

序説

直列周辺インターフェース(SPI:Serial Peripheral Interface)はAtmel® AVR®デバイスと周辺装置間、または各種AVRデバイス間的高速同期データ転送を可能にします。SPIの能力は容易な使用、高い通信速度を含み、そして膨大な量の周辺装置がこれを支援します。

Atmel ATmega169, ATtiny26, ATtiny2313のようなデバイス上の多用途直列インターフェース(USI:Universal Serial Interface)単位部は専用の3線動作を持ちます。USIは同期直列通信で必要とする基本的なハードウェア資源を提供します。最小の制御ソフトウェアと組み合わせたUSIはソフトウェアだけに基く解決策よりも、より高い転送速度、低いCPU負荷、一般的により少ないコード空間を費やします。

この応用記述は完璧なドライバとこのドライバの使用例の形式でSPIインターフェース実装を説明します。ドライバはSPI動作種別0と1に従って転送を処理します。

図1. 応用構成例



要点

- SPI主装置と従装置用Cコードドライバ
- USI単位部使用
- SPI動作種別0と1を支援

目次

序説	1
要点	1
1. 理屈	3
2. 直列周辺インターフェース	3
3. SPIデータ転送形式	3
4. 多用途直列インターフェース	4
5. 実装	5
6. 文献参照	6
7. 改訂履歴	6

1. 理屈

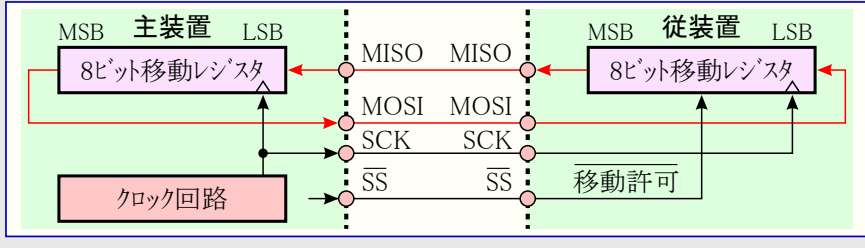
本章はSPIインターフェースとUSI単位部の短い説明を与えます。より多くの詳細情報についてはデータシートを参照してください。

2. 直列周辺インターフェース

直列周辺インターフェースはAVRデバイスと周辺装置間、または各種AVRデバイス間的高速同期データ転送を可能にします。

SPIでの主装置と従装置間の相互連結が下図で示されます。システムは2つの移動レジスタと主装置クロック発生器から成ります。SPI主装置は望む従装置の従装置選択(SS)ピンをLowに引っ張る時に通信周期を始めます。主装置と従装置はそれらの各々の移動レジスタに送るべきデータを準備し、データを相互交換するために主装置が必要とするクロックパルスをSCK線上に生成します。

図2-1. SPI 主装置/従装置の相互連結



3. SPIデータ転送形式

直列データに関してSCKの位相と極性の4つの組み合わせはクロック位相(CPHA)とクロック極性(CPOL)の設定によって決められます。SPIデータ転送形式は下図で示されます。データビットはSCK信号の反対端で移動出力と(入力)ラッチが行われ、データ信号に対して安定のための十分な時間を保証します。

図3-1. SPIデータ転送形式 (CPHA=0)

