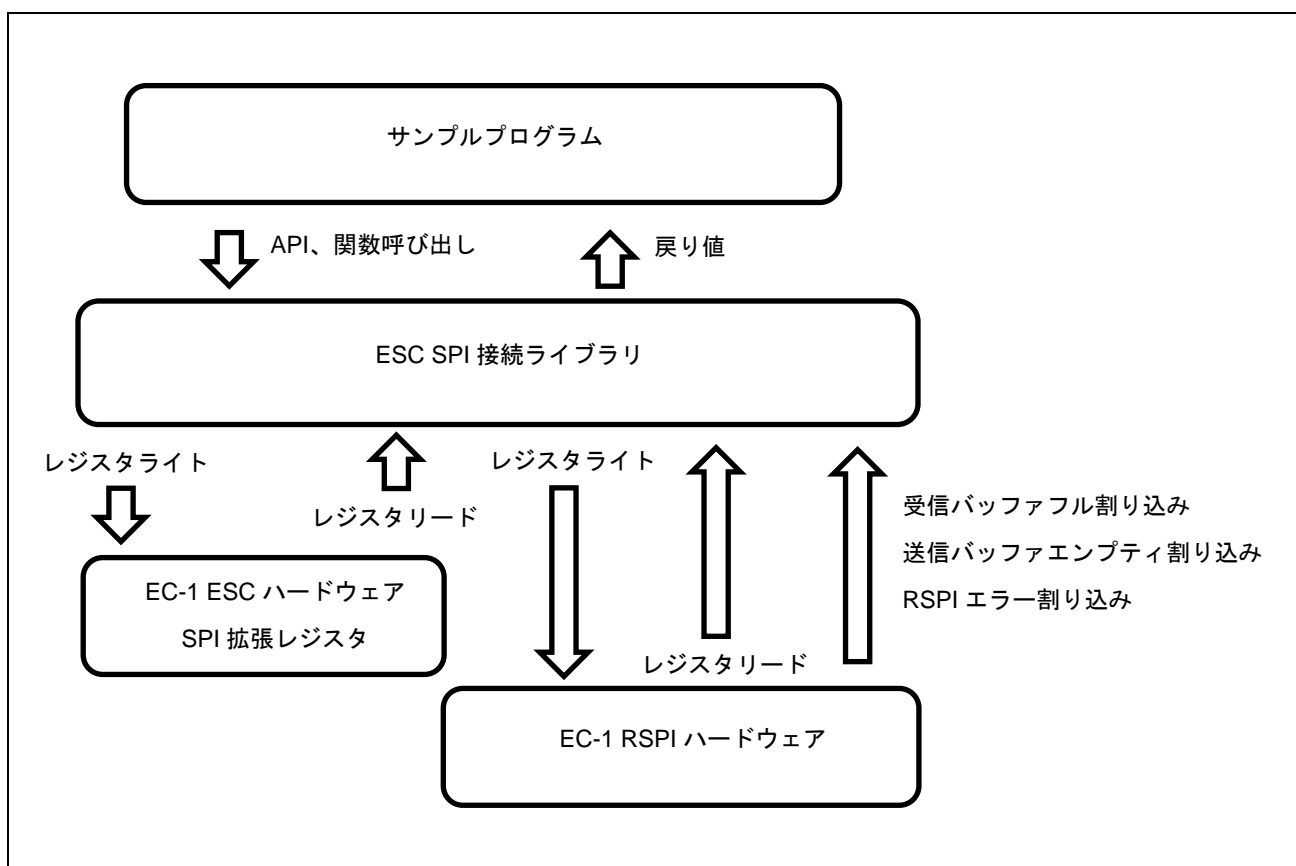


図 5.1 システムブロック図

5.2 ソフトウェア設計手順

図 5.2 にファイル構成図を示します。

サンプルプログラムではボード用初期設定ファイルは EC-1 通信評価用ボード向けになっています。実際に使用するハードウェア環境に応じて修正してください。

ユーザアプリケーションを必要に応じて追加することも可能です。

ただし、占有時間の長いユーザアプリケーションを追加すると受信データを取りこぼす恐れがあります。SPI 通信でエラーが起きないように注意してください。

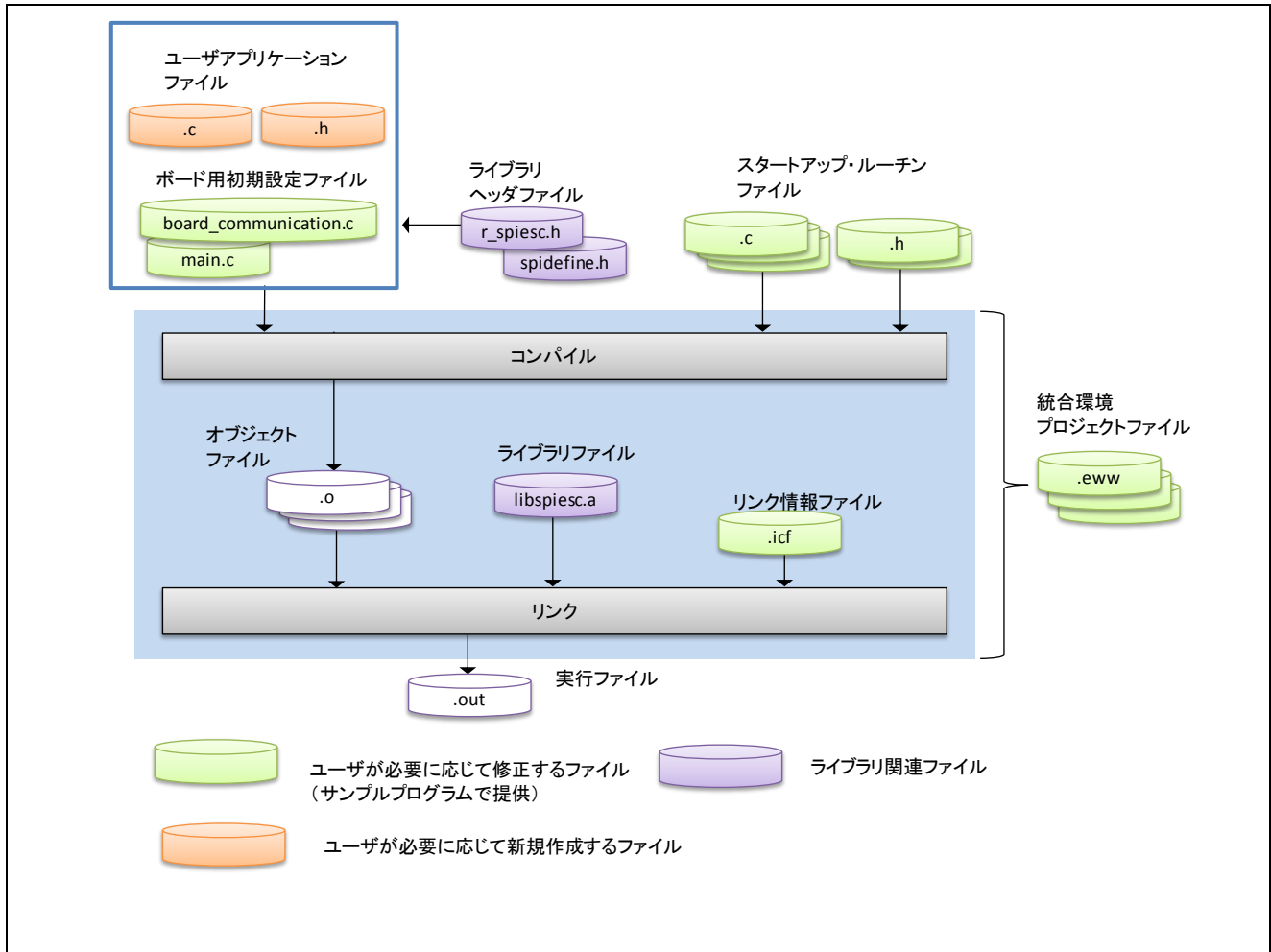


図 5.2 ファイル構成図

5.3 使用割り込み一覧

表 5.2 にライブラリで使用する割り込みを示します。

表 5.2 ライブラリで使用する割り込み

割り込み要因 (要因ID)	優先度	処理概要
RSPI受信バッファフル割り込み (RSPI)	0	受信完了処理
RSPI送信バッファエンプティ割り込み (SPTI)	0	送信完了処理
RSPIエラー割り込み (SPEI)	0	オーバラン、パリティ、モードフォルトエラー処理

5.4 固定幅整数一覧

表 5.3 にライブラリで使用する固定幅整数を示します。

表 5.3 ライブラリで使用する固定幅整数

シンボル	内容
int8_t	8 ビット整数、符号あり (標準ライブラリにて定義)
int16_t	16 ビット整数、符号あり (標準ライブラリにて定義)
int32_t	32 ビット整数、符号あり (標準ライブラリにて定義)
int64_t	64 ビット整数、符号あり (標準ライブラリにて定義)
uint8_t	8 ビット整数、符号なし (標準ライブラリにて定義)
uint16_t	16 ビット整数、符号なし (標準ライブラリにて定義)
uint32_t	32 ビット整数、符号なし (標準ライブラリにて定義)
uint64_t	64 ビット整数、符号なし (標準ライブラリにて定義)

