

Cu ナノギャップを用いた平面型抵抗変化メモリの TEM その場観察

In-situ TEM observation of a planar-type ReRAM with Cu nanogap structures

北大院情報 °米坂 瞭太、村上 暢介、福地 厚、有田 正志、高橋 庸夫

Graduate School of IST, Hokkaido Univ., °Ryota Yonesaka, Yosuke Murakami,

Atsushi Tsurumaki-Fukuchi, Masashi Arita, and Yasuo Takahashi

E-mail: y.ryota1226@gmail.com

【はじめに】

抵抗変化メモリ(ReRAM)は、絶縁層を金属電極で挟み込んだ単純構造を持ち、不揮発のメモリ動作を示すことから、新規メモリとして期待されている。しかし、詳細な動作メカニズムは未だ解明されておらず、実用化にあたっての障害となっている。一般的に提唱されるフィラメントモデルは、電圧印加により絶縁層中で金属原子(イオン)が移動し、導電パスの形成と破断によって抵抗変化が生じるというモデルである。これまで、絶縁層を金属電極で挟み込んだ積層構造からTEMで観察可能な微細なReRAMデバイスサンプルとして切り出し、TEM中で抵抗スイッチ動作させ、その際の構造変化などを評価してきた¹⁾。この手法では、ReRAM 層の側面が保護されていないなどの構造的な問題や、回路付加等もできないという問題があった。本研究では、SiN メンブレン上に作製した平面型の ReRAM サンプルとして用いて TEM その場観察を行う手法を検討し、動作メカニズムの詳細な評価を行った。

【実験方法】

本研究では、細線の通電破断により形成した Cu ナノギャップ間に固体電解質層を堆積させることで、TEM その場観察に適した平面型の ReRAM 構造を新たに作製した。明瞭な像の変化を観察するため、高いイオン伝導度を持つ事が知られている MoO_x を固体電解質層として用いた。SiN 薄膜上に Cu 細線、 MoO_x をスパッタ法により成膜後、自作の多端子電気測定用 TEM ホルダを用いて TEM 内へ挿入し、電圧印加時の構造変化の実時間観察を行った。サンプルの模式図を Fig. 1 に示す。電圧印加には外部 SMU、TEM 観察には JEM-2010 を使用した。

【実験結果】

抵抗変化時の I - V 特性とグラフの各点(a - c)におけるギャップ最狭窄部の TEM 像を Fig. 2 に示す。0.9 V 付近で高抵抗状態($10^6 \Omega$)から低抵抗状態($10^5 \Omega$)へと変化していることが分かる。このとき過電流によるデバイス破壊を防ぐため、0.5 μA の電流制限をかけている。また、TEM 像では電流の増大とともに、陰極側から Cu の暗いコントラストに似た物質が成長していく様子が観察された。この結果は上記したフィラメントモデルと一致する。これらの結果より、平面型 ReRAM 構造を用いた TEM その場観察は、ReRAM の詳細な動作メカニズムの解析に対する有効な手段であると考えられる。

1) M.Kudo, *et al.*, Appl. Phys. Lett, **105**, 173504 (2014).

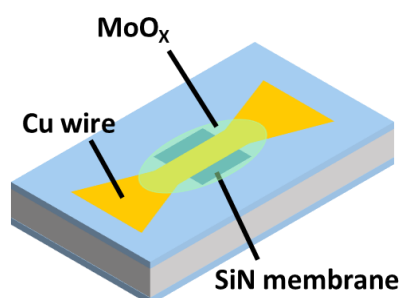


Fig. 1: Sample schematic.

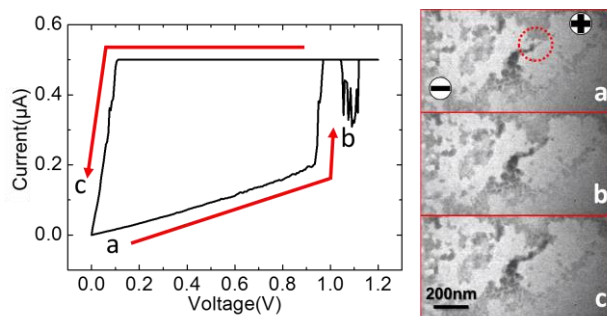


Fig. 2: I - V characteristics (left panel) and TEM images (right panel) of our planar-type ReRAM.