

超高速書き込みを実現したシリアル NAND フラッシュ QspiNAND :

車載コードの OTA アップデートを可能にする 新たな選択肢



OTA (Over-the-Air) アップデートは、次世代の自動車において、急速に必須機能になりつつあります。OTA アップデートが効果的に動作し、自動車のユーザーに受け入れられるためには、安全で高信頼性、かつ迅速であることが不可欠です。スピードは、ユーザーのためにも、そして運用上の有効性のためにも必要不可欠です。

自動車に搭載されるプロセッサベースの電子制御ユニット (ECU) の数が増加していることは、よく知られています。自動車のシステムアーキテクトにとって重要なのは、自動車の新しいアプリケーションや開発中のアプリケーションのコードサイズも同時に増加していることです。これは、運転支援や自律運転機能の実装がプレミアムモデルに始まり、ミッドレンジから低価格車にまで急速に広がっていることが一因です。

衝突回避など先進運転支援システム (ADAS) の初期の機能は、一般的に 256M ビット以下のコードで実装可能でした。現在開発中の新型車では、複数のセンサーを介して動作するレーダーや LiDAR などの測距・検知技術を利用し、より洗練された運転支援機能を搭載しています (図 1 参照)。高速道路のオートパイロットや車線維持支援など、これらの高度なセンサーシステムが対応するアプリケーションでは、コードサイズが急激に増大しています。例えば、現在開発中の車において、フロントカメラの ECU は容量が 1~2G ビットのコードを実行することになると予測されています。このため、自動車のシステムアーキテクトは、ECU 内の不揮発性コードストレージの選択肢を再評価する必要があります。信頼性に優れ、データの整合性が高く、データ保持時間が長いこと、従来はコードストレージとしてシリアル NOR フラッシュが広く採用されてきましたが、最近ではシリアル NAND フラッシュへの移行を検討するスケーリング論が、電子工学関連の出版物や技術会議でもよく取り上げられるようになってきました。



Audi A7 piloted driving concept

Sensoren- und Kamerasystem

Sensors and camera system

05/16

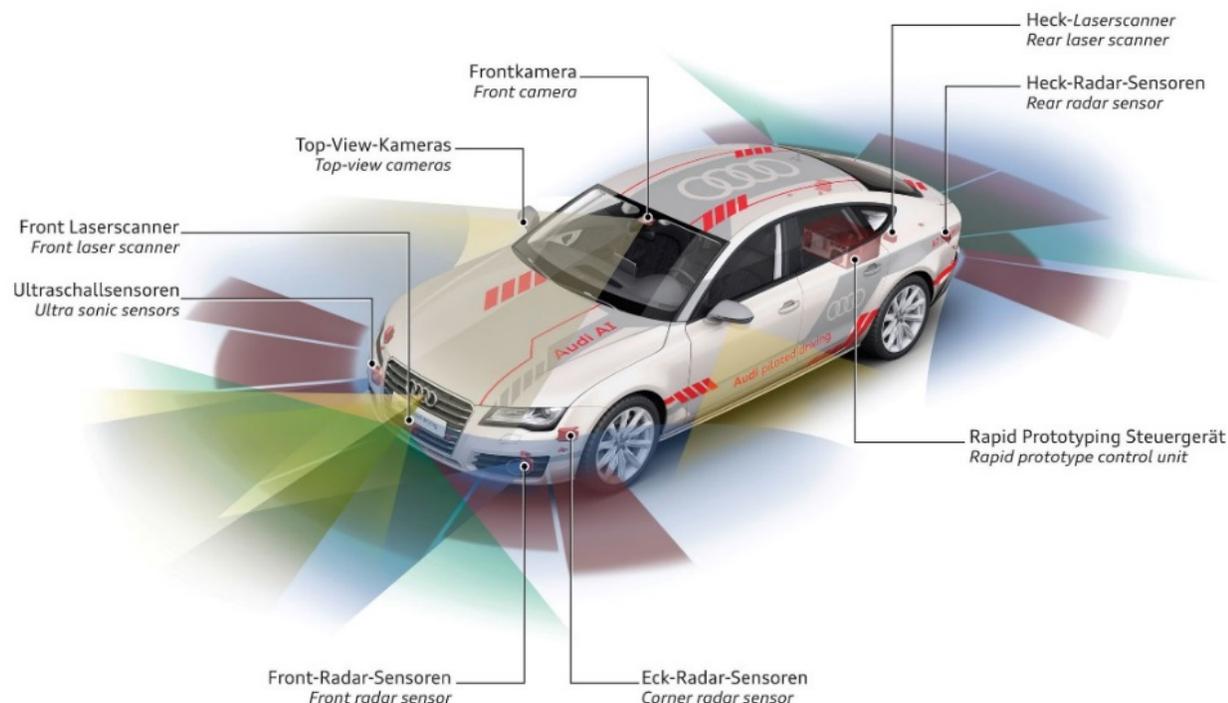


図 1 : Audi の A7 モデル向け「パイロットドライブコンセプト」は、新しい車のデザインに搭載された複数のセンサーを示している。(画像提供 : AUDI AG)

