

電子部品・半導体

衛星放送の時代を迎え、カラーテレビジョンは、一段と大形化・高画質化の傾向を強めている。ハイビジョン放送への期待も強い。これに対応してハイビジョン用32形カラーブラウン管を開発したほか、大形カラーブラウン管“HS-II”シリーズの充実を図った。また、以上の直視管と並んで、高輝度・高解像度の投射形ブラウン管も製品化した。

一方、OA化の波を反映してカラーディスプレイ管の需要も急増している。この分野では、15形・17形・21形各フラット管を開発して角形化、フラット化の要求にこたえた。

固体撮像素子の分野では、EE(露出自動化)機能、左右反転走査機能を備えた小形二次元素子を開発した。ドアカメラ用を中心に好評である。VTRカメラ用では、オンチップマイクロレンズ技術確立して、小形・軽量化に貢献している。また、ラインセンサ用では、カラー5kビット品を製品化し、カラーコピー・スキャナ分野の要求を満たしている。

液晶ディスプレイについては、640画素×400画素から1,120画素×780画素までの豊富な品ぞろえを行った。ノートブック形パーソナルコンピュータ(以下、パソコンと略す。)などOA機器の小形・軽量化、パーソナル化の進展とともにいっそうの急成長が見込まれている。カラー化についても10インチTFTの製品化を完了した。

撮像管の分野では、日本放送協会と共同開発したハーピコンがある。従来比10倍の高感度で、ハイビジョン用ばかりでなく、標準放送用としての需要も出てきている。

電子レンジ用マグネトロンでは、500 Wから700 Wまでのインバータ対応マグネトロンを製品化した。電子レンジの高機能化、軽量化の市場ニーズにこたえたものである。一方、高出力化の要求の強い欧州市場に対しては、900 Wマグネトロン(2 M246)を開発し、現地メーカーへの製品展開を進めている。

半導体市場は、1990年の前半にシリコンサイクルの底を迎えマイナス成長となったものの、後半から緩やかな回復基調に向かった。年間トータルのわが国の半導体生産額は、前年と同水準の3兆6,000億円と見られている。

シリコンサイクルの次のピークは1992年で、1991年は二けた成長というのが一般的な見方である。32ビットパソコン、ワークステーション、大形コンピュータなど先端情報機器の伸長とBSチューナ内蔵カラーテレビジョンなどの高品質AV機器の成長、さらには4 MビットDRAMに代表されるサブミクロンメモリ、高性能マイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)、高性能ASIC、専用LSI、BiCMOS、LSI、GaAsICなどの先端半導体製品の需要の伸びが期待されているからである。1991年は、サブミクロン製品およびASIC拡大の年となるであろう。

日立製作所も、こうした流れを踏まえてサブミクロン技術、さらにはハーフミクロン技術を駆使した最先端技術製品の開発や供給力の向上、顧客サポート体制の整備などを進めている。

メモリ関係では、4 MビットDRAM、1 MビットSRAMの生産体制を強化するとともに、品ぞろえの充実を図って情報機器の小形化、高性能化のニーズにこたえている。例えば、4 MビットDRAMの高速化(60 ns)、ワイドビット化(×8構成)、低電力化(150 μ A)、小形パッケージ化(TSOP)、1 MビットSRAMの高速化・低消費電力化(20 ns, 100 μ A)、BiCMOS技術による超高速化(15 ns)などがそれである。また、EPROMでも、メモリカードへの応用が期待される新デバイスIMフラッシュメモリを開発した。

マイコン関係では、日立オリジナルのH8シリーズのミドルレンジとしてH8/300の系列展開を行った。民生分野から産業分野までの広い用途に適用できるものである。また、ノート形パソコンなどでの展示の大形化・高品質化にこたえて、大画面TFTパネル駆動用のLSIを開発した。

ASIC関係では、サブミクロン技術による高集積CMOSフリーチャネル形ゲートアレー、自動診断機能内蔵セルベースICなどを開発したほか、デザインセンタの拡充を進めている。

さらに、バイポーラ系では、ECL高速論理LSI、BiCMOSによるHDD用LSI(ENDEC:変復調回路)、ディスクリート系では、パワーMOSFET、衛星放送受信機用GaAsIC、レジンモールドHEMT、高圧IGBTなどを製品化している。

16 MビットDRAMの開発

最先端の0.5 μm 微細プロセス技術と高速化技術、低消費電力化技術により、高速・低消費電力の16 MビットDRAMを世界に先駆けて開発した。

DRAM(Dynamic Random Access Memory)は大形計算機のメインメモリとしての用途に加え、ワークステーション、パーソナルコンピュータなどのマイクロプロセッサ利用システムにも広く用いられている。近年、大形計算機の高性能化、MPUの高性能・高機能化に伴い、大容量DRAMに対する要求が強い。また、高速化に対する要求も強くなってきている。このような要求にこたえるため、すでに0.8 μm 微細プロセス技術を使用して、アクセス時間60 nsの4 MビットDRAMを開発し、量産している。さらに、最先端の0.5 μm 微細プロセス技術と高速化技術、低消費電力化技術により、高速・低消費電力の16 MビットDRAMを世界に先駆けて開発した。

HM 5116100/HM 5116400シリーズ(図)は、最先端の0.5 μm CMOSプロセス技術を採用し、高集積・高速・低消費電力を実現した16 MビットDRAMである。

