

# 4M ビット EXCELON™ LP 強誘電体 RAM (F-RAM)

シリアル (SPI), 512K × 8, 突入電流制御, 産業用

## 特長

- 512K×8 論理構成として設計された 4M ビット強誘電体 RAM (EXCELON™ LP F-RAM)
  - 1000 兆回 ( $10^{15}$ ) の読み出し / 書き込みの無限の耐久性
  - 151 年間のデータ保持 ( [データ保持期間およびアクセス可能回数を参照してください](#) )
  - Infineon インスタント不揮発性書き込み技術
  - 高信頼性強誘電体プロセス
- 高速シリアル ペリフェラル インターフェース (SPI)
  - 最高周波数は 20MHz
  - SPI モード 0 (0, 0) およびモード 3 (1, 1) をサポート
- 洗練された書き込み保護スキーム
  - 書き込み保護 ( $\overline{WP}$ ) ピンを使用したハードウェアによる保護
  - 書き込みディセーブル命令 (WRDI) を使用したソフトウェアによる保護
  - アレイの 1/4, 1/2, または全体を対象としたソフトウェア ブロック保護
- デバイス ID とシリアル番号
  - メーカー ID および製品 ID
  - 固有デバイス ID
  - シリアル番号
- 専用 256 バイト特殊セクタ EXCELON™ LP F-RAM
  - 専用特殊セクタの書き込みと読み出し
  - 保存コンテンツは最大 3 回の標準はんだリフローサイクルに耐え得る
- 低消費電力
  - 20 MHz での 1.2 mA (Typ) のアクティブ電流
  - 2.3  $\mu$ A (Typ) のスタンバイ電流
  - 0.70  $\mu$ A (Typ) のディープ パワーダウン モード電流
  - 0.1  $\mu$ A (Typ) のハイバネート モード電流
  - 1.5 mA (Typ) の電源投入時の突入電流
- 低電圧動作
  - CY15V104QI:  $V_{DD} = 1.71\text{ V} \sim 1.89\text{ V}$
  - CY15B104QI:  $V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 3.6\text{ V}$
- 民生用と産業用び動作温度
  - 民生用動作温度範囲:  $0^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
  - 産業用動作温度範囲:  $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$
- パッケージ
  - 8 ピン リードレス クアッド フラット グリッド アレイ (GQFN) パッケージ (NRND)<sup>[1]</sup>
  - 8 ピン 超薄型ファインピッチ ランド グリッド アレイ (UFLGA) パッケージ
- RoHS 準拠

## 注:

1. NRND - 新規設計には推奨しません。

## 機能説明

EXCELON™ LP F-RAM CY15X104QI は高度な強誘電体プロセスを適用した低消費電力の 4M ビット不揮発性メモリです。強誘電体ランダムアクセスメモリまたは EXCELON™ LP F-RAM は不揮発性であり、RAM 同様に読み書きを実行します。またシリアルフラッシュや EEPROM、その他の不揮発性メモリによる複雑さ、オーバーヘッド、システムレベルの信頼性関連問題を回避し、151 年間にわたって信頼できるデータ保持ができます。

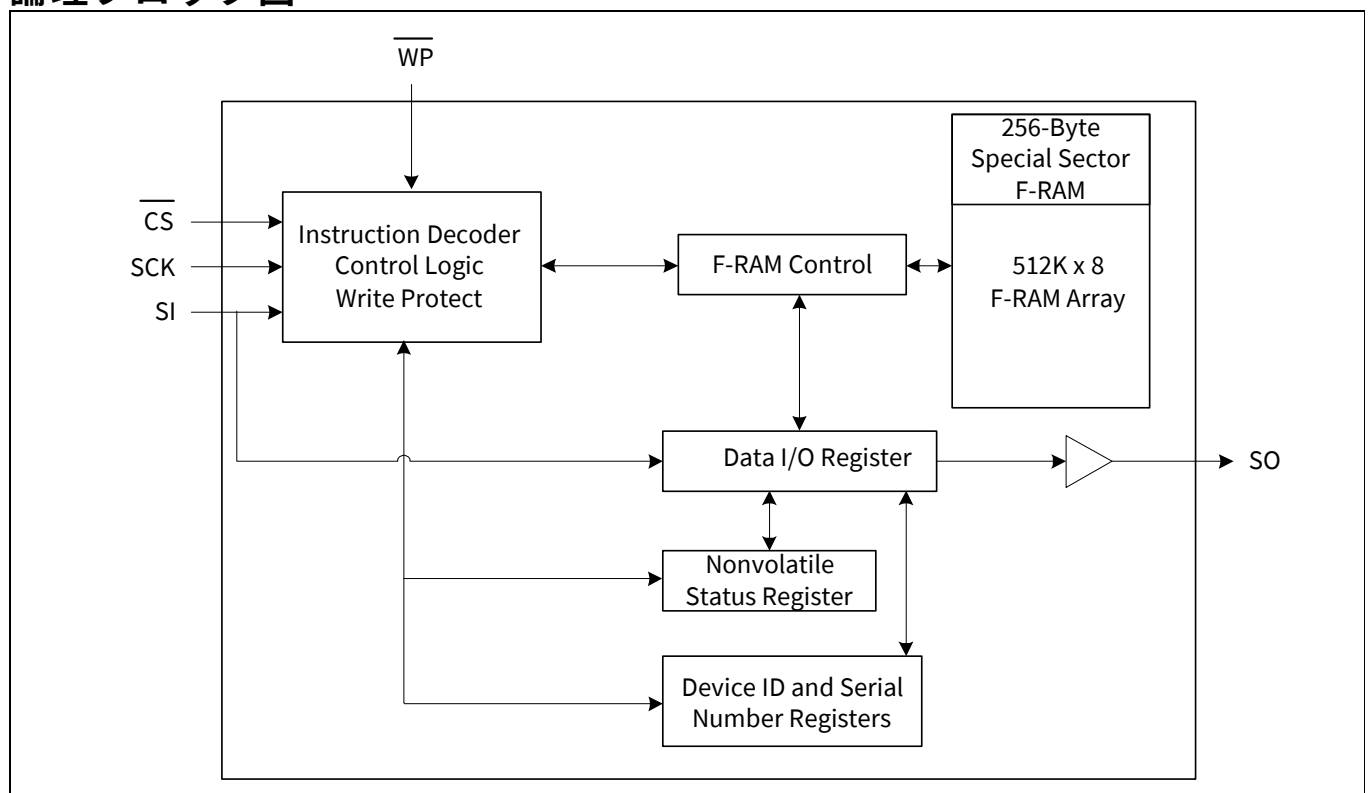
シリアルフラッシュや EEPROM と異なり、CY15X104QI はバス速度で書き込み動作を実行します。書き込み遅延は発生しません。データは各バイトがデバイスに正常に転送された直後にメモリアレイに書き込まれます。次のバスサイクルはデータポーリングを必要とせず開始できます。また、本製品は他の不揮発性メモリと比べ多くの書き換え可能回数を提供しています。CY15X104QI は  $10^{15}$  回の読み出し / 書き込みサイクル、すなわち EEPROM に比べ 10 億倍の書き込みサイクルに対応できます。

これらの能力により、CY15X104QI は頻繁な高速書き込みを必要とする不揮発性メモリの用途に理想的なものになります。これらの用途例は書き込み回数を重視するデータ収集から、シリアルフラッシュや EEPROM を使った場合にその長い書き込み時間に起因してデータを損失する可能性がある厳しい工業用制御までおよびます。

CY15X104QI はハードウェア置き換えができるため、シリアル EEPROM やフラッシュを使用するユーザーに大幅な利点を提供します。CY15X104QI は EXCELON™ LP F-RAM 技術の高速書き込み機能を強化する高速 SPI バスを使用します。このデバイスは読み出し専用のデバイス ID と固有 ID 機能が組み込まれており、ホストが各製品のメーカー、メモリ容量、製品のレビジョンおよび固有 ID を判断できます。本製品はまた、基板またはシステムを特定するために使用できる書き込み可能な 8 バイトシリアル番号レジスタを備えます。

すべての関連資料の一覧については、[ここをクリックしてください](#)。

## 論理ブロック図



## 目次

## 目次

特長 .....	1
機能説明.....	2
論理ブロック図.....	2
目次 .....	3
1 ピン配置 .....	4
2 ピンの機能.....	5
3 機能概要 .....	6
3.1 メモリ アーキテクチャ .....	6
3.2 SPI バス.....	6
3.2.1 SPI 概要.....	6
3.3 プロトコルで使用される用語 .....	7
3.3.1 SPI マスター .....	7
3.3.2 SPI スレーブ.....	7
3.3.3 チップセレクト (CS).....	7
3.3.4 シリアルクロック (SCK) .....	7
3.3.5 データ転送 (SI/SO).....	8
3.3.6 最上位ビット (MSb).....	8
3.3.7 シリアル オペコード .....	8
3.3.8 無効なオペコード .....	9
3.3.9 ステータス レジスタ .....	9
3.4 SPI モード .....	9
3.5 電源投入時から最初のアクセスまで .....	9
4 機能説明 .....	10
4.1 コマンドの構成 .....	10
4.1.1 書き込みイネーブル制御コマンド .....	11
4.1.2 レジスタ アクセス コマンド.....	12
4.1.3 メモリの動作 .....	13
4.1.4 メモリ書き込み動作コマンド .....	14
4.1.5 メモリ読み出しコマンド .....	14
4.1.6 特殊セクタ メモリ アクセス コマンド .....	16
4.1.7 IDおよびシリアル番号コマンド.....	17
4.1.8 低消費電力モード コマンド .....	19
5 最大定格 .....	21
6 動作範囲 .....	22
7 DC 電気的特性 .....	23
8 データ保持期間およびアクセス可能回数 .....	26
9 静電容量 .....	27
10 熱抵抗.....	28
11 AC テスト条件 .....	29
12 AC スイッチング特性 .....	30
13 パワー サイクル タイミング .....	32
14 注文情報 .....	33
14.1 注文コードの定義 .....	33
15 パッケージ図.....	34
16 略語 .....	36
17 本書の表記法.....	37
17.1 測定単位 .....	37
改訂履歴.....	38
免責事項.....	39

## 1 ピン配置

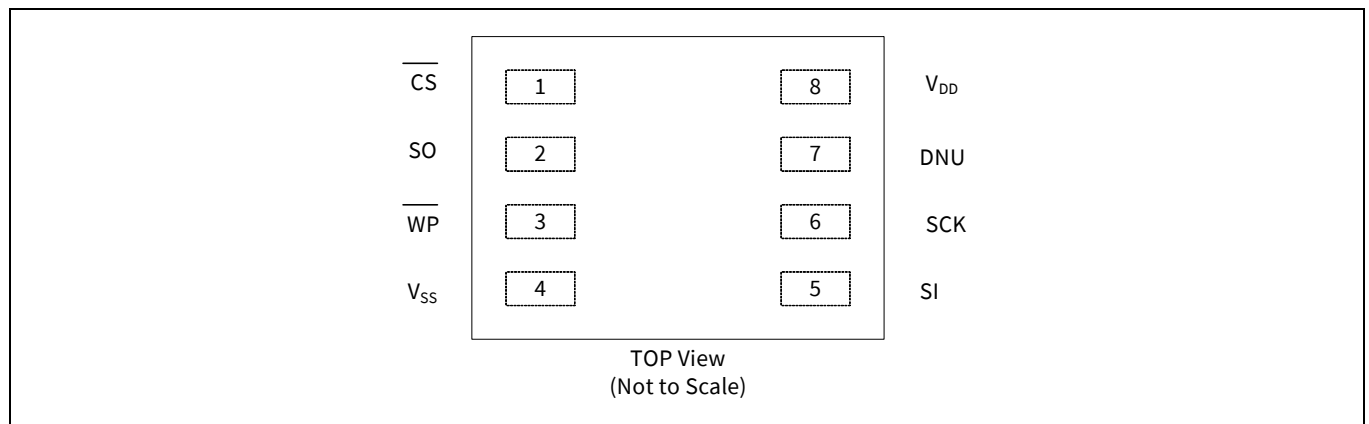


Figure 1 8 ピン GQFN/UFLGA ピン配置

## ピンの機能

## 2 ピンの機能

Table 1 ピンの機能

ピン名	入出力	説明
$\overline{\text{CS}}$	入力	<b>チップセレクト。</b> アクティブ LOW 入力でデバイスを起動させる。HIGH になった場合、デバイスは低消費電力のスタンバイ モードに移行し、他の入力を無視し、出力をトライステートにする。LOW になった場合、デバイスが SCK 信号を内部でアクティブにする。 $\overline{\text{CS}}$ の立ち下りエッジは、すべてのオペコードの発行前に発生しなければならない
SCK	入力	<b>シリアル クロック。</b> 入出力はシリアル クロックに同期。入力はシリアル クロックの立ち上りエッジでラッチされ、出力は立ち下りエッジで駆動される。クロック周波数は 0 ~ 20 MHz の範囲内であり、同期特性のためいつでも割り込まれる可能性がある
SI <sup>[2]</sup>	入力	<b>シリアル入力。</b> このピンからデバイスにすべてのデータを入力。入力は SCK の立ち上りエッジでサンプリングされ、そのとき以外では無効。電源 ( $I_{DD}$ ) 仕様を満たすために、常に有効なロジックレベルに駆動する必要がある
SO <sup>[2]</sup>	出力	<b>シリアル出力。</b> これはデータ出力ピン。このピンは読み出し中に駆動され、そのとき以外ではトライステートのままになる。データ遷移はシリアル クロック SCK の立ち下りエッジで駆動される
$\overline{\text{WP}}$	入力	<b>書き込み保護。</b> このアクティブ LOW ピンは、ステータスレジスタの WPEN ビットが「1」にセットされている時、ステータス レジスタへの書き込み動作を防ぐ。その他の書き込み保護機能はステータスレジスタによって制御されるため、このことは重要。書き込み保護の詳細は <a href="#">Table 3</a> および <a href="#">Table 6</a> を参照してください。このピンを使用しない場合は、 $V_{DD}$ に接続する必要がある。
DNU	使用禁止	<b>使用禁止。</b> このピンは開放 (基板上で未接続) または $V_{DD}$ に接続する
$V_{SS}$	電源	デバイス グランド。システムのグランドに接続する必要がある
$V_{DD}$	電源	デバイスの電源入力

