

人工知能(AI)を実装する組み込みシステムにシリアル NAND フラッシュを採用すべき理由



この記事では、人工知能(AI)を組み込みシステムに実装する開発者がブートコードおよびアプリケーションコード格納用に、シリアル NOR フラッシュからシリアル NAND フラッシュに移行することの利点に目を向け、NAND フラッシュの信頼性や寿命、パフォーマンスについて改めて検討すべき理由を説明します。

近年、組み込みシステムに対して AI が急速に採用され始めています。アナリスト会社 IDC によると、AI を搭載したエッジコンピューティングシステム用のプロセッサ市場が 2023 年まで年平均成長率 65% で増加することが見込まれています。一方、組み込みシステムに AI を実装するためには、より大きなサイズのコードを格納する不揮発性メモリが求められています。したがって、組み込みシステムのブートコードとアプリケーションコードの格納用に現在最もよく使われているシリアル NOR フラッシュにおいても、さらなる大容量化が必要となっています。また、組み込みシステムは、定期的なフィールドアップデートやセキュリティパッチの適用なども必要であることから、プログラム/イレースのパフォーマンスに対してもさらなる向上が求められています。

NOR フラッシュの弱点

NOR フラッシュは、組み込みシステムのコードストレージにおいて定評があります。NOR フラッシュのテクノロジーは本質的に堅牢であり、“End-to-End”のシグナルインテグリティを保有し、10 万時間以上のデータ保持をサポートします。NOR フラッシュは、512M ビットまでの容量帯においてビット単価のコスト競争力がありますが、ムーアの法則で唱えられているスケーリング(プロセスの微細化)の観点では大幅に遅れを取りました。

しかし、組み込みシステムに AI を実装し始めている多くの開発者にとって、NOR フラッシュのスケーリングの遅れは問題を引き起こします。機械学習などのアプリケーションは複雑なコードを生成するため、1G ビット以上のコードストレージを必要とし、この容量帯における NOR フラッシュのビット単価は NAND フラッシュと比べて割高です。これは、NAND フラッシュがムーアの法則に従って 46nm、32nm、2xnm、1xnm と推移していったためです。チップ面積とコストの間には非常に密接な相関関係があるため、1G ビット以上の高容量帯において、プロセスノードが小さいほど NAND フラッシュは NOR フラッシュよりも安価になります。

今日のスマートデバイスやコネクテッドデバイスは、セキュリティパッチや機能のアップグレードを行うためフィールドアップデートや OTA(Over-the-air)アップデートを必要とします。一般的な OTA アップデートでは、不揮発メモリに格納された既存コードを新規コードで上書きします。つまり、アップデート実行中にシステムの電源を切る必要があります。ダウンタイムを最小限に抑えるため、開発者は出来るだけ早く更新プログラムを上書きしたいと考えるでしょう。したがって、OTA アップデートにとって重要なパフォーマンスは、プログラム/イレーズ時間であり、これはシリアル NOR フラッシュよりシリアル NAND フラッシュの方が優れています。

NAND フラッシュの評判における問題点

組込みシステム向けの AI アプリケーションにおいて、NAND フラッシュの価格とパフォーマンスには利点があります。しかし、開発者たちにシリアル NAND を選択してもらうためには、意識改革を必要とします。これは、超大容量 NAND のユースケースのみに基づいた先入観が、すべての NAND フラッシュに対して持たれてしまっていることに起因します。

ラップトップコンピューターやタブレットなどで使われる SSD(ソリッドステートディスク)向けの超大容量 NAND フラッシュにおいては、データ整合性およびデータリテンションの優先順位を下げ、大容量と低ビット単価が実現されています。事実、音楽やビデオファイルの数ビットの破損や損失は、最先端のプロセスノードで製造された超大容量 NAND フラッシュにとっては許容範囲内と言えます。しかし、組込みシステムのコードストレージ用に最適化されたシリアル NAND フラッシュのパフォーマンスは、最先端の超大容量 NAND フラッシュとは大きく異なります。

ウィンボンドのハイパフォーマンス・高信頼性シリアル NAND フラッシュ

組込みシステムにおけるコードストレージ用としてシリアル NOR フラッシュからシリアル NAND フラッシュへの移行を加速するため、ウィンボンドは NAND フラッシュを以下のように改良しました。