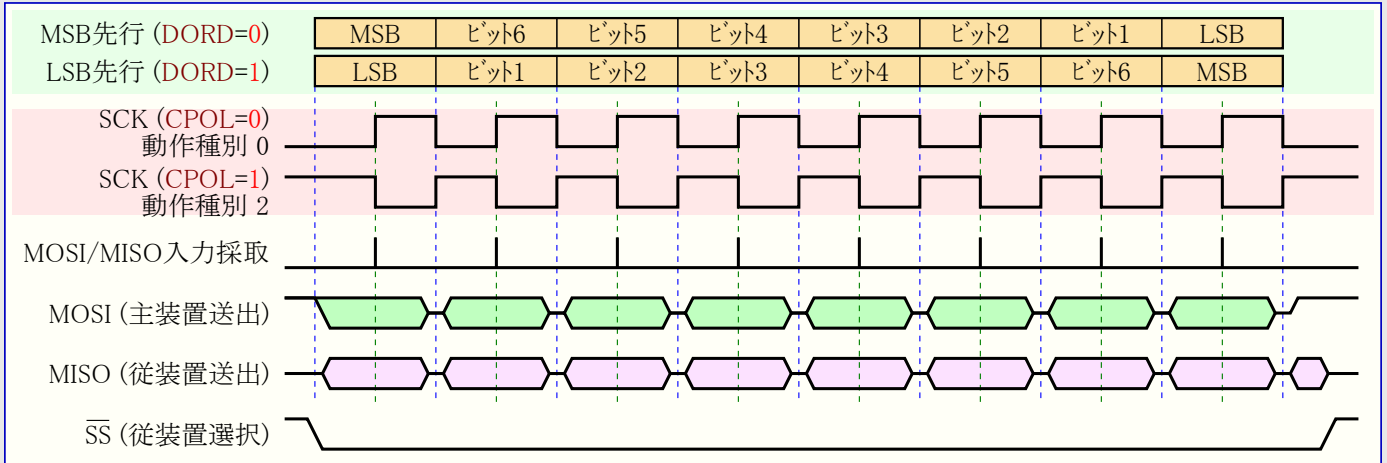
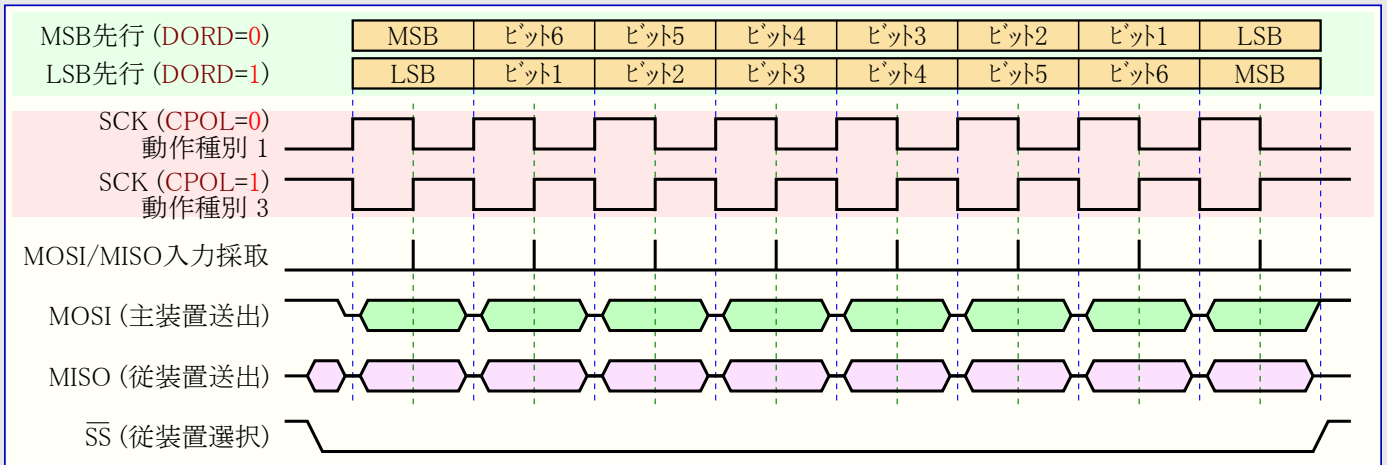


図3-2. SPIデータ転送形式 (CPHA=1)



USIデータレジスタ(USIDR)は入ってくるデータと出て行くデータを含む8ビットの移動レジスタです。このレジスタは緩衝を持たないので、データが失われないことを保証するためにデータは可能な限り早く読まなければなりません(訳補:デバイスによってはUSIBRを持ち、データが緩衝されます)。USI状態レジスタ(USISR)は4ビット計数器を含みます。直列レジスタ(USIDR)とこの計数器は同じクロック元によって両方が同時にクロック駆動されます。これは受信または送信のビット数を計数し、そして転送完了時にフラグを設定、または代わりに割り込みを生成することを計数器に許します。クロックはUSCKピン、タイマ/カウンタ0比較一致(訳補:デバイスによっては溢れ)、またはソフトウェアからの3つの異なるクロック元を使うように選ぶことができます。