## 注:

2. SI を SO と接続し単一ピンのデータ インターフェースとして利用されることがあります。

## 3 機能概要

CY15X104QI はシリアル EXCELON™ LP F-RAM メモリです。メモリ アレイは 524,288 × 8 ビットに論理構成され、業界標準のシリアル ペリフェラル インターフェース (SPI) バスを使用してアクセスされます。EXCELON™ LP F-RAM の機能動作はシリアル フラッシュやシリアル EEPROM と似ています。CY15X104QI と同じピン配置のシリアル フラッシュや EEPROM との相違点は、EXCELON™ LP F-RAM の優れた書き込み性能、高耐久性、および低消費電力です。

### 3.1 メモリ アーキテクチャ

CY15X104QI のアクセスには、各 8 データビットの 512K アドレスを指定します。これら 8 個のデータビットは順次シフトイン / シフトアウトされます。アドレスは、チップ セレクト (バス上で複数デバイスを可能にする用) とオペコード、3 バイトのアドレスを含む SPI プロトコルを使ってアクセスされます。アドレス範囲の上位 5 ビットは「ドント ケア」値です。20 ビットのアドレスで、一義的に各バイトアドレスを指定します。

CY15X104QI のほとんどの機能は、SPI インターフェースにより制御されるか、または基板に搭載された回路によって処理されます。メモリ動作に要するアクセス時間は、シリアル プロトコルに必要な時間以外は基本的に 0 です。すなわち、メモリは SPI バスの速度で読み書きされます。シリアル フラッシュや EEPROM と異なり、書き込み処理がバス速度で行われるので、デバイスの書き込み準備を知るためにポーリングする必要はありません。新しいバストランザクションがデバイスに送り込まれるまでに書き込み動作は完了します。これはインターフェースの節で詳しく説明されています。

### 3.2 SPI バス

CY15X104QI は SPI スレーブ デバイスであり、最大 20 MHz の速度で動作します。この高速シリアル バスにより、SPI マスターとの間で高性能なシリアル通信が可能です。多くの一般的なマイクロコントローラは、ハードウェア SPI ポートを持っているため、直接インターフェースを可能にします。この機能を持たないマイクロコントローラで、通常のポート ピンを使用して SPI ポートをエミュレートすることは容易です。CY15X104QI は SPI モード 0 および 3 で動作します。

#### 3.2.1 SPI 概要

SPI は、チップセレクト ( $\overline{CS}$ ), シリアル入力 (SI), シリアル出力 (SO), およびシリアル クロック (SCK) ピンから成る 4 ピン インターフェースです。

SPI は、メモリ アクセスにクロックとデータピンを使用し、データバス上の複数デバイスをサポートする同期シリアル インターフェースです。SPI バス上のデバイスは、 $\overline{CS}$  ピンを使用してアクティブにされます。

チップセレクト、クロック、およびデータの相互関係は SPI モードによります。このデバイスは、SPI モード 0 および 3 をサポートします。これらの両モードで、 $\overline{CS}$  がアクティブになった後の最初の立ち上りエッジから始まる SCK の立ち上りエッジで、データが EXCELON™ LP F-RAM にクロック入力されます。

SPI プロトコルはオペコードによって制御されます。これらのオペコードは、バス マスターからスレーブ デバイスへのコマンドを指定します。 $\overline{CS}$  がアクティブにされた後、バス マスターから最初に転送されるバイトがオペコードです。オペコードに続いて、アドレスとデータが転送されます。処理が完了した後、新しいオペコードが発行される前に、 $\overline{CS}$  を非アクティブにする必要があります。



### 3.3 プロトコルで使用される用語

SPI プロトコルで一般的に使用される用語は以下のとおりです。

#### 3.3.1 SPI マスター

SPI マスター デバイスは SPI バスを制御します。SPI バスは、1 つまたは複数のスレーブ デバイスを制御する 1 つのマスターのみを持てます。すべてのスレーブが同じ SPI バス ラインを共有し、マスターは  $\overline{CS}$  ピンを使用してスレーブ デバイスのいずれかを選択できます。すべての処理は、マスターがスレーブの  $\overline{CS}$  ピンを LOW にプルダウンすることによってスレーブ デバイスをアクティブにして開始する必要があります。マスターは SCK も生成し、SI と SO ライン上のすべてのデータ転送はこのクロックに同期されます。

#### 3.3.2 SPI スレーブ

SPI スレーブ デバイスは、チップセレクト ラインを介してマスターによってアクティブにされます。スレーブ デバイスは SPI マスターからの SCK を入力とし、すべての通信はこのクロックに同期されます。SPI スレーブは SPI バス上で通信を開始することなく、マスターからの命令に従ってのみ動作します。CY15X104QI は SPI スレーブとして動作し、他の SPI スレーブ デバイスと SPI バスを共有する場合があります。

#### 3.3.3 チップセレクト ( $\overline{CS}$ )

スレーブ デバイスを選択するためには、マスターは該当する  $\overline{CS}$  ピンをプルダウンする必要があります。 $\overline{CS}$  ピンが LOW になっている時にのみ、命令をスレーブ デバイスに発行できます。デバイスが選択されていない場合、SI ピン経由のデータは無視され、シリアル出力ピン (SO) は高インピーダンス状態が保持されます。

**注:** 新しい命令は  $\overline{CS}$  の立ち下りエッジで開始される必要があります。したがって、アクティブなチップセレクトサイクルごとに 1 個のオペコードのみが発行されます。

#### 3.3.4 シリアル クロック (SCK)

シリアル クロックは SPI マスターによって生成され、 $\overline{CS}$  が LOW になった後、通信はこのクロックと同期されます。

CY15X104QI はデータ通信のために SPI モード 0 と 3 をサポートします。これらの両モードにおいて、入力は SCK の立ち上りエッジでスレーブ デバイスによってラッチされ、出力は立ち下りエッジで発行されます。そのため、SCK の最初の立ち上りエッジが、SPI 命令の最初の最上位ビット (MSb) が SI ピンに到着したことを意味します。さらに、すべてのデータの入力と出力は SCK と同期されます。

### 3.3.5 データ転送 (SI/SO)

SPI データバスは、シリアルデータ通信用に SI と SO の 2 ラインで構成されます。SI はマスター アウト スレーブ イン (MOSI)、SO はマスター イン スレーブ アウト (MISO) と呼ばれます。マスターは SI ピンを介してスレーブに命令を発行し、スレーブは SO ピンを介して応答します。複数のスレーブ デバイスは、前述のように SI と SO ラインを共有する場合があります。

CY15X104QI は、Figure 2 に示すようにマスターと接続できる SI と SO 用の 2 本の独立したピンを備えます。専用 SPI バスを持たないマイクロコントローラーでは、汎用ポートが使用されることもあります。マイコンのハードウェア リソースを減らすために、2 つのデータ ピン (SI、SO) を 1 つにまとめて接続し、 $\overline{\text{WP}}$  ピンを HIGH に固定接続できます。Figure 3 に 3 本のピンのみを使用するコンフィギュレーションを示します。

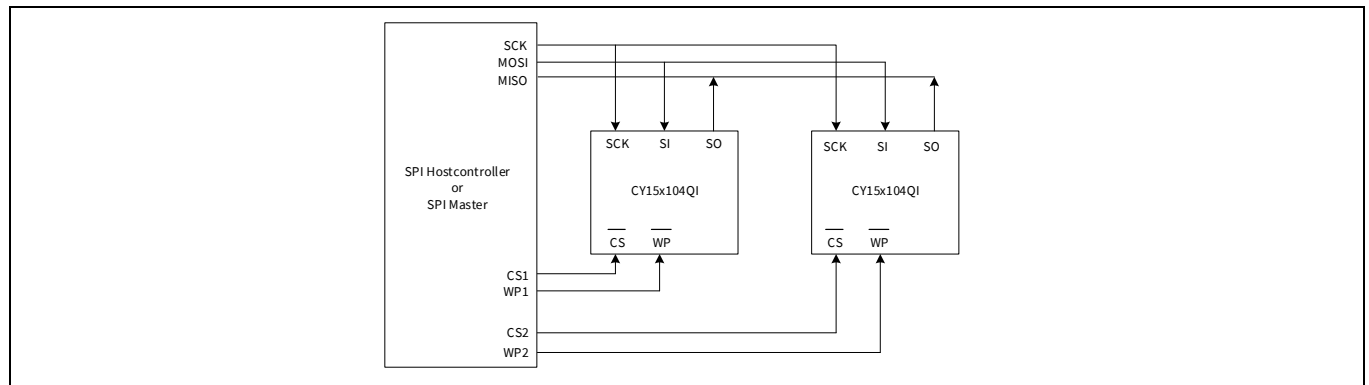


Figure 2 SPI ポートを使用するシステム コンフィギュレーション

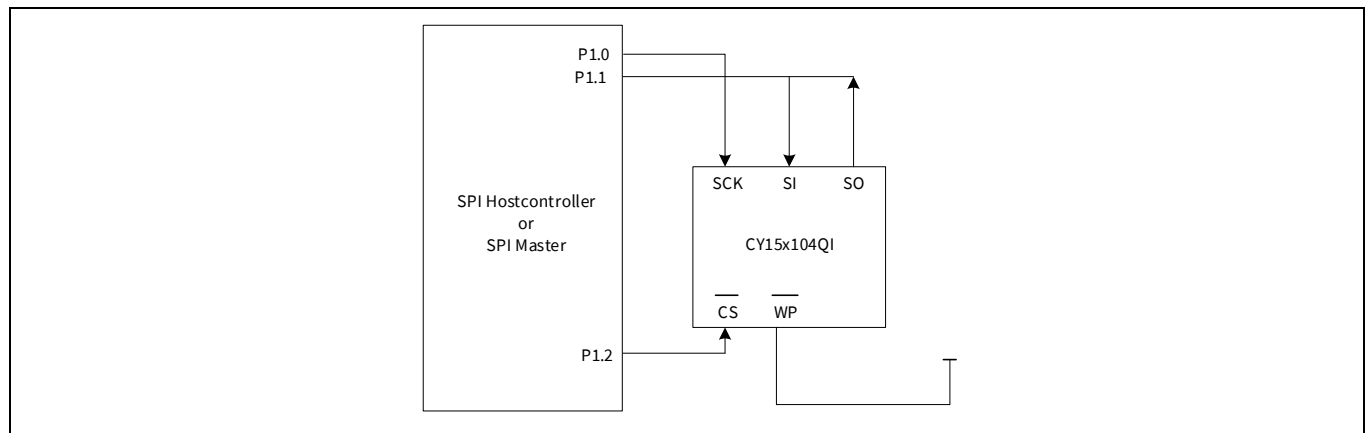


Figure 3 SPI ポートを使用しないシステム コンフィギュレーション

### 3.3.6 最上位ビット (MSb)

SPI プロトコルでは、送信される最初のビットが MSb である必要があります。この方式はアドレスとデータ転送の両方に適用されます。

4M ビット シリアル EXCELON™ LP F-RAM は、すべての読み出しまたは書き込み動作に対応して 3 バイトのアドレスを必要とします。アドレスは 19 ビットであるため、入力された最初の 5 ビットはデバイスによって無視されます。これらの 5 ビットは「ドントケア」ですが、より高容量メモリへの円滑な移行を可能にするために、これらを 0 に設定することが推奨されます。

### 3.3.7 シリアル オペコード

$\overline{\text{CS}}$  が LOW になってスレーブ デバイスが選択された後、最初に受信されたバイトは、意図されている動作のオペコードとして扱われます。CY15X104QI は標準オペコードをメモリ アクセスに使用します。



### 3.3.8 無効なオペコード

無効なオペコードが受信されるとそのオペコードは無視され、デバイスは SI ピン上にある追加のシリアルデータを次の  $\overline{CS}$  の立ち下りエッジまで無視し、SO ピンはトライステートのままとなります。

### 3.3.9 ステータス レジスタ

CY15X104QI には、8 ビットのステータス レジスタが 1 個あります。ステータス レジスタ内のビットはデバイス動作を設定するために使用されます。これらのビットは [Table 4](#) で説明されています。

## 3.4 SPI モード

CY15X104QI は、SPI ペリフェラルが次の 2 つのモードのいずれかで動作しているマイクロコントローラーによって駆動できます。

- SPI モード 0 (CPOL = 0, CPHA = 0)
- SPI モード 3 (CPOL = 1, CPHA = 1)

この両モードでは、入力データは  $\overline{CS}$  がアクティブにされた後の最初の立ち上りエッジから始まる SCK の立ち上りエッジでラッチされます。クロックが HIGH 状態から起動される場合 (モード 3) では、入力データはクロック トグル後の最初の立ち上りエッジでラッチされます。出力データは SCK の立ち下りエッジで得られます。2 つの SPI モードは [Figure 4](#) と [Figure 5](#) に示されています。バス マスターがデータを転送していない時のクロックの状態は以下のとおりです。

- モード 0 では、SCK が 0 のままです。
- モード 3 では、SCK が 1 のままです。

$\overline{CS}$  ピンを LOW にすることによりデバイスが選択された時、デバイスは SCK ピンの状態から SPI モードを検出します。デバイスが選択された時に、SCK ピンが LOW ならデバイスは SPI モード 0 で動作し、SCK ピンが HIGH ならデバイスは SPI モード 3 で動作します。

