ASSP

バッテリーレスソリューション

# FeRAM 搭載 UHF 帯 RFID LSI

# MB97R8110

## ■ 1 概要

本書はEPCglobal Class1 Generation2 -Ver.1.2.0-（以下，EPC規格と記す）に基づき，バッテリーレスソリューション向けRFID LSI(FeRAM 8Kバイト搭載品)に関するLSI仕様を記載します。
本書では，EPC規格における質問器(Interrogator)の記載を，通例に従ってR/W(リーダライタ)と表記しています。タグ(Tag)に関してはそのままタグと表記しています。

## ■ 1.1 特長

- EPC 規格準拠の非接触インタフェース搭載

－キャリア周波数：860～960 MHz
－データレート
R/W→タグ ： 26.7kbps ～ 128kbps (データ 0 とデータ 1 の数が等しい場合)
タグ→R/W ： 40kbps ～ 640kbps

- RF 受信電力の外部デバイスへの給電対応（受信電力+8dBm 時 3.0V 600μA 供給）
- シリアル・インタフェース(SPI)を搭載

－シリアル・インタフェースを通して，ユーザ・メモリを読み書き可能（SPI スレーブ動作）
－シリアル・インタフェースを通して，外部 SPI スレーブデバイスの制御可能（SPI マスター動作）
－非接触通信と SPI スレーブ通信の調停機能（SPIREQ 端子と SPIACK 端子による制御）

- Key マトリックス・スキャン・インタフェースを搭載
- 高速書き込みが可能な不揮発メモリ（FeRAM）を搭載

－USER バンクのサイズ： 61,440 ビット
（SPI マスター時は転送用バッファと外部 SPI スレーブデバイスからの応答の保存にそれぞれ 28,672 ビット使用可）
－EPC 長： 最大 480 ビット
－Block Permalock 対応：ユーザ・メモリは 512 ワード（=8,192 ビット）単位で書き込みロック可
－書き込み／読み出し耐性：$10^{13}$ 回
－データ保持特性：10 年@85°C

Copyright 2022 FUJITSU SEMICONDUCTOR MEMORY SOLUTION LIMITED
2022.07

FUJITSU

1.2 ブロックダイヤグラム

本 LSI のブロックダイヤグラムを図 1.2 に示します。

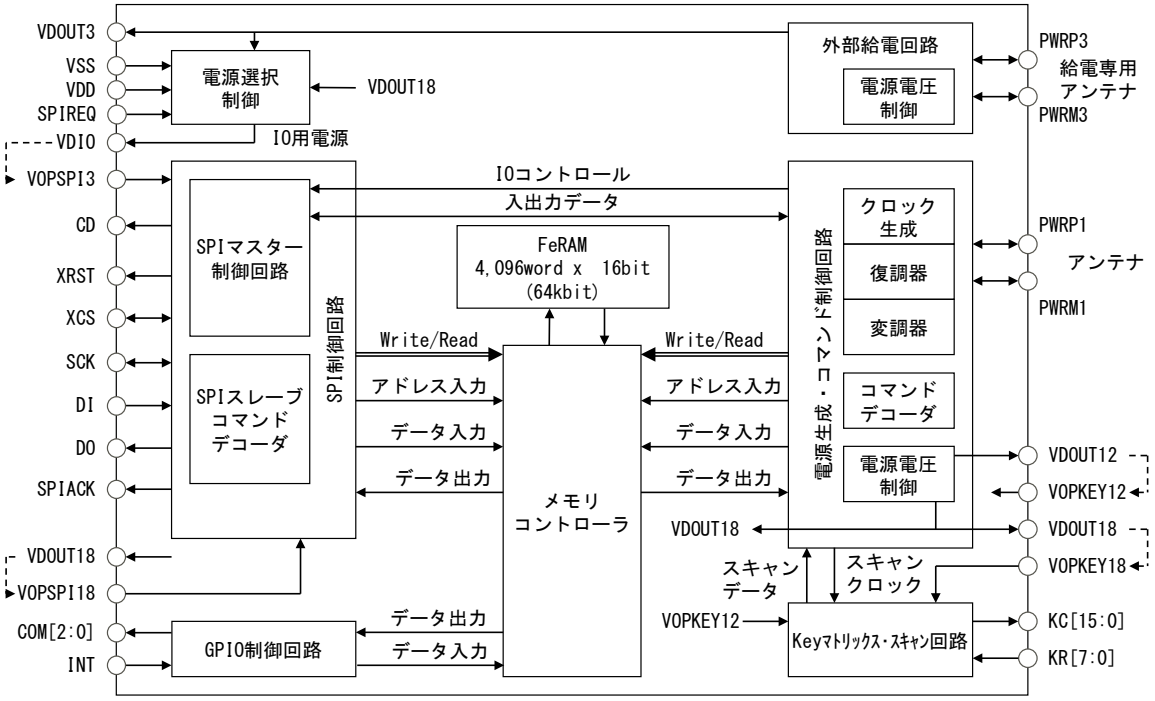


図 1.2 - ブロックダイヤグラム

## ■ 1.3 端子

### ■ 1.3.1 端子配置

図 1.3.1 に端子配置を示します。

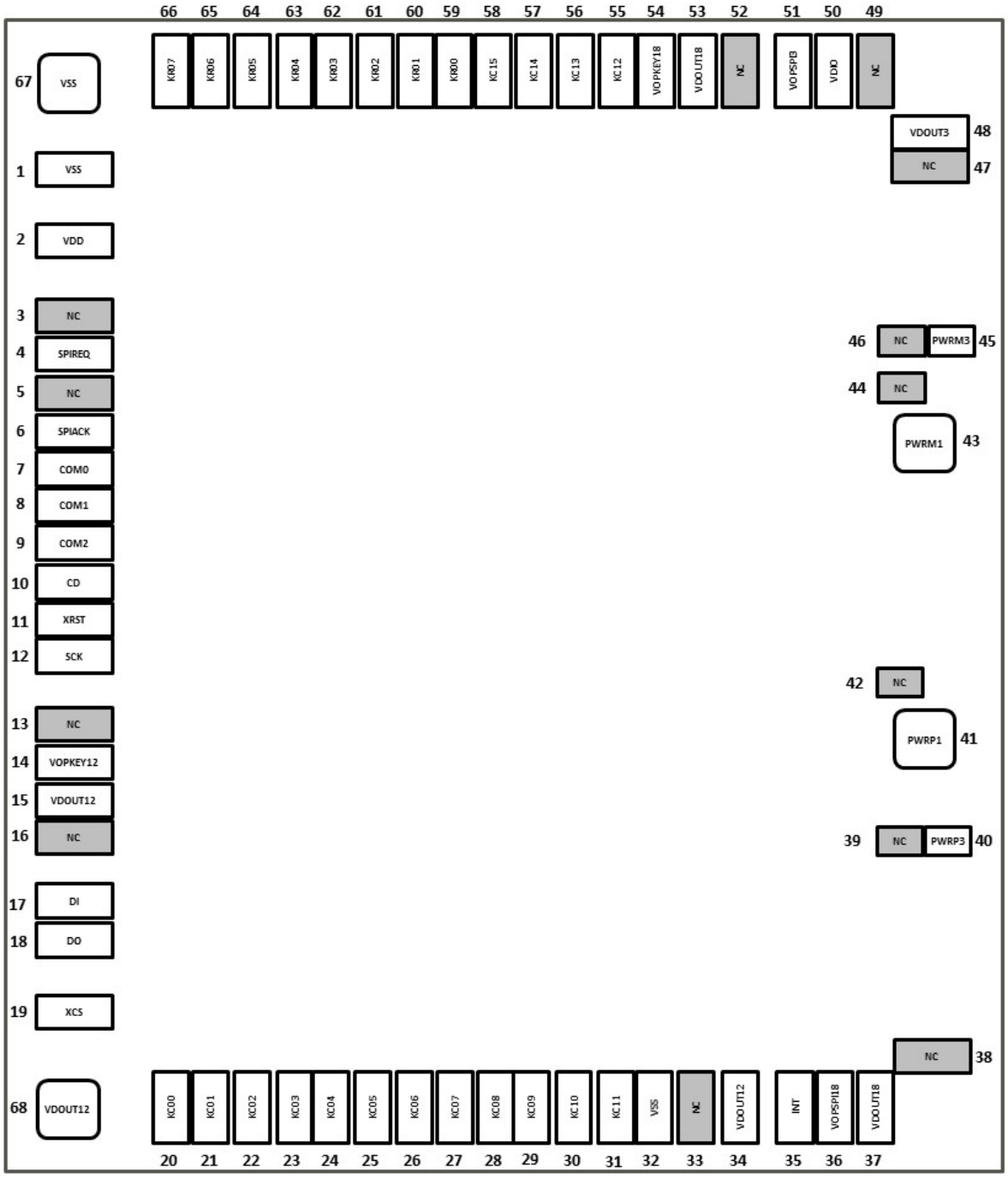


図 1.3.1 端子配置

## ■ 1.3.2 端子情報

表 1.3.2.1 に端子情報を,表 1.3.2.2 に SPI 端子の状態,表 1.3.2.3 に GPIO 端子の状態,表 1.3.2.4 に Key マトリックス・スキャン端子の状態を示します。

表 1.3.2.1 端子情報と電源系統

| | 端子名 | 入出力 | 電源系統 | 端子処理 | 機能 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | VSS | VSS | ― | ― | |
| 2 | VDD | 入力(電源) | ― | ― | SPIスレーブ通信用外部電源入力 (3V) |
| 3 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 4 | SPIREQ | 入力 | VOPSPI3 | Pull Down(1MΩ) | SPIスレーブリクエスト入力 |
| 5 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 6 | SPIACK | 出力 | VOPSPI3 | ― | SPIスレーブリクエスト応答出力 ("H" : SPI通信可能) |
| 7 | COM0 | 出力 | VOPSPI3 | ― | GPIO (汎用データ出力) |
| 8 | COM1 | 出力 | VOPSPI3 | ― | GPIO (汎用データ出力) |
| 9 | COM2 | 出力 | VOPSPI3 | ― | GPIO (汎用データ出力) |
| 10 | CD | 出力 | VOPSPI3 | ― | コマンド/データ識別用出力 |
| 11 | XRST | 出力 | VOPSPI3 | ― | リセット出力 |
| 12 | SCK | 入出力 | VOPSPI3 | ― | SPIクロック |
| 13 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 14 | VOPKEY12 | 入力(電源) | ― | Pull Down(6MΩ) | Keyマトリックス・スキャン回路用電源入力 (端子15接続) |
| 15 | VDOUT12 | 出力(電源) | ― | ― | 整流回路出力 (1.2V) |
| 16 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 17 | DI | 入力 | VOPSPI3 | ― | SPIデータ入力 |
| 18 | DO | 出力 | VOPSPI3 | ― | SPIデータ出力 |
| 19 | XCS | 入出力 | VOPSPI3 | ― | SPIチップセレクト |
| 20 | KC00 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 21 | KC01 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 22 | KC02 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 23 | KC03 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 24 | KC04 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 25 | KC05 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 26 | KC06 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 27 | KC07 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 28 | KC08 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 29 | KC09 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 30 | KC10 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 31 | KC11 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 32 | VSS | VSS | ― | ― | |
| 33 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 34 | VDOUT12 | 出力(電源) | ― | ― | 整流回路出力 (内部回路用電源) |
| 35 | INT | 入力 | ― | ― | GPIO (汎用データ入力) |
| 36 | VOPSPI18 | 入力(電源) | ― | Pull Down(6MΩ) | SPI/GPIO用電源入力 (端子37と接続) |
| 37 | VDOUT18 | 出力(電源) | ― | ― | 整流回路出力 (FeRAM用電源) |
| 38 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 39 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 40 | PWRP3 | 入力 (RF) | ― | ― | 外部給電用アンテナ端子 |
| 41 | PWRP1 | 入力 (RF) | ― | ― | 非接触通信用アンテナ端子 |
| 42 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 43 | PWRM1 | 入力 (RF) | ― | ― | 非接触通信用アンテナ端子 |
| 44 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 45 | PWRM3 | 入力 (RF) | ― | ― | 外部給電用アンテナ端子 |
| 46 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 47 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 48 | VDOUT3 | 出力(電源) | ― | ― | 外部デバイス供給電源出力 |
| 49 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 50 | VDIO | 出力(電源) | ― | ― | IO用電源出力 |
| 51 | VOPSPI3 | 入力(電源) | VOPSPI3 | Pull Down(6MΩ) | SPI/GPIO電源入力 (端子50と接続) |
| 52 | NC | ― | ― | ― | オープン |
| 53 | VDOUT18 | 出力(電源) | ― | ― | FeRAM用電源 |
| 54 | VOPKEY18 | 入力(電源) | ― | Pull Down(6MΩ) | Keyスキャン回路用電源入力 (端子53と接続) |
| 55 | KC12 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 56 | KC13 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 57 | KC14 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 58 | KC15 | 出力 | VOPKEY18 | ― | Keyマトリックス・スキャンパルス出力 |
| 59 | KR00 | 入力 | VOPKEY18 | Pull Down(150kΩ) | Keyマトリックス・スキャン データ入力 |
| 60 | KR01 | 入力 | VOPKEY18 | Pull Down(150kΩ) | Keyマトリックス・スキャン データ入力 |
| 61 | KR02 | 入力 | VOPKEY18 | Pull Down(150kΩ) | Keyマトリックス・スキャン データ入力 |
| 62 | KR03 | 入力 | VOPKEY18 | Pull Down(150kΩ) | Keyマトリックス・スキャン データ入力 |
| 63 | KR04 | 入力 | VOPKEY18 | Pull Down(150kΩ) | Keyマトリックス・スキャン データ入力 |
| 64 | KR05 | 入力 | VOPKEY18 | Pull Down(150kΩ) | Keyマトリックス・スキャン データ入力 |
| 65 | KR06 | 入力 | VOPKEY18 | Pull Down(150kΩ) | Keyマトリックス・スキャン データ入力 |
| 66 | KR07 | 入力 | VOPKEY18 | Pull Down(150kΩ) | Keyマトリックス・スキャン データ入力 |
| 67 | VSS | VSS | ― | | |
| 68 | VDOUT12 | 出力(電源) | ― | | 内部回路用電源 |

表 1.3.2.2 SPI 端子の状態

| | 初期状態 | | SPIマスター(En=0) | | SPIマスター(En=1) | | SPIスレーブ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 端子名 | 方向 | 値 | 方向 | 値 | 方向 | 値 | 方向 | 値 |
| SPIREQ | In | ー (PD) | In | 0 (PD) | In | 0 (PD) | In | 1 |
| SPIACK | Out | L | Out | L | Out | L | Out | H |
| XCS | In/Out | HiZ | Out | HiZ | Out | H/L | In | 1/0 |
| SCK | In/Out | HiZ | Out | HiZ | Out | L/H | In | 0/1 |
| DI | In | ー | In | - | In | 0/1 | In | 0/1 |
| DO | Out | HiZ | Out | HiZ | Out | L/H/HiZ | Out | L/H/HiZ |
| XRST | Out | L | Out | L | Out | L/H | Out | - |
| CD | Out | L | Out | L | Out | L/H | Out | - |

*. 初期状態はリセット状態，SPI マスターは SPIACK=L の状態，SPI スレーブは SPIACK=H の状態を表します。SPI マスターの設定(En=0/1)については，7.1.1 項を参照してください。

（表中情報）0/1：入力値，L/H：出力値，PD：PullDown 付き，－：Invalid

表 1.3.2.3 GPIO 端子の状態

| | 初期状態 | | FuncEn=0 | | FuncEn=1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 端子名 | 方向 | 値 | 方向 | 値 | 方向 | 値 |
| COM2-0 | Out | HiZ | Out | HiZ | Out | L/H(ComDat) |
| INT | In | - | In | - | In | 0/1 |

*. GPIO の設定(FuncEn=0/1)については，7.2.1 項を参照してください。

表 1.3.2.4 Key マトリックス・スキャン端子の状態

| | 初期状態 | | Keyﾏﾄﾘｯｸｽ･ｽｷｬﾝOff | | Keyﾏﾄﾘｯｸｽ･ｽｷｬﾝON | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 端子名 | 方向 | 値 | 方向 | 値 | 方向 | 値 |
| KC15-KC00 | Out | HiZ | Out | HiZ | Out | HiZ/H |
| KR07-KR00 | In | ー(PD) | In | ー(PD) | In | 0(PD)/1 |

*. Key マトリックス・スキャンの設定(Off/On)については，7.3.1 項を参照してください

## ■ 1.4 電源

本 LSI では RF からの電力供給を受けて内部整流回路で電源を生成します。
本 LSI で EPC タグ以外の拡張機能（SPI マスター，SPI スレーブ，Key マトリックス・スキャン）を使用する場合, 表 1.4 に示すようにオプション電源（VOPSPI3,VOPSPI18,VOPKEY18,VOPKEY12）から電力を供給するため，指定の内部生成電源と接続してください。

表 1.4　オプション電源の接続

| 拡張機能 | 内部生成電源（出力端子） | | ⇨ | オプション電源（入力端子） | |
|---|---|---|---|---|---|
| SPI マスター | 50 | VDIO | | 51 | VOPSPI3 |
| | 37 | VDOUT18 | | 36 | VOPSPI18 |
| SPI スレーブ | 50 | VDIO | | 51 | VOPSPI3 |
| | 37 | VDOUT18 | | 36 | VOPSPI18 |
| Key マトリックス・スキャン | 15 | VDOUT12 | | 14 | VOPKEY12 |
| | 53 | VDOUT18 | | 54 | VOPKEY18 |

## ■ 2 非接触通信インタフェース

EPC 規格に準拠しています。

## ■ 2.1 変調方式，通信タイミング

EPC 規格に準拠しています。

## ■ 2.2 インベントリとタグの選択

EPC 規格に準拠しています。

## ■ 2.3 タグの状態遷移

EPC 規格に準拠しています。

## ■ 2.4 非接触通信のエラーコード

本 LSI では Open ステートまたは Secured ステートで handle の一致するコマンドを受信後に，EPC 規格（Annex　I 項）に準拠したエラーコードと，本 LSI 独自のエラーコードを返信します。
本 LSI が返信するエラーコードを表 2.4 に示します。

表 2.4 エラーコード

| エラーコード | エラー名 | エラー発生条件 |
|---|---|---|
| 00h | Other error | 以下のエラーコード以外のエラーが発生した場合 |
| 03h | Memory overrun | サポートされていないメモリ番地へのアクセス，またはコマンドがサポートしないデータ長を指定した場合 |
| 04h | Memory locked | メモリが Lock または Permalock されてアクセスできない場合 |
| 0Bh | Insufficient power | 電力不十分によりメモリへの書き込み動作ができない場合　※1 |
| 8Eh | Key マトリックス･スキャン押下キー無し　※2 | Key マトリックス・スキャンアプリケーションで押下されたキーが無い場合 |

※1 Insufficient power(0Bh)は書き込み動作だけでなく，アプリケーション拡張機能（7 章参照）で電力不十分となった場合にも返信されます。また返信に必要な電力が無い場合は返信できません。

※2 本 LSI 独自のエラーコードです。

## ■ 3 シリアル・インタフェース

## ■ 3.1 概要

本 LSI は, SPI (Serial Peripheral Interface)インタフェースを搭載しており，下記の動作が可能です。

・ SPI スレーブデバイスとして，SPI インタフェースを介してメモリへの書き込みや読み出し（外部から電源供給）
・ SPI マスターデバイスとして，非接触通信コマンドを用いて外部 SPI スレーブデバイスを制御（RF で生成した電源を外部に供給）

## ■ 3.2 SPI モード

本 LSI は SPI モード 0(CPOL=0, CPHA=0)をサポートします。フォーマットを図 3.2 に示します。

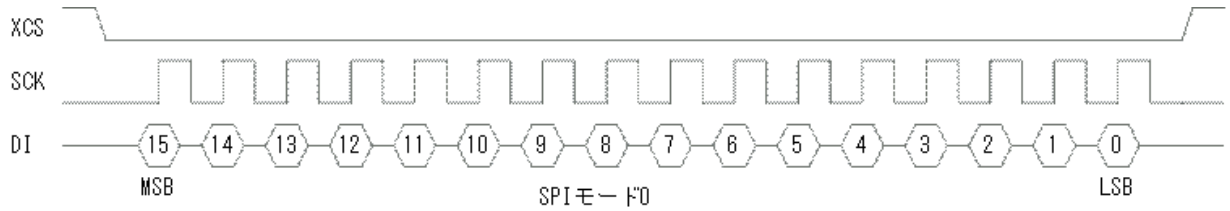


図 3.2 - SPI インタフェースのフォーマット

## ■ 3.3 SPI スレーブ・インタフェース

### ■ 3.3.1 接続方法

本 LSI を SPI スレーブデバイスとして使用する場合の接続図を図 3.3.1 に示します。

SPI スレーブ通信を開始する前に外部 SPI マスターデバイスは SPIREQ を”H”レベルにしてください。SPIACK に”H”レベルが出力されたのを確認後，XCS を"L"レベルにして SPI スレーブ通信を実行し，完了するまで SPIREQ は"H"レベルを保持してください。SPIACK が"H"レベルを出力している間は SPIREQ を"H"レベルに保持することにより，非接触通信に割り込まれることなく複数の SPI スレーブコマンドを連続して実行することが可能です。 SPI スレーブ動作中は非接触通信のコマンドは無効となります。

SPIACK が"L"レベルのとき，SPI スレーブ通信は使用できません。

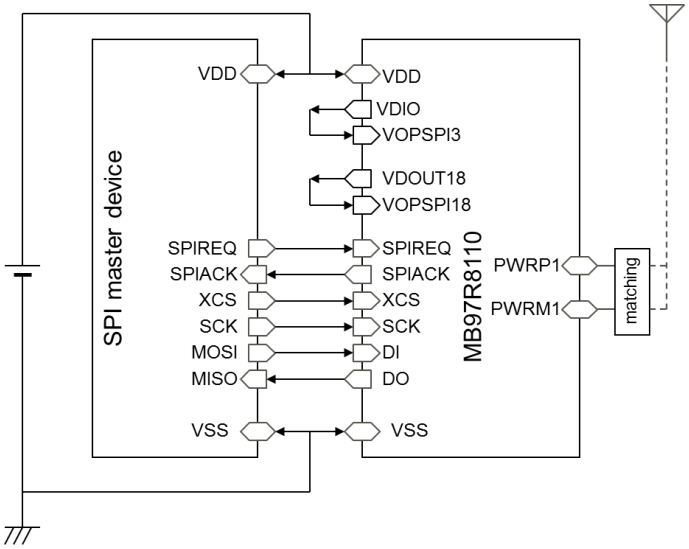


図 3.3.1 - SPI スレーブ・インタフェースの接続例

### ■ 3.3.2 パワーダウンモード

本 LSI では SPI マスター動作設定が Disable の場合に SPIREQ を"L"レベルにするとパワーダウンモードとなり，VDD-VSS 端子間の消費電流を削減することが可能です（8.4.1 項参照）。

