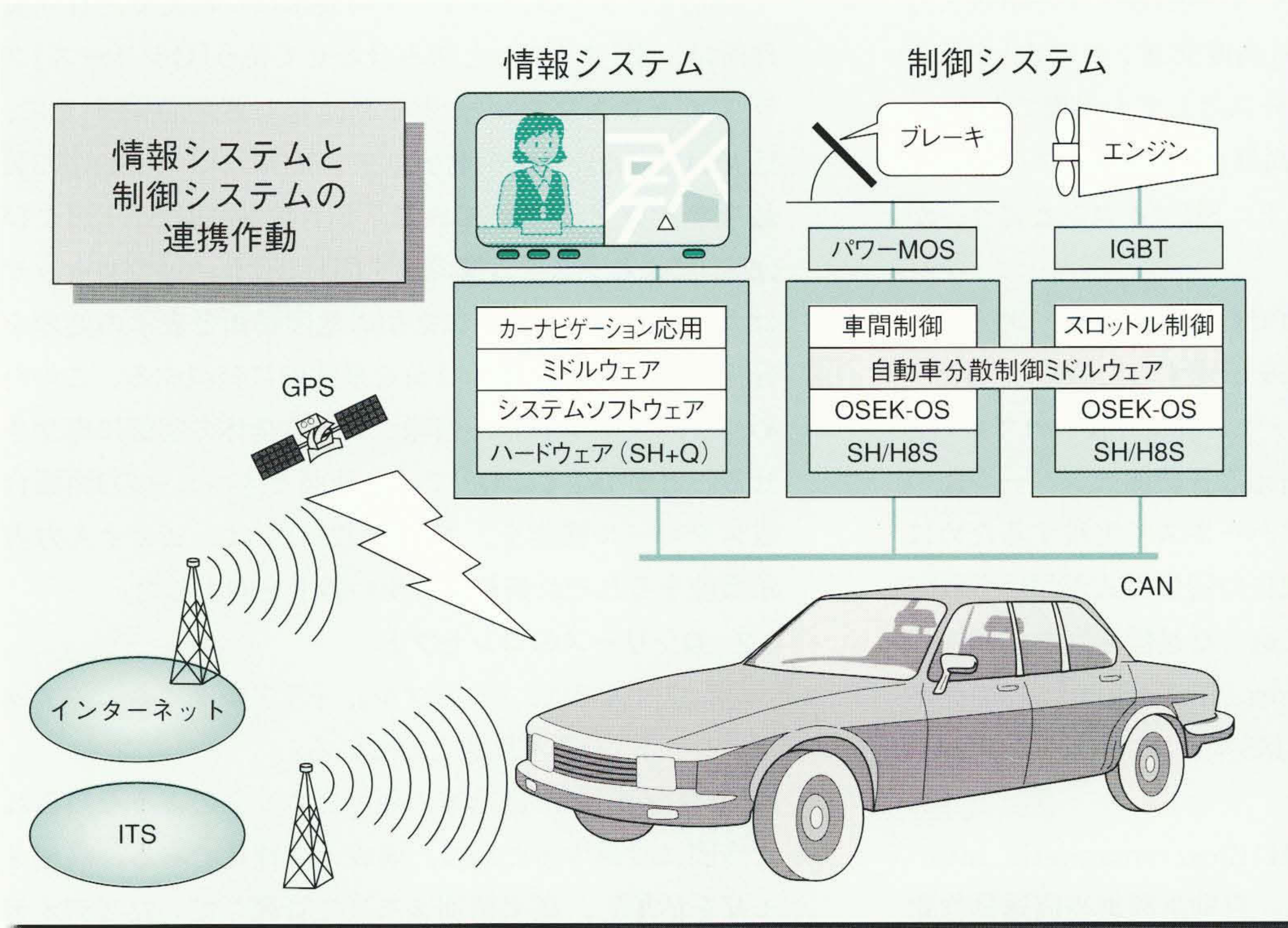


ITS時代の自動車用半導体技術

Semiconductor Technologies for Automotive Electronics on Era of “ITS”

中塚康弘 Yasuhiro Nakatsuka
宇野重雄 Shigeo Uno

渡辺照一 Terukazu Watanabe
森 睦宏 Mutsuhiro Mori



注：略語説明

GPS (Global Positioning System)
Q (グラフィックスLSI)
SH/H8S (マイクロプロセッサLSI)
MOS (Metal-Oxide Semiconductor)
IGBT (絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)
OS (Operating System)
OSEK (欧州自動車制御、OS、通信の標準化団体)
CAN (Controller Area Network)
ITS (Intelligent Transportation System)

