RAMXEED

DS501-00043-4v1-J

メモリ FeRAM

4M (512 K×8) ビット Quad SPI

MB85RQ4ML

■ 概　要

MB85RQ4ML は , 不揮発性メモリセルを形成する強誘電体プロセスとシリコンゲート CMOS プロセスを用いた 524,288 ワード ×8 ビット構成の FeRAM (Ferroelectric Random Access Memory: 強誘電体ランダムアクセスメモリ) です。

MB85RQ4ML は , 四つの双方向 I/O を用いて , 54 MB/s までの高速書込み / 読出しが可能な , クワッドシリアルペリフェラルインタフェース (QSPI) を採用しています。

MB85RQ4ML は , SRAM のようにデータバックアップ用バッテリを使用することなくデータ保持が可能です。

MB85RQ4ML に採用しているメモリセルは 10^{13} 回の書込み / 読出し動作が可能で , フラッシュメモリや E^2PROM の書換え可能回数を大きく上回ります。

MB85RQ4ML は , 高速書込みが可能であり , 書込みのための待ち時間を必要とせず , フラッシュメモリや E^2PROM のような長い書込み時間も必要としません。したがって , ネットワーキング , ゲーム , 産業用コンピューティング , カメラ , RAID コントローラなどに最適です。

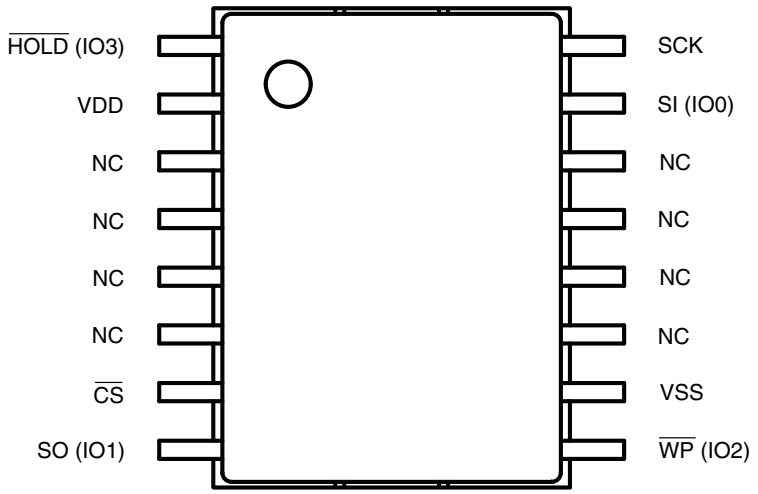
■ 特　長

・ ビット構成	: 524,288 ワード ×8 ビット
・ シリアルペリフェラルインタフェース	: SPI (Serial Peripheral Interface) / Quad SPI SPI モード 0 (0, 0) とモード 3 (1, 1) に対応
・書込み	: 単一データ入力 / クワッドデータ入力 / クワッドアドレス入力およびデータ入力 / QPI モード
・読出し	: 単一データ出力 / 高速単一データ出力 / 高速クワッドデータ出力 / 高速クワッドアドレス入力およびデータ出力 / QPI モード / XIP モード
・ 動作周波数	: 108 MHz (READ コマンドを除く)
・ 書込み / 読出し耐性	: 10^{13} 回 / バイト
・ データ保持特性	: 10 年 (＋ 85 °C), 95 年 (＋ 55 °C), 200 年以上 (＋ 35 °C)
・ 動作電源電圧	: 1.7 V ～ 1.95 V (単一電源)
・ 低消費電力	: 動作電源電流 20.0 mA (Typ@Quad I/O 108 MHz) スタンバイ電流 70 µA (Typ), 400 µA (Max)
・ 動作周囲温度	: － 40 °C ～＋ 85 °C
・ パッケージ	: プラスチック SOP, 16 ピン 本製品は RoHS 指令に適合しています。

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はRAMXEED株式会社に社名変更しました。
RAMXEED株式会社は既存の富士通の製品型格のまま引き続き製品提供しサポートしていきます。

Copyright 2025.03 RAMXEED LIMITED

■ 端子配列図



(プラスチック SOP, 16 ピン)

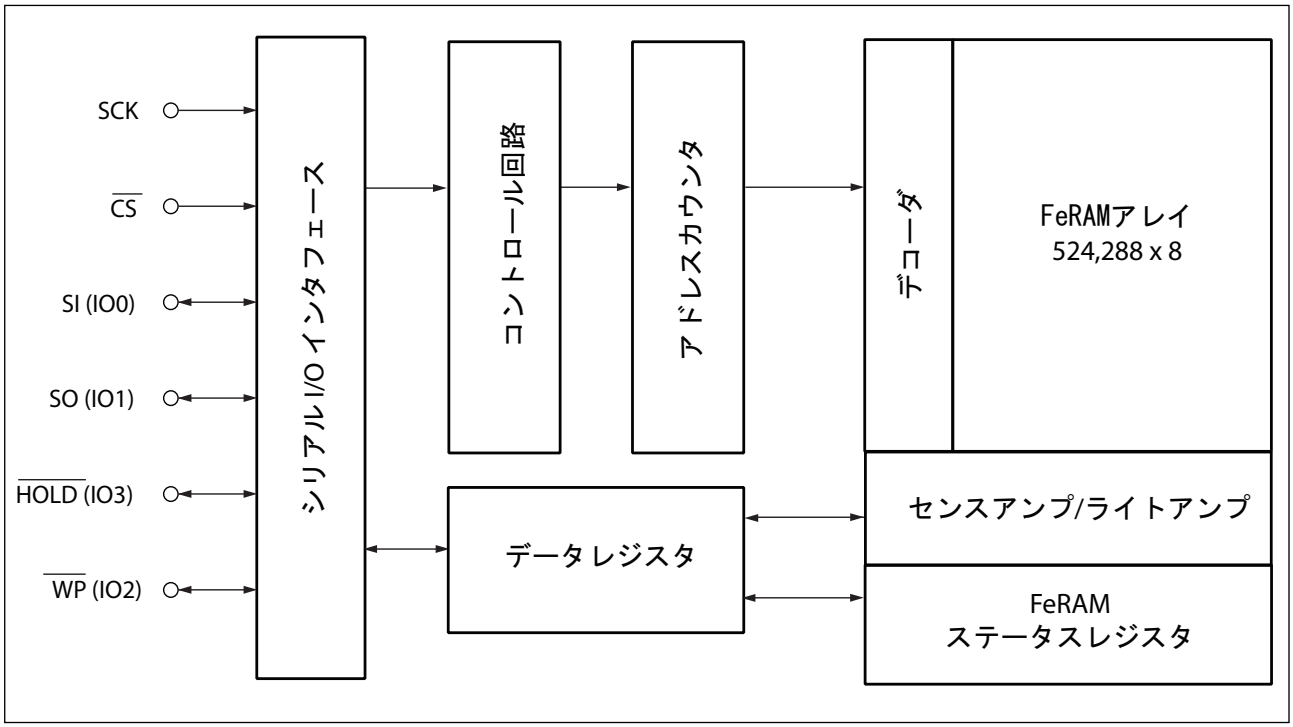
NC: Non connect pin

■ 端子機能説明

端子番号	端子名	機能説明
7	$\overline{CS}$	チップセレクト端子 チップを選択状態にするための入力端子です。$\overline{CS}$ が “H” レベルのとき , チップは非選択 (スタンバイ) 状態となり , SO は High-Z になります。このとき , 他の端子の入力は無視されます。$\overline{CS}$ が “L” レベルのとき , チップは選択 (アクティブ) 状態となります。オペコード入力前に $\overline{CS}$ を立ち下げる必要があります。本端子は , 内部で VDD 端子にプルアップされています。
9	$\overline{WP}$ (IO2)	ライトプロテクト端子 (Quad SPI モードを除く) ステータスレジスタへの書込みを制御する端子です。$\overline{WP}$ と WPEN (「■ ステータスレジスタ」参照) とが関連して , ステータスレジスタの書込みをプロテクトします。詳細な説明は ,「■ 書込みプロテクト」を参照してください。 (Quad SPI モードのときは , IO2 として動作。)
1	$\overline{HOLD}$ (IO3)	ホールド端子 (Quad SPI モードを除く) チップを非選択状態にせずにシリアル入出力を休止するときに使用します。$\overline{HOLD}$ が “L” レベルのとき , ホールド動作となり , SO は High-Z に , SCK, SI は don’t care になります。詳細な説明は「■ ホールド動作」を参照してください。 (Quad SPI モードのときは , IO3 として動作。)
16	SCK	シリアルクロック端子 シリアルデータの入出力のためのクロック入力端子です。入力データは SCK の立上りエッジに同期して取り込まれ , 出力データは SCK の立下りエッジに同期して出力されます。
15	SI (IO0)	シリアルデータ入力端子 (Quad SPI モードを除く) シリアルデータの入力端子です。オペコード , アドレス , 書込みデータを入力します。 (Quad SPI モードのときは , IO0 として動作。)
8	SO (IO1)	シリアルデータ出力端子 (Quad SPI モードを除く) シリアルデータの出力端子です。FeRAM メモリセルアレイの読出しデータ , ステータスレジスタのデータを出力します。スタンバイ時は High-Z です。 (Quad SPI モードのときは , IO1 として動作。)
2	VDD	電源電圧端子
10	VSS	グランド端子

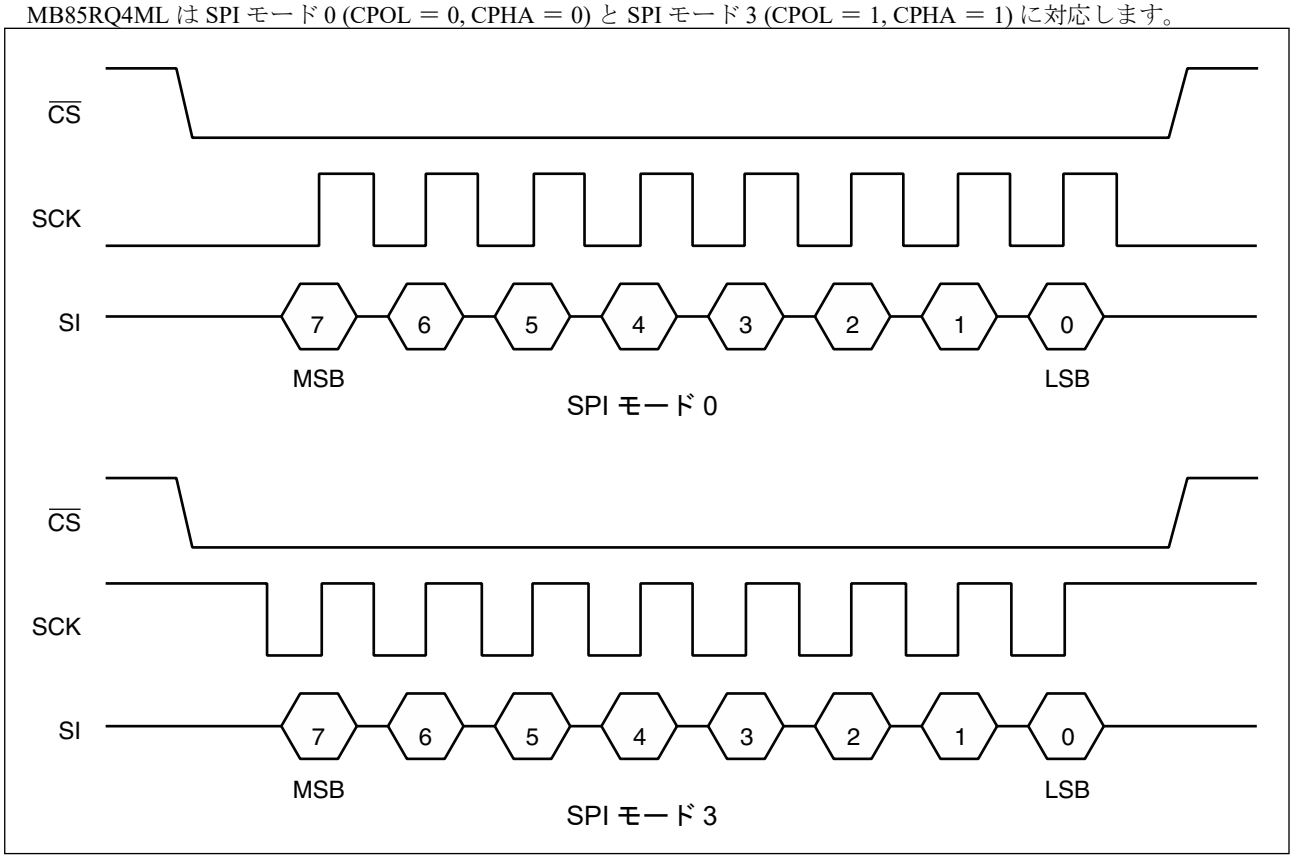
＊ Quad SPI モード命令を使用するとき , SI, SO, $\overline{WP}$ 及び $\overline{HOLD}$ 端子は , それぞれ双方向端子 IO0, IO1, IO2 及び IO3 として動作します。

■ ブロックダイヤグラム



■ SPI モード

MB85RQ4ML は SPI モード 0 (CPOL ＝ 0, CPHA ＝ 0) と SPI モード 3 (CPOL ＝ 1, CPHA ＝ 1) に対応します。



■ シリアルペリフェラルインタフェース (SPI)

・SPI

MB85RQ4ML は SPI のスレーブとして動作します。SPI モードは , SI 入力端子からオペコード , アドレス又はデータを SCK の立上りエッジに同期して取り込み , SO 出力端子から読出しデータ又はステータスレジスタの値を , SCK の立下りエッジに同期して出力します。

・Quad SPI

MB85RQ4ML は Quad SPI のスレーブとして動作します。MB85RQ4ML は , FRQO, FRQAD, WQD 及び WQAD コマンドを使用する Quad SPI モード , EQPI 及び DQPI 遷移コマンドを使用する QPI モード , 並びに XIP モードに対応しています。Quad SPI モード命令を使用するとき , SI, SO, $\overline{\text{WP}}$ 及び $\overline{\text{HOLD}}$ 端子は , それぞれ双方向端子 IO0, IO1, IO2 及び IO3 として動作します。

■ ステータスレジスタ

ビット番号	ビット名	説明
7	WPEN	ステータスレジスタライトプロテクト 不揮発性メモリ (FeRAM) からなるビットです。WPEN は $\overline{\text{WP}}$ 入力と関連してステータスレジスタの書込みをプロテクトします (「■ 書込みプロテクト」を参照)。WRSR コマンドによる書込み , RDSR コマンドによる読出しが可能です。
6	QPI	QPI モードビット QPI モードの使用可否を設定します。揮発性メモリからなるビットで電源立上げ後は “0” にリセットされます。 “1” = QPI モードを使用する。EQPI コマンドでセットします。 “0” = QPI モードを使用しない。DQPI コマンドでもリセットできます。 RDSR コマンドで読出しが可能ですが , WRSR コマンドで書き込むことはできません。
5	LC1	LC (Latency Control) モードビット 不揮発性メモリからなるビットです。FRQO 及び FRQAD コマンドにおける , ダミーサイクル数を設定します (「■LC モード」を参照)。WRSR コマンドによる書込み , RDSR コマンドによる読出しが可能です。
4	LC0	
3	BP1	ブロックプロテクト 不揮発性メモリからなるビットです。WRITE, WQD 及び WQAD コマンドにおける , 書込みプロテクトのブロックサイズを定義します (「■ ブロックプロテクト」を参照)。WRSR コマンドによる書込み , RDSR コマンドによる読出しが可能です。
2	BP0	
1	WEL	ライトイネーブルラッチ FeRAM アレイおよびステータスレジスタが書込み可能であることを示します。揮発性メモリからなるビットで電源立上げ後は “0” にリセットされます。 “1” = 書き込み可能。WREN コマンドでセットします。 “0” = 書き込み不可。WRDI コマンドでもリセットできます。 RDSR コマンドで読出しが可能ですが , WRSR コマンドで書き込むことはできません。WEL は以下の動作の後リセットされます。 電源立上げ後 WRDI コマンド認識後 WRSR コマンド認識後の $\overline{\text{CS}}$ の立ち上り時 WRITE コマンド認識後の $\overline{\text{CS}}$ の立ち上り時 WQD コマンド認識後の $\overline{\text{CS}}$ の立ち上り時 WQAD コマンド認識後の $\overline{\text{CS}}$ の立ち上り時
0	0	“0” 固定です。