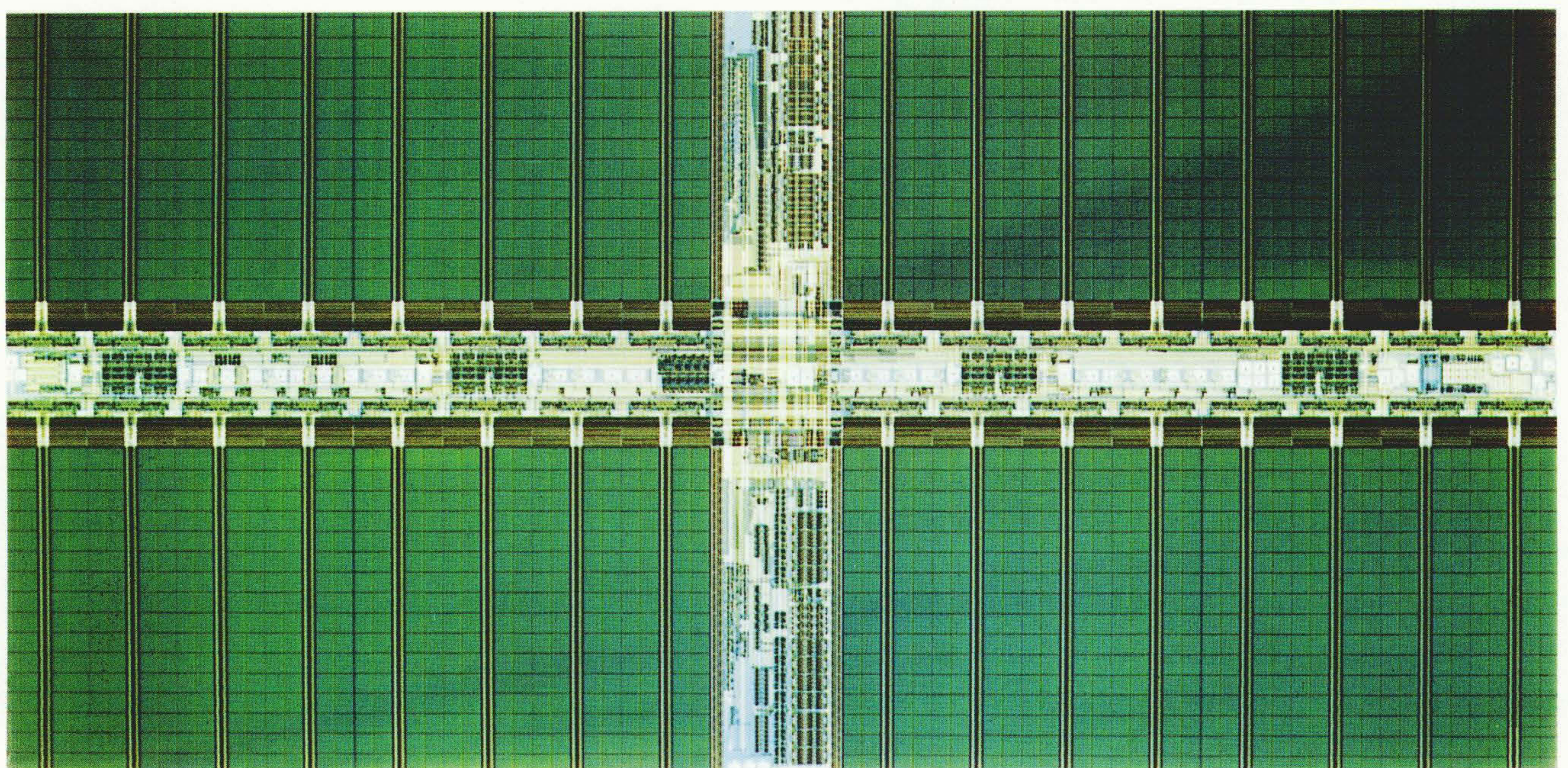
メモリセルは、4 MビットDRAMと同じく高集積に適し、 α 線に対して強いという特徴を持つ積層形容量セル(STC: Stacked Capacitor Cell)を採用している。低消費電力化のため、リフレッシュサイクルは従来の延長から決まる値の2倍である4,096/64 msとしている。このため、同時に動作するセンスアンプの数を従来の延長から決まる2,048/32 msの場合の $\frac{1}{2}$ に減らすことができ、動作電流を大幅に低減した。また、低消費電力を実現し、

微細化したトランジスタの性能を最大に発揮するために、16 MビットDRAMでは初めて内部降圧を採用した。外部電圧は従来と同じ5 Vに保ち、内部電圧を次世代の標準電圧である3.3 Vに降圧している。この内部降圧回路の採用と、回路、レイアウトの最適化によって、16 MビットDRAMの消費電流を4 MビットDRAMよりも小さくすることに成功した。

DRAMのアクセス時間は、MPUの高速動作に対応するため世代ごとに高速化してきた。16 MビットDRAMでは、配線抵抗の低減、電源線の強化、高性能トランジスタ、メタル2層プロセスなどにより、4 MビットDRAMと同等以上のアクセスの高速化を実現した。

配線抵抗の低減にはLOC(Lead On Chip)が効果的である。本方式ではボンディングパッドをチップ中央に配置でき、すべての回路をチップ中央に配置できるため、信号線による遅延を低減することができる。また、本構造では各回路への電源の供給は、リードフレームから最短距離で結ぶことができるため、電源線の抵抗低減が可能である。この方式を採用することによって、リードフレームの設計とボンディングパッドの配置を整合させる上での自由度が増す、周辺回路を一次元で配置できるので製品展開時に回路再配置の工数が単純化できる、などの大きな特徴がある。

今後は多様な市場ニーズに対応するため、ビット構成、パッケージなどの製品展開を進め、高速・大容量DRAMのラインアップを拡充していく予定である。



16 MビットDRAM “HM 5116100/HM 5116400”

高速化の進むSRAM

SRAMの高速化要求に対応するため、CMOSおよびBiCMOS技術を用いて、大容量から超高速までの高速SRAMの製品系列の拡充を図っている。

スーパーコンピュータ、大形コンピュータあるいはEWSの高性能化が進む中で、メインメモリ、キャッシュメモリ用途としてのSRAMの高速化あるいは専用化の要求が強くなってきている。このような背景のもと、CMOSおよびBiCMOS技術を用いて、メインメモリ用途としての大容量SRAM、キャッシュメモリ用途としての

