

## Cu 析出 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ギャップ型原子スイッチの研究

### Study on a Cu-Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Based Gap-type Atomic Switch

早大先進理工<sup>1</sup>, 物材機構<sup>2</sup>, <sup>○</sup>(B)葛西 亜衣<sup>1</sup>, 鶴岡 徹<sup>2</sup>, 長谷川 剛<sup>1</sup>,

Waseda Univ.<sup>1</sup>, NIMS<sup>2</sup>, <sup>○</sup>Ai Kassai<sup>1</sup>, Tohru Tsuruoka<sup>2</sup>, Tsuyoshi Hasegawa<sup>1</sup>,

E-mail: ai\_chopin@suou.waseda.jp

はじめに：銀イオンの拡散とその酸化・還元反応を利用して、金属硫化物(Ag<sub>2</sub>S)層表面から真空ギャップへの銀フィラメントの形成と消滅を制御して動作する「原子スイッチ」[1]は、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[2]として期待されている。しかしながら、主材料として硫化物を用いているため、半導体素子との集積化ができないという課題があった。そこで本研究では、硫化物に代わって集積可能な金属酸化物であるTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を、金属イオンの供給源となる活性層材料としてCuを用いたギャップ型原子スイッチの実現を目指している。今回は、スイッチングの基本動作である金属原子の析出と固溶がTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を用いて可能であるかを、導電性カンチレバーを搭載したAFMにより検証した。併せて、金属(Cu)原子析出量の印加電圧及び印加時間依存性を測定した。また、アニールによって予め銅イオンをTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>層に供給・拡散させた素子についても同様の測定を行った。

**実験：**スパッタ装置を用いてSiO<sub>2</sub>基板上に下部電極となるPt(25 nm)/Ti(5 nm)層、活性層となるCu(5nm)、金属酸化物層であるTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(7 nm)層を形成した。探針の面内位置を固定して、AFMのcontact modeを用いて探針とTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>表面間に電圧を印加した。続いて、noncontact modeで表面を観察し、電圧印加に伴う析出及び固溶状況の確認を行った。この際、時間(10, 20, 30s)と電圧(1, 3, 5V)を変数とした。同構造の試料を真空中において100℃で15分アニールした後、同様の測定を行った。

**結果と考察：**図1に、アニール前の試料に対する金属原子析出量と電圧及び印加時間との関係を示す。1 Vでは析出が確認できなかったが、3 V以上の電圧印加なら銅原子の析出が可能であることが分かった。電圧が大きいほど、また印加時間が長いほど、金属原子析出量も増えている。実験では、逆極性の電圧印加によって析出金属原子がTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>層中に再固溶する現象も観察できた。また、アニールによって析出量が増えることも確認できた。以上の結果は、集積可能な材料であるTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を用いたギャップ型原子スイッチの動作が可能であることを示している。これらの結果も含めて、当日、詳細を発表する。

**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] T. Ohno *et al.*, Nature Mater. 10, 591-595 (2011).

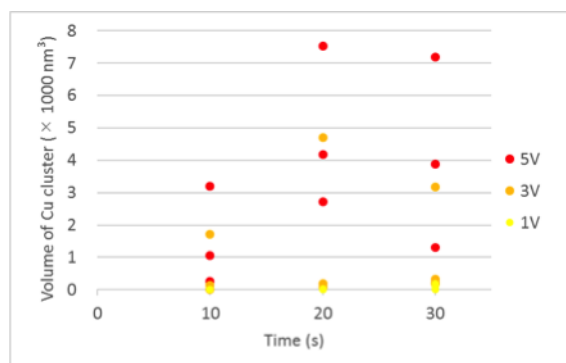


Fig1. Cu cluster size vs. applied bias and time.