

Ag 析出 Ta₂O₅ ギャップ型原子スイッチの研究

Study on an Ag-Ta₂O₅ Based Gap-type Atomic Switch

早稲田先進理工¹, 物材機構², ○(B)鈴木彩菜¹, 鶴岡徹², 長谷川剛¹

Waseda Univ.¹, NIMS², °Ayana Suzuki¹, Tohru Tsuruoka², Tsuyoshi Hasegawa¹

E-mail: wim.balloon@akane.waseda.jp

はじめに：金属イオンの拡散と酸化・還元反応を制御して固体電解質電極と対向金属電極との間に金属フィラメントを形成・消滅させて動作する「ギャップ型原子スイッチ」は、短期記憶や長期記憶に基づく学習機能を有するなど、次世代不揮発性メモリ素子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。例えば金属電極に Pt、固体電解質に Ag₂S を用いた素子では銀フィラメントの形成・消滅が制御されている[1]。しかし、Ag₂S を用いる限り、半導体素子との集積化が行えないため実用化は困難であるという課題があった。そこで本研究では、Ag₂S の代わりに金属原子の析出層として Ta₂O₅ を用いた素子を作製し、銀原子の析出と固溶の確認、及び銀原子析出量の時間・電圧依存性の測定を AFM で行った。さらに、高温下であらかじめ Ta₂O₅ 層に銀イオンを拡散させた素子も作成し、同様の実験を行った。

実験：電子線ビーム蒸着装置を用いて SiO₂ 基板上に下部電極となる Pt (25nm)/Ti (5nm) 層、活性層である Ag (5nm) 層、金属酸化物層である Ta₂O₅ (7nm) 層を形成した。さらに、試料表面上の任意の点で AFM の contact mode を用いて電圧を印加し、銀原子の析出と固溶を行った。その後 non-contact mode で観察を行い、形成された金属突起の形状確認と析出した金属原子数の見積りを行った。100°C でアニール (10 分) をした素子についても同様の実験を行った。

結果と考察：図 1 にアニールをしていない素子に対する銀原子の析出量の時間・電圧依存性測定結果を示す。印加電圧及び電圧印加時間の増大に伴って析出量も概ね大きくなっていることがわかる。例えば、3V の電圧を用いた場合の析出速度は約 24,000 個/秒である。これは、硫化銀を用いた場合の析出速度[2]と同程度であり、Ta₂O₅ を用いてもギャップ型原子スイッチの動作が可能であることを示唆している。アニールをした素子を用いると、析出量はさらに大きくなった。これらの検討結果も含めて、当日は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。

参考文献：

[1] K. Terabe et al., Nature 433, 47-50 (2005).

[2] K. Terabe et al., J. Appl. Phys. 92, 10110-10114 (2002).

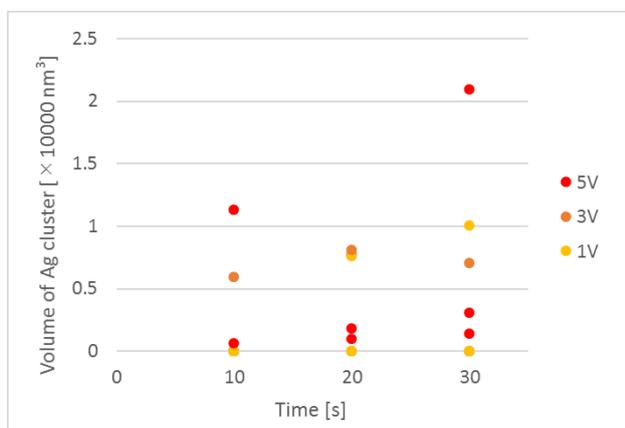


Fig1. Dependence of the volume of Ag cluster on applied bias and time