パワーダウンモード中は VDD 電源を除くすべての入力端子を”L"レベルにしてください。

本 LSI の SPI マスター機能が有効かつ SPIREQ の入力が”L”レベルである場合は，XCS，SCK 端子に”L”レベルを入力すると，SPI マスター機能とコンフリクトが発生するため入力は行わないでください。

### ■ 3.3.3 使用方法

SPI スレーブ・インタフェースの使用方法については 5.2 項，5.3 項を参照してください。

## ■ 3.4 SPI マスター・インタフェース

### ■ 3.4.1 接続方法

本 LSI のシリアル・インタフェースは SPI マスターとして使用可能です。図 3.4.1.1， 図 3.4.1.2 の例に示すように，本 LSI は SPI インタフェースをもつ外部 SPI スレーブデバイスと接続することが可能です。外部 SPI スレーブデバイスの動作時に急峻な電流消費を伴う動作を行う場合，VDOUT3 と VSS の間に容量を接続することを推奨します。外部 SPI スレーブデバイスへの電源供給は GPIO の COM 端子（COM[2:0]のいずれか）を"H"レベルとして制御することを推奨します（7.2.1 項参照）。VOPSPI3 端子には VDIO 端子を，VOPSPI18 端子には VDOUT18 端子を接続してください。このとき COM[2:0]端子の”H”レベルは，VOPSPI3 端子から入力される電圧レベルと同等となります（7.1.7 項参照）。

図 3.4.1.1 は XRST 端子と CD 端子を使用し，DI 端子と DO 端子を共有しない外部 SPI スレーブデバイスと接続する場合の例です。外部 SPI スレーブデバイスからの BUSY 応答などは INT 端子に接続することで GPIO･インタフェースに割り付けられ，リーダライタから値を読み出すことが可能です（7.2.2 項参照）。

図 3.4.1.2 は XRST, CD, INT 端子を使用せず，本 LSI の DI 端子と DO 端子を共有バス（Mux）接続する場合の例です。

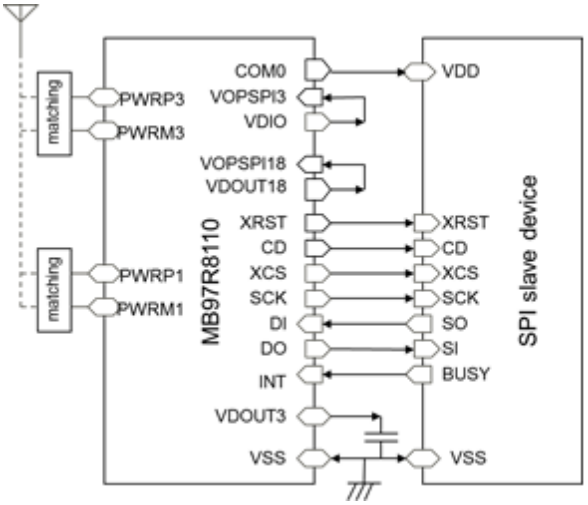


図 3.4.1.1 - SPI マスター・インタフェースの接続例 1

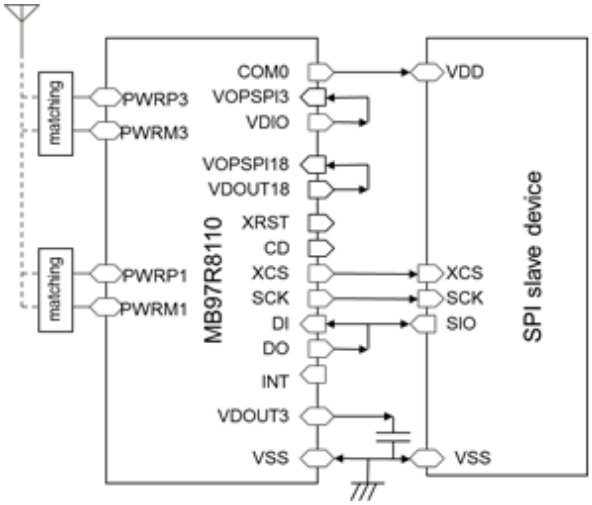


図 3.4.1.2 - SPI マスター・インタフェースの接続例 2

### ■ 3.4.2 使用方法

SPI マスター・インタフェースの使用方法については 7.1 項を参照してください。

## ■ 3.5 GPIO・インタフェース

### ■ 3.5.1 GPIO について

本 LSI は，GPIO･インタフェースを搭載しており（アドレス割り付けは 4.2.4.2 項参照），本 LSI の内部レジスタに設定した 3 ビットの値を COM[2:0]端子に出力することが可能です。レジスタの値は非接触通信から書き換えることが可能です。

また，非接触通信の Read コマンドを用いて INT 端子の状態を読み出すことが可能です。

### ■ 3.5.2 使用方法

GPIO は下記のような用途に使用することが可能です。

- LED の点灯/消灯制御
- SPI マスター動作における外部 SPI スレーブデバイスへの電源供給
- 外部デバイスのステータス取得

詳細については 7.2 項を参照してください。

## ■ 3.6 Key マトリックス・スキャン・インタフェース

### ■ 3.6.1 接続方法

本 LSI は,Key マトリックス・スキャン・インタフェースを搭載しており, スキャンパルスに対して Key データを返すマトリックス型の Key 入力デバイスを接続することが可能です。図 3.6.1 に接続例を示します。

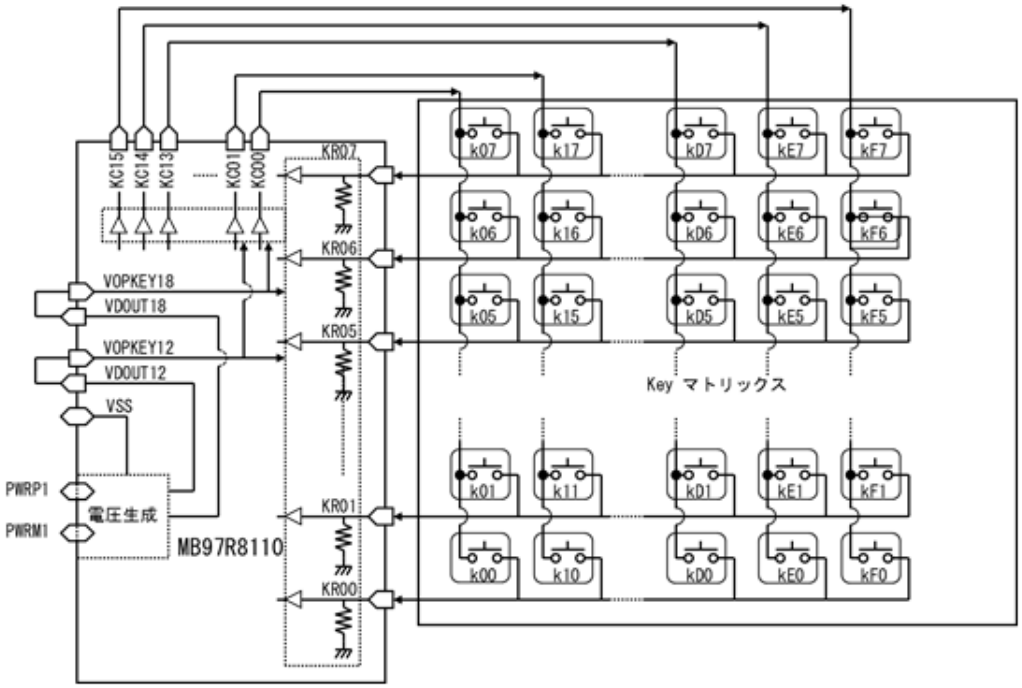


図 3.6.1 ー Key マトリックスと本 LSI の接続例

### ■ 3.6.2 使用方法

Key マトリックス・スキャン・インタフェースの使用方法については 7.3 項を参照してください。

## ■ 3.7 電源シーケンスとインタフェース間調停

### ■ 3.7.1 非接触通信と SPI スレーブ通信の調停機能について

本 LSI は SPIREQ 端子と SPIACK 端子を用いて非接触通信と SPI スレーブ通信の調停を行います。通常，SPIACK 端子の出力は"L"レベルとなっています。

本 LSI は電源切換え機能を搭載しているため，非接触通信中に VDD をオンとすることが可能です。

本 LSI を SPI スレーブデバイスとして使用する外部 SPI マスターデバイスは，SPI スレーブ通信モードを開始する前に SPIREQ 端子を"H"レベルにし，SPI スレーブアクセスの許可を要求する必要があります。本 LSI は SPIREQ 端子が"H"レベルにあることを検知すると，非接触通信の完了後に，SPIACK 端子を"H"レベルにします。

SPIACK 端子が”H"レベルとなった後，XCS を"L"レベルとすることで SPI スレーブ通信を開始できます。SPIACK が"H"レベルの期間中は非接触通信の要求があっても有効な応答を返さず，SPI スレーブ通信が継続されます。そのため，SPI スレーブ通信完了後，SPIREQ 端子を"L"レベルにして非接触通信が可能な状態に戻す必要があります。なお,SPIACK 端子が"L"レベルの期間は，XCS が"L"レベルであっても SPI スレーブコマンドを送信することは誤動作の原因となりますので禁止です。

図 3.7.1 に非接触通信と SPI スレーブ通信の調停動作を示します。

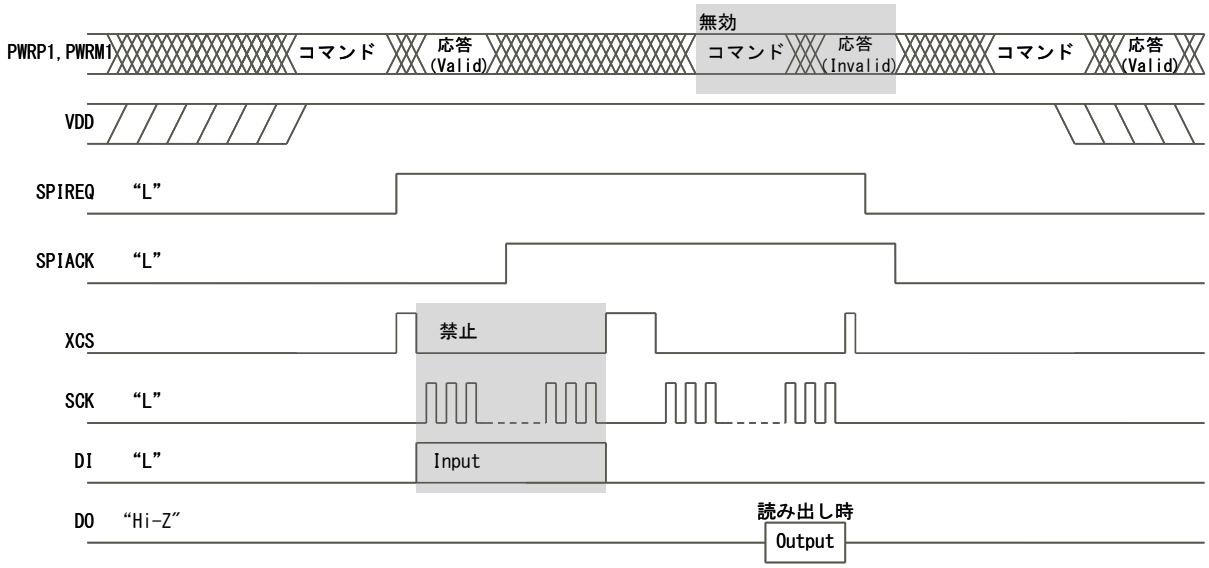


図 3.7.1 ー 非接触通信と SPI スレーブ通信の調停機能

なお，本 LSI に搭載されている SPI マスター機能や Key マトリックス・スキャン機能は，SPI スレーブ通信との調停では上記の非接触通信として扱われます。

# ■ 4 メモリ

## ■ 4.1 メモリアドレス

### ■ 4.1.1 本文書におけるアドレスの表記について

本 LSI のメモリは 16 ビット(= 1 word)を単位としたアドレスでデータへのアクセスを実行します。各バンクにおける，この論理アドレスを本文書では WordAdr と記載します。非接触通信のコマンドではメモリアドレスは EPC 規格（Annex A 項）に準拠した EBV(Extensible bit vectors)フォーマットで指定し, このときのアドレスを本文書では WordPtr と記載します。EBV フォーマットを表 4.1.1 に示します。WordPtr と WordAdr の関係を表 4.1.2 に示します。
また，SPI スレーブ機能を使用して外部 SPI マスターデバイスからメモリアクセスする場合，2 ビットのメモリバンク指定ビット MemBank[1:0]と WordAdr を合わせた 16 ビットのアドレスを使用します。
それぞれのアドレスの関係を表 4.1.3 に示します。

表 4.1.1 EBV フォーマット(EPC 規格より抜粋)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | 0000000 | | | | |
| | 1 | 0 | 0000001 | | | | |
| $2^7 - 1$ | 127 | 0 | 1111111 | | | | |
| $2^7$ | 128 | 1 | 0000001 | 0 | 0000000 | | |
| $2^{14} - 1$ | 16383 | 1 | 1111111 | 0 | 1111111 | | |
| $2^{14}$ | 16384 | 1 | 0000001 | 1 | 0000000 | 0 | 0000000 |

表 4.1.2 本文書におけるアドレスの記載方法

| アドレス範囲 | WordAdr[13:0]<br>※1 | WordPtr[7:0] or<br>WordPtr[15:8]<br>（非接触通信） | WordPtr と WordAdr の関係 |
|---|---|---|---|
| 0000h～007Fh | 0000h～007Fh | 00h～7Fh | WordPtr={0, WordAdr[6:0]}<br>※2 |
| 0080h～0F3Fh | 0080h～0F3Fh | 8100h～9E3Fh | WordPtr={1,WordAdr[13:7],<br>0,WordAdr[6:0]}<br>※2 |

※1：SPI スレーブ機能を使用してメモリアクセスする場合，アドレスは 2 ビットのメモリバンク指定 MemBank[1:0]の値と WordAdr[13:0]を組み合わせた 16 ビットとなります。

※2：下線の 0, 1 は EBV フォーマットで定められた値です。

表 4.1.3 WordPtr と WordAdr の関係

**WordAdr = 0000hの場合**

| WordAdr[13:0] | | | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0000h | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| WordPtr[7:0] | | | | | | | | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00h | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| SPIｽﾚｰﾌﾞｱﾄﾞﾚｽ[15:0] | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0000h | MemBank | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**WordAdr = 007Fhの場合**

| WordAdr[13:0] | | | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 007Fh | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| WordPtr[7:0] | | | | | | | | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7Fh | | | | | | | | | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| SPIｽﾚｰﾌﾞｱﾄﾞﾚｽ[15:0] | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0000h | MemBank | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**WordAdr = 0080hの場合**

| WordAdr[13:0] | | | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0080h | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| WordPtr[15:0] | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8100h | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| SPIｽﾚｰﾌﾞｱﾄﾞﾚｽ[15:0] | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0080h | MemBank | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**WordAdr = 0F3Fhの場合**

| WordAdr[13:0] | | | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0F3Fh | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| WordPtr[15:0] | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9E3Fh | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| SPIｽﾚｰﾌﾞｱﾄﾞﾚｽ[15:0] | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0F3Fh | MemBank | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

※WordPtrのbit15, bit7の1,0はEBVフォーマットで定められた値。

## ■ 4.2　メモリマップ

### ■ 4.2.1 メモリバンク

本 LSI の不揮発メモリ（FeRAM）は，表 4.2.1 に示す 4 つのバンクに分けられています。

表 4.2.1　メモリバンクの構成

| バンク | | アドレス | | バンク指定可否 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MemBank [1:0] | Definition | WordAdr[13:0] | WordPtr[15:8]<br>WordPtr[7:0] | 非接触通信 | | | | | | シリアル通信 | |
| | | | | Read | Write | BlockWrite | BlockErase | BlockPermalock | Select | SpiRead | SpiWrite |
| 11 | USER | 0000h～0EFFh | 00h～9D7Fh | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 0F00h～0F3Fh | 9E00h～9E3Fh | ○ | ○ | ▲ | ▲ | － | ○ | ○ | － |
| 10 | TID | 0000h～000Ch | 00h～0Ch | ○ | － | － | － | － | ○ | ○ | － |
| 01 | EPC | 0000h～001Fh | 00h～1Fh | ○ | ○ | ○ | ○ | － | ○ | ○ | － |
| 00 | RESERVED | 0000h～003Fh | 00h～3Fh | ○ | ○ | － | － | － | － | － | － |

▲：アプリケーション拡張として利用され，通常のメモリ動作ではない領域があります。

USER, TID, EPC, RESERVED の各バンクは，EPC 規格(6.3.2.1 項)で規定されたデータを格納します。WordAdr や WordPtr は各バンク内で，0 番地から割り付けられています。

### ■ 4.2.2 TID バンク

本 LSI の TID バンクには表 4.2.2 に示す値を設定しています。TID バンクに対しては読み出しのみ行うことが可能で，書き換えはできません。

表 4.2.2 TID バンクの設定

| | | MSB | | | | | | | | | | | | | | | LSB | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| WordAdr | WordPtr | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 設定値 |
| 00h | 00h | Allocation Class | | | | | | | | Designer | | | | | | | | E281h |
| 01h | 01h | Designer | | | | | | Product ID | | | | | | | Version | | | 0081h |
| 02h | 02h | XTID header | | | | | | | | | | | | | | | | 3C00h |
| 03h | 03h | Serial Number | | | | | | | | | | | | | | | | unique |
| 04h | 04h | Serial Number | | | | | | | | | | | | | | | | unique |
| 05h | 05h | Serial Number | | | | | | | | | | | | | | | | unique |
| 06h | 06h | optional command support | | | | | | | | | | | | | | | | 1DDEh |
| 07h | 07h | BlockErase parameter | | | | | | | | | | | | | | | | 0002h |
| 08h | 08h | BlockErase parameter | | | | | | | | | | | | | | | | 0310h |
| 09h | 09h | BlockWrite parameter | | | | | | | | | | | | | | | | 0002h |
| 0Ah | 0Ah | BlockWrite parameter | | | | | | | | | | | | | | | | 0310h |
| 0Bh | 0Bh | Permalock Block size | | | | | | | | | | | | | | | | 0200h |
| 0Ch | 0Ch | User memory size | | | | | | | | | | | | | | | | 0F00h |

## ■ 4.2.3 EPC バンク

本 LSI の EPC バンクには表 4.2.3 に示す値を初期設定しています。

表 4.2.3 EPC バンクの初期値

| | | MSB | | | | | | | | | | | | | | | LSB | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| WordAdr | WordPtr | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 初期値 |
| 00h | 00h | Stored CRC | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01h | 01h | Stored PC | | | | | | | | | | | | | | | | 3400h |
| 02h | 02h | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 03h | 03h | EPC data(Serial Number ※1) | | | | | | | | | | | | | | | | unique |
| 04h | 04h | EPC data(Serial Number ※1) | | | | | | | | | | | | | | | | unique |
| 05h | 05h | EPC data(Serial Number ※1) | | | | | | | | | | | | | | | | unique |
| 06h | 06h | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 07h | 07h | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 08h | 08h | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 09h | 09h | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 0Ah | 0Ah | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 0Bh | 0Bh | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 0Ch | 0Ch | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 0Dh | 0Dh | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 0Eh | 0Eh | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 0Fh | 0Fh | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 10h | 10h | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| ・・・ | ・・・ | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 1Fh | 1Fh | EPC data | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |

※1：TID バンクの WordAdr=03h～05h と同じ Serial Number を初期値として書き込んでいます。
Stored PC 内の length に 6(EPC data の word 数)が初期設定してあります。length に 6 よりも大きな値を設定することにより WordAdr=02h～07h(6words)に加えて WordAdr=08h～1Fh（合計で最大 30words）を使用することも可能です。
本 LSI は XPC_W1 および XPC_W2 をサポートしておりません。また StoredCRC の値はトランケートされない ACK 応答があるまで計算値が反映されず，出荷時に値は保証されません。

## ■ 4.2.4 USER バンク

## ■ 4.2.4.1 USER バンク(データ領域)

本 LSI の USER バンクは表 4.2.4.1 に示すように 8 つの Area から構成されています。

表 4.2.4.1 USER バンク（データ領域）の構成

| | | MSB | | | | | | | | | | | | | | | LSB | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| WordAdr | WordPtr | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 初期値 |
| 000h～1FFh | 00h～837Fh | User data (Area0) | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 200h～3FFh | 8400h～877Fh | User data (Area1) | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 400h～5FFh | 8800h～8B7Fh | User data (Area2) | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 600h～7FFh | 8C00h～8F7Fh | User data (Area3) | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 800h～9FFh | 9000h～937Fh | User data (Area4) | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| A00h～BFFh | 9400h～977Fh | User data (Area5) | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| C00h～DFFh | 9800h～9B7Fh | User data (Area6) | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| E00h～EFFh | 9C00h～9D7Fh | User data (Area7) | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |

本 LSI では Area 単位で Permalock や Password によるアクセス制御を行うことが可能です。本 LSI では Area と PermalockBlock は同じ領域となっています。詳細は BlockPermalock（5.1.3 項）と USER バンクに対するデータ保護（6.2 項）を参照してください。USER バンクをアクセスする際，非接触通信（BlockWrite,BlockErase,Read コマンド）では WordPtr=8F7Fh(WordAdr=7FFh)に続けて内部アドレスをカウントすると WordPtr=9000h(WordAdr=800h)にカウントアップされてメモリアクセスを行いま