5.5 定数/エラーコード一覧

表 5.4 から表 5.8 にライブラリで使用する定数を表 5.9 にライブラリで使用するエラーコードを示します。

表 5.4 ライブラリで使用する定数 (初期設定)

定数名	設定値	内容
SPIESC_CH0	0	RSPI CH0を選択
SPIESC_CH1	1	RSPI CH1を選択
SPIESC_LOG_NONE	0	ログ出力指定 (出力なし)
SPIESC_LOG_DATA	1	ログ出力指定 (通信データ出力)
SPIESC_LOG_MSG	2	ログ出力指定 (エラーコード出力)

表 5.5 ライブラリで使用する定数 (パケット設定)

定数名	設定値	内容
SPI_PACKET	3	SPI通信パケットワード数
SPI_SQDATA_BYTE	4	DTRD、DTWRコマンドで1度に転送可能なデータの最大バイト数
SPI_SQDATA_BUFNUM	64	シーケンシャルデータ・レジスタの個数

表 5.6 ライブラリで使用する定数（コマンド）

定数名	設定値	内容
SPI_CMD_RD	0x0001	RDコマンド
SPI_CMD_WR	0x0002	WRコマンド
SPI_CMD_SQRD	0x0003	SQRDコマンド
SPI_CMD_SQWR	0x0004	SQWRコマンド
SPI_CMD_DTRD	0x0005	DTRDコマンド
SPI_CMD_DTWR	0x0006	DTWRコマンド

表 5.7 ライブラリで使用する定数（SPI 拡張レジスタ）

定数名	設定値	内容
SPIREG_MISC_BASE	0x3000	SPI拡張レジスタベースアドレス
SPIREG_DEVICEID1	0x3000	デバイスID・レジスタアドレス（上位ワード）
SPIREG_DEVICEID2	0x3002	デバイスID・レジスタアドレス（下位ワード）
SPIREG_REVNO	0x3004	リビジョンNo. レジスタアドレス
SPIREG_STATUS	0x3006	ステータス・レジスタアドレス
SPIREG_CTRL	0x3008	コントロール・レジスタアドレス
SPIREG_SCRATCH0	0x300A	スクラッチ0・レジスタアドレス
SPIREG_SQDATANUM	0x301E	シーケンシャルデータ・ナンバ・レジスタアドレス
SPIREG_SQDATA0	0x3020	シーケンシャルデータ・レジスタアドレス
SPIREG_MISC_MAX16	0x311E	SPI拡張レジスタ16ビットアクセス時の上限アドレス
SPIREG_MISC_MAX32	0x311C	SPI拡張レジスタ32ビットアクセス時の上限アドレス

表 5.8 ライブラリで使用する定数（コントロールコード）

定数名	設定値	内容
SPICTRLCODE_STSCLR	0x0001	エラーコードクリア
SPICTRLCODE_RST	0x0080	EC-1ソフトウェアリセット

表 5.9 ライブラリで使用するエラーコード

定数名	設定値	内容
SPISTATUSCODE_NOERROR	0x0000	エラー無し
SPISTATUSCODE_INVALID_CMD	0x0001	受信したコマンドに誤り
SPISTATUSCODE_INVALID_LENGTH	0x0002	受信したコマンドの語長に誤り
SPISTATUSCODE_INVALID_ADDR	0x0003	受信したコマンドの指定アドレスに誤り
SPISTATUSCODE_INVALID_SQDATA	0x0004	DTRD、DTWRコマンドシーケンスでエラー
SPISTATUSCODE_INVALID_CTRLCODE	0x0005	コントロールコードに誤り
SPISTATUSCODE_COMERROR	0x0010	SPI通信全般エラー
SPISTATUSCODE_OVRERROR	0x0011	オーバランエラー
SPISTATUSCODE_MODERROR	0x0012	モードフォルトエラー
SPISTATUSCODE_PERERROR	0x0014	パリティエラー

5.6 構造体／共用体一覧

表 5.10 から表 5.13 にライブラリで使用する構造体／共用体を示します。

表 5.10 ライブラリで使用する構造体／共用体 (1)

構造体／共用体定義	概要	定義ファイル
spi_t	SPIパケットを設定するための構造体定義 <ul style="list-style-type: none"> ● MOSIメンバ 外部マイコン(Master)は送信データを設定 EC-1(Slave)は受信データとして取得 ● MISOメンバ EC-1(Slave)は送信データを設定 外部マイコン (Master) は受信データとして取得 	spidefine.h
T_SPIREG_STD16	16ビットSPI拡張レジス用の共用体定義	spidefine.h
T_SPIREG_STD32	32ビットSPI拡張レジタ用の共用体定義	spidefine.h
T_SPIREG_STATUS	ステータス・レジスタ用の共用体定義	spidefine.h
spi_misc_t	SPI拡張レジスタ全体の構造体定義	spidefine.h

表 5.11 ライブラリで使用する構造体／共用体 (2)

構造体／共用体定義	メンバ		説明	
spi_t	union CMDRD	BIT	uint32_t REGADR:14	MISO REGADR設定値
			uint32_t BUSY:1	MISO Sts BUSYビット 1 : コマンド実行中 0 : コマンド終了
			uint32_t EEOR:1	MISO Sts ERRORビット 1 : エラーあり 0 : エラーなし
			uint32_t: 16	---
		BYTE	uint8_t B0	MISO D1上位バイト
			uint8_t B1	MISO D1 下位バイト
			uint8_t B2	MISO D0 上位バイト
			uint8_t B3	MISO D0 下位バイト
		WORD	uint16_t W0	MISO D0
			uint16_t W1	MISO D1
	uint32_t DWORD		MISO D1/D0	
	CMDWR	uint8_t CMD	MOSI CMD設定値	
		uint8_t LEN	MOSI LEN設定値	
		uint16_t REGADR	MOSI REGADR設定値	
	T_SPIREG_STD32 DATARD		MISO RD及びDTRDコマンドの リードデータ設定値	
T_SPIREG_STD32 DATAWR		MOSI WR及びDTWRコマンドのラ イトデータ設定値		

表 5.12 ライブラリで使用する構造体／共用体 (3)

構造体／共用体定義	メンバ		説明
union T_SPIREG_STD16	BYTE	uint8_t B0	16ビットレジスタ汎用定義 上位バイト
		uint8_t B1	下位バイト
	uint16_t WORD		ワード
union T_SPIREG_STD32	BYTE	uint8_t B0	32ビットレジスタ汎用定義 最上位バイト
		uint8_t B1	上位バイト
		uint8_t B2	下位バイト
		uint8_t B3	最下位バイト
	WORD	uint16_t W0	上位ワード
		uint16_t W1	下位ワード
uint32_t DWORD		ダブルワード	
union T_SPIREG_STATUS	BIT	uint16_t ERROR:1	ステータス・レジスタ定義 ERRORビット 1: エラーあり 0: エラーなし
		uint16_t BUSY:1	BUSYビット 1: コマンド実行中 0: コマンド終了
		uint16_t :14	---
	BYTE	uint8_t B0	上位バイト
		uint8_t B1	下位バイト
	uint16_t WORD		ワード

表 5.13 ライブラリで使用する構造体／共用体 (4)

構造体／共用体定義	メンバ	説明
spi_misc_t	T_SPIREG_STD16 DEVICEID1	デバイスID・レジスタ 上位ワード
	T_SPIREG_STD16 DEVICEID2	デバイスID・レジスタ 下位ワード
	T_SPIREG_STD16 REVNO	リビジョンNo・レジスタ
	T_SPIREG_STD16 STATUS	ステータス・レジスタ
	T_SPIREG_STD16 CTRL	コントロール・レジスタ
	T_SPIREG_STD16 SCRATCH [10]	スクラッチ・レジスタ(0-9)
	T_SPIREG_STD16 SQDATANUM	シーケンシャルデータ・ナンバ・レジスタ
	T_SPIREG_STD16 SQDATA [64]	シーケンシャルデータ・レジスタ(0-63)

5.7 大域変数一覧

表 5.14 にライブラリで使用する大域変数を示します。

表 5.14 ライブラリで使用する大域変数

型	変数名	内容	使用関数
spi_t	SPI	SPIパケットデータ設定情報	R_SPIEsc_Create() R_SPIEsc_Send_Receive()
spi_misc_t	SPIMISC	SPI拡張レジスタ情報	R_SPIEsc_Create() R_SPIEsc_Send_Receive()

5.8 関数一覧

表 5.15 にライブラリの関数一覧を示します。

表 5.15 ライブラリ関数一覧

関数名	ページ番号
R_SPIEsc_Pin_Init	26
R_SPIEsc_Create	26
R_SPIEsc_Start	28
R_SPIEsc_Stop	29
R_SPIEsc_Send_Receive	30

5.9 関数仕様

ライブラリ関数の仕様について説明します。

5.9.1 SPI 端子初期設定処理

R_SPIESC_PinInit

(1) 概要

SPI 通信を行うための端子初期設定処理

(2) C 言語形式

```
void R_SPIESC_PinInit (uint_16t ch);
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint16_t ch	SPI 通信で使用する RSPI チャンネル SPIESC_CH0 : チャンネル 0 RSPCK0 / MISO0 / MOSI0 / SSL00 を使用 SPIESC_CH1 : チャンネル 1 RSPCK1 / MISO1 / MOSI1 / SSL10 を使用

(4) 機能

SPI 通信で使用する端子の初期設定を行います。

(5) 戻り値

なし

備考 1 本 API 関数は、書き込みプロテクトレジスタ(PWPR)により PFS レジスタに対する書き込みを許可した状態で実行するようにしてください。

5.9.2 SPI 制御初期化処理

R_SPIESC_Create(uint16_t log)

(1) 概要

RSPI 制御初期化処理

(2) C 言語形式