■ オペコード

MB85RQ4ML はオペコードで指定される 8 種の SPI モードコマンド , 4 種の Quad SPI モードコマンド及び 2 種の QPI モードコマンドを受け付けます。オペコードは下表に示す8ビットからなるコードです。これ以外の無効なコードは入力しないでください。オペコード入力中に $\overline{CS}$ を立ち上げるとコマンドは実行されません。

モード	コード名	機能	オペコード	最大動作周波数 (MHz)	QPI	XIP
SPI	WREN	セットライトイネーブルラッチ	0000 0110B	108	Yes	No
	WRDI	リセットライトイネーブルラッチ	0000 0100B	108	Yes	No
	RDSR	リードステータスレジスタ	0000 0101B	108	Yes	No
	WRSR	ライトステータスレジスタ	0000 0001B	108	No	No
	READ	リードメモリコード	0000 0011B	40	No	No
	WRITE	ライトメモリコード	0000 0010B	108	No	No
	RDID	リードデバイス ID	1001 1111B	108	No	No
	FSTRD	ファストリードメモリコード	0000 1011B	108	No	Yes
Quad SPI	FRQO	ファストリードクワッド出力	0110 1011B	108*	No	Yes
	FRQAD	ファストリードクワッドアドレス＆データ	1110 1011B	108*	Yes	Yes
	WQD	ライトクワッドデータ	0011 0010B	108	No	No
	WQAD	ライトクワッドアドレス＆データ	0001 0010B	108	Yes	No
QPI	EQPI	イネーブル QPI モード	0011 1000B	108	No	No
	DQPI	ディスイネーブル QPI モード	1111 1111B	108	Yes	No

＊：ダミーサイクルの数を 6 に設定した場合の動作周波数です (■ LC モード参照)。

(注意事項)

1. “Yes”: 該当するモードで使用可能 ,　“No”: 該当するモードは使用不可
2. 電源立上げ後の最初のコマンドとして , FRQAD コマンドを入力しないでください。FRQAD コマンドの前に , 必ず他のいずれかのコマンドを実行してください。

3-1. アドレス (3 バイト) のシリアル入力順
SI= X, X, X, X, X, A18, A17, A16, A15, A14, A13, A12, A11, A10, A9, A8, A7, A6, A5, A4, A3, A2, A1, A0
(上位 5 ビットは無効)

3-2. アドレス (3 バイト) のクワッド入力方順
IO0=X, A16, A12,　A8, A4, A0
IO1=X, A17, A13,　A9, A5, A1
IO2=X, A18, A14, A10, A6, A2
IO3=X,　X, A15, A11, A7, A3
(上位 5 ビットは無効)

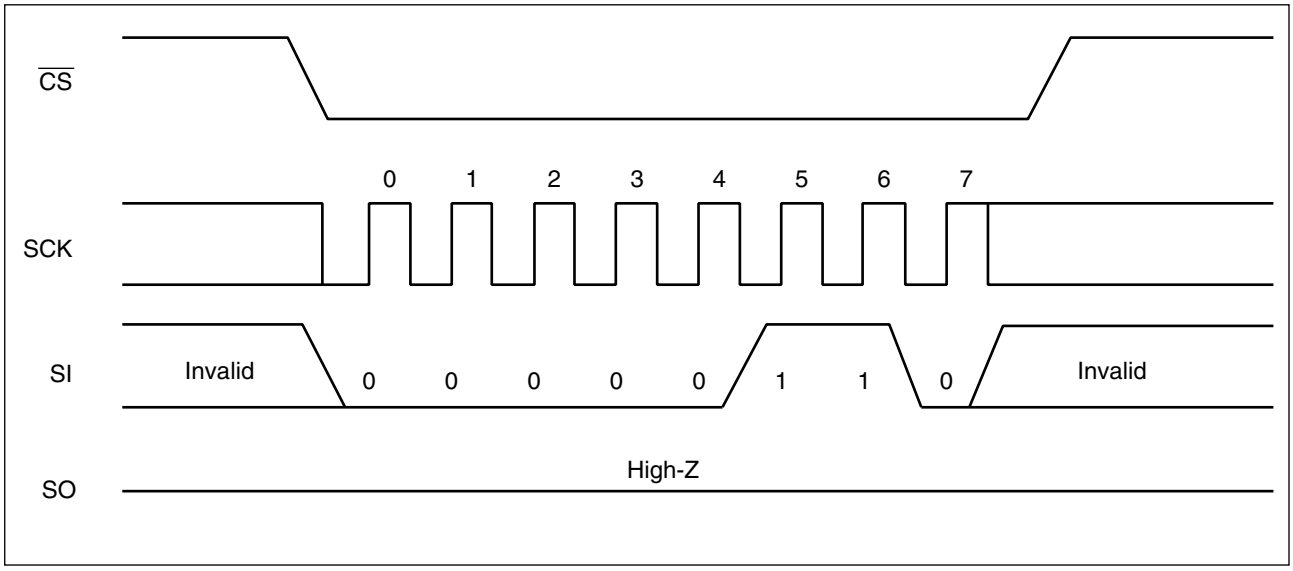
4-1. シリアルデータ
SI (or SO)=D7, D6, D5, D4, D3, D2, D1, D0

4-2. クワッドデータ
IO0=D4, D0
IO1=D5, D1
IO2=D6, D2
IO3=D7, D3

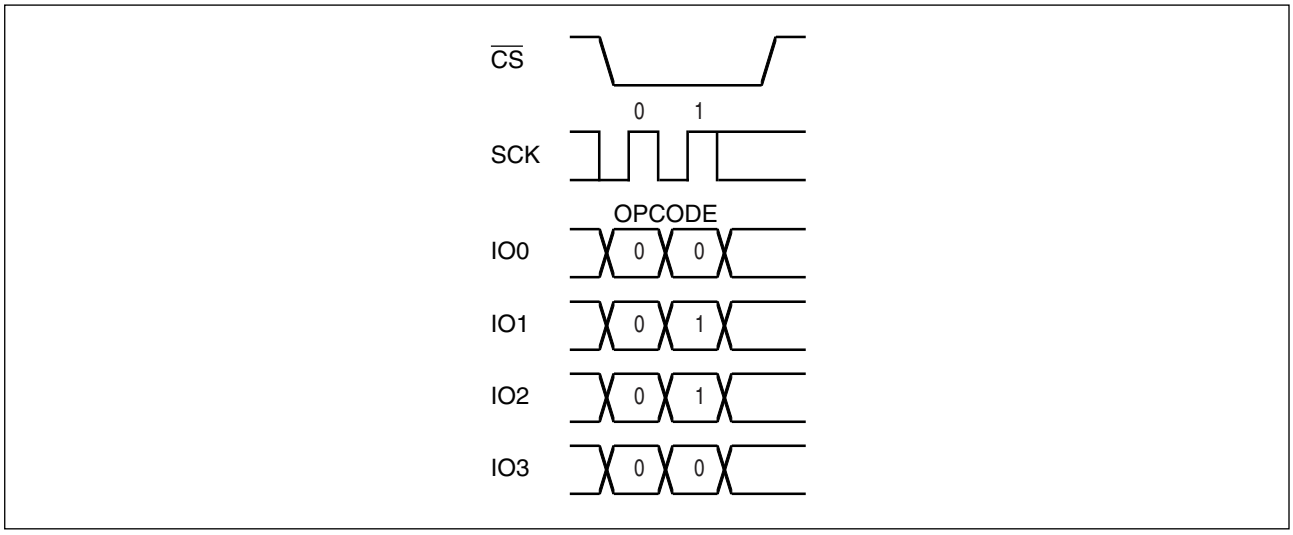
■ コマンド

・WREN

WREN コマンドは WEL (ライトイネーブルラッチ) をセットします。書込み動作 (WRSR, WRITE, WQD 及び WQAD コマンド) を行う前には , WREN コマンドで WEL をセットする必要があります。WREN コマンドは , 最大 108 MHz までの動作に対応しています。



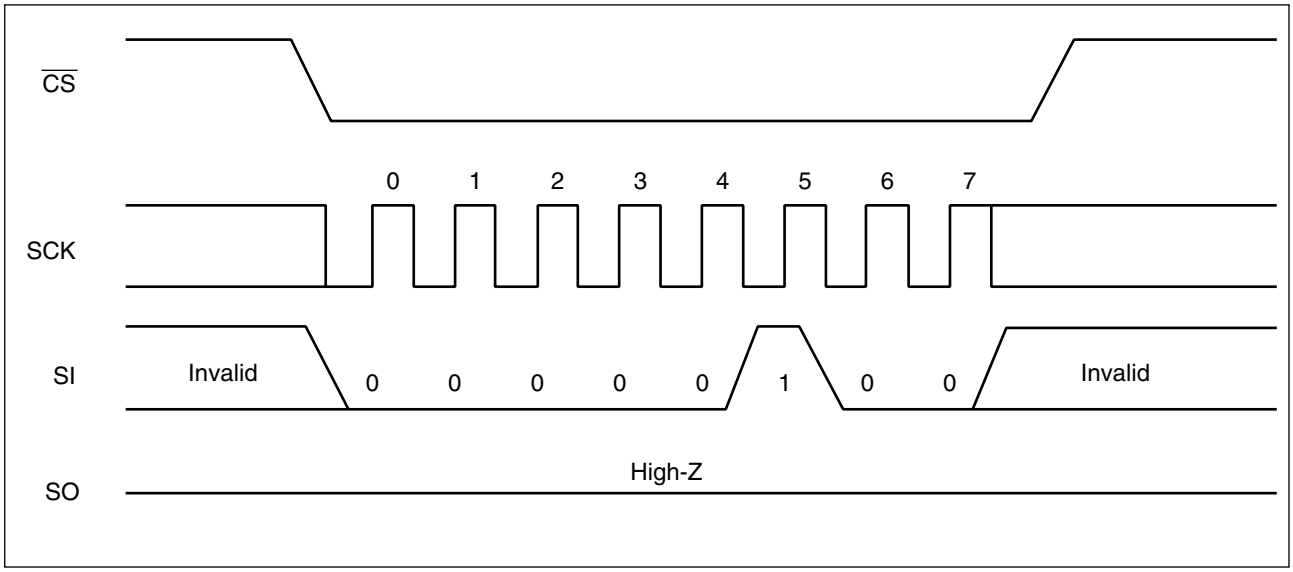
WREN Command Sequence



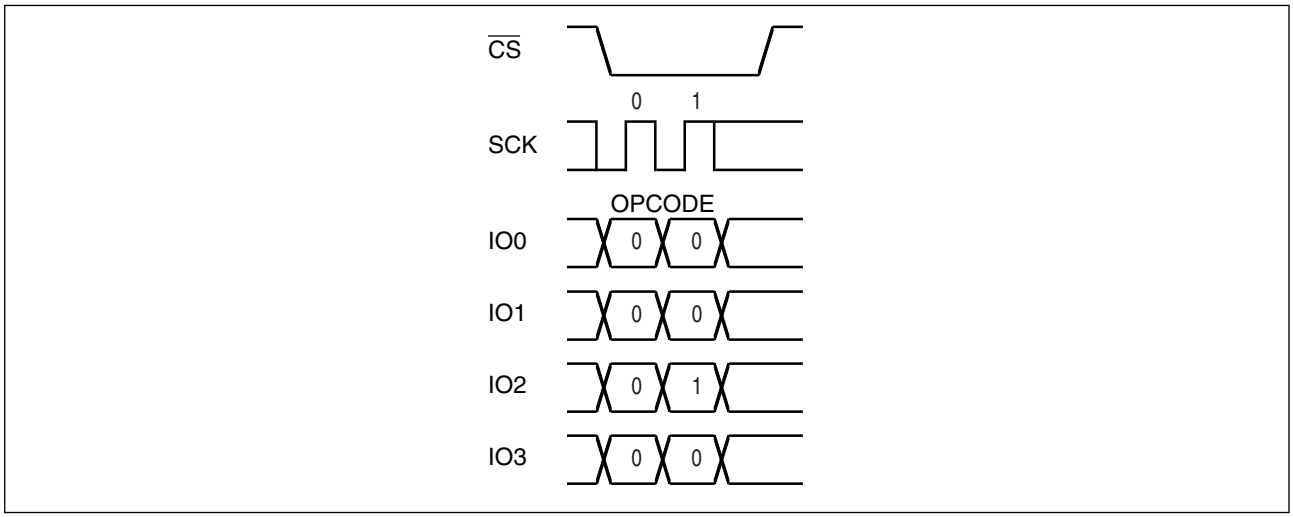
WREN Command Sequence (QPI mode)

・WRDI

WRDI コマンドは WEL (ライトイネーブルラッチ) をリセットします。WEL がリセットされると書込み動作 (WRSR, WRITE, WQD 及び WQAD コマンド) が実行されなくなります。WRDI コマンドは , 最大 108 MHz までの動作に対応しています。



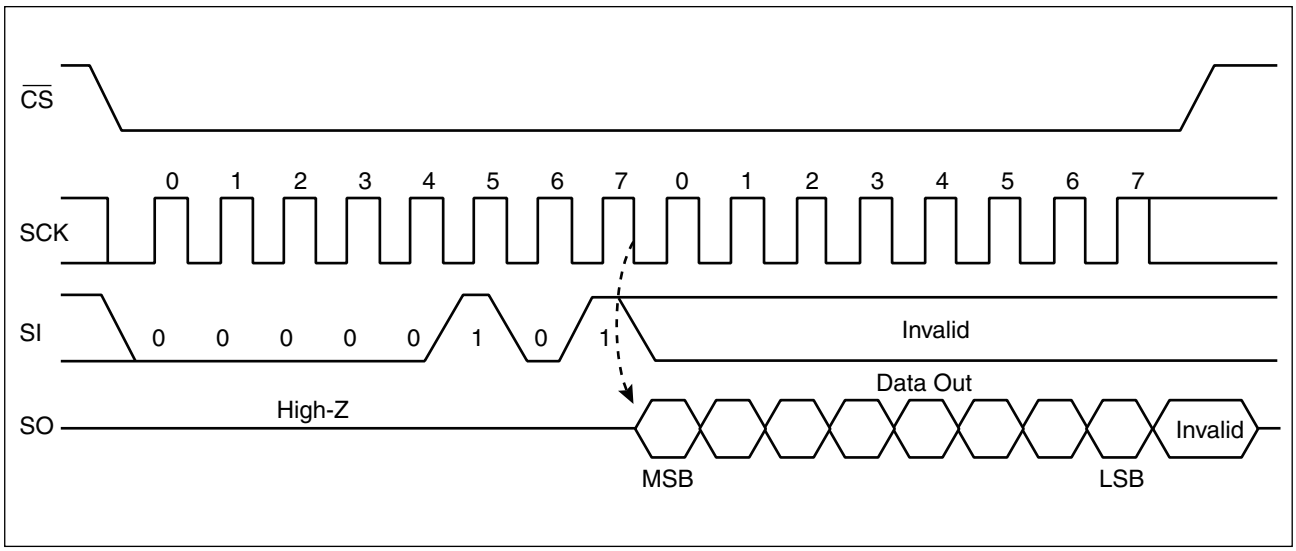
WRDI Command Sequence



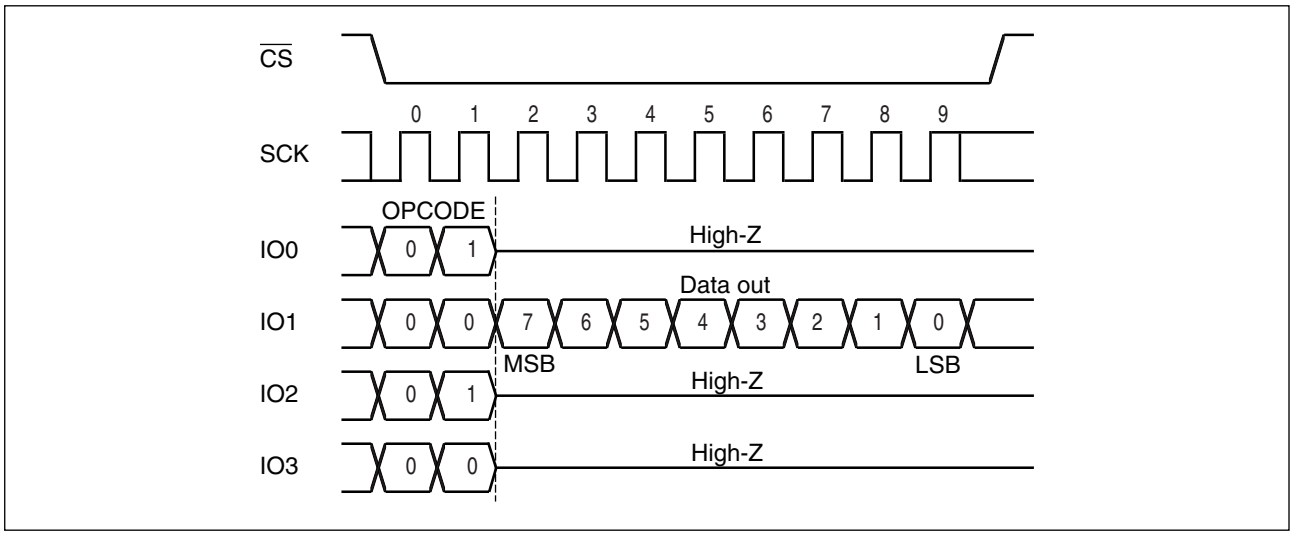
WRDI Command Sequence (QPI mode)