自動車情報・制御システム

新時代のカーエレクトロニクスは、各種半導体とその応用技術で飛躍的な進歩を遂げる。そこでは、情報システムと制御システムが連携動作し、自動車情報・制御のプラットフォームを形成する。

自動車には、制御や情報関連などで、さまざまな半導体が使われるようになった。さらに、ITS(高度交通システム)や、インターネットなどの通信インフラストラクチャーの活用も進み、情報システムと制御システムが互いに連携動作し、安全で快適な運転環境が実現されようとしている。

日立製作所は、この「自動車情報制御システム」の分野で、情報処理CPUとしての“SuperH RISC engine”や、表示用「Qシリーズ」グラフィックスプロセッサ、機器制御CPUとしての“H8S”マイコン、メカニカル制御用のパワーデバイスなどを開発し、総合的なソリューションの提案を進めている。

1 はじめに

半導体は今日では、エンジンや操舵(だ)、制動制御をはじめ、自動車内のいたるところでさまざまな機能を実現するキーデバイスとなっている。これらのデバイスが連携動作すると、走行効率や安全性、運転者の満足度が飛躍的に高まるものと考ええる。21世紀を目前に控え、自動車は新時代の移動システムとなる。これを「自動車情報制御システム」と呼ぶことにする。日立製作所は、自動車情報制御システムへの総合的なソリューションの提案を進めている。

自動車情報制御システムは、連携して動作する「情報システム」と「制御システム」で構成する。前者は現在、

カーナビゲーションが中心で、運転者とのインタフェースをつかさどる。後者は、ネットワークを介して各機能モジュールを協調動作させる。制御システムでは、ネットワークだけでなく、低ノイズ化や、点火系に使われる高耐圧大電流スイッチングなど、特殊な技術も必要である。また、欧州標準の“OSEK-OS”など、OS(Operating System)やドライバ、ミドルウェアの整備も重要である。

ここでは、自動車情報制御システムをバックアップする半導体技術の代表的な事例を、日立製作所の製品と技術に絡めて述べる。

2 日立製作所の自動車用半導体製品

前述のカーナビゲーション、ネットワークと低ノイズ

化、大電流スイッチングに関連する、日立製作所の半導体製品について以下に述べる。

カーナビゲーションでは、プロセッサ性能の飛躍的向上により、経路の探索と誘導、音声認識による情報入力が可能になった。また、ITS(高度交通システム)やインターネットなどのインタフェースとしても重要である。

ここでは、日立製作所の高性能組込み用プロセッサ“SuperH RISC engine”(以下、SHマイコンと言う。)が大きな役割を果たしている。

一方、車載用の小さな画面でも地図の擬似三次元表示などで、運転者に的確に情報を伝達するために、「Qシリーズ」グラフィックスプロセッサが数多く使われている。

ネットワークは、急速に増える各機能モジュール間のデータ共有を、少ないワイヤハーネスで実現するために有効である。これまで各社独自の通信方式が用いられていたが、リアルタイム制御に適した通信速度や信頼性の面から、CAN(Controller Area Network)が現在の標準である。日立製作所の「SH/H8Sマイコン」は、このCAN機能の整備に役立っている。

低ノイズ化は、放射性EMI(Electromagnetic Interference)を抑える技術である。自動車制御の高速動作化に伴い、重要度が増している。「H8Sシリーズ」マイコンは、電源電流変動をチップ内部で抑え込む特性改善に活躍している。

大電流スイッチングはパワーデバイスで実現される。最近の自動車にはモータやソレノイド、ランプなどが50個以上使われており、その制御に数多く適用される。パワーMOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)は、12 Vのバッテリー電圧を受け、電流を直接制御できる。制御のしやすさから急速に普及しはじめた。日立製作所は、最先端のトレンチゲート構造により、シリコン単位面積当たりの抵抗損失を半減した。パワーMOSFETに制御回路や保護回路などを集積したインテリジェントパワーMOSFETや、論理回路を集積したパワーIC〔IPIC(Intelligent Power IC)〕も開発し、装置の小型化と高信頼化を実現した。さらに、通信機能を内蔵してネットワーク制御も進めている。また、高電圧を制御する電気自動車用インバータや点火プラグなどでは、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)が使われる。

