

## スマート E メーター用の F-RAM™

著者: Shivendra Singh

関連プロジェクト: なし

関連製品ファミリ: シリアル F-RAM、プロセッサ搭載 F-RAM

ソフトウェア バージョン: なし

関連アプリケーション ノート: なし

AN87352 は F-RAM™ の EEPROM に対する優位性を討論し、F-RAM をスマート E メーター アプリケーションに活用する方法について説明します。

### はじめに

このアプリケーション ノートでは、スマート電気メーター、すなわちスマート E メーターの概要を説明し、スマート E メーターの設計に EEPROM ではなく不揮発性のシリアル F-RAM を使用することがもたらす利点についても説明しています。図 1 にスマート E メーターのブロック概略図を示します。

不揮発性メモリは電気メーターの重要なコンポーネントで、計算とデータ ログのために、周期的に消費電力と環境のデータを取り込んで、それを割り当てられたタイムスロットの間不揮発性メモリに記憶します。各周期のタイムスロットの終了時に、スマート E メーターは供給インフラにリンクされているネットワークを介して情報をアップロードします。データ キャプチャ周期は、数秒に 1 回から数ミリ秒に 1 回まで増減します。

定期的な電力測定値とメーターを改竄しようとした疑いを示す不審な物理的変化は、このアップロードされる情報に含まれません。スマート E メーターは、高精度で記録された消費電力メトリクス (入出力時の有効電力、無効電力、皮相電力) を管理することで、漏電を制御し電力配分を改善するのに有用です。消費電力データの信頼性および整合性を確保することが重要です。その結果、不揮発性メモリの容量における要件が急速に厳しくなっています。

### 電気メーター

電気メーターは、ビジネス、日常生活、または電動機器が消費する電力量を測定し表示します。これらのメーターは、使用されるエネルギーの単位 (kWh) で消費電力を示しています。消費電力データを定期的に記録され、電気代はそれに応じて計算されます。

また、メーターは電力需要を測定するためにコンフィギュレーション設定の機能も提供します。データは、電力使用パターンと時刻課金を決定するために使用されます。これは、特定の間隔の間に消費電力の低減をもたらすことができます。また、一部の領域においては、メーターは、消費電力が最高になった時に電気の負荷を制御するために電気回路制御用リレーを持っています。

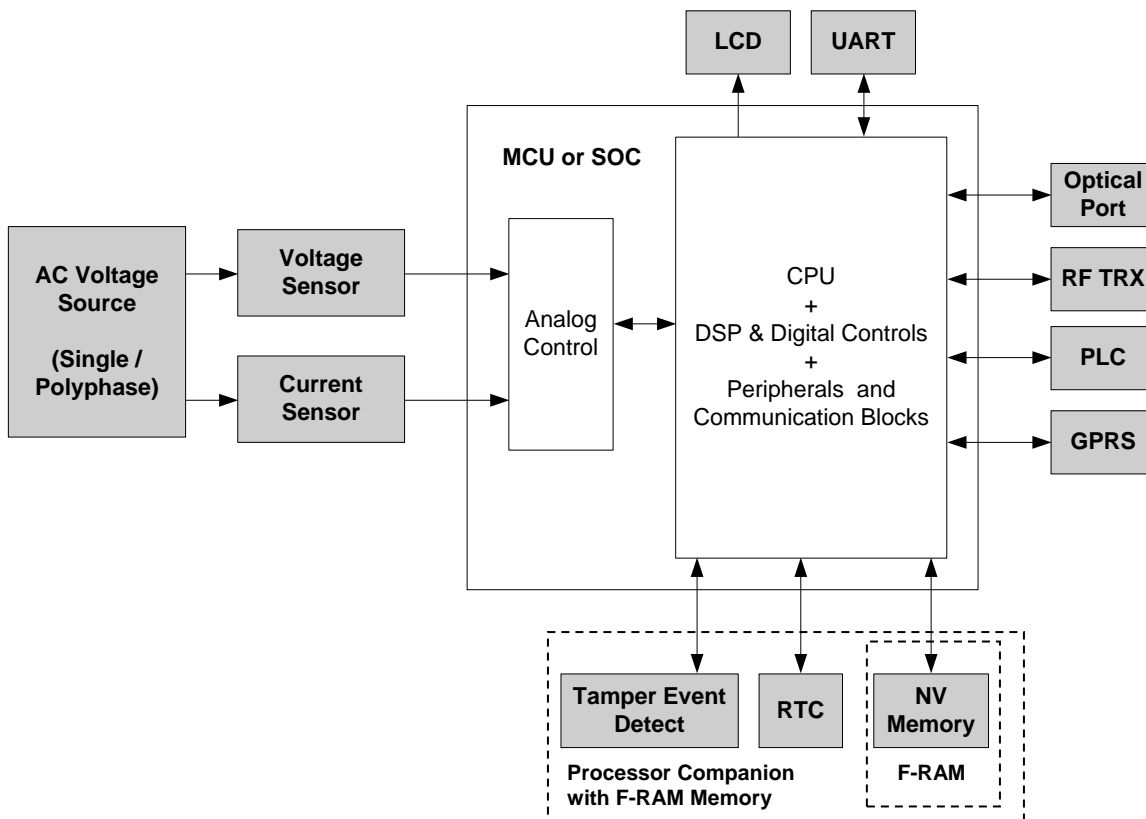
従来の E メーターは、メーターと電力グリッド間又はメーターと中央処理システム間の双方向通信に設計されていませんでした。これと比較するとスマート E メーターは、このような通信に対応できます。

