

超微細抵抗変化メモリにおけるリセット過程のパルススイッチング特性

Pulse Switching Property of Reset Process in Tiny Resistive Random Access Memories

鳥取大工¹, TEDREC²○森山 拓洋¹, 高 相圭¹, 小石 遼介¹, 木村 康平¹, 越江 祐介¹, 岸田 悟^{1,2}, 木下 健太郎^{1,2}Tottori Univ.¹, Tottori Univ. Electronic Display Research Center²○Takumi Moriyama¹, Sang-Gyu Koh¹, Ryosuke Koishi¹, Kouhei Kimura¹, Yusuke Echie¹,Satoru Kishida^{1,2} and Kentaro Kinoshita^{1,2}

E-mail: b08t3067@faraday.ele.tottori-u.ac.jp

【序論】抵抗変化メモリ(ReRAM)の高周波特性向上には、導電性フィラメント(CF)のスイッチング特性の解明が重要である。我々はこれまでにキャパシタ構造 ReRAM (Cap-ReRAM)のスイッチング特性を評価してきた[1]が、Cap-ReRAM 内に複数の CF が生成される可能性があり、単一 CF に対する本質的なスイッチング特性の調査が不十分であった。そこで、原子間力顕微鏡 (AFM)のカンチレバーを用いた CF と同等サイズの超微細 ReRAM (AFM-ReRAM)に注目した [2]。本研究では、AFM-ReRAM におけるパルス応答特性を評価し、単一 CF のスイッチング特性を調査した。【実験】DC スパッタリング法により、先端半径 50 nm の Si 製カンチレバー上に、Pt を 20 nm, 続いて、NiO を 15 nm 堆積させた。SiO₂/Si 基板上に Pt 下部電極を形成し、これにカンチレバー先端の Pt/NiO 構造を接触させることで AFM-ReRAM が構成される。素子のセット/リセットはそれぞれ DC 掃引/パルス印加により行った。入射パルス幅 t_p を固定し、パルス高さ V_p をリセットするまで増加させることで、リセットの発生に必要な最小電圧を見積もった。リセットパルス応答特性より、リセット時間 t_{reset} 及びリセット発生時の素子

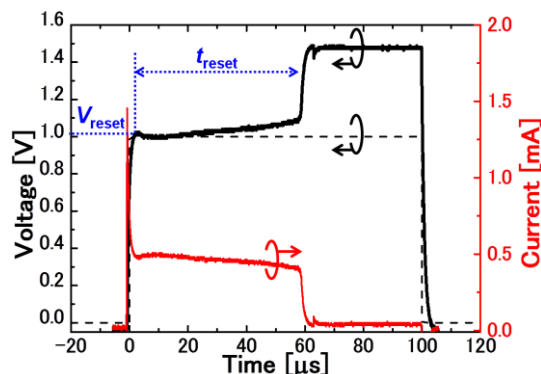


Fig. 1 Incident pulse (broken) and voltage (thick)/current (thin) response waveforms for reset process in AFM-ReRAM.

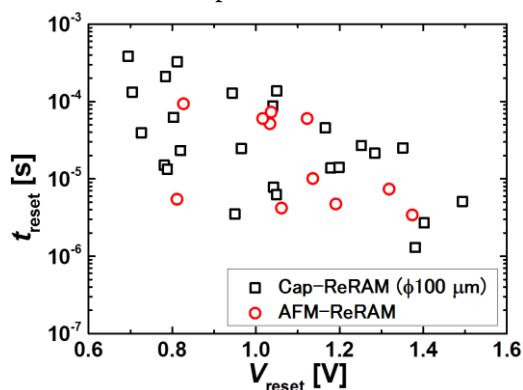


Fig. 2 V_{reset} -dependence of t_{reset} in Cap-ReRAM (squares) and AFM-ReRAM (circles).

印加電圧 V_{reset} が抽出された。【結果及び考察】Fig. 1 に入力パルス波形(破線)及びリセット時の電圧(黒太)/電流(赤細)パルス応答波形を示す。この時、 $V_p = 1.0$ V であり、パルス印加前後の抵抗値はそれぞれ $R_L = 2.1$ k Ω , $R_H = 1.2$ M Ω であった。素子電圧(電流)はパルス印加開始から 60 μ s 後に急激に増加(減少)し、ステップ状の形状を示す。これは $t_{\text{reset}} = 60$ μ s でリセットが生じたことを意味する。 t_{reset} の V_{reset} 依存性を Fig. 2 に示す。AFM-ReRAM (丸)においても、 $\phi 100$ μ m の Cap-ReRAM (四角)と同様に、 V_{reset} の増加に伴い t_{reset} が減少する傾向が確認された。また、リセット波形に複数のステップが発生する場合も確認された。本超微細素子に複数の CF が存在するとは考え難いことから、複数ステップは複数の CF がリセットすることで生じるのではなく、単一 CF の本質的な性質を反映したものであると考えられる。当日は同一の CF に対して下部電極材料を変更した際のスイッチング特性への影響についても報告する。[1] 森山等, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会。[2] S.-G. Koh *et al.*, APL **104**, 083518 (2014).