```
void R_SPIESC_Create(uint16_t log);
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint16_t log	SPI 通信時のログ出力を指定する SPIESC_LOG_NONE : ログ出力しない SPIESC_LOG_DATA : 送受信データのログを出力する SPIESC_LOG_MSG : エラーが発生したときにステータス・レジスタに 設定されるエラーコードのログを出力する

SPIESC_LOG_DATA と SPIESC_LOG_MSG は OR 設定が可能です。

(4) 機能

SPI 通信を制御する上で必要となる初期化処理を行います。

ログ出力が指定された場合、printf 関数によりログの出力を行います。なお出力先は printf 関数の実装に依存します。

ログ出力はデバッグ時に使用してください。通常動作のときにログ出力を行うと受信データを取りこぼし通信エラーが発生する可能性があります。

(5) 戻り値

なし

5.9.3 SPI 通信開始処理

R_SPIESC_Start

(1) 概要

SPI 通信開始処理

(2) C 言語形式

```
void R_SPIESC_Start (void);
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

SPI 端子初期設定処理で指定されたチャンネルについて SPI 通信を開始します。

(5) 戻り値

なし

5.9.4 SPI 通信終了処理

R_SPIESC_Stop

(1) 概要

SPI 通信終了処理

(2) C 言語形式

```
void R_SPIESC_Stop (void);
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

SPI 端子初期設定処理で指定されたチャンネルについて SPI 通信を終了します。

(5) 戻り値

なし

5.9.5 SPI 送受信処理

R_SPIESC_Send_Receive

(1) 概要

SPI 送受信処理

(2) C 言語形式

MD_STATUS R_SPIESC_Send_Receive (uint32_t * Count);

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint32_t Count	送受信実行カウント値

(4) 機能

SPI 端子初期設定処理で指定されたチャンネルにて外部マイコン(Master)と SPI 送受信を行います。

外部マイコンから発行されたコマンドに従い、ESC または SPI 拡張レジスタのリード・ライトを行います。

通信待ちタイムアウトは送受信実行カウント値で判断します。

通信があった場合は直ちに関数を終了します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
MD_OK	正常終了
MD_ERROR1	タイムアウト発生
MD_ERROR2	SPI通信エラー発生 エラーコードはSPIMISC.STATUSに格納されている

6. サンプルプログラム

6.1 概要

本章では EC-1 リモート I/O ボードと EC-1 通信評価ボードを SPI インタフェースで接続して EtherCAT スレーブを構成するサンプルプログラムについて説明します。

- EC-1 リモート I/O ボードはリモート I/O アプリ、EtherCAT プロトコルスタックを実行する SPI マスタとして動作します。
- EC-1 通信評価ボードは ESC に対するハードウェアアクセスを実行する SPI スレーブとして動作します

6.2 ハードウェア構成

サンプルプログラムのハードウェア構成を図 6.1 に示します。

サンプルプログラムを動作させるときは EC-1 リモート I/O ボードと EC-1 通信評価ボードを表 6.1 に従い接続するようにしてください。なお配線はできるだけ短くするようにしてください。

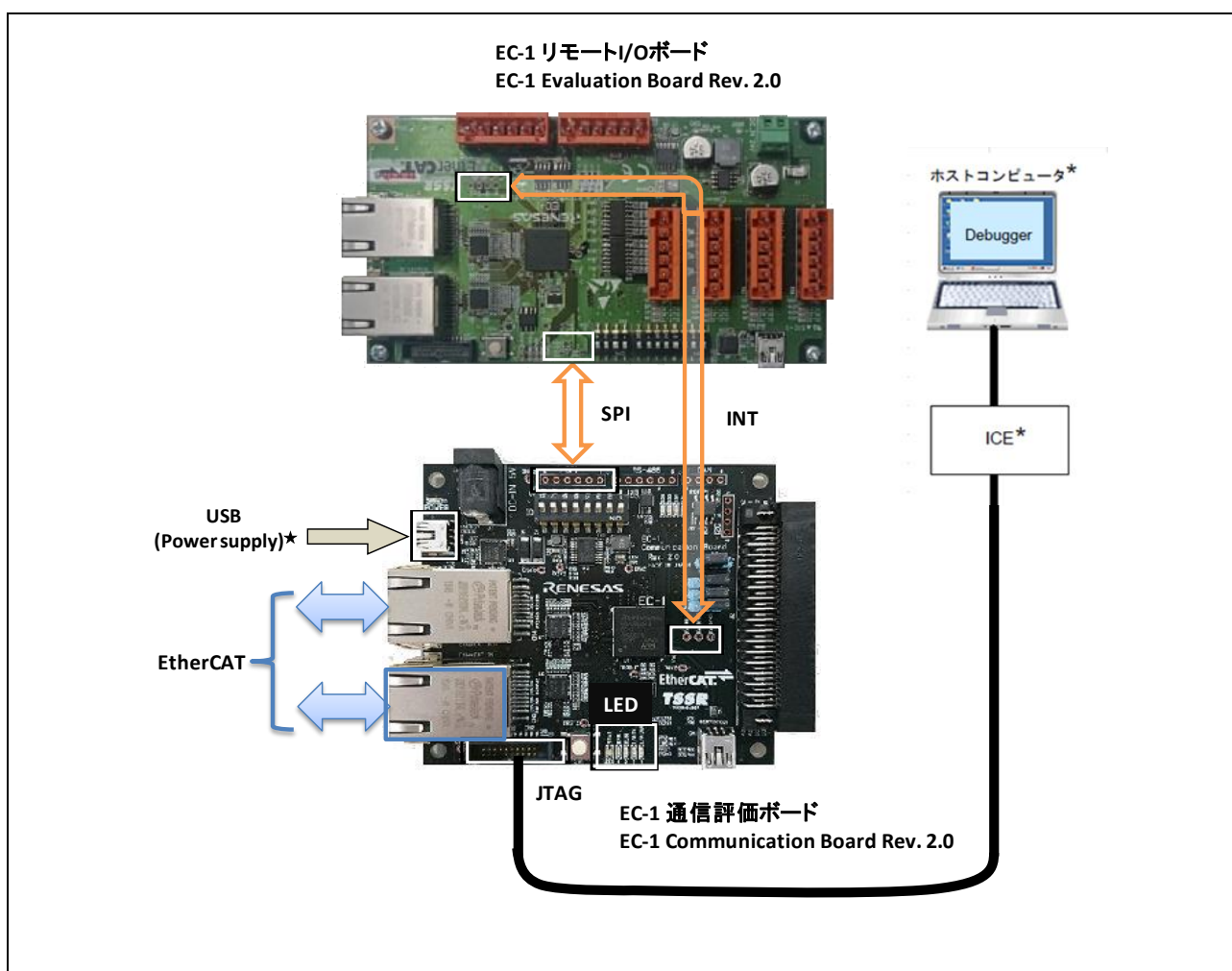


図 6.1 サンプルプログラムハードウェア構成

表 6.1 ボード端子接続

EC-1リモートI/Oボード(SPIマスタ)		EC-1通信評価ボード(SPIスレーブ)	
信号名	コネクタ端子番号 テストピン名	コネクタ端子番号 テストピン名	信号名
PG5/SSL10	J1 #7	J7 #4	P75/SSL00
PG4/MOSI1	J1 #5	J7 #3	PA1/MOSI0
PG3/MISO1	J1 #3	J7 #2	PA0/MISO0
PG2/RSPCK1	J1 #1	J7 #1	P77/SPCK0
IRQ4/P94	P94	CATIRQ	CATIRQ
IRQ13/95	P95	CATSYNC0	CATSYNC0
IRQ7/P97	P97	CATSYNC1	CATSYNC1

6.3 ソフトウェア構成

図 6.2 にサンプルプログラムのソフトウェア構成を示します。

- リモート I/O ボードサンプルプログラムは SPI マスタとして動作し、アプリケーション及び EtherCAT プロトコルスタック、ESC を SPI インタフェースでアクセスするためのドライバで構成されます。
- 通信評価ボードサンプルプログラムは SPI スレーブとして動作し、リモート I/O ボードからの指示に従い ESC にアクセスした結果を返します。