### スマート E メーター

スマート E メーターは時間、分、秒、またはミリ秒の単位で消費電力を記録します。その情報を監視と課金のためにグリッドに通知されます。従来の電気メーターは、総消費電力も測定しますが、電力が消費された時間帯に関する情報を提供しません。

スマート E メーターは、価格設定監督機関が電力消費した季節や時間帯に基づいて異なる価格を導入できるように、特定地域向けの情報を測定する方法を提供します。スマート E メーターもサージ電圧や高調波歪みを測定、記録します。これにより、電力品質問題の診断が可能になります。電気規制緩和や市場主導の価格設定をきっかけにして、ユーティリティが電力消費を電力生産に釣り合わせる方法を模索します。

図 1. スマート E メーターのブロック図



スマート E メーターは通常、リアルタイムまたはほぼリアルタイムのセンサー群、停電通知、電力品質監視の機能を備えています。これらの機能は、簡単な自動メーター読み取り (AMR) より多くの利点をもたらします。スマート E メーターは、多くの点で高度な計測インフラ (AMI) メーターと同様です。さらに、これらにより、国家グリッドに (太陽光パネルや家庭用風力タービンからのような) 個人がマイクロ発電した電気を簡単に販売できるようになります。さらに、スマートメーターは、電力メーターを置き換えます。

## F-RAM の利点

ほとんどの従来の電子メーターは、低コスト、低消費電力、および標準パッケージ オプションを持つ好適な不揮発性メモリとしてシリアル EEPROM を採用しています。

これらの利点により、EEPROM が計測サービス会社が効率的な発電、送電、および配電のために AMI を開発、促進し始めた最近までは主に使用されてきました。AMI は、洗練されたスマート E メーターの開発において重要な要素となってきました。

スマート E メーターは、消費電力、有効電力、無効電力、負荷条件、電圧、周波数の歪みなど電力パラメーターが数秒に 1 回または数ミリ秒に 1 回変化する可能性があるため、これらのパラメーターを一定の時点で記録します。記録されたデータは、メーターの不揮発性メモリ内に格納され、定期的に、中央処理システムまたは電力グリッドに送信されます。

AMI アーキテクチャでの EEPROM の使用は、EEPROM の不揮発書き込み速度が遅く、アクセスのサイクルが制限されるため、計器の性能を低下させます。その結果、EEPROM よりも、F-RAM、nvSRAM、バッテリー バックアップ式の SRAM などの代替の不揮発性メモリ ソリューションは人気があります。

以下では、スマート E メーターに F-RAM を使用することから得られる利点について説明します。

## 書き込みレイテンシが 0 クロック サイクル

一般的な EEPROM は、不揮発性 EEPROM にそのデータ ページを転送するために 5ms の書き込みサイクル時間を必要とします。これにより、数キロバイトのデータが書き込まれる必要がある場合に非常に長い書き込み時間がかかるようになります。これと違って、F-RAM は、このような書き込みの減速から影響を受けません。F-RAM を使用すると、すべての書き込み動作は、メモリによる待ち時間がなく、バス速度で実行されます。例 1 と 2、と図 2 に書き込みレイテンシの影響を示します。

### 例 1

1MHz の I<sup>2</sup>C バスを介して EEPROM ページに 256 バイトのデータ ページを転送するには 2ms かかり、その後、EEPROMZ へデータを書き込むには 5ms かかります (表 1 を参照)。よって、容量が 1Mb で、ページ サイズが 256 バイトの 1MHz I<sup>2</sup>C EEPROM の場合、1Kb のデータをバックアップするのにすべて 28ms (4x2ms + 4x5ms) かかります。

表 1. 標準 1MbEEPROM のコンフィギュレーション

| 特長         | 値   | 単位  |
|------------|-----|-----|
| ページ サイズ    | 256 | バイト |
| 書き込みサイクル期間 | 5   | ms  |
| 速度 (SPI)   | 20  | MHz |

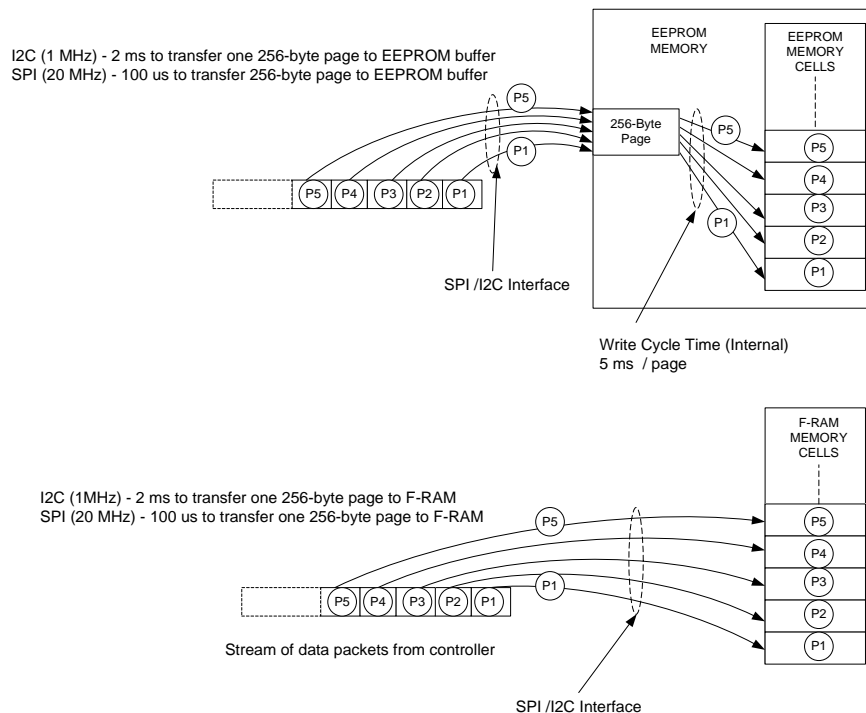
しかし、1K バイトを F-RAM に書き込むのに 8ms (4 x 2ms) しかかかりません。(この時間は、コントローラーから EEPROM バッファへのデータ転送総時間です)。1M ビットのデータを転送するためには、EEPROM の場合、3.584 秒 (512 x 2ms + 512 x 5ms) を要しますが、F-RAM の場合は約 1.024 秒 (512 x 2ms) しか要しません。