これらの自動車情報制御システムに関連する半導体技術と製品の特徴について以下に述べる。

3 カーナビゲーション表示制御

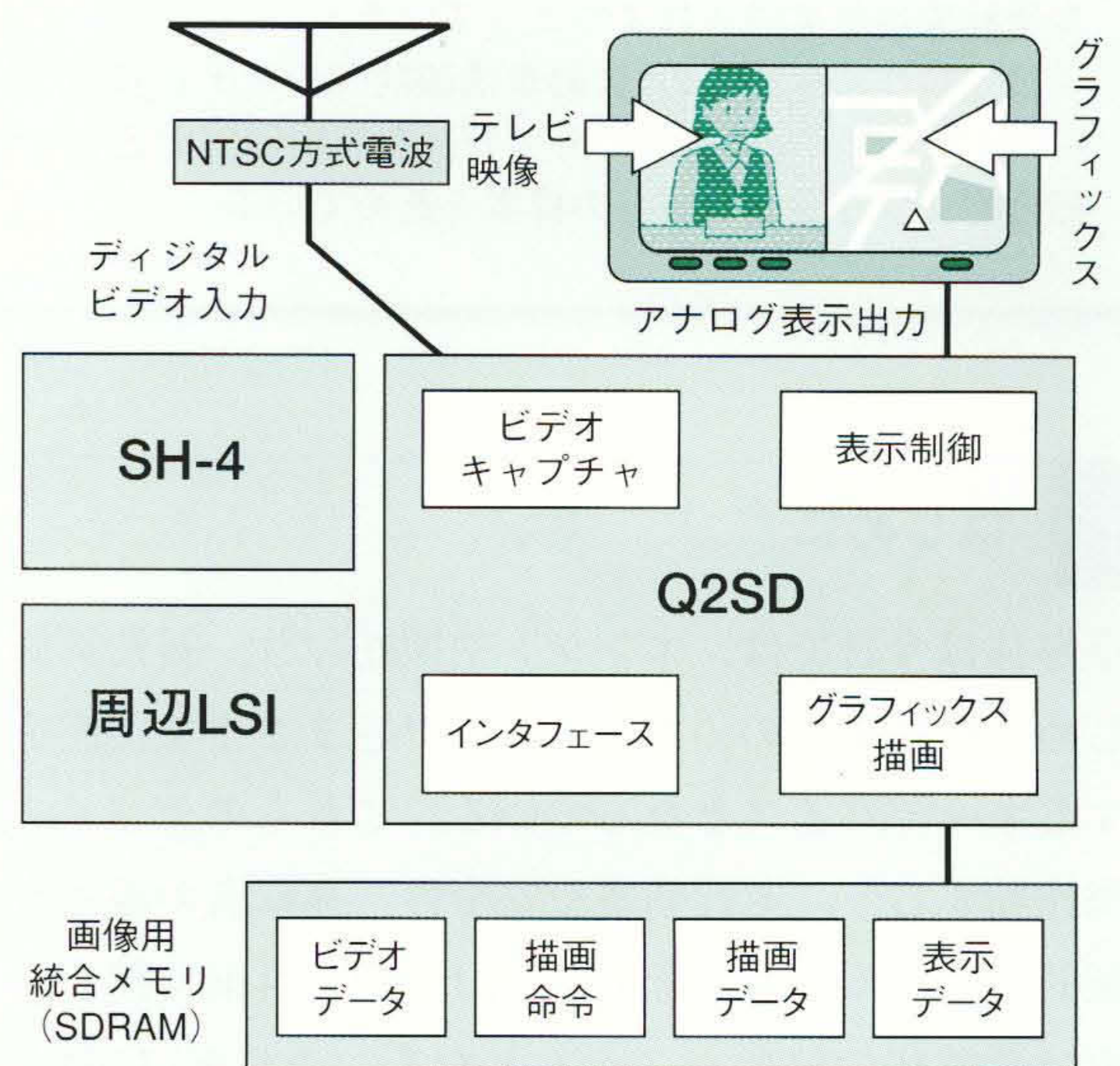
3.1 「Qシリーズ」グラフィックスプロセッサ

上記カーナビゲーションでの要求にこたえて、日立製作所は、SHマイコンと組み合わせて使う「Qシリーズ」グラフィックスプロセッサを製品化している。すでに、HD64411(Q2)、HD64412(Q2i)、HD64413(Q2SD)の3製品をラインアップしている。SH-4、周辺LSI、およびQ2SDによるシステム構成例を図1に示す。Q2プロセッサはカーナビゲーションに必須の地図描画と表示の処理を分担し、SHマイコンの負荷を飛躍的に軽減する。このため、SHマイコンには、情報システム全体の制御に専念させることができる。Q2iでは、地図とメニューの2画面合成スクロール機能を、さらにQ2SDでは、ビデオ入力表示機能をそれぞれ搭載して使い勝手を向上した。

3.2 Qシリーズのコンセプト

Qシリーズでは、「シンプル」、「リアルタイム」、「アップグレード」を基本思想としている。

「シンプル」は、自動車のキャビネットのような限られた空間に設置するための、構成の単純化である。高速メモリを活用し、従来個別メモリで管理していたビデオデータや描画命令、描画データ、および表示データを画像用統合メモリに集約することにより、メモリ数を減らした。



注：略語説明

NTSC (National Television System Committee)

SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory)

図1 Q2SDのシステム構成

新開発のバス調停方式により、ビデオキャプチャとグラフィックス描画機能をワンチップ化した。

また、グラフィックス描画と表示制御、ビデオキャプチャ、インタフェース機能を集積することにより、グラフィックスとビデオ画像の同時表示や、グラフィックスによるビデオ画像の加工など、多彩な表示もできるようにした。

「リアルタイム」は、地図描画の高速化を意味する。統合メモリへの適切なアクセス制御により、画面表示とビデオ入力を乱すことなく描画処理を行う。Q2SDでは画像用統合メモリとして66 MHzで作動する高速SDRAMを用い、 25×20 画素の長方形で毎秒9万個の描画が可能である。これに加えて、多角形やパターン付き破線など、地図描画用のコマンド体系を持っている。これにより、三角形の単なる塗りつぶしや実線描画機能だけの従来の描画LSIでは達成不能な、実効性能を得ることができる。

「アップグレード」は、ソフトウェア資産の活用を意味する。ラインアップした3製品とも、コマンドを上位互換とした。また、SHマイコンと並行して開発を進めることにより、システムとしてもアップグレードが可能であり、今後も、使い勝手を向上した展開を進める考えである。

