

分子膜ギャップ型原子スイッチにおける分子膜の役割

Role of a molecular layer in a molecular-gap type atomic switch

早大先進理工[○](B)水野 敦浩, 大野 悠生, 菅 美沙季, 早川 勝, 吉村 海輝, 長谷川剛

Waseda Univ.,[○]Atsuhiko Mizuno, Yuki Ohno, Misaki Kan, Masaru Hayakawa, Kaiki Yoshimura,

Tsuyoshi Hasegawa

E-mail: baseballmizuno1@akane.waseda.jp

はじめに：ギャップ型原子スイッチは、固体電解質電極と対向金属電極とのギャップ中に金属フィラメントを形成して動作する素子である[1]。真空ギャップを用いる場合、トンネル電子を用いて固体電気化学反応を誘起する。フィラメントの成長に伴ってその成長速度が指数関数的に速くなるため、途中の状態の抵抗値を保持するアナログ抵抗変化の実現が難しかった。最近我々は、分子膜をギャップ層に用いる素子でアナログ抵抗変化を実現した[2]。しかし、分子膜もトンネルギャップとして働くのか、あるいは、抵抗値が膜厚に比例する抵抗体として働くのかなど不明な点も多い。本研究では、スイッチオン時間の分子膜厚依存性を測定することで、素子動作における分子膜の役割を解明することを目指した。

実験方法：Au/PTCDI/Ag+Ta₂O₅/Ag/Pt 多層膜からなる分子膜ギャップ型原子スイッチを作製した(Fig. 1a)。PTCDIが分子膜層であり、平均膜厚12nm, 15nm, 18nmの3種類の素子に対してフォーミング時間を測定した。なお、PTCDI層には数nm程度のラフネスがある(Fig. 1b)。

結果と考察：Fig. 1cにフォーミング時間の分子膜厚依存性を示す。バラツキが大きいものの、膜厚の増加に伴ってフォーミング時間も増加する傾向が見て取れる。分子膜のラフネスがバラツキの主たる原因であり、フォーミング時間や初期オフ抵抗は分子膜厚が最も薄いところで決まると考えられる。フォーミング時間の初期オフ抵抗依存性(Fig. 1d)は比例関係を示唆する分布を示しており、PTCDI層が抵抗値が膜厚に比例する抵抗体として働いている可能性が高いことが分かった。

参考文献

[1] K. Terabe et al., Nature **433**, 47-50 (2005).

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

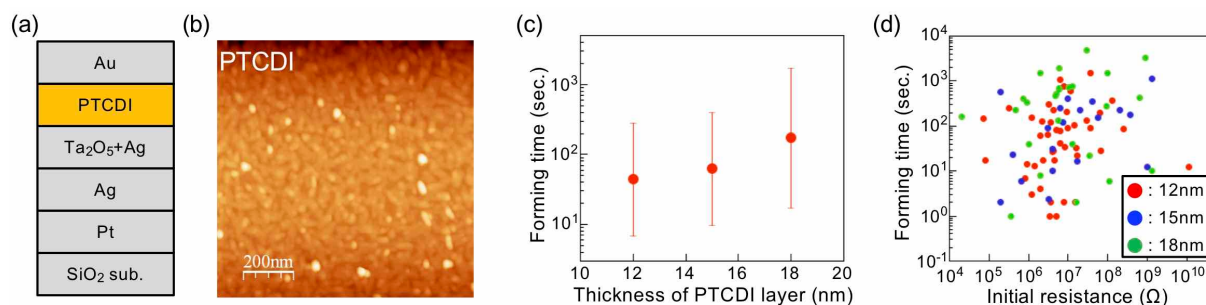


Fig. 1 (a) Schematic of a cross-section of a molecular-gap type atomic switch, (b) AFM image of a surface of a PTCDI layer, (c) Forming time vs. PTCDI thickness, and (d) Forming time vs. initial off-resistance.