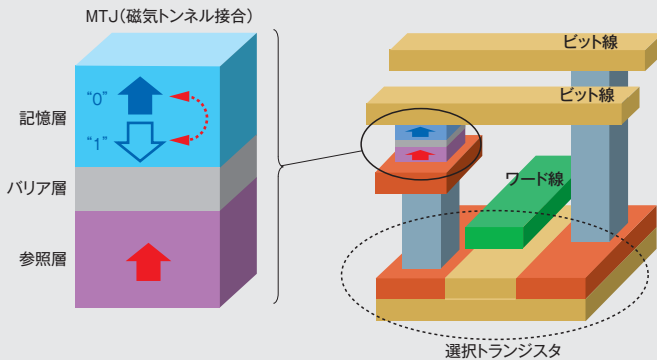


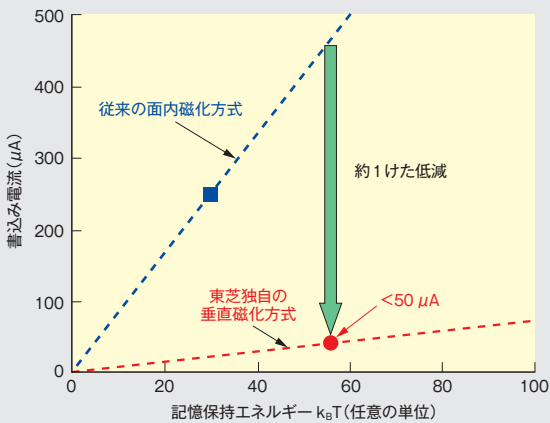
# HIGHLIGHTS 2008

## 電子デバイス

電子デバイス分野では、最先端プロセス、及び設計・応用技術力を核として、新規事業分野の製品開発に積極的に取り組んでいます。垂直磁化方式による低消費電力で大容量の磁気ランダムアクセスメモリや、43 nmプロセス技術を用いた16 Gビット(多値) NAND型フラッシュメモリ、室内照明下で高い性能を発揮する可視光応答型光触媒、世界最高レベルの低消費電力と長寿命化を実現した有機ELディスプレイなど、新たなキーデバイスを開発しました。

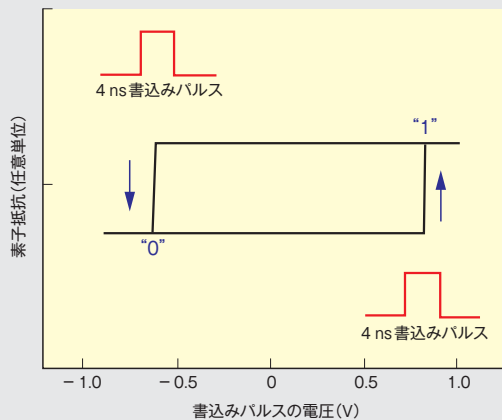


▲ 垂直磁化スピン注入方式MRAMの単位セルの模式図  
Schematic of element for perpendicular spin transfer torque magnetoresistive random access memory (MRAM)



$k_B$ : ボルツマン定数  $T$ : 絶対温度

▲ 50  $\mu A$  以下の低電流書き込み技術  
Technology of low writing current of less than 50  $\mu A$



▲ 4 ns 書き込みによる高速スイッチング実証  
High-speed switching of 4 ns writing

## ■ 垂直磁化方式スピン注入型の低消費電力・大容量MRAM

磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)は、高速で、かつ書換え制限のない唯一の不揮発性メモリである。しかし、従来の技術では1 Gビットを超える大容量化は困難で、大きな市場を持つパソコン(PC)などのメインメモリには成りえなかった。

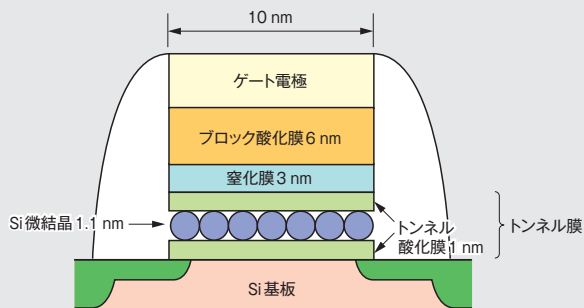
大容量化における最大の課題は書き込み電流の大幅な低減で、この課題をブレイクスルーするために当社は、垂直磁化方式のMTJ(Magnetic Tunneling Junction)素子<sup>(注1)</sup>を用いたスピン注入書き込み<sup>(注2)</sup>技術を開発してきた。