### 例 2

20MHz の SPI バスを介して EEPROM ページに 256 バイトのデータ ページを転送するには 100µs かかり、その後、EEPROM に 1 つのデータ ページを転送するには 5ms かかります。よって、密度が 1Mb で、ページ サイズが 256 バイトの 20MHz SPI EEPROM の場合、1KB のデータをバックアップするのに 20.4ms (4 x 100µs + 4 x 5ms) かかります。それに対して、F-RAM へ 1K バイトのデータを書き込むのに 400µs (4 x 100µs) しかかかりません。(この時間は、SPI コントローラーから EEPROM バッファへのデータ転送総時間です)。1Mb のデータを転送するためには、EEPROM の場合、2.611 秒 (512 x 100µs + 512 x 5ms) を要するのに対して、F-RAM の場合は約 51.1ms (512 x 100µs) しか要しません。

これらの 2 つの例では、F-RAM の書き込みレイテンシは 0 クロック サイクルで不揮発性書き込み性能を EEPROM よりずっと向上させることをデモしています。

図 2. EEPROM と F-RAM への書き込み手順



また、EEPROM は、ページ サイズの変化に対応します; この場合には、EEPROM 内の下位ページ サイズは、より多いページ書き込み動作より多い書き込みサイクル時間を要します。その結果、追加の書き込み遅延が生じます。F-RAM がページ メモリではないため、それに所定のデータ一式を書き込むのに必要な時間は、メモリの容量に関わらず不変です。

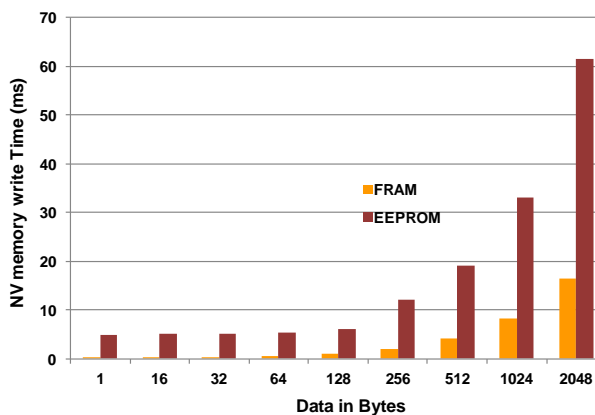
不揮発性 (NV) メモリ F-RAM と EEPROM への書き込み時間は表 2 と図 3 に示します。

表 2. 1MHz の SPI インターフェースを使用する場合の EEPROM と F-RAM への書き込み時間

| データ バイト | 不揮発性メモリへの書き込み時間 (ms) |        |
|---------|----------------------|--------|
|         | F-RAM                | EEPROM |
| 1       | 0.008                | 5.008  |
| 16      | 0.128                | 5.128  |
| 32      | 0.256                | 5.256  |
| 64      | 0.512                | 5.512  |
| 128     | 1.024                | 6.024  |
| 256     | 2.048                | 12.048 |
| 512     | 4.096                | 19.096 |
| 1024    | 8.192                | 33.192 |
| 2048    | 16.384               | 61.384 |

注: 上記の計算には、書き込まれるデータ バイトを送信する前に WRITE オペコードとアドレス バイトを送信するための SPI コマンド オーバーヘッドが含まれていません。SPI EEPROM へのマルチページの書き込み動作は、ページ書き込みのたびに SPI コマンドの送信が必要になります。

図 3. EEPROM と F-RAM の書き込み性能の比較



## 省電力設計 – 非常に少ない消費電力で不揮発性データの書き込みを実現

F-RAM デバイスは、スタンバイ/スリープ電流の仕様が、EEPROM のスタンバイ/スリープ電流の仕様とほぼ同じであるが、EEPROM の有効電流の約 3 分の 1 に相当する電力量を消費します。有効電流の違いは、特にこのようなスマート E メーターなどのアプリケーションが頻繁なデータ ログに応じて高い強度で書き込まれる場合、消費電力に大きな影響を及ぼします。EEPROM 内の有効電流の不足に加えて、EEPROM は、デバイスを長い間アクティブ モードのままにさせる追加のページ書き込み遅延を発生させ、電力がより多く消費します。

F-RAM と EEPROM への書き込みに必要なエネルギー量は、以下のエネルギー計算 (式 1 と 2) を用いて計算されています。F-RAM と EEPROM のエネルギー消費は、表 3 図 3 で比較して、図 4 に示されています。この比較は、相対的なエネルギー消費量をデモしています。EEPROM は、F-RAM より有効電流を 3 倍消費するため、長い間でアクティブに保持するように要求される。

### エネルギー計算の例:

式 1 は書き込みサイクルの間 F-RAM で消費されるエネルギー計算します。

$$E1 = V \times I \times t1 \quad \text{式 1}$$

ここでは、

V – 動作電圧

I – アクティブ電流

t1 – F-RAM へのデータ書き込み総時間

式 2 は、書き込みサイクル間の EEPROM で消費されるエネルギーを計算します。

$$E2 = V \times 3I \times t2 \quad \text{式 2}$$

ここで、

V – 動作電圧

I – 有効電流 (F-RAM の有効電流の 3 倍)

