

金属イオンドーパ量の違いによる原子スイッチ動作特性の変化 Dependence of Atomic Switch Operation on the Amount of Doped Metal Cations

早大先進理工 ○荒木 聖人, 長谷川 剛

Waseda Univ. ○Masato Araki, Tsuyoshi Hasegawa

E-mail: vorky-361.gher7@ruri.waseda.jp

はじめに：アメーバが示す綱引き動作を利用した情報処理の基本動作が実証されている[1]。我々は、金属フィラメントの成長と収縮を制御して動作するギャップ型原子スイッチを用いることで、集積可能な固体素子による綱引き動作の実現を目指している[2]。従来の2端子型原子スイッチでは Ta_2O_5 層の下に Ag イオン供給用の Ag 電極を配置しているが、 Ta_2O_5 層の両側に金属フィラメントを成長させる綱引き動作では Ag 電極を配置できない (Fig.1)。このため、 Ta_2O_5 層に Ag イオンを予めドーパしておくことでスイッチング動作を実現することにした。本研究では Ta_2O_5 と Ag を共蒸着した素子を作製し、 Ta_2O_5 と Ag の組成比に依存した動作特性の変化を調べた。

実験：スパッタ装置を用いて Ta_2O_5 と Ag を共蒸着することで活性電極を作製した。このとき、直径3インチの Ta_2O_5 のターゲットに直径15mmのAgペレットを1個ないし2個は貼り付けることで、 Ta_2O_5 と Ag の組成比を変化させた。組成比の測定はXPSを用いて行った。メタルマスクを用いることで、Pt(対向電極層)/PTCDA(ギャップ層)/ Ta_2O_5 +Ag(活性電極層)からなる素子構造をシリコンウエハ上に作製した。

結果と考察：Ag ペレット1個で共蒸着を行った素子(device1)と2個用いて行った素子(device2)のIV特性を Fig.2 に示す。device1 は揮発性のスイッチ動作 (Fig.2a) を示したのに対し、device2 は不揮発性のスイッチ動作 (Fig.2b) を示した。Table1 に XPS の測定結果を示す。これらの結果から、device1 では、活性電極中の Ag イオンの量が不足するために安定な Ag フィラメントを形成できない結果、揮発性動作を示したものと考えられる。一方、device2 では、安定な Ag フィラメントを形成するのに十分な Ag イオンが活性電極中に含まれていたものと考えられる。

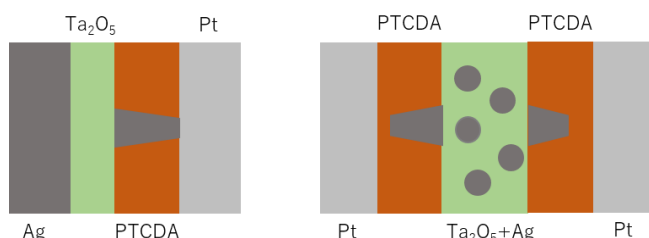


Fig. 1. Schematics of a conventional two-terminal switch and that for ‘tug of war’.

Table 1. Ta/Ag atomic % ratio measured by XPS.

	device1	device2
Ta	22.93	19.55
Ag	11.60	22.39

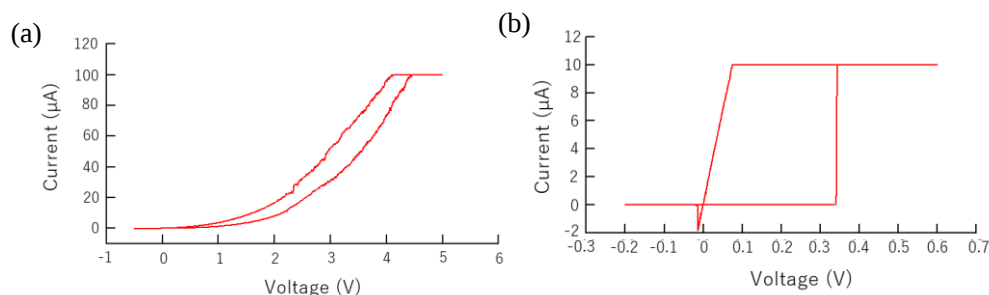


Fig. 2. Results of IV measurement of (a) device1 and (b) device2.

参考文献：[1] S-J.Kim and M.Aono, BioSystems, 2010, 101, 29.

[2] C. Lutz et al., Nanoscale, 2016, 8, 14031.