す。SPI スレーブ通信（SpiWrite,SpiRead コマンド）では WordAdr=7FFh に続けてアドレスをカウントすると WordAdr=000h にロールオーバーします。

### ■ 4.2.4.2 USER バンク(アプリケーション拡張領域)

USER バンクの WordPtr=9E00h～9E3Fh(WordAdr=F00h～F3Fh)で指定される領域は第 7 章に記載されるアプリケーション拡張に関するもので，表 4.2.4.2 に示すように，16bit の各種設定レジスタ，およびコマンド制御とデータ格納に割り付けられています。本領域は SPI スレーブ・インタフェースから書き換えることはできません。また WordPtr=9E00h～9E03h（WordAdr=F00h～F03h）の領域は揮発メモリで構成されているため，本 LSI の内部電圧が低下して内部リセットが発生すると"0"にクリアされます。WordPtr=9E10h～9E13h(WordAdr=F10h～F13h）の領域は不揮発メモリで構成されているため，最後に書き込まれたデータが保持されます。WordPtr=9E2xh,9E3xh（WordAdr=F2xh，F3xh)はアプリケーション領域として使用され、揮発性メモリと不揮発性メモリで構成されます。詳細については案件ベースでの対応とさせていただきます。

表 4.2.4.2 USER バンク（アプリケーション拡張領域）の構成

| | | MSB | | | | | | | | | | | | | | | LSB | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| WordAdr | WordPtr | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 初期値 | 揮発/不揮発 |
| F00h | 9E00h | GPIO設定レジスタ | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | 揮発 |
| F01h | 9E01h | Keyマトリックス・スキャン設定レジスタ | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | 揮発 |
| F02h | 9E02h | SPIマスター設定レジスタ | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | 揮発 |
| F03h | 9E03h | VDOUT3設定レジスタ | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | 揮発 |
| F04h | 9E04h | Reserved | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | |
| F05h | 9E05h | Reserved | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | |
| ・・・ | ・・・ | Reserved | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | |
| F0Fh | 9E0Fh | Reserved | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | |
| F10h | 9E10h | Keyマトリックス・スキャン制御，押下Keyデータ格納 | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | 不揮発 |
| F11h | 9E11h | 押下Keyデータ格納 | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | 不揮発 |
| F12h | 9E12h | 押下Keyデータ格納 | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | 不揮発 |
| F13h | 9E13h | 押下Keyデータ格納 | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | 不揮発 |
| F14h | 9E14h | Reserved | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | |
| ・・・ | ・・・ | Reserved | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | |
| F1Fh | 9E1Fh | Reserved | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | |
| F2xh | 9E2xh | アプリケーション領域 | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | － |
| F3xh | 9E3xh | アプリケーション領域 | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h | － |

## ■ 4.2.5 RESERVED バンク

本 LSI の RESERVED バンクは表 4.2.5 に示す Password データの管理用のバンクです。
Password を書き換える場合は，EPC コマンドの REQ_RN と Write コマンドを 1 セットとし，必ずビット[31:16]を書き換えた後，他のコマンドを挟まずに続けてビット[15:0]を書き換えてください。

表 4.2.5 RESERVED バンクの構成

| | | MSB | | | | | | | | | | | | | | | LSB | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| WordAdr | WordPtr | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 初期値 |
| 00h | 00h | Kill password [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 01h | 01h | Kill password [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 02h | 02h | Access password [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 03h | 03h | Access password [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 04h | 04h | Reserved | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| ・・・ | ・・・ | | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 1Fh | 1Fh | Reserved | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 20h | 20h | Area password (設定) (Area0) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 21h | 21h | Area password (設定) (Area0) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 22h | 22h | Area password (設定) (Area1) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 23h | 23h | Area password (設定) (Area1) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 24h | 24h | Area password (設定) (Area2) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 25h | 25h | Area password (設定) (Area2) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 26h | 26h | Area password (設定) (Area3) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 27h | 27h | Area password (設定) (Area3) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 28h | 28h | Area password (設定) (Area4) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 29h | 29h | Area password (設定) (Area4) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 2Ah | 2Ah | Area password (設定) (Area5) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 2Bh | 2Bh | Area password (設定) (Area5) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 2Ch | 2Ch | Area password (設定) (Area6) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 2Dh | 2Dh | Area password (設定) (Area6) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 2Eh | 2Eh | Area password (設定) (Area7) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 2Fh | 2Fh | Area password (設定) (Area7) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 30h | 30h | Area password (認証) (Area0) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 31h | 31h | Area password (認証) (Area0) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 32h | 32h | Area password (認証) (Area1) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 33h | 33h | Area password (認証) (Area1) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 34h | 34h | Area password (認証) (Area2) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 35h | 35h | Area password (認証) (Area2) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 36h | 36h | Area password (認証) (Area3) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 37h | 37h | Area password (認証) (Area3) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 38h | 38h | Area password (認証) (Area4) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 39h | 39h | Area password (認証) (Area4) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 3Ah | 3Ah | Area password (認証) (Area5) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 3Bh | 3Bh | Area password (認証) (Area5) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 3Ch | 3Ch | Area password (認証) (Area6) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 3Dh | 3Dh | Area password (認証) (Area6) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 3Eh | 3Eh | Area password (認証) (Area7) [31:16] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |
| 3Fh | 3Fh | Area password (認証) (Area7) [15:0] | | | | | | | | | | | | | | | | 0000h |

## ■ 5　コマンド(タグ動作)

## ■ 5.1　非接触通信のコマンド

本LSIは,表5.1に示すように,EPC規格の必須(Mandatory)コマンドのすべてと,任意(Optional)コマンドのすべてをサポートしています。コマンドの仕様については，EPC 規格 （主に 6.3.2.11 項)に準拠しています。

ただし，任意(Optional)コマンドの BlockWrite コマンド，BlockErase コマンド，BlockPermalock コマンドと必須 (Mandatory) コマンドの Read コマンドについては，EPC 規格と一部異なる点がありますので，以下の 5.1.1 項，5.1.2 項，5.1.3 項，5.1.4 項を参照してください。

表 5.1 - 非接触モードのコマンド

| 分類 | コマンド名 | コマンドコード |
|---|---|---|
| Mandatory | QueryRep | 00 |
| | ACK | 01 |
| | Query | 1000 |
| | QueryAdjust | 1001 |
| | Select | 1010 |
| | NAK | 1100 0000 |
| | Req_RN | 1100 0001 |
| | Read | 1100 0010 |
| | Write | 1100 0011 |
| | Kill | 1100 0100 |
| | Lock | 1100 0101 |
| Optional | Access | 1100 0110 |
| | BlockWrite | 1100 0111 |
| | BlockErase | 1100 1000 |
| | BlockPermalock | 1100 1001 |

※EPCglobal C1G2 Ver.1.2.0 との相違点について

(1) CRC-16 について
EPC バンクの StoredCRC の計算対象のメモリデータを書き換えた場合，本 LSI では StoredCRC は電源起動時ではなく，トランケートされない ACK 応答時に更新されます。そのため，本 LSI では StoredCRC の計算対象のメモリデータを書き換えた場合，電源オフおよび再投入を行い，トランケートされない ACK 応答により更新することを推奨します。
(2) UMI について
EPC バンクの StoredPC の bit[10]に割り付けられる UMI は EPC 規格では USER バンクの WordAdr=00h の bit[12:8]の OR で計算されることになっていますが，本 LSI では UMI="1"に固定されています。
(3)Read コマンドでのメモリアクセスサイズについて
EPC 規格では Read コマンドに対して WordCount=00h を指定すると WordPtr で指定したアドレスからバンクの最終アドレスまでのデータを出力すると規定されていますが，本 LSI では USER バンクの 8 個の領域のいずれかに Password 設定がされている場合，USER バンクに対する WordCount=00h 設定による読み出しに対して『Memory locked』(04h) のエラーを返信し，メモリデータの読み出しは行いません。
(4) Write,BlockWrite, BlockErase コマンドでメモリの書き換え動作をしないアドレスについて

本 LSI では 7 章で記載するアプリケーション拡張で Write,BlockWrite, BlockErase に対して特定のアドレスを指定するとメモリ書き込みではなく独自のアプリケーション動作を行います。また，6 章に記載のデータ保護機能でも特定のアドレスを指定した場合にメモリ書き込みではなく独自のアプリケーション動作を行います。
(5)RESERVED バンクの WordPtr=20h～3Fh(WordAdr=20h～3Fh)に 6 章に記載のデータ保護用 Password データを割り付けています。

### ■ 5.1.1 BlockWrite(Optional コマンド;一部非対応)

BlockWrite コマンドのフォーマットを表 5.1.1 に示します。本 LSI は，BlockWrite コマンドの仕様を制限してサポートします。以下に，EPC 規格（6.3.2.11.3.7 項）との違いを記します。

・MemBank：EPC バンクと USER バンクのみサポートします。RESERVED バンクまたは TID バンクを指定した場合，タグはエラーコード Memory overrun(03h）を返信します。これらの場合，データの書き換えは行いません。

・WordCount : Data に設定するデータの word 数を設定します。00h を指定した場合，BlockWrite コマンドは無視されます。書き込み領域として EPC バンクと USER バンクの WordPtr=00h～8F7Fh (WordAdr=000h～7FFh)を対象とする場合，16 (10h) 以下のみ指定可能で，17(11h) 以上を指定すると，タグはエラーコード Memory overrun(03h）を返信します。書き込み領域として USER バンクの WordPtr=9000h～9D7Fh (WordAdr=800h～EFFh)を対象とする場合，255(FFh)まで指定可能です。このとき 16 (10h) 以下の指定では CRC の確認後にメモリへの書き込みを行いますが，17(11h)以上のデータを受信すると CRC の確認前にメモリに書き込みを開始します。このため，17(11h)以上を指定した場合では電力不足で処理が中断しタグの返信が無い場合でも，途中までデータが書き込まれている場合があります。WordPtr で指定したアドレスから WordCount で指定したメモリ領域の一部またはすべてが，BlockPermalock により ロックされている場合または AreaPassword により保護されている場合，タグは指定した領域のデータの書き換えを行わず，エラーコード Memory locked(04h)を返信します。

表 5.1.1 － BlockWrite コマンド

| | Command | MemBank | WordPtr | WordCount | Data | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 8 | 2 | EBV | 8 | WordCount *16 | 16 | 16 |
| 内容 | 1100 0111 | 01:EPC 11:USER | Starting Address Pointer | Number of words to write | Data to be written | handle | CRC-16 |

BlockWrite コマンドで，MemBank に USER バンクを指定した際，WordPtr に WordCount を加算して制御される WordPtr が 8F7Fh(WordAdr=7FFh)を超過する場合，WordPtr=9000h(WordAdr=800h)にカウントアップされます。※SPI スレーブ通信の場合には WordAdr=000h へロールオーバーされます。

### ■ 5.1.2 BlockErase(Optional コマンド;一部非対応)

BlockErase コマンドのフォーマットを表 5.1.2 に示します。本 LSI は，BlockErase コマンドの仕様を制限してサポートします。以下に，EPC 規格（6.3.2.11.3.8 項）との違いを記します。
・MemBank：EPC バンクと USER バンクのみサポートします。RESERVED バンクまたは TID バンクを指定した場合，タグはエラーコード Memory overrun(03h）を返信し，データの消去は行いません。
・WordCount：消去するデータのワード数を設定します。00h を指定した場合，BlockErase コマンドは無視されます。すべての領域に対して 01h～10h のみ指定可能です。WordPtr で指定したアドレスから WordCount で指定したメモリ領域の一部またはすべてが，BlockPermalock によりロックされている場合または AreaPassword により保護されている場合，タグは指定した領域のデータの消去を行わず，エラーコード Memory locked(04h)を返信します。

表 5.1.2 - BlockErase コマンド

| | Command | MemBank | WordPtr | WordCount | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 8 | 2 | EBV | 8 | 16 | 16 |
| 内容 | 1100 1000 | 01:EPC<br>11:USER | Starting Address Pointer | Number of words to erase | handle | CRC-16 |

### ■ 5.1.3 BlockPermalock(Optional コマンド;一部非対応)

本 LSI では， Permalock Block Size を 512word と定義します。
BlockPermalock コマンドは USER バンクの 8 つの Area（8k ビットの Area0～6 と 4k ビットの Area7）を PermalockBlock とし，それぞれロックの設定/読み出しを行うことが可能です。

### ■ 5.1.3.1 BlockPermalock(設定)

Permalock 設定時の BlockPermalock コマンドのフォーマットを表 5.1.3.1 に示します。Read/Lock に 1 を設定した場合，LockData に 1 を設定した位置の PermalockBlock を恒久的にロックすることが可能です。LockData のビットと PermalockBlock の対応関係については 5.1.3.3 項を参照してください。

表 5.1.3.1 - BlockPermalock コマンド（設定）

| | Command | RFU | Read /Lock | MemBank | BlockPtr | Block Range | LockData | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 8 | 8 | 1 | 2 | 8 | 8 | 16 | 16 | 16 |
| 内容 | 1100 1001 | 0000 0000 | 1:Perma Lock | 11:USER | 0000 0000 | 0000 0001 | 0:Retain current permalock setting<br>1:Assert permalock | handle | CRC-16 |

以下のいずれかの場合には Memory overrun (03h)のエラーコードを返信し，BlockPermalock 動作は行いません。

1) MemBank に USER バンク以外の値を設定した場合
2) BlockPtr に 00h 以外の値を設定した場合
3) BlockRange に 01h 以外の値を設定した場合

### ■ 5.1.3.2　BlockPermalock(読み出し)

Permalock 読み出し時の BlockPermalock コマンドのフォーマットを表 5.1.3.2 に示します。
Read/Lock に 0 を設定した場合，各 PermalockBlock の Permalock 設定を読み出すことが可能です。

表 5.1.3.2 - BlockPermalock コマンド（読み出し）

| | Command | RFU | Read /Lock | MemBank | BlockPtr | Block Range | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 8 | 8 | 1 | 2 | 8 | 8 | 16 | 16 |
| 内容 | 1100 1001 | 0000 0000 | 0:Read | 11:USER | 0000 0000 | 0000 0001 | handle | CRC-16 |

表 5.1.3.2 にコマンドへの応答フォーマットを示します。LockData のビットと PeramlockBlock の対応関係については 5.1.3.3 項を参照してください。

表 5.1.3.2 - BlockPermalock コマンドへの応答

| | Header | LockData | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 1 | 16 | 16 | 16 |
| 内容 | 0 | Permalock bits | handle | CRC-16 |

以下のいずれかの場合には Memory overrun (03h)のエラーコードを返信し，読み出し動作は行いません。

1) MemBank に USER バンク以外の値を設定した場合
2) BlockPtr に 00h 以外の値を設定した場合
3) BlockRange に 01h 以外の値を設定した場合

### ■ 5.1.3.3 BlockPermalock と PermalockBlock

LockData の 16 ビットの値は表 5.1.3.3 に示すように USER バンクの領域を指定します。

表 5.1.3.3 - BlockPermalock コマンドの LockData 設定

| bit | Area | WordAdr | WordPtr |
|---|---|---|---|
| 15 | 0 | 000h～1FFh | 00h～837Fh |
| 14 | 1 | 200h～3FFh | 8400h～877Fh |
| 13 | 2 | 400h～5FFh | 8800h～8B7Fh |
| 12 | 3 | 600h～7FFh | 8C00h～8F7Fh |
| 11 | 4 | 800h～9FFh | 9000h～937Fh |
| 10 | 5 | A00h～BFFh | 9400h～977Fh |
| 9 | 6 | C00h～DFFh | 9800h～9B7Fh |
| 8 | 7 | E00h～EFFh | 9C00h～9D7Fh |
| 7 | － | － | － |
| 6 | － | － | － |
| 5 | － | － | － |
| 4 | － | － | － |
| 3 | － | － | － |
| 2 | － | － | － |
| 1 | － | － | － |
| 0 | － | － | － |

Bit[7:0]には対象となる PermalockBlock がないため，BlockPermalock の設定時（5.1.3.1 項参照）には"0"を設定してください。

### ■ 5.1.4 Read(Mandatory コマンド;一部非対応)

Read コマンドのフォーマットを表 5.1.4.1 に示します。

表 5.1.4.1 - Read コマンド

| | Command | MemBank | WordPtr | WordCount | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 8 | 2 | EBV | 8 | 16 | 16 |
| 内容 | 1100<br>0010 | 00:RESERVED<br>01:EPC<br>10:TID<br>11:USER | Starting Address Pointer | Number of words to read | handle | CRC-16 |

Read コマンドで MemBank に USER バンクを指定した際，WordPtr に WordCount を加算して制御される WordPtr が 8F7Fh(WordAdr=7FFh)を超過する場合，WordPtr=9000h(WordAdr=800h)にカウントアップされます。※SPI スレーブ通信の場合には WordAdr=000h へロールオーバーされます。

本 LSI で Read コマンドの WordCount に 00h を指定した場合，表 5.1.4.2 に記載の動作を行います。

表 5.1.4.2 - Read コマンドに対する WordCount=0 指定時の動作

| MemBank | AreaPassword | 応答 |
|---|---|---|
| 11:USER | 全 Area で<br>ゼロ Passowrd | 正常応答として表 5.1.4.1 の WordPtr で指定したアドレスから 9D7Fh(WordAdr=EFFh)までのデータを返信 |
| | いずれかの Area で<br>非ゼロ Password | 読み出しを行わず，エラー応答として『Memory locked』(04h) を返信 (2.4 項参照) |
| 10:TID | ― | 正常応答として表 5.1.4.1 の WordPtr で指定したアドレスから 0Fh までのデータを返信 |
| 01:EPC | ― | 正常応答として表 5.1.4.1 の WordPtr で指定したアドレスから StoredPC で規定した EPC 長に相当するアドレスまでのデータを返信 |
| 00:RESERVED | ― | 正常応答として表 5.1.4.1 の WordPtr で指定したアドレスから 3Fh までのデータを返信 |

### ■ 5.1.5 Lock(Mandatory コマンド;一部拡張)

Lock コマンドのフォーマットを表 5.1.5 に示します。本 LSI では Lock コマンドの Payload の bit[17,16]および bit[7,6]で RESERVED バンクの Access Passoword(WordAdr=02h-03h (WordPtr=02h-03h)) に対してロック設定した場合，RESERVED バンクの AreaPassword (WordAdr=20h-3Fh (WordPtr=20h-3Fh)) に対してもロックが有効となります。Lock コマンドの詳細については EPC 規格 (6.3.2.11.3.5 項) を参照してください。
AccessPassword にロックが設定された状態で 6.2 項に記載のメモリデータ保護を使用する場合でも，Write コマンドを用いた認証機能は使用可能です。

表 5.1.5 - Lock コマンド

| | Command | Payload | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 8 | 20 | 16 | 16 |
| 内容 | 1100<br>0101 | Mask and Action Fields | handle | CRC-16 |

## ■ 5.2　SPI スレーブ通信のコマンド

本 LSI の SPI スレーブ・インタフェースは，オペコードで指定される 3 種のコマンドを受け付けます。オペコードは表 5.2 に示す 8 ビットからなるコードです。これ以外の無効なコードが入力された場合は無視されます。オペコード入力中に XCS を立ち上げるとコマンドは実行されません。

表 5.2 - 本 LSI の SPI スレーブ・インタフェースのオペコード

| コード名 | 機　　能 | オペコード |
|---|---|---|
| SpiRead | ユーザ・メモリ領域から 16bit 単位で読み出す | 0000 0011 |
| SpiWrite | ユーザ・メモリ領域に 16bit 単位で書き込む | 0000 0010 |
| SpiRDSR | エラーインフォメーションレジスタ（SPI スレーブ関連）を 16bit 読み出す | 0000 0101 |

## ■ 5.2.1　SpiRead

SpiRead コマンドは，メモリのデータを 16 ビット単位，つまり word 単位で読み出します。アドレスの指定は，非接触通信における 2 ビットの MemBank に続けて，WordAdr を 14 ビット（合計 16 ビット）入力します。図 5.2.1 に SpiRead コマンドのシーケンスを示します。
XCS を立ち下げた後，SCK の立ち下がりエッジに同期して DI 端子から下記のデータを入力します。

SpiRead のオペコード(8bit：03h)
MemBank　　（2bit）
WordAdr　　（14bit）

読み出し可能なバンクは，USER バンク，TID バンク，EPC バンクです。WordAdr の上位 2 ビットは"00"に固定してください。

上記の入力後，SCK の立ち下がりエッジに同期して DO 端子からデータが出力されます。DO 端子からの出力期間中，DI 端子への入力は無視されます。XCS を立ち上げた後，SpiRead コマンドは終了します。

XCS を立ち上げる前に，SCK に連続して 16 サイクルずつクロックを送ることで，アドレスを自動インクリメントし連続して読み出しすることが可能です。SCK の 16 クロックサイクルが終了しないタイミングで XCS を立ち上げた場合，以後のクロックサイクルではデータの読み出しは継続されず，出力は"Hi-Z"となります。USER バンクを指定し WordAdr に 000h~7FFh を指定した場合，インクリメントされたアドレスが 7FFh に達すると 000h にロールオーバーされ，読み出しは継続されます。WordAdr に 800h～EFFh を指定した場合，インクリメントされたアドレスが EFFh に達すると SCK をトグルさせても 000h にも 800h にもロールオーバーされず，DO 出力は"0"となります。その他のバンクを指定した場合，インクリメントされたアドレスが 4.2 項のメモリマップに記載された最上位アドレスに達するとロールオーバーされず，XCS が“L”レベルの間，出力データは"0"となります。

下記の場合，メモリのデータは読み出されず DO 端子から固定値"0"を出力します。

1) 本 LSI が Killed ステートにある場合
2) 指定したアドレスが Password で保護された領域内の場合
3) MemBank で RESERVED バンクを指定した場合

