

McBSP SPIモードを用いた転送方法

恒川啓人

DSP製品部アプリケーショングループ

アブストラクト

C6000シリーズの多くに搭載されているMcBSP(マルチチャネル・バッファード・シリアルポート)はSPI†デバイスとの接続を可能とするSPIモードがサポートされています。このド

キュメントではMcBSPをSPIモードで使用する際の手法及び注意点について述べます。また、その手法に則ったサンプルコードも示します

† SPIはMotorola Incの登録商標です。

この資料は日本テキサス・インスツルメンツ(日本TI)が、お客様がTIおよび日本TI製品を理解するための一助としてお役に立てるよう、作成しております。製品に関する情報は随時更新されますので最新版の情報を取得するようお勧めします。TIおよび日本TIは、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。また、TI及び日本TIは本ドキュメントに記載された情報により発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

目次

1	SPIモードを用いたデータ転送	3
1.1	McBSPを用いたC6000間の接続図.....	3
2	SPI転送のためのペリフェラル設定	3
2.1	McBSPレジスタ設定.....	3
2.1.1	シリアルポート・コントロール・レジスタ(SPCR).....	3
2.1.2	受信/送信コントロール・レジスタ(RCR/XCR).....	4
2.1.3	サンプルレート・ジェネレータ・レジスタ(SPGR).....	4
2.1.4	ピン・コントロール・レジスタ(PCR).....	4
2.2	EDMA PaRAM設定.....	5
2.2.1	オプション・パラメータ.....	5
2.2.2	ソース/ディスティネーション・アドレス・パラメータ.....	5
2.2.3	フレーム/エレメント・カウント・パラメータ.....	5
2.2.4	フレーム/エレメント・インデックス・パラメータ.....	5
2.2.5	エレメント・リロード/リンク・アドレス・パラメータ.....	5
3	McBSP/EDMAの設定シーケンス	6
	参考文献.....	6
	付録A. SPI転送サンプルコード・リファレンス	7
	更新履歴.....	8

図

図 1.	SPIモードでのMcBSP接続図(マスタ)	3
図 2.	SPIモードでのMcBSP接続図(スレーブ)	3

表

表 1.	シリアルポート・コントロール・レジスタ(SPCR)設定	3
表 2.	受信/送信コントロール・レジスタ(RCR/XCR)設定	4
表 3.	サンプルレート・ジェネレータ・レジスタ(SPGR)設定	4
表 4.	ピン・コントロール・レジスタ(PCR)設定	5
表 5.	オプション・パラメータ設定	5

1 SPIモードを用いたデータ転送

1.1 McBSPを用いたC6000間の接続図

SPIモードを使用した場合、マスタがビット・クロック (CLKX) とスレーブ・イネーブル (FSX) を制御し、出力しま

す。スレーブ側はビット・クロックをCLKXで、スレーブ・イネーブルをFSXで受信する必要があります。図 1、図 2 にマスタ、スレーブのそれぞれの接続図を示します。

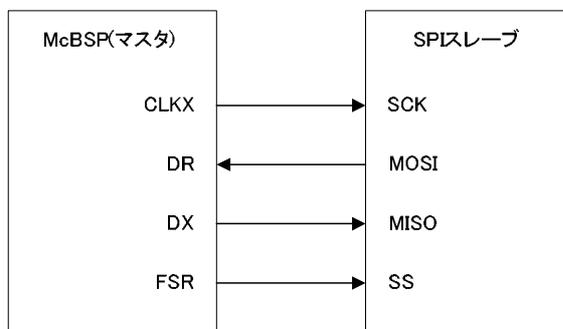


図 1. SPIモードでのMcBSP接続図(マスタ)