今回、磁化反転に際して損失の小さい独自のMTJ素子を開発し、書き込み電流を50  $\mu A$ 以下と大幅に低減した。不揮発性を確保したうえで、これほどの低電流化を実現した例はほかになく、従来からの面内磁化方式のMTJ素子と比較して、約1けた低減することができた。更に、パルス幅4 nsでの書き込みも実証し、PCなどのメインメモリとしてのポテンシャルも確認した。

(注1) MRAMの記憶素子。

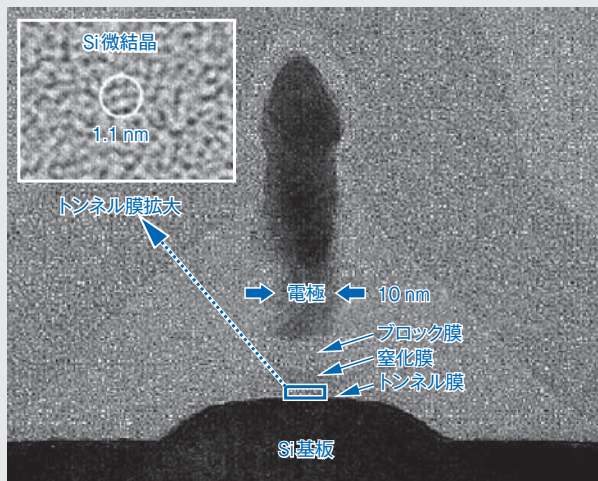
(注2) 電流を担う電子のスピンをMTJ素子の記憶層に直接作用させることで、記憶層の磁化を反転させ、情報の書き込みを行う。

(研究開発センター)



\*トンネル酸化膜は電流をトンネルさせる酸化膜であり、ブロック酸化膜は電流をブロックする酸化膜。

▲ 10 nm-SONOS型メモリの断面構造  
Schematic of 10nm silicon oxide nitride oxide semiconductor (SONOS) type memory cell



▲ 10 nm-SONOS型メモリの電子顕微鏡写真  
Cross-sectional TEM view of 10nm SONOS memory cell

## ■ 二重障壁を用いた 10 nm-SONOS型メモリ素子

近年、メモ리카ードなどの不揮発メモリの大容量化が求められているなか、当社は、大容量化のためフラッシュメモリセルの微小化に取り組み、世界最小記録を更新<sup>(注)</sup>する10 nmのフラッシュメモリセルを可能にする技術を開発した。

開発は主に、ゲート絶縁膜内に設けたシリコン(Si)窒化膜に情報電荷を蓄積してデータを保持するSONOS (Silicon Oxide Nitride Oxide Semiconductor) 型フラッシュメモリセル構造のうち、電荷の出し入れを制御するトンネル膜を中心に行った(上図)。

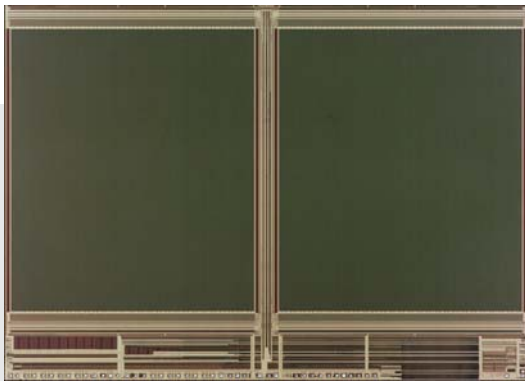
トンネル膜部は、Si微結晶を薄い酸化膜(厚さ1 nm)で挟みこんだ二重障壁構造としたことで、Si微結晶の量子効果によって、トンネル膜の抵抗をゲート電圧で大きく変化させることができた。このことから、長時間記憶保持と低電圧高速書込み・消去の両立が可能になった。

この構造は、Si微結晶を小さくするほどトンネル特性改善効果が顕著に大きくなることが最大の長場で、今回、粒径1.1 nmという、これまでで最小のSi微結晶を挟む構造を作成し、従来のSONOS型素子のトンネル膜に比べ、更に有利なトンネル特性とすることにより、10 nmの素子微細化が可能になった(下図)。

