半導体

●トランジスタからULSIまでの半世紀とシステムオンチップに向けて

取締役半導体事業本部長　長澤紘一

今世紀最大の発明と言われるトランジスタが1948年に発明され，それまでの真空管に取って代わった。その10年後の1958年にはICが発明され，その後LSI，VLSI，ULSIと大規模化が進み，半導体産業は今世紀後半の飛躍的な技術革新をけん(牽)引してきた。

三菱電機では1952年に中央研究所で半導体の研究と開発を開始し，トランジスタ，サイリスタなどの個別半導体を事業化し，1961年には日本最初のICであるモレクトロンを開発した。その後電卓用LSIでLSIの礎を築き，1976年から始まった超LSI技術研究組合への参画を契機にメモリ，マイコン，ASICなどを強化し，今日に至っている。

半導体産業はこの半世紀で飛躍的な発展を遂げたが，今なおその発展のスピードは鈍る様子はない。

以下に，三菱半導体の20世紀の主な成果とディジタル情報の世紀又はEcologyの世紀と言われている21世紀始めの展望について述べる。

(1) パワーデバイス

三菱電機におけるパワーデバイスの歴史は，1956年に国鉄仙山線の電気機関車用に試作された100A／400Vのシリコン整流素子に始まる。その後デバイスとしてサイリスタが登場し，大容量化と信頼性の向上に伴い，鉄道の交流電化や鉄鋼プラント等の市場で従来の電力変換デバイスであったサイラトロン，水銀整流器等を置き換えた。さらに，1970年代のオイルショックで省エネルギーの意識が高まり，当社では世界に先駆けてパワートランジスタモジュールを開発し，汎用インバータ，ACサーボ等の普及を促進した。今やパワーデバイスはインバータ化の必需品としてIGBTモジュールやIMPが開発され，新幹線，電気自動車，風車発電からインバータ家電に至る広範囲の応用に供されるようになった。

21世紀に向けて，パワーデバイスは，半導体スイッチとしての更なる特性向上を目指して新構造デバイスやシリコンの数百倍の性能が期待されているSiC等の新材料等多方面から研究が進められており，Ecology時代に求められるエネルギー資源削減に対して，パワーデバイスは今まで以上に重要なキーパーツになる。

(2) 光・マイクロ波デバイス

半導体レーザ(LD)やMMICに代表される光・マイクロ波デバイスは，今日，情報・通信のキーデバイスとして重要な位置にある。三菱電機では，1960年代にいち早く化合物半導体の研究をスタートし，光・マイクロ波デバイスの研究開発を進めてきた。その成果として光デバイスでは，1980年代にはCD用AlGaAs−LDを製品化し，その後，高出力化・短波長化してCD−R，MO，DVD用LDの製品化を果たした。

光通信用のInP系長波長LDとしても，通信網の光ファイバ化に合わせて，1980年代から，高性能・高信頼度の光源として，FP−LD，DFB−LD，ポンプLDを開発し製品化してきた。一方，マイクロ波デバイスは，1960年代の高周波ダイオードの研究を皮切りに，1970年代にトランジスタ，1980年代にGaAsMMICの開発を進めてきた。その技術を生かし，衛星放送受信用低雑音HEMT，宇宙用高出力GaAsFET，PDC／GSM／CDMA携帯電話用PAなどを製品化した。

21世紀に向けたマルチメディア情報通信分野の進展に伴って，化合物半導体の占める位置はますます高くなる。光幹線系は高速化(40〜100Gbps)・波長多重化(100ch以上)によって超大容量化が進み，波長可変LD，波長変換素子などの新デバイスが製品化される。情報処理用では，高速化・大容量化のため紫色LDの開発が進む。

マイクロ波デバイスでは，現在の1／2〜12GHz から20／30／40GHz〜ミリ波領域(30GHz以上)へと高周波化が加速し，高速無線アクセス，移動体衛星通信，ミリ波LAN，ITS用の製品化が進む。

