

## 超大容量不揮発性メモリを実現する 3次元構造のBiCSフラッシュメモリ

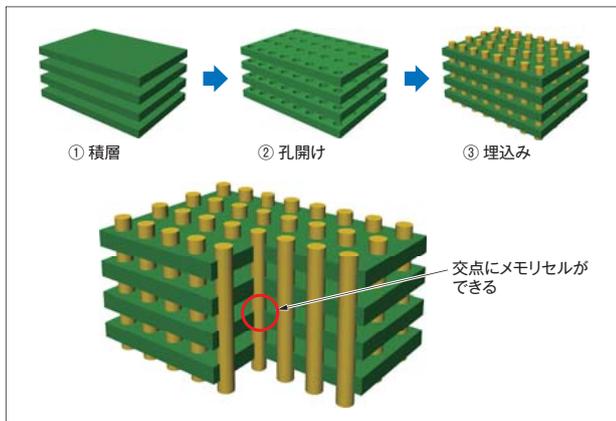
携帯可能なデジタル機器やSSD (Solid State Drive) などに用いられるNAND型フラッシュメモリの更なる大容量化に向けて、低コストで、メモリの3次元化が実現でき、多値動作も可能なBiCS (Bit Cost Scalable) フラッシュメモリ技術を開発した。

BiCSフラッシュメモリは、図1に示すように、①ゲート電極と層間絶縁膜を交互に積み重ねた積層構造に、②最上層から最下層まで貫通する孔(あな)を一度に開け、③データ保持用の窒化シリコン (SiN<sub>x</sub>) 膜などのメモリ膜で側壁を被覆し、不純物を含むSiを柱状に埋め込むことで3次元配置のトランジスタを一括で製造できる、当社独自の技術を用いている。

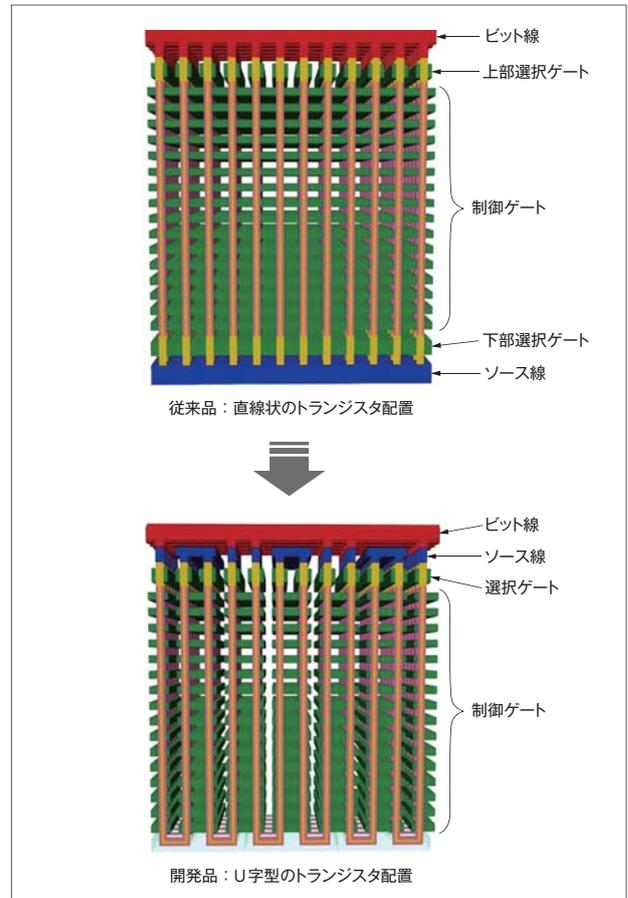
従来のBiCSフラッシュメモリでは、図2に示すように、トランジスタ列が直線状の配置のため、製造工程中にメモリ膜が損傷を受けるなど、メモリ動作の信号量低下や信頼性劣化が問題であった。そこで、新たにU字型のトランジスタ配置を採用し、メモリ膜の損傷を防止した。大きな信号量が得られ、データ保持特性も著しく改善でき、多値動作が可能になった。

このU字型トランジスタ配置のアレイ構造を用い、更に60 nmのデザインルールによる加工技術で、16層にメモリセルを積層したメモリ容量32 Gビットのテストチップを試作した(図3)。実効セル面積が1ビット当たり0.00082 μm<sup>2</sup>のメモリセルの動作を検証した。

