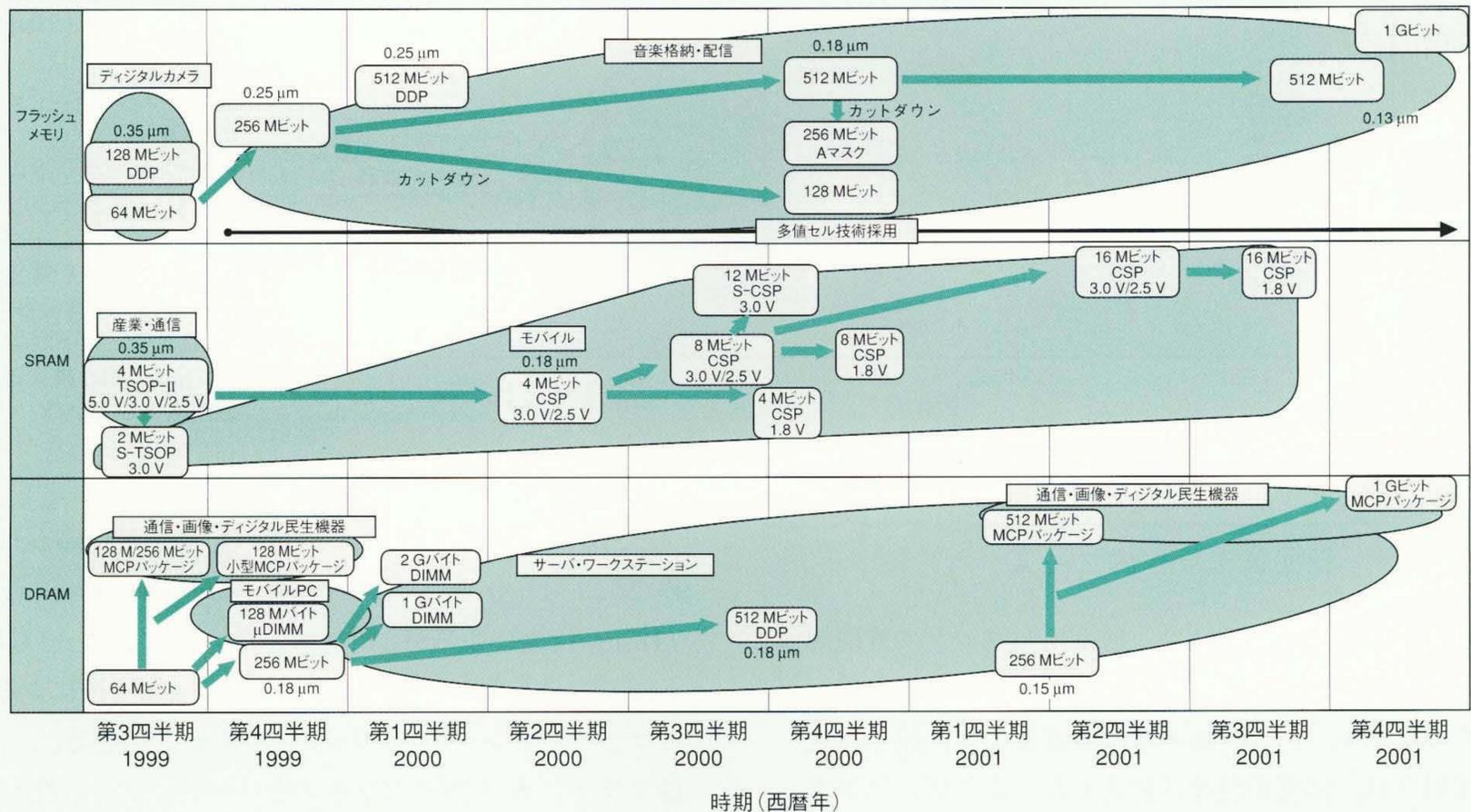


マルチメディア市場のニーズにこたえるメモリ技術

Memory Technologies for Multimedia

佐藤克之 Katsuyuki Satô 三輪 仁 Hitoshi Miwa
 斉藤良和 Yoshikazu Saitô 笠間靖裕 Yasuhiro Kasama



注：略語説明 SRAM(Static Random Access Memory),DRAM(Dynamic Random Access Memory),DDP(Double Density Package)
 TSOP(Thin Small Outline Package),S-TSOP(Stacked TSOP),CSP(Chip Size Package)
 S-CSP(Stacked CSP),MCP(Multi-Chip Package),DIMM(Dual In-line Memory Module),μDIMM(micro DIMM)