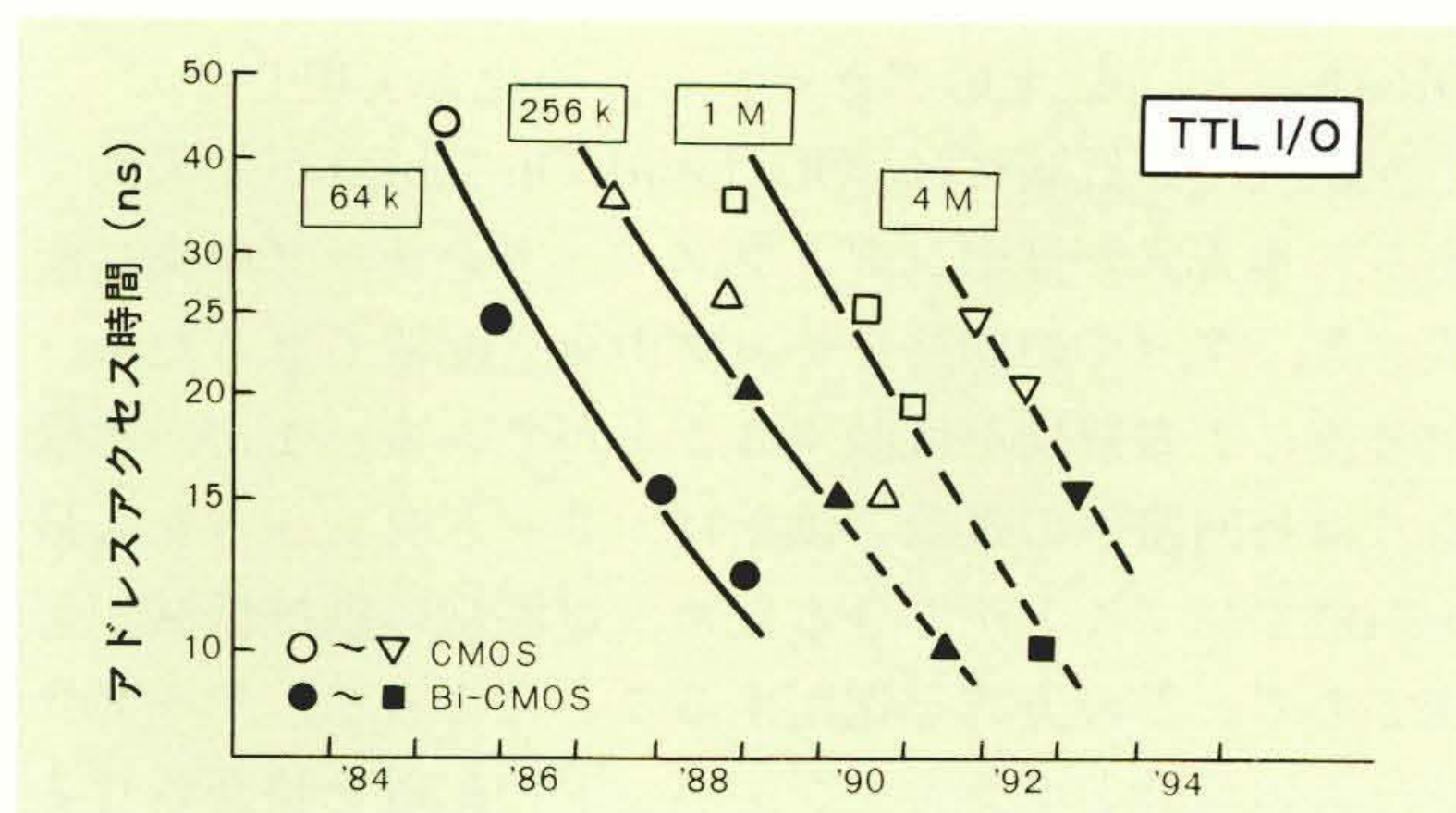


図1 高速SRAMの開発トレンド

超高速ECLRAMあるいはASRAMの製品系列の拡充を図っている。

高速SRAM(TTLインタフェース)の開発トレンドを図1に示す。大容量SRAMとしては、0.8 μ mCMOS技術を用いてアドレスアクセス時間 t_{AA} 最大20 nsの1 MビットSRAMを製品化した。チップと製品仕様を図2に示す。



アドレスアクセス時間：最大20 ns
チップサイズ：71.7 mm²
パッケージ：28 PIN SOJ/DIP

図2 1MビットSRAMチップと製品仕様

超高速SRAMとしては、1.0 μ mBiCMOS技術を用いて t_{AA} 最大15 nsの256 kSRAMを、 t_{AA} 最大12 nsの64 kSRAMを量産中である。

今後は、0.5 μ mCMOSおよびBiCMOS技術を用いた4MSRAMおよび1MSRAMなどを開発し、顧客ニーズに合った製品系列の拡充を図っていく。

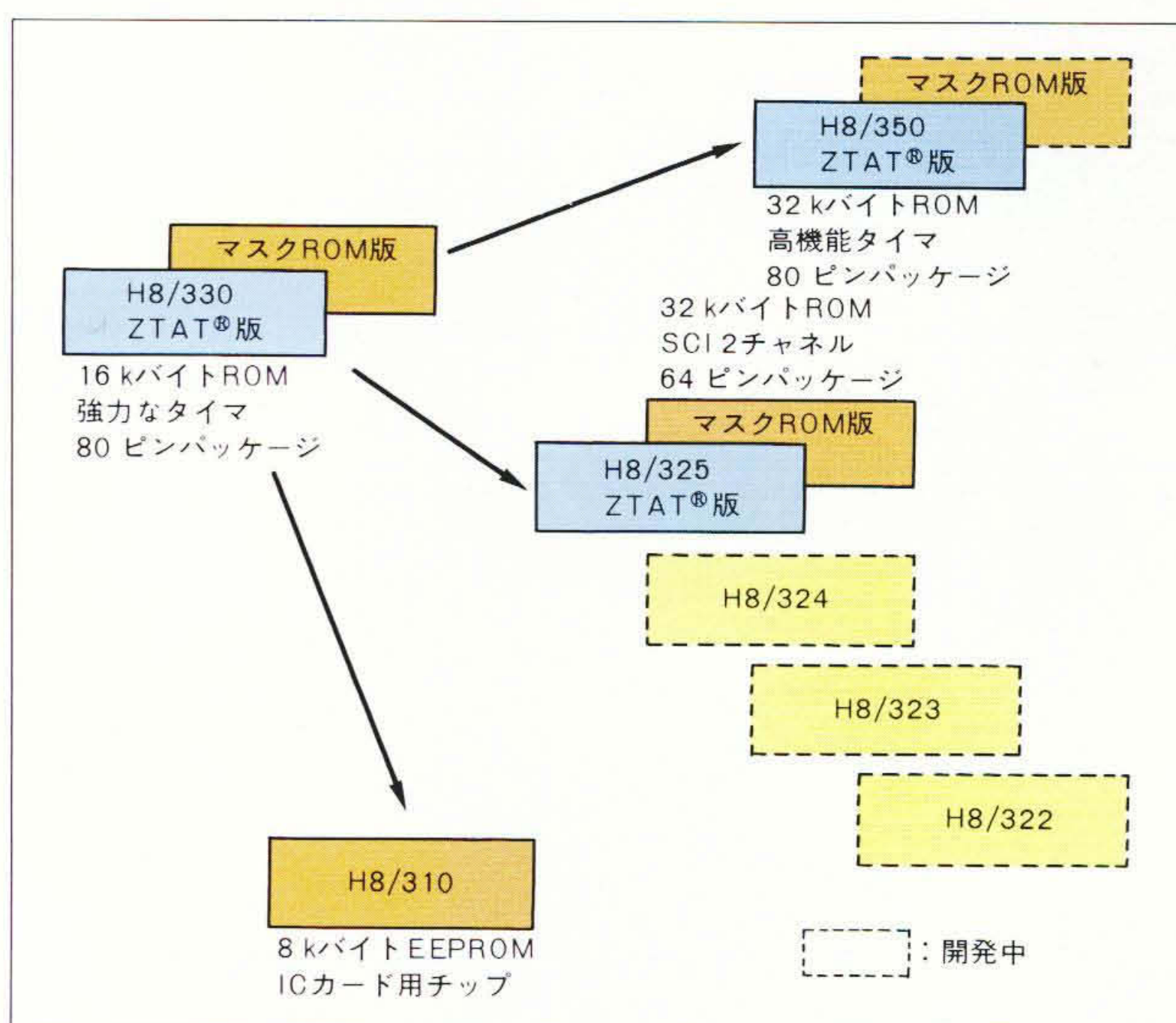
H8/300シリーズの展開

H8/300シリーズは、応用機器組込み用の新世代高性能マイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)である。ICカード専用マイコンから汎(はん)用高性能マイコンまで多数の品種を提供している。

マイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)は、情報、通信、家電、産業、自動車など広範囲な分野で利用されており、機能、性能向上の要求が強い。H8/300シリーズは、これらの多様なニーズにこたえるために開発したオリジナルアーキテクチャを持つ新世代高性能マイコンで、高速CPU、高級言語の効率的実行、ZTAT[®]品の提供、応用向け専用マイコンへの対応などを特長としている。H8/300CPUは、8ビット×16本の汎(はん)用レジスタと高速動作を指向した簡潔で最適化された命令セット、強力なビット処理機能などを備え、最小命令実行時間200 nsである。

現在、H8/300シリーズには、汎用マイコンとして80ピンパッケージ・16 kバイトROM・A-D変換器内蔵のH8/330、64ピンパッケージ・32 kバイトROM内蔵のH8/325および周辺機能は同一でメモリサイズだけ異なるH8/324、323、322、A-D変換器内蔵・タイマを強化したH8/

350がある。これらは小形かつ高性能なシステムを容易に実現でき、カメラなどの携帯用機器のリアルタイム制御に最適である。また、応用向け専用マイコンとしては、ICカード専用マイコンのH8/310があり、今後さらに低電圧動作マイコンなど幅広い品ぞろえをしていく予定である。



H8/300シリーズの製品展開

超高速論理LSI

0.8 μm バイポーラデバイス, 超高速論理回路, 超小形パッケージなど最先端技術を総合し, 1万2,000ゲート, 遅延時間70 psの超高速論理LSIを開発した。

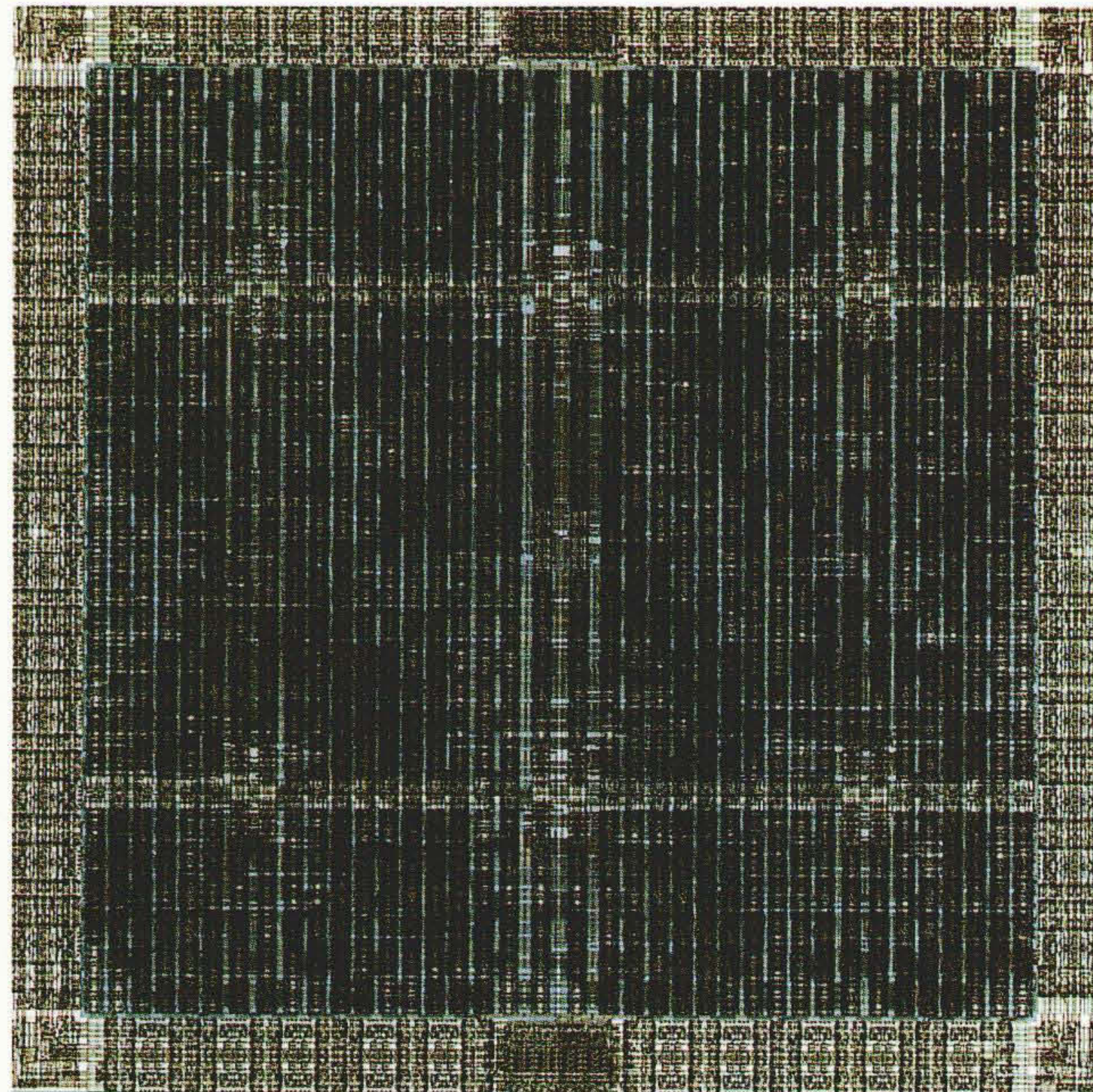
次世代超大形計算機用としてゲート遅延時間が70 psの1万2,000ゲート超高速論理ゲートアレーを開発した。

基本回路にはECLと同じ豊富な論理機能を持ち, ECLに対して1.2倍高速なVTL (Variable Threshold Logic) 回路を採用した。その結果, $F/O=3$, 配線長2 mmの負荷の場合でも, 遅延時間は140 psと世界高速の性能を達成した。また集積度を向上させるために, シリーズゲートECLを並用した。

ウェーハプロセス技術では, 0.8 μm 自己整合デバイス技術, 4層配線技術および大電力(21 W), 多ピン(582ピン)チップの電力, 信号給電を最も効率的に行うための電極形成技術(はんだバンプ)を採用した。

LSIパッケージには, 高密度モジュール実装に対応した超小形リードレスパッケージを採用した。パッケージサイズ10.6 mm平方, ピン数528ピン(0.45 mm格子ピッチ), 熱抵抗0.3 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ など世界最高水準を達成した。