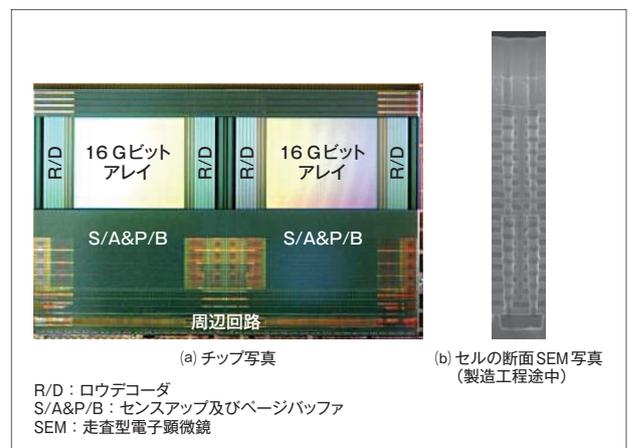
(セミコンダクター社)



▲ 図1. BiCSフラッシュメモリ技術のコンセプト  
Concept of bit cost scalable (BiCS) flash memory technology



▲ 図2. BiCSフラッシュメモリの特性改善のための構造変更  
Change from I-shaped to U-shaped array structure improving signal window and data retention



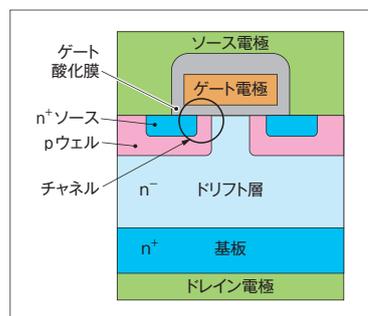
▲ 図3. 試作した60 nmデザインルールと16層32 Gビットのテストアレイ  
Fabricated 32 Gbit test array of 16-layer U-shaped BiCS flash memory with 60 nm technology

## 1.2 kV級低損失SiCパワー MOSFET

炭化ケイ素 (SiC) 縦型パワー MOSFET (金属酸化膜半導体型電界効果トランジスタ) は、Siデバイスに比べて低損失、高速、及び高温動作が可能であるという特長から、次世代のスイッチングデバイスとして期待されている。しかし、従来技術では、MOS界面の欠陥により生じる界面準位の影響のため、十分な特性が得られなかった。

そこで当社は、カーボン面と呼ばれる結晶面にMOSゲートを形成し、酸化膜形成条件を最適化することで、界面準位密度を大幅に低減した。この技術に加え、セルサイズの微細化や設計の最適化を行うことで、特性オン抵抗  $5.0 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$  及びオフ状態の耐圧  $1,360 \text{ V}$  という、高耐圧で低抵抗のパワーデバイスの開発に成功した。

また、高温環境の動作において、従来、界面準位からのキャリア放出によってノーマリオフ特性が保てないことが懸念されていたが、今回、界面準位密度を減らすことで、 $250^\circ\text{C}$  の高温環境でもノーマリオフ特性が維持できることを実証した。



◀ 縦型パワーMOSFETの断面

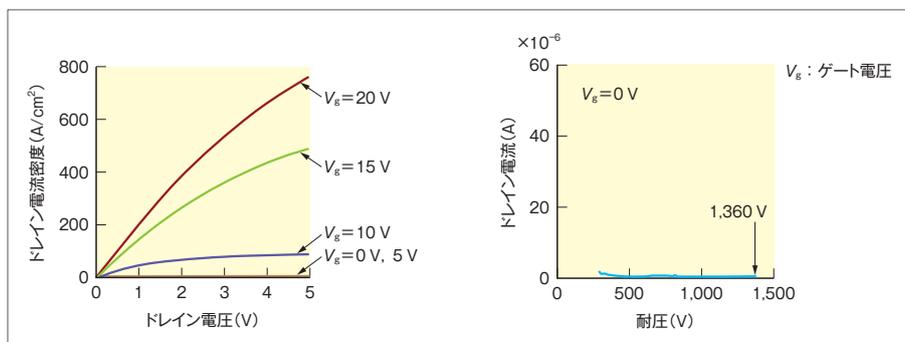
Cross-sectional view of vertical power MOSFET

今後、大容量化に取り組むとともに、SiCダイオードと組み合わせ、小型で高効率なSiCインバータの開発を進めていく。

この研究の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) から委託された「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」の成果である。

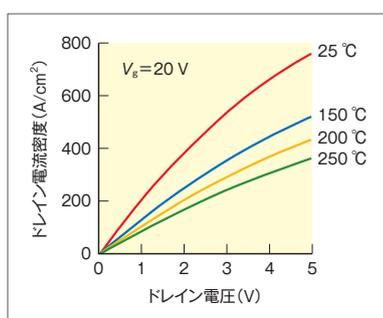
関係論文: 東芝レビュー. 65, 1, 2010, p.23-26.

