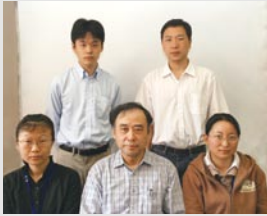


# 強誘電体 NAND フラッシュメモリー

## 書き換え回数 1 億回以上、書き込み電圧 6 V 以下を実証



**酒井 滋樹** さかい しげき  
研究グループ長 (写真: 前列中)  
shigeki.sakai@aist.go.jp

**高橋 光恵** たかはし みつえ  
研究員 (前列左)  
mitsue-takahashi@aist.go.jp

**Li Qiu-Hong** りー ちゅうほん  
産総研特別研究員 (前列右)

**Wang Shouyu** わん しょーい  
産総研特別研究員 (後列右)

**堀内 健史** ほりうち たけし  
産総研特別研究員 (後列左)

エレクトロニクス研究部門  
フロンティアデバイスグループ  
(つくばセンター)

FeFET はデータを記憶できる機能を持つ夢のトランジスターです。NAND フラッシュメモリーへの応用の研究だけでなく、待機時に CPU の電源を落とすことにも役立つような FeFET による不揮発性論理回路の研究も行っています。

### 関連情報:

#### ● 共同研究者

竹内 健 (国立大学法人 東京大学大学院 工学系研究科)

#### ● プレス発表

2008 年 5 月 19 日「強誘電体 NAND フラッシュメモリーで書き換え回数従来比 1 万倍を実証」

2004 年 12 月 15 日「自己整合ゲート強誘電体トランジスタで長期データ記憶に成功」

2002 年 10 月 24 日「1 Tr 型 FeRAM (強誘電体メモリ) を開発」

### 強誘電体 NAND (Fe-NAND) フラッシュメモリー

近年の携帯型情報機器の普及に伴い、より小型軽量で省電力の大容量データ記憶装置のニーズが高まっています。FeFET を NAND フラッシュメモリーセルに用いた強誘電体 NAND (Fe-NAND) フラッシュメモリーが実現すると、現在の NAND フラッシュメモリーと比べ、書き換え可能回数が飛躍的に多いメモリーになります。また、Fe-NAND フラッシュメモリーは 30 nm 技術世代以降の 20 nm、10 nm 技術世代の高密度大容量不揮発メモリーに適していると期待されています。

### 書き換え回数 1 億回以上、書き込み電圧 6 V 以下を実証

NAND フラッシュメモリーセルとして最適なきい値をもつようにチャンネル領域への不純物注入条件を調整した p 型 Si 半導体基板上にパルスレーザー蒸着法によって高誘電体 Hf-Al-O 薄膜を約 10 nm、強誘電体 SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub> 薄膜を約 400 nm 製膜した後、金属 Pt を約 200 nm 製膜しました。その後、フォトリソグラフィによりゲートおよびソース、ドレイン、基板の各電極を形成して金属-強誘電体-絶縁体-半導体 (MFIS) ゲート積層構造をもつ n チャネル型 FeFET を作製しました (図 1)。

Fe-NAND フラッシュメモリーのアレイ構成を図 2 のように想定し、データ書き込み、一括消去、読み出し動作に適切な電圧印加条件を検討しました。FeFET に書き込み・消去電圧を与えてからしきい値を測定したところ、10 μs、6 V の高速・低電圧パルスによっても 2 つの記憶状態に相当するしきい値が十分に判別できました。また、メモリーセルへの書き込みや読み出しによって、隣接するメモリーセルの記憶データが誤って書き換えられることのない電圧条件を得ました。

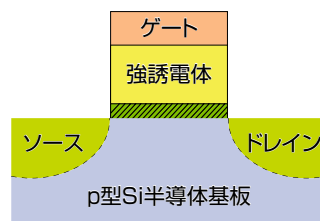


図 1 MFIS ゲート積層構造をもつ n チャネル型 FeFET

データ書き込み後、消去後、書き込みディスタurb後のそれぞれのデータ保持特性 (図 3) から、この n チャネル型 FeFET は外挿値で 10 年間のデータ保持が期待されます。また、1 億回のパルス印加後でも大きなしきい値の変化は見られず (図 4)、1 億回以上の書き換え耐性をもつことが示されました。

このように、Fe-NAND フラッシュメモリーのメモリーセルとして n チャネル型 FeFET を作製し、書き換え回数 1 億回以上、書き込み電圧 6 V 以下を実証することができました。このメモリーセルは、従来のフラッシュメモリーでは難しかった 20 nm、10 nm 技術世代の高密度大容量不揮発メモリーに適しています。

### 今後の展開

FeFET の微細化・集積化技術の開発を進めながら Fe-NAND フラッシュメモリーアレイの回路設計と作製を行い、Fe-NAND フラッシュメモリーアレイの動作を実証します。

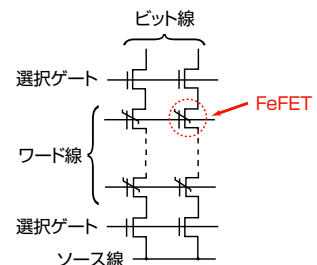


図 2 Fe-NAND フラッシュメモリーのアレイ構成

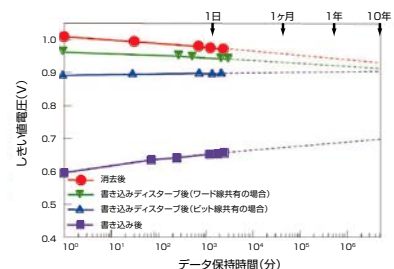


図 3 データ書き込み後、消去後、書き込みディスタurb後のデータ保持特性

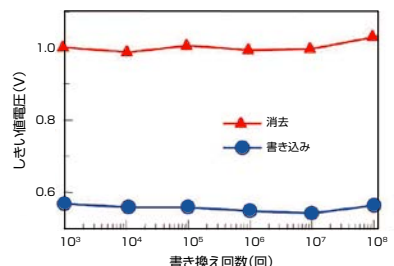


図 4 書き換え耐性