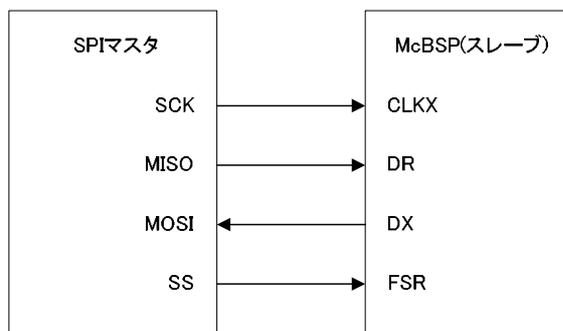


図 2. SPIモードでのMcBSP接続図(スレーブ)

2 SPI転送のためのペリフェラル設定

2.1 McBSPレジスタ設定

McBSPをSPIで転送するには次のレジスタを設定する必要があります。

2.1.1 シリアルポート・コントロール・レジスタ(SPCR)

このレジスタとPCRはシリアルポートの設定とステータスをあらかずフィールドを含んでいます。SPIを用いる場合、表1

に示されるフィールドを正しく設定する必要があります。FRST、GRST、XRST、RRSTは使用する場合1をセットしてリセットを解除する必要がありますが、McBSPを設定する段階ではリセット状態を保持する必要があります。詳しい手順については3を参照してください。

SPIモードはこのレジスタのCLKSTPモードによってイネーブルにされます。SPIモードを用いる場合、必ず10bまたは11bになります。

表 1. シリアルポート・コントロール・レジスタ(SPCR)設定

フィールド	機能	設定
FRST	フレーム同期ジェネレータリセット	0:リセット状態
GRST	サンプルレート・ジェネレータリセット	0:リセット状態
XRST	送信部リセット	0:リセット状態
DLB	デジタルループバックモード	0:DLB OFF
RJUST	受信データ符号拡張/正規化モード	00b: 右寄せ、ゼロ詰め 01b: 右寄せ、符号拡張 10b: 左寄せ、ゼロ詰め

CLKSTP	クロックストップモード	10b: 遅延なしSPI 11b: 遅延つきSPI
RRST	受信部リセット	0:リセット状態

2.1.2 受信/送信コントロール・レジスタ(RCR/XCR)

このレジスタでは受信/送信に関するパラメータを設定します。SPIの場合、以下のパラメータを正しく設定する必要があります。

SPIマスタの場合、XDATADLYは必ず1にしてください。0または2の場合は動作は不定です。また、RDATADLYが0の場合、受信データが誤ってシフトされます。

SPIスレーブのときはR/XDATADLYは0にする必要があります。

表 2. 受信/送信コントロール・レジスタ(RCR/XCR)設定

フィールド	機能	設定
R/XPHASE	受信/送信フェイズ	0: シングルフェイズ
R/XDATADLY	受信/送信データ遅延	00b: SPIスレーブ 01b: SPIマスタ
R/XFRLLEN1	受信/送信フレーム長	0
R/XWDLEN1	受信/送信エレメント長	000b: 8 bit 001b: 12 bit 010b: 16 bit 011b: 20 bit 100b: 24 bit 101b: 32 bit

2.1.3 サンプルレート・ジェネレータ・レジスタ(SPGR)

このレジスタはサンプルレート・ジェネレータの制御を行います。

SPIマスタの場合、各エレメントのDXRからXSRへの転送によりスレーブ・イネーブル信号(FSX)が自動的に生成されるので、FSGMは必ず0になります。

SPIスレーブの場合、ビット・クロックは必ずマスタから供給されますが、内部サンプルレート・ジェネレータをイネー

ブルにする必要があります。これはマスタからの入力クロック(CLKX)とスレーブ・イネーブル信号(FSX)へ同期するために使用されます。このため、サンプルレート・ジェネレータのクロックソースは内部CPUクロックに(CLKSM=1)、また、クロックの分周比はSPIのクロックレートの最低8倍にあれば動作するので最大値(CLKGDV=1)にすることによって対応することができます。

