

# 環境に配慮したNAND型フラッシュメモリ

Eco-Friendly NAND Flash Memories

ファクター 20.5 (2006 / 2000)

価値ファクター 8.00

環境影響低減ファクター 2.56

\* SDカードとしての値

吉川 進 忠内 仁弘

■ YOSHIKAWA Susumu

■ TADAUCHI Masahiro

製品の環境負荷低減の重要性は年々増しており、この動きは半導体製品にも及んでいる。東芝製品のNAND型フラッシュメモリは、製品当たりの原材料と消費電力の削減により環境負荷を低減した。更に、応用機器であるメモリカード製品においても、小型カードの展開を進めることにより省資源化に寄与している。

例えば、製品の構造をSMT (Surface Mount Technology) からSiP (System in Package) に変えることによって、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 排出量換算で環境影響を40%まで削減した。

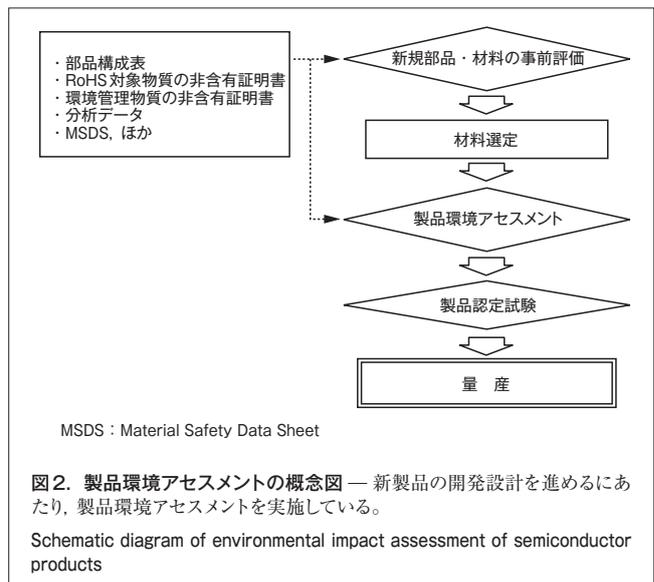
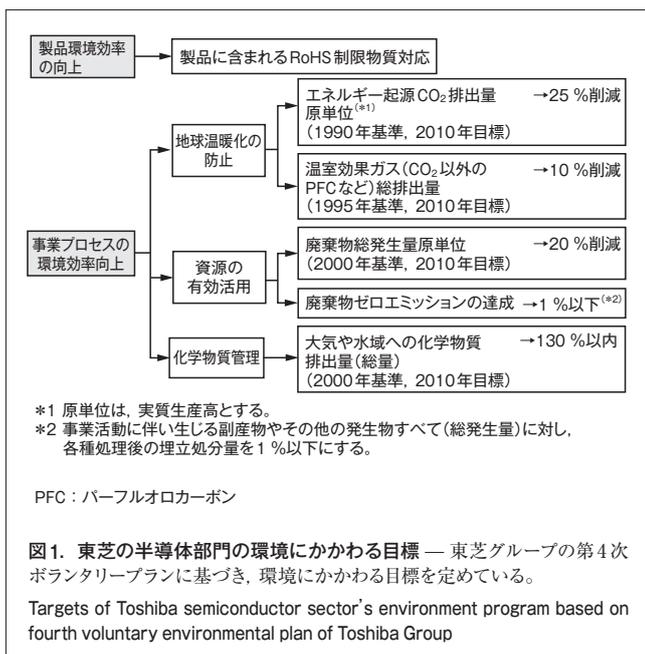
Reduction of the environmental impact of products is becoming increasingly important every year. This trend also extends to semiconductor products. Toshiba has achieved significant reductions in the environmental impact of its NAND flash memories by reducing raw material usage and power consumption per product. Furthermore, the development and dissemination of downsized memory cards is contributing to resource conservation. For example, environmental impact in terms of carbon dioxide emissions can be reduced by up to 40% by changing the structure of products from the surface mount technology (SMT) to the system in package (SiP) type.