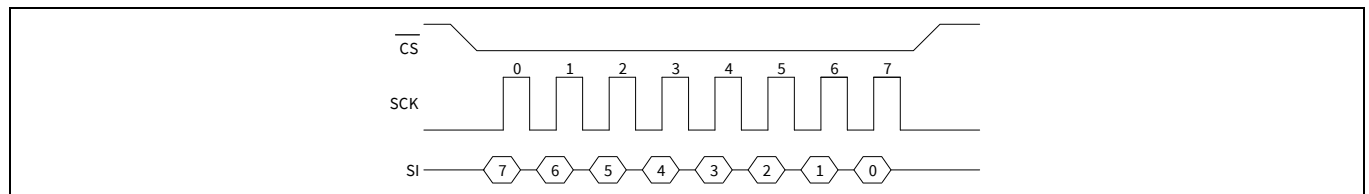


Figure 4 SPI モード 0

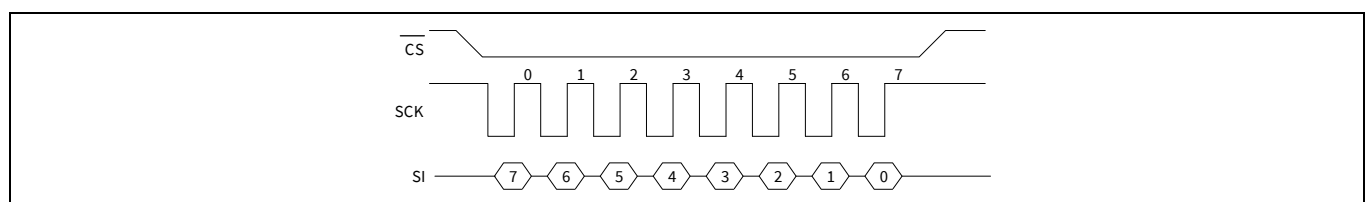


Figure 5 SPI モード 3

## 3.5 電源投入時から最初のアクセスまで

電源投入後の  $t_{PU}$  の間、CY15X104QI へはアクセスできません。ユーザーは、 $t_{PU}(V_{DD}(\min))$  から  $\overline{CS}$  が初めて LOW になる時までの最短期間) のタイミング パラメーターに従わなければいけません。詳細は [パワー サイクル タイミング](#) を参照してください。

## 4 機能説明

### 4.1 コマンドの構成

バスマスターが CY15X104QI に発行するコマンド (オペコードと呼ばれる) は 15 個あります (Table 2 を参照してください)。これらのオペコードはメモリが実行する機能を制御します。

**Table 2 オペコード コマンド**

名称	説明	オペコード	
		16 進数	2 進数
書き込みイネーブル制御			
WREN	書き込みイネーブル ラッチ セット	06h	0000 0110b
WRDI	書き込みイネーブル ラッチ リセット	04h	0000 0100b
レジスタ アクセス			
RDSR	ステータス レジスタ読み出し	05h	0000 0101b
WRSR	ステータス レジスタ書き込み	01h	0000 0001b
メモリ書き込み			
WRITE	メモリ データ書き込み	02h	0000 0010b
メモリ読み出し			
READ	メモリ データ読み出し	03h	0000 0011b
FSTRD	メモリ データ高速読み出し	0Bh	0000 1011b
特殊セクタ メモリ アクセス			
SSWR	特殊セクタ書き込み	42h	0100 0010b
SSRD	特殊セクタ読み出し	4Bh	0100 1011b
ID およびシリアル番号			
RDID	デバイス ID 書き込み	9Fh	1001 1111b
RUID	固有 ID 読み出し	4Ch	0100 1100b
WRSN	シリアル番号書き込み	C2h	1100 0010b
RDSN	シリアル番号読み出し	C3h	1100 011b
低消費電力モード			
DPD	ディープ パワーダウン開始	BAh	1011 1010b
HBN	ハイバネート モード開始	B9h	1011 1001b
予約済み	予約済み	未使用のオペコードは、 将来の使用のために予約される	

### 4.1.1 書き込みイネーブル制御コマンド

#### 4.1.1.1 書き込みイネーブル ラッチ セット (WREN, 06h)

CY15X104QI は書き込みが無効の状態です。電源投入されます。WREN コマンドを書き込み動作の前に発行する必要があります。WREN オペコードを送信することにより、ユーザーは書き込み動作に次のオペコードを発行できます。これには、ステータスレジスタ書き込み (WRSR), メモリ書き込み (WRITE), 特殊セクタ書き込み (SSWR), およびシリアル番号書き込み (WRSN) が含まれます。

WREN オペコードを発行すると、内部書き込みイネーブル ラッチがセットされます。WEL と呼ばれるステータスレジスタ内のフラグビットはラッチの状態を示します。WEL = 「1」は、書き込みが許可されることを示します。ステータスレジスタの WEL ビットに書き込んでもこのビットの状態に影響を与えません。WREN オペコードだけがこのビットをセットできます。WEL ビットは、WRDI, WRSR, WRITE, SSWR または WRSN 動作に続く CS の立ち上がりエッジで自動的にクリアされます。これにより、別の WREN コマンドを発行せず、ステータスレジスタまたは EXCELON™ LP F-RAM アレイへの二重の書き込みを防げます。

Figure 6 に WREN コマンドのバスコンフィギュレーションを示します。

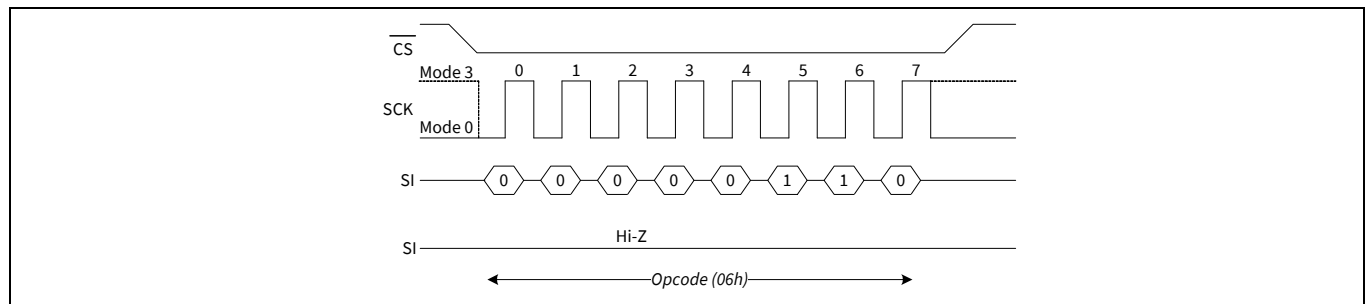


Figure 6 WREN バスコンフィギュレーション

#### 4.1.1.2 書き込みイネーブル ラッチ リセット (WRDI, 04h)

WRDI コマンドは、書き込みイネーブル ラッチをクリアすることによりすべての書き込み動作を無効にします。ステータスレジスタの WEL ビットを読んで書き込みが無効になっていることを確認し、WEL が「0」であることを確認します。Figure 7 に WRDI コマンドのバスコンフィギュレーションを示します。

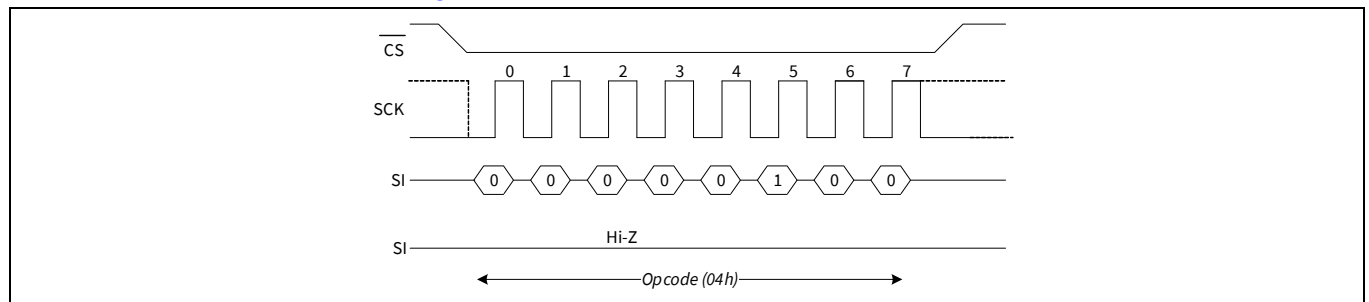


Figure 7 WRDI バスコンフィギュレーション

## 4.1.2 レジスタ アクセス コマンド

### 4.1.2.1 ステータス レジスタ および 書き込み保護

CY15X104QI の書き込み保護機能は多層的であり、ステータス レジスタによって有効にされます。ステータス レジスタは以下のように構成されています (工場出荷時の初期値は、WEL, BP0, BP1, ビット 4 ~ 5, WPEN は「0」、ビット 6 は「1」です)。

**Table 3 ステータス レジスタ**

ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0
WPEN (0)	X (1)	X (0)	X (0)	BP1 (0)	BP0 (0)	WEL (0)	X (0)

**Table 4 ステータス レジスタ ビット 定義**

ビット	定義	説明
ビット 0	ドント ケア	このビットは書き込み不可であり、読み出し時に常に「0」を返す。
ビット 1 (WEL)	書き込みイネーブル	WEL はデバイスの書き込みが有効かどうかを示す。 電源投入時、このビットの初期値は「0」(無効)。 WEL = 「1」-> 書き込みが有効 WEL = 「0」-> 書き込みが無効
ビット 2 (BP0)	ブロック保護 ビット「0」	ブロック保護に使用。詳細は <a href="#">Table 5</a> を参照してください。
ビット 3 (BP1)	ブロック保護 ビット「1」	ブロック保護に使用。詳細は <a href="#">Table 5</a> を参照してください。
ビット 4 ~ 5	ドント ケア	これらのビットは書き込み不可であり、読み出し時に常に「0」を返す。
ビット 6	ドント ケア	このビットは書き込み不可であり、読み出し時に常に「1」を返す。
ビット 7 (WPEN)	書き込み保護 イネーブル ビット	書き込み保護ピン ( $\overline{WP}$ ) の機能を有効にするために使用。詳細は <a href="#">Table 6</a> を参照してください。

ビット 0 と 4 ~ 5 は「0」に、ビット 6 は「1」に固定され、これらのビットは変更できません。EXCELON™ LPF-RAM はリアルタイムで書き込まれ、ビジー状態がないため、ビット 0 (シリアルフラッシュや EEPROM では「ready or write in progress」(待機または書き込み中)) の状態を示すビット) は不要であり、「0」として読み出されます。[ディープ パワーダウン モード \(DPD, BAh\)](#) または [ハイバネート モード \(HBN, B9h\)](#) のいずれかからウェイクアップしている場合は例外です。BP1 および BP0 はソフトウェアの書き込み保護機能を制御する不揮発性ビットです。WEL フラグは、書き込みイネーブル ラッチの状態を示します。ステータス レジスタの WEL ビットに直接書き込んでも状態は変わりません。このビットは内部で WREN および WRDI コマンドを介してそれぞれセットおよびクリアされます。

BP1 および BP0 はメモリ ブロックの書き込み保護ビットです。それらは [Table 5](#) に示すように書き込み保護されるメモリ領域を指定します。

**Table 5 ブロック メモリの書き込み保護**

BP1	BP0	保護されるアドレス範囲
0	0	無し
0	1	60000h ~ 7FFFFh (上位 1/4)
1	0	40000h ~ 7FFFFh (上位 1/2)
1	1	00000h ~ 7FFFFh (すべて)

BP1 と BP0 ビットおよび書き込みイネーブル ラッチは、メモリへの書き込みを防止する唯一のメカニズムです。残りの書き込み保護機能は、ブロック保護ビットへの不用意な変更を防止します。

ステータス レジスタの書き込み保護イネーブル ビット (WPEN) は、ハードウェア書き込み保護 ( $\overline{WP}$ ) ピンの効果を制御します。WP ピン タイミング図は [Figure 23](#) を参照してください。WPEN ビットが「0」に

## 機能説明

セットされると、 $\overline{WP}$  ピンの状態は無視されます。WPEN ビットが「1」にセットされ、 $\overline{WP}$  ピンが LOW になるとステータスレジスタへの書き込みは防止されます。したがって、ステータスレジスタは WPEN=「1」かつ  $\overline{WP}$ =「0」のときにのみ書き込み保護されます。Table 6 は書き込み保護条件をまとめたものです。

Table 6 書き込み保護

WEL	WPEN	$\overline{WP}$	保護ブロック	非保護ブロック	ステータスレジスタ
0	X	X	保護	保護	保護
1	0	X	保護	非保護	非保護
1	1	0	保護	非保護	保護
1	1	1	保護	非保護	非保護

## 4.1.2.2 ステータスレジスタ読み出し (RDSR, 05h)

RDSR コマンドでは、バスマスターはステータスレジスタの内容を検証できます。ステータスレジスタを読み出すことで、書き込み保護機能の現時点の状態に関する情報を得ます。RDSR オペコードに続いて、CY15X104QI はステータスレジスタの内容を持つ 1 バイトを返します。

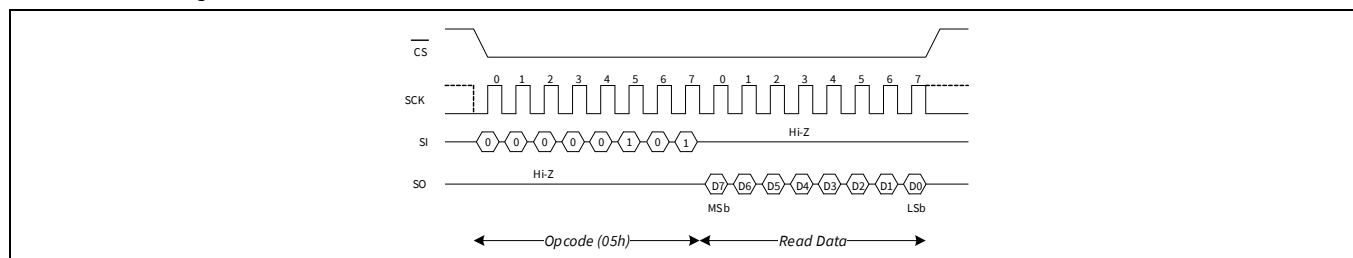


Figure 8 RDSR バス コンフィギュレーション

## 4.1.2.3 ステータスレジスタ書き込み (WRSR, 01h)

WRSR コマンドを使って、SPI バス マスターがステータスレジスタへ書き込み、WPEN, BP0, および BP1 ビットを必要に応じて設定することで書き込み保護のコンフィギュレーションを変更できます。WRSR コマンドを発行する前に、 $\overline{WP}$  ピンが HIGH または非アクティブである必要があります。CY15X104QI では、 $\overline{WP}$  がメモリ アレイではなくステータスレジスタにのみ書き込みを防止することに注意してください。WRSR コマンドを送信する前に、書き込みを有効にするために WREN コマンドを送信する必要があります。WRSR コマンドの実行は書き込み動作であるため、書き込みイネーブル ラッチがクリアされます。