表 3. サンプルレート・ジェネレータ・レジスタ(SPGR)設定

フィールド	機能	設定
GSYNC	サンプルレート・ジェネレータのクロック同期	0: CLKGフリーラン 1: CLKG再同期化
CLKSP	CLKS極性クロック・エッジ選択	0: CLKSの立ち上がりエッジでCLKG/FSGを生成 1: CLKSの立ち下がりエッジでCLKG/FSGを生成
CLKSM	サンプルレート・ジェネレータ・クロック・モード	0: CLKSがソース 1: 内部CPUクロックがソース(SPIスレーブは必ず1)
FSGM	サンプルレート・ジェネレータ送信フレーム同期モード	0: DXR XSRコピーのタイミング(SPIマスタは必ず0) 1: FSGのタイミング
CLKGDV	サンプルレート・ジェネレータ・クロック分周	0-255(SPIスレーブは必ず1)

2.1.4 ピン・コントロール・レジスタ(PCR)

このレジスタとSPCRはシリアルポートの設定とステータスをあらわすフィールドを含んでいます。

SPIマスタの場合、ビット・クロックとスレーブ・イネーブルを出力する必要があるため必ずFSXMとCLKXMを1になります。SPIスレーブの場合、ビット・クロックとスレーブ・イネーブルはマスタから供給されるため必ずFSXMとCLKSMは0になります。

表 4. ピン・コントロール・レジスタ(PCR)設定

フィールド	機能	設定
FSXM	送信フレーム同期モード	0: McBSPスレーブ 1: McBSPマスタ
CLKXM	送信クロックモード	0: McBSPスレーブ 1: McBSPマスタ
CLKXP	送信クロック極性	0: 立ち上がりエッジで認識 1: 立ち下がりエッジで認識

2.2 EDMA PaRAM 設定

EDMAのパラメータRAMは表 5に示すパラメータ・エントリを持っています。McBSPでSPI転送を行う場合、必要に応じてすべてのパラメータを設定する必要があります。

2.2.1 オプション・パラメータ

このパラメータにはEDMAを動作させるにあたってさまざまなパラメータを設定することができます。SPIモードを使用する場合、以下のように設定する必要があります。

表 5. オプション・パラメータ設定

フィールド	機能	設定
PRI	EDMAの優先順位	000b: Reserved (C621x/C671x) Urgent (C64x) 001b: High 010b: Medium (C64x) Low (C621x/C671x) 011b: Low (C64x) Reserved (C621x/C671x)
ESIZE	エレメント・サイズ	00b: 32bit 01b: 16bit 10b: 8bit
2DS/2DD	2Dソース/ディスティネーション転送設定	0: 1D(SPIマスタの場合ディスティネーション、SPIスレーブの場合、ソース) 1: 2D
SUM/DUM	ソース/ディスティネーション・アドレス更新モード	00b: 固定(SPIマスタの場合ディスティネーション、SPIスレーブの場合、ソース) 01b: インクリメント 10b: デクリメント 11b: INDEXにより更新
TCINT	転送完了割り込みイネーブル	0: ディセーブル 1: イネーブル
TCC	転送完了コード	0000b-1111b: 終了コード
LINK	リンク・イベント	0: ディセーブル 1: イネーブル
FS	フレーム同期	0: フレーム同期なし

2.2.2 ソース/ディスティネーション・アドレス・パラメータ

このパラメータには、EDMA転送を行うソース/ディスティネーション・アドレスを指定します。SPIマスタの場合、ディスティネーションはMcBSPのDXRレジスタになります。よって必ずDUMは00bになります。SPIスレーブの場合、ソースアドレスはMcBSPのDRRレジスタになるので、SUMは必ず00bになります。