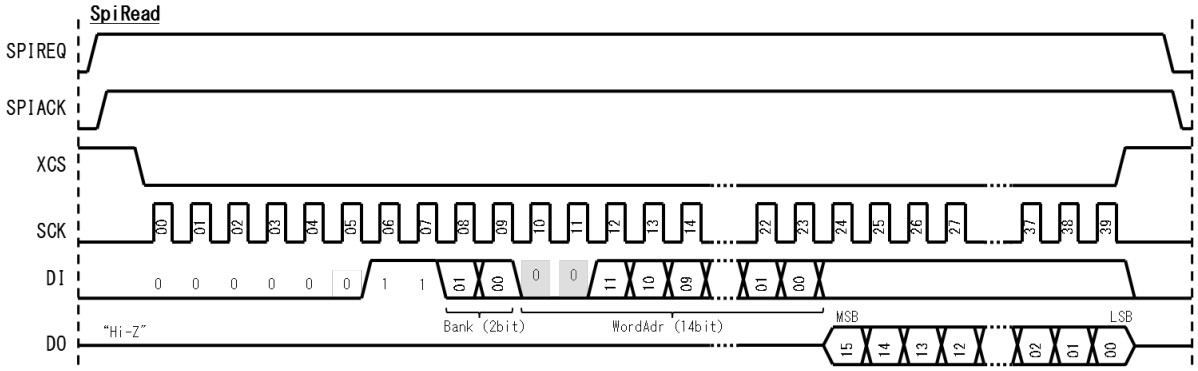


図 5.2.1 － SpiRead コマンドのシーケンス

AccessPassword が設定されている場合，メモリ領域の読み出しはできず“0”データが出力されます。AccessPassword が設定されず，読み出し指定した領域の一部が AreaPassword により保護されている場合，Password で保護されていない領域のみ読み出しを行い，保護された領域に対しては“0”データが出力されます。

## ■ 5.2.2 SpiWrite

SpiWrite コマンドは，メモリに 16 ビット単位，つまり word 単位でデータを書き込みます。アドレスの指定は，非接触通信における 2 ビットの MemBank に続けて，WordAdr を 14 ビット（合計 16 ビット）入力します。図 5.2.2 に SpiWrite コマンドのシーケンスを示します。
XCS を立ち下げた後，SCK の立ち下がりエッジに同期して DI 端子から下記のデータを入力します。

SpiWrite のオペコード（8bit：02h）
MemBank （2bit）
WordAdr （14bit）
書き込みデータ （N*16bit）

書き込み可能なバンクは，USER バンクのみです。WordAdr の上位 2 ビットは"00"に固定してください。XCS を立ち上げた後，SpiWrite コマンドは終了します。
XCS を立ち上げる前に，SCK に連続して 16 サイクルずつクロックを送り，かつ書き込みデータを 16 ビットずつ送ることで，アドレスを自動インクリメントして連続して書きすることが可能です。SCK の 16 クロックサイクルが終了しないタイミングで XCS を立ち上げた場合，16 ビットに満たないデータはメモリに書き込まれません。USER バンクを指定し WordAdr に 000h~7FFh を指定した場合，インクリメントされたアドレスが 7FFh に達すると 000h にロールオーバーされ，書き込みは継続されます。また WordAdr に 800h～EFFh を指定した場合，インクリメントされたアドレスが EFFh にすると SCK をトグルさせても 000h にも 800h にもロールオーバーされず，EFFh までの書き込みで終了します。
下記の場合，メモリへのデータの書き込みは行わず，SPI エラーインフォメーションレジスタにエラー情報を書き込みます（詳細は 5.3.1 項を参照してください）。

1) 本 LSI が Killed ステートにある場合
2) 指定したアドレスが Password で保護された領域内の場合
3) 指定した MemBank が USER バンク以外である場合
4) WordAdr が EFFh を超過した場合
5) 指定したアドレスがロックされた領域内の場合

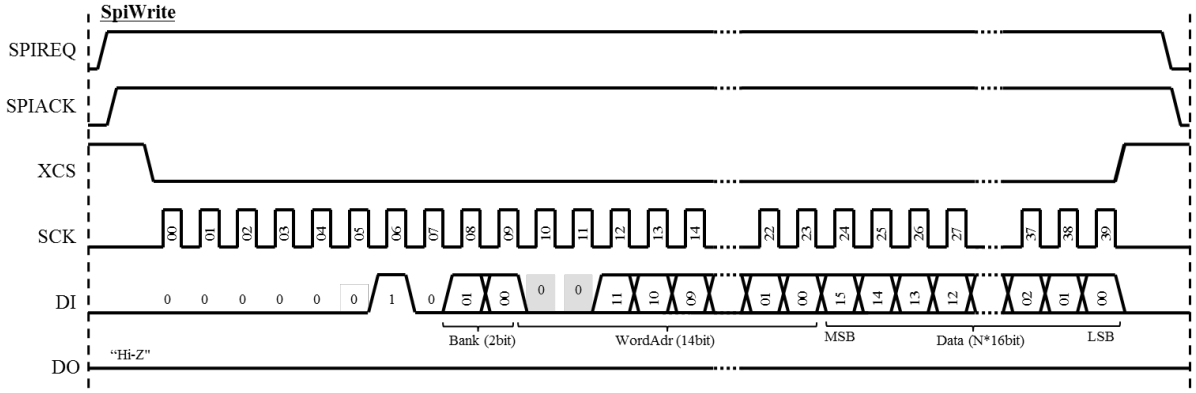


図 5.2.2 - SpiWrite コマンドのシーケンス

AccessPassword が設定されている場合，メモリ領域への書き込みはできません。AccessPassword が設定されず，書き込み指定した領域の一部またはすべてが AreaPassword により保護されている場合，保護された領域に対して書き込みを行わず，保護されていない領域のみ書き込みを行います。
書き込み指定した領域の一部またはすべてが，BlockPermalock または Lock によりロックされている場合，書き込み禁止された領域への書き込みを行わず，書き込み可能な領域に対してのみ書き込みを行います。

### ■ 5.2.3 SpiRDSR

SpiRDSR コマンドは，SPI スレーブ通信に関するエラーインフォメーションレジスタ（5.3.1 参照）の 16 ビットの値を読み出します。
図 5.2.3 に SpiRDSR コマンドのシーケンスを示します。
XCS を立ち下げた後，SCK の立ち下がりエッジに同期して DI 端子から下記のデータを入力します。
SpiRDSR のオペコード(8bit：05h)
上記オペコードを入力した後，SCK の立ち下がりエッジに同期して DO 端子から 16 ビットのエラーインフォメーションレジスタの値が出力されます。XCS を立ち上げた後，SpiRDSR コマンドは終了します。
SCK の 16 クロックサイクルが終了しないタイミングで XCS を立ち上げた場合，以後のクロックサイクルではデータの読み出しは継続されず，出力は“Hi-Z”となります。また DO 端子からの出力期間中，DI 端子への入力は無視されます。16 ビットの値が DO 端子から出力された後，引き続き XCS を"L"レベルとした場合，DO の出力は"L"レベルとなります。
エラーインフォメーションレジスタの値は SpiRDSR コマンドを終了した後，クリアされます。

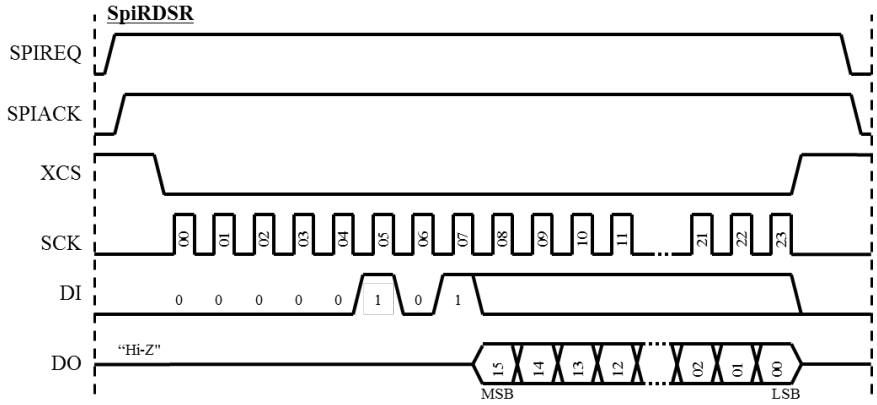


図 5.2.3 - SpiRDSR コマンドのシーケンス

## ■ 5.3　SPI スレーブ通信時のエラー処理

SpiWrite コマンドまたは SpiRead コマンド実行時に以下の場合はエラーとなります。SpiRead の場合，エラー時の DO 出力は"0"となります。エラー情報はエラーインフォメーションレジスタに記憶されます。

・指定したメモリ領域がロックされている場合
・本 LSI が Killed ステートにある場合

SpiRDSR コマンドでエラーインフォメーションレジスタの内容を確認することが可能です。

## ■ 5.3.1　エラーインフォメーションレジスタ（SPI スレーブ通信）

SPI スレーブ通信時のエラー情報は，表 5.3.1 に示すフォーマットで，エラーインフォメーションレジスタ（SPI 通信関連）に格納されます。この情報は，SpiRDSR コマンドにより確認することが可能です。

レジスタの内容は以下の場合にクリアされます。

・SpiRDSR コマンド実行後
・電源オフ時

なお，エラーインフォメーションレジスタに対する書き込みは無視されます。

表 5.3.1 -エラーインフォメーションレジスタのフォーマット

| bit | 内容 |
|---|---|
| 15 | 0：(固定) |
| 14 | 0：(固定) |
| 13 | 0：(固定) |
| 12 | 0：(固定) |
| 11 | 0：(固定) |
| 10 | 0：(固定) |
| 9 | 0：(固定) |
| 8 | 0：(固定) |
| 7 | 0：(固定) |
| 6 | 0：(固定) |
| 5 | 0：(固定) |
| 4 | 0：(固定) |
| 3 | 0：(固定) |
| 2 | 0：(固定) |
| 1 | 0：正常<br>1：指定されたアドレスの一部が Lock されている |
| 0 | 0：正常<br>1：本 LSI が Killed ステートにある |

# ■ 6　データの保護

## ■ 6.1 Lock コマンドと BlockPermalock コマンドとデータ保護領域

本章では，データの書き換えまたは読み出しに対する可否の制御（以降『データ保護』と記す）について記述します。Lock コマンドでは RESERVED バンクを除いて，バンク単位でデータ保護を行い，RESERVED バンクに対しては Kill Password と AccessPassword それぞれに対してデータ保護を行います。本 LSI では， AreaPassword（6.2 項参照）を格納する RESERVED バンクの WordPtr=20h～2Fh (WordAdr =20h～2Fh)についても AccessPassword と同じ Lock コマンドの payload[7:6]でデータ保護の制御を行います。

表 6.1 メモリと Lock/BlockPermalock の対応

| MemBank | Lock | WordAdr | WordPtr | BlockPermalock | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 00：RESERVED | payload[9:8] | 00h～01h | 00h～01h | － | Kill Password |
| | payload[7:6] | 02h～03h | 02h～03h | － | Access Password |
| | | 20h～2Fh | 20h～2Fh | － | Area Password |
| 01：EPC | payload[5:4] | all | all | － | |
| 10：TID | payload[3:2] | all | all | － | |
| 11：USER | payload[1:0] | 000h～1FFh | 00h～837Fh | Mask[15] | Area0 |
| | | 200h～3FFh | 8400h～877Fh | Mask[14] | Area1 |
| | | 400h～5FFh | 8800h～8B7Fh | Mask[13] | Area2 |
| | | 600h～7FFh | 8C00h～8F7Fh | Mask[12] | Area3 |
| | | 800h～9FFh | 9000h～937Fh | Mask[11] | Area4 |
| | | A00h～BFFh | 9400h～977Fh | Mask[10] | Area5 |
| | | C00h～DFFh | 9800h～9B7Fh | Mask[9] | Area6 |
| | | E00h～EFFh | 9C00h～9D7Fh | Mask[8] | Area7 |

Lock コマンドと BlockPermalock コマンドの組み合わせに対するデータ保護の振る舞いは EPC 規格（6.3.2.11.3.9 項）を参照してください。

## ■ 6.2 USER バンクに対するデータ保護

本 LSI では，USER バンクを 8 個の Area に分割し，各 Area に対して Password 認証によるアクセス制御を行うことが可能です。

### ■ 6.2.1 AreaPassword の設定

AreaPassword は表 6.2.1 に示すように，RESERVED バンクの WordPtr=20h～2Fh(WordAdr=20h～2Fh)に Write コマンドにより設定します(表 4.2.5 参照)。本コマンドは Secured ステートからのみ実行可能です。

表 6.2.1 － Write コマンド（AreaPassword 設定）

| | Command | MemBank | WordPtr | Data | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 8 | 2 | EBV | 16 | 16 | 16 |
| 内容 | 1100 0011 | 00:RESERVED | Starting Address Pointer (20h-2Fh) | RN16 ⊗ Password to be set | handle | CRC-16 |

### ■ 6.2.2 AreaPassword の認証

AreaPassword の認証は表 6.2.2 に示すように，RESERVED バンクの WordPtr=30h～3Fh(WordAdr=30h～3Fh)に Write コマンドにより実行します(表 4.2.5 参照)。認証は Access コマンドによる Password 認証と同様に，16bit の Password データを 2 回のコマンドで送信します。本コマンドは Secured ステートからのみ実行可能です。

表 6.2.2 － Write コマンド（AreaPassword 認証）

| | Command | MemBank | WordPtr | Data | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 8 | 2 | EBV | 16 | 16 | 16 |
| 内容 | 1100 0011 | 00:RESERVED | Starting Address Pointer (30h-3Fh) | RN16 ⊗ (1/2 Password) | handle | CRC-16 |

認証に失敗した場合，Access コマンドによる認証の失敗と同様にタグは応答を返信しません。
認証に成功した場合，本 LSI 内部は AreaSeured ステートに状態遷移し，認証を行った Area に対して読み出しおよび書き込みが可能となります。
本認証動作で Password にゼロを設定した場合，本 LSI は AreaSecured のステートにある場合でも Secured ステートに戻ります。
Area 認証は一度に 1 個の領域のみ可能であり，データ保護されている別の Area に対して読み出しまたは書き込みを行う場合，一度 Secured ステートに戻り，目的の Area に対して別途 AreaPassword 認証を行う必要があります。

# ■ 7　アプリケーション拡張

## ■ 7.1　SPI マスター

### ■ 7.1.1 SPI マスターの設定

SPI マスターの設定は，Write コマンドで USER バンクの WordPtr=9E02h(WordAdr=F02h)を指定することで実行されます。
本設定は本 LSI のパワーオン後に毎回行う必要があります。設定値は Read コマンドにより読み出すことが可能ですが，以下の場合は 0000h が読み出されます。
・設定後にパワーオフとなった場合
・電力不足により内部リセットが発生した場合
上記の場合，SPI マスター機能を使用するためには再度設定値の書き込みを行う必要があります。
Write コマンドで指定するデータフォーマットを表 7.1.1 に記載します。

表 7.1.1 SPI マスター設定レジスタのフォーマット

| MSB | | | | | | | | | | | | | | | LSB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| En | MuxDio | RstCtl | Re-served | SetupStart | | | | Reserved | | | | DivClk | | | |

En　SPI マスター動作の Enable/Disable 設定

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 15 | 0 | 0 | SPI マスター動作 Disable |
| | | 1 | SPI マスター動作 Enable |

MuxDio　DI と DO の multiplex 設定　(7.1.2 項参照)

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 14 | 0 | 0 | DI と DO は Separate |
| | | 1 | DI と DO は Multiplex |

RstCtl XRST 端子の制御方法

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 13 | 0 | 0 | XRST 端子は"L"レベル出力 |
| | | 1 | XRST 端子は"H"レベル出力 |

Reserved

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 12 | 0 | 0 | 0 に設定してください |

SetupStart　コマンド受信～XCS↓までのセットアップ

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 11:8 | 0h | N | Setup=N*8 クロック (N＝1～15h) |

上記のクロックの周波数は DivClk に記載の SCK 出力周波数。

Reserved

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 7:4 | 0h | 0h | 0 に設定してください |

DivClk　クロック分周設定（SCK 出力周波数）

| bit | 初期値 | 設定値 | SCK 出力周波数 | 条件 |
|---|---|---|---|---|
| 3:0 | 0h | M | 0.5MHz/(M+1) | DR=1(64/3) |
| | | | 0.5MHz/(M+1) | DR=0(8), TRcal<62.5μs |
| | | | 0.5MHz/(M+1)/2 | DR=0(8), 62.5μs<TRcal<100μs |
| | | | 0.5MHz/(M+1)/4 | DR=0(8), 100μs<TRcal<150μs |
| | | | 0.5MHz/(M+1)/8 | DR=0(8), 150μs<TRcal<200μs |

Query コマンドで指定する DR が 1（64/3）の場合，SCK 出力周波数は 0.5MHz を DivClk で設定した値(=M)に 1 を加えた値で割った周波数となります。Query コマンドで指定する DR が 0（8）の場合，SCK 出力周波数は Preamble の TRcal に依存し，上記の表のような周波数となります。

## ■ 7.1.2 SPI マスターコマンド

本 LSI は非接触通信の BlockWrite コマンドで USER バンクの WordPtr=9E20h(WordAdr=F20h)または WordPtr=9E30h(WordAdr=F30h)を指定すると，Data に設定した値を SPI インタフェースから出力し，応答データをメモリの USER バンクに記憶します。表 7.1.2 にコマンドのフォーマットを示します。

表 7.1.2 － BlockWrite コマンドを用いた SPI マスター制御

| | Command | MemBank | WordPtr | WordCount | Data | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 8 | 2 | 16(EBV) | 8 | WordCount *16 | 16 | 16 |
| 内容 | 1100 0111 | 11:USER | Starting Address Pointer | Number of words to write (01h～10h) | 7.1.2.1 項参照<br>7.1.2.2 項参照 | handle | CRC-16 |

## ■ 7.1.2.1 非接触通信からのブリッジ

本 LSI は非接触通信の BlockWrite コマンドで USER バンクの WordPtr=9E20h(WordAdr=F20h)を指定すると，Data に設定した値を SPI インタフェースから出力し，応答データをメモリの USER バンクの WordPtr=9E31h～9E3Fh(WordAdr=F31h～F3Fh)に記憶します。接続した外部 SPI スレーブデバイスからの応答データの読み出しは，USER バンクの WordPtr=9E31h～9E3Fh(WordAdr=F31h～F3Fh)に対する Read コマンドにより実行します。BlockWrite コマンドの Data は本 LSI の USER バンクの WordPtr=9E20h～9E2Fh(WordAdr=F20h～F2Fh)番地に格納され，Data の最大サイズは 16word です。詳細については，案件ベースでの対応とさせて頂きます。

## ■ 7.1.2.2 メモリデータを用いた SPI マスター動作

本 LSI は非接触通信の BlockWrite コマンドで USER バンクの WordPtr=9E30h(WordAdr=F30h)を指定すると，Data に設定したメモリ番地に格納されている値を SPI インタフェースから出力し，応答データをメモリの USER バンクに記憶します。詳細については，案件ベースでの対応とさせて頂きます。

## ■ 7.1.3 XRST 端子と CD 端子の制御

### ■ 7.1.3.1 XRST 端子の制御

本 LSI の XRST 端子は SPI マスターの設定（7.1.1 項参照）で bit13 に設定した値を出力します。電力が供給されてから SPI マスターの設定を行うまで，XRST 端子の出力は"L"レベルです。

SPI マスター設定で bit15 を"0"(初期値)に設定して SPI マスターを無効としている場合も出力は bit13 で制御されます。図 7.1.3 に示すように，SPI マスターの設定で bit13 をトグルし"L"レベル信号を出力させることで，接続される外部 SPI スレーブデバイス（3.4.1 項参照）に対する負論理のリセット信号として使用できます。

### ■ 7.1.3.2 CD 端子の制御

本 LSI の CD 端子は SPI マスターの BlockWrite コマンド（7.1.2 項参照）で設定した Data を出力します。電力が供給されてから SPI マスター用の BlockWrite コマンドでの設定値が出力されるまで，CD 端子の出力は"L"レベルです。

SPI マスター設定で bit15 を"0"(初期値)に設定して SPI マスターを無効としている場合も出力は保持されます。図 3.4.1.1 の接続例の場合の XRST と CD 端子のタイミングチャートの例を図 7.1.3 に示します。

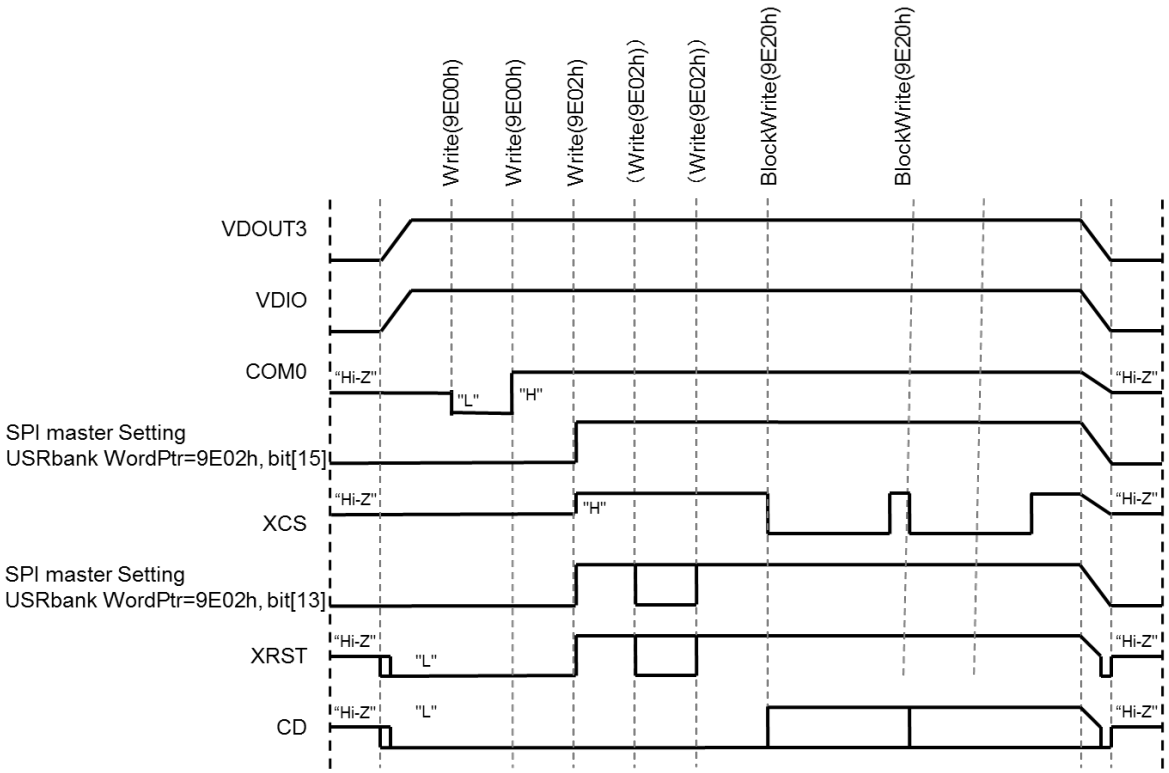


図 7.1.3 - XRST 端子と CD 端子を使用した場合の SPI マスター通信時の制御例

非接触通信により VDOUT3 の電源電圧を生成すると IO 用電源 VDIO に VDOUT3 の電圧が出力されます。VDOUT3 の電圧が生成された後，SPI マスター設定（7.1.1 項参照）を行い，bit[15]を"1"に設定することにより XCS を"H"レベルにします。XCS を"H"レベル出力にした後，外部 SPI スレーブデバイスに COM 端子（図 7.1.3 の例では COM0）から電源を供給します。

