

Ag/WO_x/Pt 接合型原子スイッチ動作の電圧/膜厚/温度依存性

Switching Characteristics of Ag/WO_x/Pt Gapless-type Atomic Switches depending on a SET bias, WO_x thickness, and temperature

早大先進理工 ○(B)寺村 まどか, 長谷川 剛

Waseda Univ., ○(B)Madoka Teramura, Tsuyoshi Hasegawa

E-mail: teramadosw@fuji.waseda.jp

はじめに：金属酸化物層における金属イオンの拡散とその酸化・還元反応を制御して動作する接合型原子スイッチは、シナプス動作素子として人工知能分野への応用が期待されている。WO_x層内部の酸素空孔の移動を制御して動作する抵抗変化メモリについては、素子動作の膜厚依存性や素子動作に伴う電子状態変化など[1]、詳細な研究がなされている。金属イオンの移動を制御して WO_x 層内に金属フィラメントを形成して動作する素子についても、動作状態の TEM 観察などの先駆的な研究がなされている[2]。本研究では、WO_x 中に金属フィラメントを形成する素子に着目し、その動作特性を詳細に調べることでシナプス動作素子としての実用化を目指している。
実験：Pt(20 nm)/Ag(30 nm)/WO_x(22,30,38 nm)/Pt(20 nm)/Ti(5 nm)からなる接合型原子スイッチを SiO₂ 基板上に作製した。金属の蒸着は電子ビーム蒸着装置を用いて、WO_x の蒸着はアルゴン・酸素ガスを用い RF スパッタ装置で行った。蒸着の際、メタルマスクを用いることで素子サイズが 50 μm×50 μm となるクロスバー構造を作製した。素子動作特性の評価は、室温・大気中で行うとともに、真空中にて 300 K, 320 K, 340 K でも行い、温度依存性を評価した。

結果と考察：図 1 に、WO_x 膜厚 22 nm の素子の SET 時間の印加電圧依存性測定結果を示す。素子間ばらつきが大きいものの、印加電圧の増大に対して SET 時間が指数関数的に短くなっていることがわかる。図 2 は WO_x 膜厚 38 nm の素子のフォーミング時間の温度依存性測定結果である。Ta₂O₅ 中の銀イオン拡散の活性化障壁は 0.4 eV と推定されているが[3]、WO_x 中のそれは 1.26 eV と求められ、拡散障壁が高いことからフィラメントの成長を途中で止めるなどして中間状態を実現できる可能性がある。当日は、電圧掃引や繰り返し耐性などの実験結果も含めて発表する。

参考文献:[1] Won et al., Scientific Reports, **7**, 10186 (2017).

[2] 酒井他、第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、5p-A202-5 (2017).

[3] N. Tanahashi et al., 投稿準備中.

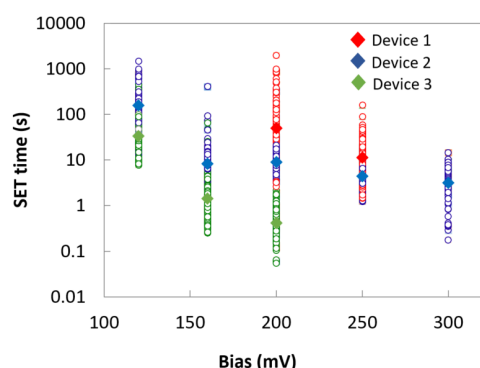


Fig. 1. SET time of Ag/WO_x/Pt gapless-type atomic switches as a function of applied bias. Red, green and blue diamond represent average value measured in different device. WO_x thickness:22 nm.

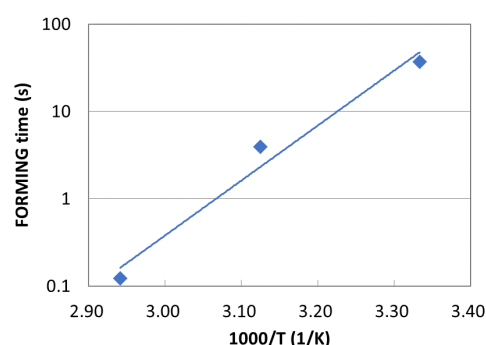


Fig. 2. Forming time of Ag/WO_x/Pt gapless-type atomic switches as a function of temperature.