

AVR1309 : XMEGA SPIの使い方

要点

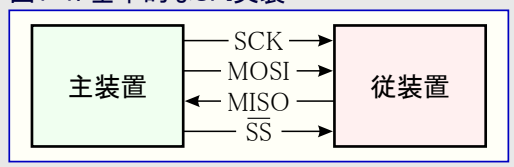
- SPIとXMEGA®への導入
- XMEGA SPI部署の初期設定と使用
- 部署ドライバの実装
 - ・ ホーリング主装置
 - ・ 割り込み制御された主装置
 - ・ ホーリング従装置
 - ・ 割り込み制御された従装置
- 割り込み制御とホーリングのドライバ用のコード例

1. 序説

本応用記述はAVR® XMEGAのSPI部署の初期設定と使用の方法を記述します。割り込み制御とホーリングの両方のCコードドライバと例が主装置と従装置の応用に対して含まれています。

直列バスは並列バスに対してもっとも好まれています。配線がより簡単で、直列インターフェースの効率増加のため、並列転送の速度優位性があまり重要でなくなっています。直列インターフェースを使用する代表的な周辺部は(A/DとD/A)変換器、(RAMとEEPROM)メモリ、実時間クロック、感知器と、LCD,CAN,USBなどに関するその他制御器です。

図1-1. 基本的なSPI実装



2. SPIバス

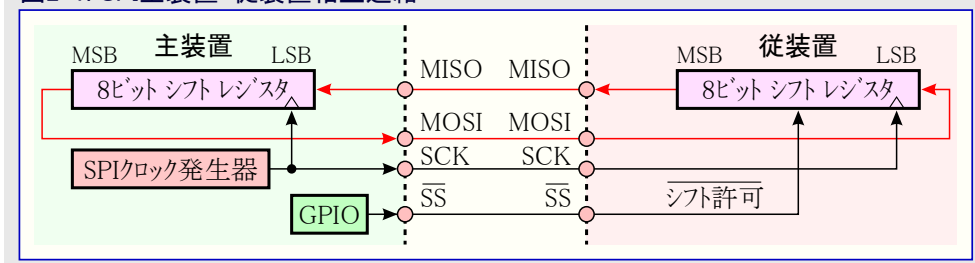
直列周辺インターフェース(SPI)は主/従関係での同期直列転送で主に用いられます。主装置が転送を始めて制御し、一方従装置は応答します。

SPIは全二重インターフェースで、低費用で主装置と従装置間的高速通信を可能にします。SPIは高位規約仕様を持たず、これはオーバーヘッドが殆どないことを意味します。欠点は応答と流れ制御がなく、主装置が従装置の存在さえも知っていなければならないことです。

2.1. データ線と制御線

標準的なSPI形態は2つの制御線と2つのデータ線を使用します。データ線はMOSI(主装置出力、従装置入力)とMISO(主装置入力、従装置出力)で、各々の方向でデータを転送します。制御線はSCK(SPIクロック)とSS(従装置選択)です。SSが使用される場合、主装置はこの線をLowに引くことによって従装置を選択し、そしてクロック信号を供給します。今やデータが両方向で同時に転送され、各バイトの意味を明確に定義するためにより高位の規約へ上げます。

図2-1. SPI主装置-従装置相互連絡



8ビット AVR®
マイクロコントローラ

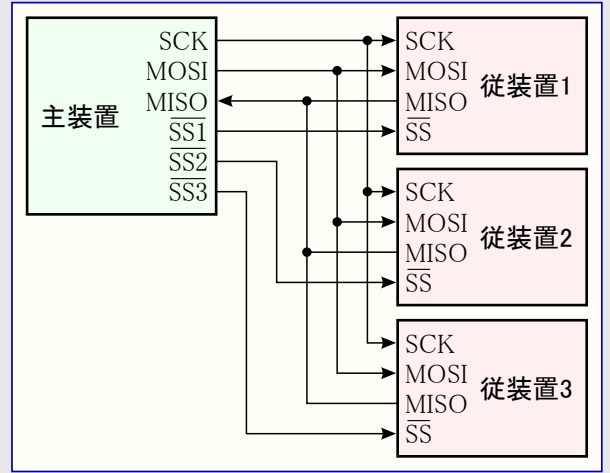
応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、ATMEL社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 8057A-02/08, 8057AJ4-03/14