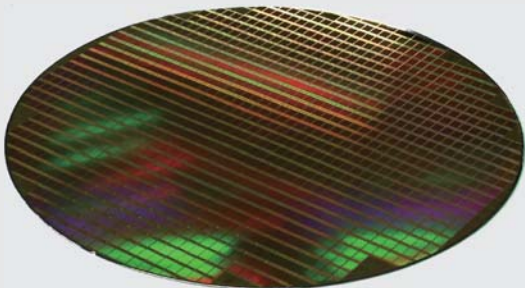
10年以上のデータ保持(3けた程度のオン・オフ電流比の維持)を通常の1/2程度の低動作電圧で実現できた。更に、Si微結晶の微細化によるトンネル特性の改良が見込めることから、将来は10 nm以下の1けた台のナノテクノロジーへの応用が期待できる。

(注) 2008年12月時点、当社調べ。  
関係論文：東芝レビュー. 63, 2, 2008, p.19-23.

(研究開発センター)



▲ 16 Gビット NAND型フラッシュメモリチップ  
Chip photograph of 16Gbit NAND flash memory



▲ 16 Gビット NAND型フラッシュメモリ 300 mm ウェーハ  
300mm wafer of 16Gbit NAND flash memory

### ■ 43 nm 世代大容量 16 Gビット(多値) NAND 型フラッシュメモリ

43 nm プロセス技術を用いた 16 Gビット(多値) NAND 型フラッシュメモリを、米国サンディスクコーポレーションと共同開発した。

NAND 型フラッシュメモリは、メモリカード、USB (Universal Serial Bus) メモリ、及び携帯型音楽プレーヤに広く使われ、急速な大容量化とビットコスト低減で、携帯電話や PC など新たな市場への広がりを見せている。

このような急速に発展する市場動向に応えるため、43 nm 世代では、前世代(56 nm プロセス)の同じ容量製品と比較して、回路的な工夫とメモリセルアーキテクチャの変更によってチップ面積を約 70 % に縮小した。また、微細化に伴う素子特性の低下を克服し、約 14 Mバイト/s の高速多値書込み速度を実現した。

(セミコンダクター社)



▲ モニジーン™ シリーズ ヘリコバクター属菌検出キット  
MoniGene kit for monitoring helicobacter



▲ 自動ローディング機構搭載 Genelyzer™  
Automated DNA detection system with automatic loading system

### ■ 実験動物微生物モニタリング用 DNA チップの開発、及び DNA 自動検査装置のラインアップ拡充

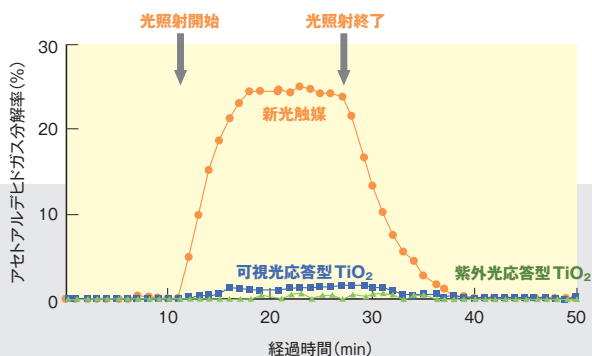
生命科学研究や製薬・化粧品開発では、実験動物が頻繁に使用され、実験成績の担保のために病原微生物に感染していない動物が必要で、定期的に微生物感染の検査が行われており、感染初期段階から迅速な検査ができる遺伝子検査への期待は大きい。

今回、当社独自の“電流検出型 DNA (デオキシリボ核酸) チップ”の非医療分野展開の第一弾として、(財) 実験動物中央研究所と共同で、実験動物に感染し多大な影響を及ぼすヘリコバクター属菌を検出する DNA チップを開発し、モニジーン™ シリーズ ヘリコバクター属菌検出キットとして製品化した。

約 600 の実検体を用いたテストでは、高い精度でヘリコバクター属菌を検出し種判別できることが実証され、同研究所での受託検査を開始するとともに、実験動物のブリーダー、飼育施設のインハウス検査用として販売を開始した。当社と同研究所は引き続き、ほかの感染微生物の検出キットについても開発・製品化を進めていく。

