

車載インフォテインメントシステム向け NAND型フラッシュメモリ

NAND Flash Memory for Car Infotainment Systems

上杉 功貴 大野 英二 多部 光一 森 若林

■ UESUGI Koki ■ OHNO Eiji ■ TABE Koichi ■ MORI Wakaki

近年の車載向けナビゲーションシステムでは、従来が主として地図情報の提供を目的としていたのに対し、インフォテインメントシステムと呼ばれる“インフォメーション”と“エンターテインメント”を同時に提供する、より高機能化したシステムが主流になりつつある。

東芝は、このような車載インフォテインメントシステム向けに、e・MMC^(†)(Embedded MultiMedia Card)、SDメモリカード、及びSSD(ソリッドステートドライブ)といった様々なNAND型フラッシュメモリ製品を開発し、提供している。システム開発ベンダーは、用途に応じて最適なNAND型フラッシュメモリ製品を使用することで、高機能、かつ高性能な車載インフォテインメントシステムを構築することができる。

In recent years, conventional car navigation systems that provide mainly map information have evolved into car infotainment systems. These highly functional systems, which provide both information and entertainment, have become the mainstream in the market.

Toshiba has been developing and supplying the market with various NAND flash memory products such as the embedded multimedia card (e・MMC^(†)), secure digital (SD) memory cards, and solid-state drives (SSDs) for car infotainment systems. Though the optimal utilization of these NAND flash memory products according to the application, system developers can construct high-performance and high-functionality car infotainment systems.

1 まえがき

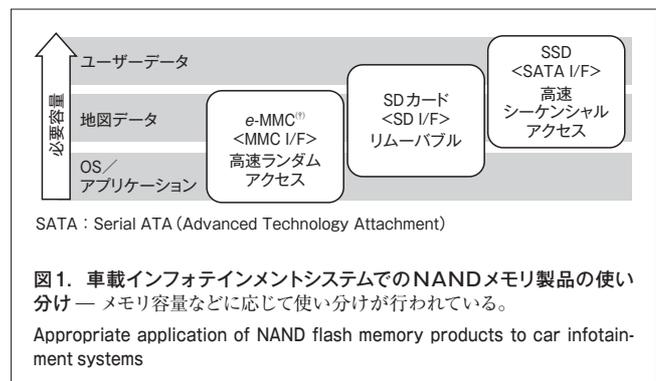
近年、インフォテインメントシステムに代表されるように、車載向けのナビゲーションやオーディオビジュアルシステムの高機能化が進んでいる。

システムの高機能化が進むにつれ、OS(基本ソフトウェア)などのシステムソフトウェアや地図、音楽、映像などの情報を保存するストレージ製品に対し、高速化や、大容量化、高信頼性などの多様な要求が強くなってきている。

ここでは、車載インフォテインメントシステム向けに東芝が開発し、提供しているNAND型フラッシュメモリ(以下、NANDメモリと略記)製品について述べる。

2 車載インフォテインメント向けNANDメモリ製品

NANDメモリを使用するためには、データのエラー訂正や、不良ブロック管理、ウェアレベリングといったメモリ管理を行う必要がある。このメモリ管理は、NANDメモリの世代やメーカーごとの仕様の違いに応じて、制御を変える必要があり、ホスト側に大きな開発負荷を強いることになる。このため、現在では、このメモリ管理を行うためのコントローラを内蔵したNANDメモリ製品が普及してきている。コントローラは、メモリ管理を行うとともに、NANDメモリとのインタフェース(I/F)を汎用的なI/Fに変換し、ホストプロセッサとの接続を容易にしている。



車載インフォテインメントシステムでは、格納するデータの種類などに応じて、e・MMC^(†)、SDメモリカード(以下、SDカードと略記)、及びSSDのコントローラ内蔵NANDメモリ製品が使い分けられている(図1)。

以降の章では、これらの製品における当社の取組みについて述べる。

3 車載インフォテインメント向けe・MMC^(†)

