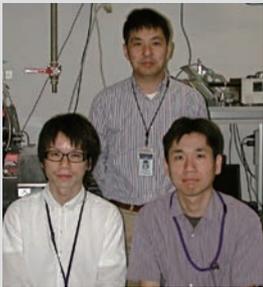


新たな原理による強誘電抵抗変化メモリー データ書き換え特性や保持特性の低下問題を解決



澤 彰仁

さわ あきひと (中央)

a.sawa@aist.go.jp
電子光技術研究部門
強相関エレクトロニクスグループ
研究グループ長
(つくばセンター)
抵抗変化メモリー、モットラ
ンジスターなど、機能性酸化物
を用いた新原理デバイスの研究
開発に取り組んでいます。

福地 厚

ふくち あつし (左)

a-tsurumaki@aist.go.jp

所属は同上
産総研特別研究員
(つくばセンター)

金属酸化物がもつ多様な物性
を活かした新機能デバイスの
実現を目標に、酸化物デバイ
スの研究開発を行っています。

山田 浩之

やまだ ひろゆき (右)

hiroyuki-yamada@aist.go.jp

所属は同上
主任研究員
(つくばセンター)

強相関酸化物を対象に、パルス
レーザー堆積法を用いて非常に
平坦な薄膜や、異なる材料と積
層化した構造を作製しています。
バルク材料や通常の半導体デバ
イスでは実現し得ないユニーク
なデバイス機能を目指して研究
を行っています。

関連情報：

● 参考文献

A. Tsurumaki *et al.*:
Adv. Funct. Mater. 22,
1040-1047 (2012).

● プレス発表

2012年1月12日「新たな
原理による強誘電抵抗変化
メモリーを開発」

●この研究開発は、(独)日
本学術振興会による最先端
研究開発支援プログラム「強
相関量子科学」の助成を受
けて行っています。

ReRAM実用化における課題

近年、機能性酸化物を金属電極で挟んだ構
造の素子に電圧を加えると素子の電気抵抗が
変化し、電圧を除いた後も電気抵抗変化が保
持される抵抗スイッチング現象を利用した抵
抗変化メモリー (Resistance Random Access
Memory: ReRAM) の研究開発が盛んに行われ
ています。

しかし、これまでのReRAMで用いられる抵
抗スイッチング現象は、酸化物の酸化還元反応、
あるいは酸化物中の酸素欠陥の移動を起源とす
るため、スイッチング動作を繰り返すと材料の
劣化が起こります。そのため、実用化にあたっ
てデータの書き換え特性や保持特性などの信頼
性の問題が懸念されています。

電気分極反転を利用した ReRAM

今回、強誘電体であるピスマスフェライ
ト (BiFeO₃) を抵抗スイッチング層に用いて
ReRAMを作製しました。その特性を詳細に調
べ、強誘電体と金属電極の界面に形成された
ショットキー障壁の高さが、強誘電体の電気分
極の向きによって変化することが、抵抗スイッ
チング現象の動作機構であることを明らかにし
ました。

今回開発した素子では、BiFeO₃に電気伝導性
をもたせるため、原料のBiとFeの組成比率を調
整してBi欠損を含むBi_{1-x}FeO₃薄膜を作製し、p
型半導体特性をもつこの薄膜を抵抗スイッチン

グ層としました。素子の下部電極には導電性酸
化物のルテニウム酸ストロンチウム (SrRuO₃)、
上部電極には白金(Pt)を用いました。

図1に、電圧パルスによる電気抵抗スイッ
チング特性の測定結果を示します。電流-電圧特
性と同様に、素子にプラスの電圧パルスを加え
ることにより、低電気抵抗状態へ変化し、マイ
ナスの電圧パルスを加えると高電気抵抗状態へ
変化しました。

図2に、時間幅1マイクロ秒、電圧+7 Vと-7 V
のパルス電圧を交互に100万回ずつ加えた場合
の抵抗変化の繰り返し書き換え特性の測定結果
を示します。1桁以上の電気抵抗変化が10万回
以上の繰り返し書き換えまで維持され、100万
回でも3倍以上の電気抵抗変化が得られました。

今回開発した強誘電ReRAMは電気分極の反
転による電気抵抗の変化を動作原理としていま
いるため、酸化物の酸化還元反応や酸素欠陥の移動
など材料劣化を伴う現象を動作原理とするこれ
までの酸化物ReRAMとは異なり、データの書
き換え特性や保持特性などの信頼性の向上が期
待できます。

今後の予定

今後は、材料開発による高温でのデータ保持
特性の改善、微細化および集積化に向けた素子
構造の設計、多値記憶に向けた電圧パルスの条
件検討など、実用化に必要な要素技術の研究開
発を展開する予定です。

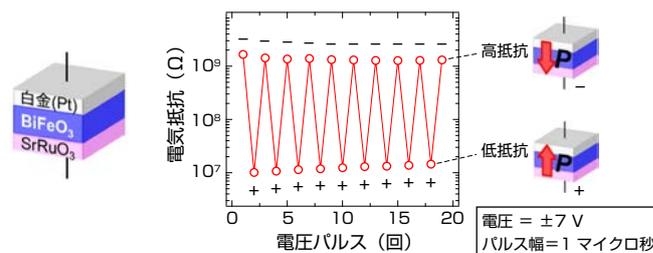


図1 強誘電抵抗変化メモリー素子の概念図 (左) と電圧パルス
印加による電気抵抗スイッチング特性

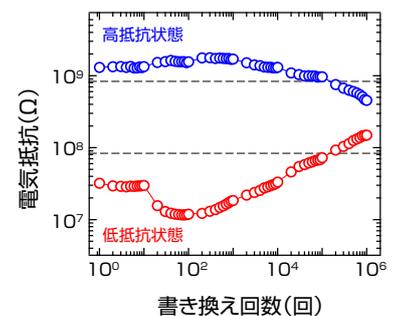


図2 素子のデータ書き換え特性
印加した電圧パルスの電圧は ±7 V、
パルス幅は 1 マイクロ秒。