本LSIは, 論理設計, 実装設計から製造, 検査までの一貫したDA(自動化設計システム)を用いて, 短期間に多品種の展開が実現された。



次世代超大形計算機用の超高速論理LSI

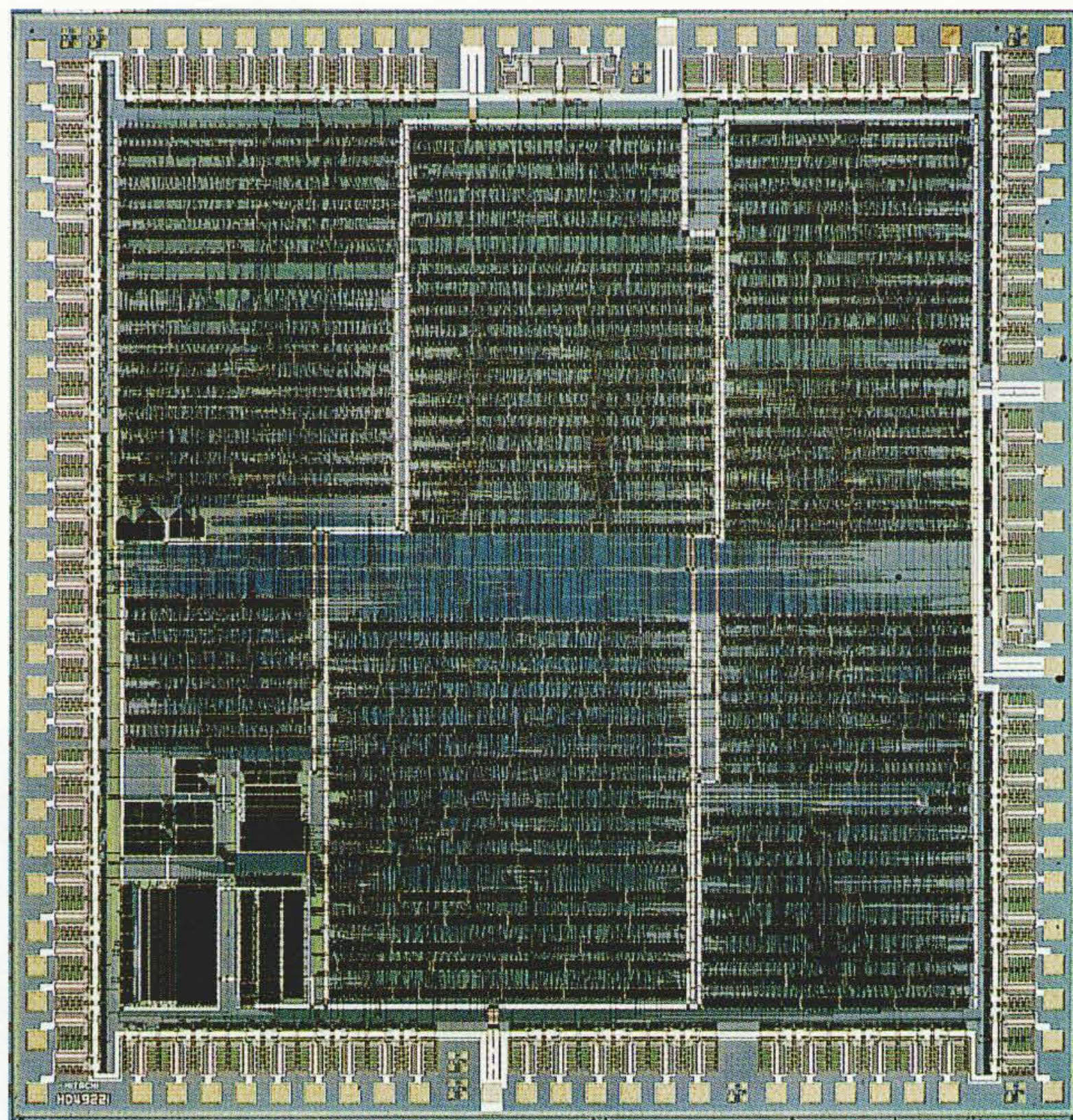
DAT用LSIキット

SCMS[※])方式に対応したDAT用LSIキットを開発した。1.3 μm CMOS技術, MOSアナログ技術, バイポーラ技術を駆使し, 機能向上や部品数低減を図った。

CDの普及により, デジタルオーディオのすばらしさや手軽さは, あえて説明を要しないほどユーザーの間で共通の認識となっている。DATは, それをさらに録音可能にしたものであり, 将来は現在のアナログカセットテープに代わるものとして期待が高まっている。

DATは, VTRと同様なヘリカルスキャン方式のテープ走行メカニズムと, それを駆動し信号処理を行う電子回路から成っている。セットの小形化, 省電力化を実現するには, これらの構成部品数の低減, 消費電力の低減が必須(す)となる。

日立製作所では, このようなニーズにこたえるため, 1.3 μm の超微細化CMOS技術, 省電力CMOSアナログ技術, 低ノイズバイポーラ技術などを駆使することにより, 信号処理, サーボコントロール, 記録再生アンプ, データストロブ, A-D/D-Aの計5チップでDATの電子回路を構成できるLSIキットを開発した。



DAT用信号処理LSIのチップ

※)SCMS(Serial Copy Management System) : CDから一世代だけのデジタルダビングを可能にした方式である。

高密度表示用21形カラーディスプレイ管

EA-DF電子銃、低膨張マスクおよびスーパーS/S偏向ヨークを開発し、高密度表示カラーモニタ用として、21形カラーディスプレイ管を製品化した。

成長を続けるワークステーション市場に向けて、高密度、ペーパーイメージ表示ニーズに対応した21形フラットフェースカラーディスプレイ管を製品化した。

ワークステーションの使用環境が一般化する中で本ディスプレイ管は、画面のフラット化、高コントラスト化、



21形フラットフェース
カラーディスプレイ管

高輝度化を実現し、さらにはペーパーイメージのリバーサ表示画質およびフリッカレス化のため偏向ヨーク性能を向上させ、市場要求に十分対応できる性能となっている。

高密度表示として、画面走査周波数を水平78 kHz、垂直72 Hzノンインタレース方式とし、1,280ピクセル×1,024ピクセルのフリッカレス表示を可能としている。高解像度特性を得るため、0.28 mmピッチ蛍光面、EA-DF (Elliptical Aperture with Dynamic Electrostatic Quadruple Focus Lens：静電四重極レンズ付き長円大口径) 電子銃およびスーパーS/S (Saddle/Saddle) 偏向ヨークを採用した。高輝度リバーサ表示でのコントラストを画面全域で十分に満足するフォーカス特性を得るとともに、画面コーナ部のミスコンバーゼンスと画面ひずみとも補正回路を必要とすることなく従来以上の性能を達成した。さらに、リバーサ表示画面の色純度を保つため、低熱膨張材のアンバーシャドウマスクを採用している。これらの技術によってフラットフェース管での課題を解決し、高密度表示に適合できるものとしている。