・RDSR

RDSR コマンドはステータスレジスタのデータを読み出します。$\overline{CS}$ の立下げ後 , RDSR のオペコードを SI に入力し , SCK に更に 8 サイクルのクロックを入力します。このとき , SI の値は無効です。SO は SCK の立下りエッジに同期して出力されます。最後に $\overline{CS}$ を立上げます。RDSR コマンドでは $\overline{CS}$ の立上げ前に SCK を送り続けることでステータスレジスタを繰り返し読み出すことも可能です。RDSR コマンドは , 最大 108 MHz までの動作に対応しています。



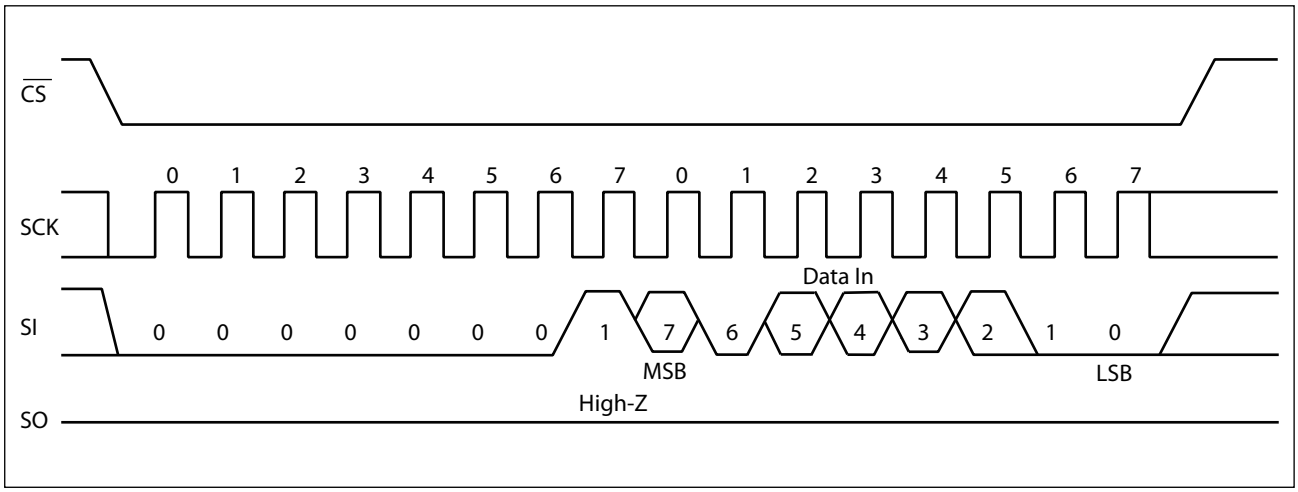
RDSR Command Sequence



RDSR Command Sequence (QPI mode)

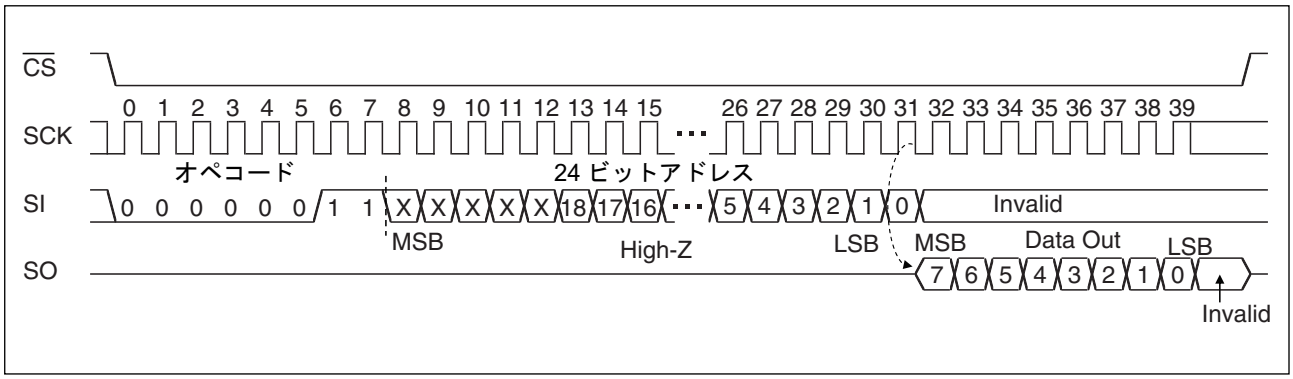
・WRSR

WRSR コマンドはステータスレジスタの不揮発性メモリビットにデータを書き込みます。$\overline{CS}$ の立下げ後 , SI 端子に WRSR のオペコードの後 , 8 ビットの書込みデータを入力します。最後に $\overline{CS}$ を立上げます。QPI モードビットは WRSR コマンドでは書込みできません。ビット 6 に対応する SI の値は無視されます。WEL (ライトイネーブルラッチ) は WRSR コマンドでは書込みできません。ビット 1 に対応する SI の値は無視されます。ステータスレジスタのビット 0 は “0” 固定であり書込みできません。ビット 0 に対応する SI の値は無視されます。$\overline{WP}$ 端子は , WRSR コマンドの発行前までに必ず値を確定し , コマンドシーケンス終了まで変更しないでください。WRSR コマンドは , 最大 108 MHz までの動作に対応しています。



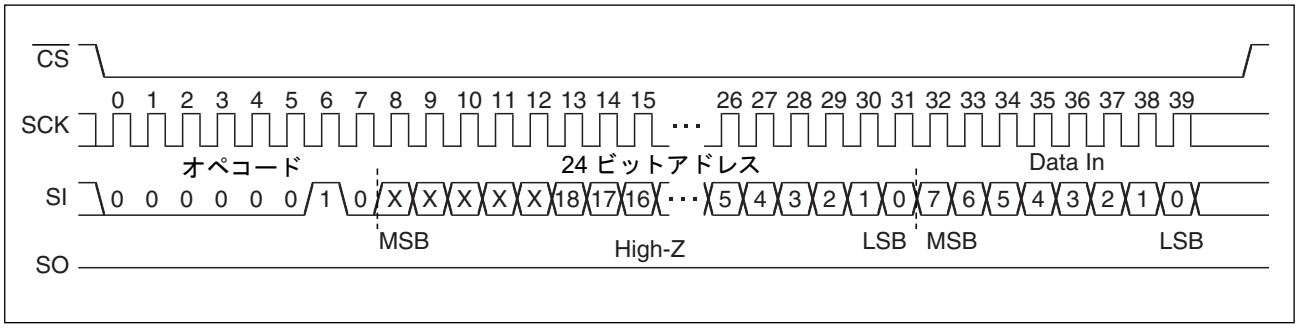
・READ

READ コマンドは FeRAM メモリセルアレイのデータを読み出します。$\overline{CS}$ の立下げ後 , SI に READ のオペコードと任意の 24 ビットのアドレスを入力します。アドレスの上位 5 ビットは無効です。その後 , SCK に 8 サイクルのクロックを入力します。SO は SCK の立下りエッジに同期して 8 ビットのデータを出力します。この読出し中 , SI の値は無効です。$\overline{CS}$ を立ち上げると READ コマンドは終了しますが , $\overline{CS}$ 立上げ前に引き続き SCK に 8 サイクルずつクロックを送り続けることで , アドレスを自動インクリメントして読出しを続けることが可能です。最上位アドレスに達するとロールオーバして 0 番地に戻り , 読出しサイクルは際限なく続けられます。READ コマンドは , 最大 40 MHz までの動作に対応しています。



・WRITE

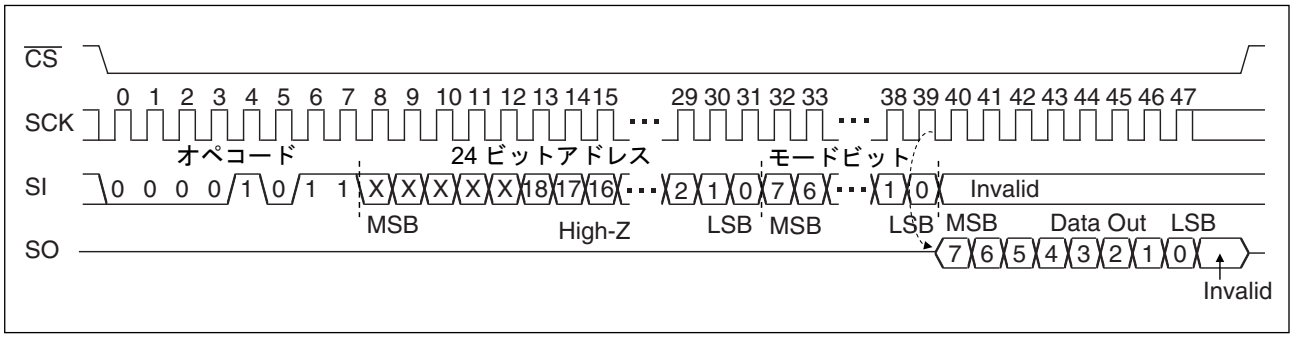
WRITE コマンドは FeRAM メモリセルアレイにデータを書き込みます。$\overline{CS}$ の立下げ後 , SI に WRITE のオペコードと任意の 24 ビットのアドレスおよび 8 ビットの書込みデータを入力します。アドレスの上位 5 ビットは無効です。8 ビットの書込みデータを入力した時点で FeRAM メモリセルアレイにデータを書き込みます。$\overline{CS}$ を立ち上げると WRITE コマンドは終了しますが , $\overline{CS}$ 立上げ前に引き続き書込みデータを 8 ビットずつ送り続けることで , アドレスを自動インクリメントして書込みを続けることが可能です。最上位アドレスに達するとロールオーバして 0 番地に戻り , 書込みサイクルは際限なく続けられます。WRITE コマンドは , 最大 108 MHz までの動作に対応しています。



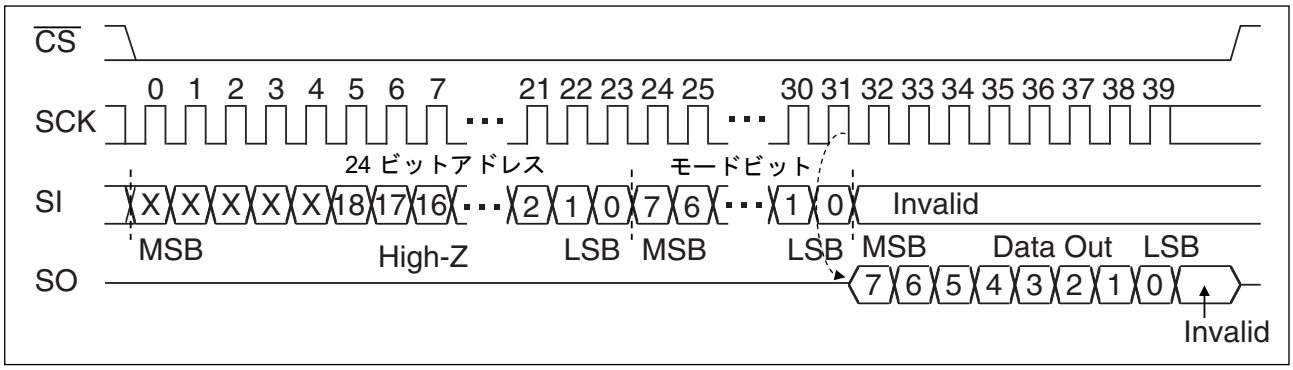
・FSTRD

FSTRD コマンドは FeRAM メモリセルアレイのデータを読み出します。$\overline{CS}$ の立下げ後 , SI に FSTRD のオペコードと任意の 24 ビットのアドレスに続いて 8 ビットのモードビットを入力します。アドレスの上位 5 ビットは無効です。その後 , SCK に 8 サイクルのクロックを入力します。SO は SCK の立下りエッジに同期して 8 ビットデータを出力します。この読出し中 , SI の値は無効です。$\overline{CS}$ を立ち上げると FSTRD コマンドは終了しますが , $\overline{CS}$ 立上げ前に引き続き SCK に 8 サイクルずつクロックを送り続けることで , アドレスを自動インクリメントして読出しを続けることが可能です。最上位アドレスに達するとロールオーバして 0 番地に戻り , 読出しサイクルは際限なく続けられます。FSTRD コマンドは , 最大 108 MHz までの動作に対応しています。

アドレス入力後のモードビットの設定値によって , FSTRD のオペコード無しにアドレス切替えを行うことが可能です。このオペコード入力を削除した動作モードを , XIP モードと呼びます。モードビットの値が EFH 又は AFH の場合は , FSTRD モードに留まります。次のアドレスを FSTRD のオペコード無しに ($\overline{CS}$ を立上げ , そして $\overline{CS}$ の立下げ後) 入力でき , 8 サイクル分を削除できます。もし , モードビットの値が EFH 又は AFH を除いた任意の値の場合は , $\overline{CS}$ を立上げ後に FSTRD モードを解除し , SPI コマンドの受信が可能となります。モードビットの値が確定しないので , モードビットの期間に $\overline{CS}$ を立ち上げないでください。



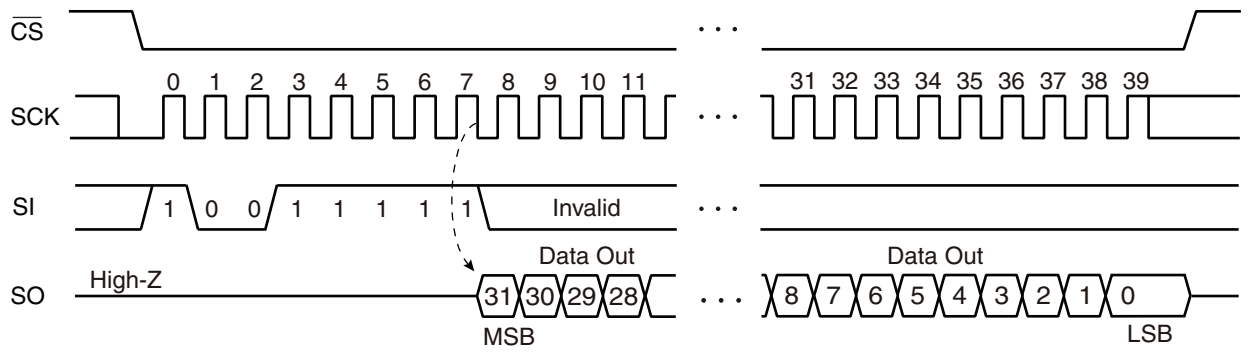
FSTRD Command Sequence



FSTRD Command Sequence (XIP mode)

・RDID

RDID コマンドは , 固定のデバイス ID を読み出します。$\overline{CS}$ の立下げ後 , SI 端子に RDID のオペコードを入力し , SCK に更に 32 サイクルのクロックを入力します。このとき , SI の値は無効です。SO は SCK の立下りエッジに同期して出力されます。出力は Manufacturer ID (8bit) / Continuation code (8bit) / Product ID (1st Byte) / Product ID (2nd Byte) の順に出力されます。最後に $\overline{CS}$ を立上げます。RDID コマンドでは , 32 ビットのデバイス ID 出力後 , SO は最終ビットの出力状態を $\overline{CS}$ の立上げまで保持します。RDID コマンドは , 最大 108 MHz までの動作に対応しています。



	bit								Hex	
	7	6	5	4	3	2	1	0		
Manufacturer ID	0	0	0	0	0	1	0	0	04H	RAMXEED
Continuation code	0	1	1	1	1	1	1	1	7FH	

	Proprietary use			Density					Hex	
Product ID (1st Byte)	0	0	1	0	1	0	0	1	29H	Density:01001B ＝ 4 Mbit

