

## Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+Ag 共蒸着膜表面における銀原子の析出/固溶特性

### Precipitation and dissolution of Ag atoms on a surface of a Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+Ag co-deposited film

早大先進理工 ○(M1)和田 直也, 長谷川 剛

Waseda Univ., ○Naoya Wada, Tsuyoshi Hasegawa

E-mail: nao\_santi07@akane.waseda.jp

はじめに：イオン拡散層である金属酸化物層と対向の金属電極とのギャップに金属フィラメントを形成することでスイッチングを行うギャップ型原子スイッチは、半導体に代わる次世代メモリ素子やシナプス動作素子としての利用が期待されている。集積化が容易な分子膜をギャップ層に用いた素子も開発されている[1]。しかし、スイッチングを繰り返すことで Ag などの活性電極から金属酸化物層内に供給されたイオン濃度が変化してしまうために、一様な繰り返し動作を示さないといった問題があった。そこで本研究では、活性電極を設けずに予め金属酸化物層内に共蒸着された銀原子のみでスイッチングする、つまり銀原子の量が規定された分子膜ギャップ型原子スイッチの開発を目指している。銀原子の量を最適化するため、今回は Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+Ag 共蒸着膜表面における銀原子の析出/固溶特性を原子間力顕微鏡(AFM)を用いて調べた。

**実験:** SiO<sub>2</sub> 基板の上に電子ビーム蒸着装置を用いて、下部電極として Pt (20nm)/Ti (5nm) を積層した。続いて Ar ガスを導入した RF スパッタ装置を用いて、イオン拡散層として Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+Ag の共蒸着膜を 13nm 蒸着した。表面の観察と電圧印加には導電性カンチレバーを搭載した AFM を用いた (図 1)。

**結果と考察:** 図 2 に、下部電極に 1.5 V の電圧を 40 秒間印加した時の (a) 電流変化と (b) カンチレバーの高さ変化を示す。電圧印加開始 (t=0 秒) とともに電流が急峻に立ち上がっていることが分かる。印加終了 (t=40 秒) とともに電流が急峻に下がっているのは、印加電圧を小さくしたためである。一方、温度ドリフト ((b) に示した橙色の点線) の影響を差し引くと、電圧印加開始直後から銀原子の析出が起きていると考えられる。さらに興味深いことに、その析出が電圧印加終了後も 50 秒以上にわたって続いているように見える。これは、平衡状態に戻ろうとする Ag イオン拡散に時間がかかり、電圧印加終了後も析出領域直下の Ag イオン濃度が高い状態が続いたためと考えられる。この時間遅れの現象を利用すると、スパイクタイミング依存可塑性 (STDP) や興奮性/抑制性シナプスの動作を実現出来る可能性もある。当日は銀析出/固溶の印加電圧・時間、イオン濃度依存性も含めて発表する。

References: [1] A. Suzuki et al., Phys. Status Solidi B 2019, 1900068.

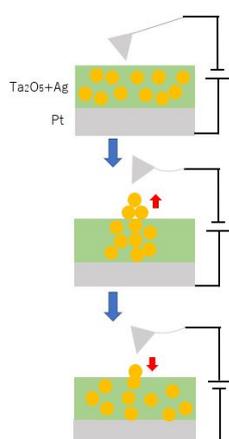


Fig. 1. Precipitation and dissolution of Ag atoms on a surface of a Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+Ag co-deposited film using C-AFM.

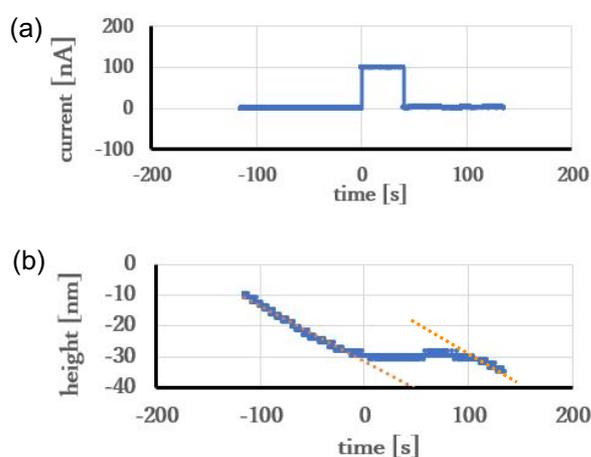


Fig. 2. Change in (a) current and (b) height of a cantilever when 1.5 V was applied to a bottom Pt electrode for 40 s.