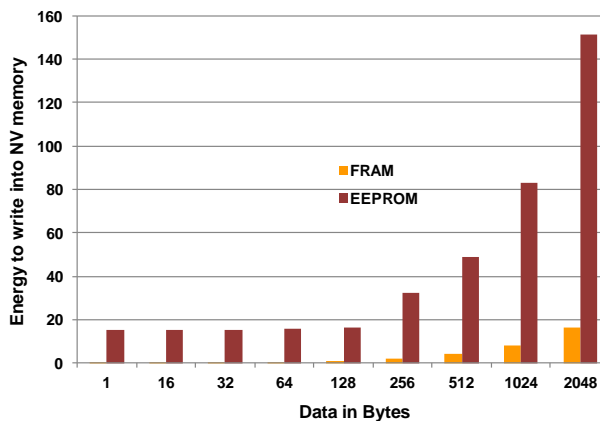
t2 – EEPROM へのデータ書き込み総時間

表 3. EEPROM および F-RAM への書き込みエネルギー

| データバイト | 不揮発性メモリへの書き込みエネルギー<br>(相対単位) |         |
|--------|------------------------------|---------|
|        | F-RAM                        | EEPROM  |
| 1      | 0.008                        | 15.008  |
| 16     | 0.128                        | 15.128  |
| 32     | 0.256                        | 15.256  |
| 64     | 0.512                        | 15.512  |
| 128    | 1.024                        | 16.024  |
| 256    | 2.048                        | 32.048  |
| 512    | 4.096                        | 49.096  |
| 1024   | 8.192                        | 83.192  |
| 2048   | 16.384                       | 151.384 |

注: 標準 3V、256K ビットの SPI EEPROM は読み書き中に 3mA の有効電流を消費します。そのため、SPI EEPROM に対して 128 バイトのデータを書き込むために必要な消費電力は 144 $\mu$ W (3V x 3mA x 16.024ms) になります。

図 4. F-RAM および EEPROM のデータ書き込み時のエネルギー消費量の比較



## 多段式パイプライン アーキテクチャの実現に複数デバイスは不要

EEPROM の書き込みは、データ転送の 2 段階を含みます。データがページ バッファに書き込まれ、不揮発性メモリの書き込みサイクルが発生します。書き込みサイクル中に、EEPROM アクセスが無効にされます。よって、進行中の書き込みサイクルが終了するまで次のアクセスを開始することはできません。

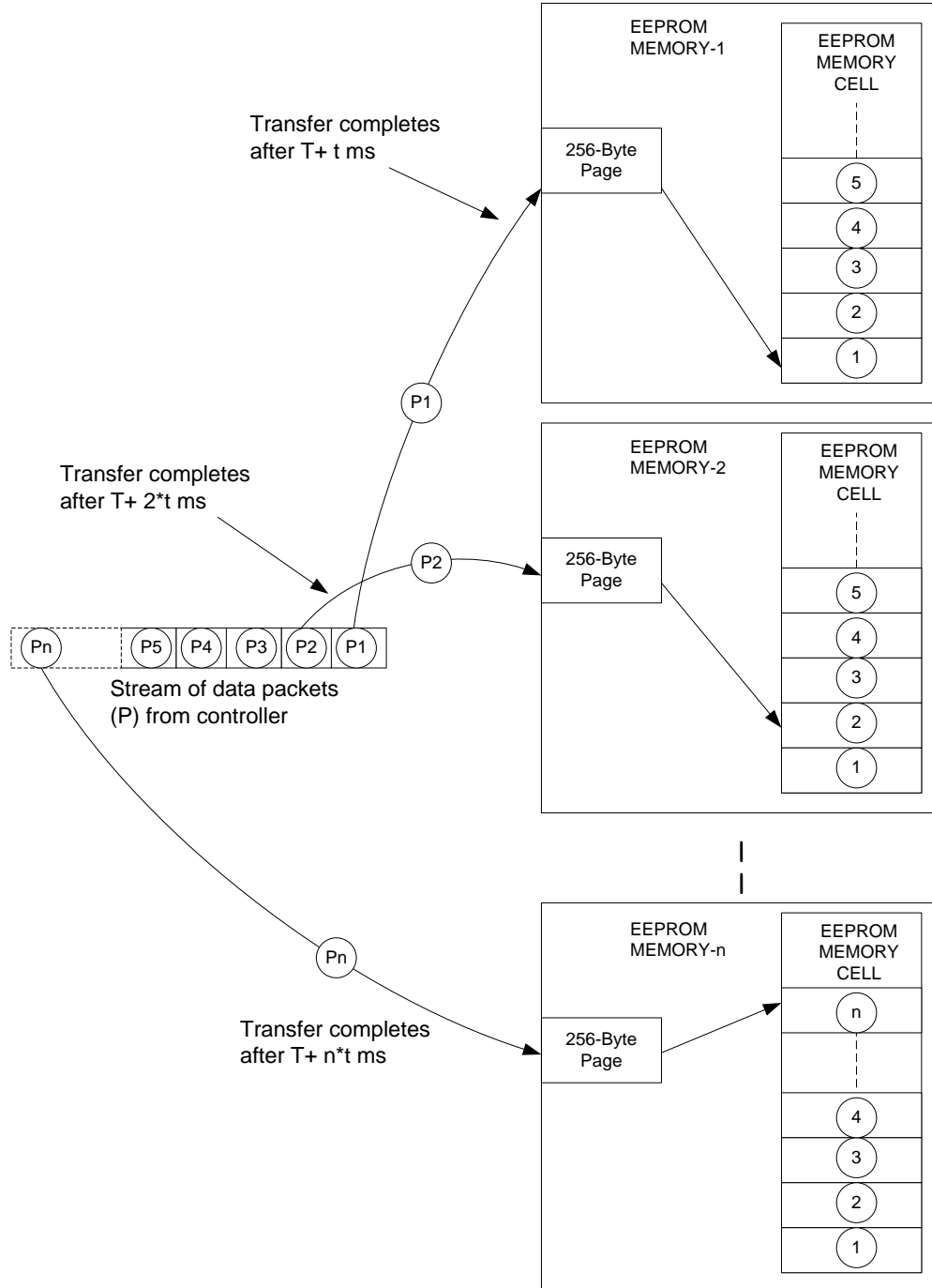
図 5 に示すように、いくつかの応用例は EEPROM のデータ書き込みスループットを向上させるために、2 つ以上の EEPROM デバイスを並行して使用します。この場合、1 つの EEPROM デバイスは不揮発性書き込みサイクルを実行するのにビジーなら、コントローラは、他の EEPROM デバイスで書き込み動作を開始することができるし、同じバス上に平行して接続される残りの EEPROM に対してこのシーケンスに従って対応することができます。コントローラが最後の EEPROM デバイスのページ バッファへのデータ転送を終了した時、最初の EEPROM デバイスはアクセス可能な状態になります。パイプライン段数 (すなわち、同時にシステム バスを共有する EEPROM デバイスの数) は I<sup>2</sup>C/SPI バスの速度によって決まります。

