

Ag/Ta₂O₅/Pt 接合型原子スイッチのイオン拡散障壁高さとその素子動作に与える影響 Barrier height of ionic diffusion and its effect on the operation of Ag/Ta₂O₅/Pt atomic switches

早大先進理工 [○](M)三上 舞子, 棚橋 直哉, 長谷川 剛

Waseda Univ, [○](M)Maiko Mikami, Naoya Tanahashi, Tsuyoshi Hasegawa

E-mail: maiko.m.0416@fuji.waseda.jp

はじめに：イオンの拡散を制御して動作する抵抗変化メモリ素子 (ReRAM) や原子スイッチでは、金属酸化物層中に存在する水分子が金属イオン拡散の障壁を下げるということが報告されている[1]。その結果、水分子が無い状態では、動作電圧/動作時間が大きく/長くなることも報告されている。そこで今回我々は、Ag/Ta₂O₅/Pt 接合型原子スイッチ動作の温度依存性測定を行い、Ta₂O₅ 中の水分子の有無が Ag イオン拡散に与える影響、ひいては素子動作に与える影響を詳細に調べた。

実験： Pt/Ag/Ta₂O₅/Pt/Ti の多層膜を SiO₂ 基板上に電子ビーム蒸着装置を用いて作製した。この際、メタルマスクを用いることで、クロスバー型 (素子サイズ：50 μm²) の素子構造を作製した。作製した素子を真空プロービングシステムに導入した直後と 10⁴Pa 程度の真空度で5時間排気した後の両方で素子動作を測定した。Ag/Ta₂O₅/Pt 接合型原子スイッチのフォーミング過程における律速過程は Ag イオン拡散であることが分かっており[2]、フォーミング時間の温度依存性からイオン拡散障壁を算出した。

結果と考察： 図 1 (a)に真空排気直後、図 1 (b)に5時間排気後に測定したフォーミング時間の温度依存性測定結果を示す。この結果から算出した Ag イオンの拡散障壁高さは 0.44eV と 0.83eV であり、真空排気直後には水分子が Ta₂O₅ 層中に残っているが、長時間の真空排気によって水分子の殆どが脱離したものと考えられる。このほか、水分子を脱離させることでフォーミング電圧が大きくなることも観測された。当日は、SET 時間や繰り返し耐性などの実験結果も含めて、Ta₂O₅ 層中の水分子の有無が素子動作に与える影響を報告する。

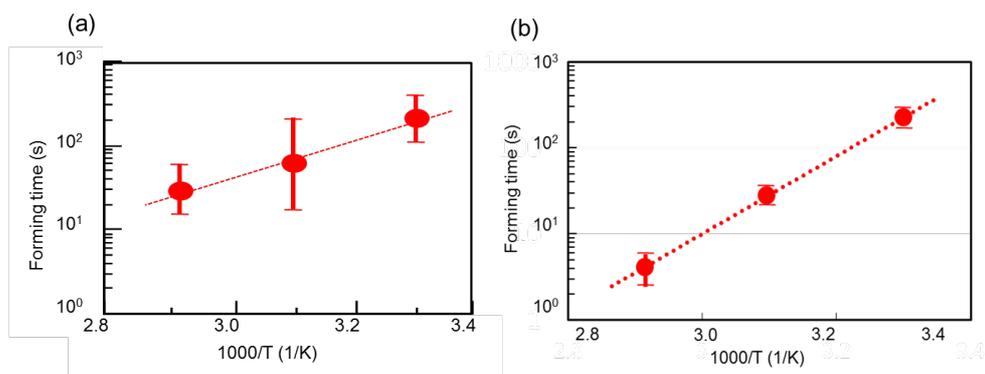


Fig. 1. Forming time of Ag/Ta₂O₅/Pt atomic switches as a function of temperature measured (a) soon after the evacuation and (b) after 5 hours evacuation.

参考文献

[1] T. Tsuruoka et al., Adv. Func. Mater., 25, 6374-6381 (2015).

[2] 棚橋直也ほか、第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、8p-PA1-11、福岡、2017. 9. 8.