ハイビジョン用36形カラーブラウン管

家庭用のハイビジョン直視形ブラウン管として、アンバーマスク、EA-DF電子銃採用の高性能で明るくコンパクトな36形-110度偏向管を開発した。

ハイビジョンは1991年の本格放送開始により、家庭用でも実用の段階を迎える。

このハイビジョン用として32形に引き続き、新たに横長大画面(アスペクト比16:9)で明るい36形カラーブラウン管を開発した。このブラウン管では、0.67 mmピッチでドット数が約247万個の大画面微細蛍光面および110度の広角偏向としている。

大形化・高輝度化に伴う色選別用シャドウマスクの熱膨張による動作中の色純度劣化を、低熱膨張材のアンバーマスクの採用で防止している。新開発の蛍光体露光用レンズにより、微細蛍光面の高精度化を図っている。広角偏向および高輝度化によるフォーカス特性の劣化に対しては、新開発の37.5 mmネック用EA-DF電子銃の採用で、画面全域にわたり均一で高精細な特性を得ている。

これらの技術により、家庭用としても十分な明るさである白ピーク480 cd/m²の高輝度と800 TV本の高解像度を同時に実現している。



ハイビジョン用36形カラーブラウン管



現行(NTSC方式)29形カラーブラウン管

(画面写真はハメコミ合成です。)

ノート形PC対応薄形STN液晶ディスプレイ

薄形軽量で、かつ明るい高画質の液晶パネルモジュール構造を開発し、640ドット×480ドット白黒表示、厚さ10 mmのノート形PC対応STN液晶ディスプレイを製品化した。

最近、パーソナルコンピュータ(以下、PCと略す。)市場では、ラップトップ形PCをさらに小形・軽量化し、ポータブルPCをねらったノート形PCの開発が盛んである。このノート形PCに対応できる薄形STN液晶ディスプレイを開発した。

モジュール厚さは10 mmで従来モジュールの約50%とした。バックライトは導光体方式で冷陰極管単管とし、

高輝度35 cd/m²を実現した。また、液晶材料の特性改良により、標準フレーム周波数60 Hzでもちらつきの少ない16階調表示が可能な高画質化に成功し、高速駆動を必要としない低消費電力化(従来比80%)を実現した。

主な仕様は次のとおりである。

- (1) 寸法：横256.5×縦160×厚さ10(mm)
- (2) スクリーン：横640ドット×縦480ドット
- (3) ドットピッチ：0.28 mm×0.28 mm
- (4) 表示：白黒モード
- (5) バックライト：冷陰極管単管方式



640ドット×480ドット薄形液晶ディスプレイ

1/3インチ高解像度カラーCCDセンサ

オンチップマイクロレンズ、内蔵アンプなどの新技術を用い、Hi-8、S-VHS対応の小形VTRカメラ用1/3インチ41万画素CCD形撮像素子を開発した。

カメラ一体形VTR市場の拡大に伴い、そのキーデバイスである固体撮像素子の需要も順調に伸びている。VTRカメラの小形化に伴い、当初2/3インチ光学系が主流であった素子サイズは、1985年ごろから1/2インチ系に移り、1990年からさらに1/3インチ系へ小形化されつつある。一方、CCD形撮像素子には高感度だけでなく、VTRカメラの帯域周波数の向上に対応するため多画素化の要求も強い。小形、多画素化での特性上の問題点は感度低下であったが、新内蔵アンプの開発、高効率マイクロレンズの開発、高精度シミュレータを駆使した不純物濃度の最適化などで解決した。以上の新技術により、1/3インチサイズでHi-8、S-VHS用の41万画素カラーCCD形撮像素子HE95275を世界に先駆けて開発した。

	応 用 例	
41万画素	電子ズーム 	高解像度であるので、電子ズームを行っても解像度が低下しない。
	手ぶれ防止 	DSP処理などによって手ぶれ防止が容易に可能である。
1/3インチ	カメラの小形軽量化 	大幅な小形、軽量化が図れる。
感度可変	多機能化 	感度が自動調整、シャッタ機能が使用できる。
高 感 度		高感度であるため、夜でもろうそく1本の光で明るく、鮮やかな画面を再生する。

本撮像素子の応用例

BSチューナ用GaAs IC

BSチューナの小型・高性能化に対応し、ガリウムヒ素MESFET構造を採用したIC2品種を開発、製品化した。

衛星放送は日本や欧州で本格化し、新しいメディアとして注目されている。これに伴い、衛星放送受信機器の需要が拡大し機器の小型・高性能化が進んでいる。

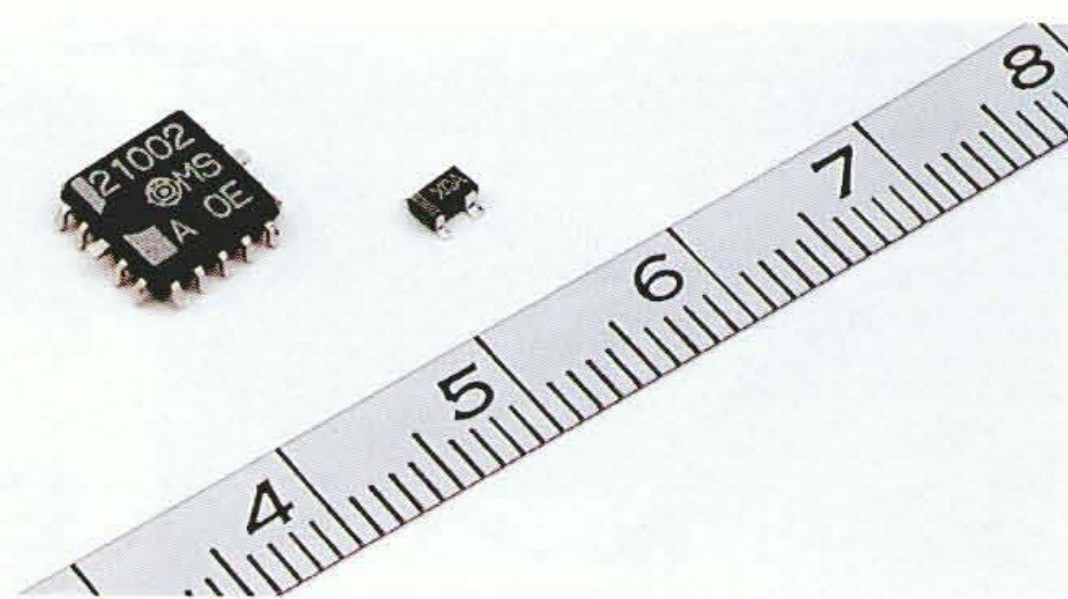
衛星放送受信機は、BSアンテナ・コンバータとBSチューナで構成される。日立製作所では、コンバータ用の製品として超低雑音デバイスHEMTを4品種製品化している。BSチューナ用デバイスとしては、BSチューナのテレビジョン・VTR内蔵化に伴う小型化、また共同受信時の混信、妨害を低減するための高性能化が要求され、これらに対応するためにIC2品種、高周波増幅用HA21005とミキサ用HA21002MSを製品化した。これらのICは、テレビジョンチューナ用IC HA21001MSで実績のあるガリウムヒ素MESFET構造を採用することにより、高い動作周波数と低ひずみを実現することができた。また、パッケージにはセットの小型化、量産化に適した面実装外形を採用した。