マルチメディアの進展に対応した日立製作所のメモリ開発

モバイルマルチメディアの進展に対応して、フラッシュメモリ、SRAM、およびDRAMをベースとした多種多様の製品展開を進めている。

近年、デジタル民生機器の分野では、モバイルマルチメディアを指向した製品が大きく進展しており、その用途はさらに、インターネットを中核としたネットワークにつながるポータブル音楽プレーヤーやデジタルビデオカメラ、携帯電話へとつながっている。これらモバイル機器の小型・薄型・低消費電力というニーズにこたえるために、日立製作所は、大容量フラッシュメモリ、モバイル機器向け低消費電力SRAM、広ビット構成の省スペースDRAMの開発を進めている。

一方、サーバやワークステーションに代表されるハイエンド情報機器は、インターネットの急速な普及と拡大を背景に、大きな伸びを記録している。これらの需要増に支えられ、1台当たりのメモリ搭載容量が急速に増加している。このニーズにこたえて、大容量メモリモジュールを製品化した。

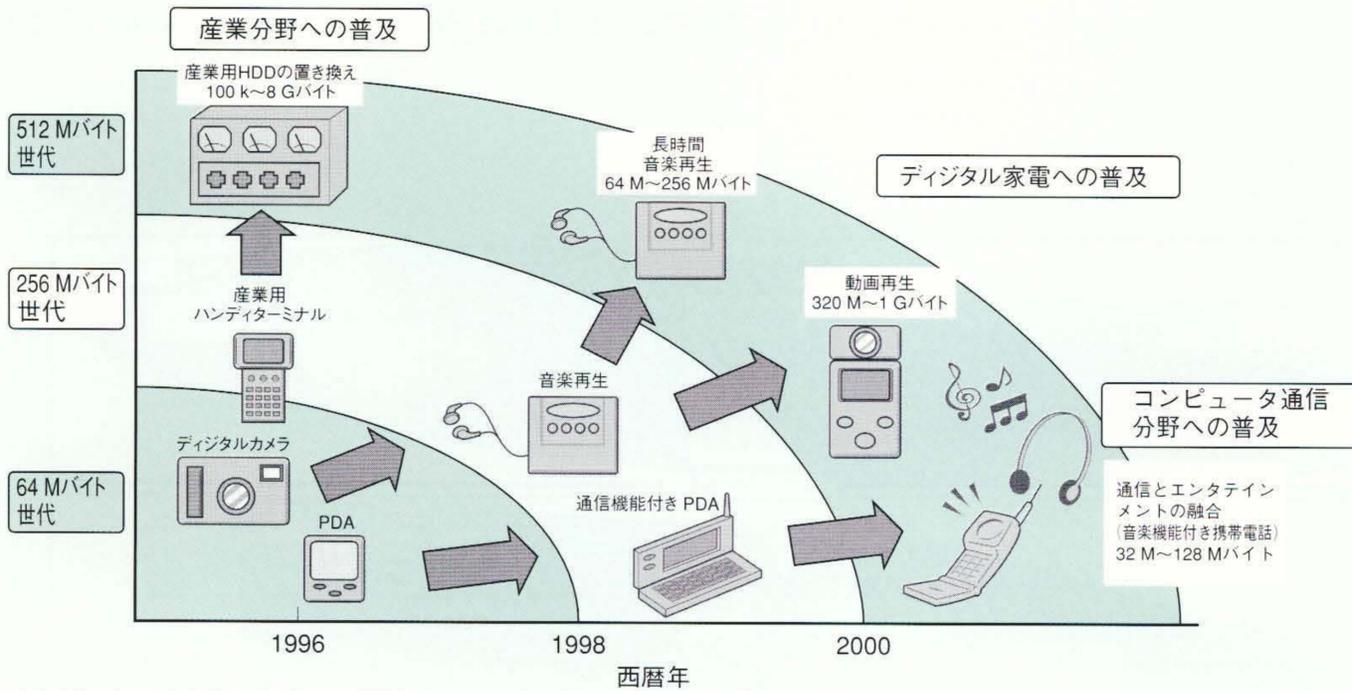
1 はじめに

最近のデジタル民生機器では、ハンドヘルドPCやデジタル スチル カメラ、スマートホン、インターネットを中核としたネットワークにつながるポータブル音楽プレーヤーやデジタル ビデオ カメラ、携帯電話など、モバイルマルチメディアに向けた製品が大きく進展してお

り、今後いっそうの伸びが期待される。

一方、サーバやワークステーションに代表されるハイエンド情報機器は、インターネット・イントラネットの急速な普及と拡大により、さらに大容量のメモリ搭載へと進展している。

ここでは、最近のマルチメディア機器に求められている多様なメモリ製品の展開と仕様について述べる。



注：略語説明
 HDD (Hard Disc Drive)
 PDA (Personal Digital Assistant)

図1 フラッシュメモリの普及
 インターネットの拡大により、フラッシュメモリは、コンピュータ通信やデジタル家電分野へと普及し、産業分野では、HDDから「シリコンディスク」への置き換えと、用途が拡大している。