複数の従装置が存在し、個別に指定されるべきなら、主装置は各従装置に対してSS信号を生成しなければなりません。これは図2-2.で図解されます。

図2-2. 複数従装置実装



2.2. 動作種別と形態設定

装置の柔軟性を重要視するSPI通信には公式仕様がありません。クロック極性(CPOL)とクロック位相(CPHA)がデータの設定と採取の点を決め、それらは通信を行う装置に対して同じ形態設定でなければなりません。

SPIの動作種別と形態設定についてのより多くの情報に関してはXMEGA SPIデータシートをご覧ください。

表2-1. SPI転送動作種別

SPI動作種別	形態設定		SCK先行端		SCK後行端	
	CPOL	CPHA				
0	0	0	上昇端	入力採取	下降端	出力設定
1	0	1	上昇端	出力設定	下降端	入力採取
2	1	0	下降端	入力採取	上昇端	出力設定
3	1	1	下降端	出力設定	上昇端	入力採取

3. XMEGAのSPI部署

XMEGAのSPI部署はXMEGAと他のSPI装置間の高速データ転送用に設計されています。制御ビットは完全な接続を可能にする柔軟な形態設定を許します。

3.1. レジスタ

SPI部署は表3-1.で一覧にされる支援レジスタと共にポーレート発生器、状態と制御の論理回路から成ります。

割り込みレベルビットの例外を除いて、全ての制御ビットはCTRLに配置されています。2つの割り込みレベルビットはINTCTRLで得られ、SPI割り込みと上書きのフラグはSTATUSで得られます。

DATAレジスタはデータ転送用の読み書きレジスタです。このレジスタ読み込みはSPIポインタレジスタ内の現在のデータを返し、一方書き込みはデータ送信を開始します。システムは送信方向での単一緩衝と受信方向での2重緩衝です。その結果として、シフト周期が完全に完了する前に新しいデータをDATAレジスタに書いてはなりません。データ損失を避けるため、受信したキャラクタは次のキャラクタが完全にシフト入力される前にDATAから読まれなければなりません。

表3-1. SPI部署レジスタ

レジスタ名	C構造体と要素
SPI制御レジスタ	SPIx.CTRL
SPI割り込み制御レジスタ	SPIx.INTCTRL
SPI状態レジスタ	SPIx.STATUS
SPIデータレジスタ	SPIx.DATA

3.2. SSピン

主装置動作でのSSピンはソフトウェアから完全に形態設定可能で、代表的には次の3つの任意選択の1つとして使用されます。

- ・バスをアクセスする他の主装置からの(割り込み)入力
- ・従装置へのSS信号出力
- ・汎用出力

SPI部署のSSピンが入力して形態設定された場合、その機能は上の最初の任意選択のようになります。このSS入力機能はSPI部署ハードウェアから制御され、SSピンは主装置SPI動作を保証するためにHighに保持されなければなりません。SPIバスを使用する他の主装置によってLowに引かれた場合、SPI部署は従装置動作への移行と同時にSCKとMOSI線を駆動しないことによってバス衝突を避けます。従装置動作移行はSPI割り込み要求フラグの設定(1)によって合図され、許可されていれば割り込みが生成されます。

出力としてのSSピン形態設定は最後の2つの代表的任意選択を可能にし、両方ともにソフトウェアから制御され、SPI部署動作に影響を及ぼしません。SSピンはそれが出力として形態設定された時に他のどのGPIOピンとも違いはありません。

度々多数の従装置が同じバスに接続される一方で、応用は一度に1つの従装置を指定します。図2-2.で図解されるように、これは各従装置に対して1つの多数のGPIOピンの使用、または必要なピン数を削減する或る外部論理回路を通して行うことができます。

