

課題番号 : F-13-OS-0020, S-13-OS-0016
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 酸化物ナノワイヤを用いた極微機能性ナノデバイスの創出
 Program Title (English) : Synthesis of Functional Oxide Nanowire Devices
 利用者名 (日本語) : 柳田剛¹⁾、長島一樹¹⁾、Gang Meng¹⁾、Fuwei Zhuge¹⁾、Yong He¹⁾、中尾厚夫²⁾
 Username (English) : Takeshi Yanagida¹⁾, Kazuki Nagashima¹⁾, Gang Meng¹⁾, Fuwei Zhuge¹⁾, Yong He¹⁾,
 Atsuo Nakao²⁾
 所属名 (日本語) : 1) 大阪大学産業科学研究所極微材料プロセス研究分野, 2) パナソニック株式会社
 Affiliation (English) : 1) Laboratory of Atomic Scale Materials Processing, ISIR Osaka Univ.
 2) Panasonic, Co., Ltd.

1. 概要

金属/酸化物/金属(MOM)構造における電界誘起抵抗変化メモリ効果は次世代不揮発性メモリ“メモリスタ”として世界的に注目を集めているが、素子構造・材料・作製条件によって変化するユニポーラ型・バイポーラ型*の駆動方式に関して理解が不十分であり、メモリ素子設計の障壁となっている。本研究では、メモリ素子サイズが上記駆動方式の決定因子となっていることを初めて明らかにしたので報告する。

2. 実験

電子線描画装置(30kV)とパルスレーザー堆積(PLD)法を用いてキャパシタ型メモリ素子及びプレーナ型ナノワイヤメモリ素子を作製した。酸化物材料の本質的なメモリ特性を評価する為に、電極材料には酸化しにくい Pt を用いた(RF スパッタ装置)。種々の酸化物材料(TiO₂, NiO, CoO)から成るメモリ素子を作製し、材料間の差異及び素子サイズ依存性を検討した。電気測定には半導体パラメータアナライザ Keithley 4200SCS を用い、室温大気圧環境下で測定を行った。

3. 結果と考察

各種酸化物材料において 10²-10⁹nm² の範囲でメモリ素子サイズを変化させ電気伝導測定を行った結果、Fig.1 に示すように素子サイズと初期印加電流値に依存したユニポーラ型・バイポーラ型メモリ駆動に関する相関図が得られた。特に、数マイクロメートルスケールの素子サイズではユニポーラが支配的であり、素子サイズ・初期印加電流値が共に減少するにつれてバイポーラが支配的となった。また、上記傾向は材料に依存せず、本研究で用いた全ての酸化物材料において同様の結果が得られた。

種々の検証実験・解析により、バイポーラ型は酸素イオンの電界ドリフトと拡散現象の競合に起因して生じ、ユニポー

ラ型は絶縁破壊現象により導入されたものであることを明らかにした。更に、構造・形状因子に起因する絶縁破壊の生じ易さがバイポーラ型とユニポーラ型との境界を決定することが初めて明らかとなった。本研究で得られた一連の結果・知見は従来未解明であったメモリスタの物理起源の本質に迫る重要なものであり、メモリスタの素子設計に必要な不可欠な役割を果たすことが期待される。

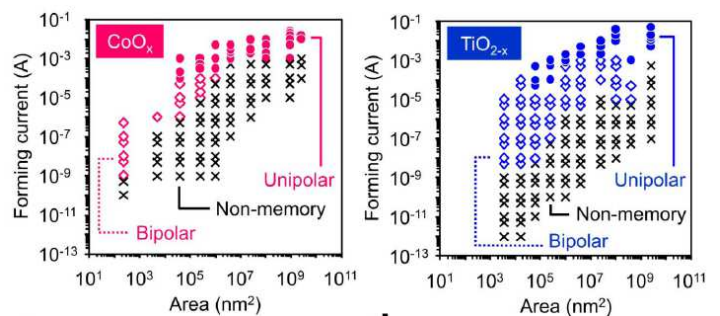


Fig.1: Diagram of a cell area and a current on electrical polarity characteristics in resistive switching behaviors

4. その他・特記事項

用語説明*: (1)ユニポーラ型: 単一電圧極性のみで駆動可能な抵抗変化メモリ (2)バイポーラ型: 駆動に正負両電圧極性を必要とする抵抗変化メモリ

謝辞: 本研究は日本学術振興会(JSPS)の最先端・次世代研究開発支援プログラム(NEXT)及び挑戦的萌芽研究(課題番号 24651138)の支援によって行われた。

5. 論文・学会発表

- (1) T. Yanagida et al. Sci. Rep. Vol. 3 (2013) p.p. 1657
- (2) K. Nagashima et al. Appl. Phys. Lett. Vol. 103 (2013) p.p. 173506

6. 関連特許

なし。