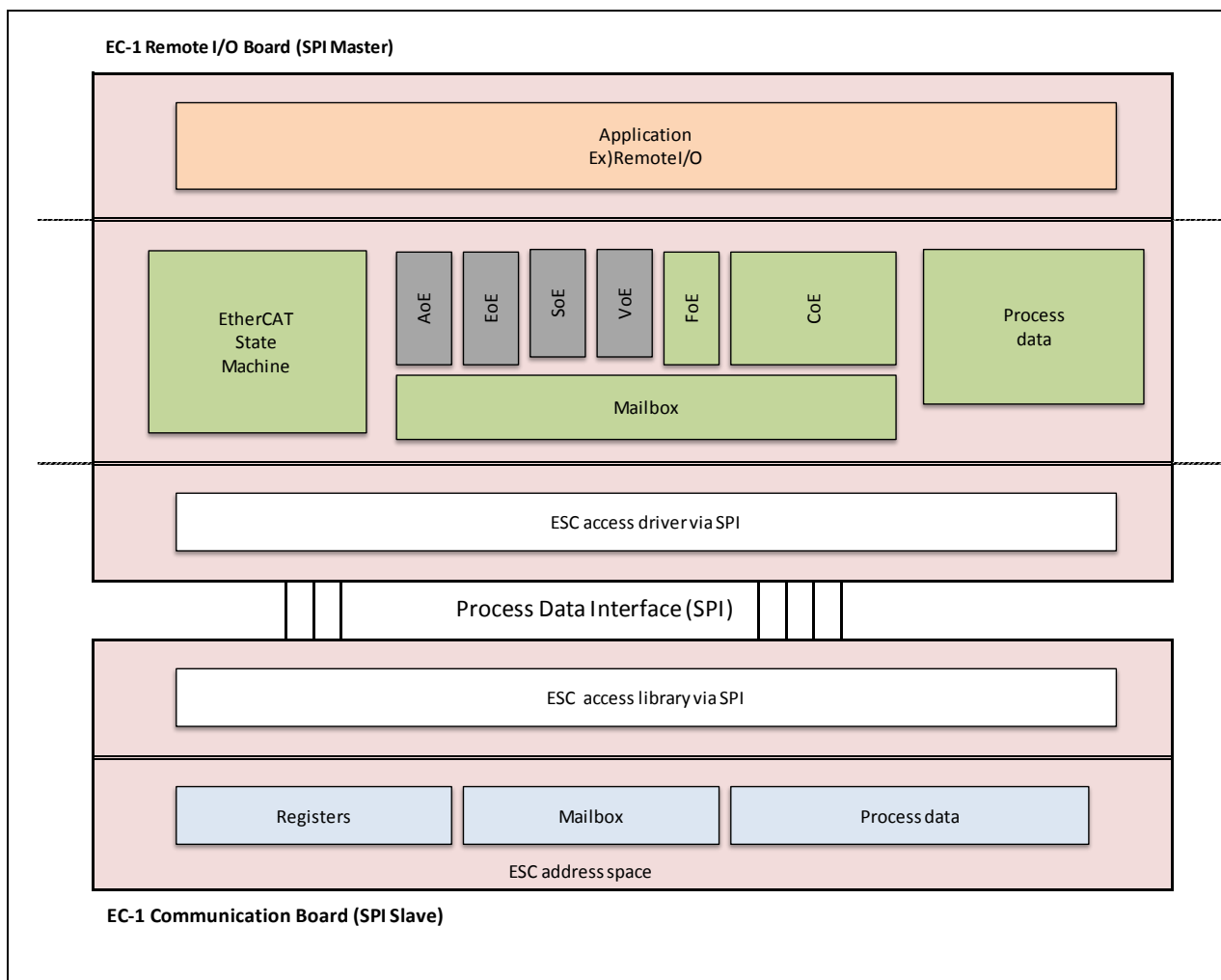


図 6.2 サンプルプログラムのソフトウェア構成

6.4 ディレクトリおよびファイル構成

6.4.1 リモート I/O ボードサンプルプログラム

EC-1 内蔵 ESC を使用しリモート I/O ボード単体で動作する通常版のサンプルプログラムをベースにしています。

表 6.2 に通常版のサンプルプログラムから本サンプルプログラムで追加もしくは変更したファイルを示します。その他のファイルにつきましては通常版と同じ構成です。

RSPI ドライバは SPI 通信仕様に基づき SPI マスターモード、転送速度 12.5Mbps で動作するように設定しています。

ESC をアクセスするためのハードウェアアクセスファイルである `renesashw.c`、`renesashw.h` を SPI インタフェースでアクセスするように変更しています。

表 6.2 リモート I/O サンプルプログラムのファイル構成

ディレクトリ	ファイル	内容	区分
rspi/src/	r_rsapi.c	RSPI CH1 SPI マスターモードドライバ	追加
	r_rsapi_user.c	RSPI ユーザー定義	追加
rspi/inc/	r_rsapi.h	RSPI ドライバのプロトタイプ宣言	追加
	spidefine.h	SPI、SPI 拡張レジスタ構造体/共用体定義	追加
SSC/	renesashw.h	ハードウェアアクセスファイルプロトタイプ宣言	変更
	renesashw.c	ハードウェアアクセスファイル	変更
SSC/Src/	main.c	リモート I/O サンプルメイン処理ソースファイル	変更

6.4.2 通信評価ボードサンプルプログラム

EC-1 ペリフェラルドライバパッケージをベースにしています。

表 6.3 から表 6.5 に通信評価ボードサンプルプログラムのために追加したファイルを示します。

(1) ./Include : インクルードファイル

表 6.3 通信評価ボードサンプルプログラムのファイル構成 (1)

ディレクトリ	ファイル	内容	区分
spi/	r_spi.h	SPI ドライバプロトタイプ宣言	追加
	r_spiesc.h	SPI ESC ドライバプロトタイプ宣言	追加
	spiesc.h	SPI、SPI 拡張レジスタ構造体/共用体定義	追加

(2) ./Library : ライブラリ

表 6.4 通信評価ボードサンプルプログラムのファイル構成 (2)

ディレクトリ	ファイル	内容	区分
./	libspiesc.a	SPI ESC アクセスライブラリ	追加

(3) ./Source/Project/spiesc_sample : サンプルアプリケーション

表 6.5 通信評価ボードサンプルプログラムのファイル構成 (3)

ディレクトリ	ファイル	内容	区分
../	main.c	ESCスレーブサンプルメイン処理ソースファイル	追加
	board_communication.c	EC-1通信評価ボード用設定ソースファイル	追加
IAR/	EC_1_spiesc_serial_boot.eww	IARプロジェクト・ファイル	追加
	EC_1_spiesc_serial_boot.ewd	IARプロジェクト関連ファイル	追加
	EC_1_spiesc_serial_boot.ewp	IARプロジェクト関連ファイル	追加
	EC_1_spiesc_ram_debug.eww	IARプロジェクト・ファイル	追加
	EC_1_spiesc_ram_debug.ewd	IARプロジェクト関連ファイル	追加
	EC_1_spiesc_ram_debug.ewp	IARプロジェクト関連ファイル	追加

6.5 チュートリアル

サンプルプログラムの動作確認手順について説明します。

6.5.1 使用準備

(1) ボード接続

EC-1 リモート I/O ボードと EC-1 通信評価ボードを SPI 信号と割り込み信号で接続してください。

接続配線につきましては本アプリケーションノートの「3.1 ハードウェア構成例」を参照してください。

(2) 通信評価ボードサンプルプログラム起動

EC-1 通信評価ボードの ESC SPI 接続ライブラリサンプルプログラムを起動してください。

サンプルプログラムの IAR プロジェクト・ファイルにつきましては本アプリケーションノートの「6.4.2 通信評価ボードサンプルプログラム」を参照してください。

サンプルプログラム全般につきましては「EC-1 アプリケーションノート ペリフェラルドライバ編」を参考にしてください。

(3) リモート I/O ボードサンプルプログラム起動

EC-1 リモート I/O ボードのサンプルプログラムを起動してください。サンプルプログラムの生成~起動につきましては「EC-1 アプリケーションノート リモート I/O 編」を参照してください。

備考1 プログラムの起動は EC-1 通信評価ボード (SPI スレーブ) → EC-1 リモート I/O ボード (SPI マスター) の順番で行ってください。

(4) EtherCAT 通信準備

EtherCAT 通信の準備につきましては「EC-1 アプリケーションノート リモート I/O 編」を参照してください。

6.5.2 TwinCAT との接続

TwinCAT の起動からリモート I/O に対するデータの Read/Write につきましては「EC-1 アプリケーションノート リモート I/O 編」を参照してください。

備考 2 通信評価ボードの通信ステータス LED の"ERR"が赤く点灯して TwinCAT の I/O デバイススキャンでデバイスが見つからない場合、SPI 通信が正常に動作していない可能性があります。
EC-1 通信評価ボードと EC-1 リモート I/O ボードの配線が正しいか、再度確認してください。
配線に問題無くても問題が解決しない場合、EC-1 リモート I/O ボード (SPI マスター) の SPI 転送速度を遅くして試してください。

7. 応用例—ET1100 からの移行

7.1 概要

本章では EtherCAT スレーブ・コントローラを Beckhoff 社の ET1100 から ESC SPI 接続ライブラリを組み込んだ EC-1 に移行する際に必要な項目について説明します。