前図(図4-2.)3線動作での2つのUSI部(一方は主装置、他方は従装置)動作を示します。このような方法で連結された2つの移動レジスタは8 USCKクロック後、各々のレジスタのデータが交換されます。この同じクロック(USCK)がUSIの4ビット計数器も増加(+1)します。従って計数器溢れ割り込み要求フラグ(USIOIF)は転送が完了される時を判断するのに使えます。このクロックはPORTレジスタ経由USCKピン1/0交互切り替え、またはUSICRのUSITCビットへの1書き込みによる主装置装置ソフトウェアによって生成されます。

次の転送を始める前に次のバイトを準備する時間を従装置に与えるのは主装置の責任です。

5. 実装

この応用記述は主装置と従装置の両方の通信用SPIドライバの実装を記述します。SPI主装置としてのUSI単位部での構成例が下図で示されます。ドライバは主応用内に容易に含めることができる自立型として書かれています。例として、または自分の使用のために独自化してコードを使ってください。関連する関数と全体変数の全ては接頭語'spiX_'を持ち、このための素早い検索と置換は名前付け衝突の場合にドライバ インターフェースを改名するのに充分です。



ドライバはUSI単位部とUSI計数器溢れ割り込みを使います。従って、ドライバが割り込みを使えるように割り込みが許可されなければなりません。主装置動作ではドライバがタイマ/カウンタ0も使います。T/C0比較一致割り込み(訳注:デバイス依存)は主装置クロック信号を生成するのに使われます。

ドライバ インターフェースは以下のこれらの関数から成ります。

- 主装置動作でドライバを初期化するspiX_initmaster
- 従装置動作でドライバを初期化するspiX_initslave
- 主装置動作で転送を開始する、または従装置動作でバイトを準備するspiX_put
- 最後にやって来たバイトを返すspiX_get
- 転送終了を待つspiX_wait

SPIバスの従装置選択(SS)線は従装置で必要とされる場合にソフトウェアで手動制御されなければならないことに注意してください。SPI従装置としてUSIを使うとき、必要とされるなら、例えば割り込み線でやって来るSS線を監視する必要もあります。この応用記述に於けるドライバはSS線を使いません。

以下の全体変数も利用可能です。

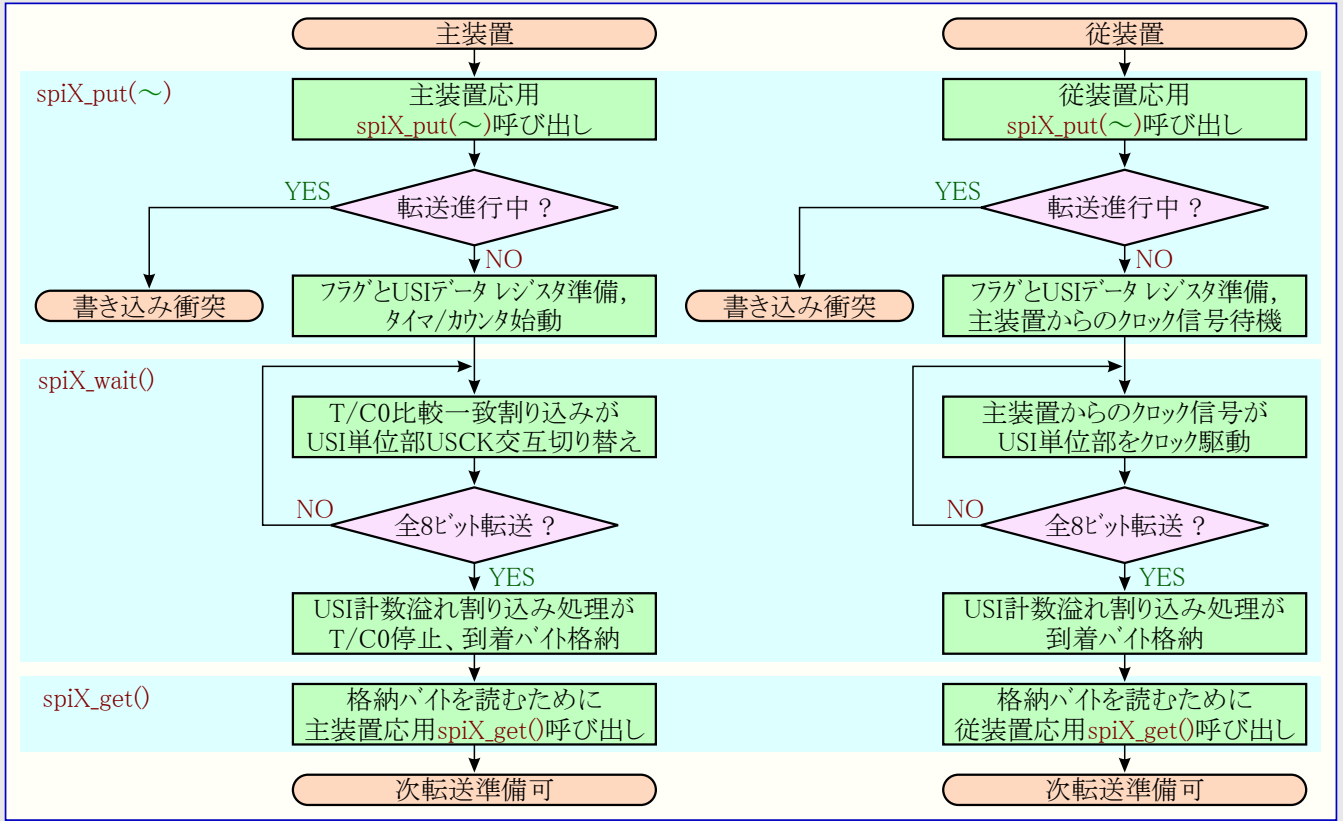
- ドライバ状態フラグを含むspiX_status
- 最後にやって来たバイトを含むstoredUSIDR (これはspiX_get関数でだけアクセスされるべきです。)