アクセス速度が 400kHz の I<sup>2</sup>C インターフェースの EEPROM は 256 バイト、即ち 1 ページのデータを転送するのに 5ms かかります。 ページの不揮発性書き込みサイクルを完了するために別の 5ms を要します。従って、バス速度で EEPROM へ書き込むことができるために 2 段パイプラインを実装する必要があります。

アクセス速度が 1MHz の I<sup>2</sup>C インターフェースの EEPROM は、256 バイト (1 ページ) のデータを転送するために 2ms を要し、ページごとに不揮発性の書き込みサイクルを完了するために 5ms を要します。従って、バス速度で EEPROM へ書き込むことができるために 3 段パイプラインの実装が必要です。

アクセス速度が 20MHz の SPI インターフェースの EEPROM は、256 バイト (1 ページ) のデータを転送するために 100 $\mu$ s を要し、ページごとに不揮発性の書き込みサイクルを完了するために 5ms を要します。従って、バス速度で EEPROM へ書き込むことができるために 50 段パイプラインの実装が必要です。

図 5. パイプライン アーキテクチャを使用して、バス速度で EEPROM へ書き込む



## ページ サイズに合わせてメモリ使用を設計する必要はありません。

ページ モードの別の結果は、ページ サイズがアーキテクチャおよび EEPROM サイズに応じて変わる場合があります。メモリにインターフェースするためのルーチンは、ページ サイズの変化に対応するために柔軟に書かれる必要があり、継続的な保存条件の範囲で試験される必要があります。F-RAM はページ サイズの制限を課しません。ユーザは使用中のメモリの合計サイズとは無関係に、任意サイズのデータ ブロックを書き込むことができます。

## 平準化や阻害原因の追跡は不要です。

EEPROM へのページまたはページの一部 (例えば、1 バイト) の書き込み回数が多いほど、不揮発性技術の有限な書き換え限度に近づいています。これは、データが数秒に 1 回、あるいは数ミリ秒に 1 回記録されなければならない可能性があるスマート E メーターにとって重要です。

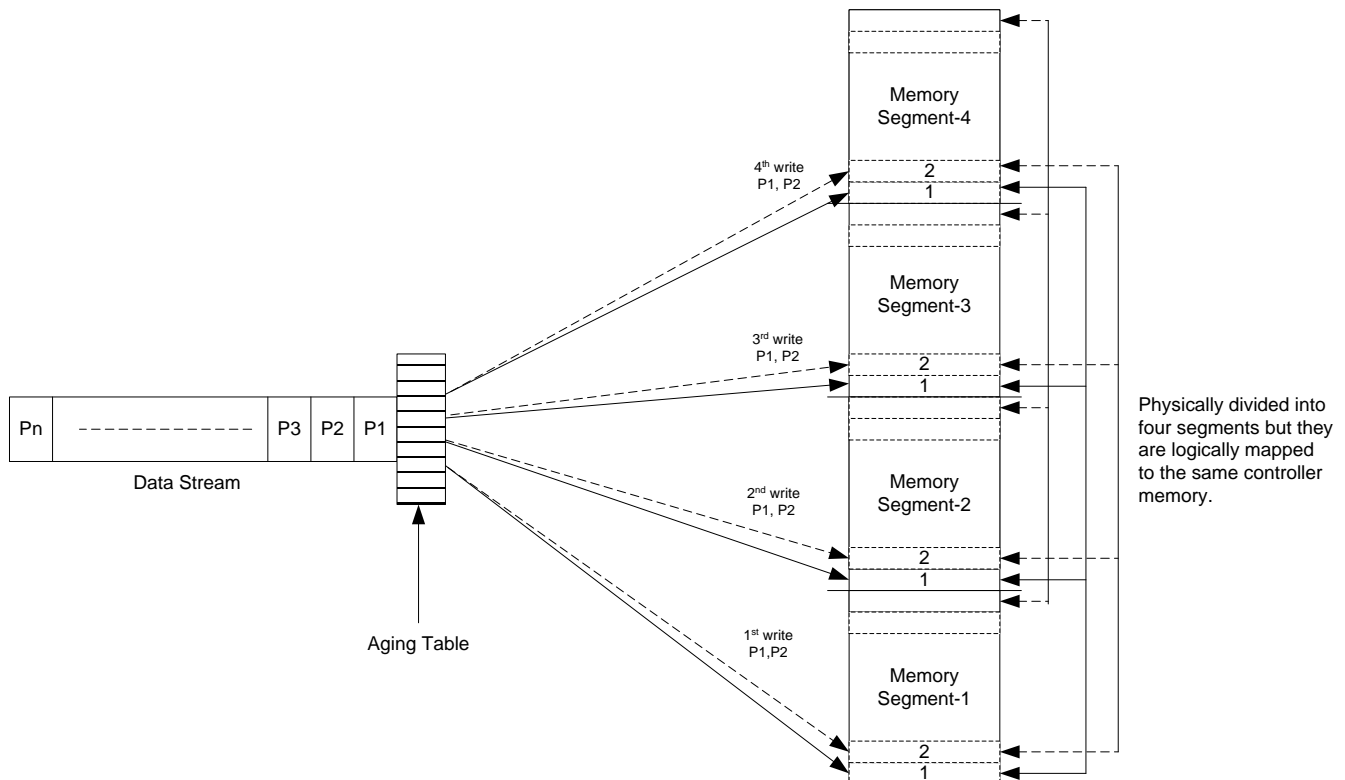
EEPROM メモリへ定期的書き込むすべての EEPROM ベースのシステムは慎重なアドレス管理を使用します。この「ウェア レベリング」と呼ばれる方法は、各ページが書き込まれる回数を均等化することを目的とします。