	Proprietary use								Hex	
Product ID (2nd Byte)	1	0	0	0	0	1	0	1	85H	

■ LC モード

次に示す読出しコマンドは, モードビットと最初の読出しデータとの間に, 使用周波数に応じたレイテンシー時間が必要です。

- FRQO
- FRQAD

不揮発性メモリからなるレイテンシービット (LC1, LC0) には, あらかじめ, SCK の周波数に応じたダミーサイクルの数 (＝レイテンシー時間) を設定します。MB85RQ4ML は, 設定されたダミーサイクル後, 直ちに読出しを開始します。

動作周波数に対するダミーサイクルの数

LC1	LC0	ダミーサイクルの数	SCK の最大周波数 (MHz)
0	0	6	108
0	1	4	78
1	0	2	46
1	1	0	15

■ Quad SPI モードコマンド

・FRQO (Fast Read Quad Output)

FRQO コマンドは , 最大動作周波数 108 MHz にてデータを 4 ビット単位 (IO0(SI), IO1(SO), IO2($\overline{WP}$), IO3($\overline{HOLD}$)) で出力することを除き , FSTRD コマンドの動作と似ています。FRQO コマンドのデータ転送速度は , FSTRD コマンドの 4 倍です。

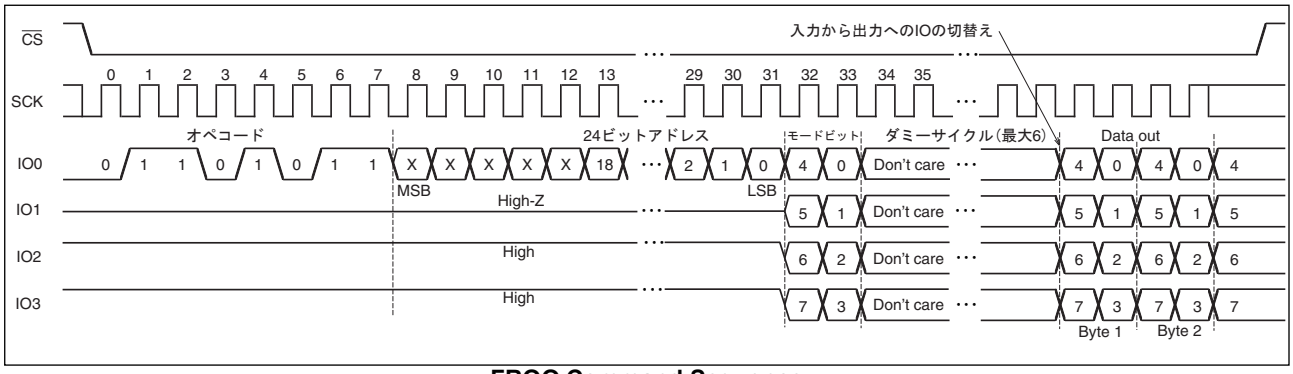
$\overline{CS}$の立下げ後, IO0にFRQOのオペコードと任意の24ビットのアドレスを入力します。アドレスの上位5ビットは無効です。その後 , 4 つの IO を用いた 2 サイクル分のモードビットに続いて , ダミーサイクルを入力します。ダミーサイクルの数は, SCK の周波数に応じて, あらかじめレイテンシービット(LC1, LC0) に設定します。

オペコード , アドレスおよびモードビットを SCK の立上りエッジに同期して取込みます。その後 , 4 つの IO を用いて , 4 ビット単位で SCK の立下りエッジに同期してデータを出力します。

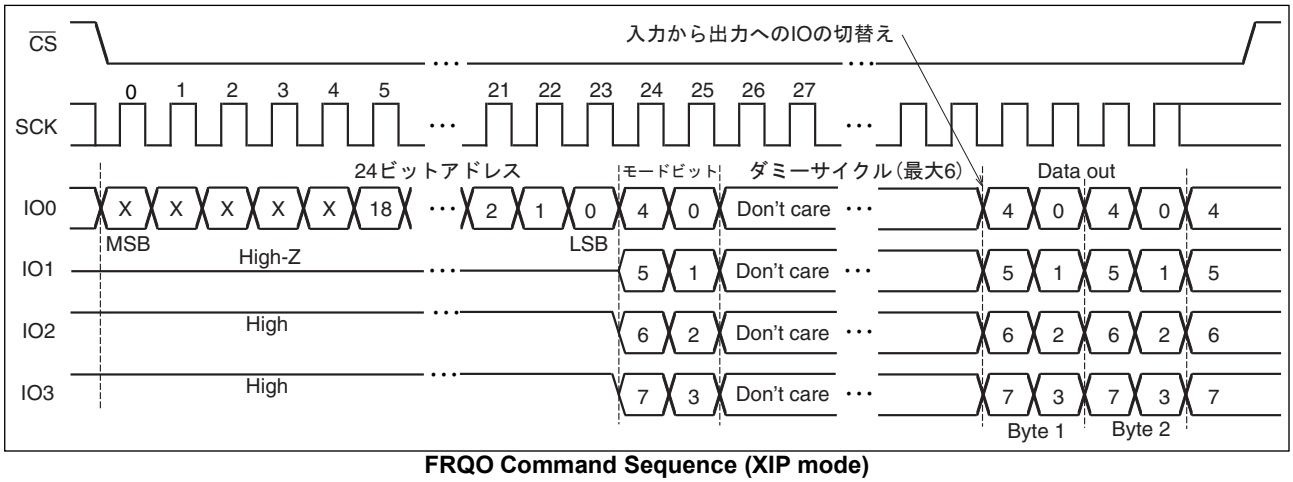
$\overline{CS}$を立ち上げるとFRQOコマンドは終了しますが, $\overline{CS}$立上げ前に引続きSCKに2サイクルずつクロックを送り続けることで , アドレスを自動インクリメントして読出しを続けることが可能です。最上位アドレスに達するとロールオーバして 0 番地に戻り , 読出しサイクルは際限なく続けられます。

アドレス入力後のモードビットの設定値によって , FRQO のオペコード無しにアドレス切替えを行うことが可能です。このオペコード入力を削除した動作モードを , XIP モードと呼びます。モードビットの値が EFH 又は AFH の場合は , FRQO モードに留まります。次のアドレスを FRQO のオペコード無しに($\overline{CS}$ を立上げ , そして $\overline{CS}$ の立下げ後) 入力でき , 8 サイクル分を削除できます。もし , モードビットの値が EFH 又は AFH を除いた任意の値の場合は , $\overline{CS}$ を立上げ後に FRQO モードを解除し , SPI コマンドの受信が可能となります。モードビットの値が確定しないので , モードビット及びダミーサイクルの期間に $\overline{CS}$ を立ち上げないでください。

最初のデータ出力の SCK 立下げ前に , IO 端子の負荷を High-Z にしてください。データ出力中に $\overline{CS}$ を立ち上げると , FRQO コマンドは終了します。



FRQO Command Sequence



FRQO Command Sequence (XIP mode)

・FRQAD (Fast Read Quad Address and Data)

FRQAD コマンドは , 最大動作周波数 108 MHz にてアドレスビット (A23 から A0) を 4 ビット単位 (IO0(SI), IO1(SO), IO2(WP), IO3(HOLD)) で入力し , 更にスループットを向上させたことを除き , FRQO コマンドの動作と似ています。

$\overline{CS}$の立下げ後, IO0にFRQADのオペコードを入力します。その後4つのIOを用い, 8サイクル分のアドレスビット(24ビット) とモードビット (8 ビット) に続いて , ダミーサイクルを入力します。アドレスの上位 5 ビットは無効です。ダミーサイクルの数は, SCK の周波数に応じて, あらかじめレイテンシービット (LC1, LC0) に設定します。

オペコード , アドレスおよびモードビットを SCK の立上りエッジに同期して取込みます。その後 , 4 つの IO を用いて , 4 ビット単位で SCK の立下りエッジに同期してデータを出力します。

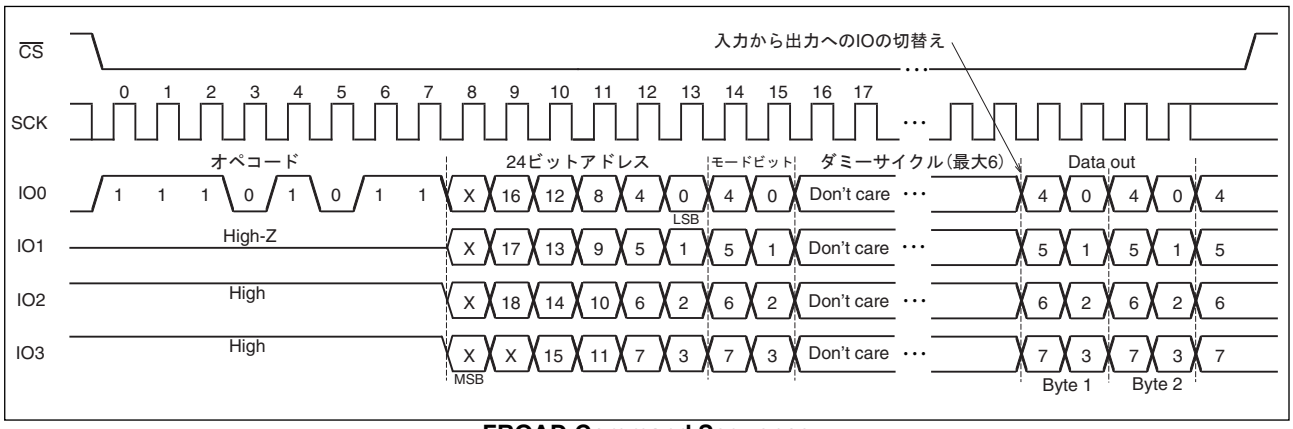
$\overline{CS}$を立ち上げるとFRQADコマンドは終了しますが, $\overline{CS}$立上げ前に引続きSCKに2サイクルずつクロックを送り続けることで , アドレスを自動インクリメントして読出しを続けることが可能です。最上位アドレスに達するとロールオーバして 0 番地に戻り , 読出しサイクルは際限なく続けられます。

電源立上直後は , FRQAD コマンドを入力しないでください。FRQAD コマンドの前に , 必ず他のいずれかのコマンドを一度実行してください。

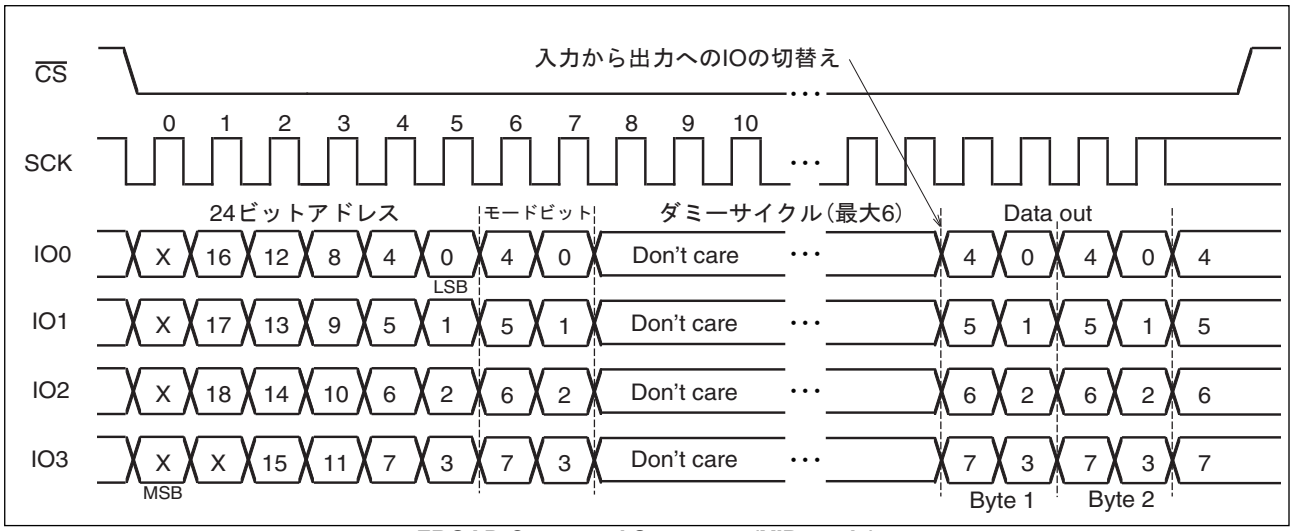
アドレス入力後のモードビットの設定値によって, FRQADのオペコード無しにアドレス切替えを行うことが可能です。このオペコード入力を削除した動作モードを, XIPモードと呼びます。モードビットの値がEFH又はAFHの場合は, FRQADモードに留まります。次のアドレスを FRQAD のオペコード無しに ($\overline{CS}$ を立上げ , そして $\overline{CS}$ の立下げ後) 入力でき , 8 サイクル分を削除できます。もし , モードビットの値が EFH 又は AFH を除いた任意の値の場合は , $\overline{CS}$ を立上げ後に FRQAD モードを解除し , SPI/Quad SPI コマンドの受信が可能となります。モードビットの値が確定しないので , モードビット及びダミーサイクルの期間に $\overline{CS}$ を立ち上げないでください。

最初のデータ出力の SCK 立下げ前に , IO 端子の負荷を High-Z にしてください。データ出力中に $\overline{CS}$ を立ち上げると , FRQAD コマンドは終了します。

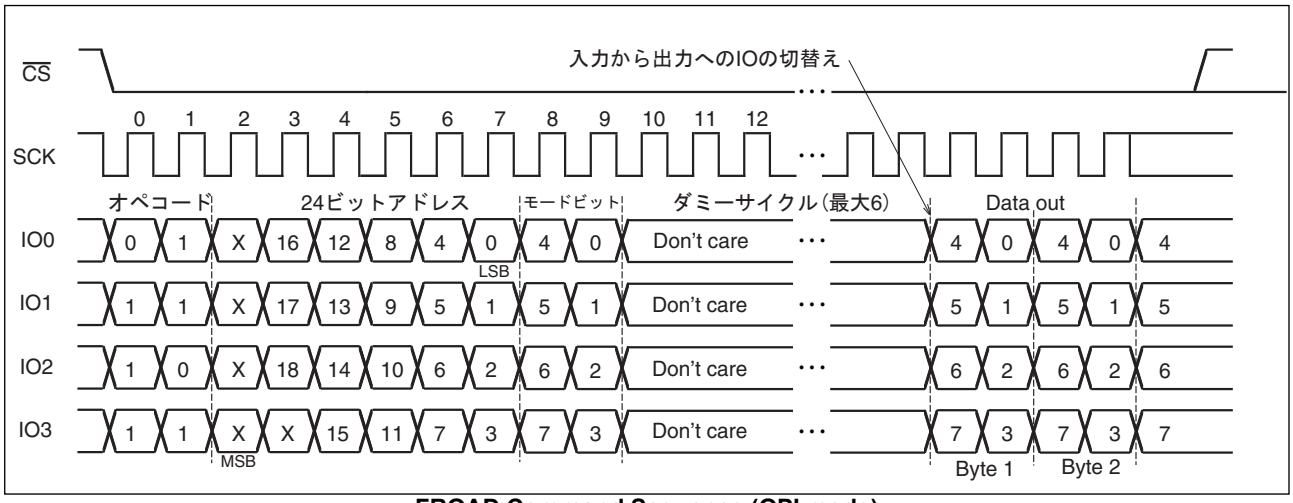
EQPI コマンドによって設定され , DQPI コマンドによって解除される QPI モードは , FRQAD のオペコードを 4 ビット単位で SCK の立上がりで取込みます。



FRQAD Command Sequence



FRQAD Command Sequence (XIP mode)