図 7.1 に ET1100 と EC-1 の EtherCAT スレーブの構成例を示します。

表 7.1 に ET1100 と EC-1 の ESC の仕様比較を示します。

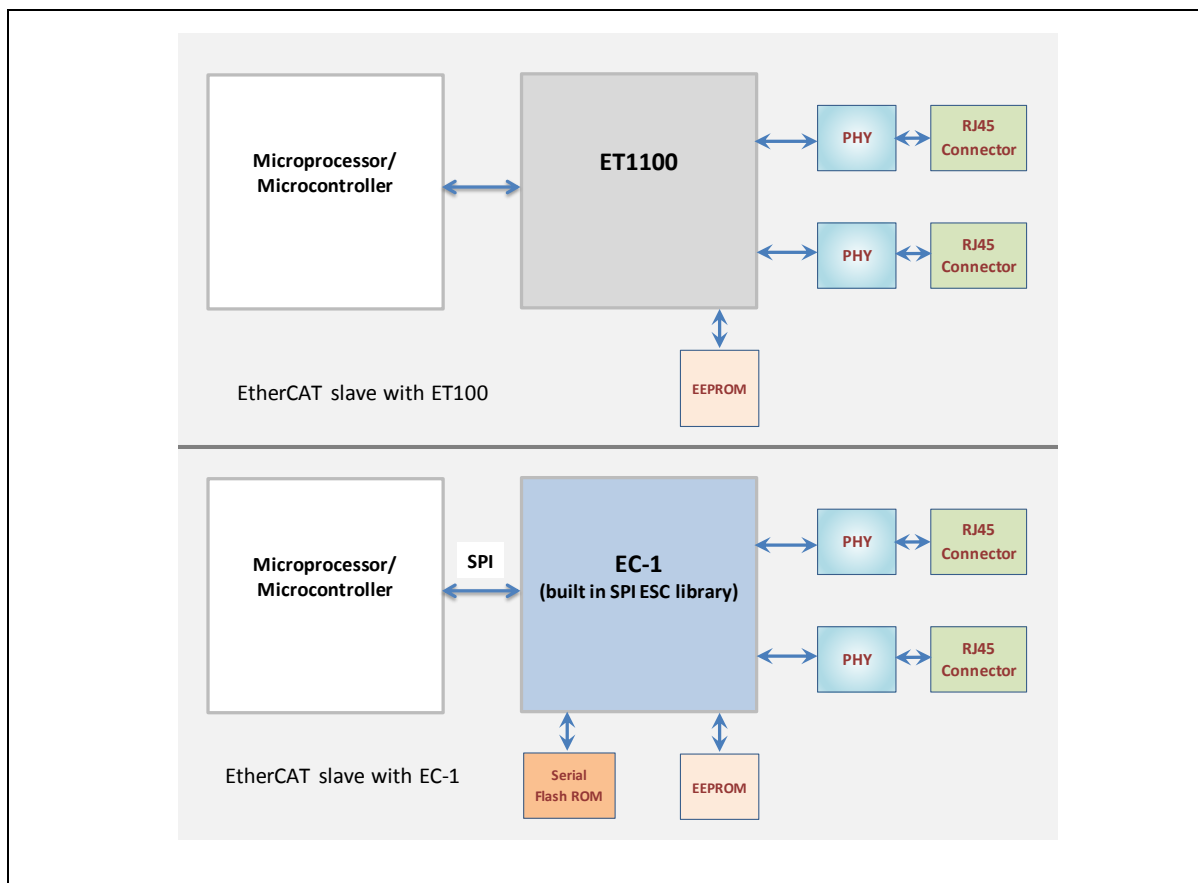


図 7.1 EtherCAT スレーブ構成例

表 7.1 ESC の仕様比較

特徴		ET1100	EC-1
ポート数		2-4	2
FMMU		8	8
Sync Manager		8	8
プロセスデータRAM {Kbyte}		8	8
分散クロック (Distributed Clock)		64bit	64bit
EBUS		有り(0-4)	無し
プロセスデータ インタフェース (PDI)	Digital IO	有り	無し
	SPI I/F	有り	本ライブラリで対応
	Host I/F	有り	無し

7.2 ハードウェア関連項目

外部マイコンが EC-1 と接続するためには SPI 通信で 4 本、外部割り込み入力信号で 3 本、計 7 本の信号が必要です。

表 7.2 に接続するために必要な信号とその信号を接続する EC-1 の端子名について示します。また、EC-1 通信評価ボードと接続する場合のコネクタ端子についても示しています。

なお、外部割り込み入力端子は立ち上がりエッジで割り込みを検出する端子を選択してください。

表 7.3 に EC-1 と接続するときの外部マイコンの SPI 仕様を示します。本表を参考に外部マイコンの SPI モジュールを設定してください。

表 7.2 EC-1 との接続信号

No.	外部マイコン		EC-1接続先	EC-1通信評価ボードでの接続先	
	信号名	アクティブ	端子名	端子名	コネクタ端子番号 テストピン名
1	SPIスレーブ選択出力	H	SSL00, SSL10	P75/SSL00	J7 #4
2	MOSI出力	---	MOSI0, MOSI1	PA1/MOSI0	J7 #3
3	MISO入力	---	MISO0, MISO1	PA0/MISO0	J7 #2
4	SCK出力	---	RSPCK0, RSPCK1	P77/SPCK0	J7 #1
5	外部割り込み入力 1	H	CATIRQ	CATIRQ	CATIRQ
6	外部割り込み入力 2	H	CATSYNC0	CATSYNC0	CATSYNC0
7	外部割り込み入力 3	H	CATSYNC1	CATSYNC1	CATSYNC1

表 7.3 EC-1 接続時の SPI 仕様

項目	内容
通信方式	4線式SPI
転送モード	マスタモード
通信方式	全2重方式
信号極性	スレーブ選択信号：アクティブLow シリアルクロック信号：アイドル時Low
転送フレーム	16ビット×3ワード
フォーマット	MSBファースト
データサンプリングタイミング	シリアルクロックの立下りエッジ
最大転送レート	18.75Mbps
CPHA, CPOL設定	CPHA=1, CPOL=0

7.3 ソフトウェア関連項目

外部マイコンから SPI インタフェースを経由して EC-1 の ESC および SPI 拡張レジスタにアクセスする手順について説明します。

SPI インタフェースの仕様については本アプリケーションノートの「4 SPI インタフェース」を参照ください。

7.3.1 レジスタリードシーケンス

図 7.2 に RD コマンドを使った ESC および SPI 拡張レジスタをリードするためのシーケンスを示します。

RD コマンドを単発で用いて、直ちにリード結果を取得することができます。

1 度にリードできるのは、1 バイト/2 バイト/4 バイトです。

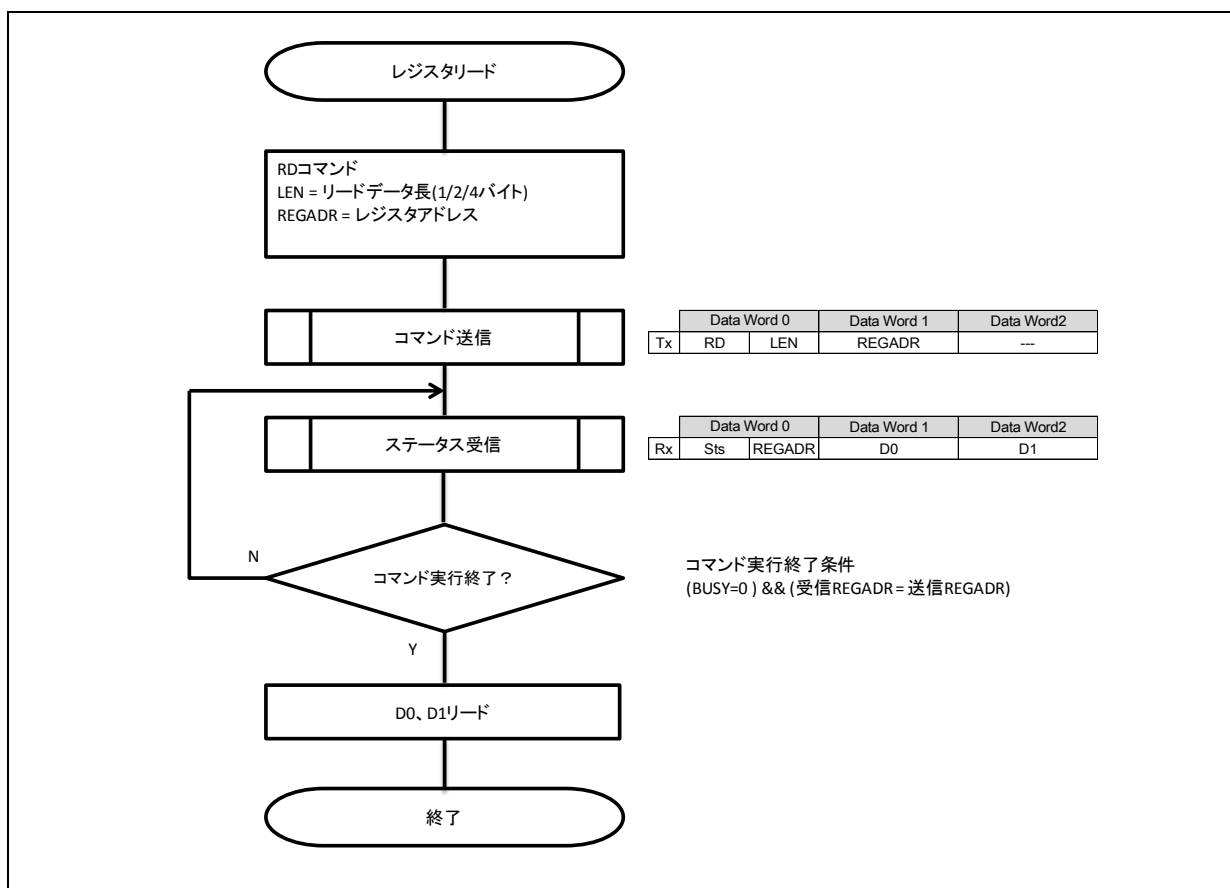


図 7.2 レジスタリードシーケンス

7.3.2 レジスタライトシーケンス

図 7.3 に WR コマンドを使った ESC および SPI 拡張レジスタをライトするためのシーケンスを示します。WR コマンドを単発で用いて、直ちにライトデータを反映することができます。1 度にライトできるのは 1 バイト / 2 バイトです。4 バイトライトはできませんので注意してください。