HA21005は、BSコンバータからの信号を増幅するも

ので、ソース入力回路の採用によって安定した入力インピーダンスが得られ、また、三次相互変調ひずみに優れた特性を持つ。

HA21002MSは、0.95~1.75 GHzの信号から希望チャネルを選択するミキサ回路、自動利得制御回路、中間周波増幅回路を1チップに集積したもので、従来のディスクリット構成に比べ大幅な部品点数の削減が可能で、セットの小型化を図る。また、ミキサ回路にダブルバランスミキサを採用し、低ひずみを実現している。

今後は、低電圧動作品の開発を行い、ラインナップの拡充を進める。



HA21002MS(左)とHA21005(右)

パワーMOS FET「DIVシリーズ」

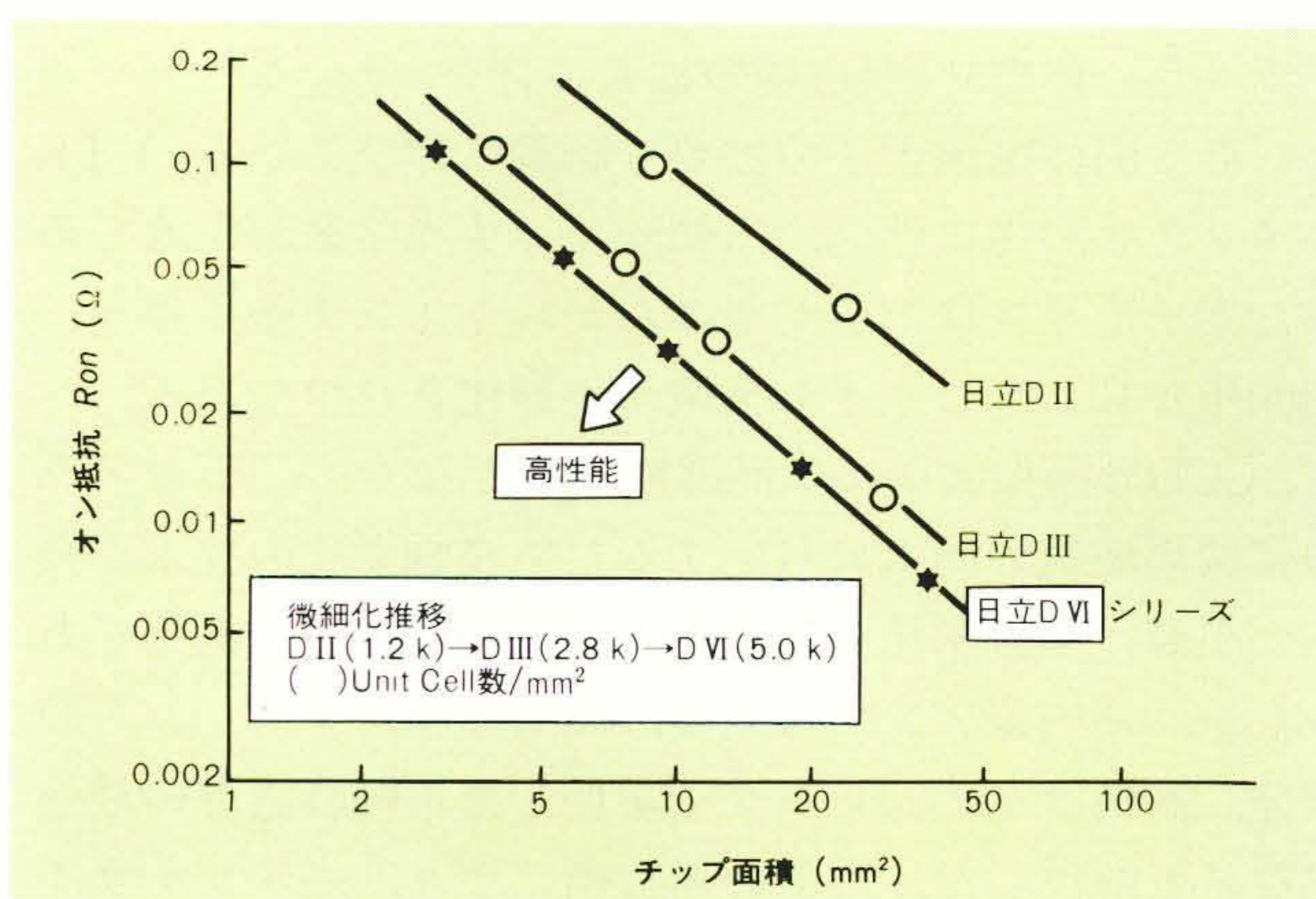
オン抵抗が小さくて、使い勝手のよい高性能スイッチング素子の要求にこたえて、世界トップレベルの高性能パワーMOS FET「DIVシリーズ」を開発した。

パワーMOS FETは、パーソナルコンピュータやVTRのスイッチング電源、OA機器の小型電動機駆動や自動車の電装機器などの用途を中心に、低損失化、回路の簡素化といった観点から使用され、需要が急速に伸びている。最近これらの応用機器は、ますます小型・高性能・省電力化が進み、使用される素子もさらに低オン抵抗で使い勝手のよい素子が要求されている。このような市場ニーズに対応し、世界トップレベルの高性能パワーMOS FET DIVシリーズを開発した。

DIVシリーズは、VLSIクラスの超微細加工技術と高精度シミュレーション技術によるセルサイズの微細化・最適化、および高精度イオン注入技術により、オン抵抗を従来製品に比べ20%低減した。DIV-Lシリーズの性能を図に示す。

DIV-Lシリーズの特長は、4V駆動が可能のため5V系電源のIC(マイクロコンピュータ、TTL)から直接駆動

でき、部品点数の低減が可能となる。また2.5V駆動が可能な品ぞろえもあり、低電圧の電池駆動商品にも応用でき、使い勝手のよい特性になっている。



パワーMOS FET DIVシリーズのオン抵抗の性能

ハイビジョンテレビ用水平偏向素子“IGBT”