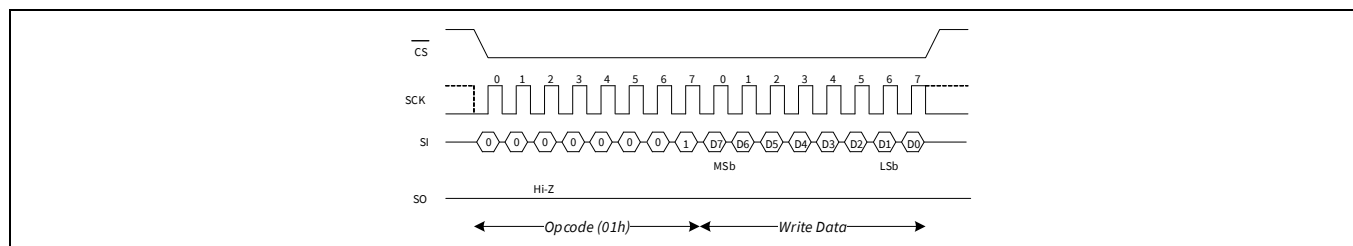


Figure 9 WRSR バス コンフィギュレーション (WREN が非表示)

## 4.1.3 メモリの動作

高いクロック周波数での動作が可能な SPI インターフェースは、EXCELON™ LP F-RAM 技術の高速書き込み機能を際立たせます。シリアルフラッシュや EEPROM と異なり、CY15X104QI はバス速度でシーケンシャル書き込みを実行できます。ページレジスタは不要であり、シーケンシャルな書き込みは何回でも実行できます。



## 4.1.4 メモリ書き込み動作コマンド

### 4.1.4.1 書き込み動作 (WRITE, 02h)

メモリへのすべての書き込みは、アサートおよびデアサートされている  $\overline{CS}$  を伴い WREN オペコードで始まります。次のオペコードは WRITE です。WRITE オペコードに続き、メモリへ書き込む最初のデータバイトを指定する 19 ビット アドレス (A18 ~ A0) を含む 3 バイト アドレスが続きます。3 バイト アドレスの上位 5 ビットは無視されます。後続のバイトはシーケンシャルに書き込まれるデータバイトです。バス マスターがクロックを送り、 $\overline{CS}$  を LOW に維持している限り、アドレスは内部でインクリメントされます。7FFFFh の最終アドレスに達すると、カウンタは 00000h に戻ります。書き込まれるすべてのデータバイトは、MSb が最初に、LSb が最後に 8 クロック サイクルで SI に転送されます。 $\overline{CS}$  の立ち上りエッジで書き込み動作が終了します。CY15X104QI の書き込み動作を Figure 10 に示します。

#### 注:

- バースト書き込みが保護されたブロックに達すると、アドレスの自動インクリメントは停止し、書き込み用に受信された後続のデータバイトのすべてがデバイスにより無視されます。EEPROM はページバッファを使用して書き込みスループットを上げます。ページバッファは、書き込み動作が遅いという本来の特性を補完するものです。EXCELON™ LP F-RAM メモリは、各データバイトが (8 番目のクロックの後) クロック入力された直後に EXCELON™ LP F-RAM アレイに書き込まれるため、ページバッファを持ちません。そのため、ページバッファの遅延なしにバイトをいくつも書き込めます。
- 書き込み動作中に電源を喪失すると、最後に完了したバイトのみが書き込まれます。

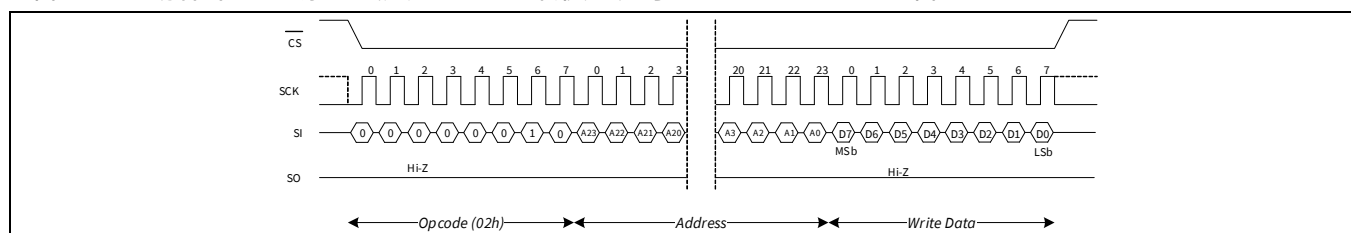


Figure 10 メモリ書き込み動作 (WREN が非表示)

## 4.1.5 メモリ読み出しコマンド

### 4.1.5.1 読み出し動作 (READ, 03h)

$\overline{CS}$  の立ち下りエッジの後に、バス マスターは READ オペコードを発行できます。READ コマンドの後は、読み出し動作の開始アドレスを指定する 19 ビット アドレス (A18 ~ A0) を含む 3 バイトのアドレスが続きます。アドレスの上位 5 ビットは無視されます。オペコードとアドレスが発行された後、デバイスは次の 8 クロック サイクルの間読み出しデータを出力します。SI 入力は読み出しデータバイトの出力中には無視されます。後続のバイトはシーケンシャルに読み出されるデータバイトです。バス マスターがクロックを送り、 $\overline{CS}$  が LOW である限り、アドレスは内部でインクリメントされます。7FFFFh の最終アドレスに達すると、カウンタは 00000h に戻ります。書き込まれるすべてのデータバイトは、MSb が最初に、LSb が最後に 8 クロック サイクルで SI に転送されます。 $\overline{CS}$  の立ち上りエッジで読み出し動作が終了し、SO ピンがトライステートになります。CY15X104QI の読み出し動作を Figure 11 に示します。

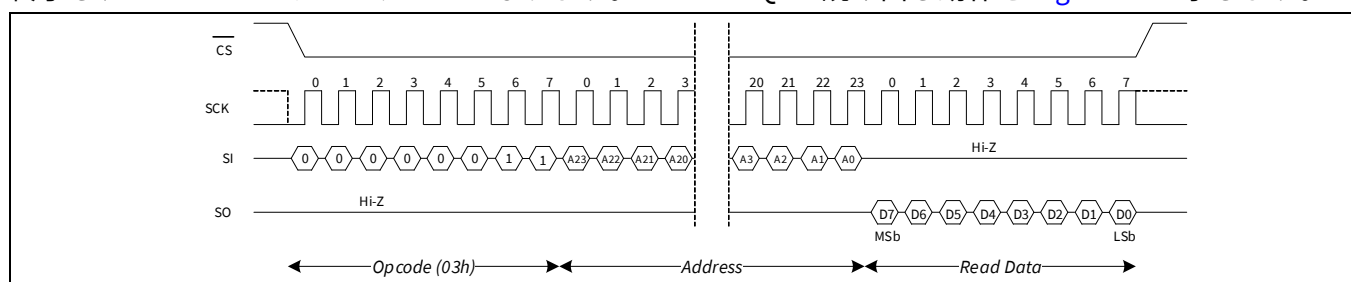


Figure 11 メモリ読み出し動作



#### 4.1.5.2 高速読み出し動作 (FAST\_READ, 0Bh)

CY15X104QI は、シリアルフラッシュデバイスとのコード互換性のために提供される FAST READ オペコード (0Bh) をサポートします。FAST READ オペコードの後には、読み出し動作の最初のバイトを指定する 19 ビット アドレス (A18 ~ A0) を含む 3 バイト アドレス、およびダミー バイトが続きます。ダミー バイトは 8 クロック サイクルの読み出し遅延を入れることです。ダミー バイトを追加することを除き、高速読み出し動作は通常の読み出し動作と同じです。オペコード、アドレス、ダミー バイトを受信した後、CY15X104QI は SO ラインに MSb ファーストでデータバイトを出力し始めます。またデバイスが選択されクロックが有効である限り出力を継続します。バルク読み出しの場合、内部アドレス カウンターは自動的にインクリメントされ、最終アドレス 7FFFFh に達するとカウンタは 00000h に戻ります。デバイスが SO ラインでデータを出力している間、SI ライン上の遷移は無視されます。CS の立ち上りエッジで高速読み出し動作が終了し、SO ピンはトリステートになります。CY15X104QI の高速読み出し動作を Figure 12 に示します。

**注:** ダミー バイトは Axh (8'b1010xxxx) 以外のいかなる 8 ビット値も可能です。Axh の下位 4 ビットはドントケアビットです。したがって、Axh は本質的に 16 個の異なる 8 ビット値を表し、ダミーバイトとして送信すべきではありません。ほとんどの場合、00h が標準にダミー バイトとして使用されます。

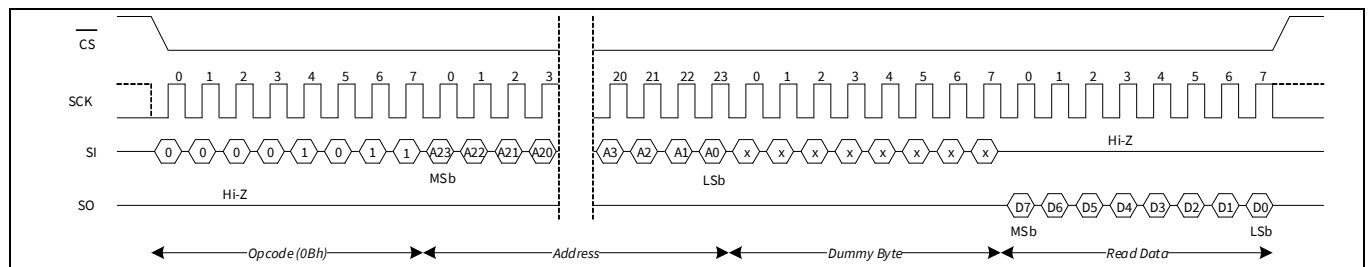


Figure 12 高速読み出し動作

## 4.1.6 特殊セクタ メモリ アクセス コマンド

### 4.1.6.1 特殊セクタ書き込み (SSWR, 42h)

256 バイトの特別セクタへのすべての書き込みは、 $\overline{CS}$  がアサートおよびデアサートされている状態での WREN オペコードで始まります。次のオペコードは SSWR です。SSWR オペコードに続き、特殊セクタメモリへ書き込む最初のデータ バイトを指定する 8 ビット アドレス (A7 ~ A0) を含む 3 バイト アドレスが続きます。3 バイト アドレスの上位 16 ビットは無視されます。後続のバイトはシーケンシャルに書き込まれるデータ バイトです。バス マスターがクロックを送り、 $\overline{CS}$  を LOW に維持している限り、アドレスは内部でインクリメントされます。内部アドレスカウンタが自動的に XXXFFh にインクリメントされると、 $\overline{CS}$  は SSWR 動作の実行を終了するために HIGH に切り替える必要があります。書き込まれるすべてのデータ バイトは、MSb が最初に、LSb が最後に 8 クロック サイクルで SI に転送されます。 $\overline{CS}$  の立ち上りエッジで書き込み動作が終了します。CY15X104QI の特殊セクタ書き込み動作を Figure 13 に示します。

#### 注:

- 書き込み動作中に電源を喪失すると、最後に完了したバイトのみが書き込まれます。
- 特殊セクタ EXCELON™ LP F-RAM メモリは、標準的なはんだリフローの最大 3 サイクルにわたってデータの完全性を維持することを保証します。

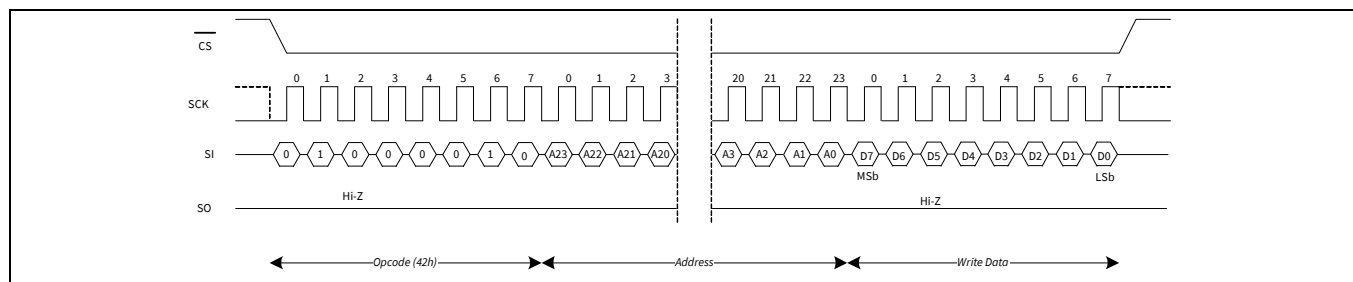


Figure 13 特殊セクタ書き込み動作 (WREN が非表示)

### 4.1.6.2 特殊セクタ読み出し (SSRD, 4Bh)

$\overline{CS}$  の立ち下りエッジの後に、バス マスターは SSRD オペコードを発行できます。SSRD コマンドの後には、特殊セクタ読み出し動作の開始アドレスを指定する 8 ビット アドレス (A7 ~ A0) を含む 3 バイトのアドレスが続きます。アドレスの上位 16 ビットは無視されます。オペコードとアドレスが発行された後、デバイスは次の 8 クロック サイクルの間読み出しデータを出します。SI 入力は読み出しデータ バイトの出力中には無視されます。後続のバイトはシーケンシャルに読み出されるデータ バイトです。バス マスターがクロックを送り、 $\overline{CS}$  が LOW である限り、アドレスは内部でインクリメントされます。内部アドレスカウンタが自動的に XXXFFh にインクリメントされると、 $\overline{CS}$  は SSRD 動作の実行を終了するために HIGH に切り替える必要があります。SO のすべての読み出しデータ バイトは、MSb が最初に、LSb が最後に 8 クロック サイクルで駆動されます。 $\overline{CS}$  の立ち上りエッジで特殊セクタ読み出し動作が終了し、SO ピンはトライステートになります。CY15X104QI の特殊セクタの読み出し動作を Figure 14 に示します。