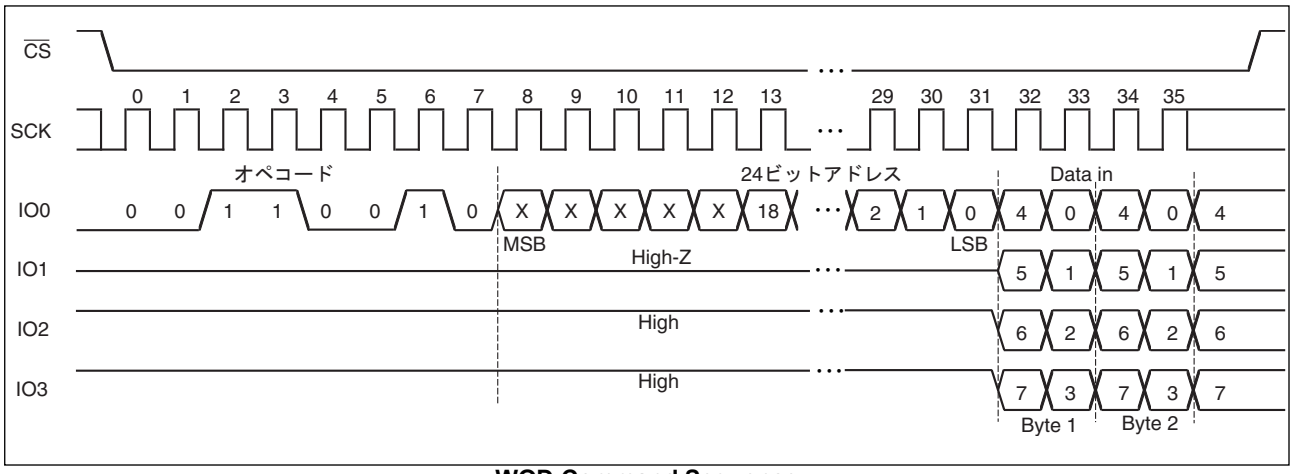
FRQAD Command Sequence (QPI mode)

・WQD (Write Quad Data)

WQD コマンドは , 最大動作周波数 108 MHz にてデータを 4 ビット単位 (IO0(SI), IO1(SO), IO2($\overline{WP}$), IO3($\overline{HOLD}$)) で入力することを除き , WRITE コマンドの動作と似ています。WQD コマンドのデータ転送速度は , WRITE コマンドの 4 倍です。

$\overline{CS}$の立下げ後, IO0にWQDのオペコードと任意の24ビットのアドレスを入力します。アドレスの上位5ビットは無効です。4 つの IO を用いて 2 サイクル分のデータ 8 ビットを入力した時点で , FeRAM にデータを書込みます。オペコード , アドレスおよびデータを SCK の立上りエッジに同期して取込みます。

$\overline{CS}$を立ち上げるとWQDコマンドは終了しますが, $\overline{CS}$立上げ前に引続き2サイクル毎に8ビットの書込みデータを送り続けることで , アドレスを自動インクリメントして書込みを続けることが可能です。最上位アドレスに達するとロールオーバして 0 番地に戻り , 書込みサイクルは際限なく続けられます。



WQD Command Sequence

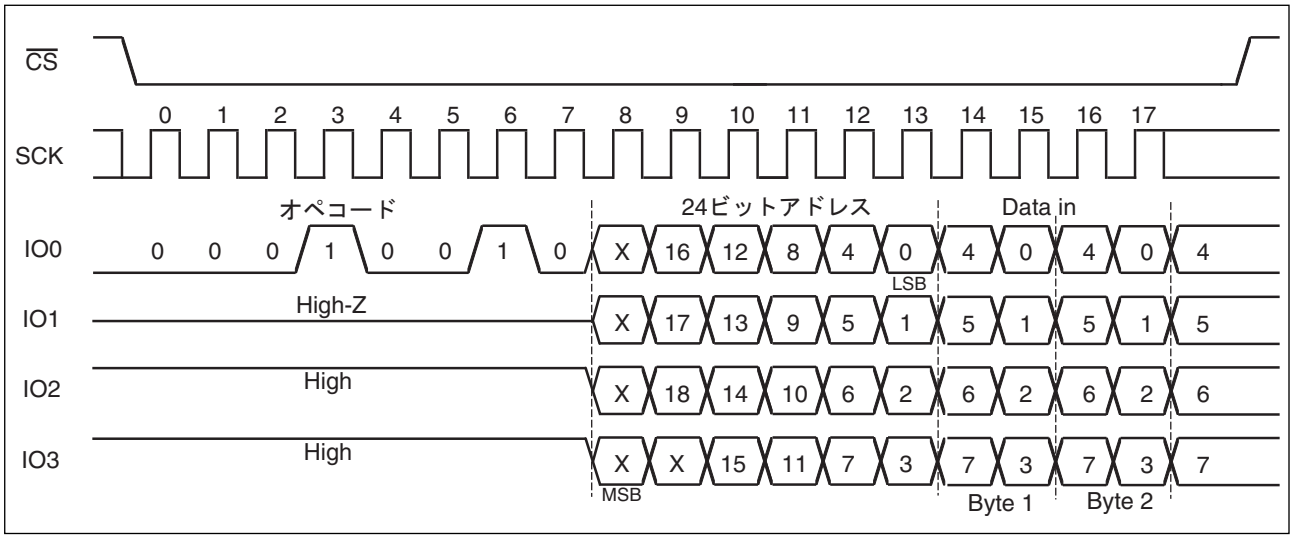
・WQAD (Write Quad Address and Data)

WQAD コマンドは , 最大動作周波数 108 MHz にてアドレスビット (A23 から A0) を 4 ビット単位 (IO0(SI), IO1(SO), IO2(WP), IO3(HOLD)) で入力し , 更にスループットを向上させたことを除き , WQD コマンドの動作と似ています。

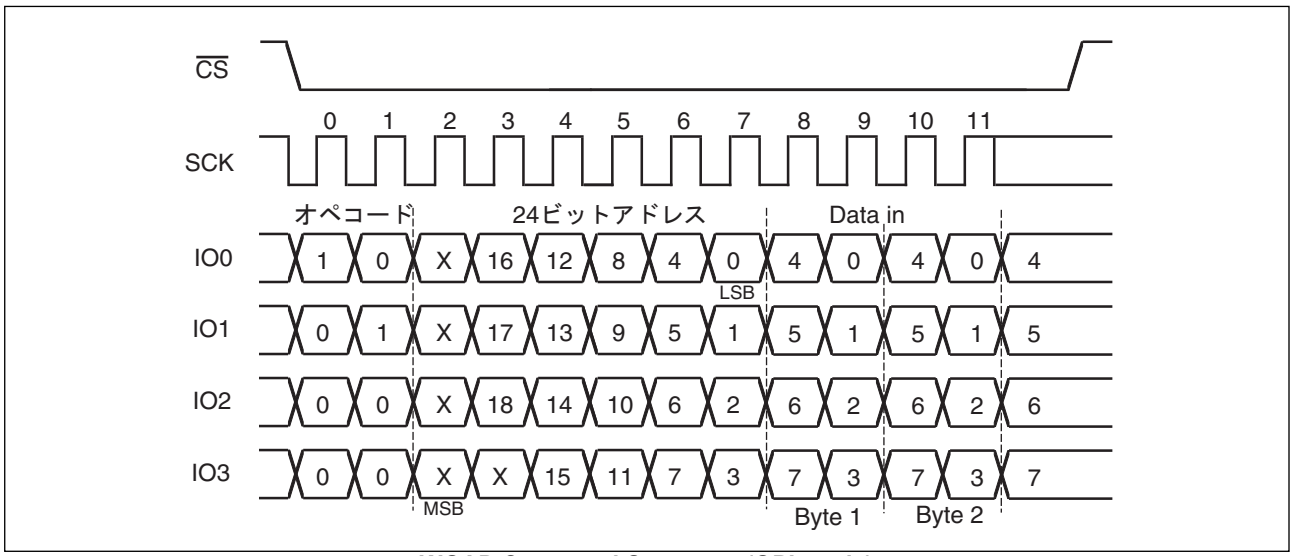
$\overline{CS}$の立下げ後, IO0にWQADのオペコードを入力します。その後4つのIOを用い, 6サイクル分のアドレスビット(24ビット) を入力します。アドレスの上位 5 ビットは無効です。4 つの IO を用いて 2 サイクル分のデータ 8 ビットを入した時点で , FeRAM にデータを書込みます。オペコード , アドレスおよびデータを SCK の立上りエッジに同期して取込みます。

$\overline{CS}$を立ち上げるとWQADコマンドは終了しますが, $\overline{CS}$立上げ前に引続き2サイクル毎に8ビットの書込みデータを送り続けることで , アドレスを自動インクリメントして書込みを続けることが可能です。最上位アドレスに達するとロールオーバして 0 番地に戻り , 書込みサイクルは際限なく続けられます。

EQPI コマンドによって設定され , DQPI コマンドによって解除される QPI モードは , WQAD のオペコードを 4 ビット単位で SCK の立上がりで取込みます。



WQAD Command Sequence



WQAD Command Sequence (QPI mode)

■ QPI モードコマンド

QPI モードは 4 つの IO を用いて , オペコードの入力サイクルを 8 サイクルから 2 サイクルに短縮できます。

EQPI コマンドによって QPI モードに遷移し , ステータスレジスタの bit 6 を “1” セットします。ステータスレジスタの bit 6 は , 電源立上げ後 , 又は DQPI コマンドによる QPI モードの解除によって “0” にリセットされます。

電源立上げ後は , QPI モードは解除されます。

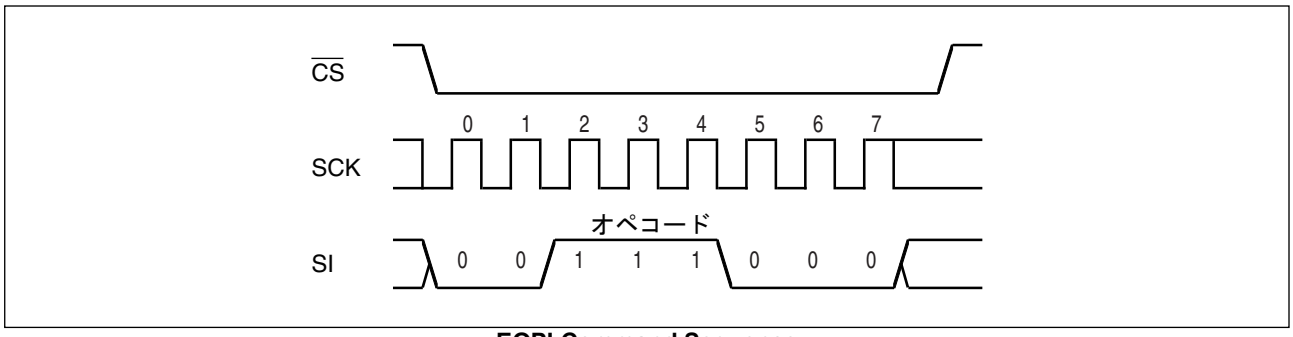
QPI モードに対応するコマンドリスト

モード	コード名	機能	オペコード	最大動作周波数 (MHz)	QPI	XIP
SPI	WREN	セットライトイネーブルラッチ	0000 0110B	108	Yes	No
	WRDI	リセットライトイネーブルラッチ	0000 0100B	108	Yes	No
	RDSR	リードステータスレジスタ	0000 0101B	108	Yes	No
Quad SPI	FRQAD	ファストリードクワッドアドレス&データ	1110 1011B	108*	Yes	Yes
	WQAD	ライトクワッドアドレス&データ	0001 0010B	108	Yes	No
QPI	DQPI	ディスイネーブル QPI モード	1111 1111B	108	Yes	No

＊：ダミーサイクルの数を 6 に設定した場合の動作周波数です (■ LC モード参照)。

・EQPI (Enable QPI mode)

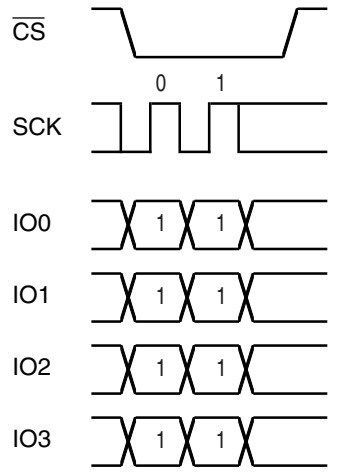
EQPI コマンドによって , 最大動作周波数 108 MHz にて QPI モードに遷移します。$\overline{CS}$ の立下げ後 , SI(IO0) に EQPI のオペコードを入力します。$\overline{CS}$ を立ち上げると EQPI コマンドは終了します。QPI モード期間は , ステータスレジスタの bit 6 が “1” にセットされ , 電源立下げ又は DQPI コマンドが入力されるまでは , QPI モードに留まります。



EQPI Command Sequence

・DQPI (Disable QPI mode)

DQPI コマンドによって , 最大動作周波数 108 MHz にてステータスレジスタの bit 6 の値を 0 にセットし , QPI モードから SPI モードに戻ります。$\overline{CS}$ の立下げ後 , 4 つの IO を用いて 2 サイクル分 DQPI のオペコードを入力します。$\overline{CS}$ を立ち上げると DQPI コマンドは終了します。



DQPI Command Sequence

■ ブロックプロテクト

ステータスレジスタの BP1, BP0 の値により WRITE, WQD, および WQAD コマンドでの書込みプロテクトブロックを設定できます。

BP1	BP0	プロテクトブロック
0	0	なし
0	1	60000H ～ 7FFFFH (上位 1/4)
1	0	40000H ～ 7FFFFH (上位 1/2)
1	1	00000H ～ 7FFFFH (すべて)

■ 書込みプロテクト

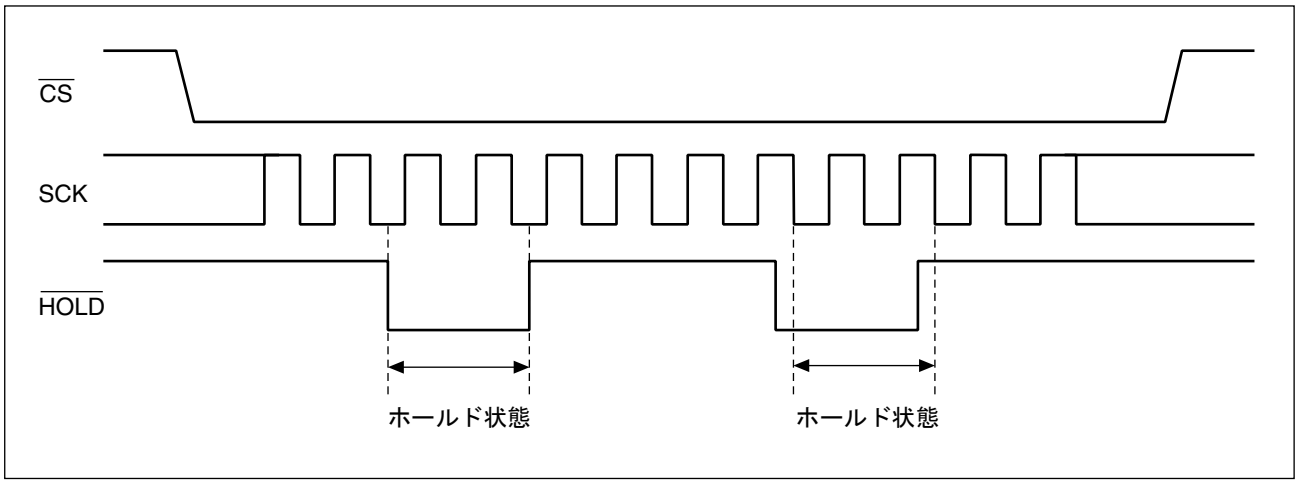
WEL, WPEN, $\overline{\text{WP}}$ の値により WRITE, WQD, WQAD および WRSR コマンドの書込み動作がプロテクトされます。

WEL	WPEN	$\overline{\text{WP}}$	プロテクトブロック	アンプロテクトブロック	ステータスレジスタ
0	X	X	プロテクト	プロテクト	プロテクト
1	0	X	プロテクト	アンプロテクト	アンプロテクト
1	1	0	プロテクト	アンプロテクト	プロテクト
1	1	1	プロテクト	アンプロテクト	アンプロテクト

■ ホールド動作

$\overline{\text{CS}}$ を "L" レベルに保ったまま $\overline{\text{HOLD}}$ を "L" レベルにすると , コマンドが中止されることなくホールド状態に保たれます。ホールド状態の始まりと終わりのタイミングは , 下図に示すように $\overline{\text{HOLD}}$ 端子入力がホールド状態に遷移したとき , SCK が "H" レベルか "L" レベルかで異なります。SCK が "L" レベルの時に $\overline{\text{HOLD}}$ 端子を "L" レベルにした場合は , SCK が "L" レベルの時に $\overline{\text{HOLD}}$ 端子を "H" レベルに戻してください。同様に , SCK が "H" レベルの時に $\overline{\text{HOLD}}$ 端子を "L" レベルにした場合は , SCK が "H" レベルの時に $\overline{\text{HOLD}}$ 端子を "H" レベルに戻してください。ホールド状態では任意のコマンドの動作は中断され , SCK, SI 入力は don't care となります。また読出しコマンド (RDSR, READ, FSTRD) において SO が High-Z になります。ホールド状態において $\overline{\text{CS}}$ を立ち上げると , コマンド処理を終了します。ただし , コマンド認識前に終了した場合 , WEL はホールド状態に遷移する前の値を保持します。