## 1 まえがき

2006年7月1日に施行された欧州RoHS指令（電気・電子機器製品に含まれる特定有害物質の使用制限に関する指令：EU指令2002/95/EC）をはじめとする製品の含有化学物質にかかわる規制は年々増加しており、企業の環境経営の中で、安全と健康だけでなく環境負荷低減を含む取組みとして、その規制への対応が重要度を増している。また、規制では禁止

されていない化学物質であっても、限りある資源を製品の材料などに多量に使用し続けることは、資源の枯渇を招く懸念から、使用量の把握とともに、使用量の削減も必要になっている。このような製品の含有化学物質を取り巻く動向は、世界的な規模で広がりつつあり、電気・電子機器製品だけでなく、半導体を含む電子部品にも及んでいる。

東芝の半導体部門では、東芝グループの第4次ボランタリープランに基づき、図1のような環境にかかわる目標を掲げている。目標は、製品の環境効率の向上と事業プロセスの環境効率の向上に大別され、前者においては、製品に含まれるRoHS



指令の制限物質への対応を優先して取り組んでいる。また、新製品の開発設計には、**図2**に示す製品環境アセスメントを実施し、省電力と省資源を考慮して、自主的に定めた物質を含む使用禁止物質を使用しない環境調和型製品を開発するよう努力している。新規部品と材料の事前評価や製品環境アセスメントには、サプライチェーンの中で提供される化学物質の情報は不可欠であり、RoHS指令の制限物質への対応を継続して行うためにも、グループグリーン調達ガイドラインを定め、それに基づく運用を図ってきた。

ここでは、半導体製品としてNAND型フラッシュメモリにスポットを当て、その機能と特長、応用製品、省電力と省資源などの視点で、製品における環境配慮について述べる。

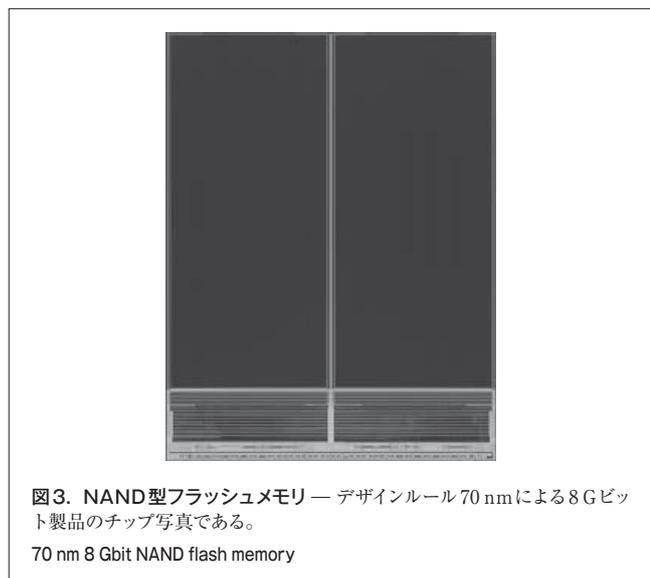
## 2 NAND型フラッシュメモリとは

NAND型フラッシュメモリとは、データの書換えが可能でかつ電源を切ってもデータが消えない不揮発性半導体メモリの一種である。1987年に当社が独自に開発し、その後製品化に成功した。現在主力の8 Gビット製品のチップ写真を**図3**に示す。

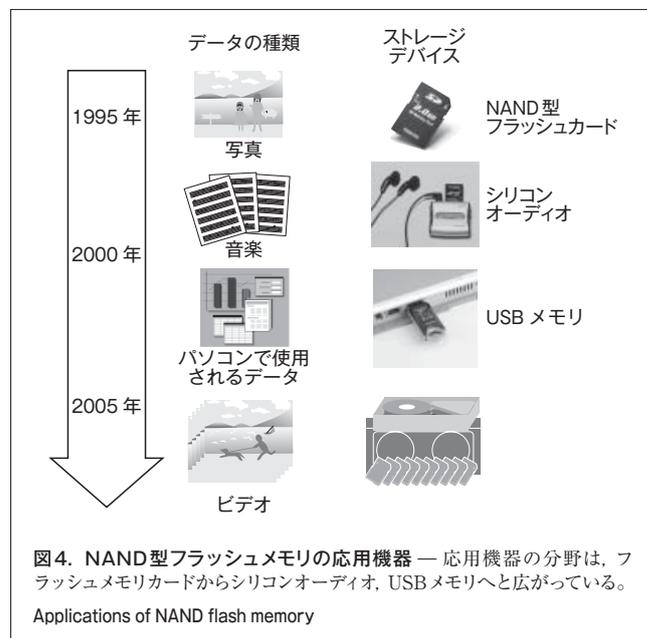
このNAND型フラッシュメモリは、以下の特長を持っている。

- (1) データの保持には電力を必要としない。
- (2) データを記憶するメモリセルの大きさが小さく、また、セルの縮小が容易で大容量化に向いている。
- (3) データの書き込み及び読出しを、ページと呼ばれる複数のデータの固まり単位で行うことにより、大量のデータを高速に書き込み、読み出すことができる。