この時 XRST 端子は bit13 で制御され,トグルして”L”レベル信号を出力することにより,接続されるスレーブデバイスに負論理のリセット信号を送信します。CD 端子は bit15 で制御され,SPI

マスター通信が終了した後も出力は保持されます。

## ■ 7.1.4 DI 端子と DO 端子の制御（MuxDio）

### ■ 7.1.4.1 DI 端子と DO 端子を共有しない場合

DI 端子と DO 端子を共有しない場合，USER バンクの WordPtr=9E02h (WordAdr=F02h)の bit14 に”0”を設定した場合の DI 端子と DO 端子の制御例を図 7.1.4.1 に示します。SPI マスター動作の期間, DO 端子は”L”レベルまたは“H”レベルを出力します。DI に対する入力については，データ取り込み指定したバイト位置から入力データを有効とします。

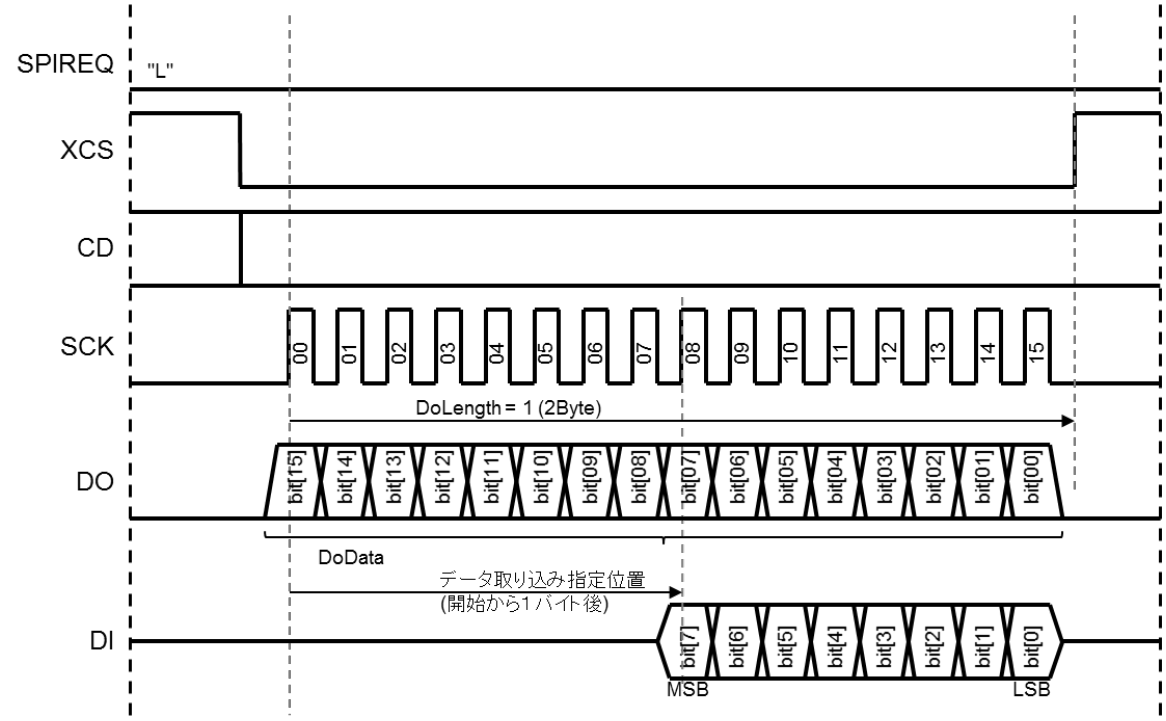


図 7.1.4.1 -MuxDio=0 の場合の DI と DO の制御

### ■ 7.1.4.2 DI 端子と DO 端子を共有する場合

USER バンクの WordPtr=9E02h (WordAdr=F02h)の bit14 で設定する MuxDio について,”1”を設定した場合の DI 端子と DO 端子の制御例を図 7.1.4.2.1, 図 7.1.4.2.2 に示します。このとき DI と DO は信号線（DI/DO バス）を共有していると想定し，本 LSI が DO 端子からデータを出力している期間，外部スレーブデバイスは DI/DO バスを"Hi-Z"とする必要があります。DI に対する入力については，データ取り込み指定したバイト位置から XCS が立ち上がるまでの間，入力データを受信します。

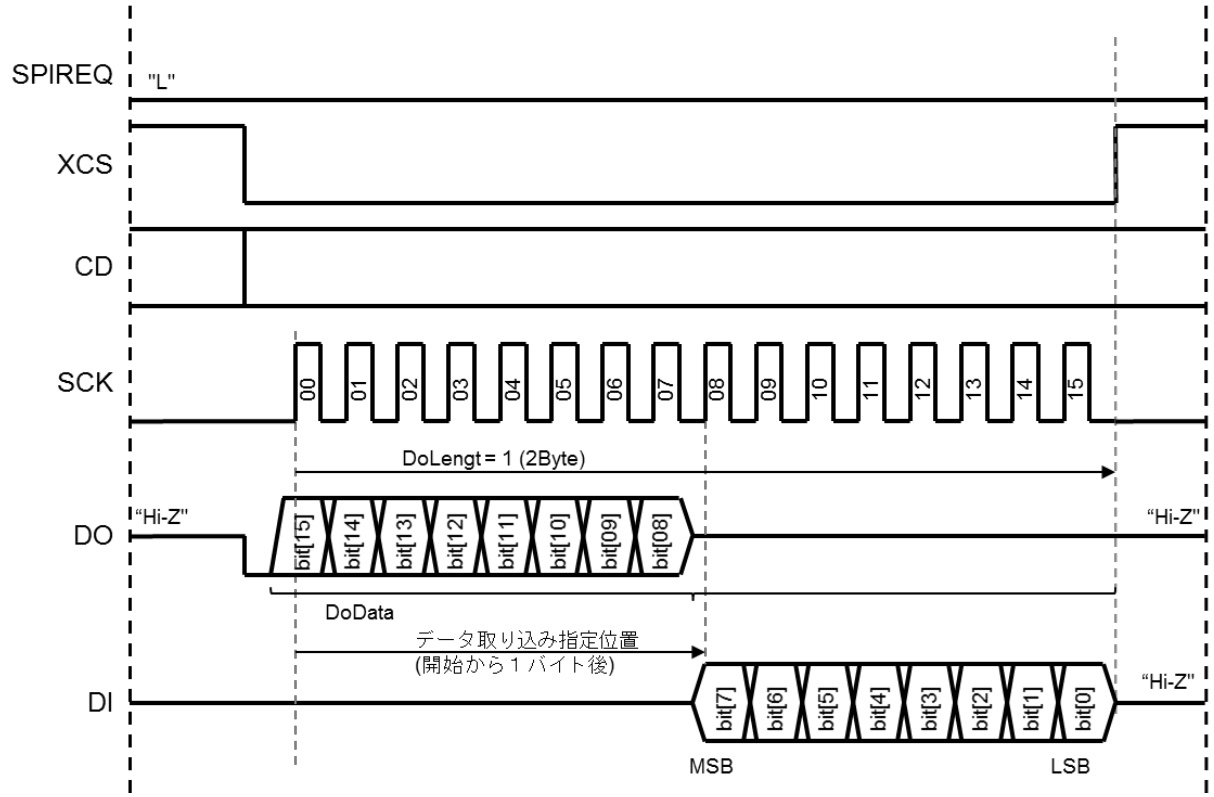


図 7.1.4.2.1 –MuxDio=1 の場合の DI と DO の制御

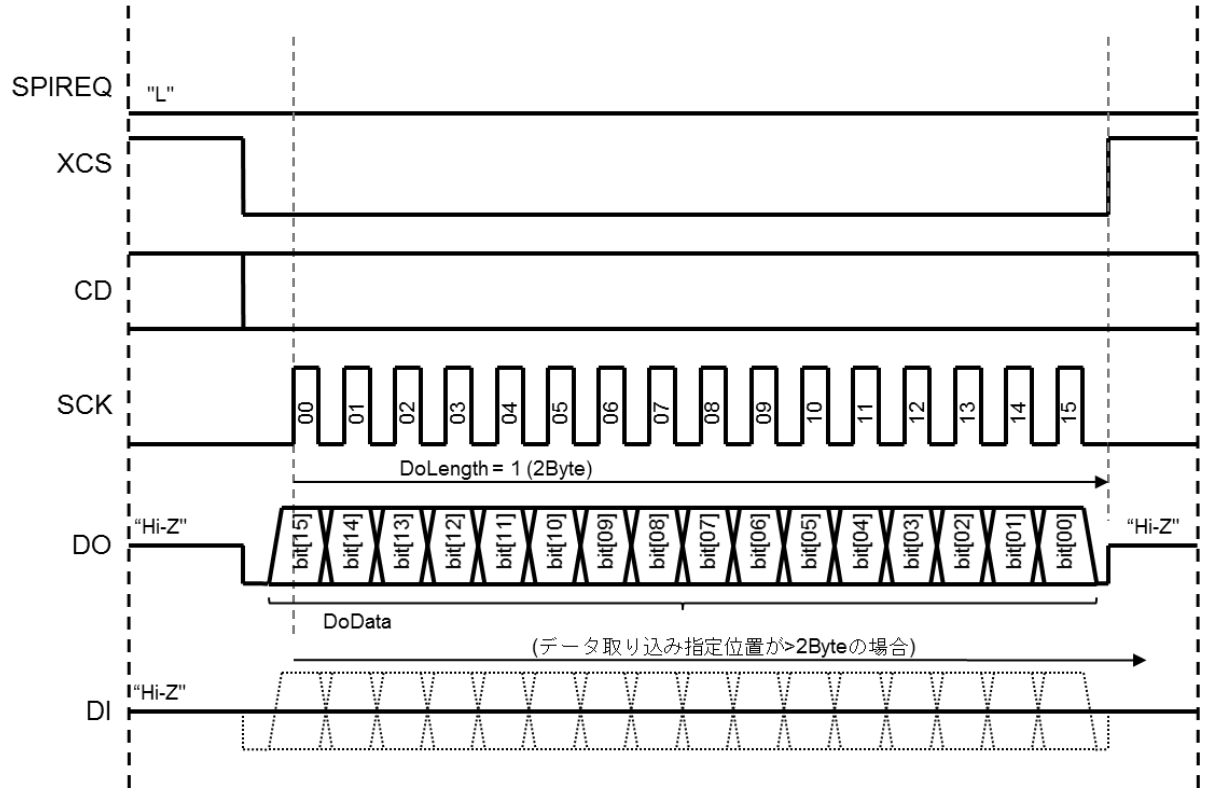


図 7.1.4.2.2 -MuxDio=1 の場合で DI の受信を行わない場合

## ■ 7.2 GPIO

### ■ 7.2.1 非接触通信からの書き込み制御

本 LSI は非接触通信の Write コマンドで USER バンクの WordPtr=9E00h(WordAdr=F00h)を指定することで GPIO 設定レジスタに書き込みを行い，COM[2:0]端子と INT 端子の状態を制御することが可能です。

本設定は本 LSI のパワーオン後に毎回行う必要があります。設定値は Read コマンドにより読み出すことが可能ですが，以下の場合は 0000h が読み出されます

・設定後にパワーオフとなった場合

・電力不足により内部リセットが発生した場合

上記の場合，GPIO 機能を使用するためには再度設定値の書き込みを行う必要があります。

Write コマンドで指定するデータフォーマットを表 7.2.1 に記載します。

表 7.2.1 GPIO 設定レジスタのフォーマット

| MSB | | | | | | | | | | | | | | | LSB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| FuncEn[3:0] | | | | Reserved | | | | SetEn[3:0] | | | | IntDat | ComDat[2:0] | | |

FuncEn[3]：INT 端子からのデータ入力制御

| bit | 初期値 | 設定値 | 解説 |
|---|---|---|---|
| 15 | 0 | 0 | INT 端子を入力遮断状態に制御します。 |
| | | 1 | INT 端子からの入力を有効にし，IntDat からリード可能とします。 |

注意：FuncEn[3]は書き込みの際に SetEn[3]=1 でなければ新たな値に更新されません。

FuncEn[2:0]：ComDat[2:0]に設定した値の IO への出力制御

| bit | 初期値 | 設定値 | 解説 |
|---|---|---|---|
| 14 | 0 | 0 | COM2 端子を Hi-Z の状態に制御します。 |
| | | 1 | COM2 端子に ComDat[2]設定値を出力します。 |
| 13 | 0 | 0 | COM2 端子を Hi-Z の状態に制御します。 |
| | | 1 | COM2 端子に ComDat[1]設定値を出力します。 |
| 12 | 0 | 0 | COM2 端子を Hi-Z の状態に制御します。 |
| | | 1 | COM2 端子に ComDat[0]設定値を出力します。 |

注意：FuncEn[2:0]は書き込みの際に，それぞれのビットに対応する SetEn が 1 でなければ新たな値に更新されません。

Reserved

| bit | 初期値 | 設定値 | 解説 |
|---|---|---|---|
| 11:8 | 0h | 0h | 予約ビットです。設定時は 0h を書き込んでください。 |

SetEn[3:0]：FuncEn[3:0],{IntDat, ComDat[2:0]}設定時の更新制御

| bit | 初期値 | 設定値 | 解説 |
|---|---|---|---|
| 7 | 0 | 0 | Func[3]と IntDat の更新を行わず,前の値を保持します。 |
| | | 1 | Func[3]と IntDat の更新を行います。 |
| 6 | 0 | 0 | Func[2]と ComDat[2]の更新を行わず,前の値を保持します。 |
| | | 1 | Func[2]と ComDat[2]の更新を行います。 |
| 5 | 0 | 0 | Func[1]と ComDat[1]の更新を行わず,前の値を保持します。 |
| | | 1 | Func[1]と ComDat[1]の更新を行います。 |
| 4 | 0 | 0 | Func[0]と ComDat[0]の更新を行わず,前の値を保持します。 |
| | | 1 | Func[0]と ComDat[0]の更新を行います。 |

注意：SetEn[3:0]は書き込みの際に FuncEn[3:0],{IntDat,ComDat[2:0]}への書き込みが有効か無効かを制御するビットであり，リードの際は 0h を返します。

IntDat：INT 端子の入力値の取り込み

| bit | 初期値 | FuncEn[3] | 設定値 | 解説 |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 0 | 0 | 0 | リード値として 0 を返します。 |
| | | | 1 | リード値として 1 を返します。 |
| | | 1 | - | INT 端子からの入力値を返します。<br>本ビットに書き込んだデータは無効です。 |

注意：IntDat は書き込みの際に SetEn[3]=1 でなければ新たな値に更新されません。

ComDat[2:0]：COM2-0 端子へ出力するデータ制御

| bit | 初期値 | FuncEn[*] | 設定値 | 解説 |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 0 | 0 | - | 本ビットに書き込んだ値は無効で COM2 端子に影響を与えません。リード時には書き込んだ値に関係なく 0 を返します。 |
| | | 1 | 0 | COM2 端子に L を出力します。 |
| | | | 1 | COM2 端子に H を出力します。 |
| 1 | 0 | 0 | - | 本ビットに書き込んだ値は無効で COM2 端子に影響を与えません。リード時には書き込んだ値に関係なく 0 を返します。 |
| | | 1 | 0 | COM1 端子に L を出力します。 |
| | | | 1 | COM1 端子に H を出力します。 |
| 0 | 0 | 0 | - | 本ビットに書き込んだ値は無効で COM2 端子に影響を与えません。リード時には書き込んだ値に関係なく 0 を返します。 |
| | | 1 | 0 | COM0 端子に L を出力します。 |
| | | | 1 | COM0 端子に H を出力します。 |

注意：ComDat[2:0]は書き込みの際に,それぞれのビットに対応する SetEn が 1 でなければ
新たな値に更新されません。
*: FuncEn[*]の*には ComDat[2:0]のそれぞれに対応するビットが入ります。

### ■ 7.2.2 非接触通信からの読み出し

本 LSI は非接触通信の Read コマンドで USER バンクの WordPtr=9E00h(WordAdr=F00h)を指定すると，表 7.2.1 に示す GPIO 端子に割り付けたレジスタの状態を確認することが可能です。

FuncEn[3]：INT 端子からのデータ入力制御

| bit | 初期値 | リード値 | 解説 |
|---|---|---|---|
| 15 | 0 | 0 | INT 端子は入力遮断状態となっています。 |
| | | 1 | INT 端子からの入力が IntDat からリード可能となっています。 |

FuncEn[2:0]：ComDat[2:0]端子の設定値の COM2-0 端子への出力制御

| bit | 初期値 | リード値 | 解説 |
|---|---|---|---|
| 14 | 0 | 0 | COM2 端子が Hi-Z の状態になっています。 |
| | | 1 | COM2 端子への ComDat[2]設定値を出力しています。 |
| 13 | 0 | 0 | COM1 端子が Hi-Z の状態になっています。 |
| | | 1 | COM1 端子への ComDat[1]設定値を出力しています。 |
| 12 | 0 | 0 | COM0 端子が Hi-Z の状態になっています。 |
| | | 1 | COM0 端子への ComDat[0]設定値を出力しています。 |

Reserved

| bit | リード値 | 解説 |
|---|---|---|
| 11:8 | 0h | 予約ビットです。常に 0 を返します。 |

SetEn[2:0]：FuncEn[3:0],{IntDat, ComDat[2,0]}設定時の更新制御

| bit | リード値 | 解説 |
|---|---|---|
| 7:4 | 0h | 常に 0 を返します。<br>FncEn[3:0], IntDat, ComDat[2:0]への書き込み有効制御ビットであり,<br>書き込みデータは自身のリード値に影響を与えません。 |

IntDat：

| bit | 初期値 | FuncEn[3] | 解説 |
|---|---|---|---|
| 3 | 0 | 0 | 設定の際に本ビットに書き込んだ値をリード値として返します。<br>INT 端子に接続を行っていない場合での INT 値による分岐などの試験に用いることが可能です。 |
| | | 1 | INT 端子からの入力値を返します。 |

ComDat[2:0]：COM2-0 端子へ出力するデータ制御

| bit | 初期値 | FuncEn[*] | リード値 | 解説 |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 0 | 0 | - | COM2 が Hi-Z 状態となっています。<br>設定時の本ビットへの書き込み値に関係なく 0 を返します。 |
| | | 1 | 0 | COM2 端子に L を出力します。 |
| | | | 1 | COM2 端子に H を出力します。 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | COM1 が Hi-Z 状態となっています。<br>設定時の本ビットへの書き込み値に関係なく 0 を返します。 |
| | | 1 | 0 | COM1 端子に L を出力します。 |
| | | | 1 | COM1 端子に H を出力します。 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | COM0 が Hi-Z 状態となっています。<br>設定時の本ビットへの書き込み値に関係なく 0 を返します。 |
| | | 1 | 0 | COM0 端子に L を出力します。 |
| | | | 1 | COM0 端子に H を出力します。 |

*: FuncEn[*]の*には ComDat[2:0]のそれぞれに対応するビットが入ります。

## ■ 7.2.3 真理値表

### ■ 7.2.3.1 INT 制御

INT 制御関連の真理値表を表 7.2.3.1 に示します。

表 7.2.3.1　INT 制御(真理値表)

| 設定変更前のレジスタ状態 | | 書き込みデータ | | | | 設定変更後の状態 | | | | 解説 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FuncEn | IntDat | SetEn | FuncEn | IntDat | INT IO | FuncEn | IntDat 設定値 | IO 制御 | IntDat 読み出し値 | |
| 0 | 0 | 0 | − | − | − | 0 | 0* | 入力遮断 | 0 | 設定は変わらず前の IntDatの値(0)を読み取る状態 |
| 0 | 1 | 0 | − | − | − | 0 | 1* | 入力遮断 | 1 | 設定は変わらず前の IntDatの値(1)を読み取る状態 |
| 1 | − | 0 | − | − | 0* | 1 | − | 入力状態 | 0 | 設定は変わらずIOの入力値(0)を読み取る状態 |
| 1 | − | 0 | − | − | 1* | 1 | − | 入力状態 | 1 | 設定は変わらずIOの入力値(1)を読み取る状態 |
| − | − | 1 | 0 | 0 | − | 0 | 0* | 入力遮断 | 0 | 更新時に設定された IntDatの値(0)を読み取る状態 |
| − | − | 1 | 0 | 1 | − | 0 | 1* | 入力遮断 | 1 | 更新時に設定された IntDatの値(1)を読み取る状態 |
| − | − | 1 | 1 | − | 0* | 1 | − | 入力状態 | 0 | 設定が更新されIOの入力値(0)を読み取る状態 |
| − | − | 1 | 1 | − | 1* | 1 | − | 入力状態 | 1 | 設定が更新されIOの入力値(1)を読み取る状態 |

−　設定書き込み後に影響を与えない無効な設定
＊　IntDatのリード値に影響を与える値
SenEn=0のため設定が更新されない
SenEn=1のため設定が更新される