新しい通信サービスの提案とこれを実現するための光・マイクロ波デバイスの高性能化があいまって，化合物半導体事業の飛躍的な発展が期待される。

(3) メモリ

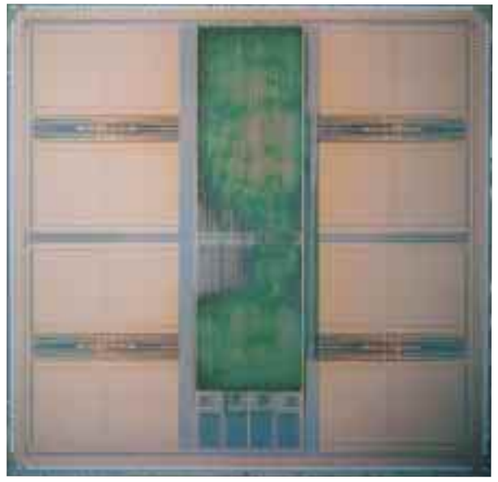
1972年の1KビットDRAM，1975年の1KビットSRAM，1973年の1KビットPROMの開発が，現在の三菱メモリの三本柱であるDRAM，SRAM及びフラッシュメモリにおける最初の技術成果である。その後，DRAMは，16Kビットで技術を磨き，64Kビットで大手の仲間入りを果たし，今日の地位を築いた。以来DRAMは，今日の64Mまで順調に世代交代を進め，パソコン／サーバ／ワークステーションなどの高性能化・小型化などに寄与してきた。SRAMは，TFTによる低消費電力化やTSOPに代表される小型パッケージなどの特長を生かし常に業界をリードしてきた。フラッシュは，長く低迷期があったが，1990年代後半，携帯電話用に特化した低消費電力DINORフラッシュとSRAMと小型パッケージ技術の組合せにより，国内携帯電話市場でトップシェアを獲得するまでになった。

DRAMは，ITRSのロードマップによれば，2002年に4G，2005年に16Gが実現されるとされている。21世紀はネットワークの時代とも言われており，DRAMは，今後もネットワークにつながる情報端末のパフォーマンス要求の限りなく高速アーキテクチャに挑戦していくことになる。SRAMとフラッシュは，今後も携帯情報機器の高機能化の要求から，消費電力の増加を抑えながら更なる高速化・大容量化が要求される。当社は，2000年に64M DINORフラッシュと8M SRAMを量産化するなどこの分野でのリードをキープする。またANDフラッシュは，携帯用大容量記憶メディアとして大きな成長が期待される。当社は，256M ANDフラッシュの2000年量産化を皮切りに，マルチレベルセルの特長を生かして新しい市場を形成していく。

(4) システムLSI

マイコンは，1970年代の後半にPMOS・8ビットマイコンを開発したのを皮切りに，1980年代初めにはCMOSの低消費電力に注目し，4ビット(760シリーズ)，8ビット(740シリーズ)を開発した。760シリーズは家電製品のメカ制御に多用され，740シリーズはVTRメーカーに採用されるなど，今日のマイコン事業の礎となった。1980年代半ば，VTR用でトップシェアを獲得して以来，16ビット(7700，M16C)，32ビット(M32R)ファミリーへと展開し，世界トップレベルの位置を確保している。豊富なソフトウェア資産や大容量ROM／RAM及びフラッシュメモリの内蔵により，応用分野も民生用から自動車分野，パソコン，パソコン周辺機器分野へと拡大している。また，M16C，M32RをシステムLSIのコアセルとして使用するASICマイコンへの展開も増加している。

一方，バイポーラ アナログ／ディジタルICをその起点とするASICは，1970年代にMOSディジタルを加え，バイポーラ及びCMOSを基盤技術として今日に至っている。その中で，1チップTV用に代表されるバイポーラ アナログICは，民生／産業両面において堅調なビジネス推移を示しており，ASIC事業の基幹を支えている。今後は，ディジタル技術との効率的な融合が課題となる。また，1990年代に入りシステムのディジタル化に伴って成長した専用用途向けシステムLSIは，先端プロセス技術の採用とDRAM／SRAMの内蔵及び容量拡大，アナログ信号処理コアの内蔵等によってビジネスを拡大してきた。複数チップで構成されていたシステムを1〜数チップで構成することによるコスト面・性能面・スペース面でのメリットを背景に，次世代半導体ビジネスの担い手として今後の大きな伸びが期待される。



32−bit RISC CPU M32R

2003年には半導体市場の約20%がシステムLSIであるとの予想もあり，21世紀の半導体ビジネスにおいてシステムLSI がその中心的な役割を果たすことは明確である。当面システムLSI市場を牽引するのはディジタル情報家電，パソコン関連機器，通信／ネットワーク関連機器と考えられるが，新規市場としてのインターネット関連機器，情報セキュリティ，ITS 等も視野に入ってくる。しかし，システムを構成するチップ数の減少により，半導体メーカーのビジネスチャンスは少なくなる(All or nothing)ことが予想される。チャンスを確実にとらえビジネスにつなげるには，ソフト／ハードウェアIP及びコアセルの拡充による他社との差別化が必す(須)となる。当社には他社に先駆けて実用化したシステムLSIの基盤となるeRAM技術があり，今後は要求仕様に合った高性能で再利用しやすい(Re−usable) IPをいかにして品ぞろえするかが課題となる。顧客との共同開発や社内システム場所／研究所との連携による自社開発と，社外IPベンダーからの調達との適切な組合せが重要となる。また，保有IPを利用するための開発設計環境の整備，顧客とのインタフェースを担当する専門応用分野ごとのシステムLSI コーディネートエンジニアの育成も急がれる。

21世紀のシステムLSIビジネスは，生き残りをかけたメーカー間でのし(熾)烈な競争協調が予想され，明確な事業戦略の下“選択と集中”のスピーディな徹底によるビジネス遂行が一層重要となる。