このような特長から、NAND型フラッシュメモリはデータストレージ用に適しており、大容量化とともに他のストレージメディアからの置換えが進んでいる。現在では、SDカードな



どデジタルカメラ用のストレージメディア、携帯音楽プレーヤ、USB (Universal Serial Bus)メモリなどに使用され、最近ではNAND型フラッシュカードをメディアとしたビデオ機器も発表されるなど、その応用分野を広げている(**図4**)。



## 3 NAND型フラッシュメモリの大容量化

大容量NAND型フラッシュメモリを実現するために、これまで“微細化”と“多値化”を推進してきた。

微細化では、1996年に350 nmだったデザインルールが、2005年には70 nmと1/5までに小さくなっている(**図5**)。

この微細化を実現するために、常に最新の露光技術や加工技術を開発し使用してきた。例えば露光技術では、デザインルールの縮小とともに、露光光源とその波長がKrF (フッ化クリプトン) エキシマレーザの248 nmからArF (フッ化アルゴン) エキシマレーザの193 nmに変わり、今後は液浸露光技術を導入する。また、加工技術では、従来はシリコン (Si) 基板を酸化することにより実現してきた素子分離技術に、Si基板に溝を掘りその中に酸化膜を埋め込むSTI (Shallow Trench Isolation) 技術をいち早く導入し、更に、データ蓄積ノードと素子分離領域を自己整合的に形成するSA-STI (Self Align STI) 技術を開発してきた。

一方、微細化と同時にセルの多値化を進めている。多値化とは、**図6**に示すように、従来一つのメモリセルに“0”と“1”の二つの値のデータ (2値)を記憶していたのに対して、倍の四つの値のデータ (4値)を記憶するもので、この実現により、同じチップサイズで倍の容量のメモリを実現できるようになった。この多値化を実現するために、製造プロセスの最適化や独自の回路技術などを開発している。