**注:** 特殊セクタ EXCELON™ LP F-RAM メモリは、標準的なはんだリフローの最大 3 サイクルにわたってデータの完全性を維持することを保証します。

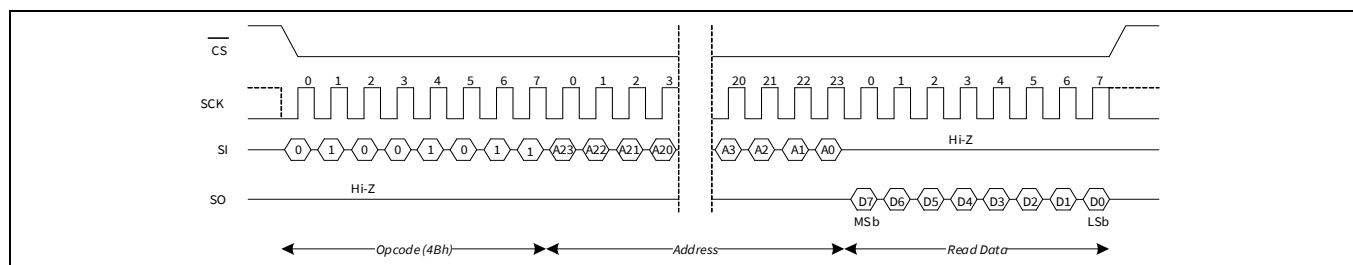


Figure 14 特殊セクタ読み出し動作

## 4.1.7 ID およびシリアル番号コマンド

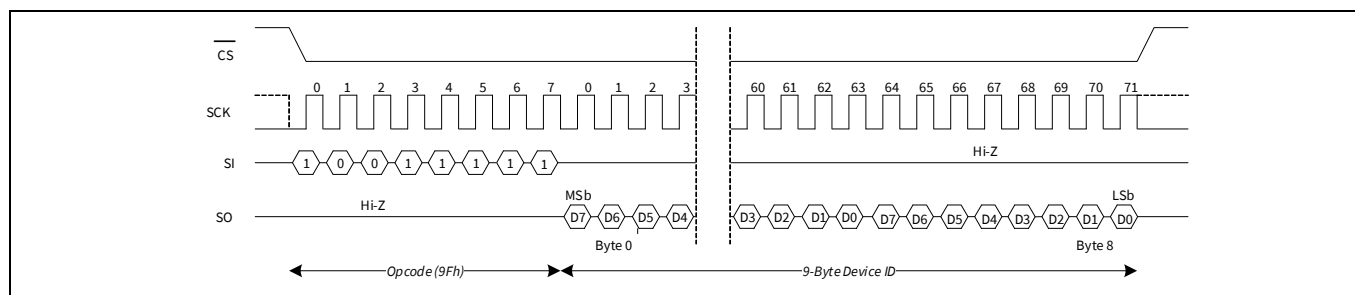
### 4.1.7.1 デバイス ID 読み出し (RDID, 9Fh)

CY15X104QI デバイスは、メーカー、製品 ID、ダイ レビジョンについて問い合わせを行えます。RDID オペコード 9Fh では、両方とも読み出し専用バイトであるメーカー ID と製品 ID を読み出せます。JEDEC から割り当てられた製造業者の ID は、バンク 7 の中にインフィニオン (Ramtron) の ID を配置しています。そのため、連続コード 7Fh の 6 バイトと C2h の 1 バイトがあります。製品 ID の 2 バイトはファミリーコード、容量コード、サブコード、および製品リビジョンコードを含みます。Table 7 に 9 バイトデバイス ID フィールドの説明を示します。各製品の 9 バイト デバイス ID については、注文情報を参照してください。CY15X104QI のデバイス ID 読み出し動作を Figure 15 に示します。

**注:** 最下位のデータバイト (バイト 0) は最初に、最上位のデータバイト (バイト 8) は最後にシフトアウトされます。

**Table 7** 9 バイト デバイス ID

デバイス ID フィールドの説明							
メーカー ID [71:16]	ファミリ [15:13]	メモリ容量 [12:9]	突入電流 [8]	サブタイプ [7:5]	リビジョン [4:3]	電圧 [2]	周波数 [1:0]
56 ビット	3 ビット	4 ビット	1 ビット	3 ビット	2 ビット	1 ビット	2 ビット



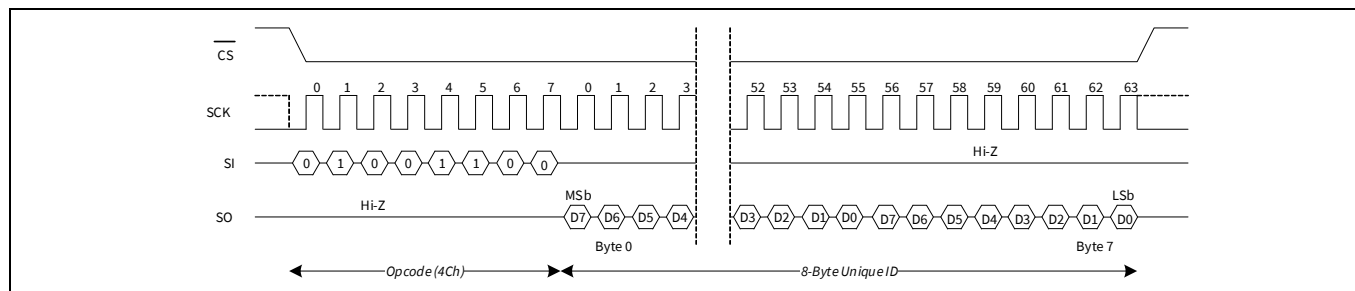
**Figure 15** デバイス ID 読み出し

### 4.1.7.2 固有 ID 読み出し (RUID, 4Ch)

CY15X104QI デバイスは、工場出荷時にプログラムされた各デバイスに固有の 64 ビット番号である固有 ID について問い合わせを行えます。RUID オペコード 4Ch は、8 バイトの読み出し専用固有 ID を読み出せます。CY15X104QI の固有 ID 読み出し動作を Figure 16 に示します。

**注:**

- 最下位のデータバイト (バイト 0) は最初に、最上位のデータバイト (バイト 7) は最後にシフトアウトされます。
- 固有 ID レジスタは、標準的なハンドリフローの最大 3 サイクルにわたってデータ保全性を保証します。



**Figure 16** 固有 ID 読み出し

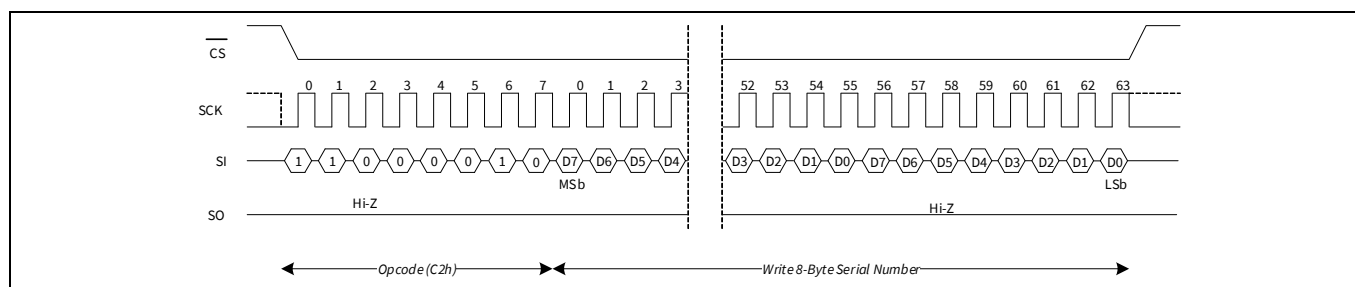
#### 4.1.7.3 シリアル番号書き込み (WRSN, C2h)

シリアル番号は、PC 基板またはシステムを一義的に識別するためにユーザーに提供される 8 バイトのワнтаムプログラマブルメモリ空間です。通常、シリアル番号は 2 バイトのカスタム ID、その後続く固有の 5 バイトの一義のシリアル番号と 1 バイトの CRC チェックで構成されます。しかし、エンドアプリケーションでは、8 バイトのシリアル番号に独自フォーマットで定義できます。シリアル番号レジスタへのすべての書き込みは、 $\overline{\text{CS}}$  がアサートおよびデアサートされている状態での WREN オペコードで始まります。次のオペコードは WRSN です。WRSN 命令は、シリアル番号の 8 バイトすべてを書き込むためにバーストモードで使用できます。シリアル番号の最後のバイトがシフトインされた後、WRSN 動作を完了するために  $\overline{\text{CS}}$  を HIGH に駆動する必要があります。CY15X104QI のシリアル番号書き込み動作を Figure 17 に示します。

**注:** CRC チェックサムはデバイスによって計算されません。システムファームウェアは 7 バイトの内容の CRC チェックサムを計算し、チェックサムを 7 バイトのユーザー定義のシリアル番号に付け加えてから、8 バイトシリアル番号をシリアル番号レジスタにプログラムする必要があります。8 バイトシリアル番号の工場出荷時の初期値は「0000000000000000h」です。

**Table 8** 8 バイトシリアル番号

16 ビット カスタム ID		40 ビット 固有番号					8 ビット CRC
SN[63:56]	SN[55:48]	SN[47:40]	SN[39:32]	SN[31:24]	SN[23:16]	SN[15:8]	SN[7:0]

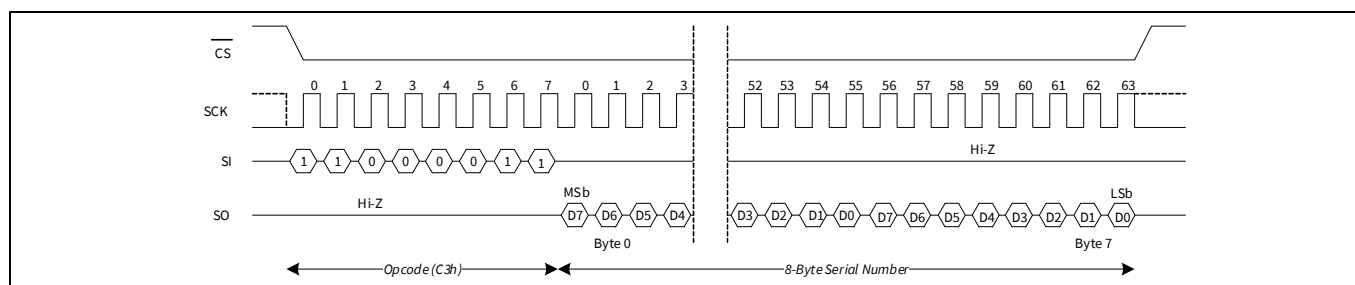


**Figure 17** シリアル番号書き込み動作 (WREN が非表示)

#### 4.1.7.4 シリアル番号読み出し (RDSN, C3h)

CY15X104QI デバイスは、デバイスを一義的に識別するためにユーザーに提供される 8 バイトのシリアル番号のスペースを組み込んでいます。シリアル番号は RDSN 命令で読み出されます。シリアル番号読み取りは、バーストモードで実行して一度にすべての 8 バイトを読み出せます。シリアル番号の最後のバイトが読み出されると、デバイスはシリアル番号の最初の (MSb) バイトにループバックします。 $\overline{\text{CS}}$  が LOW になった後、RDSN のオペコードをシフトすることで RDSN 命令を発行できます。CY15X104QI のシリアル番号読み出し動作を Figure 18 に示します。

**注:** 最下位のデータバイト (バイト 0) は最初に、最上位のデータバイト (バイト 7) は最後にシフトアウトされます。



**Figure 18** シリアル番号読み出し動作

## 4.1.8 低消費電力モード コマンド

### 4.1.8.1 ディープ パワーダウン モード (DPD, BAh)

CY15X104QI デバイスには省電力のディープ パワーダウン モードが実装されています。デバイスは、DPD オペコード BAh がクロック入力され、 $\overline{CS}$  の立ち上りエッジが適用されてから  $t_{\text{ENTDPD}}$  の時間後にディープ パワーダウン モードに入ります。ディープ パワーダウン モードでは、SCK と SI ピンは無視され、SO は Hi-Z になりますが、デバイスは  $\overline{CS}$  ピンの監視を継続します。

$t_{\text{CSDPD}}$  の  $\overline{CS}$  パルス幅は、 $t_{\text{EXTDPD}}$  時間後に DPD モードを終了します。 $\overline{CS}$  パルス幅は、ダミー コマンド サイクルを送信するか、SCK と I/O がドント ケアになっている間に  $\overline{CS}$  のみをトグルすることによって生成できます。ディープ パワーダウン モードからの復帰中は、I/O は Hi-Z 状態のままです。DPD 開始は Figure 19 を、DPD 終了タイミングは Figure 20 を参照してください。

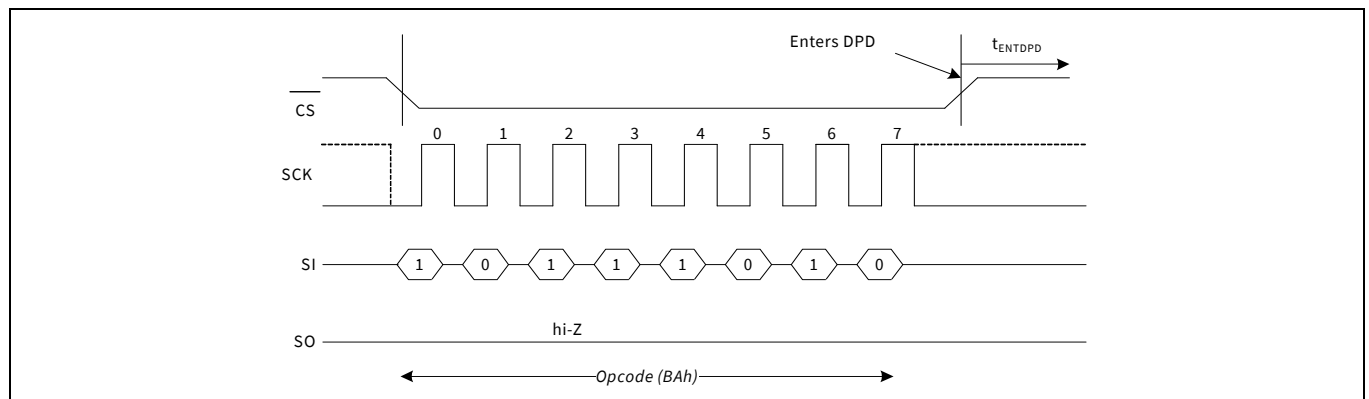


Figure 19 DPD 開始タイミング

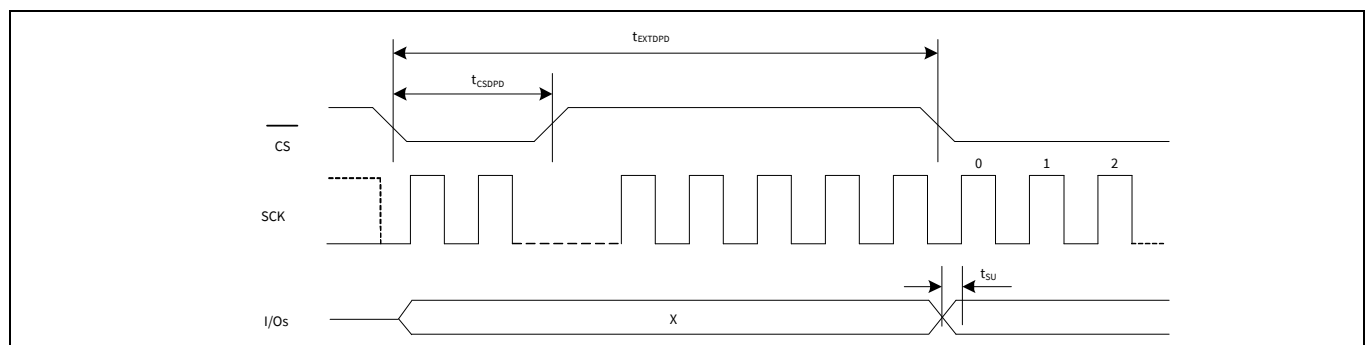


Figure 20 DPD 終了タイミング

#### 4.1.8.2 ハイバネート モード (HBN, B9h)

CY15X104QI デバイスには最低消費電力のハイバネート モードが実装されています。デバイスは、HBN オペコード B9h がクロック入力され、CS の立ち上りエッジが適用されてから  $t_{\text{ENTHIB}}$  の時間後にハイバネート モードに入ります。ハイバネート モードになると SCK と SI ピンは無視され、SO は Hi-Z になります。デバイスは CS ピンの監視を継続します。CS の次の立ち下りエッジで、デバイスは、 $t_{\text{EXTHIB}}$  以内に通常の動作に復帰します。ハイバネート モードからの復帰中は、SO ピンは Hi-Z 状態のままです。デバイスは、復帰期間内では必ずしもオペコードにตอบสนองしません。ハイバネート モードを終了するために、コントローラーは、例えば「ダミー」読み出しを送信し、残りの  $t_{\text{EXTHIB}}$  時間待機することがあります。