2 フラッシュメモリへのニーズ

大容量フラッシュメモリは、携帯用パソコンの外部記憶媒体などとして、ビジネス用途で採用が始まった。近年、デジタル スチル カメラの普及により、民生用途にも採用され、需要が急速に拡大した。さらに、インターネットを中核としたネットワークにつながるポータブル音楽プレーヤやデジタル ビデオ カメラ、携帯電話へと用途が広がっている(図1参照)。また、産業分野では、ハード ディスク ドライブをフラッシュメモリで置き換える「シリコンディスク」が普及し始めている。

3 大容量フラッシュメモリ

拡大を続けるこれらの応用分野では、バッテリー寿命を考えた低消費電力、小実装面積を可能とする小型パッケージ、インターネット産業の拡大化に対応するための大容量化が求められている。日立製作所は、多値型フラッシュメモリ技術を開発し、0.18 μm技術を用いて512 Mビットの大容量フラッシュメモリを世界に先駆けて開発した。

3.1 大容量フラッシュメモリの展開計画

大容量フラッシュメモリへのニーズにこたえるため、高集積、高値書込み・読み出し、書込み単位と消去単位が等しいなどの特徴を備えたANDフラッシュメモリセル技術を開発し、これに1メモリセルに2ビットを記録する多値技術を加え、0.25 μm 256 Mビット フラッシュメモリを1999年第4四半期に開発した。このチップを図2(a)に示す。今後、256 Mビットフラッシュメモリ チッ

プを2枚重ねてTSOP (Thin Small Outline Package) に収めた512 Mビット DDP (Double Density Package)、0.18 μm技術による512 Mビットモノリシック・1 GビットDDPフラッシュメモリ、および0.13 μm技術による1 Gビットモノリシック フラッシュメモリを開発し、大容量フラッシュメモリ ビジネスをリードしていく考えである(図3参照)。

3.2 0.18 μm 512 Mビット フラッシュメモリ

256 Mビットフラッシュメモリの微細化をさらに推し進め、512 Mビットフラッシュメモリを開発した(図2(b)参照)。

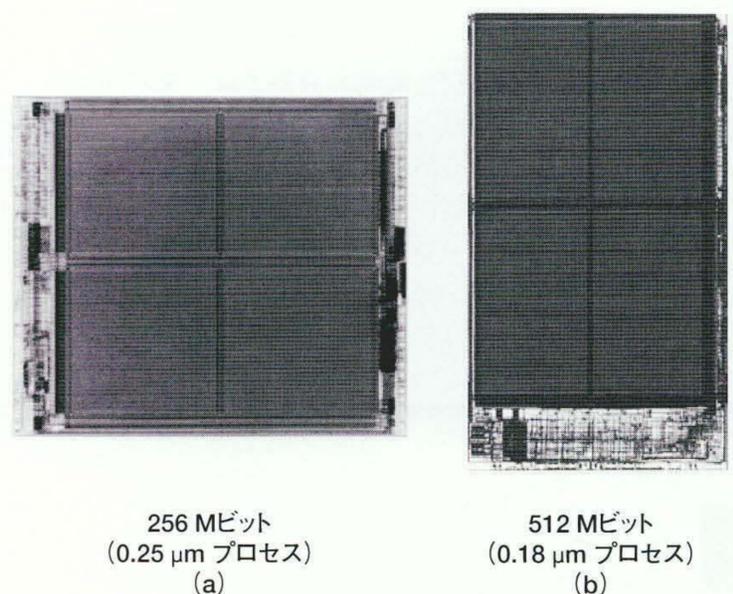
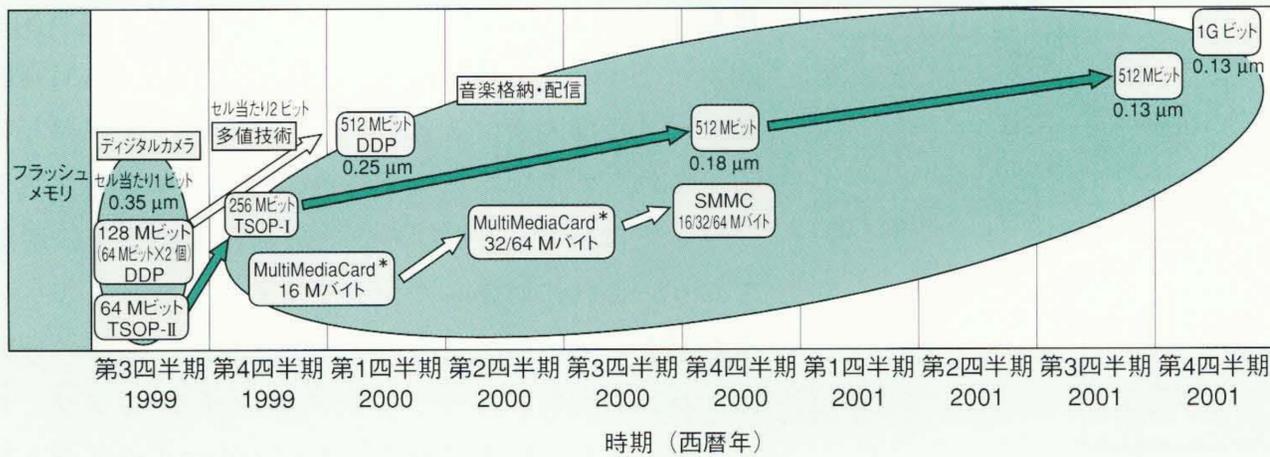


