

Pt/TiO₂/Pt および Ag/TiO₂/Pt における抵抗スイッチング特性の評価

Resistive switching characteristics in TiO₂-based ReRAM cells with Pt or Ag top electrode

○栗山 豊, 西 佑介, 木本 恒暢 (京大院工)

°Yutaka Kuriyama, Yusuke Nishi, Tsunenobu Kimoto (Kyoto Univ.)

E-mail: kuriyama@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

はじめに Metal/Oxide/Metal 積層構造を有する抵抗スイッチング(RS)現象を用いた抵抗変化型メモリ(ReRAM)は次世代不揮発性メモリの一つとして注目されている。遷移金属酸化物として TiO₂を用いた ReRAM における RS 現象の発現には、酸素空孔やマグネリ相(Ti₄O₇)[1]からなる導電性フィラメントの形成が必要とされる。一方、電極材料に電氣的活性な金属(Ag・Cu)を用いた ReRAM において、フィラメントの起源が電極材料となる CBRAM の研究も盛んである。本研究では、TiO₂を用いた ReRAM のフィラメントの起源を探るべく、電氣的不活性電極(Pt)および電氣的活性電極(Ag)を電極とした素子を作製し、RS 特性の違いを調べた。

実験 反応性高周波スパッタリングにより、Pt (80 nm)/Ti (5 nm)/SiO₂ (200 nm)/Si 基板上に TiO₂を約 20 nm 堆積した。その後、Pt および Ag をそれぞれ電子線加熱蒸着、抵抗加熱蒸着により 50 nm 堆積し、100 μm 径円形電極を形成した。以下、Pt 上部電極を有する素子を Pt 素子、Ag 上部電極を有する素子を Ag 素子とする。これらの異なる上部電極を有する素子において、電圧掃引および定電圧印加による RS 特性について詳細に調べた。

結果 電圧掃引による RS 特性の結果から、RS の生じる極性は Pt 素子では電圧の極性によらずセットおよびリセットを繰り返すノンポーラ型の動作を示すのに対して、Ag 素子では正電圧でセット、負電圧でリセットするバイポーラ型の動作を示すことがわかった。なお、セットおよびリセットはいずれも Pt 素子に比べて Ag 素子の方が小さい電圧値で生じた。

また、電圧掃引によるフォーミング時の典型的な電流-電圧特性を図 1 に示す。両素子での抵抗値やフォーミング電圧に顕著な差は見られなかった。一方、5.5 V (典型的なフォーミング電圧の 7~8 割程度)による定電圧フォーミングを試みたところ、フォーミングに至るまでの電流の経時変化は図 2(a) (b) のように明確な差が見られた。電圧印加の時間経過につれて、電流が Pt 素子では増加するが、Ag 素子では減少していることがわかる。なお、いずれの素子も定電圧フォーミング後に RS 現象を示すことを確認した。ここで、フォーミングが起こる前に電圧印加を一旦止め、再び電圧を印加すると、止めた時点と同じ抵抗値であり、最終的にフォーミングに至った。これらの結果は、フォーミング電圧に比較的近い電圧印加により、素子が次第に変質してフォーミングに至ることを意味する。Pt 素子と Ag 素子における経時変化の差は、両者のフィラメント形成過程の違いに起因すると考えられる。

[1] D.-H. Kwon et al., Nature Nanotechnol., 5 (2010) 148.

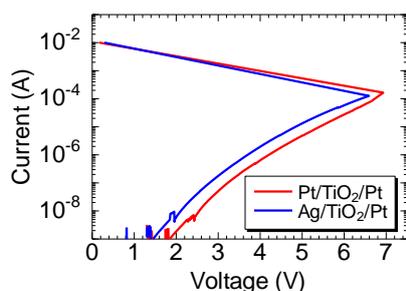


図 1: 電圧掃引による典型的なフォーミング特性

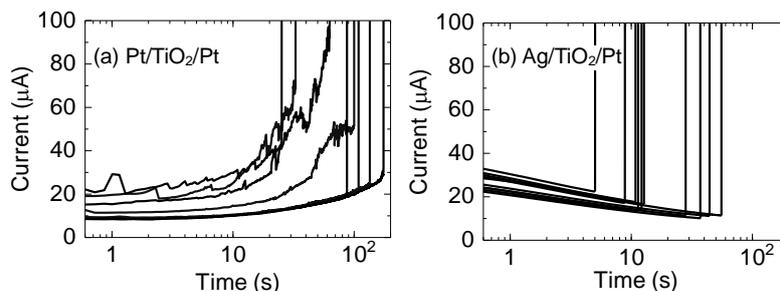


図 2: (a) Pt 素子および (b) Ag 素子における定電圧印加によるフォーミング前の電流の経時変化