2.2.3 フレーム/エレメント・カウント・パラメータ

このパラメータにはフレーム数とエレメント数を指定します。

2.2.4 フレーム/エレメント・インデックス・パラメータ

このパラメータにはフレームをエレメントのインデックスを指定します。このパラメータはDSPのメモリ側のフォーマットに依存します。

2.2.5 エレメント・リロード/リンク・アドレス・パラメータ

このパラメータにはエレメント・リロード・カウンタとリンク・アドレスを指定します。

3 McBSP/EDMA の設定シーケンス

この章ではMcBSPとEDMA/コアの設定シーケンスについて説明します。

1. McBSPが停止していることを確認します。SPCRのGRST、FRST、XRST、RRSTがすべて0になっていることで確認することができます。
2. 各設定レジスタに設定したいアドレスを書き込みます。このとき、SPCRのGRST、FRST、XRST、RRSTはすべて0に保持したままにしてください。
3. 2.で設定した値が反映されるのを待つため、McBSPに供給されるビット・クロックの2サイクル分ウエイトします。
4. SPCRのGRSTに1を書き込むことによってサンプルレート・ジェネレータをスタートさせます。サンプルレート・ジェネレータとシリアルポートを同期させるためにビット・クロックの2サイクル分ウエイトします。
5. 送信/受信用のデータを用意します。
 - A) EDMA を使用する場合、この時点でEDMAを設定します。

- B) コアで割り込みを使用して転送する場合、この時点で割り込みの設定をします。
 - C) コアでポーリングする場合はここで行うことはありません。
6. SPCRのXRSTとRRSTに1をたて、McBSPをスタートさせます。
 - A) EDMAを使用する場合、McBSPの送信/受信イベントに同期して自動的に転送が行われます。
 - B) コアで割り込みを使用する場合、McBSPの送信/受信割り込みによって割り込みサービス・ルーチンに自動的に入ります。
 - C) コアでポーリングする場合、SPCRのXRDYをポーリングしてレディーを確認した後データをDXRに書き込みます。

参考文献

1. *TMS320C6000 DSP Multichannel Buffered Serial Port (McBSP) Reference Guide (SPRU580)*
2. *TMS320C6000 DSP Enhanced Direct Memory Access (EDMA) Controller Reference Guide (SPRU234)*

付録 A. SPI 転送サンプルコード・リファレンス

- void SPI_mcbSPConfig(MCBSP_Handle hMcbSP, Uint32 bitrate)

引数	hMcbSP	McBSPのハンドル
	bitrate	SPIのビットレートを指定します。スレーブのときはSPI_SLAVEを指定してください。
戻り値	なし	
概要	SPIモードのためのMcBSPの設定を行います。	

- void SPI_mcbSPStart(MCBSP_Handle hMcbSP)

引数	hMcbSP	McBSPのハンドル
戻り値	なし	
概要	McBSPの送受信を開始させます。	

- void SPI_edmaConfig(MCBSP_Handle hMcbSP, EDMA_Handle hEdmaRcv, EDMA_Handle hEdmaXmt, Uint32 *rcvBuff, Uint32 *xmtBuff, Uint16 nCnt, int tcc, void *fp)

引数	hMcbSP	McBSPのハンドル
	hEdmaRcv	受信用EDMAハンドラ
	hEdmaXmt	送信用EDMAハンドラ
	rcvBuff	受信バッファへのポインタ
	xmtBuff	送信バッファへのポインタ
	nCnt	転送カウント(ワード数)
	tcc	EDMA転送完了割り込みコード。必要ないときは-1を指定。
	fp	EDMA割り込みの際のサービスルーチンへのポインタ。EDMA割り込みの該当転送終了コードにフックされます。EDMAの割り込みサービステーブル内でEDMA_intDispatcherを使用する必要があります。
戻り値	なし	
概要	転送の設定を行います。	

更新履歴

版	ページ	追加/変更/削除項目
初版 Nov/04		初版リリース

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJ及びTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIの標準契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは是認するということの意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTI からライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、且つその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、且つ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

なお、日本テキサス・インスツルメンツ株式会社半導体集積回路製品販売用標準契約約款もご覧下さい。

<http://www.tij.co.jp/jsc/docs/stdterms.htm>

Copyright©2004, Texas Instruments Incorporated

日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単体で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単体を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態で、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上