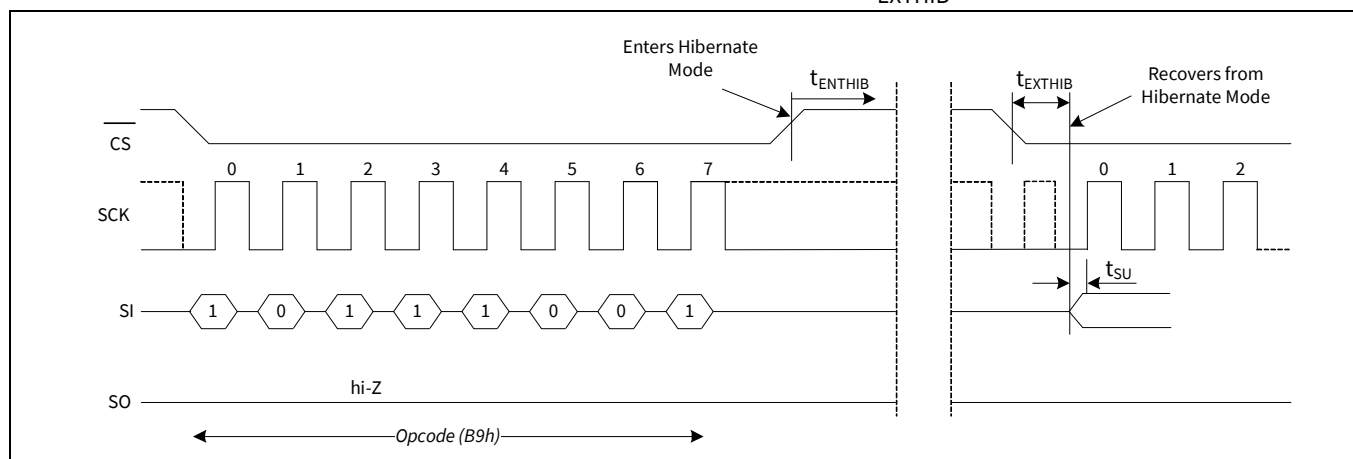


Figure 21 ハイバネート モード動作

#### 4.1.8.3 アクセス可能回数

CY15X104QI デバイスには  $10^{15}$  回以上、読み書きを問わずアクセスできます。

EXCELON™ LP F-RAM メモリは読み出しと格納メカニズムを伴い動作します。そのため、メモリ アレイへのアクセス (読み出し / 書き込み) に対して、書き換え可能サイクルが行単位で適用されます。EXCELON™ LP F-RAM のアーキテクチャは、64 ビットの列と 32K の行からなるアレイを基にしています。読み出しまたは書き込みは行単位に行われます。1 行内のデータのアクセス バイト数に関わらず内部的に行に対するアクセスは 1 回です。行内の各バイトは、アクセス可能回数の計算では 1 回だけカウントされます。Table 9 に、オペコード、開始アドレス、および順次 64 バイト データの流れを含む、64 バイトの繰り返しループに対応したアクセス可能回数を示します。これはループによって各バイトが書き換え可能回数 1 回を費やしたことになります。

EXCELON™ LP F-RAM の読み出しと書き込み可能回数は、20 MHz のクロック速度でも事実上無制限です。

Table 9 64 バイト ループの繰り返しでアクセス可能回数に達する期間

SCK 周波数 (MHz)	アクセス回数 (サイクル / 秒)	アクセス回数 (サイクル / 年)	$10^{15}$ リミットに達するまでの年数
20	36,520	$1.16 \times 10^{12}$	864
10	18,380	$5.79 \times 10^{11}$	1727
5	9,190	$2.90 \times 10^{11}$	3454



## 5 最大定格

最大定格を超えると、デバイスの寿命が短くなる可能性があります。ユーザー ガイドラインはテストされていません。

**Table 10 絶対最大定格**

パラメーター	最大定格
保存温度	-65°C ~ +125°C
最大累積保存時間 周囲温度 125°C 周囲温度 85°C	1000 時間 10 年
最大接合部温度	125°C
$V_{SS}$ を基準にする $V_{DD}$ 電源電圧: CY15V104QI: CY15B104QI:	-0.5 V ~ +2.4 V -0.5 V ~ +4.1 V
入力電圧	$V_{IN} \leq V_{DD} + 0.5 V$
High-Z 状態の出力に印加される DC 電圧	-0.5 V ~ $V_{DD} + 0.5 V$
グランド電位を基準にした任意のピンの過渡電圧 (< 20 ns)	-2.0 V ~ $V_{DD} + 2.0 V$
パッケージ許容電力損失 ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )	1.0 W
表面実装はんだ付け温度 (3 秒)	+260°C
DC 出力電流 (一度に 1 出力、1 秒間)	15 mA
静電気の放電電圧 人体モデル (JEDEC 規格 JESD22-A114-B) 帯電デバイス モデル (JEDEC 規格 JESD22-C101-A)	2 kV 500 V
ラッチアップ電流	>140 mA

## 6 動作範囲

Table 11 動作範囲

デバイス	範囲	周囲温度	V <sub>DD</sub>
CY15V104QI	民生用	0°C ~ +70°C	1.71 V ~ 1.89 V
CY15B104QI			1.8 V ~ 3.6 V
CY15V104QI	産業用	-40°C ~ +85°C	1.71 V ~ 1.89 V
CY15B104QI			1.8 V ~ 3.6 V

## DC 電気的特性

## 7 DC 電気的特性

Table 12 DC 電気的特性

動作範囲において

パラメーター	説明	テスト条件		温度	Min	Typ <sup>[3, 4]</sup>	Max	単位
V <sub>DD</sub>	電源	CY15V104QI		-	1.71	1.8	1.89	V
		CY15B104QI			1.8	3.3	3.6	
I <sub>DD</sub>	V <sub>DD</sub> 電源電流	V <sub>DD</sub> = 1.71 V ～ 1.89 V。 SCK は V <sub>DD</sub> - 0.2 V と V <sub>SS</sub> の間でトグル。他の入力は V <sub>SS</sub> または V <sub>DD</sub> - 0.2 V。 SO = 開放	f <sub>SCK</sub> = 1 MHz	民生用	-	0.2	0.35	mA
			f <sub>SCK</sub> = 20 MHz		-	1.2	1.4	
			f <sub>SCK</sub> = 1 MHz	産業用	-	0.2	0.4	
					f <sub>SCK</sub> = 20 MHz	-	1.2	
		V <sub>DD</sub> = 1.8 V ～ 3.6 V。 SCK は V <sub>DD</sub> - 0.2 V と V <sub>SS</sub> の間でトグル。他の入力は V <sub>SS</sub> または V <sub>DD</sub> - 0.2 V。 SO = 開放	f <sub>SCK</sub> = 1 MHz	民生用	-	0.3	0.45	
			f <sub>SCK</sub> = 20 MHz		-	1.3	1.5	
			f <sub>SCK</sub> = 1 MHz	産業用	-	0.3	0.6	
					f <sub>SCK</sub> = 20 MHz	-	1.3	
I <sub>SB</sub>	V <sub>DD</sub> スタンバイ電流	V <sub>DD</sub> = 1.71 V ～ 1.8 V。 CS = V <sub>DD</sub> 。 他のすべての入力は V <sub>SS</sub> または V <sub>DD</sub> 。	T <sub>A</sub> = 25°C	-	-	2.30	-	μA
			T <sub>A</sub> = 60°C		-	-	20 <sup>[4]</sup>	
			T <sub>A</sub> = 70°C		-	-	30	
			T <sub>A</sub> = 85°C		-	-	65	
		V <sub>DD</sub> = 1.8 V ～ 3.6 V。 CS = V <sub>DD</sub> 。 他のすべての入力は V <sub>SS</sub> または V <sub>DD</sub> 。	T <sub>A</sub> = 25°C		-	2.60	-	
			T <sub>A</sub> = 60°C		-	-	20 <sup>[4]</sup>	
			T <sub>A</sub> = 70°C		-	-	31	
			T <sub>A</sub> = 85°C		-	-	70	

## 注:

- Typ 値は  $25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = V_{DD}(\text{Typ})$  で測定されます。
- このパラメーターは特性によって保証され、量産中にテストされません。

## DC 電気的特性

**Table 12** DC 電気的特性 (continued)

動作範囲において

パラメーター	説明	テスト条件	温度	Min	Typ <sup>[3, 4]</sup>	Max	単位
$I_{DPD}$	ディープ パワーダウン 電流	$V_{DD} = 1.71\text{ V} \sim 1.89\text{ V}$ $\overline{CS} = V_{DD\phi}$ 他のすべての入力は $V_{SS}$ または $V_{DD\phi}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	0.70	–	$\mu\text{A}$
			$T_A = 60^\circ\text{C}$	–	–	$5.0^{[4]}$	
			$T_A = 70^\circ\text{C}$	–	–	7.0	
			$T_A = 85^\circ\text{C}$	–	–	15	
		$V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 3.6\text{ V}$ $\overline{CS} = V_{DD\phi}$ 他のすべての入力は $V_{SS}$ または $V_{DD\phi}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	0.80	–	
			$T_A = 60^\circ\text{C}$	–	–	$5.50^{[4]}$	
			$T_A = 70^\circ\text{C}$	–	–	8.0	
			$T_A = 85^\circ\text{C}$	–	–	16	
$I_{HBN}$	ハイバネート モード電流	$V_{DD} = 1.71\text{ V} \sim 1.89\text{ V}$ $\overline{CS} = V_{DD\phi}$ 他のすべての入力は $V_{SS}$ または $V_{DD\phi}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	0.10	–	$\mu\text{A}$
			$T_A = 60^\circ\text{C}$	–	–	$0.25^{[4]}$	
			$T_A = 70^\circ\text{C}$	–	–	0.40	
			$T_A = 85^\circ\text{C}$	–	–	0.90	
		$V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 3.6\text{ V}$ $\overline{CS} = V_{DD\phi}$ 他のすべての入力は $V_{SS}$ または $V_{DD\phi}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	0.10	–	
			$T_A = 60^\circ\text{C}$	–	–	$0.45^{[4]}$	
			$T_A = 70^\circ\text{C}$	–	–	0.75	
			$T_A = 85^\circ\text{C}$	–	–	1.6	
$I_{PEAK}$	電源投入、ハイバネートから復帰、ディープパワーダウンまたはスタンバイモードから復帰に $V_{DD}$ から流れるピーク電流	$V_{DD} = 1.71\text{ V} \sim 1.89\text{ V}$ $\overline{CS} = V_{DD}$ , $\overline{WP} = V_{DD\phi}$ 他のすべての入力は $V_{SS}$ または $V_{DD\phi}$ 10 $\mu\text{s}$ の平均	–	–	1.50	$1.65^{[4]}$	mA
		$V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 3.60\text{ V}$ $\overline{CS} = V_{DD}$ , $\overline{WP} = V_{DD\phi}$ 他のすべての入力は $V_{SS}$ または $V_{DD\phi}$ 10 $\mu\text{s}$ の平均	–	–	1.60	$1.80^{[4]}$	

## 注:

- Typ 値は  $25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = V_{DD}(\text{Typ})$  で測定されます。
- このパラメーターは特性によって保証され、量産中にテストされません。

## DC 電気的特性

Table 12 DC 電気的特性 (continued)

動作範囲において

パラメーター	説明	テスト条件	温度	Min	Typ <sup>[3, 4]</sup>	Max	単位
$I_{LI}$	$\overline{WP}$ ピンを除く I/O ピンの入力リーク電流	$V_{SS} < V_{IN} < V_{DD}$	-	-1	-	1	$\mu A$
	$\overline{WP}$ ピンの入力リーク電流			-100	-	1	
$I_{LO}$	出力リーク電流	$V_{SS} < V_{OUT} < V_{DD}$	-	-1	-	1	
$V_{IH}$	入力 HIGH 電圧		-	$0.7 \times V_{DD}$	-	$V_{DD} + 0.3$	V
$V_{IL}$	入力 LOW 電圧		-	-0.3	-	$0.3 \times V_{DD}$	
$V_{OH1}$	出力 HIGH 電圧	$I_{OH} = -1 \text{ mA}, V_{DD} = 2.7 \text{ V}$	-	2.4	-	-	
$V_{OH2}$	出力 HIGH 電圧	$I_{OH} = -100 \mu A$	-	$V_{DD} - 0.2$	-	-	
$V_{OL1}$	出力 LOW 電圧	$I_{OL} = 2 \text{ mA}, V_{DD} = 2.7 \text{ V}$	-	-	-	0.4	
$V_{OL2}$	出力 LOW 電圧	$I_{OL} = 150 \mu A$	-	-	-	0.2	