### ■ 7.2.3.2 COM[2:0]制御

COM[2:0]制御関連の真理値表を表 7.2.3.2 に示します。

表 7.2.3.2　COM[2:0]制御(真理値表)

| 設定変更前のレジスタ状態 | | 書き込みデータ | | | 設定変更後の状態 | | | ComDat 読み出し値 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FuncEn | ComDat | SetEn | FuncEn | ComDat | FuncEn | ComDat | IO出力 | |
| 0 | − | 0 | − | − | 0 | − | Hi-Z | 0 |
| 1 | 0 | 0 | − | − | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | − | − | 1 | 1 | 1 | 1 |
| − | − | 1 | 0 | − | 0 | − | Hi-Z | 0 |
| − | − | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| − | − | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

− 設定書き込み後に影響を与えない無効な設定

SenEn=0のため設定が更新されない

SenEn=1のため設定が更新される

## ■ 7.3　Key マトリックス・スキャン

### ■ 7.3.1 Key マトリックス・スキャンの設定

Key マトリックス・スキャンの設定は，非接触通信の Write コマンドで USER バンクの WordPtr=9E01h(WordAdr=F01h)を指定することで実行されます。

本設定は本 LSI のパワーオン後に毎回行う必要があります。設定値は Read コマンドにより読み出すことが可能ですが，以下の場合は 0000h が読み出されます。

・Key マトリックス・スキャンが Disable（bit15="0"）の場合
・設定後にパワーオフとなった場合
・電力不足により内部リセットが発生した場合

上記の場合，Key マトリックス・スキャン機能を使用するためには再度設定値の書き込みを行う必要があります。

Write コマンドで指定するデータフォーマットを表 7.3.1 に記載します。

表 7.3.1 Key マトリックス・スキャン設定レジスタのフォーマット

MSB LSB

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| En | Time Sample | | Reserved | | | | | LastColumn | | | | Reserved | | | |

En：Key マトリックス・スキャンの Enable/Disable 設定

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 15 | 0 | 0 | Key マトリックス・スキャン動作 Disable |
| | | 1 | Key マトリックス・スキャン動作 Enable |

TimeSample：Column 1 個の活性化時間（十分な電力が供給されている場合の参考値）

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 14:13 | 0h | 0h | ≒256μs |
| | | 1h | ≒512μs |
| | | 2h | ≒64μs |
| | | 3h | ≒128μs |

Reserved

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 12:8 | 0h | 0h | 0 に設定してください |

LastColumn

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 7:4 | 0h | 3h～Fh | （接続する Key マトリックスの Column 数－1）を指定 |

※実際に接続する Column 数が 4 未満の場合も，3h と設定してください。

Reserved

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 3:0 | 0h | 0h | 0 に設定してください |

### ■ 7.3.2 非接触通信からの制御

本 LSI は非接触通信の BlockErase コマンドで USER バンクの WordPtr=9E10h(WordAdr=F10h)を指定すると，3.6 項に記載の Key マトリックス・スキャン・インタフェースに接続された Key 入力デバイスの押下 Key データを取得し，最大で 4Column までの押下 Key データを USER バンクの WordPtr=9E10h～9E13h(WordAdr=F10h～F13h)に記憶します。表 7.3.2 にコマンドのフォーマットを示します。

表 7.3.2 - BlockErase コマンドを用いた Key マトリックス・スキャン制御

| | Command | MemBank | WordPtr | WordCount | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 8 | 2 | 16(EBV) | 8 | 16 | 16 |
| 内容 | 1100 1000 | 11:USER | 1001 1110<br>0001 0000 | LastColumn+1<br>（7.3.1 項参照） | handle | CRC-16 |

### ■ 7.3.3 非接触通信に対する応答

BlockErase による Key マトリックス・スキャンコマンドに対し，押下された Key がない場合，エラーコード（8Eh）を返信します。1Column～4Column の Key を検出した場合，正常応答を返信します。Key マトリックス・スキャン動作中に LSI の内部電圧が低下した場合は電力不足のエラー（0Bh）を返信します。

### ■ 7.3.4 押下 Key データの確認

押下 Key データの確認は，非接触通信の Read コマンドで USER バンクの WordPtr=9E10h～9E13h(WordAdr=F10h～F13h)を指定することで実行します。表 7.3.4 にコマンドの例を示します。

表 7.3.4 - Read コマンドを用いた Key データ確認例

| | Command | MemBank | WordPtr | WordCount | RN | CRC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ビット数 | 8 | 2 | 16(EBV) | 8 | 16 | 16 |
| 内容 | 1100<br>0010 | 11:USER | 1001 1110<br>0001 0000 | 04h<br>Countofkey data to read | handle | CRC-16 |

### ■ 7.3.5　Key データのフォーマット

押下 Key データは，WordPtr=9E10h～9E13h(WordAdr=F10h～F13h)に表 7.3.5 に示すフォーマットで格納されます。

表 7.3.5 Key マトリックス・スキャンデータのフォーマット

| MSB | | | | | | | | | | | | | | | | LSB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| 0h | | | | KC | | | | KR | | | | | | | | |

KC：押下 Key が接続された端子 KC00～KC15 情報

| bit | 初期値 | 取得値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 11:8 | 0h | N | KC 端子番号 (N= 0～Fh)<br>例えば KC07 に対してスキャンされたデータが格納されている場合，0111b となります |

KR：スキャンされた 8 ビットの押下 Key データ（端子 KR00～KR07）

| bit | 初期値 | 取得値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 7:0 | 0h | xxxx<br>xxxxb | KC 端子で検出された 8 ビットの押下 Key データ<br>例えば，KR04 と KR05 が押下された場合，データは 00110000b となります(図 7.3.8 参照) |

1 回のスキャン動作で USER バンクの WordPtr=9E10h～9E13h(WordAdr=F10h～F13h)の 4 番地のデータが更新されます。同時に押下されたキーの接続する Column が 4 個よりも少ない場合，余ったアドレスのデータは 0000h にクリアされます。例えば，押下された Key が 1 個の場合，USER バンクの WordPtr=9E11h～9E13h(WordAdr=F11h～F13h)のデータはすべて 0000h となります。

### ■ 7.3.6 Key マトリックス・スキャン・インタフェースの入出力

Key マトリックス・スキャンが開始すると，Key マトリックス・スキャン設定で設定した Column 1 個の活性化期間（7.3.1 項参照）間隔で KC00～KC15 に"H"レベル信号が出力されます。KC00～KC15 は非選択時の出力は"Hi-Z"です。図 7.3.6 に KC01 の Column で KR05 の Key が押下された場合の例を示します。16Column のスキャンには通常 4ms の時間を要します。

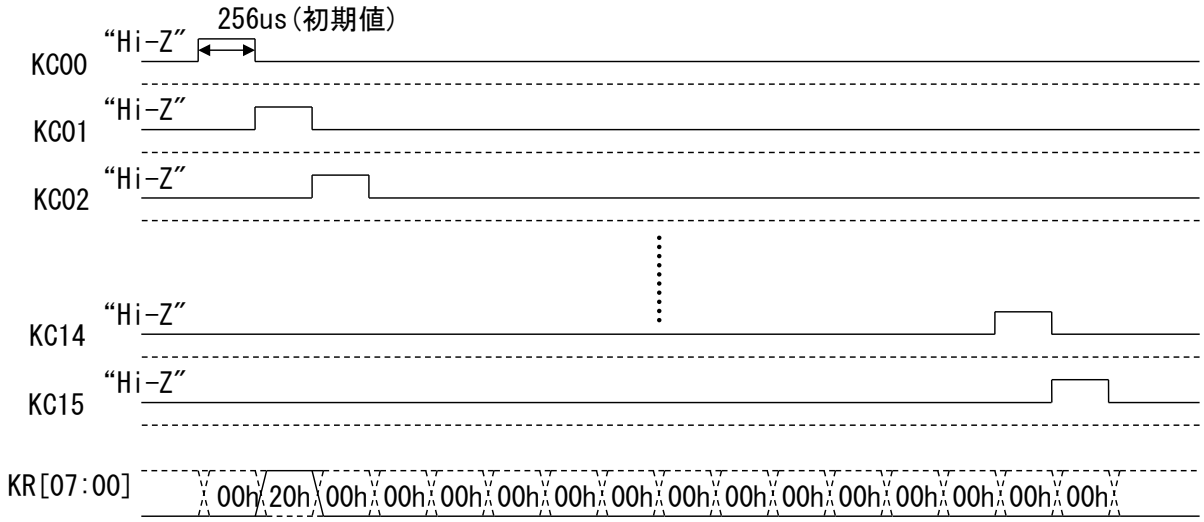

図 7.3.6 -Key マトリックス・スキャン信号の入出力

## ■ 7.3.7 通信フロー

リーダライタ，本 LSI, Key 入力デバイスの間の通信フローを図 7.3.7 に示します。

Key 入力デバイスに対するスキャン動作は BlockErase コマンドを受信してから返信するまでの EPC 規格における T5 時間（最大 20ms）の間に処理されます。

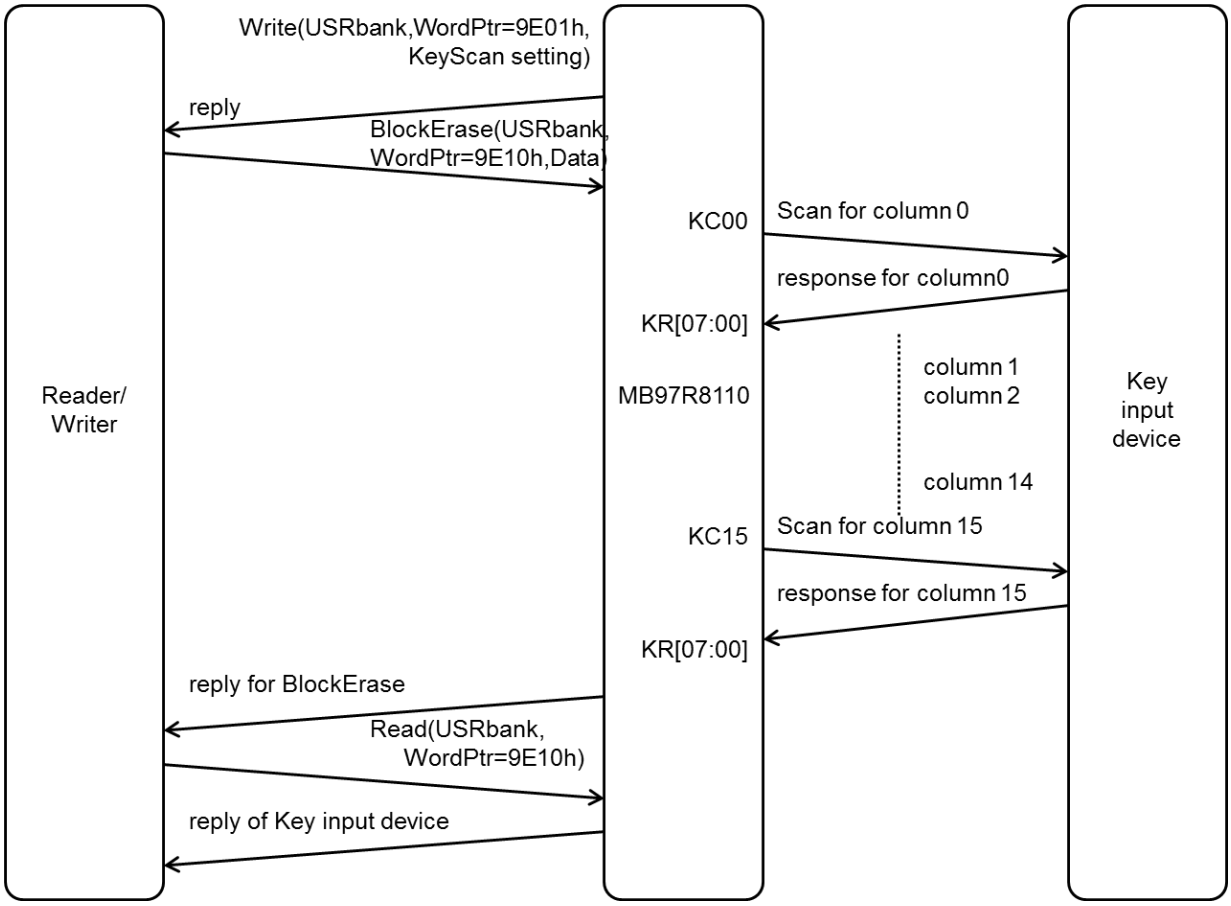


図 7.3.7 - Key マトリックス・スキャン動作の通信フロー

## ■ 7.3.8 押下 Key 数と Key マトリックス・スキャンクロック動作

1 回の BlockErase コマンドで実行される Key マトリックス・スキャンにより取得されるデータ数は 4Column 分までです。図 7.3.8 に 5Column 分のキーが押下された場合の例を示します。ここでは，1 回目のスキャンによりデータ 0080h, 0102h, 0430h, 0A01h をそれぞれ USER バンクの WordPtr=9E10h ～9E13h (WordAdr=F10h～F13h)に記憶し，スキャン Column は 4 個目の Key を取得した KC10 で停止します。なお KC04 では KR05 と KR04 の Key が同時に押下された場合の例を示しています。本 LSI は 4Column 分のデータをメモリに記憶した後，BlockErase コマンドに対する正常応答を返信します。

続けて BlockErase コマンドで Key マトリックス・スキャンを実行した場合，Column は前回停止した KC10 の次の KC11 からスキャンを行います。Key マトリックス・スキャン動作は KC15 までスキャンを行うと，KC00 に戻って累積の Column 数が 16 個になるか，4Column 分の押下 Key を検出するまでスキャンを行い，BlockErase コマンドに対する応答を返信します。このとき USER バンクの WordPtr=9E10h～9E13h(WordAdr=F10h～F13h)にそれぞれデータ 0F40h,0080h,0102h,0430h を書き込みます。

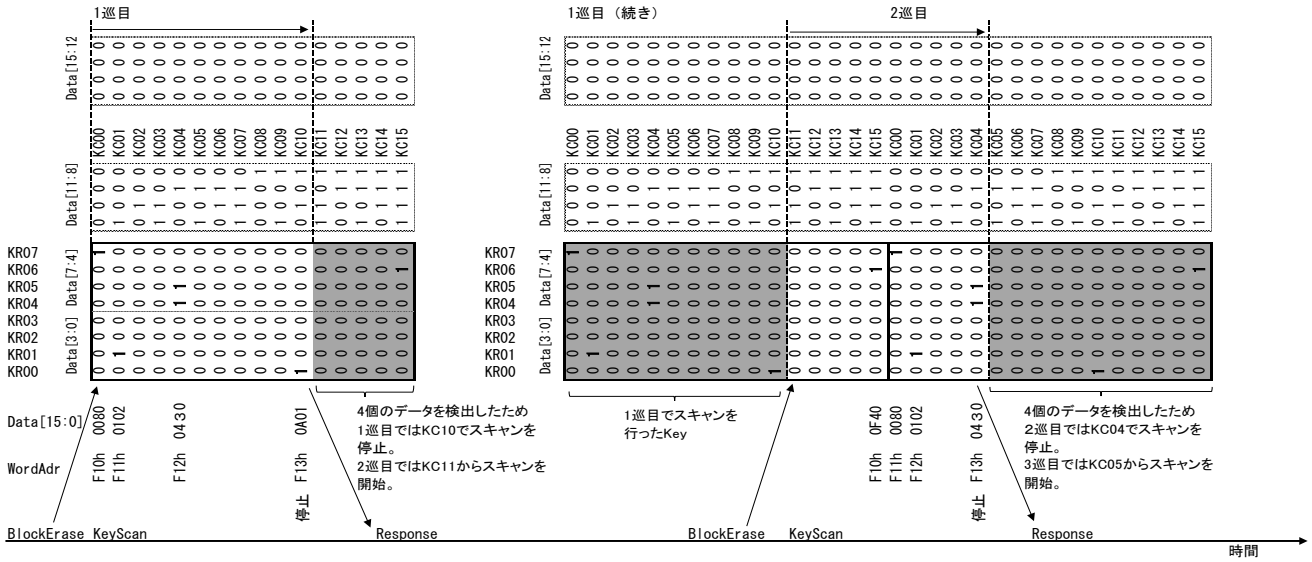


図 7.3.8 - Key マトリックス・スキャン動作の通信フロー

## ■ 7.4 VDOUT3 電源出力

### ■ 7.4.1 VDOUT3 出力設定

本 LSI は非接触通信で受信した電力を VDOUT3 端子から出力する機能を搭載しています。非接触通信の Write コマンドで USER バンクの WordPtr=9E03h(WordAdr=F03h)を指定することで，VDOUT3 電源の出力電圧と検知電圧を設定することが可能です。本設定は本 LSI のパワーオン後に毎回行う必要があります。また実際の出力電圧の検知電圧に対する状態は bit1, 2 に格納され，Read コマンドにより確認できます。

Write コマンドで指定するデータフォーマットを表 7.4.1 に記載します。

表 7.4.1 VDOUT3 設定レジスタのフォーマット

MSB LSB

| 15 | 14 13 12 | 11 | 10 9 8 | 7 6 5 4 3 2 | 1 0 |
|---|---|---|---|---|---|
| EnDet1 | SetVolDet1 | EnDet2 | SetVolDet2 | Reserved | VolDet |

EnDet1　電圧検知(SetVolDet1)の Enable/Disable 設定

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 15 | 0 | 0 | 電圧検知 Disable（SetVolDet1 は無効） |
| | | 1 | 電圧検知 Enable（SetVolDet1 を有効にします） |

SetVolDet1　下限側検知電圧の設定

| bit | 初期値 | 設定値 | 検知電圧 |
|---|---|---|---|
| 14:12 | 0h | 0h | 3.1±0.25V |
| | | 1h | 3.0±0.25V |
| | | 2h | 2.9±0.25V |
| | | 3h | 2.8±0.25V |
| | | 4h | 2.7±0.25V |
| | | 5h | 2.6±0.25V |
| | | 6h | 2.5±0.25V |
| | | 7h | 2.4±0.25V |

EnDet2　電圧検知(SetVolDet2)の Enable/Disable 設定

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 11 | 0 | 0 | 電圧検知 Disable（SetVolDet2 は無効） |
| | | 1 | 電圧検知 Enable（SetVolDet2 を有効にします） |

SetVolDet2　上限側検知電圧と VDOUT3 出力電圧の設定

| bit | 初期値 | 設定値 | 検知電圧 | 出力電圧＊ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 標準 | 最大 |
| 10:8 | 0h | 0h | 3.3±0.25V | 3.4V | 3.6V |
| | | 1h | 3.2±0.25V | 3.4V | 3.6V |
| | | 2h | 3.1±0.25V | 3.3V | 3.5V |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 3h | 3.0±0.25V | 3.3V | 3.5V |
| | | 4h | 3.0±0.25V | 3.2V | 3.4V |
| | | 5h | 2.9±0.25V | 3.2V | 3.4V |
| | | 6h | 2.8±0.25V | 3.1V | 3.3V |
| | | 7h | 2.7±0.25V | 3.1V | 3.3V |

*VDOUT3 電源の出力電圧設定は，EnDet2 の有効，無効に関わらず，常に SetVolDet2 で設定した値を出力します。R/W から供給される電力が不足している場合は，期待した電圧値が出力されない場合があります。

Reserved

| bit | 初期値 | 設定値 | 設定内容 |
|---|---|---|---|
| 7:2 | 0h | 0h | 0 に設定してください |

VolDet (Read only)　VDOUT3 電源電圧の検知状態

| bit | 初期値 | 検出値 | 電圧検知状態 |
|---|---|---|---|
| 1 | - | 0 | VDOUT3＜SetVolDet1 |
| | | 1 | VDOUT3＞SetVolDet1 |
| 0 | - | 0 | VDOUT3＜SetVolDet2 |
| | | 1 | VDOUT3＞SetVolDet2 |

VolDet Bit1,0 = 0 の場合　SetVolDet1,2 で設定した電圧よりも低い電圧を検出。
VolDet Bit1,0 = 1 の場合　SetVolDet1,2 で設定した電圧よりも高い電圧を検出。

## ■ 7.4.2 VDOUT3 受信電力と出力電流の関係

アンテナ端子 PWRP3-PWRM3 で受信した電力に対する，VDOUT3 からの 3V 電源生成時の出力電流の関係を図 7.4.2 に示します。例えば，3V, 600µA の電力を外部に供給する場合，+8dBm の電力受信が必要になります。

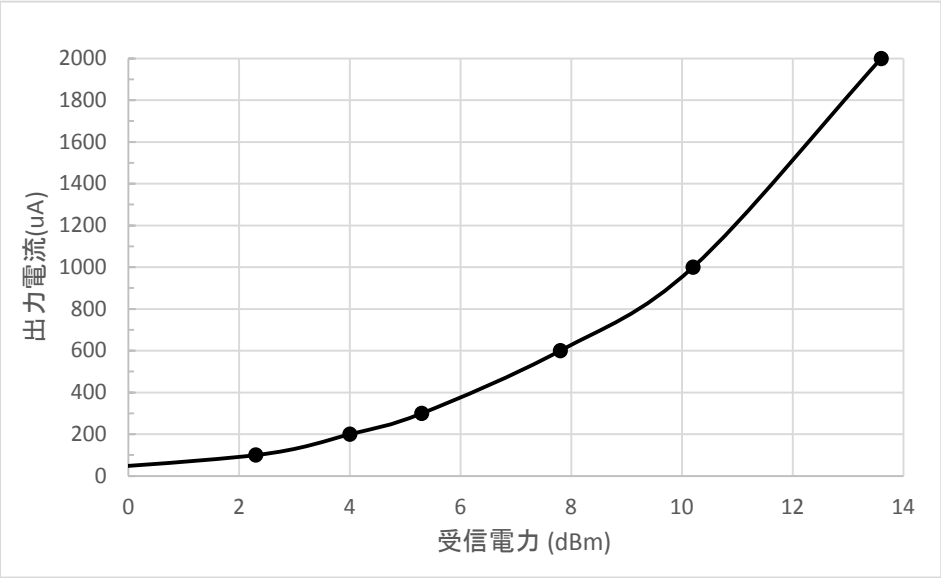


図 7.4.2 受信電力に対する VDOUT3 からの出力電流（3V 時）

# ■ 8　電気的特性

## ■ 8.1 絶対最大定格

表 8.1 に絶対最大定格を示します。

表 8.1　- 絶対最大定格

| 項目 | 記号 | 規格 | | | 単位 | 条件／備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| 最大入力電圧 | Vmax | ― | ― | 4.0 | V | PWRP1-PWRM1 間, PWRP3-PWRM3 間 |
| 電源電圧 | VDD | -0.5 | ― | +4.0 | V | |
| 入力電圧 | VIN | -0.5 | ― | VDD+0.5 | V | |
| 出力電圧 | VOUT | -0.5 | ― | VDD+0.5 | V | |
| 静電耐圧 | VESD | - | ― | ±1200 | V | Human Body Model |
| 保存温度 | Tstg | -40 | ― | +85 | ℃ | |