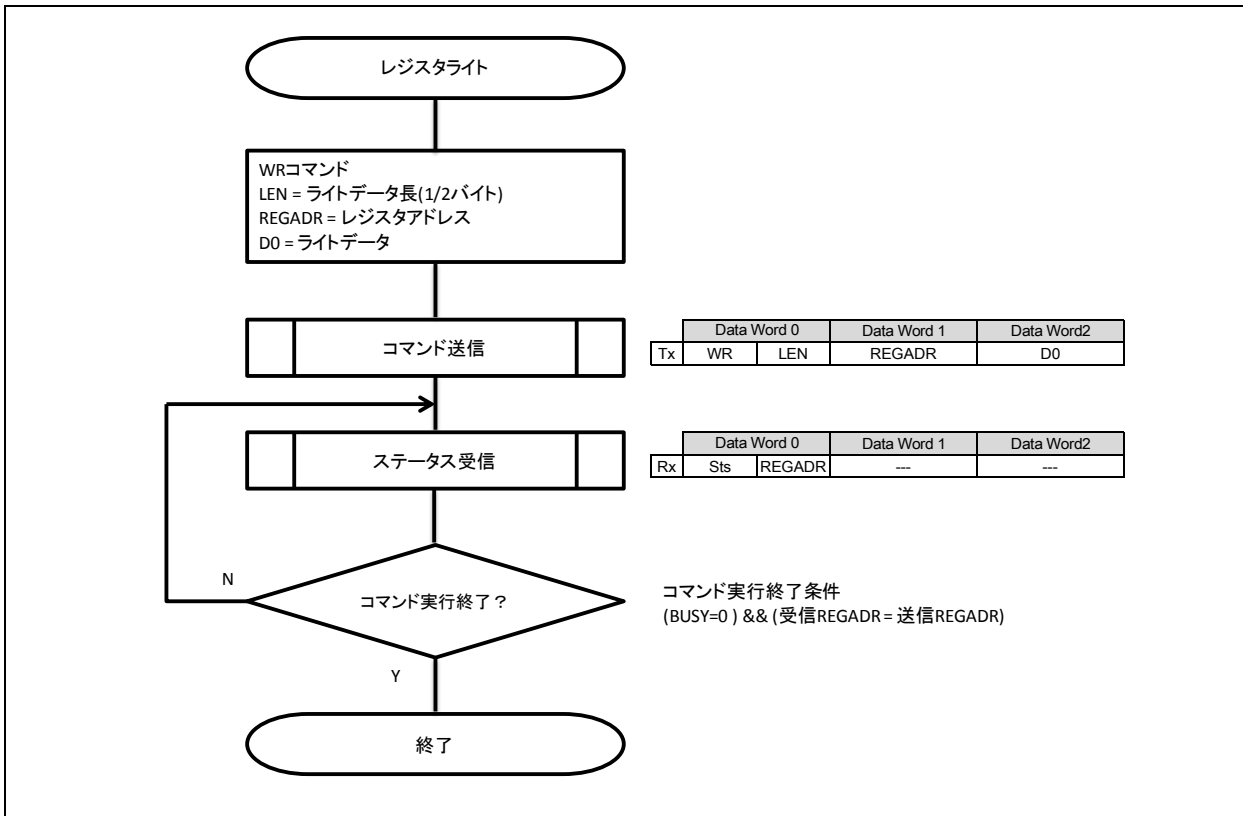


図 7.3 レジスタライトシーケンス

7.3.3 プロセスデータ RAM 連続リードシーケンス

図 7.4 に ESC のプロセスデータ RAM のデータを連続的にリードするシーケンスを示します。

SQRD コマンドと DTRD コマンドを用います。

最初に SQRD コマンドでリードしたいプロセスデータ RAM の先頭アドレスとデータ長(最大 255 バイト)を指定します。

EC-1 は SQRD コマンドを受信すると指定されたプロセスデータ RAM 領域をリードして拡張レジスタのシーケンシャルデータ・レジスタにデータを格納します。

次に単発の DTRD コマンドによる空読み(ダミーリード)を実行してください。その後、シーケンシャルデータ・レジスタに格納されたデータを取得します。DTRD コマンドによるデータ受信の際はコマンドの実行終了確認は不要であり、データを連続的に受信することができます。

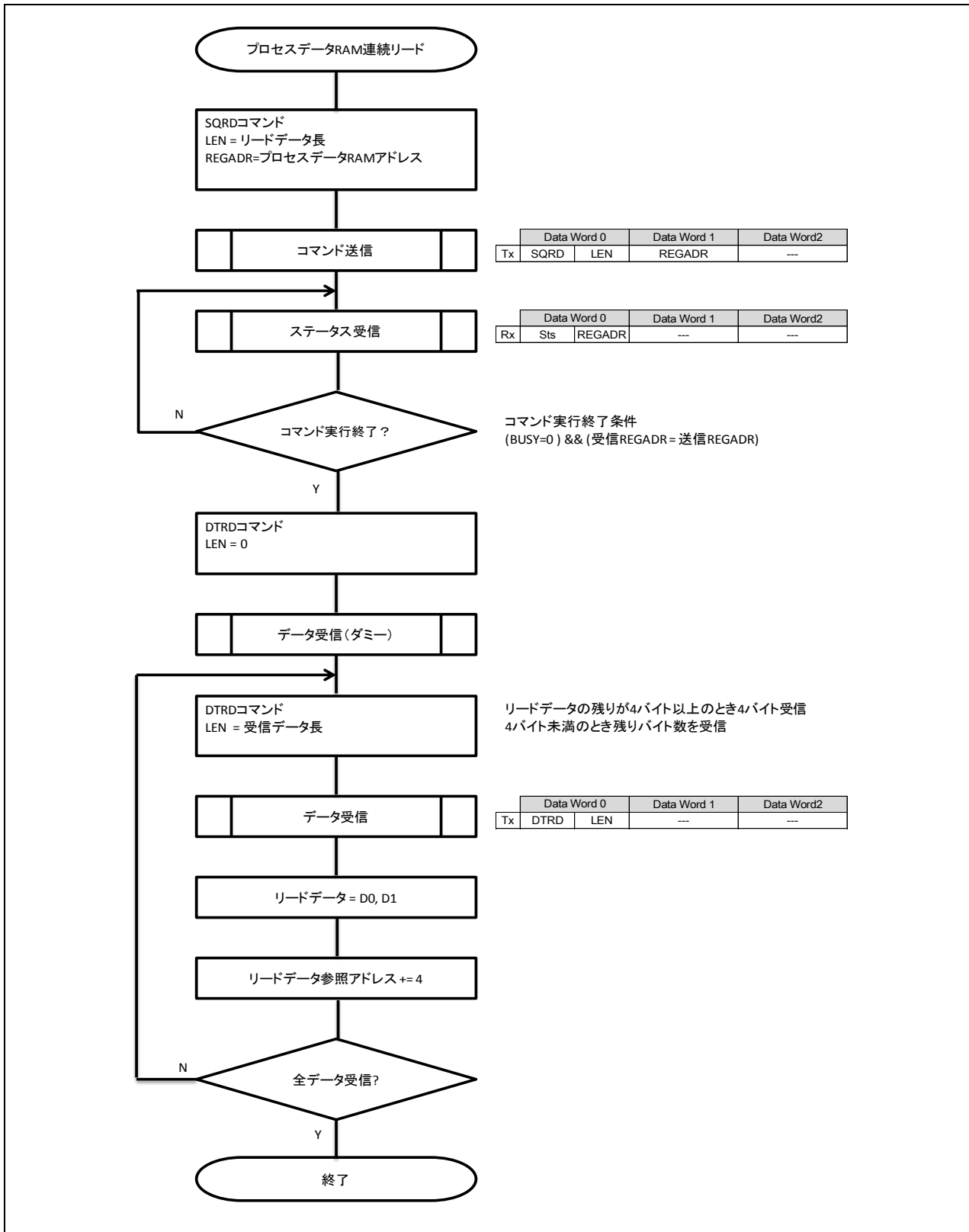


図 7.4 プロセスデータ RAM 連続リードシーケンス

7.3.4 プロセスデータ RAM 連続ライトシーケンス

図 7.5 に ESC のプロセスデータ RAM に連続的にデータをライトするシーケンスを示します。

DTWR コマンドと SQWR コマンドを用います。

最初に DTWR コマンドでライトしたい全てのデータをシーケンシャルデータ・レジスタに格納します。DTWR コマンドによるデータ送信の際はコマンドの実行終了確認は不要であり、データを連続的に送信することができます。