(研究開発センター)



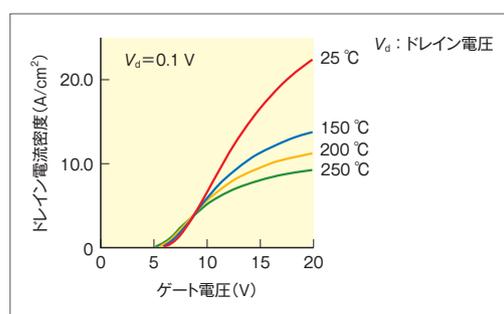
◀ 試作品のドレイン電流密度とドレイン電圧特性 (左) 及びオフ状態の耐圧 (右)

On-state drain current density ( $I_d$ ) - drain voltage ( $V_d$ ) characteristics and blocking characteristics of fabricated silicon carbide (SiC) metal-oxide semiconductor field-effect transistor (MOSFET)



▲ 試作品のドレイン電流密度とドレイン電圧特性の温度依存性

Temperature dependence of on-state  $I_d$ - $V_d$  characteristics of fabricated SiC MOSFET



▲ 試作品のドレイン電流密度とゲート電圧特性の温度依存性

Temperature dependence of  $I_d$ -gate voltage ( $V_g$ ) characteristics of fabricated SiC MOSFET

# HIGHLIGHTS 2009

電子デバイス ■ Electronic Devices & Components

## モバイル燃料電池 Dynario™

モバイル機器用の携帯できる電源として、モバイル燃料電池“Dynario™ (ディナリオ)”を商品化した。

この燃料電池は、いわば小さな発電機で、従来の充電電池式の簡易充電器のようにコンセントにつないで充電されるまで長時間待つ必要がなく、専用カートリッジから燃料のメタノールを注入すれば、みずから発電してモバイル機器に電気を供給することができる。

今回、燃料に高濃度メタノールを使用する技術を開発したことで、燃料電池及び燃料カートリッジの小型・軽量化を実現した。更に、少ない液量のメタノールで発電できる独自のセル技術や、燃料をより均一に、安定して発電部へ供給する機構を採用し、また自社開発の内蔵マイコンによるきめ細かな制御を行うことで、出力の安定化と信頼性の向上を図った。

様々なモバイルエンターテインメントが普及し、携帯機器の電池切れが大きな悩みの種となるなか、新世代のモバイル電源として期待されている。今後は、更に小型化を目指し、充電器だけでなく、携帯電話の専用電源としての展開も視野に入れ、開発を進めていく。

(ディスプレイ・部品材料統括)



▲ Dynario™と専用燃料カートリッジ  
Dynario™ mobile fuel cell and fuel cartridge

## 国産初の生物剤検知システム Bio Bulwark™



◀ モバイル型全自動DNA検査装置  
Mobile-type automated DNA detection system



◀ 生物剤検知用カセット  
Cassette for detection of biological agents

国産初<sup>(注1)</sup>の生物剤検知システムとして、モバイル型全自動生物剤検知システム“Bio Bulwark™ (バイオブルウォーク)”を開発した。

このシステムは、独自開発の電流検出型DNA(デオキシリボ核酸)チップとマイクロ液送技術を搭載した“検知用カセット”，及び“モバイル型全自動DNA検査装置”で構成される。

サンプルを採取し、粗抽出などの簡単な前処理を行った検体を検知用カセットに注入して検査装置にセットするだけで、増幅、洗浄、検出、及び判定までを全自動で迅速に処理できる。CDC分類カテゴリー<sup>(注2)</sup>の細菌やウイルスのうち、炭疽(そ)菌など約20種の生物剤を、高速モードでは約30分で、高感度モードでは約70分で判別できる。