## ■ 8.2 推奨動作条件

表 8.2 に推奨動作条件を示します。

表 8.2　- 推奨動作条件

| 項目 | 記号 | 規格 | | | 単位 | 条件／備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| 動作環境温度 | Ta | -40 | ― | +85 | ℃ | |
| リテンション保証温度 | Trtn1 | -40 | ― | +85 | ℃ | リテンション保証期間：10 年 |
| **非接触通信** | | | | | | |
| アンテナ入力周波数 | Fclk | 860 | ― | 960 | MHz | |
| 受信変調度 | (A-B)/A | 80 | 90 | 100 | % | |
| 受信時通信速度 | F_fwd | 26.7 | ― | 128 | kbps | PIE 符号；マーク率=1/2 の場合 |
| 受信波形立ち上がり時間 | Tr | 1 | ― | 500 | µs | |
| 受信波形安定時間 | Ts | ― | ― | 1500 | µs | |
| 受信波形立ち下がり時間 | Tf | 1 | ― | 500 | µs | |
| **SPI スレーブ通信** | | | | | | |
| 電源電圧 | VDD | 1.8 | ― | 3.6 | V | |

## ■ 8.3 非接触通信特性

表 8.3 に非接触通信特性を示します。

表 8.3 - 非接触通信特性

| 項目 | 記号 | 規格 | | | 単位 | 条件／備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| 読み出し時<br>最小動作電力 | PR_MIN | ― | -12 | ― | dBm | ベアチップで測定<br>Tari=25μs, RTcal=2.5Tari, TRcal=3.0RTcal,<br>DR=8, FM0, BLF=43kbps, DSB-ASK, 変調度=90%<br>メモリアクセス長≦6word ※1 |
| 書き込み時<br>最小動作電力 | PW_MIN | ― | -12 | ― | dBm | |
| 最大動作電力 | PMAX | | +20 | | dBm | |
| 等価入力容量<br>(PWRP1-PWRM1) | CP | ― | 0.8 | ― | pF | 920MHz:入力電力=-12dBm, 並列モデル |
| | | ― | 0.8 | ― | pF | 866MHz:入力電力=-12dBm, 並列モデル |
| 等価入力抵抗<br>(PWRP1-PWRM1) | RP | ― | 4.1 | ― | kΩ | 920MHz:入力電力=-12dBm, 並列モデル |
| | | ― | 4.9 | ― | kΩ | 866MHz:入力電力=-12dBm, 並列モデル |
| 等価入力容量<br>(PWRP3-PWRM3) | CP | ― | 2.5 | ― | pF | 920MHz:入力電力=+8dBm, 並列モデル |
| | | ― | 2.3 | ― | pF | 866MHz:入力電力=+8dBm, 並列モデル |
| 等価入力抵抗<br>(PWRP3-PWRM3) | RP | ― | 140 | ― | Ω | 920MHz:入力電力=+8dBm, 並列モデル |
| | | ― | 155 | ― | Ω | 866MHz:入力電力=+8dBm, 並列モデル |
| 返信時通信速度 | F_rtrn | 40 | ― | 640 | kbps | |

※1 本特性は, 本 LSI 単独での値であり, 本 LSI にマイクロコンピュータなど, ほかの回路を接続した場合の値は規定しません

## ■ 8.4 SPI スレーブ通信特性

### ■ 8.4.1 直流特性

表 8.4.1 に直流特性を示します。

表 8.4.1 - 直流特性

| 項目 | | 記号 | 規格値 | | | 単位 | 条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| 入力リーク電流 | | ILI | — | — | ±5 | μA | VIN = VDD (SPIREQ 端子) |
| | | | — | — | ±1 | μA | VIN = 0V (SPIREQ 端子)<br>VIN = 0V ～VDD (他端子※1) |
| 出力リーク電流 | | ILO | — | — | ±1 | μA | VOUT = 0V ～ VDD,<br>"Hi-Z"時 (出力端子※2) |
| VDD 電源電流 | 動作時 | ICC | — | 70 | 200 | μA | SCK = 2MHz, Vdd=3.0V |
| | パワーダウン時 | IPD1 | — | 1 | 10 | μA | SPIREQ ＝ 0V またはオープン<br>RF 受信無し |
| | スタンバイ時 | ISB | — | 20 | 40 | μA | SPIREQ ＝ VDD XCS=VDD |
| "H"レベル入力電圧 | | VIH | VDD×0.7 | — | VDD+0.3 | V | ※3 |
| "L"レベル入力電圧 | | VIL | -0.3 | — | VDD×0.3 | V | ※3 |
| "H"レベル出力電圧 | | VOH | VDD-0.5 | — | VDD | V | IOH ＝－2mA ※2 |
| "L"レベル出力電圧 | | VOL | 0 | — | 0.4 | V | IOL ＝ 2mA ※2 |
| プルダウン抵抗 | | RIN | 0.8 | 1 | 1.2 | MΩ | VIN = VDD<br>SPIREQ 端子 |

※1：XCS，SCK，DI 端子　※2：DO，SPIACK 端子　※3：SPIREQ，XCS，SCK，DI 端子

## ■ 8.4.2 交流特性

表 8.4.2 に交流特性を示します。

表 8.4.2 - 交流特性

| 項目 | 記号 | 規格値 | | | 単位 | 関連端子 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| SCK クロック周波数 | fCK | — | — | 2 | MHz | SCK |
| クロックハイ時間 | tCH | 200 | — | — | ns | SCK |
| クロックロー時間 | tCL | 200 | — | — | ns | SCK |
| XCS セットアップ時間 | tCSU | 60 | — | — | ns | XCS, SCK |
| XCS ホールド時間 | tCSH | 20 | — | — | ns | XCS, SCK |
| 出力イネーブル時間 | tODLZ | 20 | | | ns | DO, SCK |
| 出力ディセーブル時間 | tODZ | — | — | 60 | ns | DO, XCS |
| 出力データ確定時間 | tODV | — | — | 80 | ns | DO, SCK |
| 出力ホールド時間 | tOH | 0 | — | — | ns | DO, SCK |
| 非選択時間 | tD | 280 | — | — | ns | XCS |
| データ立ち上がり時間 | tR | — | — | 5 | ns | DI, XCS, SPIREQ |
| データ立ち下がり時間 | tF | — | — | 5 | ns | DI, XCS, SPIREQ |
| データセットアップ時間 | tDIS | 20 | — | — | ns | DI, SCK |
| データホールド時間 | tDIH | 20 | — | — | ns | DI, SCK |

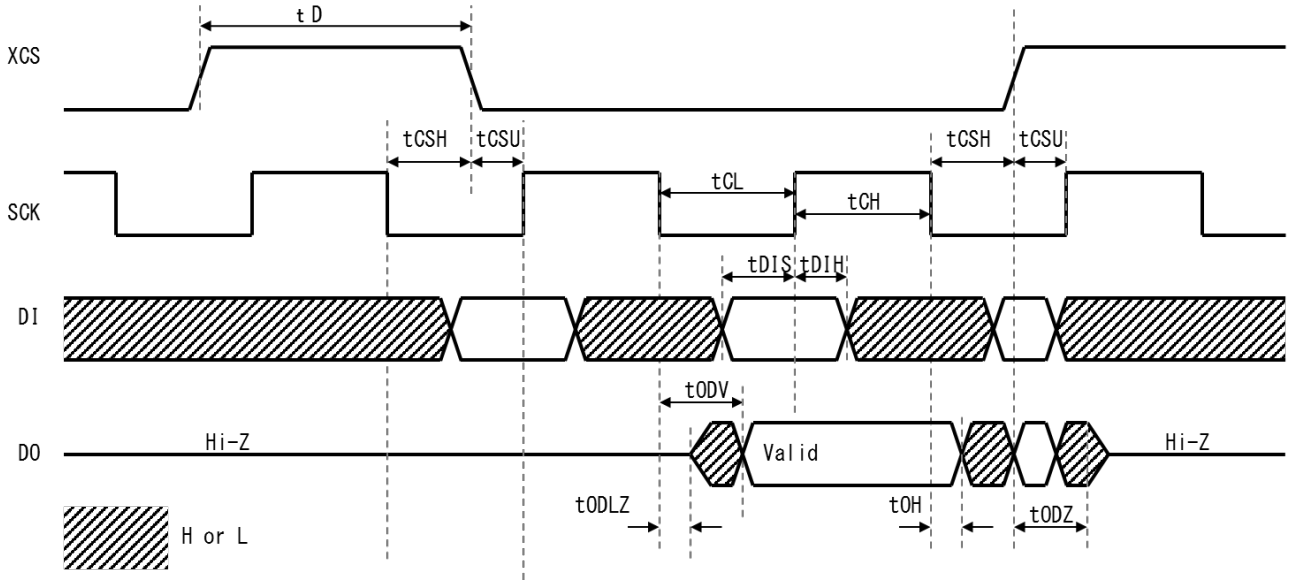


図 8.4.2 - SPI スレーブタイミング

### ■ 8.4.3 電源投入シーケンス（SPI マスター機能を使用しない場合）

SPI スレーブ通信モードにおいて, SPI マスター機能を使用しない場合の電源シーケンスを図 8.4.3.1（VDD オフ制御あり）， 図 8.4.3.2（VDD オフ制御なし）に，電源シーケンスに対するタイミング規格を表 8.4.3 に示します。

通信の開始は VDD 電源を立ち上げた後，SPIREQ を立ち上げてください。SPIREQ を立ち上げた後，tOAV のタイミングで SPIACK 端子には"H"レベルが出力されます。SPIREQ の立ち上げから tCUS の時間が経過するまでの期間中に XCS を"H"レベルとしてください。SPIACK が"H"レベルであることを確認し，tPU の時間を待ってから XCS を立ち下げた後，SPI スレーブ通信を開始することが可能です。

通信の終了は XCS を立ち上げた後，tPD 以上の時間が経過してから SPIREQ を"L"レベルとしてください。SPIREQ 入力が"L"レベルになると tOHA のタイミングで SPIACK 端子の出力は"L"レベルとなります。SPIREQ の立ち下げから tCHS の時間が経過するまでの期間中に XCS の入力を”L"レベルとしてください。VDD をオフする場合には SPIACK 端子に"L"レベルが出力されてから tPH 以上の時間を待ってください。

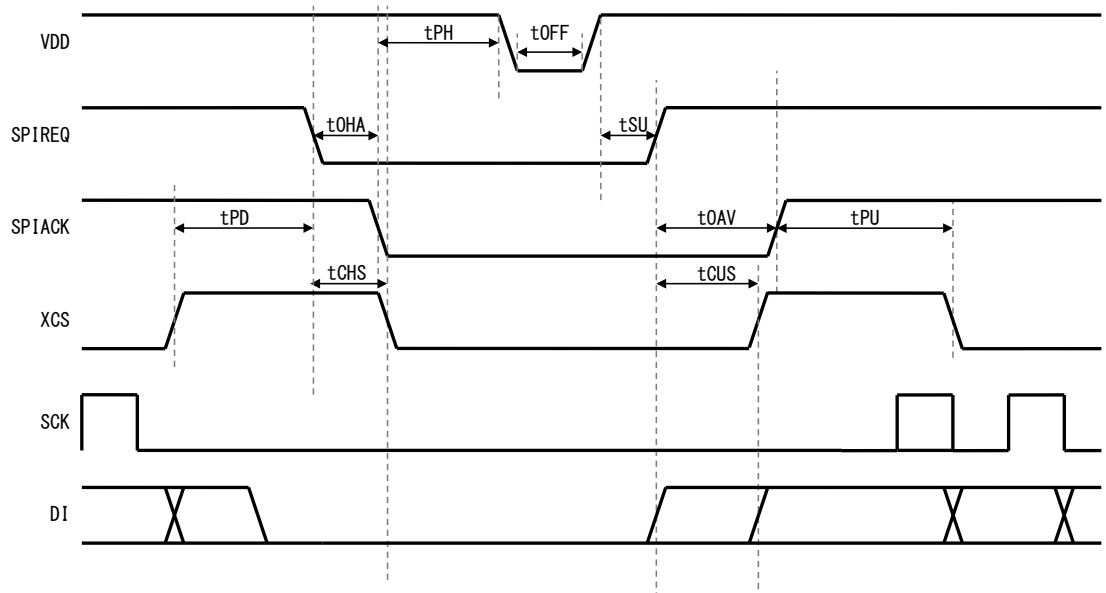


図 8.4.3.1 SPI スレーブ通信時の電源シーケンス（SPI マスター機能不使用，VDD オフ制御あり）

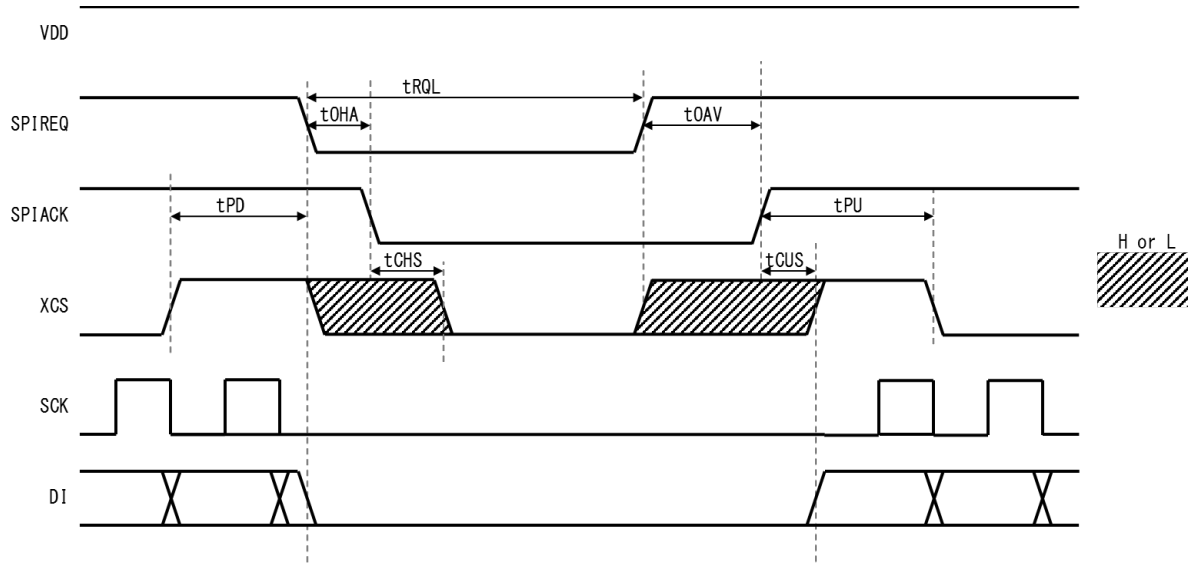

図 8.4.3.2 SPI スレーブ通信時の電源シーケンス（SPI マスター機能不使用，VDD オフ制御なし）

表 8.4.3 - 電源シーケンスに対するタイミング規格（SPI マスター機能不使用）

| 項目 | 記号 | 規格値 | | | 単位 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | |
| SPIREQ 端子立ち上げ開始時間 | tSU | 500 | — | — | us |
| SPIREQ ロー時間 | tRQL | 1000 | — | — | us |
| 電源ホールド時間 | tPH | 0 | — | — | us |
| 電源投入時の XCS レベル保持時間 | tPU | 10 | — | — | us |
| 電源切断時の XCS レベル保持時間 | tPD | 1 | — | — | us |
| 電源切断時間 | tOFF | 1000 | — | — | us |
| 出力 SPIACK 確定時間 | tOAV | 1 | — | 20000 | us |
| 出力 SPIACK ホールド時間 | tOHA | 5 | — | 10000 | ns |
| XCS セットアップ時間（起動） | tCUS | — | — | 1 | us |
| XCS ホールド時間（起動） | tCHS | 0 | — | — | us |

規定された電源投入・切断シーケンスを守らない動作が行われた場合，記憶データの保証はできません。

## ■ 8.4.4 電源投入シーケンス（SPI マスター機能を使用する場合）

SPI スレーブ通信モードにおいて, SPI マスター機能を使用する場合の電源シーケンスを図 8.4.4.1（VDD オフ制御あり）， 図 8.4.4.2（VDD オフ制御なし）に示します。

通信の開始は VDD 電源を立ち上げた後，SPIREQ を立ち上げてください。SPIREQ 立ち上げた後，tOAV のタイミングで SPIACK 端子には"H"レベルが出力されます。SPIACK 端子が"L"レベルの期間，本 LSI は SPI マスター動作を行っている可能性があるため，XCS 端子と SCK 端子への入力は"Hi-Z"としてください。SPIACK 端子に"H"レベルが出力された後，tCUS の時間が経過するまでに XCS を"H"レベルにし，SCK を"L"レベルにしてください。SPIACK="H"レベルであることを確認し，tPU の時間を待ってから XCS を立ち下げた後，SPI スレーブ通信を開始することが可能です。

通信の終了は XCS を立ち上げた後，tPD 以上の時間が経過してから SPIREQ を"L"レベルとしてください。SPIREQ 入力が"L"レベルになると tOHA のタイミングで SPIACK 端子の出力は"L"レベルとなります。SPIACK の立ち下がりから tCHS の時間が経過すると XCS と SCK の入力は無効となります。SPI マスターで XCS 端子と SCK 端子を使用可能とするため，上記 tCHS 経過後は XCS 端子と SCK 端子への入力は"Hi-Z"としてください。VDD をオフする場合には SPIACK 端子に"L"レベルが出力されてから tPH 以上の時間を待ってください。

タイミング規格値については SPI マスター機能を使用しない場合(8.4.3 項)と共通のため，表 8.4.3 を参照してください。

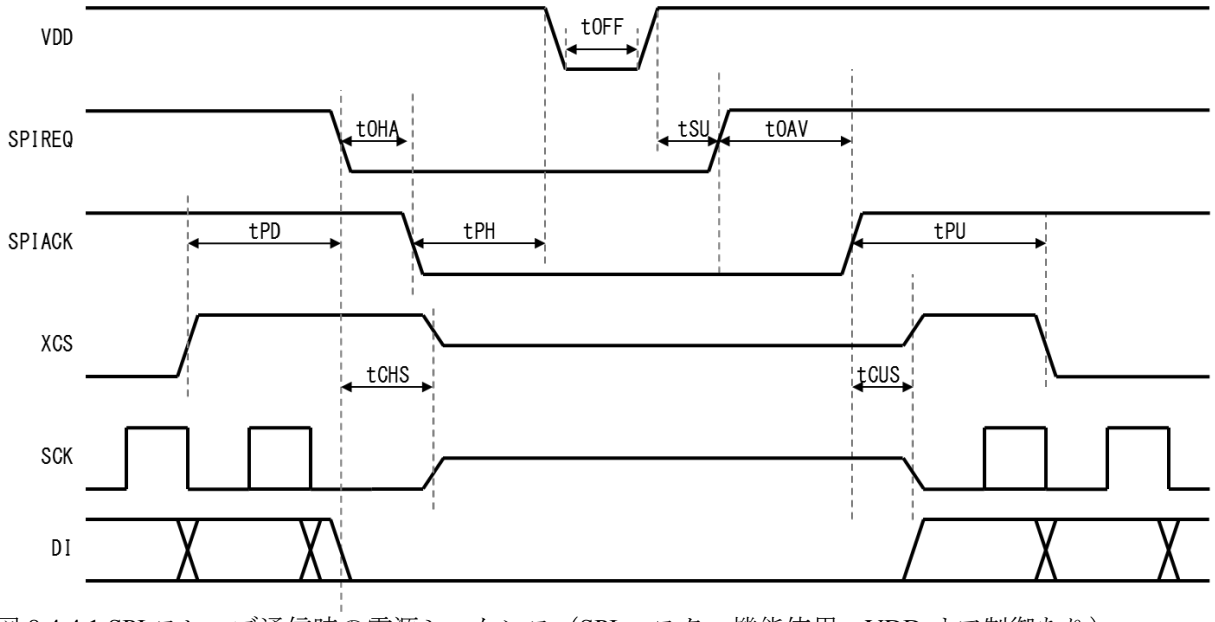


図 8.4.4.1 SPI スレーブ通信時の電源シーケンス（SPI マスター機能使用，VDD オフ制御あり）

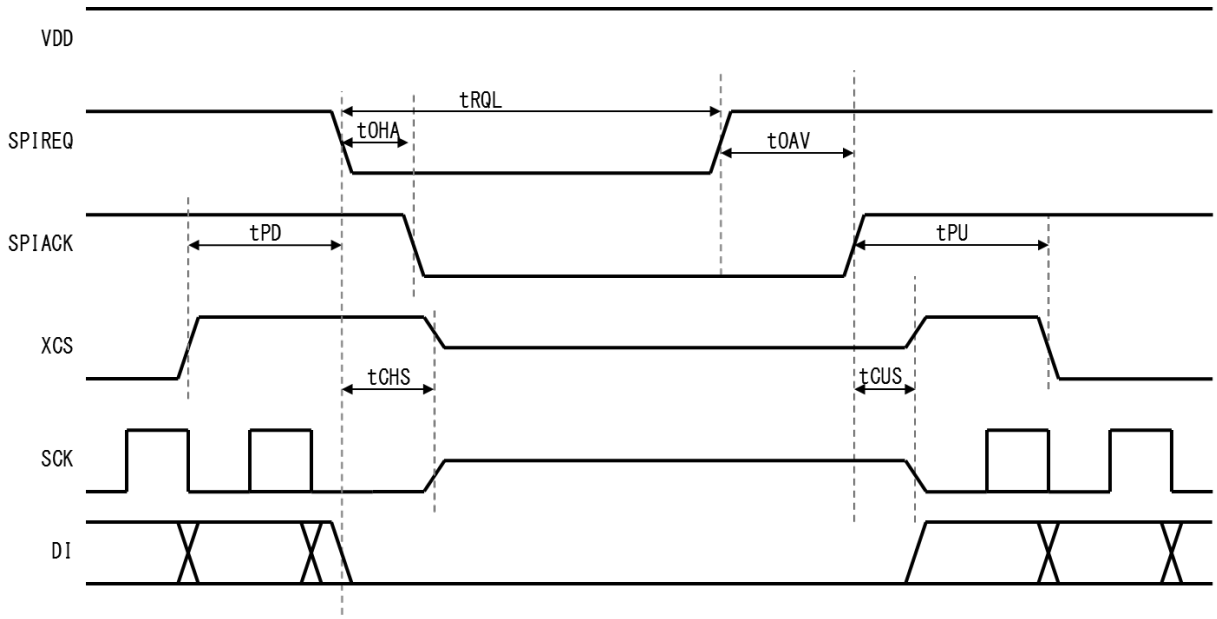


図 8.4.4.2 SPI スレーブ通信時の電源シーケンス（SPI マスター機能使用，VDD オフ制御なし）

## ■ 8.5 SPI マスター通信特性

### ■ 8.5.1 直流特性

表 8.5.1 に直流特性を示します。

表 8.5.1 - 直流特性

| 項目 | 記号 | 規格値 | | | 単位 | 条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| 入力リーク電流 | ILI | — | — | ±1 | μA | ※1 |
| 出力リーク電流 | ILO | — | — | ±1 | μA | "Hi-Z"時※3 |
| 電源出力電圧 | VDOUT3 | 2.95 | — | 3.6 | V | 7.4.2 項参照※2 |
| "H"レベル入力電圧 | VIH | VOPSPI3×0.7 | — | VOPSPI3+0.5 | V | ※1 |
| "L"レベル入力電圧 | VIL | -0.5 | — | VOPSPI3×0.3 | V | ※1 |
| "H"レベル入力電圧 | VOH | VOPSPI3-0.5 | — | — | V | IOH＝－0.5mA ※3 |
| "L"レベル入力電圧 | VOL | — | — | 0.4 | V | IOL＝ 0.5mA ※3 |