次に SQWR コマンドでプロセスデータ RAM の先頭アドレスとデータ長(最大 255 バイト)を指定します。

EC-1 は SQWR コマンドを受信すると拡張レジスタのシーケンシャルデータ・レジスタに格納したデータを指定されたプロセスデータ RAM にライトします。

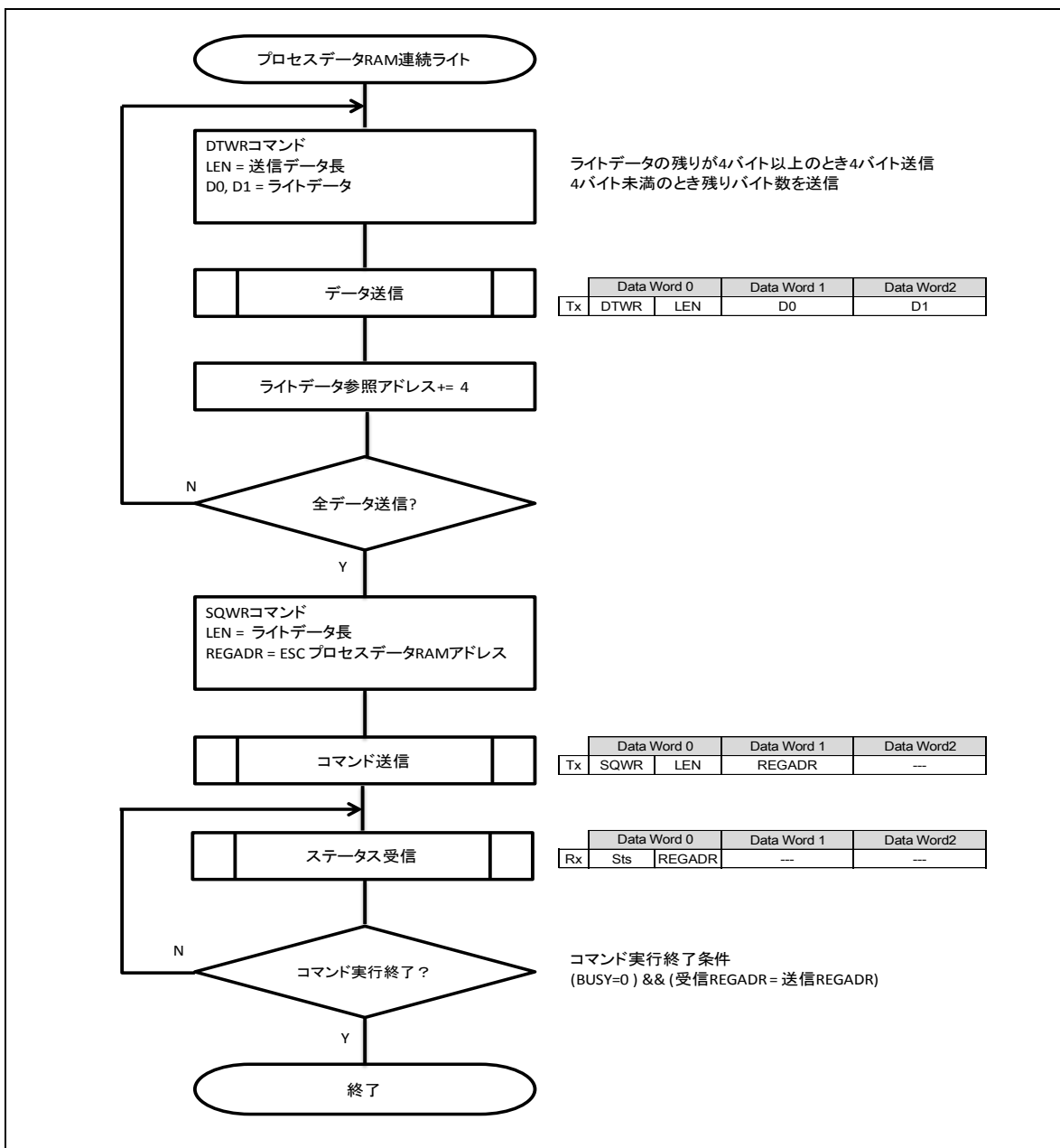


図 7.5 プロセスデータ RAM 連続ライトシーケンス

7.3.5 拡張レジスタ：起動確認シーケンス

EtherCAT プロトコルを実行する前に EC-1 との SPI 通信が問題なく行えることを確認してください。

図 7.6 に起動確認シーケンスを示します。

RD コマンドを用いて拡張レジスタのデバイス ID レジスタ(0x3000)を 4 バイトリードします。'EC-1' (0x45435E31)が読み出せていれば正常に通信が行えています。