小型・可搬型で高い機動性を備えており、バイオテロ発生現場などで、迅速かつ簡便に、正確な検知作業が行える。

このシステムは、2005～2008年に、独立行政法人科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業として、警察庁科学警察研究所、国立大学法人帯広畜産大学と共同で行った「全自動モバイル型生物剤センシングシステムの開発」の成果をベースに、小型・高感度化を図り、製品化した。

(注1) 2009年7月時点、当社調べ。

(注2) 米国疾病予防センター(CDC)による分類。

(ディスプレイ・部品材料統括)

## 静止画対応X線フラットパネルイメージャ FDX4343R



▲ 静止画対応X線フラットパネルイメージャ FDX4343R  
(有効視野43×43 cm)  
FDX4343R X-ray flat panel imager for digital radiography

東芝電子管デバイス(株)は、入力X線をデジタル画像信号に変換する有効視野43×43 cm (9.2 Mピクセル)の静止画対応X線フラットパネルイメージャ (FPI) FDX4343Rを商品化した。

従来のX線イメージンシファイア (I.I.) で培ったヨウ化セシウム蛍光体 (CsI) 成膜技術に加え、CsI発光効率に適した、当社独自のフォトダイオード付きTFT (薄膜トランジスタ) パネル設計技術、専用読出しIC設計技術、低ノイズ回路技術、及び高感度化技術の採用で、高解像度と高感度の相反する性能を同時に実現することができた。

同じ間接変換方式を採用する他社製品と比べても、同等の解像度を維持したまま、感度は1.5倍を達成した。

X線診断装置用X線画像検出器は、固体デバイス化や画像出力信号のデジタル化が進んでいる。FDX4343Rは、高解像度、高感度、及び即時診断という特長を生かし、X線撮影装置のデジタル化への発展に寄与できるものである。

(ディスプレイ・部品材料統括)

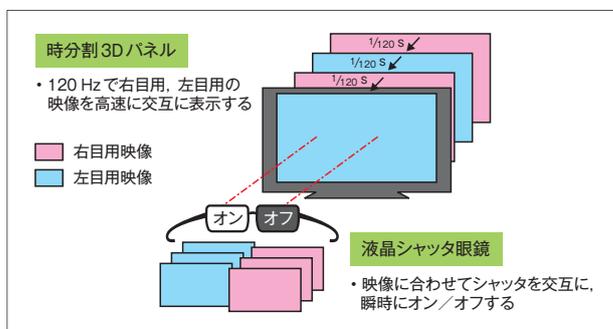
## 世界最高レベルの高品位3Dディスプレイ

左右視差映像の混在の程度を示す3D (3次元) クロストークがほとんどない高品位の3Dディスプレイを開発した。

シャッタ眼鏡をかけて、右目用と左目用の映像を交互に表示して立体視する3D方式は、ディスプレイの液晶応答が遅いことによる3Dクロストークの発生が課題である。この3Dクロストークを解決するため、応答時間3 msの超高速OCB (Optically Compensated Bend) 液晶を開発して左右映像の切替えスピードの高速化を実現し、更に、左右映像の間に黒映像を表示させる黒挿入技術及び、同期間にバックライトを消灯させるバックライト点滅技術を導入することで、前フレームの視差表示を消去し、3Dクロストーク率0.08%以下の高品位3Dディスプレイを実現した。

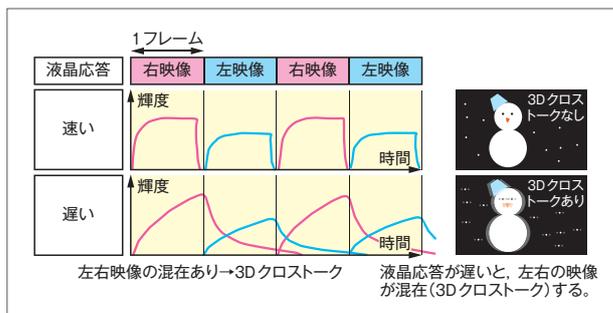
今後、テレビ (TV) やパソコン (PC) 用途では高品位な時分割のシャッタ眼鏡方式が主流になると考えられ、今回の開発品は、その要求性能を充分満足できるレベルであり、3Dディスプレイの本命になると考えられる。

(東芝モバイルディスプレイ (株))



▲ 時分割シャッタ眼鏡3D方式の概要

System of field-sequential stereoscopic display with glasses



▲ 3Dクロストークの発生要因

Mechanism of three-dimensional (3D) crosstalk occurrence in case of slow-response liquid crystal