図2 AND型多値フラッシュメモリのチップ

大容量メモリへのニーズに合わせた256 Mビット フラッシュメモリと512 Mビット フラッシュメモリチップを示す。512 Mビットフラッシュメモリでは0.18 μmプロセス技術を用い、0.25 μmプロセス技術を用いた256 Mビットフラッシュメモリよりも面積で10%の縮小を実現した。



注：略語説明ほか
 SMMC (Secure MultiMedia-Card)
 → (ベースチップ開発)
 ⇨ (パッケージ・モジュール展開)
 * MultiMediaCardは、Infineon Technologies AGのトレードマークである。

図3 日立製作所のAND型フラッシュメモリの展開計画

多値セル技術と最先端微細加工技術により、いっそうの大容量フラッシュメモリに対応している。

512 Mビットフラッシュメモリでは、0.18 μmプロセスを用いることにより、従来の0.25 μmプロセスを用いた256 Mビットメモリに対して、メモリセルについて50%、チップ面積について10%それぞれ縮小した。

また、動作電圧でも、従来の3.3 V対応に加え、512 Mビットフラッシュメモリからは1.8 Vにも対応する計画である。さらに、省電力設計により、実使用での電池寿命への影響が大きい読み出し電流については、256 Mビットフラッシュメモリ比で40%に低減した。

512 Mビットフラッシュメモリは、上記の特徴を生かし、デジタルスチルカメラや音楽プレーヤなどへの利用が期待できる。音楽プレーヤでは、1チップで1時間(CD1枚分)の録音が可能であり、デジタルスチルカメラでは、300万画素以上の大画素化への対応が可能である。

また、現0.25 μm世代では、MMC (MultiMediaCard) やMS (Memory Stick) など、用途に適した製品を展開してきた。0.18 μm世代でも、512 Mビットフラッシュメモリをベースに、拡大を続ける用途に対し、最適な製品展開で顧客のニーズへの対応を進める。

4 モバイル機器向け低消費電力SRAM

4.1 低消費電力SRAMの応用

携帯電話産業では携帯電話機の小型化、インターネット対応などの多機能化、通話・待ち受け時間の長時間化などを求めている。

この携帯電話機に搭載されているメモリには、プログラム格納用のNOR型フラッシュメモリと、各種処理を実行するワークメモリ用の低消費電力SRAM (Static Random Access Memory) がある。

特に、ワークメモリには、小実装面積、バッテリー駆動

が可能な低消費電力、広い電源電圧、低電圧でのデータ保持(ボタン電池でメモリ記憶情報を保持)、広い動作温度を持つ大容量が求められている。

4.2 低消費電力SRAMの特徴

これらの携帯電話機のニーズにこたえるために、高密度実装が可能で低消費電力のSRAMを製品化した。

日立製作所のモバイル装置向け低消費電力SRAMの特徴は、(1) 世界最小クラスの実装面積、(2) 低消費電力、(3) 動作速度、および(4) 広い動作電源電圧である(表1参照)。

これらのSRAMでは、最先端の0.18 μm CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 技術と最新の回路技術を駆使することにより、業界でもトップクラスの大容量、高性能かつ小実装面積を兼ね備えたワークメモリとしての低消費電力を実現している。広い電源電圧範囲で動作することからバッテリー駆動システムに適しており、さらに、読み出し・書込み時だけメモリセ

表1 携帯電話向け低消費電力SRAMの主な仕様

最先端プロセス技術、最新回路技術およびCSP組立技術により、世界トップクラスの性能を実現した。

	4 Mビット低消費電力SRAM		8 Mビット低消費電力SRAM*1	
	構成	256 kワード × 16ビット		512 kワード × 16ビット
電源電圧	2.2~3.6 V	1.65~2.2 V*1	2.2~3.6 V	1.65~2.2 V
動作温度	-40~85 °C		-40~85 °C	
アドレスアクセス時間	70 ns	85 ns	55*2/70 ns	85 ns
動作電流	25 mA (最大)	同左	35 mA (最大)	25 mA (最大)
スタンバイ電流	0.8 μA (標準)	同左	1.5 μA (標準)	同左
パッケージ	48ピンCSP		48ピンCSP	
外形寸法	6.5×6.5×1.2 (mm)		9.8×6.5×1.2 (mm)	