効果的に書き込み回数限を上げるためにウェア レベリングが EEPROM に使用されています。ウェア レベリングの実装では、メモリ アレイ全体は複数のセグメントに分割され、これらのセグメントがマイクロコントローラまたはプロセッサの同一のアドレスにマッピングされます。例えば、書き込みが現時点のメモリ セグメント内のいずれか (または複数) のアドレス位置に行われた場合、同じアドレス位置上の後続の書き込みは、異なるセグメントで実行されます。

ウェア レベリングの実装を図 6 に示しています。

ウェア レベリングは、正しく洗練されたドライバ ルーチンを必要とします。このルーチンを介してすべての非揮発性のアクセスを制御されます。このルーチンは、データ構造の内部アドレス指定をメモリ用の物理的なアドレス指定方式に変換します。通常、メモリ アレイの「エイジング テーブル」は、デバイスがどのように使用されているか追跡します。これは、小型のファイリング システムにおける大幅なコード領域を使用します。

図 6. EEPROM 上のウェア レベリング メカニズム



スマート E メーターのアプリケーション内のデータの(合法的に多くの地域で規定されている) 統合性が非常に重要なため、このようなルーチンに対して実際上の試験は必須不可欠になります。アーキテクチャの変更時には、新しいプロセッサ ファミリーへの移行中にこれは設計サイクル時間を増加させます。

F-RAM における基本的な不揮発性記憶装置の物理層は、EEPROM のものと同様です。しかし、EEPROM と比べて鉄の材料は非常に長い使用期限があります。たとえば、標準 EEPROM デバイスのアクセス可能サイクル数は  $1 \times 10^6$  であるのに対して、F-RAM デバイスのアクセス可能サイクル数は  $1 \times 10^{14}$  (標準 EEPROM の書き換えサイクルより 1 億回数多い) です。サイプレスの F-RAM は、ウェア レベリングや経年変化の追従を必要としません。その結果、F-RAM は、課金のために使用される任意の保存された情報のセキュリティ、保存場所、フォーマット、およびアクセス可能性に関するスマート E メーターの要件により簡単に適合します。

### 予期されないパワーダウン時の対応が不要

データが F-RAM に書き込まれた直後、F-RAM はそれらデータをすぐに不揮発性のものにします。F-RAM デバイスを使用する主な利点の 1 つは、極端な故障状態でシステム データの整合性を一層確保します。すべての書き込みは、不揮発性メモリの F-RAM に直接行われます。そのため、電源障害の後にデータを保存するための電源バックアップまたは電源供給の延長は要りません。

その一方、電源の障害が検出された場合、EEPROM ベースのシステムで重要なデータを保存するために、コントローラーは、所望のデータ ブロック サイズに対応する完全な書き込みサイクルを開始および実行しなければなりません。主な電源は、このプロセスを通じてコントローラーとその周辺装置に電源を確実に供給するために十分な電力を含有する必要があります。コントローラーは、電源障害中に電源の急激な遷移によるクラッシュから保護されなければなりません。システム ファームウェアは、電源障害前に存在したどのシステム状態においても正常に実行されることを保証するために、エラー条件の全範囲にわたって徹底的に試験されなければなりません。

### 固有のシリアル番号を格納する専用のシリアル番号レジスタ

すべてのスマート E メーターは、低密度の専用 EEPROM または書き込み禁止の不揮発性データ ログ メモリの一部に格納されている唯一のシリアル番号で識別されています。FM24VN10、FM25VN10、プロセッサを有するデバイスなどの少数の F-RAM デバイスは、シリアル番号の読み書き用に 8 バイト (64 ビット) の専用ストレージを提供します。

シリアル番号の位置は、個別のコマンドだけで読み書きができる専用の F-RAM レジスタです。これにより、シリアル番号への望まないアクセスを防ぐことができます。F-RAM は設定すると削除できない固有でワンタイム プログラマブルのシリアル番号のロック ビットを提供します。これは、製品寿命の間シリアル番号レジスタへのさらに望まない書き込みを防止します。シリアル番号ロック ビットが 1 に設定されるまで、シリアル番号を必要に応じて何回も書き込むことができます。この設定は、不揮発性であるが変更可能です。