(注意事項) Quad SPI モード (FRQO, FRQAD, WQD および WQAD) 及び QPI モードの期間中 , ホールド動作はできません。



■ 絶対最大定格

項目	記号	定格値		単位
		最小	最大	
電源電圧 *	V_{DD}	－ 0.5	＋ 2.5	V
入力電圧 *	V_{IN}	－ 0.5	V_{DD} ＋ 0.5	V
出力電圧 *	V_{OUT}	－ 0.5	V_{DD} ＋ 0.5	V
動作周囲温度	T_A	－ 40	＋ 85	°C
保存温度	Tstg	－ 55	＋ 125	°C

＊：V_{SS} ＝ 0 V を基準にした値です。

＜注意事項＞ 絶対最大定格を超えるストレス (電圧，電流，温度など) の印加は，半導体デバイスを破壊する可能性があります。したがって, 定格を一項目でも超えることのないようご注意ください。

■ 推奨動作条件

項目	記号	規格値			単位
		最小	標準	最大	
電源電圧 *1	V_{DD}	1.7	1.8	1.95	V
動作周囲温度 *2	T_A	－ 40	—	＋ 85	°C

＊ 1：V_{SS} ＝ 0 V を基準にした値です。
＊ 2：本デバイスだけが動作している場合の動作周囲温度です。パッケージ表面の温度とほぼ同じと考えてください。

＜注意事項＞ 推奨動作条件は , 半導体デバイスの正常な動作を確保するための条件です。電気的特性の規格値は , すべてこの条件の範囲内で保証されます。常に推奨動作条件下で使用してください。この条件を超えて使用すると , 信頼性に悪影響を及ぼすことがあります。
データシートに記載されていない項目 , 使用条件 , 論理の組合せでの使用は , 保証していません。記載されている以外の条件での使用をお考えの場合は , 必ず事前に営業部門までご相談ください。

■ 電気的特性

1. 直流特性

(推奨動作条件において)

項目	記号	条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
入力リーク電流	$\|I_{LI}\|$	$0 \leqq \overline{CS} < V_{DD}$	—	—	200	μA
		$\overline{CS} = V_{DD}$	—	—	1	
		$\overline{WP}$, $\overline{HOLD}$, SCK, SI = 0 V ～ V_{DD}	—	—	1	
出力リーク電流	$\|I_{LO}\|$	SO = 0 V ～ V_{DD}	—	—	1	μA
動作電源電流	I_{DD}	SCK = 20 MHz (SPI)	—	1.3	—	mA
		SCK = 40MHz (SPI)	—	2.6	—	mA
		SCK = 108 MHz (SPI)	—	6.8	15	mA
		SCK = 20 MHz (Quad SPI)	—	3.6	—	mA
		SCK = 40MHz (Quad SPI)	—	7.4	—	mA
		SCK = 108 MHz (Quad SPI)	—	20.0	30	mA
スタンバイ電流	I_{SB}	SCK = SI = $\overline{CS}$ = $\overline{WP}$ = $\overline{HOLD}$ = V_{DD}	—	70	400	μA
“H” レベル入力電圧	V_{IH}	V_{DD} = 1.7 V ～ 1.95 V	$V_{DD} \times 0.8$	—	$V_{DD} + 0.3$	V
“L” レベル入力電圧	V_{IL}	V_{DD} = 1.7 V ～ 1.95 V	− 0.5	—	$V_{DD} \times 0.2$	V
“H” レベル出力電圧	V_{OH}	I_{OH} = − 2mA	$V_{DD} - 0.5$	—	—	V
“L” レベル出力電圧	V_{OL}	I_{OL} = 2mA	—	—	0.4	V
$\overline{CS}$ 端子のプルアップ抵抗	R_P	—	18	33	80	kΩ

2. 交流特性

項目	記号	条件	規格値		単位
			最小	最大	
SCK クロック周波数	f_{CK}	READ を除くすべてのコマンド*2	0	108*3	MHz
		READ コマンド	0	40	MHz
クロックハイ時間	t_{CH}	READ を除くすべてのコマンド	4	—	ns
		READ コマンド	11	—	ns
クロックロー時間	t_{CL}	READ を除くすべてのコマンド	4	—	ns
		READ コマンド	11	—	ns
チップセレクトセットアップ時間	t_{CSU}		5	—	ns
チップセレクトホールド時間	t_{CSH}		5	—	ns
出力ディセーブル時間*2	t_{OD}		—	7	ns
出力データ確定時間*2	t_{ODV}		—	7	ns
出力ホールド時間	t_{OH}		0	—	ns
非選択時間	t_D	ライトサイクル後	40	—	ns
		QPI モードのライトサイクル後	80	—	ns
		リードサイクル後	40	—	ns
		QPI モードのリードサイクル後 (特定のアドレスを除く)*1	80	—	ns
		XIP モードのリードサイクル後 (特定のアドレスを除く)*1	100	—	ns
データセットアップ時間	t_{SU}		3	—	ns
データホールド時間	t_H		4	—	ns
$\overline{HOLD}$ セットアップ時間	t_{HS}		4	—	ns
$\overline{HOLD}$ ホールド時間	t_{HH}		4	—	ns
$\overline{HOLD}$ 出力フローティング時間	t_{HZ}		—	7	ns
$\overline{HOLD}$ 出力アクティブ時間	t_{LZ}		—	7	ns

＊ 1 : リードサイクル後の t_D は , 通常 40 ns です。ただし , QPI モードおよび XIP モードの場合は , 特定アドレスの読出し後を除き , t_D が長く (80 ns または 100 ns) なります。アドレス A1=1 であり他のアドレスが任意の値の場合の QPI モード , または , アドレス A1=1, A0=1 であり他のアドレスが任意の値の場合の XIP モード , これらのアドレスを読出した後の t_D は 40 ns です。

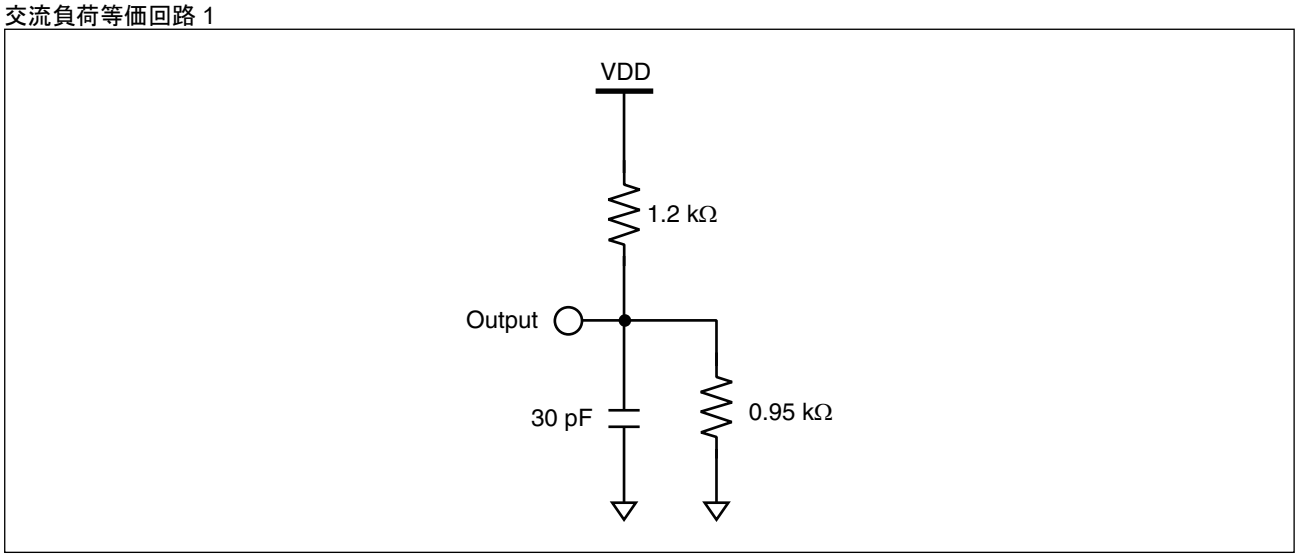
＊ 2 : この試験項目には , 交流負荷等価回路 2 を適用する。他の試験項目には , 交流負荷等価回路 1 を適用する。

＊ 3 : FRQO 及び FRQAD コマンドについては，ダミーサイクルの数を 6 に設定した場合の動作周波数です。(■LC モード参照)。

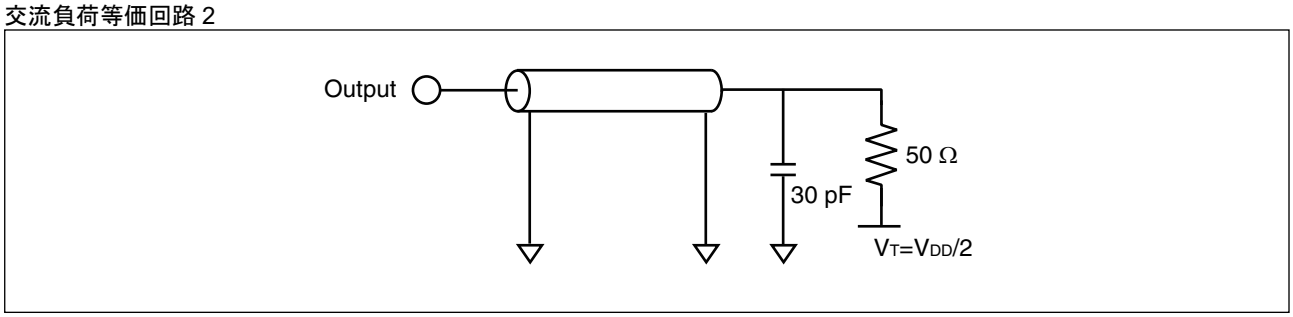
交流特性測定条件

電源電圧	: 1.7 V ～ 1.95 V
動作周囲温度	: − 40 °C ～ + 85 °C
入力電圧振幅	: $V_{IH} = V_{DD}$ $V_{IL} = 0$ V
入力立上り時間	: 2 ns
入力立下り時間	: 2 ns
入力判定レベル	: $V_{DD}/2$
出力判定レベル	: $V_{DD}/2$

交流負荷等価回路 1



交流負荷等価回路 2

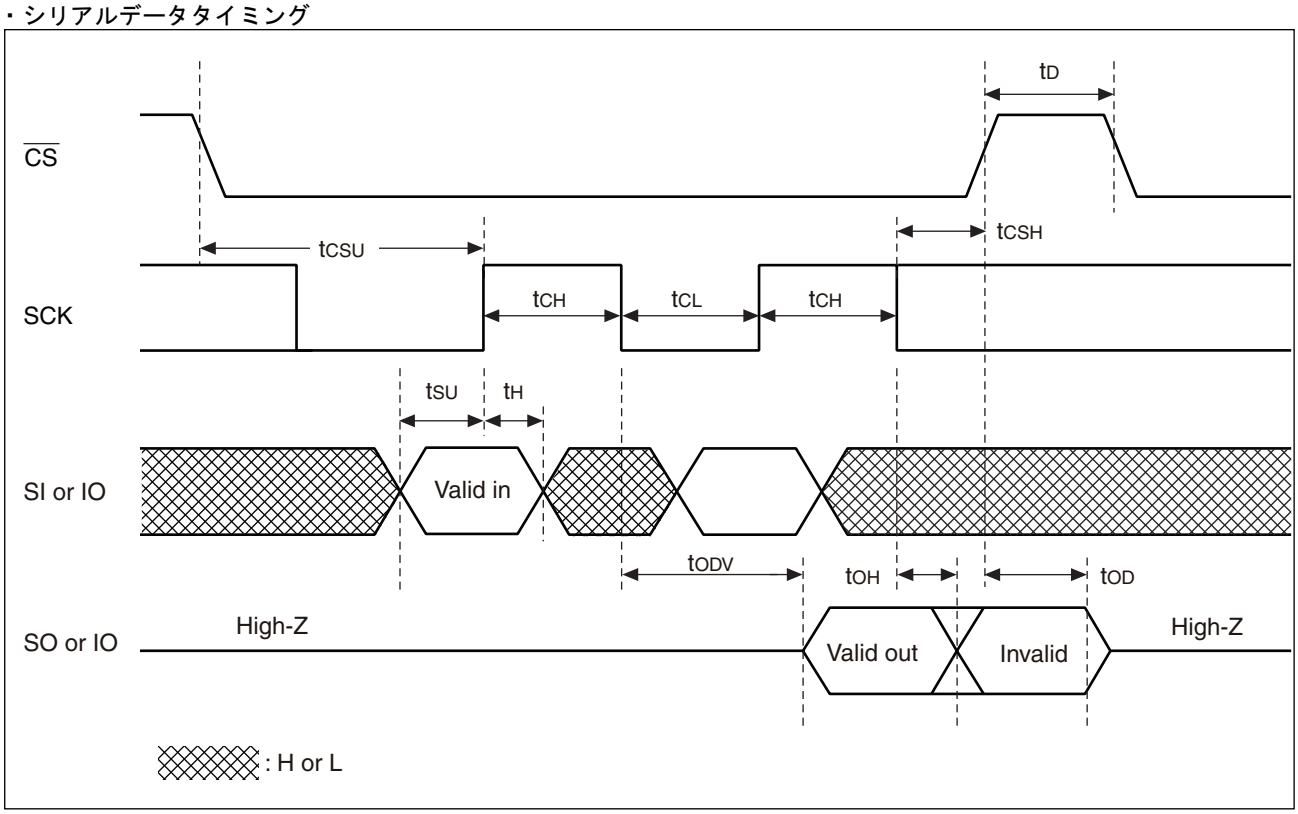


3. 端子容量

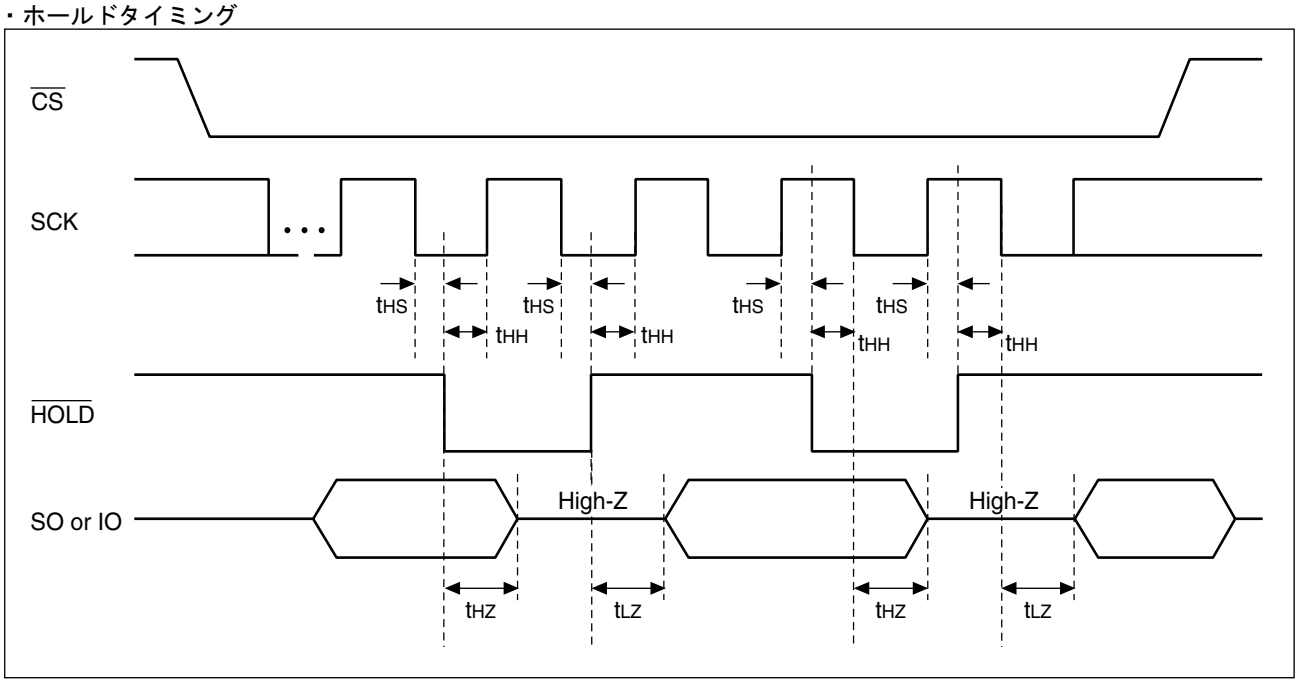
項目	記号	条件	規格値		単位
			最小	最大	
入出力容量	$C_{I/O}$	V_{DD} = 3.3V, V_{IN} = V_{OUT} = 0 V ~ VDD, f = 1 MHz, T_A = + 25 °C	—	4	pF
入力容量	C_I		—	4	pF