関数はソースコードで資料化されています。加えて、代表的なバイト転送作業用の簡便化された流れ図が次図で与えられます。この応用記述と連携するソースコード例はこのような作業の実装を示します。

spiX_wait()関数下に属する以下の流れ図の部分は、関数それ自身ではなく、割り込み処理によって実行されることに注意してください。関数は転送完了フラグが設定(1)されるのをただ待ちます。

例のコードはAtmel START(開始)用に書かれています。これはAtmel Studio 7とIAR™ IDEの両方用のAtmel STARTの入り口の”BROWSE EXAMPLES(例閲覧)”からダウンロードすることができます。ダウンロードした.atzipファイルをダブルクリックしてください。プロジェクトがAtmel Studio 7にインポートされるでしょう。IARでプロジェクトをインポートするには、”Atmel START in IAR(IARでのAtmel開始)”を参照し、Atmel Start Output in External Tools⇒IARを選んでください。

図5-2. 主装置と従装置に於ける1バイト転送



6. 文献参照

- ・ ATmega169データシート
- ・ 「AR310: I²C主装置としてのUSI部の使い方」応用記述

7. 改訂履歴

文書改訂	日付	注釈
2582A	2009年4月	初版文書公開
2582B	2016年8月	例ファームウェアをAtmel STARTへ移植

Atmel®, Atmelロゴとそれらの組み合わせ、Enabling Unlimited Possibilities®, AVR®, megaAVR®, tinyAVR®とその他は米国及び他の国に於けるAtmel Corporationの登録商標または商標です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

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¹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、または利益と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。

安全重視、軍用、車載応用のお断り: Atmel製品はAtmelが提供する特別に書かれた承諾を除き、そのような製品の機能不全が著しく人に危害を加えたり死に至らしめることがかなり予期されるどんな応用(“安全重視応用”)に対しても設計されず、またそれらとの接続にも使用されません。安全重視応用は限定なしで、生命維持装置とシステム、核施設と武器システムの操作の装置やシステムを含みます。Atmelによって軍用等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は軍用や航空宇宙の応用や環境のために設計も意図もされていません。Atmelによって車載等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は車載応用での使用のために設計も意図もされていません。

© HERO 2021.

本応用記述はAtmelのAVR319応用記述(Rev.2582B-08/2016)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。