## プロセッサ搭載 F-RAM の機能

サイプレスの F-RAM メモリには、スマート E メーターを含むほとんどのシステムを設計するために使用される、汎用性の高いプロセッサ用機能を備えています。以下の節では、プロセッサ搭載 F-RAM の機能、利点、および使用事例をまとめます。詳細は、各製品のデータシートを参照してください。システム設計者は、プロセッサ含有時の機能を使用して設計する前に、製品データシートを参照するように推奨されています。

### 日付およびカレンダーが連続更新される RTC

リアルタイム クロック (RTC) 機能は、システムに時刻とカレンダーの更新情報を提供します。標準の RTC に加えて、プロセッサ コンパニオンは、RTC クロックでの PPM ドリフトを補正し、RTC クロック誤差を  $\pm 512$  PPM から  $\pm 2.17$  PPM に向上させることができるオンチップのソフトウェア校正機能を提供しています。即ち、月あたり  $\pm 22.11$  分のタイミング エラーは、月あたり  $\pm 2.592$  秒で修正されます。ソフトウェア校正機能は、制御された環境で動作する非常に正確なシステム クロックを設計する際に役立ちます。

ソフトウェア校正機能が RTC クロック内の不変の PPM エラー ( $\pm 512$  PPM 以内) だけを補正するために使用されます。PPM エラーは、以下の複数の要因により生じます。

- PPM エラーが高い不適切な RTC 水晶の選択
- 水晶負荷がデータ シートの推奨負荷 (CL) と一致しないため
- 所与の温度における RTC 用水晶の固有の温度特性
- 不適切な RTC 信号レイアウトのため
- コンポーネントの配置

### 低電圧検出用のユーザー プログラム可能な閾値

低電圧検出機能は、システムの電源が他の重要な回路に印加される前にシステムの電源の状態を追従、決定するように設計されます。低電圧検出用のユーザー プログラム可能な閾値により、システム設計者はシステムの動作状態に応じて閾値を柔軟に判定、設定することができます。



スマート E メーターは、送信線電源の状態を監視するのにこの機能を使用することができます。適切な閾値を設定することで、望まない停電と意図しない変動を事前に検出することは可能になります。したがって、グリッドシステムに早期に警告を送信する、または計測システムを安全にシャットダウンして適切に操作できます。

## タイムアウトがプログラム可能なウォッチドッグ タイマ

プロセッサ コンパニオン チップは、100ms~3s のタイムアウト時間プログラム可能なウォッチドッグ タイマーを備えています。これは、タイムアウト時に、専用の出力ピンの内の 1 本にマスク不可能な割り込み (NMI) を発生させます。プロセッサ コンパニオンのウォッチドッグ タイマー機能は、システムの状態を監視するように外部で設計することができます。

## 電圧感知システムの設計に初期の電源供給失敗に関する警告を発行

これは電源障害の初期に、電源がその指定された最小スペックから外れる前に警告をトリガするために使用することができます。簡単で効果的な機能です。電源入力、内部閾値電圧 (通常 1.2V) と比較され、電源が閾値レベルを下回った場合、NMI を発生させます。

## バックアップ電源では 2 つの 16 ビットの不揮発性のイベント カウンタ ピンが有効

プロセッサ コンパニオンは CNT1 と CNT2 の 2 個のバッテリー バックアップ式のイベント カウンタ ピンがあります。入力ピン CNT1 および CNT2 は、設定可能なエッジ検出器であり、16 ビット カウンタにクロック供給します。エッジが発生すると、カウンタはその対応するレジスタをインクリメントします。2 個の 16 ビット カウンタは、1 個の 32 ビット カウンタを作成するためにカスケード接続することができます。カスケードモードでは、CNT1 はアクティブで、CNT2 は内部的に無効になって、利用不可です。

イベント カウンタ機能は、スマート E メーター内の改ざんを検出するために使用できます。メーターの収納容器を取り外して開放したり、不正な方式でメーター回路、システムにアクセスや接続して改ざんしようとする、信号が既知の状態 (HIGH または LOW) から反対の状態へ遷移することでそれを認識できます。プロセッサ含有機器では、この信号遷移は、アクティブ モードと電源遮断モードのどちらでもイベント カウンタのピンで容易に検出できます。CNT ピンで検出されたすべての遷移は不揮発性カウンタの値を 1 インクリメントします。デバイスがパワーアップ後にアクティブである場合、ホストコントローラーはいつでもこれを読み出すことができます。

## 要約

EEPROM は電気メーター アプリケーションの不揮発性データログ メモリの事実上の選択肢となってきました。その利点は、低コスト、簡単なインターフェース、および業界標準パッケージの利用可能性を含みます。数年前までは、EEPROM が提供する機能は、電気メーターの設計の大多数の重要な要件を満たすのに十分でした。しかし、世界の多くの地域での急速な普及と共に、AMI とスマート グリッドの出現により電気メーターのアーキテクチャと設計に革命をもたらしました。メーターの新しいクラスは、スマート E メーターと呼ばれています。

スマート E メーターは非常に短い間で大量のデータを定期的に記憶することを必要とします。EEPROM は書き込み速度が遅くて、アクセス可能なサイクル数も制限されるため、この要件に満たしません。このアプリケーション ノートでは、EEPROM ベースのスマート E メーターが直面する主要な課題を討論します。