## 注:

3. Typ 値は 25°C,  $V_{DD} = V_{DD}(\text{Typ})$  で測定されます。

4. このパラメーターは特性によって保証され、量産中にテストされません。

## 8 データ保持期間およびアクセス可能回数

**Table 13** データ保持期間およびアクセス可能回数

パラメーター	説明	テスト条件	Min	Max	単位
T <sub>DR</sub>	データ保持期間	T <sub>A</sub> = 85°C	10	–	年
		T <sub>A</sub> = 70°C	141	–	
		T <sub>A</sub> = 60°C	151	–	
		T <sub>A</sub> = 50°C	160	–	
NV <sub>C</sub>	アクセス可能回数	動作温度範囲内	10 <sup>15</sup>	–	回



## 9 静電容量

**Table 14** 静電容量

すべてのパッケージ。

パラメーター [5]	説明	テスト条件	Max	単位
$C_O$	出力ピン静電容量 (SO)	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $f = 1\text{ MHz}$ , $V_{DD} = V_{DD}(\text{Typ})$	8	pF
$C_I$	入力ピン静電容量		6	

**注:**

5. このパラメーターは特性によって保証され、量産中にテストされません。

熱抵抗

## 10 熱抵抗

Table 15 熱抵抗

パラメーター <sup>[6]</sup>	説明	テスト条件	8 ピン GQFN パッケージ	8 ピン UFLGA パッケージ	単位
$\Theta_{JA}$	熱抵抗 (接合部から周囲)	テスト条件は、EIA/JESD51 による、熱インピーダンスを測定するための標準的なテスト方法と手順に従う。	118	103.5	°C/W
$\Theta_{JC}$	熱抵抗 (接合部からケース)		60	35.3	

### 注:

6. このパラメーターは特性によって保証され、量産中にテストされません。

## 11 AC テスト条件

Table 16 AC テスト条件

パラメーター	値
入力パルス レベル	$V_{DD}$ の 10% と 90%
入力の立ち上りと立ち下り時間	3 ns
入力と出力のタイミング参照レベル	$0.5 \times V_{DD}$
出力負荷容量	30 pF

## 12 AC スイッチング特性

Table 17 AC スイッチング特性

動作範囲において

パラメーター <sup>[7]</sup>		説明	Min	Max	単位
パラメーター	代替 パラメーター				
$f_{\text{SCK}}$	–	SCK クロック周波数	0	20	MHz
$t_{\text{CH}}$	–	クロック HIGH 時間	22	–	ns
$t_{\text{CL}}$	–	クロック LOW 時間	22	–	
$t_{\text{CLZ}}^{[8]}$	–	Low-Z 出力までのクロック LOW 時間	0	–	
$t_{\text{CSS}}$	$t_{\text{CSU}}$	チップセレクト セットアップ時間	10	–	
$t_{\text{CSH}}$	$t_{\text{CSH}}$	チップセレクト ホールド時間 - SPI モード 0	10	–	
$t_{\text{CSH1}}$	–	チップセレクト ホールド時間 - SPI モード 3	10	–	
$t_{\text{HZCS}}^{[9, 10]}$	$t_{\text{OD}}$	出力ディセーブル時間	–	20	
$t_{\text{CO}}$	$t_{\text{ODV}}$	出力データ有効時間	–	20	
$t_{\text{OH}}$	–	出力ホールド時間	1	–	
$t_{\text{CS}}$	$t_{\text{D}}$	選択解除時間	60	–	
$t_{\text{SD}}$	$t_{\text{SU}}$	データ セットアップ時間	5	–	
$t_{\text{HD}}$	$t_{\text{H}}$	データ ホールド時間	5	–	
$t_{\text{WPS}}$	$t_{\text{WHSL}}$	$\overline{\text{WP}}$ セットアップ時間 ( $\overline{\text{CS}}$ に関して)	20	–	
$t_{\text{WPH}}$	$t_{\text{SHWL}}$	$\overline{\text{WP}}$ ホールド時間 ( $\overline{\text{CS}}$ に関して)	20	–	

### 注:

- テスト条件は AC テスト条件 に示す 3 ns 以下の信号遷移時間,  $0.5 \times V_{\text{DD}}$  のタイミング参照レベル,  $V_{\text{DD}}$  の 10% ~ 90% の入力パルス, 指定の  $I_{\text{OL}}/I_{\text{OH}}$  の出力負荷および 30 pF の負荷容量を前提にしています。
- 設計によって保証されています。
- $t_{\text{HZCS}}$  は 5 pF の負荷容量で規定されています。出力が高インピーダンス状態に入ると遷移が測定されます。
- このパラメーターは特性によって保証され、量産中にテストされません。

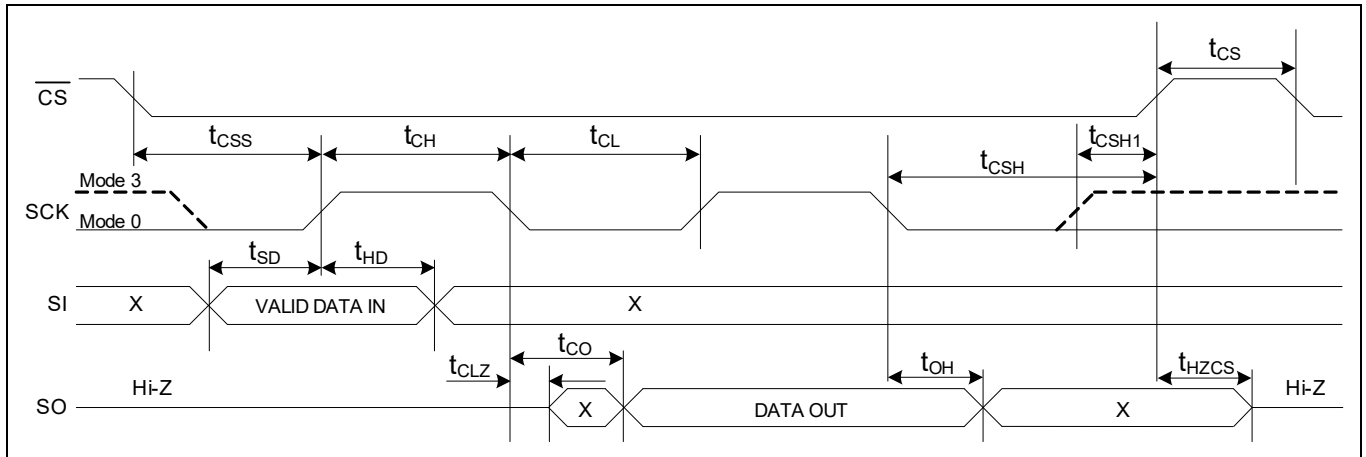


Figure 22 同期データ タイミング (モード 0 および モード 3)

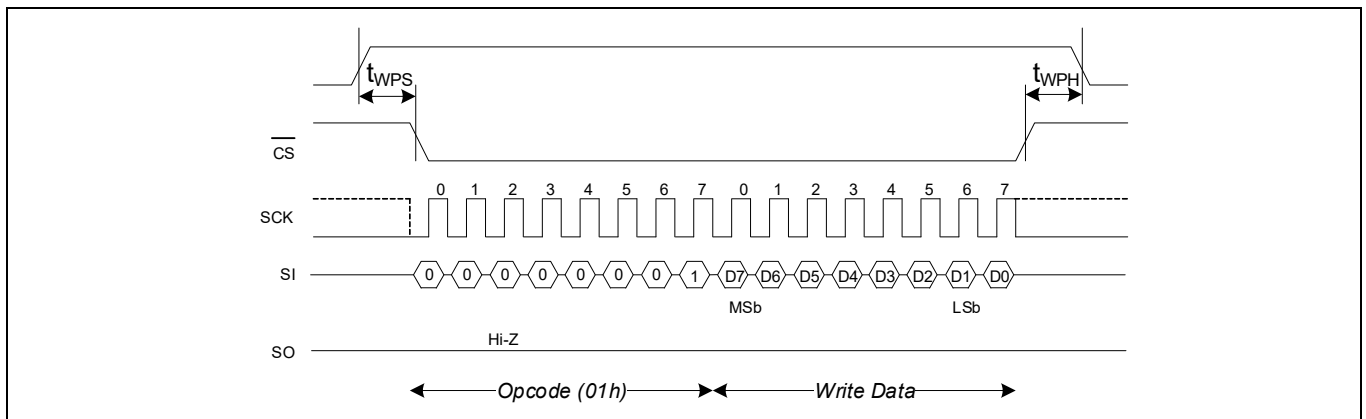


Figure 23 ステータス レジスタ書き込み (WRSR) 中の書き込み保護タイミング動作

## 13 パワー サイクル タイミング

Table 18 パワー サイクル タイミング

動作範囲において

パラメーター <sup>[11]</sup>		説明	Min	Max	単位
パラメーター	代替パラメーター				
$t_{PU}$		電源投入時 $V_{DD}(\min)$ から最初のアクセス ( $\overline{CS}$ LOW) までの時間	5	–	ms
$t_{VR}$ <sup>[12]</sup>		$V_{DD}$ 電源投入時ランプレート	30	–	$\mu s/V$
$t_{VF}$ <sup>[12, 13]</sup>		$V_{DD}$ 電源切断時ランプレート	20	–	
$t_{ENTDPD}$ <sup>[14]</sup>	$t_{DP}$	$\overline{CS}$ HIGH からディープパワーダウンモード開始までの時間 ( $\overline{CS}$ HIGH からハイバネートモード開始までの時間)	–	3	$\mu s$
$t_{CSDPD}$		ディープパワーダウンモードから復帰するための $\overline{CS}$ パルス幅	0.015	$4 \times 1/f_{SCK}$	
$t_{EXTDPD}$	$t_{RDP}$	ディープパワーダウンモードからの回復時間 ( $\overline{CS}$ LOW からアクセス準備完了)	–	150	
$t_{ENTHIB}$ <sup>[15]</sup>		ハイバネートモードへの移行時間 ( $\overline{CS}$ HIGH からハイバネートモード開始までの時間)	–	3	
$t_{EXTHIB}$	$t_{REC}$	ハイバネートモードからの回復時間 ( $\overline{CS}$ LOW からアクセス準備完了)	–	5	ms
$V_{DD}(\text{LOW})$ <sup>[13]</sup>		初期化が必要となる低 $V_{DD}$	0.6	–	V
$t_{PD}$ <sup>[13]</sup>		$V_{DD}(\text{LOW})$ が 0.6 V 時の $V_{DD}(\text{LOW})$ 時間	130	–	$\mu s$
		$V_{DD}(\text{LOW})$ が $V_{SS}$ 時の $V_{DD}(\text{LOW})$ 時間	70	–	

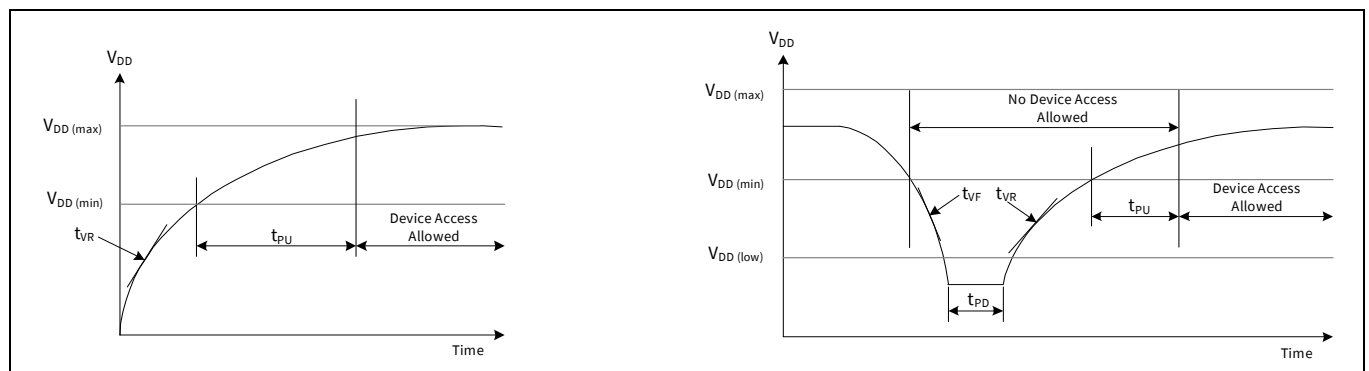


Figure 24 パワー サイクル タイミング

### 注:

11. テスト条件は AC テスト条件に示す 3ns 以下の信号遷移時間,  $0.5 \times V_{DD}$  のタイミング参照レベル,  $V_{DD}$  の 10% ~ 90% の入力パルス, 指定の  $I_{OL}/I_{OH}$  の出力負荷および 30 pF の負荷容量を前提にしています。
12.  $V_{DD}$  波形上の任意の点で測定した傾きです。
13. このパラメーターは特性によって保証され、量産中にテストされません。
14. 設計で保証されています。ディープパワーダウンモードからの復帰タイミングについては Figure 19 を参照してください。
15. 設計で保証されています。ハイバネートモードからの復帰タイミングについては Figure 21 を参照してください。



