

Ag/Ta₂O₅/Pt 素子のスイッチオン時間への吸着水分の影響

Effects of Absorbed Water on the Switch-ON Time of an Ag/Ta₂O₅/Pt Device

早大先進理工¹, 物材機構² ○(B) 棚橋直哉¹, 鶴岡徹², 長谷川剛¹

Waseda Univ.¹, NIMS², °Naoya Tanahashi¹, Tohru Tsuruoka², Tsuyoshi Hasegawa¹

E-mail: tanaizm-12@ruri.waseda.jp

はじめに: 金属イオンの拡散とその酸化・還元反応を利用して金属酸化物中における金属フィラメントの形成と溶解を制御して動作する「原子スイッチ」は、次世代不揮発性メモリや脳型コンピューターにおけるシナプス動作素子として期待されている。金属酸化物中に吸着した水分が、金属/酸化物界面の酸化・還元反応や金属イオンの拡散に影響を与えることが報告されている(Tsuruoka et al., JJAP, 55, 06GJ09 (2016))。これは、酸化物の吸湿現象が抵抗スイッチ動作に重要な役割を担っている可能性を示唆している。本研究では、高抵抗(オフ)状態から低抵抗(オン)状態へのスイッチオン時間に着目し、周囲の圧力や加熱処理によって Ag/Ta₂O₅/Pt 原子スイッチ素子の動作がどのように変化するかを調べた。

実験: 素子は SiO₂ 基板上に下部電極となる Pt(20 nm)/Ti(5 nm)層、金属酸化物層である Ta₂O₅(17 nm)層、上部電極となる Ag(20 nm)層、保護膜として Pt 層の積層構造として形成した。すべての層を電子線ビーム蒸着法により堆積し、電極サイズが 50μm×50μm となるクロスバー型の素子構造を作製した。作製した素子に一定電圧(Ag 電極に対して+1V 程度)を印加したときのスイッチオン時間の測定を大気中および真空中で行った。素子電流が 1.1μA に到達するまでの時間をスイッチオン時間とし、その後、-0.6V を 100 秒以上印加して素子をスイッチオフ状態に戻した。これを繰り返し、試行回数の関数としてスイッチオン時間を評価した。

結果と考察: 図 1 に、真空中での 2 回目以降(1 回目はフォーミング時間として除去)のスイッチオン時間の試行回数依存性を示す。真空中に置いただけの素子(図中、青丸)は、0~200 秒の間でスイッチオン時間が変化した。一方、測定前に 110℃で 30 分の加熱を行った素子(図中、赤丸)は、試行回数の増加とともにスイッチオン時間が長くなり、ばらつきも大きくなる(0~700 秒)傾向が見られた。

これは、110℃の加熱によって Ta₂O₅ 層中の吸着水分の一部が脱離し、スイッチ動作を不安定にしていることを示唆している。当日は他の条件での結果も含めて、発表を行う予定である。

謝辞: 本研究の一部は科学研究費補助金・新学術領域研究(JP16H00972)の支援を受けて行われた。

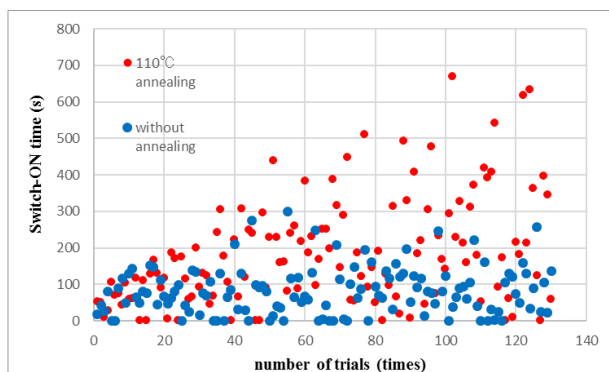


Fig.1 Switch-ON time of an Ag/Ta₂O₅/Pt device in vacuum.