

# 共蒸着膜を用いた分子膜ギャップ型原子スイッチのフォーミング時間 Forming Time of Molecular-gap Atomic Switches Using a Ag-Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Co-deposited Film

早大先進理工 <sup>○</sup>(M1) 峯岸和輝, (M1) 石嶋陽樹, (M1) 清水陽介, (M1) 谷本直柔, 長谷川剛

Waseda Univ., <sup>○</sup>Kazuki Minegishi, Haruki Ishijima, Yosuke Shimizu, Naonari Tanimoto, Tsuyoshi

Hasegawa

E-mail: igt43ii@fuji.waseda.jp

分子膜ギャップ型原子スイッチは、短期可塑性・長期増強に基づく学習機能[1]や幅広い抵抗変化域でのアナログ抵抗変化[2]が可能なことから、ハードウェアベースの脳型情報処理システム開発への応用が期待されている。イオン拡散層に予め活性イオン金属(Ag や Cu)をドーピングしておくことで、時定数などの動作特性が制御可能であることも分かってきた。そこで本研究では、予めドーピングした金属イオン量に依存してフォーミング時間がどのように変化するかを測定した。

Au/PTCDI(10nm)/Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(2nm)/Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Ag(20nm)/Ag(20nm)/Pt 多層膜からなるクロスバー型素子を作製した。この素子では、下部 Ag 電極から供給された Ag 原子および共蒸着膜 (Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Ag) 中に予めドーピングされていた Ag 原子が分子膜層 (PTCDI) に析出してスイッチオンとなる。実験では、Ag/Ta 質量比が 1, 0.5, 0.125, 0.0625 の 4 種類の共蒸着膜を用いた。比較として、下部電極に Ag<sub>2</sub>S を用いた素子も作製して測定した。フォーミング時間の測定には 600mV の印加電圧を用いた。

図 1(a)に、Ag 電極を用いた場合のフォーミング時間の測定結果を示す。バラツキはあるが、Ag ドープ量が多いほどフォーミング時間が短くなる傾向が明瞭に認められる。これは、ドーピング量が多いほど下部 Ag 電極から供給すべき Ag 原子の量が減ることで説明できる。一方、下部電極として Ag<sub>2</sub>S 膜を用いた素子 (図 1 (b)) では、フォーミング時間にドーピング量依存性が確認できなかった。図 1 (a)の素子と同じ 20nm の Ag 薄膜を形成後に硫化して Ag<sub>2</sub>S 電極としたので、供給可能な Ag 原子の量が不足していた可能性がある。これはまた、予めドーピングした Ag 原子だけではフォーミング動作が難しいことも示唆している。今後、膜厚を厚くするなどして詳細な実験を進めていく予定である。

[1] A. Suzuki, T. Tsuruoka and T. Hasegawa, *Physica Status Solidi (B)*, **256**(8), 1900068 (2019).

[2] A. Kassai and T. Hasegawa, *Jpn. J. Appl. phys.*, **59**, SIIF01 (2020).

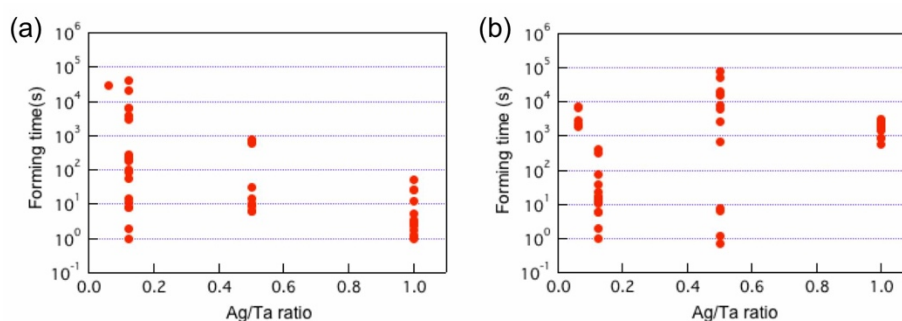


Fig. 1 Forming time of molecular gap atomic switches using a Ag-doped Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> layer.  
(a) Pure Ag electrode is used. (b) Ag<sub>2</sub>S electrode is used.