

Ti/Pr_{0.7}Ca_{0.3}MnO₃/Pt 素子における酸素熱処理が抵抗変化特性に与える効果

Effects of oxygen annealing on resistive switching characteristics in Ti/Pr_{0.7}Ca_{0.3}MnO₃/Pt ReRAM cells

井室 充登¹, 金上 尚毅¹, 木本 恒暢¹, 西 佑介^{1,2}
(京大院工¹, 舞鶴高専²)

°Makoto Imuro¹, Naoki Kanegami¹, Tsunenobu Kimoto¹, Yusuke Nishi^{1,2}
(Kyoto Univ.¹, NIT Maizuru College²)

E-mail: imuro@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

はじめに Pr_{0.7}Ca_{0.3}MnO₃(PCMO)を用いた抵抗変化型メモリ(ReRAM)は、抵抗状態の多値化が可能なることからニューロモルフィックデバイスへの応用が期待されている。PCMO 堆積後に熱処理が施されることがある[1]が、PCMO の組成や抵抗変化特性に対して熱処理が与える影響は完全に明らかになっていない。そこで本研究では、PCMO に対する酸素雰囲気下での熱処理が、PCMO の酸素組成および Ti/PCMO/Pt 素子の抵抗変化特性に与える影響を調べた。

実験 Pt 下部電極(膜厚 60 nm)上に、Ar ガスおよび PCMO ターゲットを用いた RF スパッタリングによって PCMO を 85 nm 堆積した。この PCMO/Pt 試料に、200°C-500°Cの範囲で設定した温度において、酸素雰囲気下での熱処理を 5 分間施した。熱処理を施していない(As-depo.)試料および 500°Cで熱処理を行った試料に対し、ラザフォード後方散乱(RBS)分析による酸素組成の評価を行った。また、各試料上に 100 μm 径の Ti を 25 nm 堆積して作製した Ti/PCMO/Pt 素子に、初期状態において Ti 上部電極に正電圧を印加した際の、高抵抗化(初期 reset)特性を調べた。

結果・考察 熱処理温度の異なる Ti/PCMO/Pt 素子の初期 reset 特性を図 1 に示す。熱処理温度が 400°C以上では初期 reset 電圧(V_{reset})が約 3 V 低減した。また、図 2 に示すように、熱処理温度が 400°C 以下までは、熱処理温度の上昇に伴い 5 V 印加時の初期抵抗が減少し続けた。これらの結果を考察する。PCMO 上への Ti の堆積によって、Ti/PCMO 界面において中間層として Ti の酸化層および PCMO の還元層が形成され、特定以上の正電圧印加時にこの中間層の膜厚が増加して初期 reset が生じることを我々は報告した[2]。また、本研究の RBS 分析の結果から、500°Cの酸素熱処理を施すことで、PCMO の酸素組成は 2%増加することがわかった。したがって、初期 reset 前の酸素熱処理温度の上昇に伴う抵抗値の減少は、PCMO の酸素組成が増加したことによって、中間層の抵抗が減少したことと起因すると考えられる。また、400°C以上の酸素熱処理を施した際の V_{reset} の顕著な低減は、PCMO の酸素組成の増加によって初期状態における中間層の形成過程が変化したことに伴い、中間層の膜厚の増大が低電圧で起こるようになるためであると推察される。

[1] K. Baek et al., *Nanoscale*, **9**, 582 (2017). [2] N. Kanegami et al., *Appl. Phys. Lett.*, **116**, 013501 (2020).

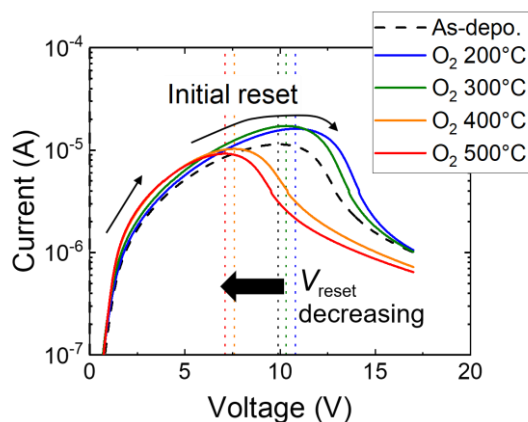


Fig. 1: Initial reset characteristics in Ti/PCMO/Pt cells after oxygen annealing at various temperatures.

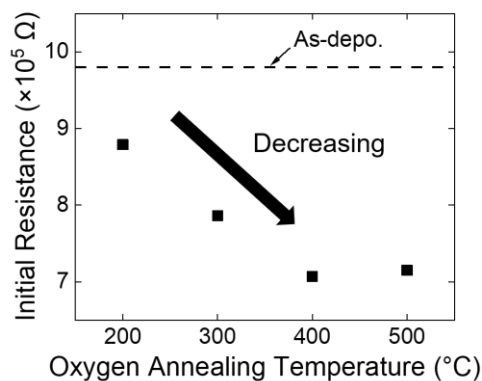


Fig. 2: Dependence of initial resistance at 5 V in Ti/PCMO/Pt cells on annealing temperature in oxygen ambient.