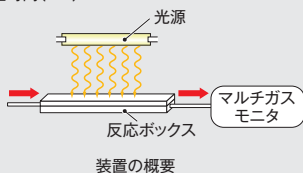
また、検査工程の省人化を目指し、小型自動 DNA 検査装置 Genelyzer™ 用の DNA チップ自動ローディングシステムを開発した。あらかじめ、最大 24 個の DNA チップをセットしておけば、自動でチップの入替えや検査を行うことができる。

(ディスプレイ・部品材料統括/研究開発センター)



**<試験条件>**

NEDO標準化委員会 JIS 原案に準拠  
 光源：蛍光灯(紫外線カット, 250 lx)  
 初期アセトアルデヒド濃度：5 ppm  
 基板：ガラス板(50×100 mm)  
 形態：0.2 g 粉体塗布



NEDO：独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

**▲ アセトアルデヒドガス分解特性**

Decomposition characteristics of acetaldehyde gas



◀ 光触媒ナノ粒子の水系分散液  
 Aqueous dispersion slurry of photocatalyst

**■ 屋内の明るさでも高性能な可視光応答型光触媒**

屋内照明の明るさで高い性能を発揮する可視光応答型の光触媒材料を開発した。

光触媒は有機物酸化作用による消臭・抗菌効果、親水性による防曇効果や防汚効果を持つことが知られている。現在、外壁、窓ガラス、テントなどに酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)系光触媒が使われているが、紫外線のエネルギーを使用するため、主な用途が屋外に限られていた。

今回、可視光領域で高い活性を示す材料を開発し、更に、ナノ粒子化や粒子構造制御などの処理を行うことにより高性能化した。例えば、シックハウス問題などで知られる揮発性有機化合物(VOC)の代表例であるアセトアルデヒドの分解能力でみると、250 lxの明るさで、現行の可視光応答型光触媒の約30倍の威力を発揮する。更に、大腸菌、黄色ブドウ球菌、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌MRSA、及び病原性大腸菌O-157に対する抗菌性を持っている。

今後、住空間の浄化を目的に、壁紙やタイルなどの建材、内装品、衣類、家電製品など、屋内用途に応用が期待される。

(ディスプレイ・部品材料統括)



◀ 低消費電力、長寿命化を実現した低分子タイプ有機ELディスプレイ  
 Organic electroluminescence (EL) display with low power consumption and long life

**■ 世界最高レベルの低消費電力、長寿命化を実現した有機ELディスプレイ**

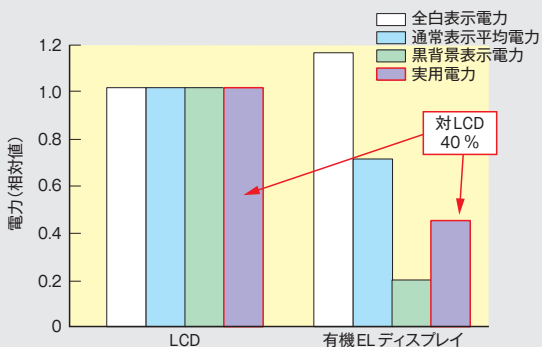
従来比<sup>(注1)</sup>で消費電力を1/4まで低減し、寿命を30倍に改善した携帯機器用低分子タイプ有機EL (Electroluminescence) ディスプレイを出光興産(株)と共同で開発した。

当社のTFT (Thin Film Transistor) 基板及び素子の開発、出光興産(株)の高効率低電圧のRGB (Red, Green, Blue) 発光材料や周辺材料の開発、及び材料の組合せについての共同評価により実現し、2.2型QVGA (240×320画素)において、実用電力100 mW、半減輝度寿命60,000時間(200 cd/m<sup>2</sup>全白時)の、携帯機器用としては世界最高レベルの性能を達成した。

有機ELディスプレイは、ガラス基板上に形成した微細な有機EL層を自発光させて画像を表示するため、広い視野角を持ち、早い動きにも映像がぼやけず、高コントラストで鮮明な画像を実現するとともに、バックライトが不要で、薄型・省資源化が可能である。今回の開発で更に、LCD (Liquid Crystal Display)の40%という低消費電力の特長も証明された。

(注1) 当社製LTD035J060Sとの比較。

(東芝松下ディスプレイテクノロジー(株))



**▲ LCDとの電力比較**

Comparison of power consumption of organic EL display and LCD