■ タイミングダイヤグラム

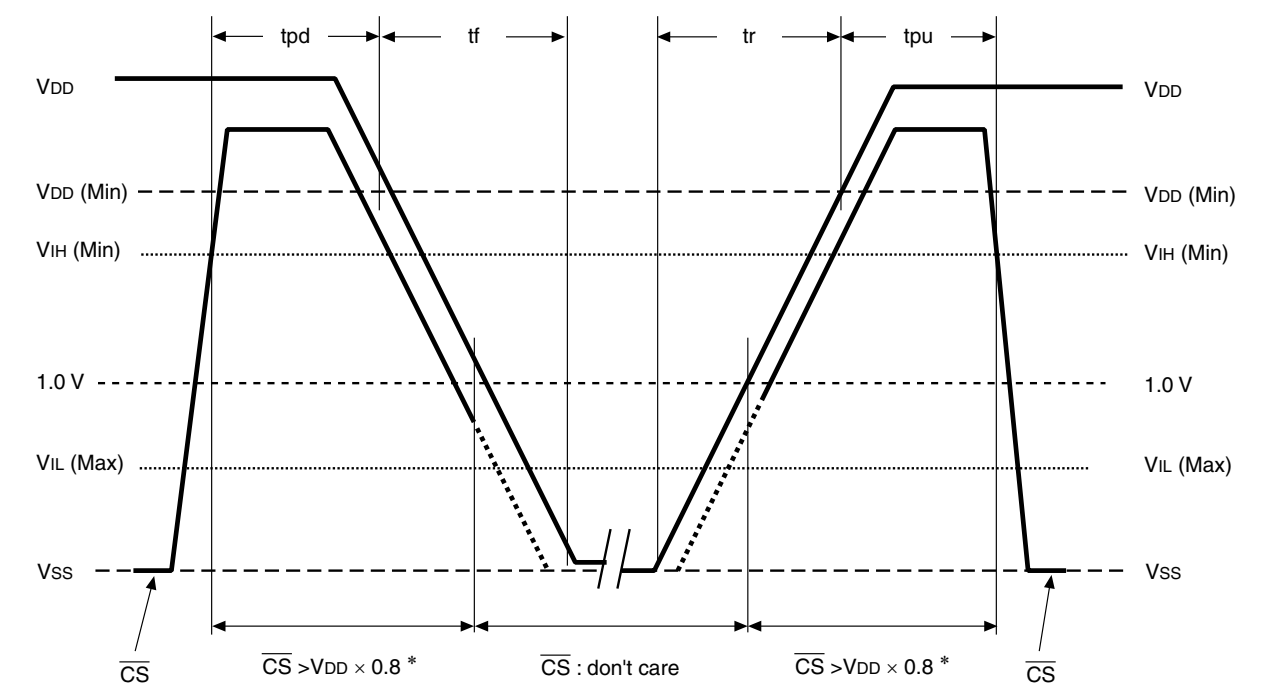
・シリアルデータタイミング



・ホールドタイミング



■ 電源投入・切断シーケンス



項目	記号	規格値		単位
		最小	最大	
電源 OFF 時の $\overline{CS}$ レベル保持時間	tpd	400	—	ns
電源 ON 時の $\overline{CS}$ レベル保持時間	tpu	250	—	µs
電源の立上げ時間	tr	0.05	—	ms/V
電源の立下げ時間	tf	0.1	—	ms/V

規定されたリードサイクル，ライトサイクルまたは電源投入･切断シーケンスを守らない動作が実行された場合，記憶データの保証はできません。

■ FeRAM の特性

項目	規格値		単位	備考
	最小	最大		
書込み / 読出し耐性 *1	10^{13}	—	回 / バイト	動作周囲温度 T_A ＝＋ 85 °C
データ保持特性 *2	10	—	年	動作周囲温度 T_A ＝＋ 85 °C
	95	—		動作周囲温度 T_A ＝＋ 55 °C
	≧ 200	—		動作周囲温度 T_A ＝＋ 35 °C

*1：FeRAM は破壊読出しを行っているため，書込みおよび読出し回数の合計が書込み / 読出し耐性の最小値です。
*2：データ保持特性の最小年数は，出荷直後に初めて読み書きしたデータの保持時間です。
これらの保持時間は，信頼性評価結果からの換算値です。

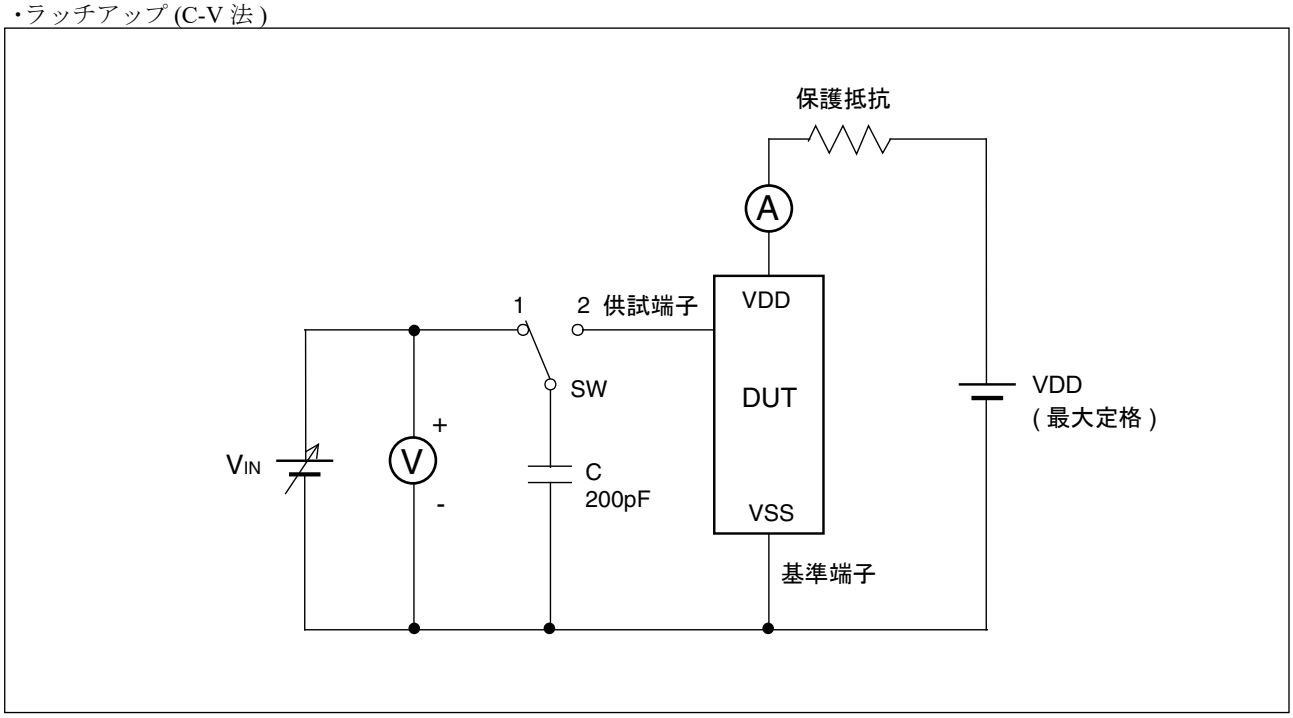
■ 使用上の注意

リフロー後にデータの書込みを行ってください。リフロー前のデータは保証できません。

■ ESD・ラッチアップ

試験項目	DUT	規格値
ESD HBM(人体帯電モデル) JESD22-A114 準拠	MB85RQ4MLPF-G-BCE1 MB85RQ4MLPF-G-BCERE1	＋ 2000 V 以上 － 2000 V 以下
ESD CDM(デバイス帯電モデル) JESD22-C101 準拠		＋ 1000 V 以上 － 1000 V 以下
ラッチアップ (C-V 法) Proprietary method		＋ 200 V 以上 － 200 V 以下

・ラッチアップ (C-V 法)



(注意事項) SW を約 2 秒間隔で 1 ～ 2 に交互に切り換え , 電圧を印加します。
これを 1 回とし , 5 回行います。
ただし , 5 回までにラッチアップ現象が発生した場合は , 直ちに試験を中止します。

■ リフロー条件および保管期限

JEDEC 条件 , Moisture Sensitivity Level 3 (IPC / JEDEC J-STD-020E)。

■ 含有規制化学物質対応

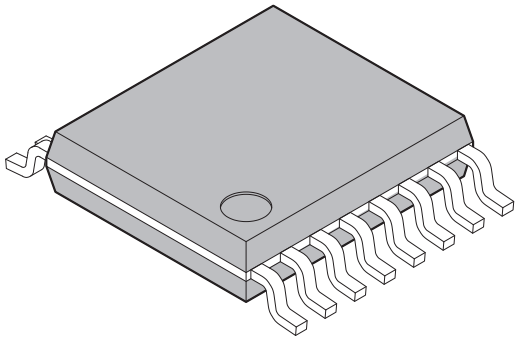
本製品は , REACH 規則 , EU RoHS 指令 , 中国 RoHS に準拠しております。

■ オーダ型格

型格	パッケージ	出荷形態	最小出荷単位
MB85RQ4MLPF-G-BCE1	プラスチック・SOP, 16 ピン	トレイ	— *
MB85RQ4MLPF-G-BCERE1	プラスチック・SOP, 16 ピン	エンボステーピング	500

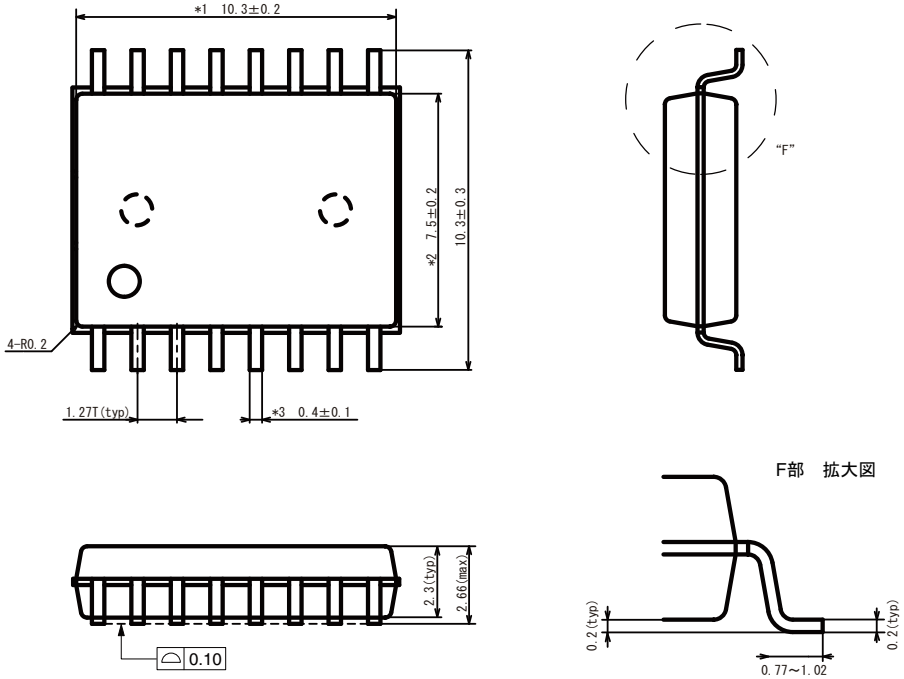
＊最小出荷単位については , 営業部門にご確認ください。

■ パッケージ・外形寸法図

プラスチック・SOP, 16ピン		
	リードピッチ	1.27mm
	パッケージ幅 × パッケージ長さ	7.5 × 10.3 mm
	リード形状	ガルウィング
	封止方法	プラスチックモールド
	取付け高さ	2.66mm MAX

プラスチック・SOP, 16ピン

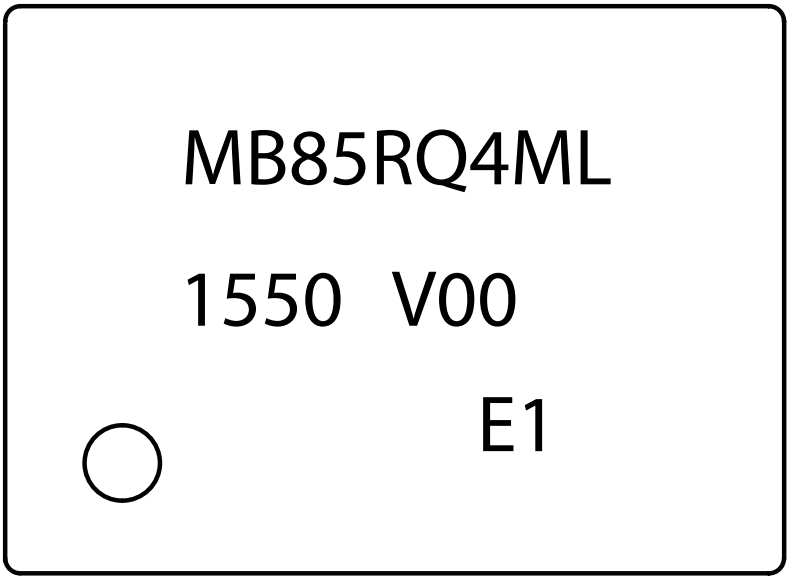
注1) *1 印寸法はレジン残り含まず。
注2) *2 印寸法はレジン残り含まず。
注3) *3 印寸法はトリムオフセット含まず。



単位：mm.

■ 捺印図

[MB85RQ4MLPF-G-BCE1]
[MB85RQ4MLPF-G-BCERE1]



[プラスチック SOP, 16 ピン]

