

熱流設計に基づく抵抗変化メモリ (ReRAM) のフィラメントデザイン

Designing a filament in ReRAM based on thermal flow control

東理大理¹, 佐々木 悠太¹, 木下 健太郎¹

Tokyo Univ. of Science¹, Yuta Sasaki¹, Kentaro Kinoshita¹,

E-mail: 1519517@ed.tus.ac.jp

【序論】抵抗変化型メモリ ReRAM は酸化物層内部に酸素欠陥(Vo)で構成される導電性フィラメント(CF)が存在し, CF の生成/断裂により抵抗値の変化が生じるとされるが, Vo の駆動力と運動の詳細には不明な点が多い. 単一の電圧極性で抵抗スイッチングを繰り返す Unipolar 動作について, Vo の電界ドリフトを用いて説明した報告もあるが[1], 電界ドリフトが一方向に働くことを考慮すると, Vo 分布の偏析を避けられず, 10^6 回以上の高い繰り返し耐性と矛盾するよう見える. 本研究では, Vo の往復運動を期待し, 濃度勾配拡散(Fick 拡散)と温度勾配拡散(Soret 拡散[2])を考慮した Vo 拡散シミュレーションを実施した. 【実験方法】電極/金属酸化物(NiO)/電極構造を持つ, 円筒状の有限要素法 ReRAM シミュレーションモデルを構築した(Fig.1). 初期条件として, 酸化物層中心部に Vo が集中した CF 領域(半径 3 nm)を設けた. Vo 拡散の駆動力として, Fick 拡散 ($\propto \nabla n$)と Soret 拡散 ($\propto \nabla T$)を考慮した. Table. 1 に示す 3 種の電極を用いた場合について, Pulse 電圧 (高さ 1 V, 立ち上がり時間 1 ms)印加後の CF の形状について解析した. 【結果及び考察】Fig.2 に電圧印加後の CF の形状を示す. 抵抗値の算出より, Pt, Ru, W 何れの電極においても, 高抵抗化 (リセット) 済であることが確認された. Fig. 2 より, CF 径は電圧印加前の 3 nm に比べて細くなり, 特に, 電極/酸化物界面近傍にネックを持つことが分かる. ネックの太さは電極の熱伝導率が大きいほど細くなった. この結果は, 電極近傍では NiO から電極に熱が逃げるため, z 方向の Soret 拡散が強まり, Vo が電極界面から NiO 層中心部に向け移動したことによる. ネック部のフィラメント抵抗への寄与が大きいことから, 高抵抗化動作において, Fick 拡散だけでなく, Soret 拡散を考慮する必要がある, ReRAM 素子における熱流設計の重要性が示された.

【参考文献】 [1] S. Yu, *et al*, IEEE EDL, 31, 12, 1455 (2010). [2] D.B. Strukov *et al.*, Appl. Phys. A 107, 509 (2012).

Table.1 Material parameters.

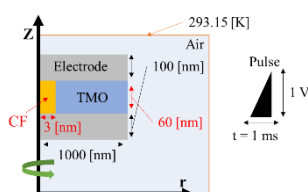


Fig.1 Cylindrical cell for the simulation of Vo migration.

	定圧比熱 [J/K kg]	密度 [kg/m ³]	熱伝導率 [W/m K]
Pt	134	21450	70
Ru	238	12410	117
W	132	19350	174

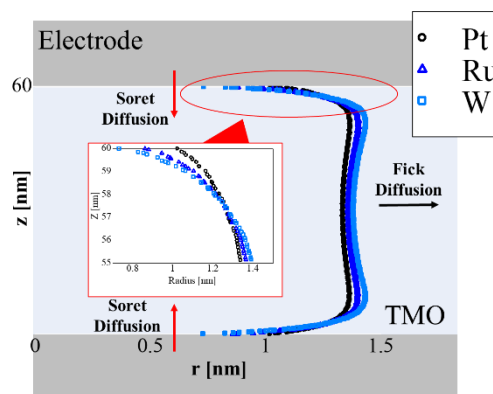


Fig.2 CF shapes after RESET transition.