注：*1 開発中、*2 開発検討中

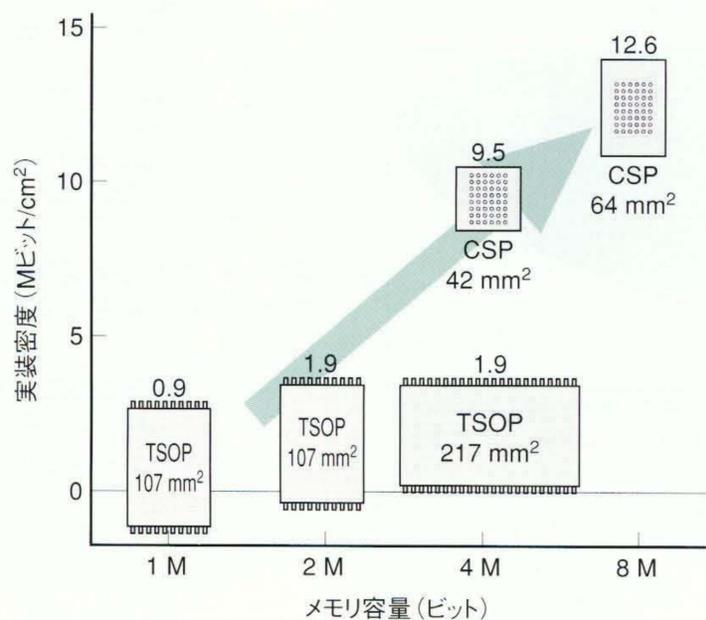


図4 低消費電力SRAMの実装密度推移

最先端微細加工技術とCSP(Chip Size Package)組立技術を採用し、高密度実装を実現した。

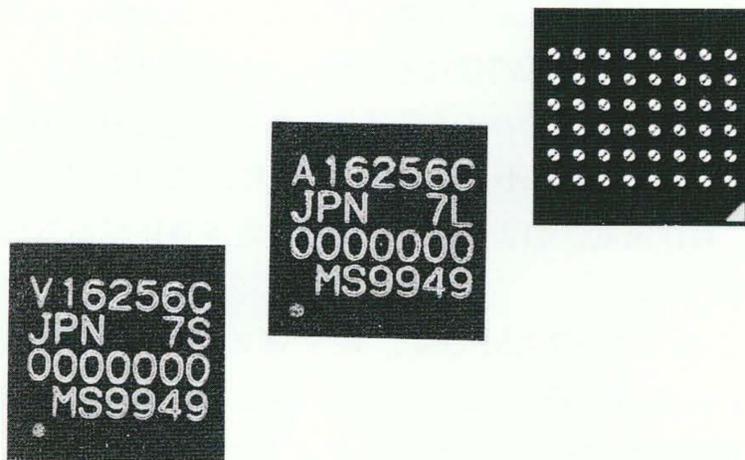


図5 4 Mビット低消費電力SRAMのチップ

0.18 μm プロセス技術とCSP組立技術を用いた4 Mビット低電力SRAMのチップを示す。

ルを活性化する方式を採用した回路技術により、低消費電力と低ノイズも実現した。

また、最先端の微細加工技術である0.18 μm CMOSによる小チップサイズとモールドタイプのCSP(Chip Size Package)組立技術を採用することにより、取り扱いの容易さと高密度実装を両立させている。