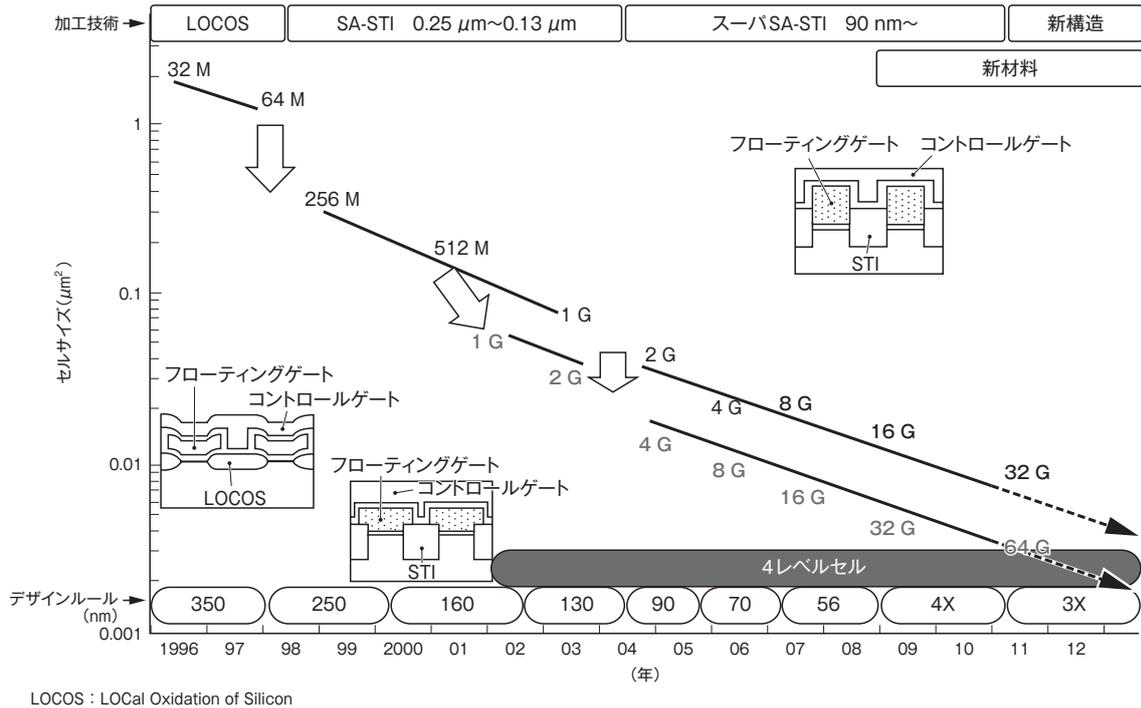
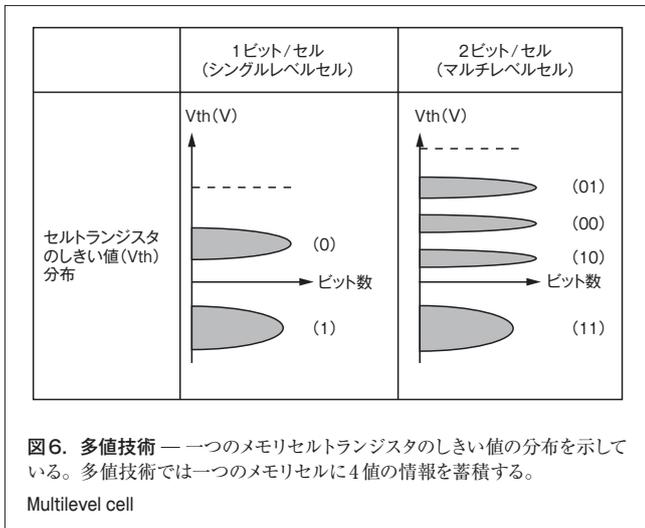


図5. NAND型フラッシュメモリの微細化トレンド — 現在東芝では、デザインルール 56 nm による製品の量産化を開始した。  
Trend of NAND flash memory cell size



このように微細化と多値化の推進でメモリの大容量化を実現し、これにより、同一メモリ容量当たりの製造に必要な原材料を削減してきた。

例えば、8 Gビットの容量を実現するために、2002年では1 Gビットの2値NAND型フラッシュメモリが8チップ必要だったが、2004年には、デザインルールの130 nmから90 nmへの縮小と多値技術の導入で4 GビットのNAND型フラッシュメモリを実現したので、8 Gビットの容量を実現するのに必要な

チップ数は2チップになり、更に、2005年にデザインルールを90 nmから70 nmに縮小することで、1チップで8 Gビットの容量を実現できるようになった。

これにより、2002年のシリコン原材料を100%とすると、2004年には28%に削減し、更に2005年には15%に削減することができ、環境に対する負荷を軽減できている。また、いずれの場合も1チップ当たりの金ワイヤボンディングの本数と消費電力はほぼ同じなので、チップ数が削減されることに比例して、貴金属の削減と省電力を実現できている。

#### 4 新型カードの展開

一方、NAND型フラッシュメモリをカードに組み立てる技術でも、環境調和型の製品を実現するための技術開発を行っている。

従来からの組立て技術では、まずNAND型フラッシュメモリチップを金属フレーム上に搭載して樹脂封止し、TSOP (Thin Small Outline Package) に組み立てる。その後、TSOPパッケージをはんだペーストでプリント基板上にSMT (Surface Mount Technology) 実装する。最後に外側のケースを超音波溶着する。

新しい組立て技術では、NAND型フラッシュメモリと制御ICの両方のチップをプリント基板上に搭載して樹脂封止し、SiP (System in Package) に組み立てる。その後、必要に応

じて外側のケースを超音波溶着する(図7)。SiP技術により、プリント基板、金属フレーム、樹脂などの材料使用量が削減できるとともに、外形の小さなカードが実現できた。

