

Ta₂O₅ を用いた抵抗変化素子特性の酸素組成および膜厚依存性

Oxygen composition and thickness dependences of electrical characteristics

in Ta₂O₅-based ReRAM

京大工, °宮谷 俊輝, 西 佑介, 木本 恒暢

Kyoto Univ., °Toshiki Miyatani, Yusuke Nishi, Tsunenobu Kimoto

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

はじめに Ta₂O₅ を用いた抵抗変化型メモリ (ReRAM) において、Ta₂O₅ 堆積時の酸素流量を変化させると、酸化膜としての酸素組成が変化する。そこで本研究では Ta₂O₅ を用いた抵抗変化素子の電気的特性における Ta₂O₅ の酸素組成および膜厚依存性を詳細に調べた。

実験 反応性高周波スパッタリングによる Ta₂O₅ の堆積において、各酸素流量による堆積レートを確認した。その際、Ar 流量を 5.0 sccm、Ar 分圧を 0.5 Pa とした。また、様々な条件で成膜した Ta₂O₅ の酸素組成を RBS 分析により調べた。次にそれぞれの酸素流量で Pt/Ti/SiO₂/Si 基板上に Ta₂O₅ を約 8 nm 堆積したのち、EB 蒸着により円形の Pt 上部電極を堆積した。各素子に正電圧掃引を行い、その電気的特性の酸素組成依存性について調べた。また、酸素流量 1.8 sccm の条件で Ta₂O₅ 膜厚の異なる素子を作製し、それらの電気的特性を調べた。

結果 堆積レートは初め酸素流量とともに増加し、およそ 1.6 sccm を超えたところで急激に減少した。これは酸素流量 1.6 sccm 付近の遷移領域を境にして金属モードから酸化物モードへ遷移したと解釈できる。図 1 の酸素流量と酸素組成の関係から、酸化物モードにおいて酸素組成は飽和傾向にあることがわかる。金属モード条件下で作製した素子は、初期状態で導通しており抵抗変化現象を示さなかった。一方、酸化物モード条件下で作製した素子は主に高抵抗であり、抵抗変化現象を確認できた。つまり、Ta₂O₅ を用いた抵抗変化素子の作製のためには、酸化物モードの条件での堆積が必要となることがわかった。これは Ta₂O₅ と同じ酸素不足型の酸化物である TiO₂ と同様の結果であり、金属不足型の酸化物である NiO とは逆の結果である。

図 2 に、酸素流量 1.8 sccm の条件で作製した Ta₂O₅ 膜厚の異なる素子に関して、横軸に Forming 電圧、縦軸に初期抵抗(0.1 V 印加時の抵抗値)をプロットした。厚膜のときには Forming 電圧のばらつきが大きく初期抵抗のばらつきが小さい。一方、薄膜のときには Forming 電圧のばらつきは小さいが初期抵抗のばらつきは大きいことがわかる。これらの結果から、特性のばらつきは Ta₂O₅ の欠陥密度およびその分布に起因すると考えられる。

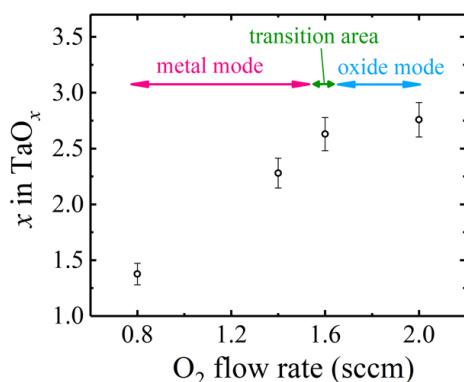


Fig. 1: O₂ flow rate dependence of oxygen composition in TaO_x deposited by reactive RF sputtering.

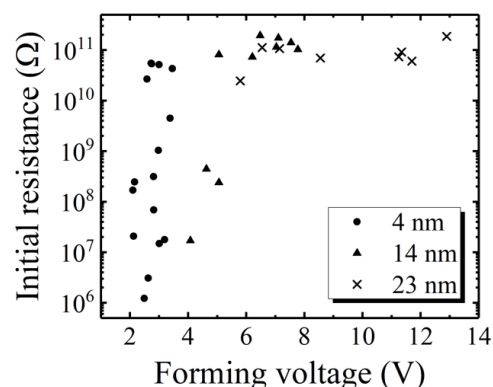


Fig. 2: Correlation between forming voltage and initial resistance in Ta₂O₅ cells with different thickness.