この低消費電力SRAMの実装密度比較を図4に、4 MビットSRAMのチップを図5にそれぞれ示す。

5 DRAMの製品展開

5.1 応用

近年、サーバやワークステーションに代表されるハイエンド情報機器の分野は、インターネットの普及と加入

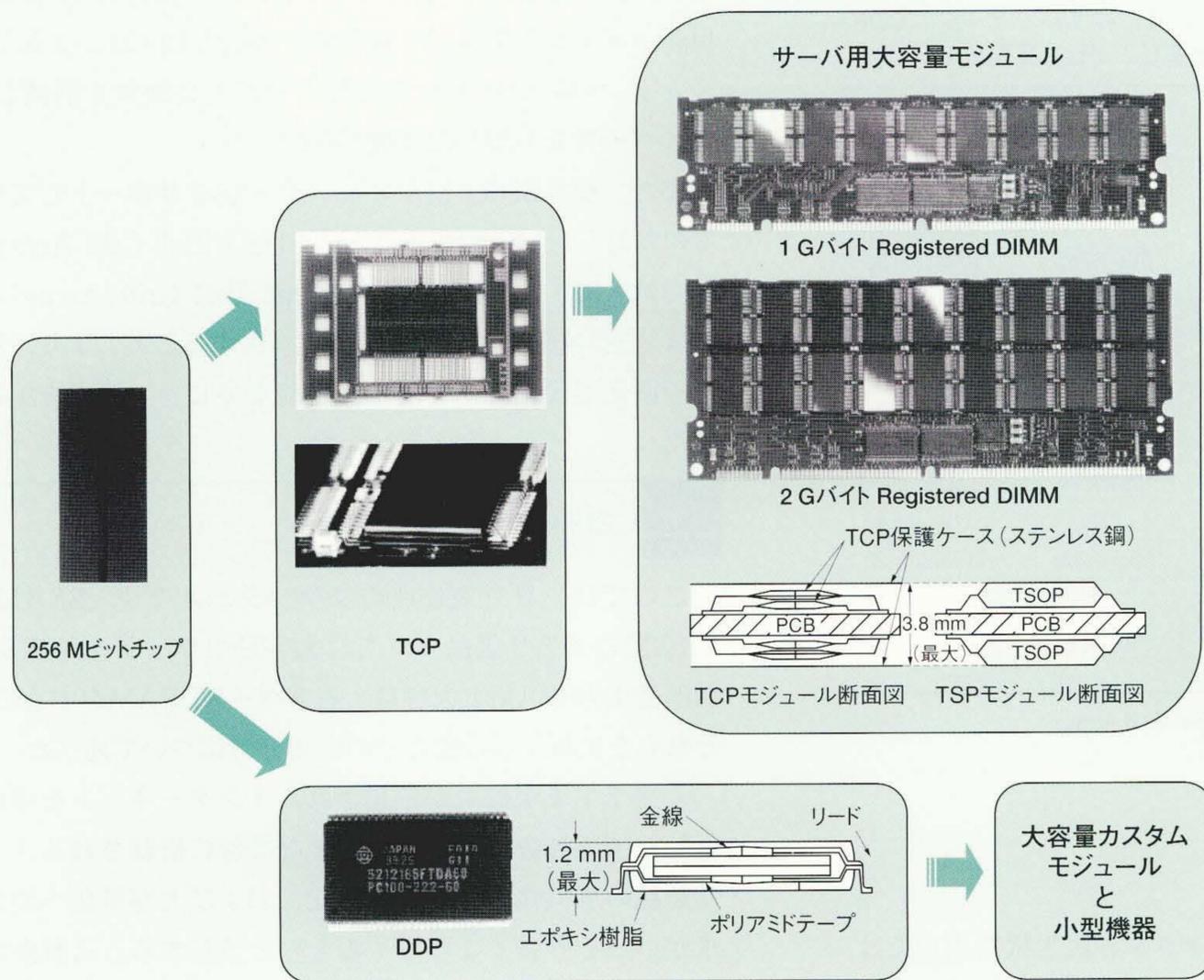
者数の増加、EC(Electronic Commerce:電子商取引)市場の本格始動から急拡大への展開、SOHO(Small Office, Home Office)や中小企業向けCAD/CAM画像編集ニーズの増大などを背景に、大きな伸びを記録している。これらの需要増に支えられ、サーバやワークステーションでは1台当たりのメモリ搭載容量が急速に増加しており、これに対応した大容量メモリモジュールへの要求が増大している。一方、デジタル民生機器の分野では、ハンドヘルドPCやデジタル スチル カメラ、スマートホンなどに代表される、モバイルマルチメディアを指向した製品が大きく進展しており、日常のライフスタイルまで変えるほどの勢いである。これらの機器では、モバイル応用のために小型・薄型に重点が置かれており、これに対応した広ビット構成の省スペースDRAMが求められている。

5.2 256 MビットSDRAMの大容量モジュール展開

膨大な演算処理を必要とするワークステーションやサーバなどでは、CPUの処理能力向上に伴ってメモリの大容量化と低消費電力化が必須となっており、1台で数ギガから数十ギガ バイト クラスの記憶容量の実現が望まれている。一方、システム上のメモリの実装スペースやスロット数には制限があるため、このようなニーズにこたえるには、少なくともメモリモジュール1枚で最大1 G バイト以上の記憶容量が必要となる。

市場には1 Gバイト以上のメモリをサポートするチップセットが現れ始めている。しかし、現在主流となっている64 MビットSDRAM(Synchronous DRAM)ではメモリモジュール1枚で実現できる容量は128 Mバイトであり、TCP積層技術を組み合わせても、256 Mバイトまでが限界であった。日立製作所は、このような大容量化のニーズにこたえるため、1 G・2 Gバイトモジュールを製品化した。これらモジュールでは、1枚のプリント基板上に256 MビットSDRAM(TCP)を36個(1 Gバイト)または72個(2 Gバイト)搭載しており、大容量化を実現しつつ、システムの小型化を図っている(図6参照)。