NOR フラッシュの構造ではダイ面積に占める 1 ビットあたりのメモセル面積が NAND フラッシュより大きいです。メモセル面積は、NOR フラッシュで $10F^2$ 、NAND フラッシュで $4F^2$ となっています。ダイ面積はコストと相関がありますが、完全に直線的な相関性ではありません。512M ビット未満の容量では、制御ロジック回路とインターフェース回路が占める面積の割合が比較的高いため、メモセルのサイズは総コストへの影響が小さく、NOR フラッシュが有利となります。しかし、512M ビット以上の容量では、メモセルがダイ面積の大部分を占めるため、NOR フラッシュよりもメモセルのサイズが小さい NAND フラッシュが有利となります。

例えば、フロントカメラの 1~2G ビットのようなサイズの大きいコードを保存する場合、シリアル NAND フラッシュは、同等のシリアル NOR フラッシュの約半分のコストで済むため、検討する価値があります。しかし、多くのシステムアーキテクトにとって、ソフトウェアの OTA (Over-the-Air) アップデートに対応する必要性が、シリアル NAND フラッシュを検討する最も大きな要因になっているようです。これに関しては、最新のシリアル NAND フラッシュにおける優れた書き込みスループットが、シリアル NOR フラッシュと比べて強力な利点をもたらします。

新たなセキュリティ上の脅威からの保護

OTA (Over-the-Air) アップデートは、次世代の自動車において、急速に必須機能になりつつあります。これには主に 2 つの理由があります。第一に、運転支援や自律運転機能の採用が増えていることで、自動車はこれまで以上に悪意のあるサイバー攻撃の標的になりやすくなったことです。自動車がソフトウェアによって操縦可能となっている場合、ソフトウェアがハッキングおよび改ざんされ、自律走行モードで危険な動作をするように指示されてしまう可能性があります。自動車内のハッキングされたファームウェアにセキュリティパッチを適用する最速の方法は、OTA アップデートです。

OTA アップデートを採用する 2 つ目の理由は、コストと利便性です。車が停車中にアップデートが自動配信され適用されるのであれば、所有者は車をサービスセンターに持ち込む手間が省け、アップデート適用のためにサービスセンターと契約する自動車メーカー側のコストも削減できます。また、OTA アップデートが自動車メーカーにとって基本的に無料であるなら、これまでよりもずっと頻繁にアップデートを配信することができ、自動車メーカーは車載ソフトウェア機能を継続的に更新してアップグレードすることで、製品の価値を高めることも可能です。

すでに車載市場における新モデルでは、OTA アップデートへの対応が本格化しています。2017 年には、Bosch の広報担当者が「数年後には、すべての新車で自動ソフトウェアアップデートが可能になるでしょう」と話していました。また、Continental 社は、OTA アップデートのサポートに必要な技術を自社の ECU に実装することを公言しています。

OTA アップデートのための重要なパラメータ：消去とプログラム速度

OTA アップデートが効果的に動作し、自動車のユーザーに受け入れられるためには、安全で高信頼性、かつ迅速であることが不可欠です。スピードは、ユーザーのためにも（車はアップデート中使用することができない）、そして運用上の有効性のためにも必要不可欠です。アップデートプロセスが短いほど、自動車メーカーのデータセンターへ無線接続するとき、切断による中断や無効化の確率が低くなります。

そして、ソフトウェアの高速アップデートにおいて、新しいシリアル NAND フラッシュは、最速のシリアル NOR フラッシュよりも明らかに優位性があります。NAND フラッシュは、独自のアクセラレーション技術を適用しなくても構造上 NOR フラッシュより高速です。

表 1 は、ウインボンドの 2Gb のシリアル NOR フラッシュ W25H02JV と、2Gb のシリアル NAND フラッシュ W25N02JW

（QspiNAND はウインボンドのシリアル NAND フラッシュ製品のブランド名）のアップデート時間を比較した結果です。OTA アップデートの動作は 2 段階で実行されます。まず、古いコードがメモリから消去され、その後新しいコードが書き込まれます。シリアル NAND フラッシュの消去処理の速度は、シリアル NOR フラッシュの約 100 倍です。ウインボンドの高性能 QspiNAND（Quad SPI NAND）のプログラム速度は、市場最速であるシリアル NOR フラッシュの約 5 倍です。全体として、シリアル NAND フラッシュの書き込みスループットは、最速のシリアル NOR フラッシュよりも 10 倍以上高速です。これは、例えば 2G ビットのソフトウェアスタックを書き込むとき、シリアル NAND フラッシュ W25N02JW では、所要時間がわずか 35 秒で済むことを意味しています。シリアル NOR フラッシュ W25H02JV に同じコードを格納するには、22 分を要します。

