

酸素雰囲気アニールをした TaO_x ReRAM における電気伝導の温度依存性Temperature dependence of electrical conduction for O₂-annealed TaO_x ReRAM

東京工科大工, O(MIC)道古 宗俊, 鈴木 政洋, 石井 芳晶, 茂庭 昌弘

Tokyo Univ. of Technology

O(MIC)Soshun Doko, Masahiro Suzuki, Yoshiaki Ishii, and Masahiro Moniwa

E-mail: g51190308e@edu.teu.ac.jp

【はじめに】IoT ウェアラブルエッジ端末の低消費電力化に向け、抵抗変化メモリ (ReRAM) が注目されている¹⁾。ReRAMの動作原理は、材料にもよるが、酸化膜中の酸素空孔フィラメントの断続によると考えられており、酸化膜の酸化度や電極材料の影響が指摘されている^{2,3)}。前回、TaO_x堆積後に酸化アニール工程を挿入し、その温度とReRAM電気抵抗値との対応を報告した。その結果、酸素空孔濃度がHRS抵抗に影響を及ぼすことがわかった⁴⁾。今回、これらのTaO_x試料における電気伝導のメカニズムを理解するため、コンダクタンスの温度特性を評価し、活性化エネルギーを求め、酸化アニール温度との対応を調べた。

【実験方法】RF マグネトロンスパッタ法を用い、SiO₂/Si 基板上に、下部電極 (Ta)、酸化膜 (TaO_x) をそれぞれ 35nm 堆積した。酸素雰囲気中で 30 分間のアニールをした後、上部電極として Al を 500nm 堆積した。ステージ温度を制御することにより電流-電圧測定から温度特性を評価した。

【結果と考察】酸化アニール温度の異なる TaO_x の高抵抗状態におけるコンダクタンス (G) を、測定温度の関数として Fig.1 に示す。高温ほどコンダクタンスは増加しているこ

とがわかる。アニール温度 450°C の試料におけるコンダクタンスの温度変化率は、従来の TaO_x における電気伝導の温度依存性に関する報告と一致している⁵⁾。しかし、これとは異なり、酸化アニール温度の低い試料では、アニールが低温化するにつれ、変化率が上がっていく結果となった。Fig.2 には、式(1)

$$G = G_0 \exp(-E_a/kT) \quad (1)$$

を用いて Fig.1 の傾きから得られた活性化エネルギーをアニール温度の関数として示す。アニール温度の減少に伴い、活性化エネルギーが増加している。低温でかなり大きな値に達していることから、電気伝導のみならず、構造変化の可能性も含めて多面的に検討する必要があると考えられる。発表では、評価の結果と議論をより詳細に報告する。

【参考文献】

- 1) 茂庭 昌弘 : IoT ビジネス・機器開発における潜在ニーズと取り組み事例集, 技術情報協会, pp. 171-179 (2016).
- 2) Z. Wei *et al.* : *IEEE IEDM*, 12.2, pp. 293-296 (2008).
- 3) Y. Y. Chen *et al.* : *IEEE Trans. Electron Devices*, 80, pp. 1114-1121 (2013).
- 4) 道古 宗俊 他 : 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 18a-B11-2 (2019).
- 5) Z. Wei *et al.* : *IEEE IRPS*, 5B.4, pp. 1-4 (2015).

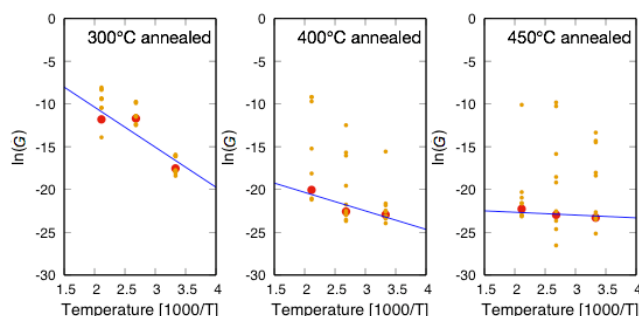


Fig.1 Conductance of TaO_x as functions of the measurement temperature.

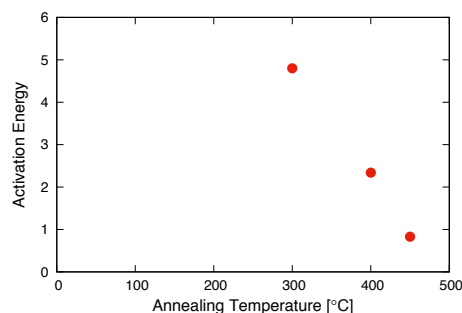


Fig.2 Activation energy as functions of the annealing temperature.