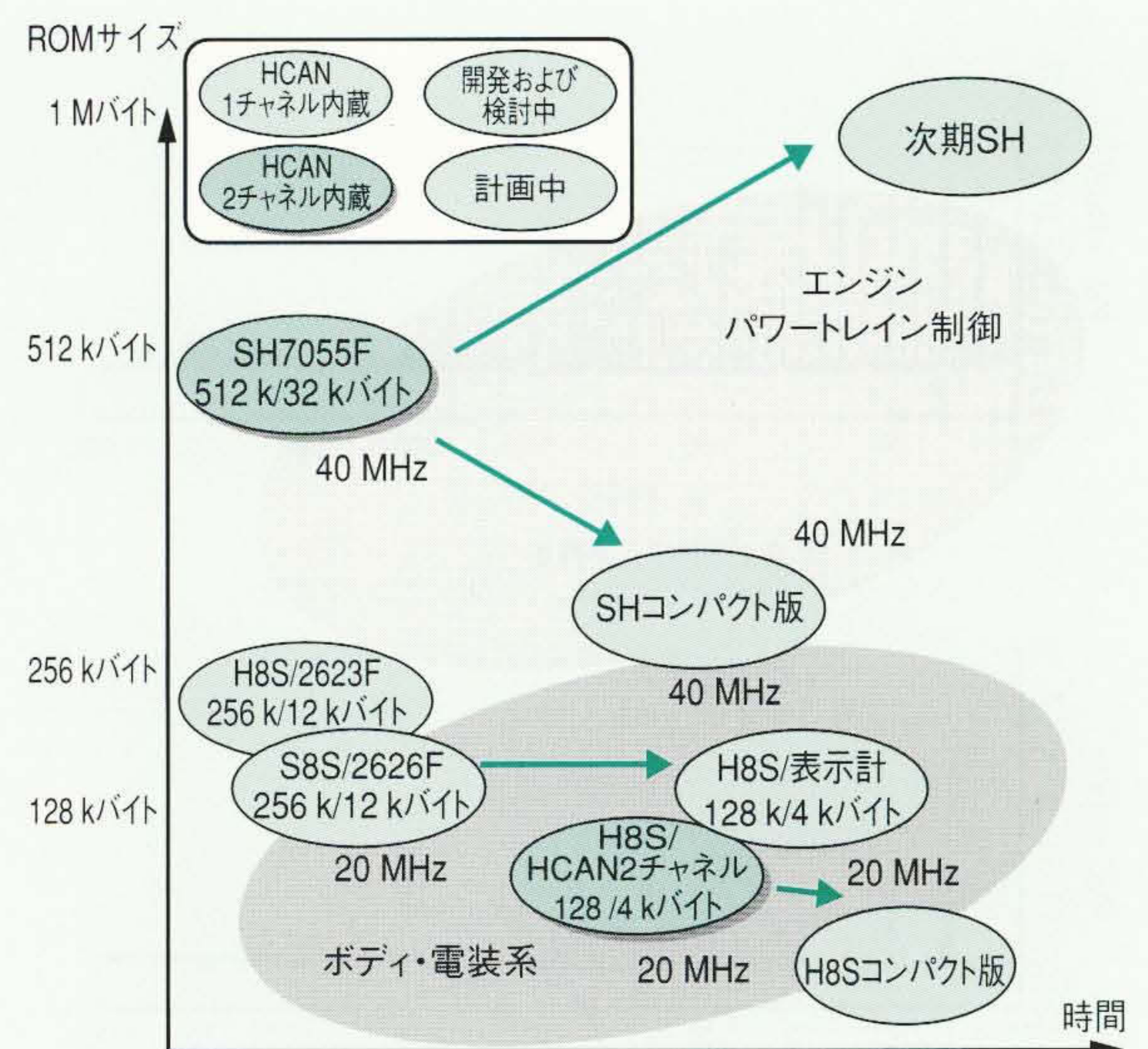
4 制御システム用マイコン

4.1 ネットワーク技術

日立製作所は、CAN用通信ICのニーズである低コストと省スペースをターゲットに、シングルチップマイコンに制御機能を内蔵する製品の充実を図っている。日立製作所のHCAN(Hitachi CAN)内蔵マイコンの製品展開を図2に示す。

HCANモジュールはすべてCANのバージョン2.0Bに準拠しており、各送信・受信バッファを計16本持つフルCANである。エンジン パワー トレインやスタビリティ制御のような高機能が要求される部分にはSH7055Fなど32ビット系マイコンを、ボディ・電装系制御のように低消費電力と高性能が要求される部分にはH8S/2623Fなどの16ビット系のマイコンをそれぞれ用いる。また、HCAN内蔵マイコンは全シリーズがフラッシュメモリ“F-ZTAT(Flexible Zero Turnaround Time)”も内蔵しており、ソフトウェア変更やフィールドでのプログラミングなどへの柔軟な対応が可能である。

今後もユーザーのニーズに合ったHCAN内蔵マイコンの展開を図るとともに、CAN同様標準となりつつある欧州の標準化団体(OSEK)のOSへの対応に関しても、SHマイコンおよびH8Sマイコンでの開発を進めている。



注：略語説明

ROM (Read-Only Memory)

図2 HCAN内蔵マイコンの展開

SHシリーズとH8SシリーズのHCAN内蔵マイコンの製品展開を示す。送受信バッファを16本搭載したVer.2.0B準拠のフルCANであり、全品種フラッシュメモリを内蔵している。