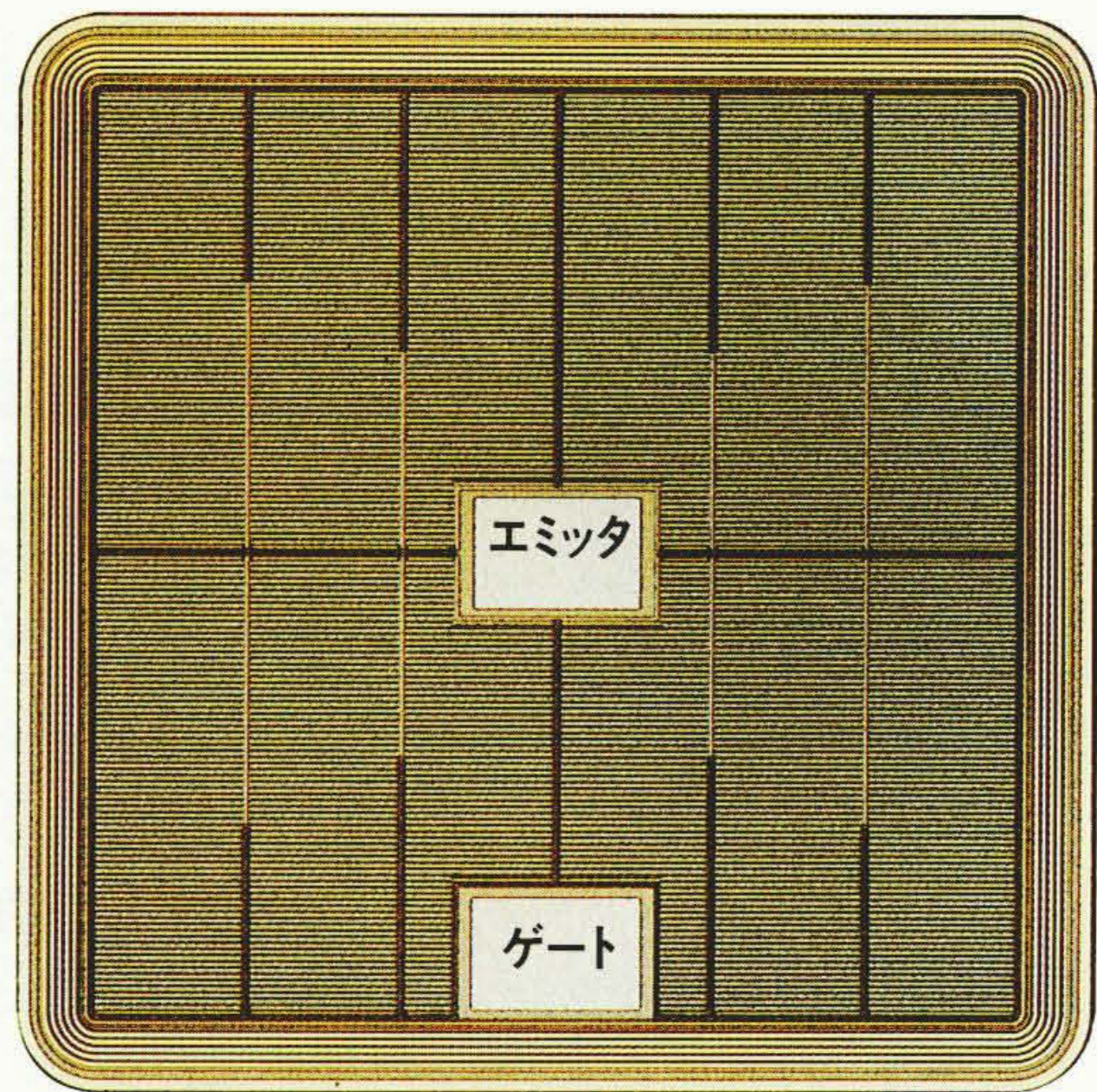
ハイビジョンテレビなどのブラウン管の高精細化・大画面化に対応し、MOSゲートで簡便に制御でき、高速・高出力動作が可能な水平偏向素子IGBTを開発した。

ハイビジョンテレビやコンピュータ用モニターでは、ブラウン管の大画面・高精細・薄形化が進められており、電子ビームを水平方向に振る水平偏向素子の高速化・高出力化が求められている。さらに、周波数の異なる画像信号を簡便な制御回路で表示できる水平偏向素子が求められている。

従来のバイポーラトランジスタでは、オン・オフを電流で制御するため、高速化・高出力化すると制御回路が複雑となり、また周波数の異なる入力信号の制御が難しかった。そこで、電圧で制御が可能なMOSゲートを持ち、バイポーラトランジスタの高出力性とパワーMOSFETの高速性を兼ね備えたIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)を水平偏向素子に適用した。IGBTの単位セルの大きさを半減できるリングラスを使った新しい微細MOS構造により、出力電流を倍増し、さらに出力電流のほとんどがMOS FETによる電流成分となるように素子構造を適正化することで、スイッチング速度

を速くした。

開発した水平偏向用1,500 V, 20 A IGBTは、ターンオフ下降時間が0.1 μ sである。これによって、従来のテレビジョンと周波数の異なるハイビジョンテレビの画像信号も簡便な回路で容易に制御できる。



1,500 V, 20 A水平偏向用IGBT

技術抄録

■衛星放送用レジンHEMT

BS(衛星放送)アンテナRF増幅用として、世界で初めて低雑音レジンHEMT 2品種を製品化した。低雑音化を達成するため、超微細ゲート形成、レジン材質の改善を行い、12 GHz雑音指数1.0 dB, 1.3 dBの高性能を達成した。

■LSIオンチップ配線修正技術

LSIの開発期間を短縮するため、LSI内の多層配線を集束イオンビームを用いて切断し、レーザCVDによって接続する高精度・高速の自動配線修正システムを開発した。本技術によって、高集積LSIのデバッグ、特性・不良解析時間が大幅に短縮可能となった。

■ICパッケージの内部損傷評価装置

表面実装ICパッケージでは、基板実装する際に高温に加熱される。このときに生じる内部損傷を評価する装置を開発した。本装置はパッケージの変形を測定し、このデータを数値処理して評価を行う。従来の評価法に比べて大幅な時間短縮が図れる。

■高画質大形カラーブラウン管

25形～33形の大形カラーブラウン管の高画質シリーズを製品化した。ガラス表面のコーティングと新蛍光体により、コントラストを20%、色再現範囲を12%向上させた。帯電防止効果、防眩(げん)効果も付加した。

■高性能化が進むハーピコン

高感度撮像管ハーピコンは従来管の10倍(当社比)の感度があり、ハイビジョン分野などで新しい映像制作を可能にした。今回その高画質化、応用範囲拡大の要求にこたえ、感度を従来比30倍化すると同時に、低残像化を図った新形ハーピコンを開発した。