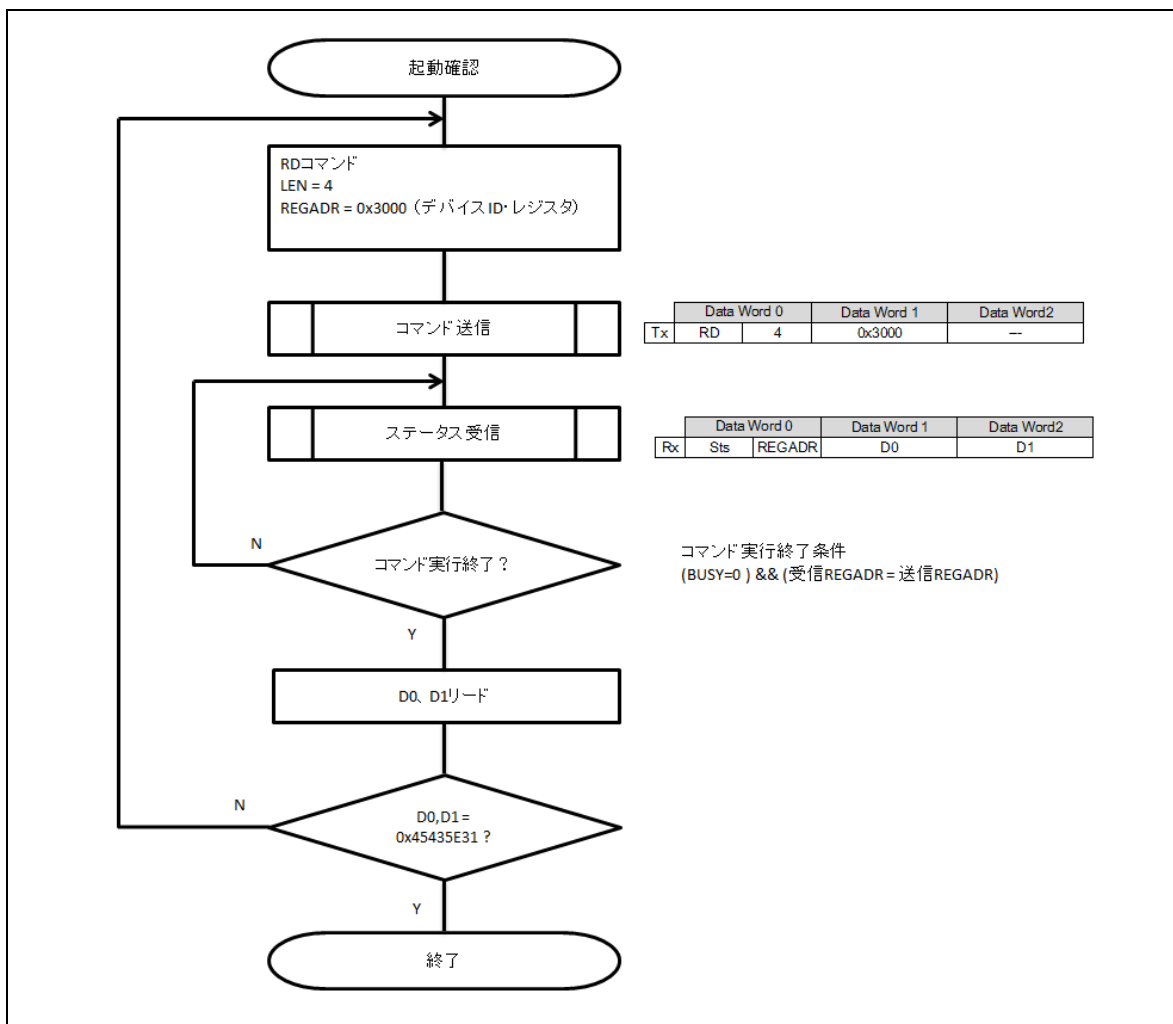


図 7.6 起動確認シーケンス

7.3.6 拡張レジスタ：ソフトウェアリセットシーケンス

図 7.7 に EC-1 のソフトウェアリセットシーケンスを示します。

WR コマンドを用いて拡張レジスタのコントロールレジスタ(0x3008)にソフトウェアリセットを実行させるためのコード(0x0080)を2バイトライトします。

EC-1 はコマンドを受信すると直ちにソフトウェアリセットを実行します。

EC-1 が再起動する間は SPI 通信は行えません。ウェイトしてから起動確認シーケンスを実行するようにしてください。

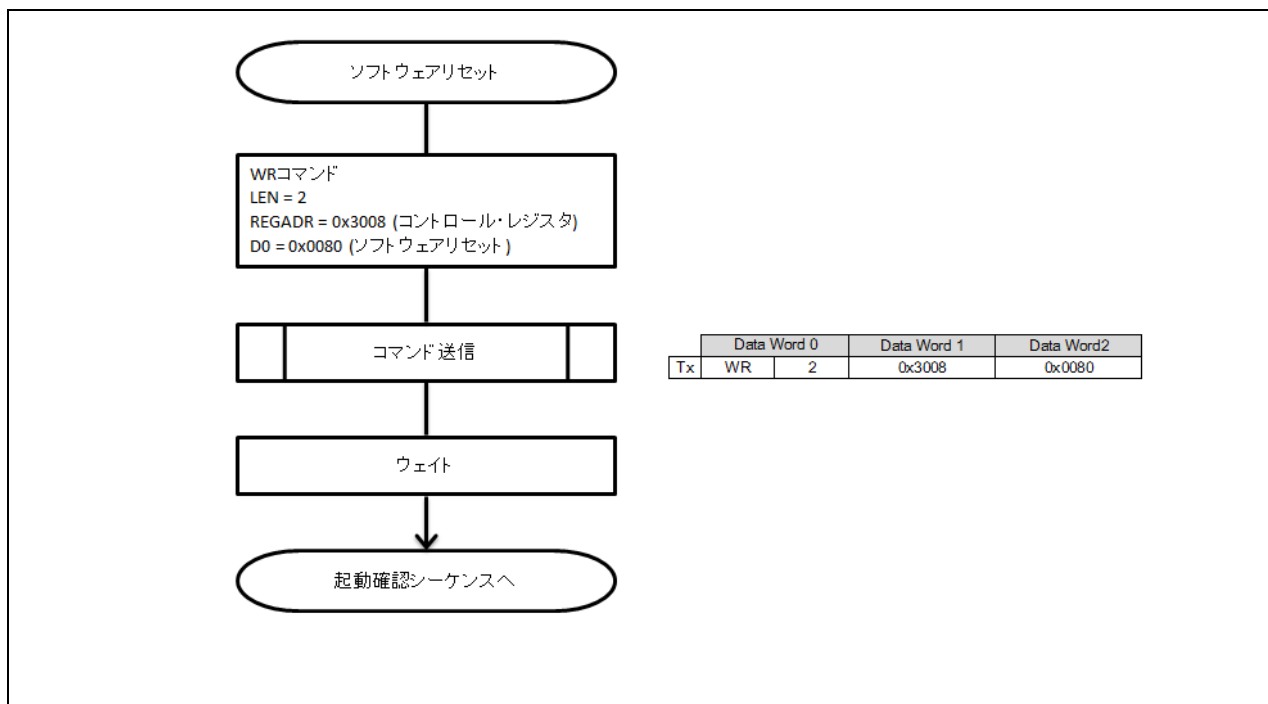


図 7.7 ソフトウェアリセットシーケンス

7.4 スレーブスタックコード関連項目

7.4.1 ハードウェアアクセスファイル

リモート I/O ボードサンプルプログラムでは EC-1 の ESC を SPI インタフェースでアクセスするためのハードウェアアクセスファイルを用意しています。

表 7.4 に EC-1 用ハードウェアアクセスファイルを示します。

ET1100 用のハードウェアアクセスファイルを表のファイルに置き換えることができます。

表 7.4 EC-1 用ハードウェアアクセスファイル

ディレクトリ	ファイル	内容
SSC/	renesashw.h	SPIインタフェースESCアクセスドライバプロトタイプ宣言
	renesashw.c	SPIインタフェースESCアクセスドライバ

EC-1 用ハードウェアアクセスファイルは EC-1 のハードウェアで動作するようになっているため、使用する外部マイコンのハードウェアに合わせて変更する必要があります。

表 7.5 に変更が必要な関数と使用しているハードウェアのモジュールを示します。

表 7.5 変更が必要な関数

関数名	機能概要	使用モジュール
HW_Init	ハードウェア初期化	タイマーモジュール
HW_GetTimer	タイマー値取得	タイマーモジュール
HW_ClearTimer	タイマー値クリア	タイマーモジュール
DISABLE_ESC_INT	割り込み許可	割り込みコントローラ
ENABLE_ESC_INT	割り込み禁止	割り込みコントローラ
rspi_xfer	SPI送受信	SPIモジュール

EC-1 用ハードウェアアクセスファイルでは ESC レジスタのリードライト関数は割り込みハンドラからの実行、メインからの実行、いずれの場合も同じ処理内容にしています。

表 7.6 に割り込みハンドラから実行されるリードライト関数を示します。
割り込みを考慮する場合は必要に応じて変更してください。

表 7.6 検討を要する関数

関数名	機能概要
HW_GetALEventRegister_Isr	ALイベントレジスタリード
HW_EscReadIsr	ESCバイト連続リード
HW_EscReadDWordIsr	ESC 32ビットリード
HW_EscReadWordIsr	ESC 16ビットリード
HW_EscReadByteIsr	ESC 8ビットリード
HW_EscWriteIsr	ESCバイト連続ライト
HW_EscWriteDWordIsr	ESC 32ビットライト
HW_EscWriteWordIsr	ESC 16ビットライト
HW_EscWriteByteIsr	ESC 8ビットライト

表 7.7 に EC-1 用ハードウェアアクセスファイルが前提としている ecat_def.h に含まれるハードウェア構成定義を示します。

必要に応じてスタックコードを変更してください。

表 7.7 ハードウェア構成定義

定義名	値
CONTROLLER_16BIT	0
CONTROLLER_32BIT	0
ESC_16BIT_ACCESS	0
ESC_32BIT_ACCESS	0
MBX_16BIT_ACCESS	0
MEM_ADDR	UINT8
GET_MEM_SIZE (ByteSize)	(ByteSize)

7.4.2 ESI ファイル変更

ESC のハードウェア構成に依存する記述箇所を EC-1 向けに変更する必要があります。

表 7.8 に ESI ファイルの変更箇所と値を示します。

表 7.8 ESI ファイル変更箇所

Type	エレメント	データ	説明
Eeprom	ConfigData	800E42EE10270000	EEPROMのコンフィグレーションエリアの値

7.4.3 起動確認シーケンス追加

スレーブスタックを動作する前に EC-1 と SPI 通信が行えることを確認してください。

起動確認シーケンスについては「7.3.5 拡張レジスタ：起動確認シーケンス」を参照してください。

8. 参考ドキュメント

8.1 関連文書一覧

本書に関連する文書を以下に示します。

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。

- EC-1 ユーザーズマニュアル ハードウェア編
- EC-1 アプリケーションノート 通信ボード編
- EC-1 アプリケーションノート リモート I/O 編
- EC-1 アプリケーションノート ペリフェラルドライバ編

8.2 本書と関連文書の関係

本書と関連する文書との関係について補足します。

- EC-1 ユーザーズマニュアル ハードウェア編
EC-1 のハードウェア仕様を記載しています。
- EC-1 アプリケーションノート 通信ボード編
サンプルプログラムが動作する通信ボードの仕様を記載しています。
- EC-1 アプリケーションノート リモート I/O 編
リモート I/O サンプルプログラムの使用方法を記載しています。
- EC-1 アプリケーションノート ペリフェラルドライバ編
EC-1 で使用できるドライバとサンプルプログラムについて記載しています。

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/contact/>

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。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2017.02.07	-	初版発行

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うと、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。型名が違う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。

○ARM および Cortex は、ARM Limited（またはその子会社）の EU またはその他の国における登録商標です。 All rights reserved.

○Ethernet およびイーサネットは、富士ゼロックス株式会社の登録商標です。

○IEEE は、the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. の登録商標です。

○TRON は” The Real-time Operation system Nucleus” の略称です。

○ITRON は” Industrial TRON” の略称です。

○ μ ITRON は” Micro Industrial TRON” の略称です。

○TRON、ITRON、および μ ITRON は、特定の商品ないし商品群を指す名称ではありません。

○EtherCAT®は、ドイツ Beckhoff Automation GmbH によりライセンスされた特許取得済み技術であり登録商標です。

○その他、本資料中の製品名やサービス名は全てそれぞれの所有者に属する商標または登録商標です。

ご注意書き

- 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生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
 - 当社製品、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またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また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。
 - 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、その他の不適切に使用しないでください。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。
 - 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）、交通制御（信号）、大規模通信機器、
金融端末基幹システム、各種安全制御装置等
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（宇宙、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に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損害が生じて、当社は一切その責任を負いません。
 - 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合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。
 - 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を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他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。
 - 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。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。
 - 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、(1)核兵器、化学兵器、生物兵器等の大量破壊兵器およびこれらを運搬することができるミサイル（無人航空機を含みます。）の開発、設計、製造、使用もしくは貯蔵等の目的、(2)通常兵器の開発、設計、製造または使用の目的、または(3)その他の国際的な平和および安全の維持の妨げとなる目的で、自ら使用せず、かつ、第三者に使用、販売、譲渡、輸出、賃貸もしくは使用許諾しないでください。
当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
 - お客様の転売、貸与等により、本書（本ご注意書きを含みます。）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、当社は一切その責任を負わず、お客様にかかる使用に基づく当社への請求につき当社を免責いただきます。
 - 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。
 - 本資料に記載された情報または当社製品に関し、ご不明点がある場合には、当社営業にお問い合わせください。
- 注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。
- 注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.3.0-1 2016.11)



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。
総合お問合せ窓口：<https://www.renesas.com/contact/>