1550: 年週コード
V00: 整理番号
E1: 鉛フリーコード

■ 包装

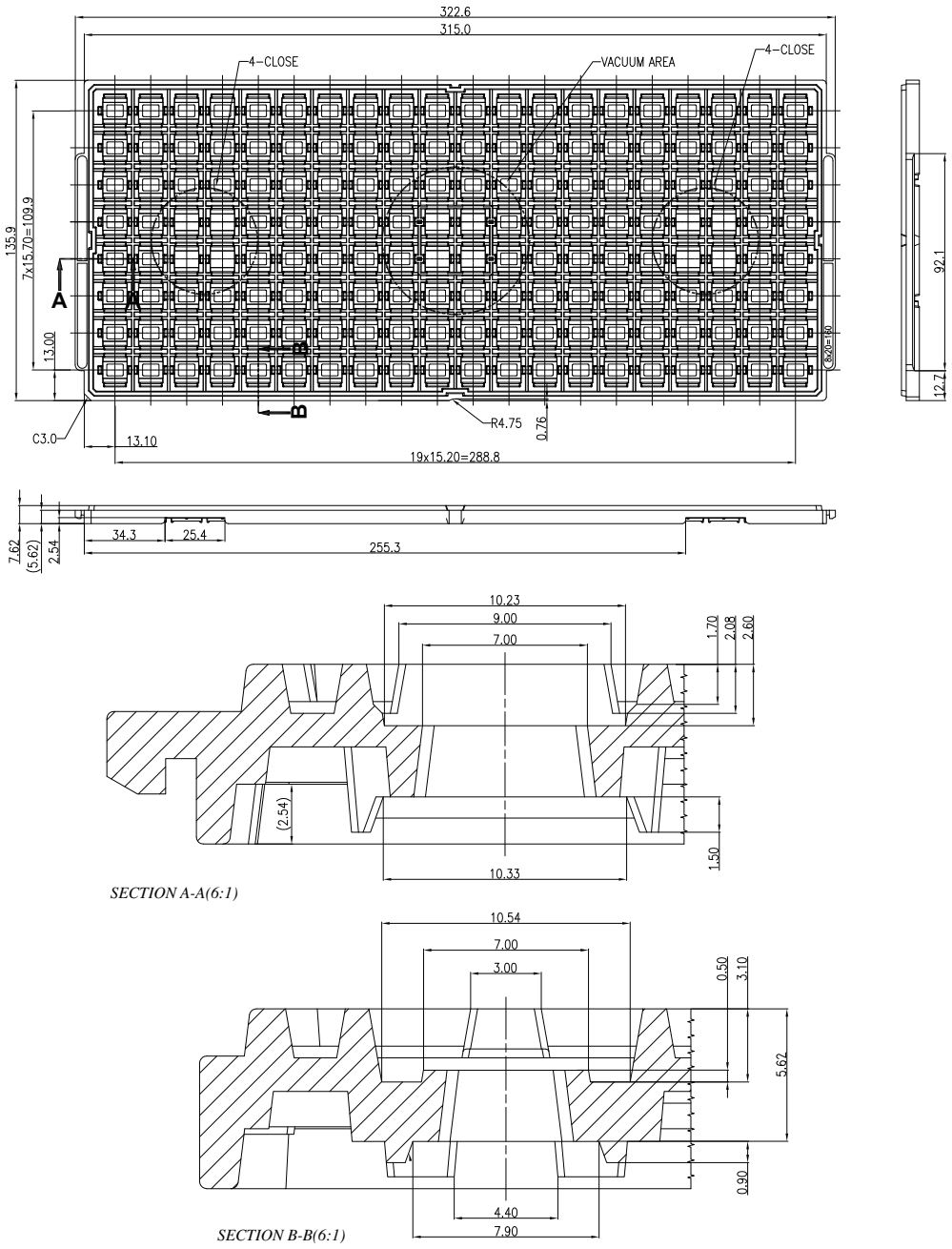
（１）MB85RQ4MLPF-G-BCE1

1. トレイ

1.1　IC 収納トレイ

最大収納個数		
個 / トレイ	個 / 内装箱	個 / 外装箱
160	1600	6400

1.2 IC 収納トレイ　　トレイ：JEDEC Standard 準拠



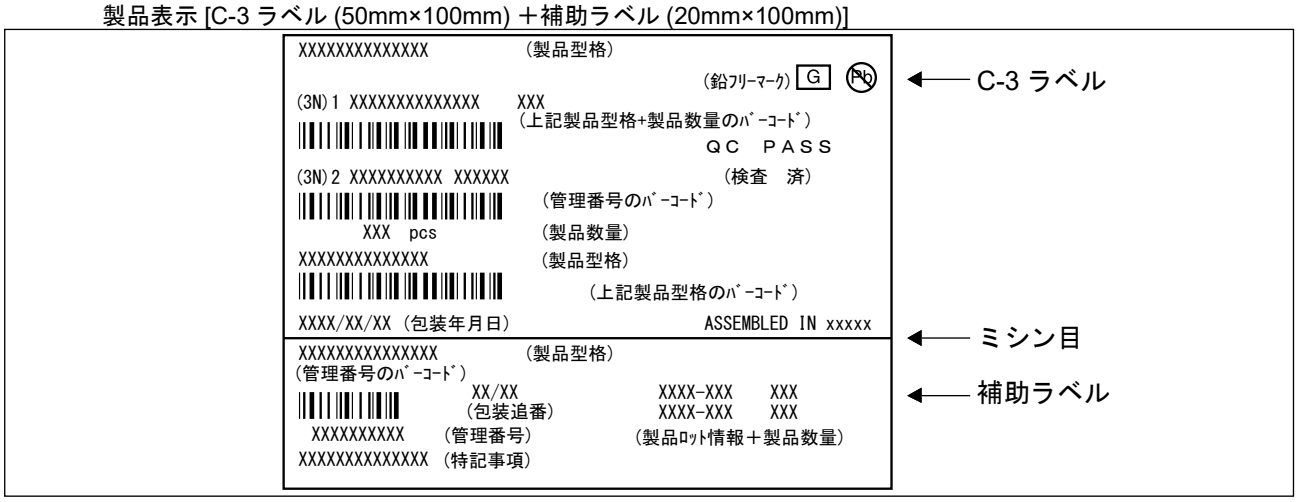
単位：mm

1.3 IC 収納方向

1.4 製品表示ラベル

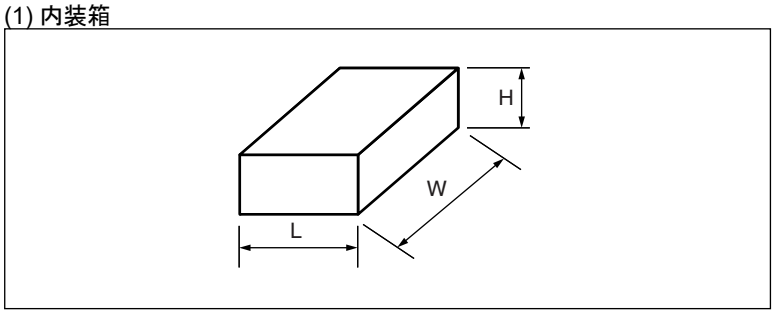
内装箱／アルミラミネート

製品表示 [C-3 ラベル (50mm×100mm) ＋補助ラベル (20mm×100mm)]



1.5 包装箱外形寸法図

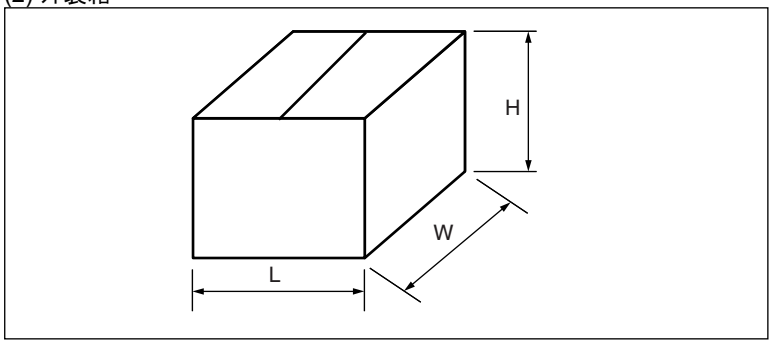
(1) 内装箱



L	W	H
165	360	75

(単位：mm)

(2) 外装箱



L	W	H
355	385	195

(単位：mm)

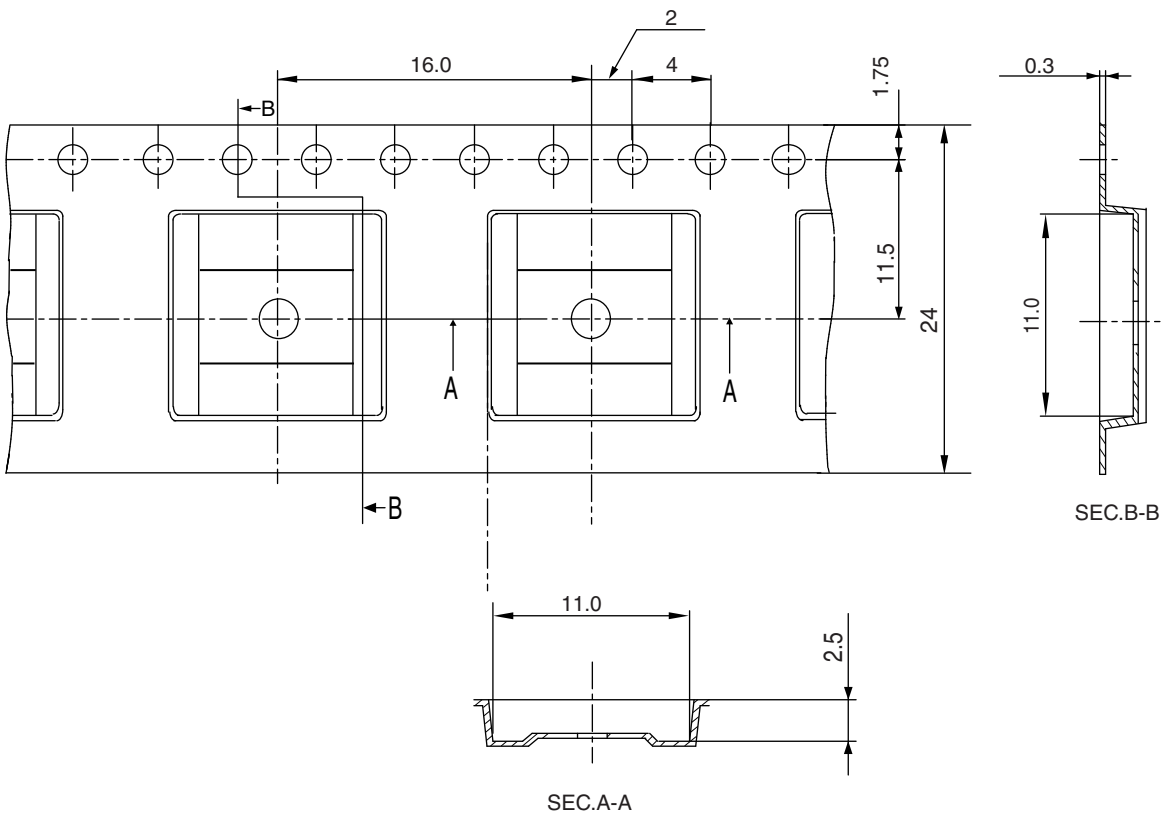
（2）MB85RQ4MLPF-G-BCERE1

2. エンボステープ

2.1　IC 収納数

最大収納個数		
個 / リール	個 / 内装箱	個 / 外装箱
500	500	3000

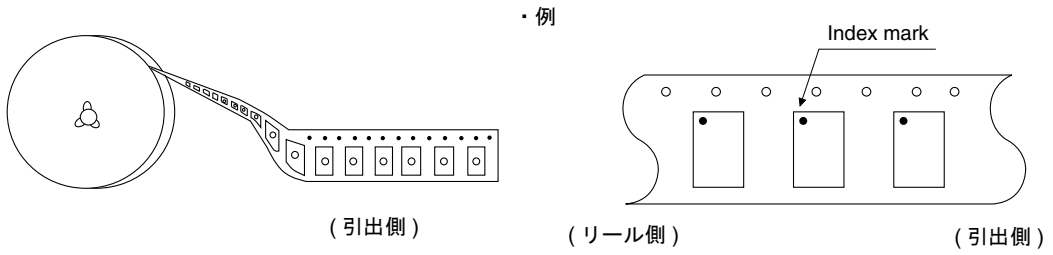
2.2　テープ寸法図（模式図）



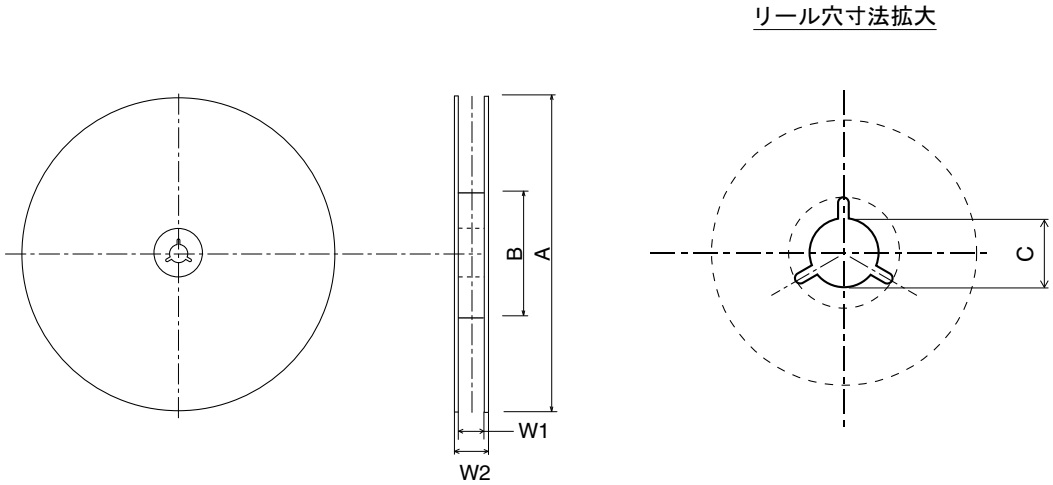
単位：mm

耐熱温度：耐熱性ではありません。
テープ，リールでのベーキング処理はできません。

2.3 IC 収納方向



2.4 リールの寸法

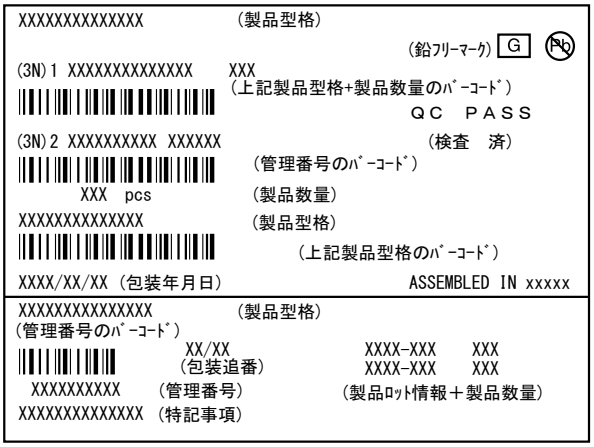


単位：mm

A	B	C	W1	W2
254	100	13	25.5	29.5

2.5　製品表示ラベル

内装箱／アルミラミネート袋／ (エンボステーピングの場合には , リールにも貼付)
製品表示 [C-3 ラベル (50mm×100mm) ＋補助ラベル (20mm×100mm)]

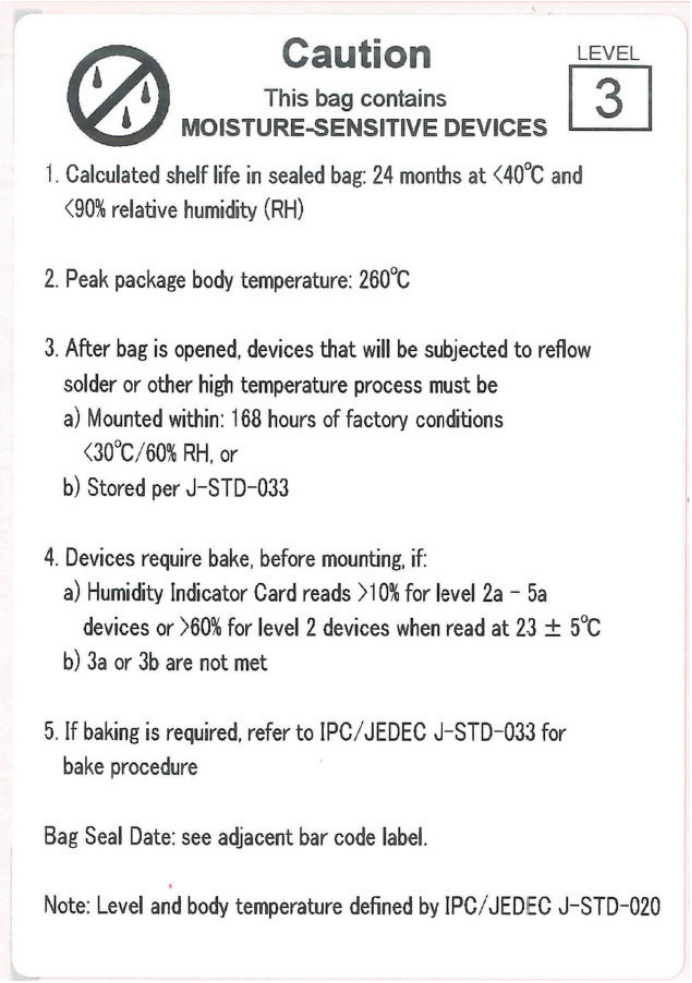


C-3 ラベル

ミシン目

補助ラベル

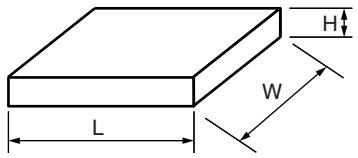
表示Ⅱ：アルミラミネート袋*
製品表示 [MSL ラベル (100mm×70mm)]



MSL ラベル

2.6 包装箱外形寸法図

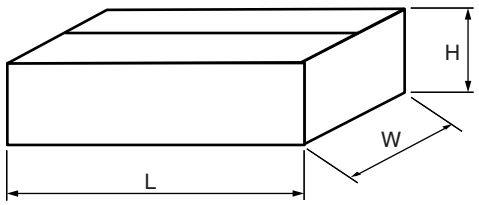
(1) 内装箱



テープ幅	L	W	H
24	265	262	51

(単位：mm)

(2) 外装箱



L	W	H
549	277	180

(単位：mm)

■ 本版での主な変更内容

変更箇所は , 本文中のページ左側の | によって示しています。

ページ	場所	変更箇所
5,18,23	注釈	ダミーサイクルの数を 6(default) → (default) を削除
24	端子容量	VDD=V_{IN}=V_{OUT}=0V → VDD ＝ 3.3V, V_{IN} ＝ V_{OUT} ＝ 0V ～ VDD
30	捺印図	誤記修正

RAMXEED 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://ramxeed.com/jp/

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。