

ReRAM における抵抗変化ドライビングフォースとしての Soret 拡散の検討 Consideration of Soret diffusion as a driving force of resistive switching in ReRAM

鳥取大工¹, TiFREC², TEDREC³

○木下健太郎^{1,3}, 小石遼介¹, 森山拓洋^{1,2}, 河野公紀¹, 宮下英俊^{1,2}, 李相錫^{1,2}, 岸田悟^{1,2}

Tottori Univ.¹, TiFREC², TEDREC³

○K. Kinoshita^{1,3}, R. Koishi¹, T. Moriyama^{1,2}, K. Kawano¹, H. Miyashita^{1,2}, S.-S. Lee^{1,2},
and S. Kishida^{1,2} E-mail: kinoshita@ele.tottori-u.ac.jp

【序論】金属酸化物抵抗変化メモリ(TMO-ReRAM)において、酸素欠損(V_O)により構成される導電パス(CF)の形成/断裂によって抵抗スイッチングを説明するモデルが広く受け入れられているが、 V_O 拡散の駆動力は不明である。我々は電極/NiO/電極構造において、CF 近傍の NiO 膜が V_O 貯蔵庫の役割を果たし、CF と V_O をやり取りすることで抵抗スイッチングが発生する可能性を指摘した¹⁾。故に、 V_O 拡散の駆動力として、電界ドリフトの様な電極表面に垂直な方向ではなく、平行な方向に作用する力の存在が求められる。本研究では、ドリフトに代わる V_O 拡散の駆動力として Soret 拡散を検討した。【実験方法】有限要素法に基づくシミュレーションソフト COMSOL Multiphysics による V_O 及び温度分布の連成解析を行った。Pt(100nm)/NiO(60nm)/Pt(100nm)構造に対して、鋸歯状電圧を入射した際の抵抗スイッチング発生の有無を調べた。 V_O 拡散の駆動力として、従来の電界ドリフト及び Fick 拡散に替えて、Soret 拡散($\propto dT/dx$)及び Fick 拡散($\propto dn/dx$)を考慮した。【結果及び考察】低抵抗状態の Pt/NiO/Pt に対して、立ち上がり時間 $t_{lead} = 1.80$ ms, 高さ $V_p = 0.72$ V の鋸波を印加した際に生じる抵抗の変化を Fig. 1(a)に示す。電圧の増加と共に CF を構成する V_O が拡散し(Fig. 1(b)A→C), リセット(高抵抗化)が確認される。一方, $t_{lead} = 1.80$ μ s, $V_p = 1.02$ V の鋸波を印加した際に生じる抵抗の変化を Fig. 2(a)に示す。電圧の増加と共に V_O が CF 中心部に凝集し(Fig. 2(b)D→F), セット(低抵抗化)が確認された。以上の結果は立ち上がりの緩い鋸波では、セル内の温度が均一に上昇して Fick 拡散が支配的となるのに対し、立ち上がりが急な場合にはジュール熱の発生が熱拡散の速度を上回り、CF 近傍の温度が集中的に上昇することで、Soret 拡散が支配的となることに起因する。 1) Kinoshita *et al.*, Scientific Reports, srep18442, 2015.

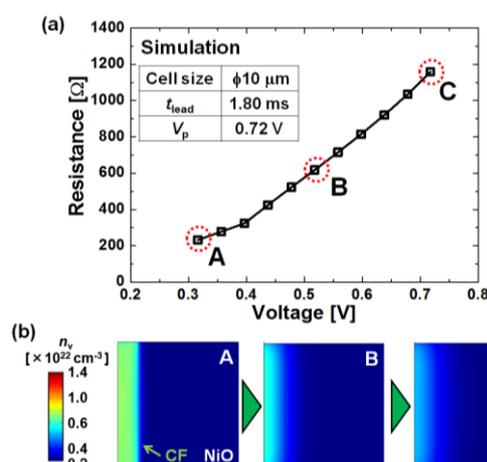


Fig. 1 (a) V-dependence of resistance during the application of saw-tooth wave with t_{lead} and V_p of 1.8 ms and 0.72 V. (b) n_V distribution at A, B and C in (a).

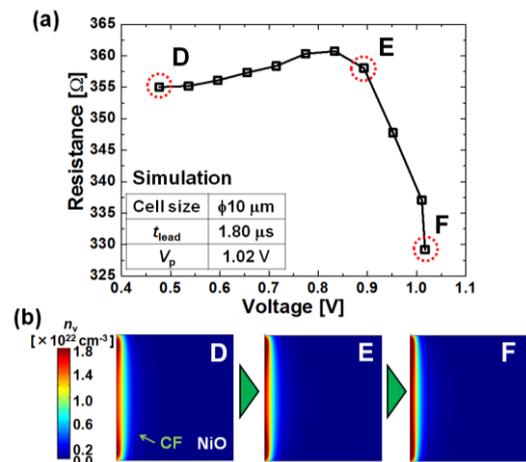


Fig. 2 (a) V-dependence of resistance during the application of saw-tooth wave with t_{lead} and V_p of 1.80 μ s and 1.02 V. (b) n_V distribution at D, E and F in (a).