3.1 e・MMC^(†)の概要

e・MMC^(†)は、組込み機器向けのメモリ規格である。スマートフォンに代表される民生機器に広く使われており、インタフェースやコマンドセット、パッケージなどの規格化がJEDEC Solid

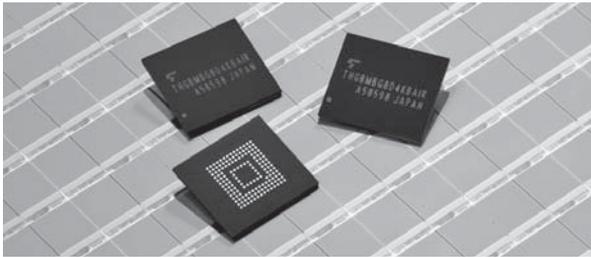
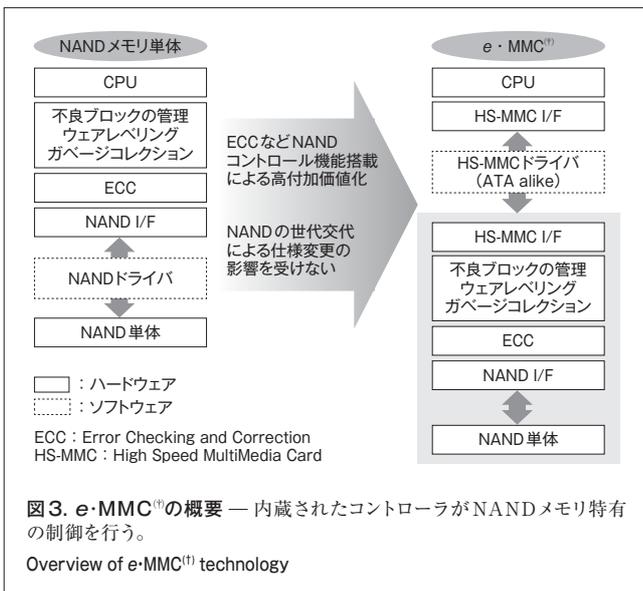


図2. e-MMC[®]—写真は外形寸法11.5×13 mm, はんだボール数153のパッケージで, 他にも外形寸法12×16 mm, はんだボール数169のパッケージなどが, JEDECで標準化されている。

Appearance of e-MMC[®] cards



State Technology Association (以下, JEDEC と略記)^(注1)で行われている。

当社はJEDECのメンバー企業として, e-MMC[®]の仕様策定に貢献し, いち早く最新のJEDEC規格に準拠したe-MMC[®]製品を開発している(図2)。

前章で述べたように, e-MMC[®]はNANDメモリを制御するコントローラを内蔵しており, NANDメモリを利用するうえで必要な制御を行っている(図3)。

3.2 車載インフォテインメント向けe-MMC[®]の特長

当社は, スマートフォンなどの民生機器向けのe-MMC[®]を以前から開発し, 量産している。ここでは, 新たに開発した, 車載インフォテインメント向けe-MMC[®]の特長について述べる。

車載インフォテインメント向けe-MMC[®]と民生機器向けe-MMC[®]の大きな違いは, 動作温度範囲と信頼性である(表1)。

民生機器向け製品では-25 ~ 85℃である動作温度範囲を, 車載インフォテインメント向けでは-40 ~ 85℃に拡張した。民

表1. 民生機器向けと車載インフォテインメント向けのe-MMC[®]の比較
Comparison of e-MMC[®] cards for consumer electronics and car infotainment systems

項目	民生機器向け	車載インフォテインメント向け
動作温度 (°C)	-25 ~ 85	-40 ~ 85
信頼性試験	JEDEC規格をベースにした東芝基準	追加の信頼性試験を実施
容量 (Gバイト)	4/8/16/32/64/128	4/8/16/32

生機器は, 一般に室内での使用が想定されるため, 低温側は-25℃までの動作を保証できればよい。これに対して車載インフォテインメントシステムは, 基本的には車のキャビン内に配置されるが, 寒冷地では-25℃を下回る温度でも起動できることが強く求められる。この要求に応えるため, 低温側の動作温度範囲を-40℃まで拡張した。