	W25H02JV 2G ビット 3V シリアル NOR	W25N02JW 2G ビット 1.8V シリアル NAND (QspiNAND)
最大読み出しスループット	80M バイト/秒	80M バイト/秒
消去サイズ	1 ブロック = 64K バイト	1 ブロック = 128K バイト
消去時間 (標準)	150ms/ブロック	2ms/ブロック
全ブロックの消去時間	600 秒	4 秒
プログラムサイズ	1 ページ = 256 バイト	1 ページ = 2,048 バイト
プログラム時間 (標準)	700μs/ページ	250μs/ページ
全ページのプログラム時間	700 秒	31 秒
全ブロック・全ページに対する 消去とプログラム時間	1,300 秒 (~22 分)	35 秒
相対コスト	1x	0.5x

表 1: シリアル NOR と QspiNAND の速度比較 (出典: ウィンボンド)

ウィンボンドの QspiNAND は、実証済みかつ堅牢な自社の 46nm シングルレベルセル (SLC) プロセスで製造され、シリアル NOR フラッシュに匹敵するデータの整合性と耐久性を提供し、自動車の動作寿命全体にわたって安全性が不可欠である車載用アプリケーションにおいて、信頼できるパフォーマンスを実現します。

新たな問題 : ブート速度

自動車メーカーは OTA アップデートの速度の点で、512M ビット以上の大容量コードに対して高い書き込みスループットを提供するシリアル NAND フラッシュを採用するようになっていきます。

しかし、コード量の増加は、書き込み速度だけではなく、ブート速度にも影響を与えます。フロントカメラなどの ADAS システムでは、フラッシュメモリがコードシャドウイングモードとして使用されています。つまり、起動時にコードがフラッシュメモリから LPDDR4 などの DRAM にダウンロードされます。このダウンロード時間は、総起動時間を決定付ける重要なパラメータです。車のドライバーは、スタートボタンを押してから数秒以内に車載システムの準備が整うことを期待しており、自動車メーカーは、このダウンロード時間を非常に重要視しています。表 1 に示すように、ウィンボンドの QspiNAND は、標準的なシリアル NOR フラッシュと同様のパフォーマンスを提供します。最大 80M バイト/秒の読み



図 3: ウィンボンドの OctalNAND フラッシュは、最大 240M バイト/秒の読み出しスループットを提供し、車載アプリケーションで高速起動を実現する。(画像提供: ウィンボンド)

出しスループットでは、1Gビットのコードを1.5秒でダウンロードできます。これは車載における許容範囲内です。しかし、2Gビットのコードでは、ダウンロード時間は3秒にまで上昇し、車両の総起動時間がより長くなります。ダウンロード時間を短縮したいと考える自動車メーカーもあるでしょう。その場合、最新の NAND フラッシュ技術が適しているかもしれません（図3参照）。ウインボンドの OctalNAND フラッシュは、Octal NOR フラッシュと比較してビットあたりのコスト優位性を提供し、また書き込みスループットにおいても優位性をもたらします。OctalNAND は、DRAM と類似した x8 インターフェースの恩恵を受けて、最大 240M バイト/秒というより高い読み出しスループットを提供します。Octal NAND フラッシュを使用すると、2Gビットのコードをわずか1秒でダウンロードでき、どの自動車メーカーの起動時間仕様にも十分な速さで対応できます。

ウインボンドの OctalNAND、W35N-JW の 8×6mm BGA パッケージは、シリアル NOR フラッシュとフットプリント互換性があります。また、現在市販されている Xccela™ Flash および Octal NOR Flash 製品と完全なピン互換性があります。

コスト、スピード、生産効率のメリット

512Mビット以上の車載用コード格納に QspiNAND を使用すると、同等のシリアル NOR フラッシュと比較して約 50%コストを削減できるので、これ自体で大きな利点といえます。さらに、自動車メーカーは現在、OTA アップデートの実装に不可欠である書き込み時間の劇的な短縮が QspiNAND や OctalNAND により実現可能であることを認識し始めています。

QspiNAND の高速な書き込み時間は、ECU に大量のコードを書き込む際の工場での効率性とスループットを向上させるため、安全性を必要とする、またはミッションクリティカルなアプリケーション向けコード格納用に、シリアル NOR フラッシュから置き換えるもう1つの利点となっています。

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>

The logo for Winbond, featuring the word "winbond" in a bold, italicized, red sans-serif font.