4.2 EMI特性改善への取組み

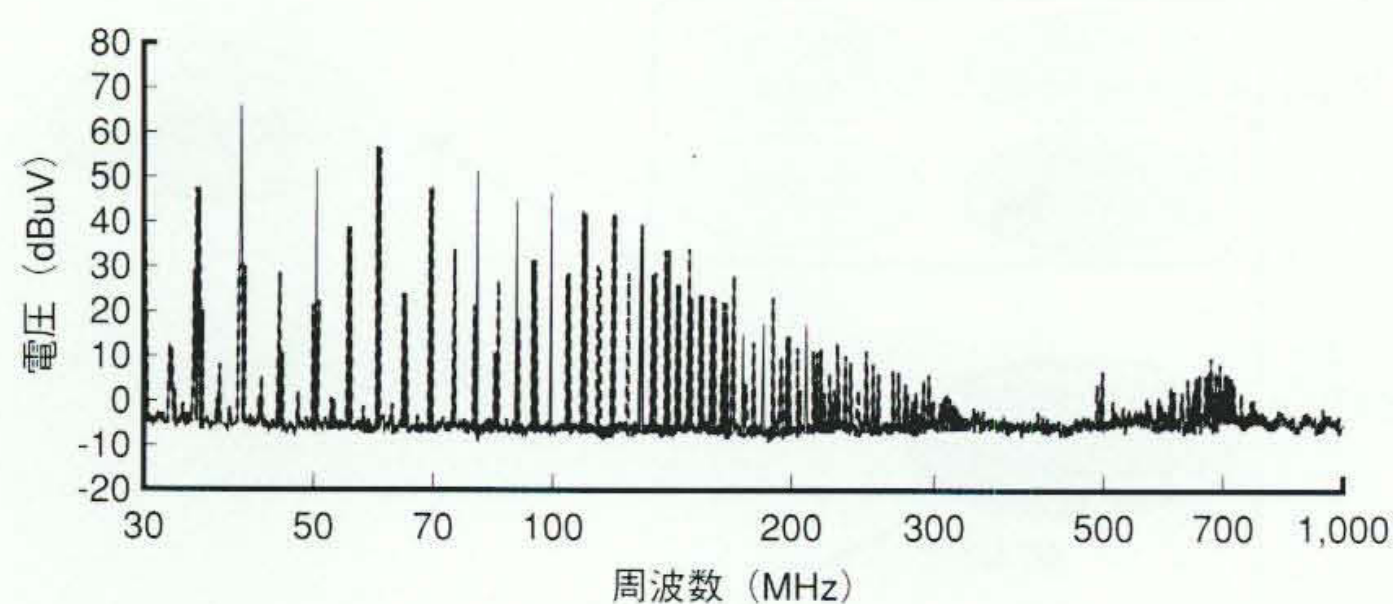
自動車エアバッグなどの制御に適した16ビットマイコン“H8S/2128F”のEMI特性を図3に示す。ノイズの影響が問題となるFM帯で、日立製作所従来製品に比べて-20 dBの特性を改善し、業界トップ水準を達成した。電源端子の適切配置や内部トランジスタサイズの適切化、内部電源配線の見直しなど、チップ設計面からの改善を行った結果である。

今後も、SH、H8Sシリーズを中心にEMI特性を改善するLSI設計を推進し、EMIを抑える実装技術、および機器レベルでのノイズ特性に対応するLSI単体のEMI評価技術の確立を目指していく考えである。