また, 一般に, 車載向け機器に対する信頼性要求は, 民生機器に比べると高い。当社のe-MMC[®]がターゲットとする車載インフォテインメントシステムでは, エンジンコントローラなどの車載電子機器とは異なり直接人命に関わることはないが, 長期間使用されることが, システムの交換及び修理のコストが高いという側面から, 民生機器に比べて高い信頼性が要求される。当社の車載インフォテインメント向けe-MMC[®]では, 自動車業界標準である米国車載電子部品評議会 (AEC) の信頼性試験規格AEC-Q100に準じた信頼性試験項目のいくつかを追加して実施し, 更に出荷時のスクリーニング条件を最適化することにより信頼性を高めている。

車載インフォテインメント向けe-MMC[®]としては, 現在, 19 nmプロセスのNANDメモリを採用したe-MMC[®] Ver.4.5準拠の製品をラインアップしている。インタフェーススピードは最大で200 Mバイト/sに達し, 車載インフォテインメントシステムの高い性能要求に応えられる。

当社は, NANDメモリだけでなく, コントローラのハードウェア及びファームウェアの開発も自社で行っている。当社のNANDメモリに最適なきめ細かな制御を行うことで, 高速ランダムアクセス性能や, 不慮の電源遮断への耐性, リフレッシュ機能によるデータ保持の長寿命化など, 高付加価値のe-MMC[®]製品を実現している。

他社のe-MMC[®]製品の中には, 異なるメーカーのメモリとコントローラを組み合わせたものも存在する。NANDメモリの性能を最大限に引き出すためには, メモリの特性に合わせたコントローラの最適化が不可欠であり, メモリとコントローラ両方の技術を持つことは, 当社の大きな強みとなっている。

4 車載インフォテインメント向けSDカード

4.1 SDカードの概要

SDカードは, 主にデジタルスチルカメラでの写真やビデオカ

(注1) メモリなどの半導体技術の標準化を行っている業界団体。

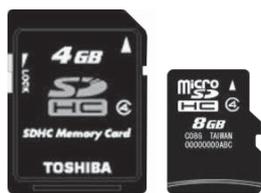


図4. SDカード — SDカードやmicroSDカードなどがある。
Appearance of SD memory card and microSD memory card

メラでの動画の記録媒体として広く使用されている。簡単に抜き差しができるリムーバブルメディアのため、機器間でのデータの授受が容易である。また、フィーチャーフォンやスマートフォン用の外部記録媒体として、外形寸法が小さいmicroSDカードも広く使用されている。これらの外観を図4に示す。

SDカードは、SD Association (以下、SDAと略記)^(注2)によって世界共通の規格化がされているため、対応機器が多いことや使用しやすいという利点がある。

当社は、SDAの創立時からボードメンバーとして参画しており、仕様の策定などを行っている。

SDカードも、前述のe・MMC^(†)と同様に、NANDメモリとそれを制御するコントローラを内蔵しており、NANDメモリを利用するうえで必要な制御を行っている。

4.2 車載インフォテインメント向けSDカードの特長

当社は、ナビゲーションやディスプレイオーディオなどの車載インフォテインメント機器のストレージメディアとして、リムーバブルで世界の共通規格となっているSDカードを、早くから市場に投入している。

ナビゲーションシステムの地図データは、新しい道路が作られるなどで、定期的な更新が必要になる。SDカードは、更新の際に手軽に交換できるリムーバブルメディアとして有用である。

車載インフォテインメント向けと民生機器向けのSDカードの違いを表2に示す。大きな違いは、搭載しているNANDメモリ、動作温度範囲、及び信頼性と、付加機能である。

民生機器向けはコストを重視しているため、TLC (Triple Level Cell) という一つのセルに8値記録できるNANDメモリを使用しているが、車載インフォテインメント向けは、信頼性

