

ポーラスアルミナのスイッチング現象を利用した抵抗変化型メモリの開発

中野嘉博¹、李政祐²、原真一²、清水順也²、加藤誠一²、北澤英明²、木戸義勇²

日本GIT¹

(独)物質・材料研究機構

Background

	SRAM	DRAM	FLASH	次世代メモリ			
				FeRAM	MRAM	PRAM	ReRAM
セルサイズ	~130 F ²	4~8 F ²	4 F ²	12~25 F ²	16~40 F ²	4 F ²	4~6 F ²
高速性	○	○	-	○	○	-	○
不揮発性	-	-	○	○	○	○	○
回数制限	なし	なし	あり		なし		
動作原理	トランジスタ回路のインターロック	コンデンサーの電荷	フローティングゲートの電荷	強誘電体膜の分極	磁気抵抗効果	結晶/非結晶間の相転移	電界誘起の抵抗変化

① SRAMの高速性 ② DRAMの高集積度 ③ フラッシュメモリの不揮発性
①②③の全てを満たすユニバーサル・メモリの開発が要望されている

ReRAM (Resistance Random Access Memory)

電圧印加による電気抵抗の変化を利用した半導体メモリ。

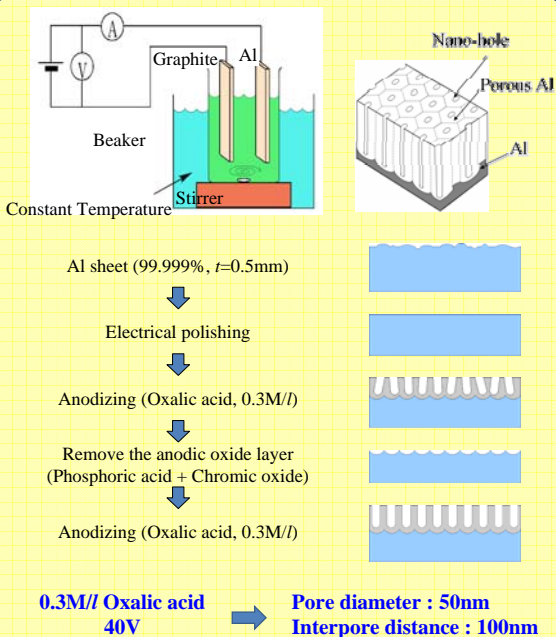
- ✓ 不揮発性
- ✓ セル面積が小さく、高密度化が可能
- ✓ 読み出しが高速
- ✓ 電圧で書き換えるため(電流が微量で)消費電力が小さい

開発背景

アルミニウムの陽極酸化法により形成されたポーラスアルミナで起こる抵抗変化型スイッチング現象を利用したReRAMの実用化を目指す。

- 1) 希少元素を使用しない
- 2) Si半導体製造ラインとの親和性を高める
- 3) 動作原理を明らかにする

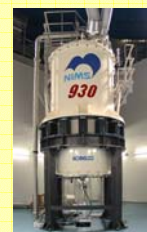
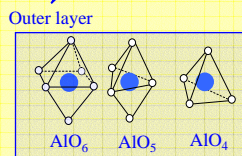
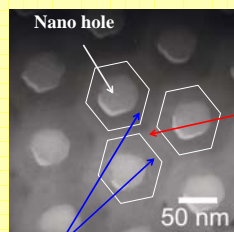
Fabrication of the anodic porous alumina



Micro structure of the anodic porous alumina

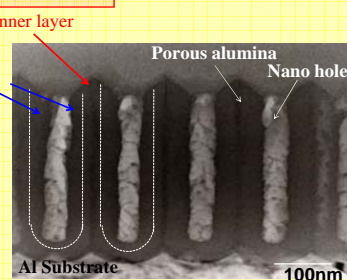
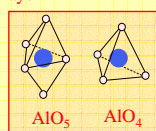
Structural Analysis with NMR

Surface TEM image



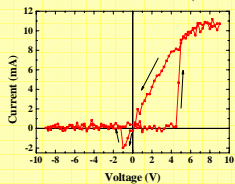
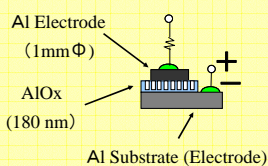
21.9T (930MHz) NMR spectrometer

T.Iijima, ..., G.Kido, T.Shimizu, Chem.Lett. 34, 9 (2005)



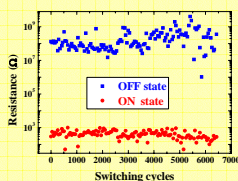
- ポーラスアルミナはOuter layerとInner layerで構成
- アモルファス構造
- Outer layerとInner layerは構造の違いを持っている ⇒ 電流経路?

Switching Properties of AlOx-ReRAM



➢ I-V測定によるスイッチング動作の確認 ⇒ ±5V範囲での動作

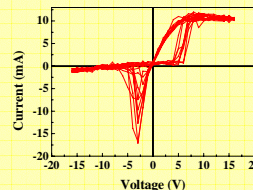
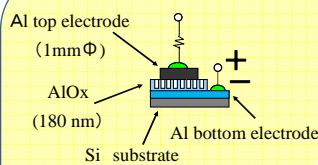
I-V property of AlOx-ReRAM



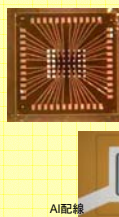
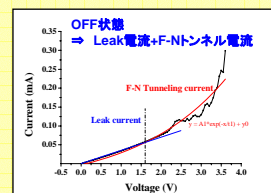
➢ 6000回以上の耐久性

Resistance switching of AlOx-ReRAM

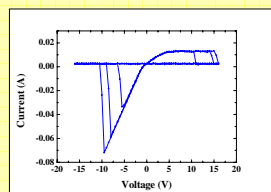
I-V curve of AlOx-ReRAM fabricated on Si substrate.



300回以上のスイッチング動作



メモリーセルサイズ: 200, 100, 50, 25 μm



スイッチング動作の確認

Summary

バルクのアルミおよびSi基板上に成膜したアルミに陽極酸化を行いポーラスアルミナを形成 ⇒ スwitching現象を確認

±5V以下での動作確認、6000回以上の耐久性、OFF状態 ⇒ Leak電流 + F-Nトンネル電流

ポーラスアルミナはアモルファスであり、Outer layerとInner layerで構成 ⇒ Outer layerとInner layerの構造の違いを明らかにした。

ポートレジスト法による微細化の可能性がある。 ⇒ 確立されたSi半導体技術の活用



ポーラスアルミナはReRAMの新材料として期待できる。