

# 高分子電解質を用いた原子スイッチ動作の温度依存性

## Temperature Effects on the Switching Kinetics of a Polymer Electrolyte Based Atomic Switch

○鶴岡 徹<sup>1</sup>, ソーミヤ モハパトラ<sup>1</sup>, カーティック クリシュナン<sup>1</sup>, 長谷川 剛<sup>1</sup>,  
青野 正和<sup>1</sup> (1. 物材機構)

○Tohru Tsuruoka<sup>1</sup>, Saumya Mohapatra<sup>1</sup>, Karthik Krishnan<sup>1</sup>, Tsuyoshi Hasegawa<sup>1</sup>,  
Masakazu Aono<sup>1</sup> (1.NIMS)

E-mail: TSURUOKA.Tohru@nims.go.jp

我々は次世代の揮発/不揮発メモリーとして、金属イオンの固体電気化学反応を利用した接合型原子スイッチの研究を進めている。これまで  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  をモデル材料として、その抵抗変化機構の詳細や水分吸収の影響、高速スイッチ動作などの諸特性を明らかにしてきた[1]。本研究では、金属イオン伝導の観点から有機酸化物である高分子電解質 (SPE) を用いて同様の抵抗変化メモリーの実現を目指している。

ポリエチレンオキシド (PEO) に過塩素酸銀 ( $\text{AgClO}_4$ ) を溶解させた SPE 膜を Ag および Pt 電極で挟んだ単純な素子構造において、電圧印加による抵抗スイッチ現象を見出した[2]。スイッチ電圧は  $\text{AgClO}_4$  濃度に強く依存する。低抵抗 (ON) 状態の温度特性から、観測された抵抗スイッチ動作は SPE 膜中の金属フィラメントの形成と溶解に起因していると考えられる。素子は  $10^4$  以上の高い ON/OFF 比、 $1\mu\text{s}$  以下の速いスイッチ動作、1 週間以上の ON 保持特性など優れたメモリー特性を有することがわかった。

通常 SPE 膜は溶液をドロップキャスト法により基板に塗布して作製するが、この手法では膜サイズや膜厚を制御することが困難である。我々は、インクジェット印刷法を用いてプラスチック基板上の任意の場所に必要な量だけの SPE 膜を塗布する技術を開発した[3]。プラスチック基板と下部金属電極の表面エネルギーの差を利用して、 $50\mu\text{m}$  サイズのクロスバー素子の作製に成功した。作製した素子は、基板の曲げに対しても安定な抵抗スイッチ動作を示し、フレキシブルデバイス応用の可能性を見出した。

詳細な抵抗スイッチ動作機構に関する知見を得るために、Ag/SPE/Pt 素子と Ag/PEO/Pt 素子の抵抗スイッチ動作の温度および雰囲気依存性を調べた[4]。図 1(a)に Ag/SPE/Pt 素子の SET/RESET 電圧の真空中での温度依存性を示す。SET, RESET 電圧とも温度の上昇とともに小さくなり、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$  薄膜を用いた原子スイッチ

と同じ傾向である[1]。大気中では温度依存性に変化はないが動作電圧は小さくなる。一方、Ag/PEO/Pt 素子の動作電圧は室温では Ag/SPE/Pt 素子と同程度であるが、温度の上昇とともに大きくなり逆の依存性を示す(図 1(b))。図 1(b)は大気中の結果であるが、真空中では Ag/PEO/Pt 素子はスイッチ動作を示さない。これらの結果から SPE を用いた原子スイッチの動作は、結晶化の温度依存性と SPE 膜の水分吸収が大きく影響すると考えられる。

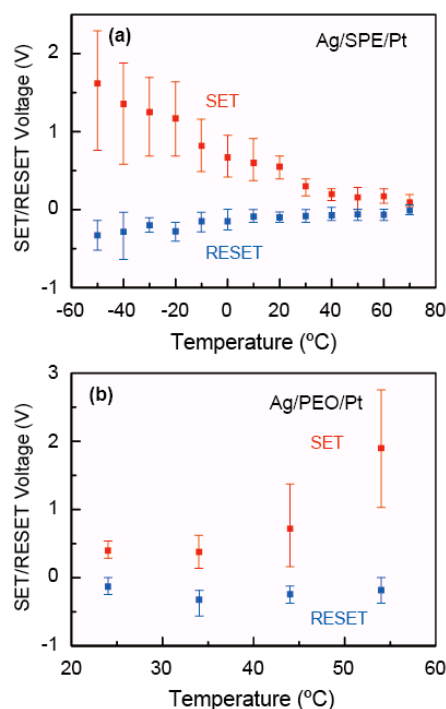


Fig. 1 Temperature dependence of SET/RESET voltages of Ag/SPE/Pt (a) and Ag/PEO/Pt (b) cells.

[1] Tsuruoka et al., *Nanotechnol.* **21** (2010) 425205; **22** (2011) 254013, [2] Wu et al., *Adv. Func. Mater.* **21** (2011) 93, [3] Mohapatra et al., *AIP Adv.* **2** (2012) 022144; *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* **1430**, [4] Mohapatra et al. (submitted).