4. SPIドライバ

本応用記述に含まれたドライバは主装置と従装置に対してポーリングと割り込み制御のSPI操作を支援します。このドライバはXMEGAのSPI部署での始めと素早い試作に対して意図されています。

4.1. ファイル

SPIドライバソースコードは次のファイルから成ります。

- `spi_driver.c` : ドライバソースファイル
- `spi_driver.h` : ドライバヘッダファイル

利用可能なドライバインターフェース関数とそれらの使用の完全な概要についてはソースコードの資料を参照してください。

5. コード例

含まれている2つのコード例は割り込み駆動とポーリング操作に関するSPIドライバの使用法を示します。両例で、SPICが主装置として使用され、一方SPIDは従装置として扱います。

5.1. ファイル

SPIコード例は次のファイルを含みます。

- `spi_interrupt_example.c` : 割り込み駆動SPI操作例
- `spi_polled_example.h` : ポーリングSPI操作例

5.2. 割り込み駆動

割り込み駆動コード例は主装置と従装置の実証にSPIドライバを使用します。そしてデータパケットが初期化されて従装置へ送られます。従装置でデータが受信されると、割り込み処理ルーチン(ISR)はデータレジスタに置き戻す前にデータを増加(+1)し、主装置へシフトし戻す準備を整えます。主装置割り込み処理部はデータパケットに含まれるバイト数を転送します。データ転送に対する完了フラグが設定(1)されると、主装置は正しい値を受信したことを検証します。

5.3. ポーリング

ポーリングコード例は主装置と従装置の実証にSPIドライバを使用します。この例は2つの部分に分かれます。

最初は、主装置がその時に1バイトを従装置へ送り、従装置はそのバイトを増加(+1)してシフトレジスタに置きます。主装置は従装置からのバイトを取得するために擬似バイトを送出します。その後主装置は正しい値を受信したことを検証します。

第2部分ではデータパケットが初期化されて従装置へ送られます。従装置はデータを操作せず、それは転送された新しいデータとして従装置へシフトし戻されます。パケット全体が送出されると、主装置は(主装置へシフトし戻されていない最終バイトを除いて)受信したバイトが送ったバイトと一致することを検証します。

6. Doxygen資料化

全てのソースファイルはDoxygenを使用する自動資料生成用に準備されています。Doxygenは特別なキーワードを使用してソースコードを分析することによって、ソースコードから資料を作成するツールです。Doxygenについてのより多くの詳細に関しては<http://www.doxygen.org>を訪ねてください。予めコンパイルされたDoxygen資料は本応用記述に伴うソースコードと共に供給され、ソースコードフォルダの`readme.html`ファイルから利用可能です。



本社

Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 487-2600

国外営業拠点

Atmel Asia

Unit 1-5 & 16, 19/F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2245-6100
FAX (852) 2722-1369

Atmel Europe

Le Krebs
8, Rue Jean-Pierre Timbaud
BP 309
78054 Saint-Quentin-en-
Yvelines Cedex
France
TEL (33) 1-30-60-70-00
FAX (33) 1-30-60-71-11

Atmel Japan

104-0033 東京都中央区
新川1-24-8
東熱新川ビル 9F
アトメル ジャパン株式会社
TEL (81) 03-3523-3551
FAX (81) 03-3523-7581

製品窓口

ウェブサイト

www.atmel.com

技術支援

avr@atmel.com

販売窓口

www.atmel.com/contacts

文献請求

www.atmel.com/literature

お断り: 本資料内の情報はATMEL製品と関連して提供されています。本資料またはATMEL製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。ATMELのウェブサイトに位置する販売の条件とATMELの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、ATMELはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえATMELがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益の損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してATMELに責任がないでしょう。ATMELは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。ATMELはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、ATMEL製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。ATMEL製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

© Atmel Corporation 2008. 全権利予約済 ATMEL®、ロゴとそれらの組み合わせ、AVR®とその他はATMEL Corporationの登録商標、XMEGA®とその他は商標またはその付属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

© HERO 2014.

本応用記述はATMELのAVR1309応用記述(doc8057.pdf Rev.8057A-02/08)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。