一方、SDRAM単体の大容量化に対しては、二つのメモリチップを背中合わせにして一つのパッケージに収めるDDP積層技術を256 MビットSDRAMに適用することにより、512 MビットSDRAMを製品化した。この製品では、ピン配置も256 MビットSDRAMの上位互換としており、54ピン400ミル(約10.16 mm)TSOP-IIと同一実装スペースで、2倍のメモリ容量を実現した。主に大容量モジュール用途と、小型携帯機器用途への需要も見込



注：略語説明
 DIMM (Dual In-line Memory Module)
 TCP (Tape Carrier Package)
 PCB (Printed Circuit Board)

図6 256 MビットSDRAMの大容量モジュール展開 (1 G・2 G DIMM, 512 MビットDDP)
 TCP技術の採用により、大容量モジュールを実現した。1 Gバイトモジュールでは256 MビットSDRAMを36個、2 Gバイトモジュールでは72個、それぞれ実装している。また、DDP積層技術により、単品の大容量化も図っている。

まれる。

5.3 省スペースSDRAM

デジタル民生機器分野で要求の強い省スペースにこたえるため、マイクロDIMMとMCP (Multi-Chip Package) SDRAMを製品化した。

これらは、世界最小レベルのチップサイズを持つ64 MビットSDRAMの活用と、新たに開発した高密度実装技術の適用によって実現したものである。

5.3.1 マイクロDIMM

ノートパソコンでは、従来、省スペース性に優れたSODIMM (Small Outline DIMM) が主メモリとして使用されてきた。しかし、サブノート機のようないっそう小型のパソコンが市場での地位を獲得するに伴い、さらに省スペース性の優れたDIMMが求められている。この要求を満足する製品としてマイクロDIMMが提案され、一部のサブノート機にすでに導入されている。最近のマイクロDIMMの実装面積は、SODIMMの約 $\frac{2}{3}$ に縮小されている(図7参照)。

日立製作所は、独自のTCPを積層技術で片面8個実装した128 Mバイト品を、他社に先駆けて発表した。さらに、64 Mバイトと32 Mバイト製品もラインアップし、顧

客のニーズに合わせた製品系列を完成させた。

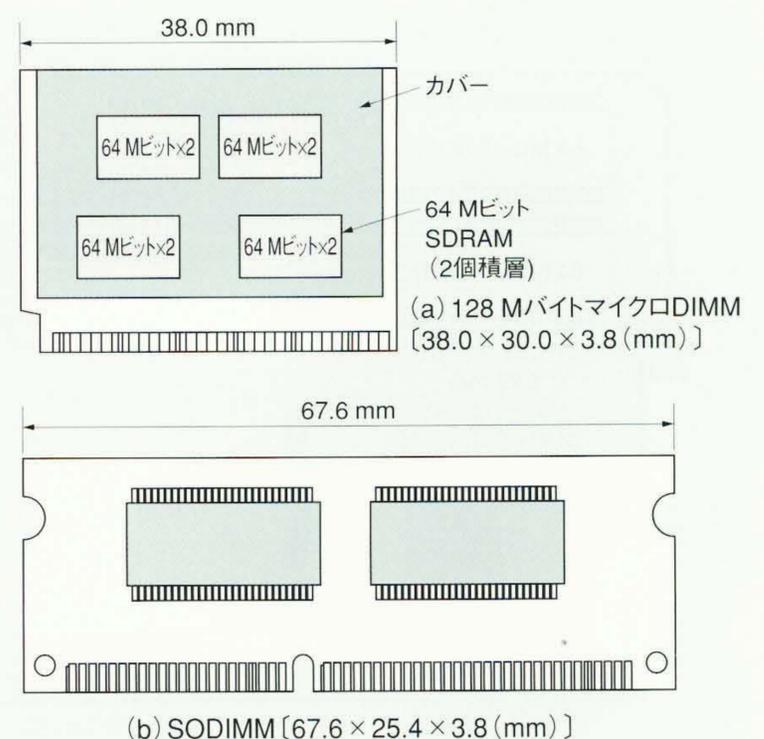
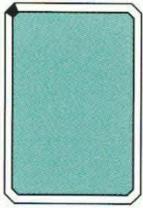
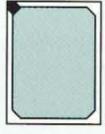


図7 SODIMMとマイクロDIMMの外形比較

マイクロDIMMではSODIMMの約 $\frac{1}{2}$ のモジュール幅と、約 $\frac{2}{3}$ の面積を実現している。128 Mバイト製品では、TCP積層技術により、64 MビットSDRAMを両面で16個実装している。

表2 MCP-SDRAMの外形比較

マルチチップ実装技術の採用により、標準パッケージ(TSOP)に対し、2倍以上の省スペース性と多ビット性を実現している。

	MC-BGA	MC-FBGA	標準 パッケージ
製品外形			
パッケージ	BGA	FBGA	TSOP
ピン数	108	90	54
メモリ容量	256 M/128 Mビット	128 Mビット	128 M/64 Mビット
バス幅	×64/×32	×32	×16/×8/×4
サイズ(mm)	14.0×22.0	10.0×13.0	11.76×22.22
厚さ(mm)最大	2.35	1.45	1.20
用途	通信・画像, デジタル民生機器	デジタル民生機器	汎用