- 1 セクタあたり 1 ビットのビットエラー
- 最大 83MB/秒の高速読出しパフォーマンス
- シリアル NOR フラッシュとのハードウェア/ソフトウェア互換性

ウィンボンドのシリアル NAND フラッシュ QspiNAND(Quad SPI NAND)の高い信頼性は、46nm プロセスでの製造と SLC(シングルレベルセル)のメモリセル構成によって得られます。この世代の製造プロセスは、長年にわたり市場で利用されてきたことにより、信頼性と品質が証明されています。ウィンボンドの 46nm プロセスによるシリアル NAND フラッシュ QspiNAND は、10 万時間以上のデータ保持を保証しています。さらに、ウィンボンドのシリアル NAND フラッシュ QspiNAND には、1 ビット ECC(Error Correction Code)が実装されており、書込みと読出しの両オペレーションでデータの整合性を維持します。

パフォーマンスがさらに強化されたウィンボンドの第二世代シリアル NAND フラッシュ

ウィンボンドのシリアル NAND フラッシュ QspiNAND は、シリアル NOR フラッシュより優れたパフォーマンスとコストの優位性を実現します。組み込みシステムに実装された AI においても、機械学習アルゴリズムをローカルに実装する推論エンジンは、非常に複雑なコンピューティング操作をミリ秒単位で頻繁に実行する必要があります。これには、高速なデータ読出しパフォーマンスが必要です。

ウィンボンドの第一世代のシリアル NAND フラッシュ QspiNAND において、読出しスループットは最大 52MB/秒でした。昨年発表したウィンボンドの第二世代のシリアル NAND フラッシュ QspiNAND W25N-JW シリーズでは、最大読出しスループットが 83MB/秒です（図 1 参照）。さらに、W25N-JW のチップを二枚スタックした W72N-JW シリーズでは 166MB/秒まで倍増させることが可能です。W72N-JW シリーズは、デュアル Quad SPI インターフェースにより 8 つの I/O で構成されています。ホストコントローラは一つのチップセレクト端子を介して W72N-JW の操作が可能です（図 2 参照）。

この高速読出しスループットにより組み込みシステムのレイテンシが短縮されます。ウィンボンドのシリアル NAND フラッシュ QspiNAND は、スピーディーな OTA アップデートもサポートし、ダウンタイムを最小限に抑えるという性能も備えています。シリアル NOR フラッシュの書き込みスループットが 0.36MB/秒なのに対し、シリアル NAND フラッシュ QspiNAND は 8.5MB/秒です。シリアル NOR フラッシュが 1G ビットのデータをプログラミングするのにかかる合計時間は約 6 分ですが、第二世代のシリアル NAND フラッシュ QspiNAND ではわずか 15 秒しかかかりません。イレース時間は、シリアル NOR フラッシュでは 64K バイトのブロックに対して 150ms ですが、シリアル NAND フラッシュ QspiNAND では 128K バイトのブロックに対して 2ms です。