F-RAM はハードウェアやアーキテクチャ上の変更なしで、これらの欠陥に対処することができます。

## 改訂履歴

文書名: スマート E メーター用の F-RAM™ – AN87352

本書番号: 001-92098

| 版  | ECN 番号  | 変更者  | 発行日        | 変更内容   |
|----|---------|------|------------|--|
| ** | 4341324 | HZEN | 04/11/2014 | これは英語版 001-87352 Rev. ** を翻訳した日本語版 001-92098 Rev. **です。  |
| *A | 4395699 | HZEN | 06/17/2014 | これは英語版 001-87352 Rev. *A を翻訳した日本語版 001-92098 Rev. *A です。 |
| *B | 4722809 | HZEN | 05/01/2015 | これは英語版 001-87352 Rev. *B を翻訳した日本語版 001-92098 Rev. *B です。 |

## ワールドワイドな販売と設計サポート

サイプレスは、世界中に事業所やソリューション センター、販売代理店を持っています。お客様の最寄りのオフィスについては、[サイプレスのロケーション ページ](#)をご覧ください。

### 製品

|             |  |
|-------------|--|
| 車載用         | <a href="http://cyress.com/go/automotive">cyress.com/go/automotive</a>   |
| クロック&バッファ   | <a href="http://cyress.com/go/clocks">cyress.com/go/clocks</a>   |
| インターフェース    | <a href="http://cyress.com/go/interface">cyress.com/go/interface</a>   |
| 照明&電源管理     | <a href="http://cyress.com/go/powerpsoc">cyress.com/go/powerpsoc</a><br><a href="http://cyress.com/go/plc">cyress.com/go/plc</a> |
| メモリ         | <a href="http://cyress.com/go/memory">cyress.com/go/memory</a>   |
| PSoC        | <a href="http://cyress.com/go/psoc">cyress.com/go/psoc</a>   |
| タッチ センシング   | <a href="http://cyress.com/go/touch">cyress.com/go/touch</a>   |
| USB コントローラー | <a href="http://cyress.com/go/usb">cyress.com/go/usb</a>   |
| 無線/RF       | <a href="http://cyress.com/go/wireless">cyress.com/go/wireless</a>   |

### PSoC®ソリューション

[psoc.cyress.com/solutions](http://psoc.cyress.com/solutions)  
PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 4 | PSoC 5LP

### サイプレス開発者コミュニティ

[コミュニティ](#) | [フォーラム](#) | [ブログ](#) | [ビデオ](#) | [トレーニング](#)

### テクニカル サポート

[cyress.com/go/support](http://cyress.com/go/support)

PSoC はサイプレス セミコンダクタ社の登録商標であり、F-RAM は同社の商標です。本書で言及するその他すべての商標または登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。



Cypress Semiconductor    Phone : 408-943-2600  
198 Champion Court    Fax : 408-943-4730  
San Jose, CA 95134-1709    Website : [www.cyress.com](http://www.cyress.com)

© Cypress Semiconductor Corporation, 2013-2015. 本書に記載される情報は予告なく変更される場合があります。Cypress Semiconductor Corporation (サイプレス セミコンダクタ社) は、サイプレス製品に組み込まれた回路以外のいかなる回路を使用することに対して一切の責任を負いません。サイプレス セミコンダクタ社は、特許またはその他の権利に基づくライセンスを譲渡することも、または含意することはありません。サイプレス製品は、サイプレスとの書面による合意に基づくものでない限り、医療、生命維持、救命、重要な管理、または安全の用途のために使用することを保証するものではなく、また使用することを意図したものでもありません。さらにサイプレスは、誤動作や故障によって使用者に重大な傷害をもたらすことが合理的に予想される生命維持システムの重要なコンポーネントとしてサイプレス製品を使用することを許可していません。生命維持システムの用途にサイプレス製品を供することは、製造者がそのような使用におけるあらゆるリスクを負うことを意味し、その結果サイプレスはあらゆる責任を免除されることを意味します。

このソースコード (ソフトウェアおよび/またはファームウェア) はサイプレス セミコンダクタ社 (以下「サイプレス」) が所有し、全世界の特許権保護 (米国およびその他の国)、米国の著作権法ならびに国際協定の条項により保護され、かつそれらに従います。サイプレスが本書面によりライセンスに付与するライセンスは、個人的、非独占的かつ譲渡不能のライセンスであり、適用される契約で指定されたサイプレスの集積回路と併用されるライセンスの製品のみをサポートするカスタム ソフトウェアおよび/またはカスタム ファームウェアを作成する目的に限って、サイプレスのソース コードの派生著作物をコピー、使用、変更して作成するためのライセンス、ならびにサイプレスのソース コードおよび派生著作物をコンパイルするためのライセンスです。上記で指定された場合を除き、サイプレスの書面による明示的な許可なくして本ソース コードを複製、変更、変換、コンパイル、または表示することはすべて禁止します。

免責条項: サイプレスは、明示的または黙示的を問わず、本資料に関するいかなる種類の保証も行いません。これには、商品性または特定目的への適合性の黙示的な保証が含まれますが、これに限定されません。サイプレスは、本書に記載される資料に対して今後予告なく変更を加える権利を留保します。サイプレスは、本書に記載されるいかなる製品または回路を適用または使用したことによって生ずるいかなる責任も負いません。サイプレスは、誤動作や故障によって使用者に重大な傷害をもたらすことが合理的に予想される生命維持システムの重要なコンポーネントとしてサイプレス製品を使用することを許可していません。生命維持システムの用途にサイプレス製品を供することは、製造者がそのような使用におけるあらゆるリスクを負うことを意味し、その結果サイプレスはあらゆる責任を免除されることを意味します。

ソフトウェアの使用は、適用されるサイプレス ソフトウェア ライセンス契約によって制限され、かつ制約される場合があります。