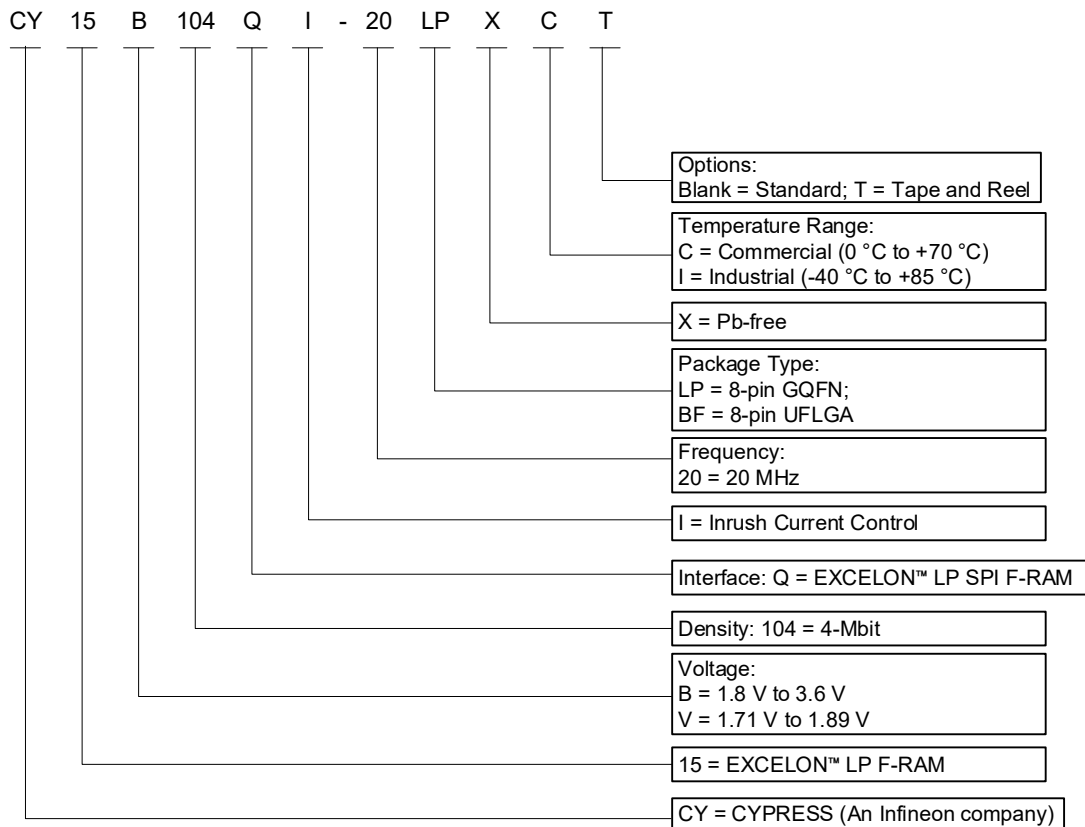
## 14 注文情報

Table 19 注文情報

注文コード	デバイス ID	パッケージ図	パッケージタイプ	動作範囲	
CY15B104QI-20LPXC	7F7F7F7F7F7FC22DA1	002-18131	8 ピン GQFN (NRND) <sup>[16]</sup>	民生用	
CY15B104QI-20LPXCT					
CY15B104QI-20LPXI	7F7F7F7F7F7FC22D01			産業用	
CY15B104QI-20LPXIT					
CY15V104QI-20LPXC	7F7F7F7F7F7FC22DA5			民生用	
CY15V104QI-20LPXCT					
CY15V104QI-20LPXI	7F7F7F7F7F7FC22D05			産業用	
CY15V104QI-20LPXIT					
CY15B104QI-20BFXI	7F7F7F7F7F7FC22D01	002-34146	8 ピン UFLGA	産業用	
CY15B104QI-20BFXIT					
CY15V104QI-20BFXI	7F7F7F7F7F7FC22D05				
CY15V104QI-20BFXIT					

これらすべての製品は鉛フリーです。在庫状況につきましては、最寄りの当社の販売代理店にお問い合わせください。

### 14.1 注文コードの定義



#### 注:

16.NRND - 新規設計には推奨しません。

## 15 パッケージ図

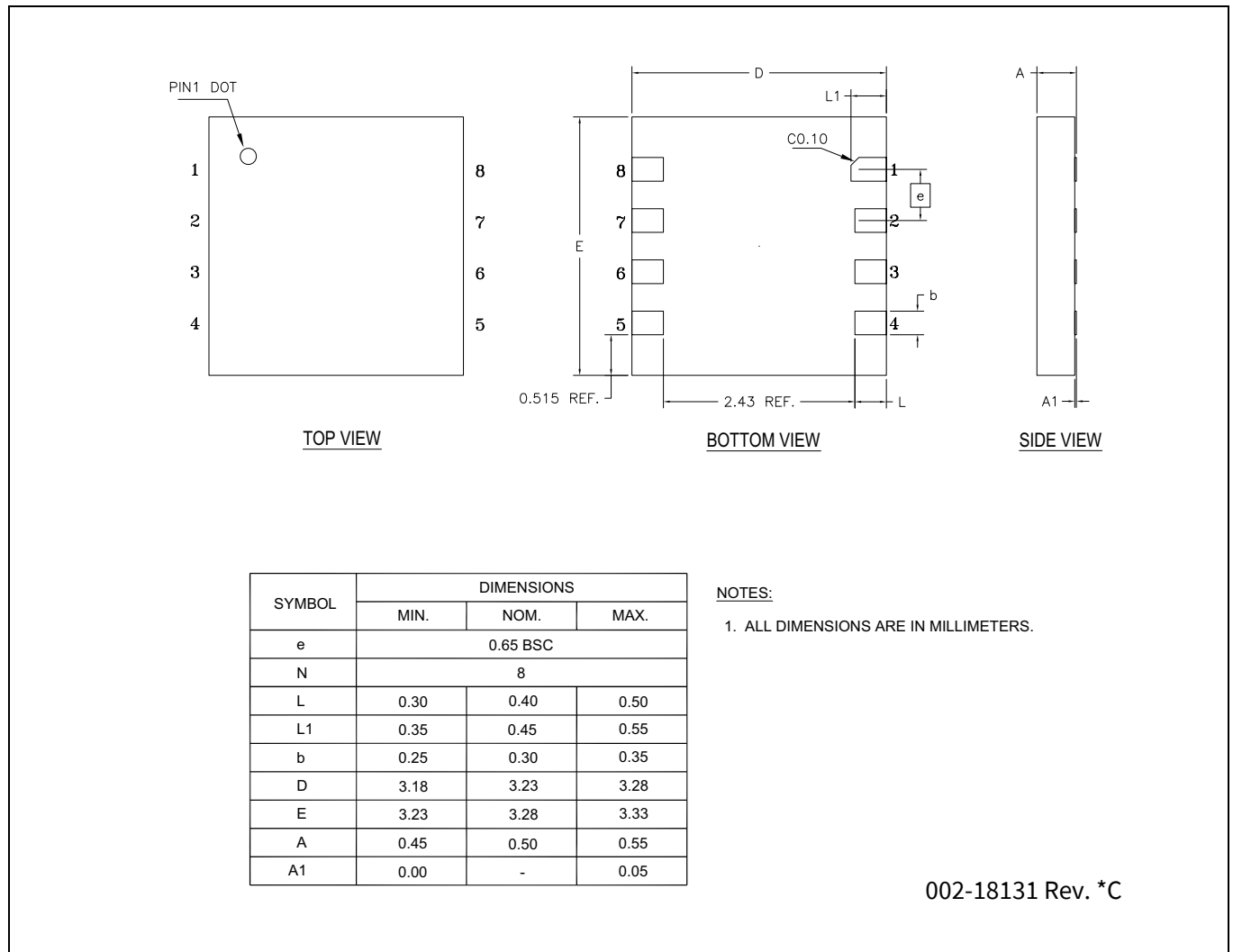
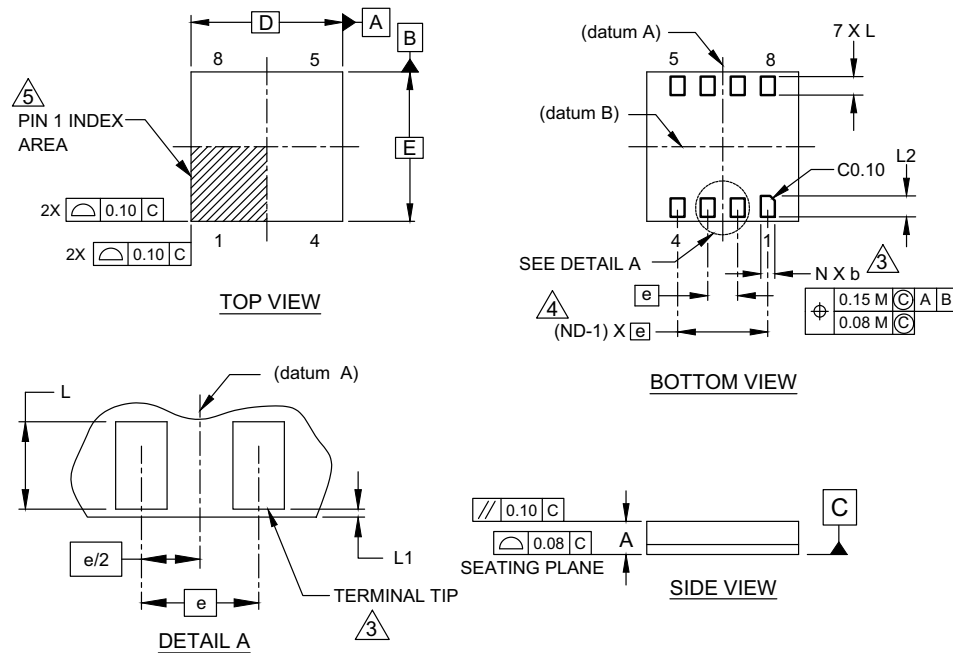


Figure 25 8 ピン GQFN (3.23 × 3.28 × 0.55 mm) LP08A パッケージ図, 002-18131 (PG-VQFN-8)



SYMBOL	DIMENSIONS		
	MIN.	NOM.	MAX.
e		0.65 BSC	
N		8	
ND		4	
L	0.30	0.40	0.50
b	0.25	0.30	0.35
D		3.28 BSC	
E		3.23 BSC	
A	-	-	0.55
L1		0.10 REF	
L2	0.35	0.45	0.55

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. N IS THE TOTAL NUMBER OF LANDS.
3. DIMENSION "b" IS MEASURED AT THE MAXIMUM LAND WIDTH IN A PLANE PARALLEL TO DATUM C.
4. ND REFERS TO THE NUMBER OF LANDS ON D SIDE.
5. PIN #1 ID ON TOP WILL BE LOCATED WITHIN THE INDICATED ZONE.

002-34146 Rev. \*\*

Figure 26 8 ピン UFLGA (3.28 × 3.23 × 0.55 mm) BF08A パッケージ図, 002-34146 (PG-UFLGA-8)

## 16 略語

**Table 20** 本書で使用される略語

略語	説明
CPHA	clock phase ( クロック位相 )
CPOL	clock polarity ( クロック極性 )
EEPROM	electrically erasable programmable read-only memory ( 電氣的消去書き込み可能な読み出し専用メモリ )
EIA	electronic industries alliance ( 米国電子工業会 )
F-RAM	ferroelectric random access memory ( 強誘電体ランダム アクセス メモリ )
GQFN	grid array flat no-lead ( リードレス フラット グリッド アレイ )
I/O	input/output ( 入力 / 出力 )
JEDEC	Joint Electron Devices Engineering Council ( 半導体技術協会 )
JESD	JEDEC 規格
LSb	least significant bit ( 最下位ビット )
MSb	most significant bit ( 最上位ビット )
RoHS	restriction of hazardous substances ( 特定有害物質使用制限指令 )
SOIC	small outline integrated circuit ( 小型外形集積回路 )
SPI	serial peripheral interface ( シリアル ペリフェラル インターフェース )
UFLGA	ultra thin fine-pitch land grid array ( 超薄型ファインピッチランドグリッドアレイ )

## 17 本書の表記法

### 17.1 測定単位

Table 21 測定単位

記号	測定単位
°C	摂氏温度
Hz	ヘルツ
kHz	キロヘルツ
kΩ	キロオーム
Mbit	メガビット
MHz	メガヘルツ
μA	マイクロアンペア
μF	マイクロファラド
μs	マイクロ秒
mA	ミリアンペア
ms	ミリ秒
ns	ナノ秒
Ω	オーム
%	パーセント
pF	ピコファラド
V	ボルト
W	ワット

## 改訂履歴

版数	発行日	変更内容
**	2017-11-22	これは英語版 002-18671 Rev. *C を翻訳した日本語版 002-20524 Rev. ** です。
*A	2018-10-19	これは英語版 002-18671 Rev. *H を翻訳した日本語版 002-20524 Rev. *A です。
*B	2019-12-04	これは英語版 002-18671 Rev. *L を翻訳した日本語版 002-20524 Rev. *B です。
*C	2022-05-27	これは英語版 002-18671 Rev. *M を翻訳した日本語版 002-20524 Rev. *C です。
*D	2023-01-19	これは英語版 002-18671 Rev. *N を翻訳した日本語版 002-20524 Rev. *D です。
*E	2023-10-16	これは英語版 002-18671 Rev. *O を翻訳した日本語版 002-20524 Rev. *E です。

## Trademarks

All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

**Edition 2023-10-16**  
**Published by**  
**Infineon Technologies AG**  
**81726 Munich, Germany**

**© 2023 Infineon Technologies AG.**  
**All Rights Reserved.**

**Do you have a question about this document?**

**Email:**  
[erratum@infineon.com](mailto:erratum@infineon.com)

**Document reference**  
**002-20524 Rev. \*E**

## 重要事項

本文書に記載された情報は、いかなる場合も、条件または特性の保証とみなされるものではありません（「品質の保証」）。本文に記された一切の事例、手引き、もしくは一般的な価値、および／または本製品の用途に関する一切の情報に関し、インフィニオンテクノロジーズ（以下、「インフィニオン」）はここに、第三者の知的所有権の不侵害の保証を含むがこれに限らず、あらゆる種類の一切の保証および責任を否定いたします。

さらに、本文書に記載された一切の情報は、お客様の用途におけるお客様の製品およびインフィニオン製品の一切の使用に関し、本文書に記載された義務ならびに一切の関連する法的要件、規範、および基準をお客様が遵守することを条件としています。

本文書に含まれるデータは、技術的訓練を受けた従業員のみを対象としています。本製品の対象用途への適合性、およびこれら用途に関連して本文書に記載された製品情報の完全性についての評価は、お客様の技術部門の責任にて実施してください。

## 警告事項

技術的要件に伴い、製品には危険物質が含まれる可能性があります。当該種別の詳細については、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください。

インフィニオンの正式代表者が署名した書面を通じ、インフィニオンによる明示の承認が存在する場合を除き、インフィニオンの製品は、当該製品の障害またはその使用に関する一切の結果が、合理的に人的傷害を招く恐れのある一切の用途に使用することはできないこと予めご了承ください。