表2. 民生機器向けと車載インフォテインメント向けのSDカードの比較
Comparison of SD memory cards for consumer electronics and car infotainment systems

項目	民生機器向け	車載インフォテインメント向け
搭載NANDメモリ	TLC	MLC
動作温度 (°C)	-25 ~ 85	-30 ~ 85
信頼性試験	SDA規格をベースにした東芝基準	追加の信頼性試験を実施

(注2) SDカードに関する標準化を行っている業界団体。

表3. 車載インフォテインメント向けSDカードの付加機能
Added functions of SD memory card for car infotainment systems

車載インフォテインメント向けSDカードの付加機能	処理
電源瞬断対応機能	書き込み時の電源断によるデータ破壊防止
データリフレッシュ機能	読み出し回数増大によるデータ破壊防止 データ保持におけるビット化け防止
カードステータスコマンド	カード寿命の管理

が重視されているため、MLC (Multi Level Cell) という一つのセルに4値記録できるNANDメモリを搭載している。これにより、より高い信頼性を確保しながらコストパフォーマンスに優れた製品を実現している。

また、動作温度範囲は、室内での使用を想定した民生機器向け製品に対し、車載インフォテインメント向けでは様々な環境下での使用を想定し、-30 ~ 85°Cに拡張されている。

更に、前述のe・MMC^(†)のように、一般に車載向け機器に対する信頼性への要求は、民生機器に比べると高い。そのため、当社の車載インフォテインメント向けSDカードでは、より強化した信頼性試験を実施することで、信頼性を高めている。

車載インフォテインメント向けSDカードが持つ、民生機器向けSDカードに対する付加機能を表3に示す。

当社の車載インフォテインメント向けSDカードは、品質や信頼性の高いNANDメモリに加え自社で開発したコントローラを搭載し、SD及びmicroSDの二つのフォームファクタを用意することで、様々なユーザーの要求に応えている。

5 クライアントSSDの車載インフォテインメント用途への対応

5.1 クライアントSSDの概要

クライアントSSDは、NANDメモリを記憶媒体としたストレージデバイスであり、HDD (ハードディスクドライブ) と同じようにメインのストレージとして使用されている。現在、クライアントSSDはノートPC (パソコン) を中心に、HDDからの置換えとPCの小型・薄型化の動向により採用が増えている。また産業機器用途でも、データ処理速度が速いことや、HDDと比べて機構部がないため、耐振動・衝撃特性が優れていることなどで採用事例が増えている。

当社のクライアントSSDには、NANDメモリを開発しているメーカーだからこそできる、最先端のNANDメモリを使いこなすコントローラ技術が組み込まれている。信頼性面では独自の強力なエラー訂正機能であるQSBC (Quadruple Swing-By Code) を搭載している。また高精度なウェアレベリングや、不良ブロック管理、データ品質を維持するための定期的なパトリール機能などは、ユーザーが特別な設定をすることなく使用