注：略語説明 MC-BGA (Multi-Chip Ball Grid Array)
FBGA (Finepitch BGA)

5.3.2 MCP-SDRAM

デジタルカメラなどのデジタル民生機器用途では、SDRAM単品に対する省スペース要求も強い。これらの用途では、従来の標準パッケージであるTSOPでは外形が大きすぎるとの指摘があった。

このソリューションとして、基板上に複数のSDRAMチップを実装したMCP-SDRAMを提案した(表2参照)。

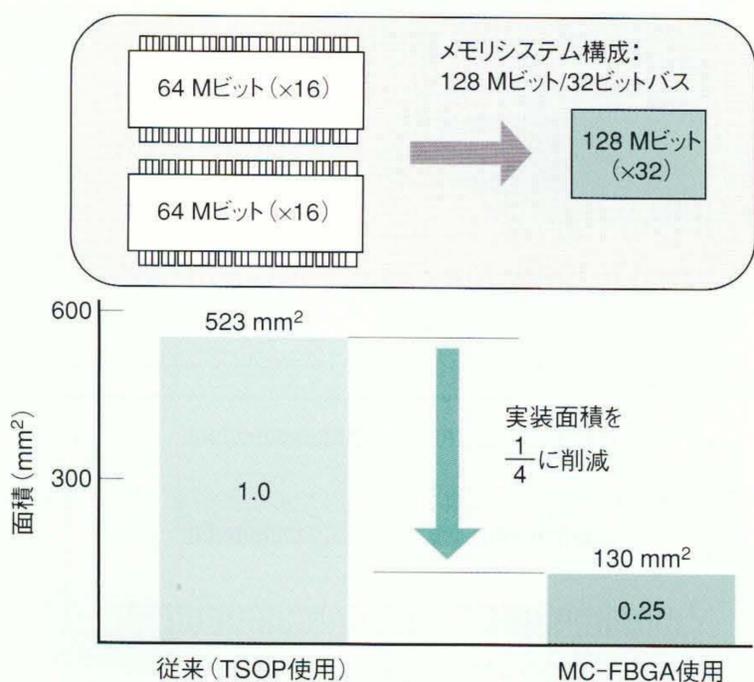


図8 128 MビットMC-FBGAによる省スペース効果

デジタルカメラやPDA(Personal Digital Assistant)で一般的な16 Mバイト/×32ビット製品の採用により、バスシステムのSDRAM実装面積が最大約1/4に削減できる。

この製品の特徴は、省スペース性と多ビット性である。現在、デジタルカメラなどで一般的な128 Mビット/32ビットバスシステムで最大1/4まで実装面積を削減し、省スペースを実現した(図8参照)。

また、標準SDRAMが×4/×8/×16をサポートしているのに対し、MC-FBGA (Multi-Chip F Ball Grid Array)品では×32, MC-BGA (Multi-Chip Ball Grid Array)品では×32/×64までをそれぞれカバーすることにより、通信や画像処理用途まで対応が可能な多ビット構成を実現した。

6 おわりに

ここでは、日立製作所のフラッシュメモリ、SRAM、DRAMのメモリ製品のうち、大容量フラッシュメモリ、低消費電力SRAMと大容量・省スペースDRAMを中心に、それらを実現する技術とその応用分野について述べた。

今後ますます拡大が予想されるインターネットを中核とした情報社会では、さまざまな機器に搭載されるメモリ製品の小型化、低消費電力化、および大容量化への要求がますます強くなっていくものと予想する。これからのニーズにこたえる製品のラインアップを図っていく考えである。

執筆者紹介



佐藤 克之

1976年日立製作所入社、半導体グループ DRAM事業部製品技術部 所属
現在、DRAM製品技術の開発に従事
工学博士
IEEE Solid State Circuits Society 会員
E-mail: ka-sato@denshi.head.hitachi.co.jp



斉藤 良和

1982年日立製作所入社、半導体グループ システムメモリ事業部 SRAM設計部 所属
現在、SRAMの設計に従事
E-mail: saito-yoshikazu@hitachi-ul.co.jp



三輪 仁

1985年日立製作所入社、半導体グループ システムメモリ事業部 ANDフラッシュ開発センター 所属
現在、AND型フラッシュメモリの開発に従事
E-mail: miwa-hitoshi@sic.hitachi.co.jp



笠間 靖裕

1984年日立製作所入社、半導体グループ DRAM事業部HNS量産技術部 所属
現在、DRAM製品量産の立ち上げに従事
E-mail: kasama-yasuhiro@sic.hitachi.co.jp