※1：DI 端子　　※2：VDOUT3，VDIO 端子　　※3：XCS，SCK，DO，CD，XRST 端子

### ■ 8.5.2 交流特性

表 8.5.2 に交流特性を示します。

表 8.5.2 - 交流特性

| 項目 | 記号 | 規格値 | | | 単位 | 関連端子 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| SCK クロック周波数 | fCK | 3.9 | — | 500 | kHz | SCK |
| クロックハイ時間 | tCH | 300 | — | — | ns | SCK |
| クロックロー時間 | tCL | 300 | — | — | ns | SCK |
| チップセレクト セットアップ時間 | tCSU | 600 | — | — | ns | XCS, CD, SCK |
| チップセレクト ホールド時間 | tCSH | 300 | — | — | ns | XCS, CD, SCK |
| 入力イネーブル時間 | tIDLZ | 10 | — | — | ns | DI |
| 入力ディセーブル時間 | tIDZ | — | — | 1200 | ns | DI, XCS |
| 出力セットアップ時間 | tDOS | 35 | — | — | ns | DO, SCK |
| 出力ホールド時間 | tDOH | 300 | — | — | ns | DO, SCK |
| 出力ディセーブル時間 | tODZ | 0 | — | 10 | ns | DO |
| データ立ち上がり時間 | tR | — | — | 5 | ns | DI |
| データ立ち下がり時間 | tF | — | — | 5 | ns | DI |
| 入力データ確定時間 | tIDV | — | — | 100 | ns | DI, SCK |
| 入力データホールド時間 | tIDH | 10 | — | — | ns | DI, SCK |

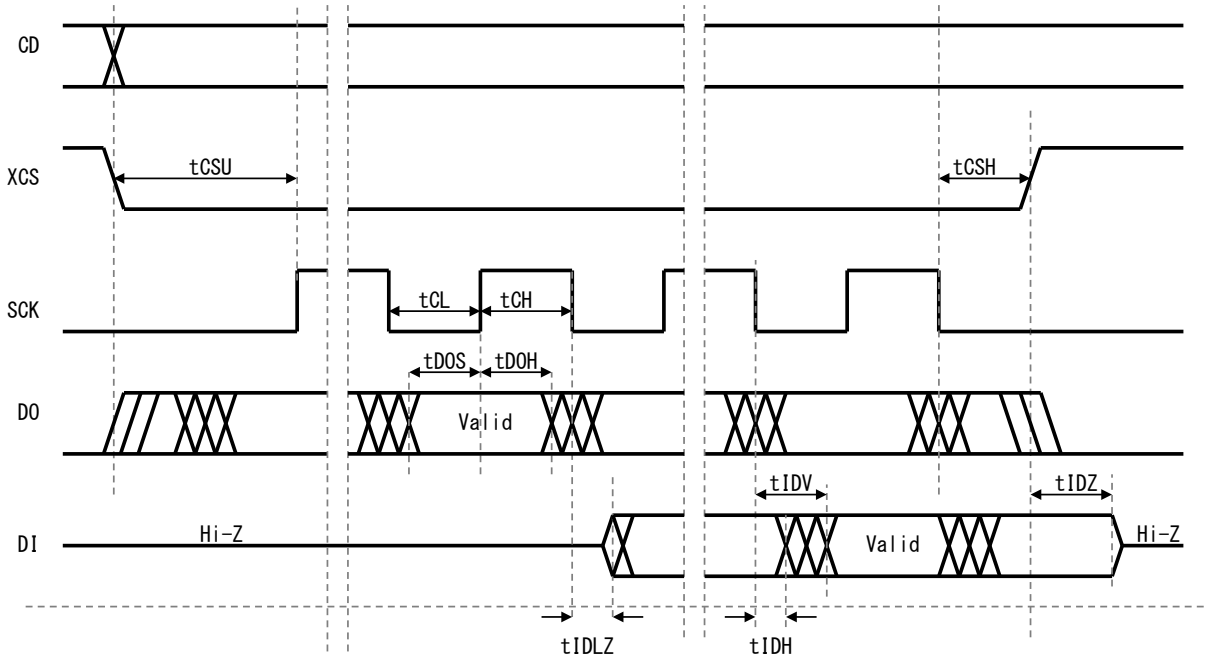


図 8.5.2.1 - SPI マスタータイミング（MuxDio=0）

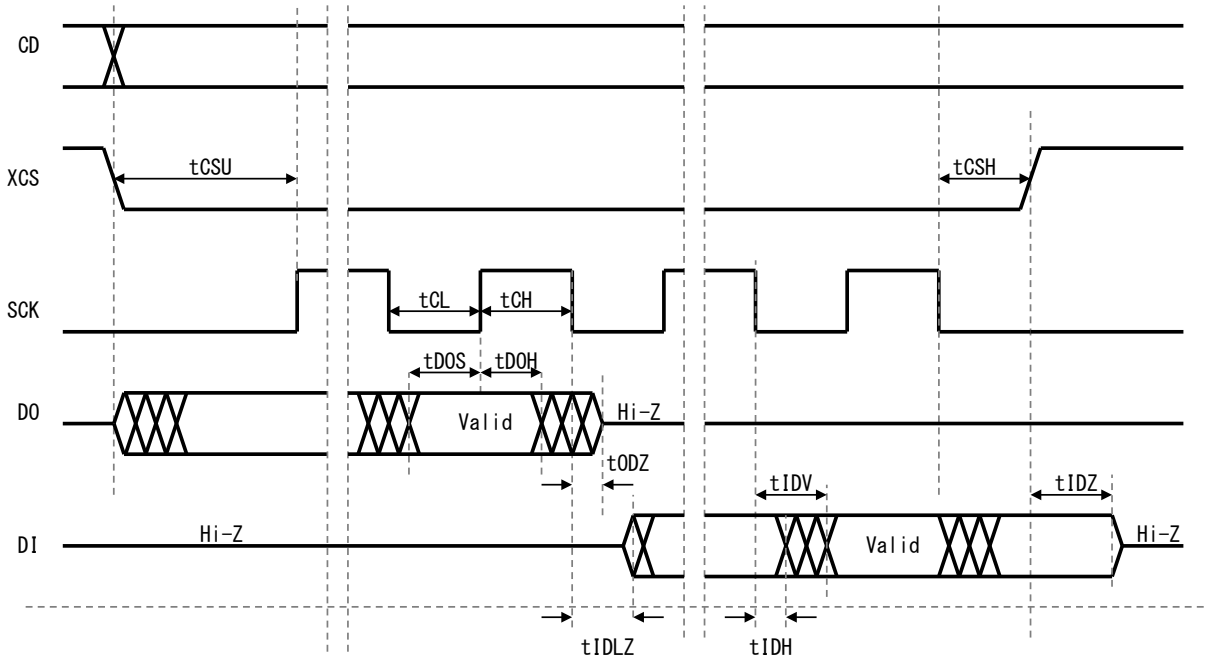


図 8.5.2.2 - SPI マスタータイミング（MuxDio=1）

## ■ 8.6 Key マトリックス・スキャン特性

### ■ 8.6.1　直流特性

表 8.6.1 に直流特性を示します。

表 8.6.1　- 直流特性

| 項目 | 記号 | 規格値 | | | 単位 | 条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| 入力リーク電流 | ILI | — | — | ±1 | μA | "L"レベル入力時 ※1 |
| | | — | 12 | — | μA | "H"レベル入力時 ※1 |
| 出力リーク電流 | ILO | — | — | ±1 | μA | "Hi-Z"時 ※2 |
| 電源出力電圧 | VDOUT18 | 1.65 | — | 1.95 | V | ※3 |
| "H"レベル入力電圧 | VIH | VDOUT18×0.7 | — | VDOUT18+0.5 | V | ※1 |
| "L"レベル入力電圧 | VIL | -0.5 | — | VDOUT18×0.3 | V | ※1 |
| "H"レベル出力電圧 | VOH | VDOUT18-0.5 | — | VDOUT18 | V | IOH＝－10μA ※2 |
| プルダウン抵抗 | RIN | — | 150 | — | kΩ | ※1 |

※1：KR[0:7]端子　　※2：KC[0:15]端子　　※3：VDOUT18 端子

### ■ 8.6.2　交流特性

表 8.6.2 に交流特性を，図 8.6.2 に Key マトリックス・スキャンタイミングを示します。

表 8.6.2　- 交流特性

| 項目 | 記号 | 規格値 | | | 単位 | 関連端子 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| KC 端子"H"レベル出力時間 | tOKH | — | 256 | — | μs | 7.3.1 参照 |

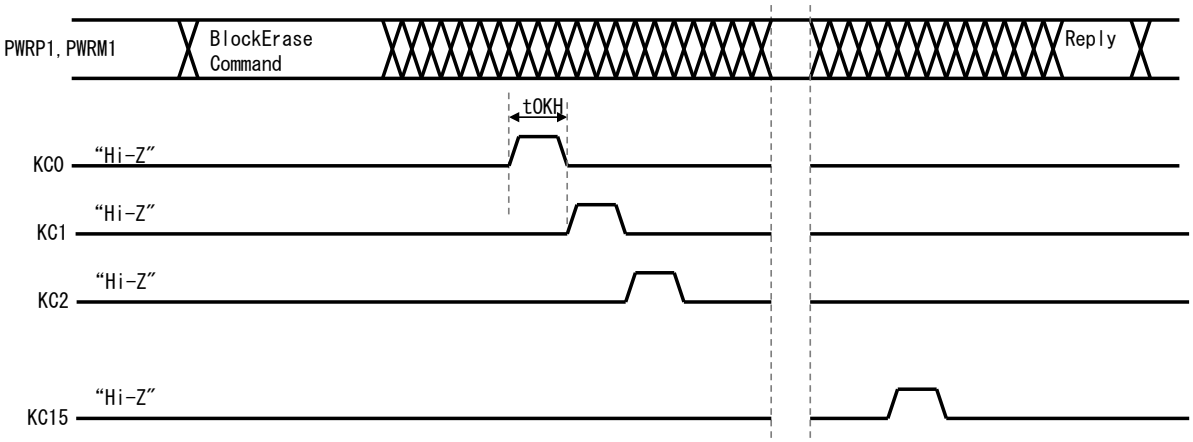


図 8.6.2　-Key マトリックス・スキャンタイミング

## ■ 8.7 GPIO 通信特性

### ■ 8.7.1 直流特性

表 8.7.1 に直流特性を示します。

表 8.7.1 - 直流特性

| 項目 | 記号 | 規格値 | | | 単位 | 条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| 入力リーク電流 | ILI | — | — | ±1 | μA | ※1 |
| 出力リーク電流 | ILO | — | — | ±1 | μA | "Hi-Z"時※2 |
| "H"レベル入力電圧 | VIH | VDIO×0.7 | — | VDIO+0.5 | V | ※1, ※3 |
| "L"レベル入力電圧 | VIL | −0.5 | — | VDIO×0.3 | V | ※1, ※3 |
| "H"レベル出力電圧 | VOH | VDIO−0.5 | — | VDIO | V | IOH=-0.5mA※2, ※3 |
| "L"レベル出力電圧 | VOL | 0 | — | 0.4 | V | IOL＝0.5mA※2 |

※1：INT 端子　　※2：COM[2:0]端子,※3:VDIO 電圧は VDOUT3 出力電圧。

## ■ 8.7.2 交流特性

表 8.7.2 に交流特性, 図 8.7.2.1 に COM 出力タイミング, 図 8.7.2.2 に GPIO タイミングを示します。

表 8.7.2 - 交流特性

| 項目 | 記号 | 規格値 | | | 単位 | 関連端子 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| COM 出力確定時間 | tOCV | — | — | 1 | ms | COM[2:0] |
| INT 入力セットアップ時間 | tIIS | 0 | — | — | | INT ※1 |
| INT 入力ホールド時間 | tIIH | — | — | T1 | ms | INT ※1 |

※1：INT は表 8.7.2, 図 8.7.2.2 記載のタイミングで入力されたときの値が読み出されます。T1 は EPC 規格の T1 時間です。

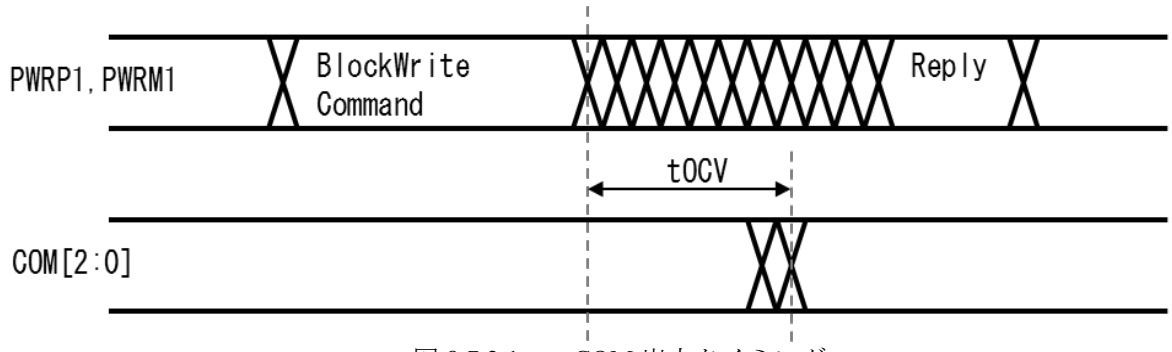


図 8.7.2.1 - COM 出力タイミング

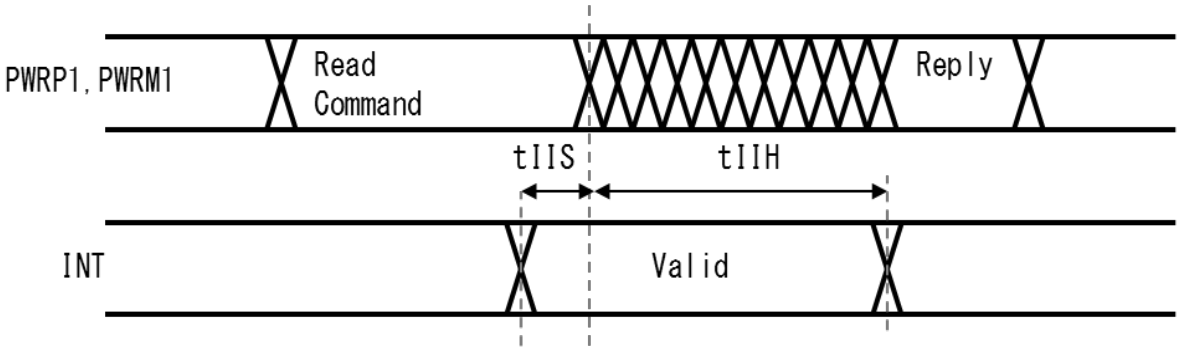


図 8.7.2.2 - GPIO タイミング（INT 入力）

## ■ 9 オーダ型格

| オーダ型格 | 出荷形態 | ウェーハ/チップ厚 |
|---|---|---|
| MB97R8110-WF | ウェーハ | 725μm±15μm |
| MB97R8110-DI15 | ウェーハ（ダイシング済） | 150μm±22.54μm |
| MB97R8110-CHIP15 | チップ（トレイ） | 150μm±22.54μm |

# ■ 10 その他

## ■ 10.1 注意事項

本資料の記載内容は，予告なしに変更することがありますので，製品のご購入やご使用などのご用命の際は，当社営業窓口にご確認ください。
本資料に記載された動作概要や応用回路例などの情報は，半導体デバイスの標準的な動作や使い方を示したもので，実際に使用する機器での動作を保証するものではありません。したがって，お客様の機器の設計においてこれらを使用する場合は，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する損害などについては，当社はその責任を負いません。
本資料は，本資料に記載された製品および動作概要・回路図を含む技術情報について，当社もしくは第三者の特許権，著作権等の知的財産権やその他の権利の使用権または実施権を許諾するものではありません。また，これらの使用について，第三者の知的財産権やその他の権利の実施ができることの保証を行うものではありません。したがって，これらの使用に起因する第三者の知的財産権やその他の権利の侵害などについて，当社はその責任を負いません。
本資料に記載された製品は，通常の産業用，一般事務用，パーソナル用，家庭用などの一般的用途に使用されることを意図して設計・製造されています。極めて高度な安全性が要求され，仮に当該安全性が確保されない場合，直接生命・身体に対する重大な危険性を伴う用途（原子力施設における核反応制御，航空機自動飛行制御，航空交通管制，大量輸送システムにおける運行制御，生命維持のための医療機器，兵器システムにおけるミサイル発射制御など），または極めて高い信頼性が要求される用途（海底中継器，宇宙衛星など）に使用されるよう設計・製造されたものではありません。したがって，これらの用途へのご使用をお考えのお客様は，必ず事前に当社営業窓口までご相談ください。ご相談なく使用されたことにより発生した損害などについては，当社は責任を負いません。
半導体デバイスには，ある確率で故障や誤動作が発生します。本資料に記載の製品を含め当社半導体デバイスをご使用いただく場合は，当社半導体デバイスに故障や誤動作が発生した場合も，結果的に人身事故，火災事故，社会的な損害などを生じさせないよう，お客様の責任において，装置の冗長設計，延焼対策設計，過電流防止対策設計，誤動作防止設計などの安全設計をお願いします。
本資料に記載された製品および技術情報を輸出または非居住者に提供する場合は，外国為替及び外国貿易法および米国輸出管理関連法規などの規制をご確認の上，必要な手続きをおとりください。
本資料に記載されている社名および製品名などの固有名詞は，各社の商標または登録商標です。

富士通セミコンダクターメモリソリューション株式会社

〒222-0033
神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目１００番４５（新横浜中央ビル）
https://www.fujitsu.com/jp/fsm/

本資料の記載内容は，予告なしに変更することがありますので，製品のご購入やご使用などのご用命の際は，当社営業窓口にご確認ください。
本資料に記載された動作概要や応用回路例などの情報は，半導体デバイスの標準的な動作や使い方を示したもので，実際に使用する機器での動作を保証するものではありません。したがって，お客様の機器の設計においてこれらを使用する場合は，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する損害などについては，当社はその責任を負いません。
本資料は，本資料に記載された製品および動作概要・回路図を含む技術情報について，当社もしくは第三者の特許権，著作権等の知的財産権やその他の権利の使用権または実施権を許諾するものではありません。また，これらの使用について，第三者の知的財産権やその他の権利の実施ができることの保証を行うものではありません。したがって，これらの使用に起因する第三者の知的財産権やその他の権利の侵害などについて，当社はその責任を負いません。
本資料に記載された製品は，通常の産業用，一般事務用，パーソナル用，家庭用などの一般的用途に使用されることを意図して設計・製造されています。極めて高度な安全性が要求され，仮に当該安全性が確保されない場合，直接生命・身体に対する重大な危険性を伴う用途（原子力施設における核反応制御，航空機自動飛行制御，航空交通管制，大量輸送システムにおける運行制御，生命維持のための医療機器，兵器システムにおけるミサイル発射制御など），または極めて高い信頼性が要求される用途（海底中継器，宇宙衛星など）に使用されるよう設計・製造されたものではありません。したがって，これらの用途へのご使用をお考えのお客様は，必ず事前に当社営業窓口までご相談ください。ご相談なく使用されたことにより発生した損害などについては，当社は責任を負いません。
半導体デバイスには，ある確率で故障や誤動作が発生します。本資料に記載の製品を含め当社半導体デバイスをご使用いただく場合は，当社半導体デバイスに故障や誤動作が発生した場合も，結果的に人身事故，火災事故，社会的な損害などを生じさせないよう，お客様の責任において，装置の冗長設計，延焼対策設計，過電流防止対策設計，誤動作防止設計などの安全設計をお願いします。
本資料に記載された製品および技術情報を輸出または非居住者に提供する場合は，外国為替及び外国貿易法および米国輸出管理関連法規などの規制をご確認の上，必要な手続きをおとりください。
本資料に記載されている社名および製品名などの固有名詞は，各社の商標または登録商標です。

編集　営業・マーケティング統括部