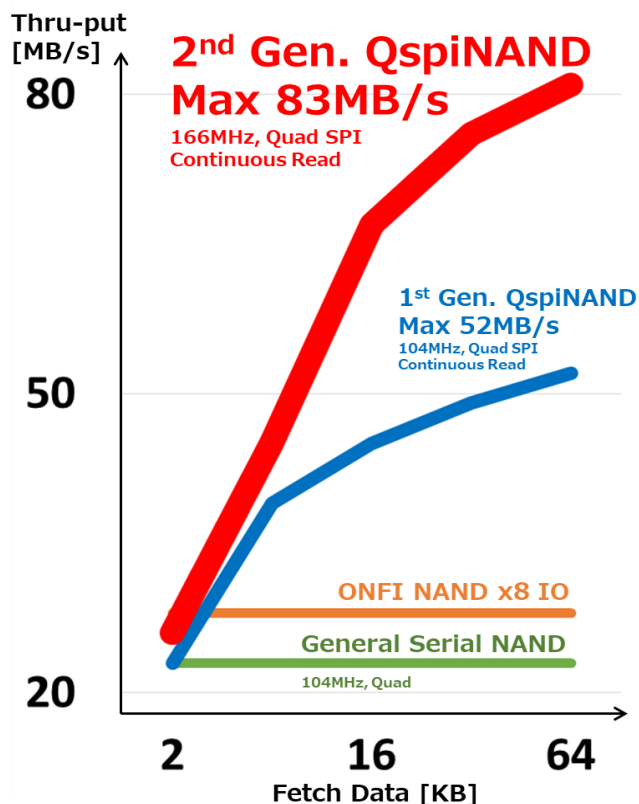


図 1：ウィンボンドの第二世代シリアル NAND フラッシュ QspiNAND W25N-JW は、最大 83MB/秒の読出しスループットを提供する（画像著作権：ウィンボンド・エレクトロニクス株式会社）

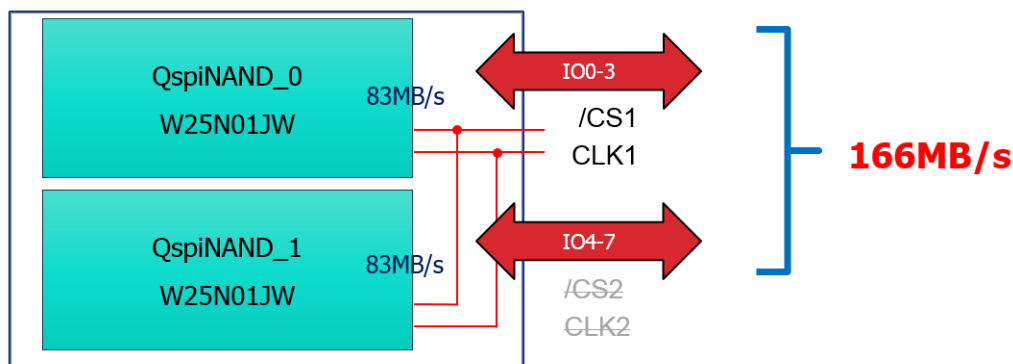


図 2：ウィンボンドのデュアル QspiNAND W72N-JW は、最大 166MB/秒の読出しスループットを提供する（画像著作権：ウィンボンド・エレクトロニクス株式会社）

組み込みシステムへ簡単に統合可能

AIの機能を組み込みシステムに統合する傾向は、1Gビット以上の容量で割高なシリアル NOR フラッシュの代替としてシリアル NAND フラッシュに移行する動きを強力に後押しします。ウインボンドのシリアル NAND フラッシュ QspiNAND は、シリアル NOR フラッシュのインターフェースとソフトウェアの互換性があり、追加で必要なコマンド数は、NAND フラッシュ固有の操作、ECC、ルックアップテーブル(LUT)制御の 5 個だけです。さらに、業界標準のフットプリントと互換性をもったピン配置で提供されるため、シリアル NOR フラッシュを実装した既存デザインに対して単純に置き換え可能です。

また、ウインボンドのシリアル NAND フラッシュ QspiNAND は、NXP セミコンダクターズや ST マイクロエレクトロニクス、ルネサス エレクトロニクスなどの SoC プロバイダーにサポートされており、そのエコシステムによってさらに採用が促進されるでしょう。たとえば、NXP セミコンダクターズは、エッジコンピューティングプロセッサ LS1012A の開発ボード FRWY-LS1012A に、ウインボンドの SpiStack（シリアル NOR フラッシュとシリアル NAND フラッシュを 1 つのパッケージにスタックした製品）を採用しました。QspiNAND フラッシュに Linux®オペレーティングシステムコードが格納され、シリアル NOR フラッシュにブートコードが格納されています。

第 2 世代の QspiNAND は現在 1G ビットにて提供していますが、2G ビットや 4G ビットなどの容量にも拡張可能です。これは最先端の AI テクノロジーなどにより 1G ビット以上のコードストレージを必要とする組み込み開発者のニーズに対するロードマップを提供します。

お問い合わせ先

ウインボンド・エレクトロニクス株式会社 マーケティング & FAE 部

mkt_online.jp@winbond.com

<http://www.winbond.com>

winbond
We Deliver