現在のSDカードのラインアップを図8に示す。従来は主な用途がデジタルカメラのSDカードだけであったが、今ではSiP技術により、携帯電話で使用されるminiSDやmicroSDなどの小型カードがラインアップに加わっている。microSDカードはSDカードの約1/10の体積で、質量は1/7しかなく、SiP技術は原材料の大幅な削減に貢献している。また、SiP構造にすることにより、CO<sub>2</sub>排出量換算で環境影響を40%まで削減している。

特に、半導体製品で配線材料に使われている貴金属の金は、カードの小型化によりその使用量を削減することができる。

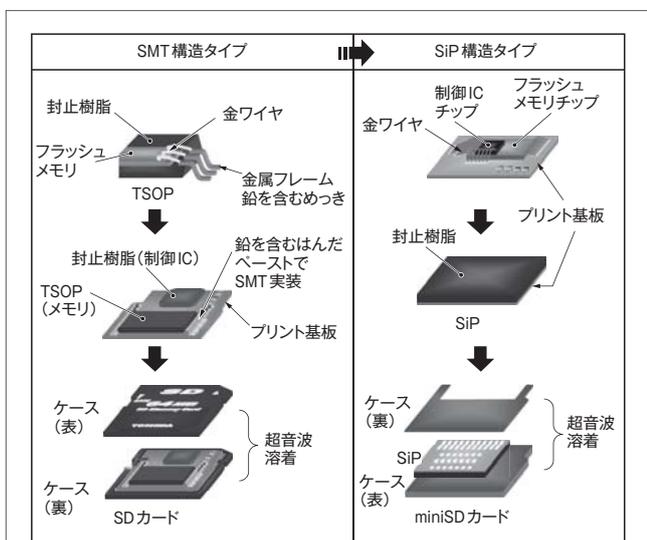


図7. SiPパッケージ技術 — SiP技術の採用で外形の小さなカードが実現し、材料使用量の削減も進んだ。

Explanation of SiP technologies

	SDカード	miniSDカード	microSDカード
サイズ (mm)	24×32×2.1	20×21×1.4	11×15×1.0
体積 (cm <sup>3</sup> )	1.6	0.59	0.17
質量 (g)	2	0.8	0.3

図8. SDカードのラインアップ — microSDは通常のSDカードの1/10の体積になっている。

Lineup of secure digital (SD) cards

例えば金の使用量は、SDカードに対してminiSDカードでは70%削減、microSDカードでは80%削減した。

また、従来技術においても、すず・鉛共晶はんだから鉛を含まないすず・銀・銅系はんだに切り替えることにより、製造工程から製品のライフエンドにわたって有害物質の排出を避けるようにしている。

## 5 あとがき

環境の視点から、製品の含有化学物質にかかわる規制を強化する動向は、電気・電子機器製品だけでなく、半導体を含む電子部品にも及ぼうとしており、規制動向の変化を見据えたサプライチェーンでの情報提供も今後重要性が増すものと考えられる。今回、半導体製品の中でNAND型フラッシュメモリとその応用製品を取り上げ、環境配慮について次の3点を中心に述べた。

- (1) 微細化と多値化の推進によりNAND型フラッシュメモリの大容量化が実現でき、同一メモリ容量当たりの製造に必要な原材料を削減した。
- (2) Si原材料の削減による環境に対する負荷の軽減や、チップ数が削減されることに比例して、貴金属の削減と省電力の効果も得られた。
- (3) 組立て技術の開発により、材料使用量の削減とともに、CO<sub>2</sub>排出量換算で環境影響を40%まで削減した。

当社は、事業プロセスと製品の環境効率向上を二つの柱として、地球内企業としての活動という認識のもとで、環境経営を推進している。

半導体製品は、多様な電気・電子機器、家電製品、情報システムなどに数多く組み込まれており、半導体製品の環境負荷を軽減することは大きな効果をもたらすことになる。このため、半導体の開発設計段階から環境配慮を行うことは、通常業務と環境活動を一体化させた業務へと発展させ、企業としての環境経営を進化させていくものと考えている。



吉川 進 YOSHIKAWA Susumu

セミコンダクター社 メモリ事業部 ファイルメモリ・デバイス技術部参事。  
NAND型フラッシュメモリの開発に従事。  
Memory Div.



忠内 仁弘 TADAUCHI Masahiro

ディスプレイ・部品材料統括 技術管理部参事。  
環境対応推進及び製品含有化学物質の管理に従事。  
Technology Planning and Management Div.