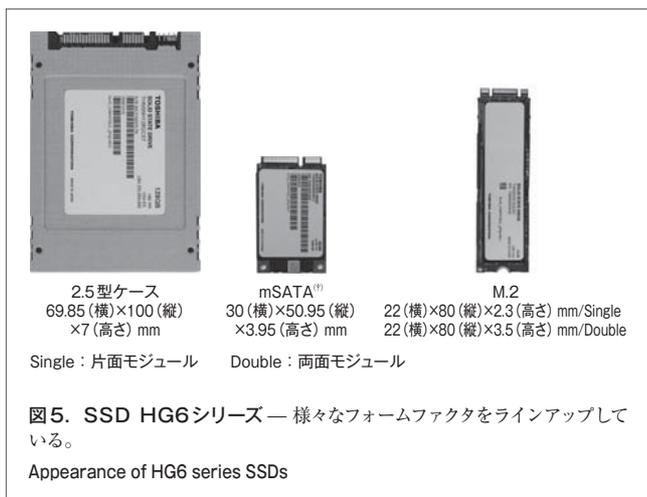


表4. HG6シリーズの主な仕様
Specifications of HG6 series SSDs

項目	仕様
搭載NANDメモリ	MLC
容量 (G/バイト)	60/128/256/512
形状	2.5型ケース / mSATA ⁽¹⁾ / M.2
インタフェース	SATA 6 Gビット/s
データ処理性能 (容量256 G/バイト品)	シーケンシャル書込み: 510 Miバイト/s (128 Kiバイト単位の転送時) シーケンシャル読出し: 460 Miバイト/s (128 Kiバイト単位の転送時) ランダム書込み: 90 kIOPS (4 Kiバイト単位の転送, QD=32のとき) ランダム読出し: 35 kIOPS (4 Kiバイト単位の転送, QD=32のとき)

Miバイト: メビバイト, 2²⁰バイト
Kiバイト: キビバイト, 2¹⁰バイト
IOPS : Input Output per Second (1秒間に読込み, 書込みができる回数)
QD : Queue Depth (同時に発行される命令数)

できる。クライアントSSDの例としてHG6シリーズの外観を図5に、主な仕様を表4に示す。

5.2 動作温度範囲を拡張したクライアントSSD

産業機器用途にも標準品が幅広く使われているが、屋外で使用する機器に搭載するため動作温度、特にマイナス側の動作温度を保証した製品への要求がある。また、車載インフォテインメント用途での引合いも増えている。SSDが耐振動・衝撃特性に優れていることや、データ処理が速く、システムの起動時間を短縮できることなどから、車載HDDとの置換えを目的に検討が進んでいる。

この要求に対応するため、まず動作温度範囲の仕様を車載HDDと同じ-30～85℃に拡張したモデルであるHG6wの量産を2013年10月から開始した。更に、2014年末に計画している次機種種のHG6kでは動作温度範囲を-40～85℃に拡張する(表5)。

現状、これらの製品は民生品の動作温度範囲を単純に拡

(注3) 2014年7月時点、当社調べ。

表5. クライアントSSDの標準品と動作温度拡張品との比較

Comparison of specifications of standard SSD and SSDs with extended operating temperature

項目	標準品	動作温度拡張品	
		HG6w	HG6k
型名	HG6	HG6w	HG6k
搭載NANDメモリ	MLC		
動作温度 (°C)	0～70	-30～85	-40～85
データ処理性能	表4と同じ		

張したものである。今後、顧客の要求仕様を確認しながら製品化し、ラインアップを拡充していく。

6 あとがき

当社のNANDメモリ製品の車載インフォテインメントシステム市場への取組みについて述べた。システム開発ベンダーは、用途に応じて最適なNANDメモリ製品を使用することで、高機能かつ高性能な車載インフォテインメントシステムを構築することができる。

総合ストレージメーカーとして、車載インフォテインメント向けにe・MMC⁽²⁾、SDカード、及びSSDの全てのNANDメモリ製品をラインアップしているのは、世界で当社だけである(注3)。今後も車載インフォテインメントシステム向けに、多様な顧客要求に対応した様々な最先端メモリ製品を開発していく。

・ e・MMCは、JEDEC Solid State Technology Associationの商標。
・ mSATAは、Serial ATA International Organizationの商標。



上杉 功貴 UESUGI Koki

セミコンダクター&ストレージ社 メモリ事業部 メモリ応用技術第一部参事。NANDフラッシュメモリ製品の応用技術に従事。

Memory Div.



大野 英二 OHNO Eiji

セミコンダクター&ストレージ社 メモリ事業部 メモリ応用技術第一部参事。NANDフラッシュメモリ製品の応用技術に従事。

Memory Div.



多部 光一 TABE Koichi

セミコンダクター&ストレージ社 メモリ事業部 メモリ応用技術第二部参事。NANDフラッシュメモリ製品の応用技術に従事。

Memory Div.



森 若林 MORI Wakaki

セミコンダクター&ストレージ社 メモリ事業部 メモリ応用技術第一部主務。NANDフラッシュメモリ製品の応用技術に従事。

Memory Div.