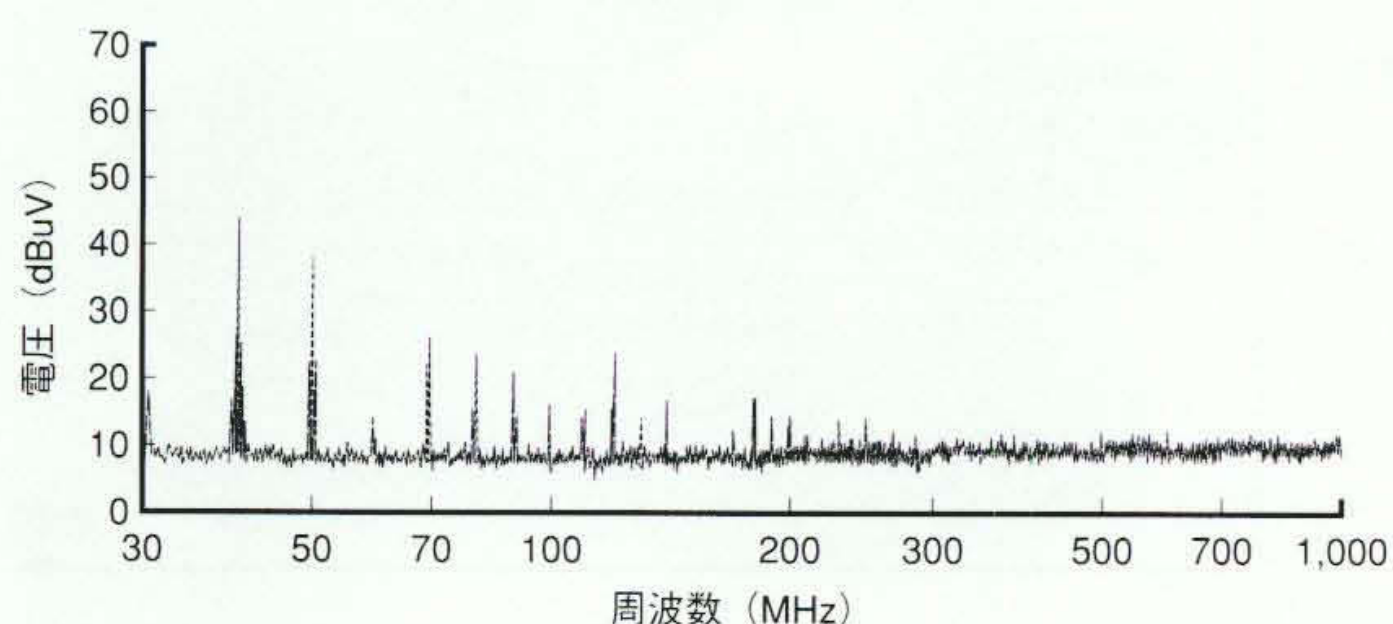
5 パワーデバイス技術

自動車用のパワーデバイスとしてはパワーMOSFETが主に使われているが、高電圧の制御には、IGBTが使われるようになってきた。

点火プラグのイグニッションコイルに流す電流を制御するインテリジェントIGBTを図4に示す。ICやLSIからの信号で直接駆動できるゲートを持ち、各種保護回路を内蔵し、電圧と電流を制御している。最近では、このようなインテリジェントIGBT(HF75117ほか)がエンジンの各気筒ごとに用いられており、マイコンでの適切なタイ



(a) 日立製作所従来製品の8ビットマイコン
(バイパスコンデンサなし, 10 MHzリセット状態)



(b) H8S/2127 (バイパスコンデンサなし, 10 MHzリセット状態)

