二層絶縁層を有する MoO_x/Al2O3 抵抗変化型メモリ動作の TEM その場観察

Observation of structural changes of MoO_x/Al₂O₃ multilayer ReRAMs by in-situ TEM

北大院情報 〇平田 周一郎, 高橋 謙仁, 福地 厚, 有田 正志, 高橋 庸夫

IST, Hokkaido Univ. ^OShuichiro Hirata, Akihito Takahashi

, Atsushi Tsurumaki-Fukuchi, Masashi Arita, Yasuo Takahashi

E-mail: shr727@eis.hokudai.ac.jp

http://www.nano.eng.hokudai.ac.jp/~bukkou/index.html

【はじめに】

絶縁体を金属電極で挟み込んだキャパシタ構造を有する抵抗変化型メモリ(ReRAM)は、不揮発性、高集積性、低消費電力など優れた特性を示す。その一方、単層の絶縁層デバイスでは動作速度、耐久性の観点から難点があった。近年、二層絶縁層を用いた ReRAM の研究が精力的に行われ、問題が解決されつつある。しかしながら、二層構造 ReRAM の動作モデルについて不明な点が多く、信頼性の確保に課題が残る。本研究では、TEM その場観察を用いて二層 ReRAM 動作時の構造の変化を直接観察することで、動作機構について評価を実施した。

【実験方法】

試料は TiN/Si 基板上に形成し、その構造は Pt(100 nm)/Cu(60 nm)/MoO_x(20 nm)/Al₂O₃(5 nm)である。 MoO_x層は金属 Mo の反応性スパッタにより、また Al₂O₃層は酸化物ターゲットを用いた Ar+O₂雰囲気 中でのスパッタ成膜により形成した。Cu、Pt は RF スパッタにより順に製膜した。TEM 観察用の薄片 化プロセスとしてはイオンシャドー法¹⁾を用い、微 細針状デバイスに加工した。この試料に対し、 TEM/STM ホルダーを用いた電気伝導特性測定と絶 縁層内の構造変化観察を行った²⁾。

【結果】

電圧印加時の TEM 内で測定した I-V ヒステリシ ス曲線を Fig.1 に示す。TEM 内において、 MoO_x/Al₂O₃ 二層構造 ReRAM デバイスはバイポー ラ型抵抗変化動作を繰り返した。Fig. 2(a), (b)は、作 製した微細針状デバイスの初期状態と正電圧を印 加して低抵抗化した後の TEM 像である。低抵抗化 後の像には MoO_x/Al₂O₃層に連なった析出物の発生 が確認できる。TEM その場観察で、デバイスの低 抵抗化に伴い析出が観測されたことから、この析出 物が低抵抗化に関与していると考えられる。また、 負に電圧を印加すると、絶縁層内の析出物は消失し、 高抵抗状態に変化する(Fig. 2(c))。このことからも、 この析出物が抵抗変化に関与していることが考え られる。以上の結果から、MoO_x/Al₂O₃二層構造 ReRAM デバイスは、絶縁層中を縦断する二つの連 なるフィラメントによって抵抗変化を引き起こす、 フィラメントモデルによって動作していることが 考えられる。

(2) M. Kudo et al., Appl. Phys. Lett. <u>105</u>, 173504 (2014)



Fig.1 I-V hysteresis characteristics of Cu/MoO_x/Al₂O₃ ReRAM.



Fig. 2 TEM images of a Cu/MoO_x/Al₂O₃ ReRAM. (a) Initial state, (b) after the SET process, and (c) after the ReSET process.

⁽¹⁾ M. Kudo et al., Thin Solid Films <u>533</u>, 48 (2013).