図3 EMI特性の改善例

電源電流変動を確認する一手法であるVDE(ドイツ電気技術協会認証試験部)法により, 16ビットマイコンH8S/2127を測定した。

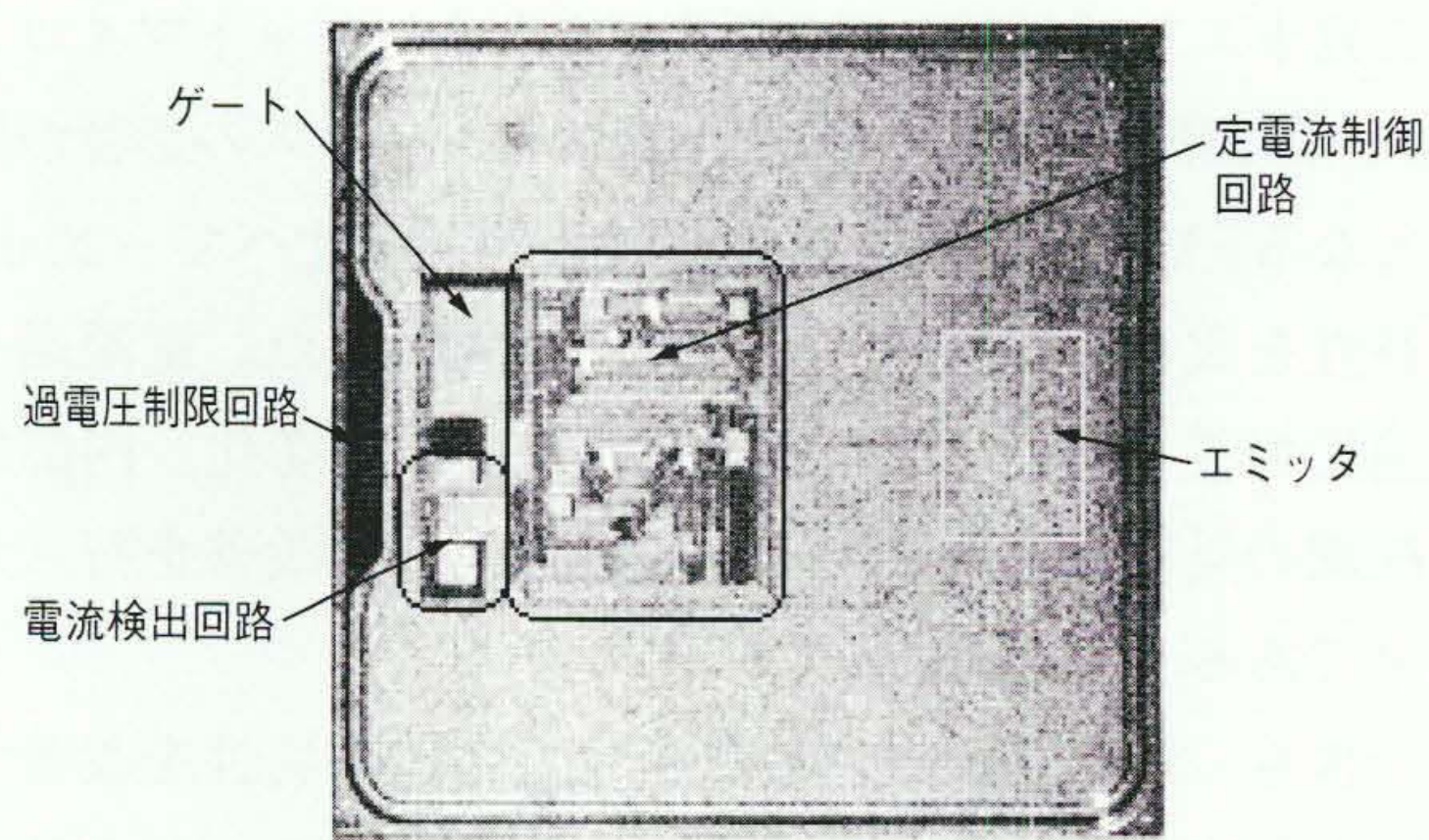


図4 インテリジェントIGBTの構造

ICで直接駆動が可能で, 点火プラグの放電を制御する各種保護回路を内蔵した。

ミング点火により, 燃費向上や排ガスのクリーン化を図ることができる。

また, IGBTは, 電気自動車のモータをインバータ制御するキーデバイスとして使われている。制御電力が数十キロワットにもなるため, 低損失なIGBTが求められている。日立製作所は, IGBTの微細化のためのスケーリング則を開発するとともに, パワーMOSFETと同様に, LSIの微細加工技術により, IGBTの低損失化を年々

図っている。また, IGBTの駆動回路や保護回路とともに, 同一パッケージ内に搭載した, 自動車の使用環境に耐える高信頼のインテリジェントIGBTモジュールを開発している。電気自動車では, そのほか, 充電器やDC-DCコンバータなど数多くのパワーデバイスが使用される。このように, 最先端のパワーデバイス技術により, 装置の低損失化や小型化, 高信頼化に今後も寄与していく考えである。

6 おわりに

ここでは, 自動車情報制御システムをバックアップする半導体技術の代表的な事例として, 日立製作所の製品と技術について述べた。

今後も, システム全体のニーズを的確にとらえ, 各サブシステムに適した製品展開を図っていく考えである。

参考文献

- 1) 自動車エレクトロニクス, 平成9年9月号, 山海堂
- 2) 交通工学会: ITSインテリジェント交通システム (1997-9)
- 3) 自動車技術, Vol. 52, No. 2(1998-2)

執筆者紹介



中塚康弘

1985年日立製作所入社, 日立研究所 情報制御第一研究部 所属
現在, 小型機器用グラフィックスLSIの研究開発に従事
情報処理学会会員, ACM会員, IEEE会員
E-mail: ynakatsu @ gm. hrl. hitachi. co. jp



宇野重雄

1992年日立製作所入社, 半導体グループ 電子統括営業本部 システムLSI技術本部 第一技術部 所属
現在, 自動車用半導体のマーケティングに従事
E-mail: suno @ denshi. head. hitachi. co. jp



渡辺照一

1980年株式会社日立マイコンシステム入社, 応用技術部 所属
現在, 16ビットマイコンのマーケティング・製品技術サポートに従事
E-mail: watanabe-terukazu @ hitachi-ul. co. jp



森 睦宏

1979年日立製作所入社, 日立研究所 パワーエレクトロニクス第一研究部 所属
現在, パワーデバイスの開発に従事
電気学会会員, IEEE会員
E-mail: mmori @ gm. hrl. hitachi. co. jp