

フィラメント形成領域を制限した分子膜ギャップ型原子スイッチの作製

Fabrication of Molecular-gap Atomic Switches with Reduced Filament Formation Area

早大先進理工, °(M2) 石嶋 陽樹, 谷本 直柔, 長谷川 剛

Waseda Univ., °Haruki Ishijima, Naonari Tanimoto, Tsuyoshi Hasegawa

E-mail: genia6_jima9723@akane.waseda.jp

はじめに：シナプス動作素子としての応用を目指して、我々は分子膜ギャップ型原子スイッチの開発を進めている[1]。前回、金属フィラメントが形成される領域を制限することで繰り返し耐性が向上することを報告した[2]。しかし、メタルマスクとナノ球リソグラフィーを併用して作製した前回の素子では、多数のスイッチング領域が単一素子中に周期的に形成されてしまっていた。そこで本研究では、EB リソグラフィーを用いることで単一素子中にスイッチング領域を一つだけ形成し、フィラメント形成領域制限の効果をより明らかにすることにした。

実験：開発した素子作製手法を Fig. 1 に示す。下部電極(Au/Ti)作製後、フィラメント形成領域のみレジストが残るようEB描画を行った(Fig.1a)。続いて、SiO₂(27nm)/Ti(3nm)をスパッタ蒸着し(Fig.1b)、EB レジストをリフトオフした(Fig.1c)。その後、分子膜(PTCDI)、イオン拡散層(Ta₂O₅+Cu 混合膜)、上部電極(Pt)と蒸着することで素子構造を作製した。

結果と考察：リフトオフを行った後のフィラメント形成領域付近のC-AFM観察結果を Fig. 2 に示す。凹凸像(Fig. 2a)を見ると、直径 1 μ m 程度の穴が SiO₂ 膜中に形成できていることが分かる。同時に測定した電流像(Fig. 2b)では、穴の底でのみ電流が検出されている。このことから、フィラメント形成領域をメタルマスクを用いた場合(50 μ m \times 50 μ m)の 1/2,500 以下に縮小できたことになる。Ta₂O₅ 中の拡散速度が遅い Cu イオンを用いた場合は太いフィラメントが形成されやすく、Ag イオンを用いた場合以上に繰り返し耐性に課題があった。現在、繰り返し耐性の評価を行っており、その結果と併せて詳細を報告する予定である。

参考文献:

[1] C. Arima et al., J. Appl. Phys. 124, 152114 (2018).

[2] 石嶋ほか、第 69 回応用物理学会春季学術講演会 22a-E102-6.

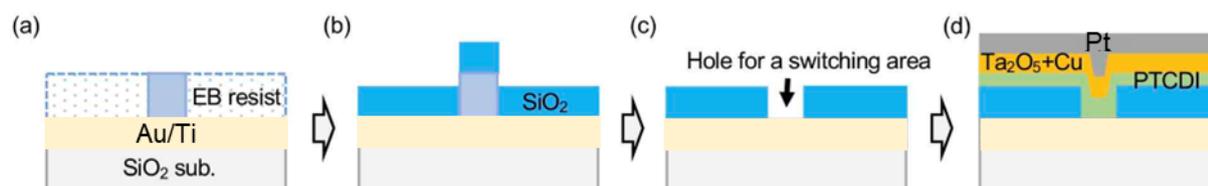


Fig. 1 Fabrication process of a molecular-gap atomic switch with a reduced switching area.

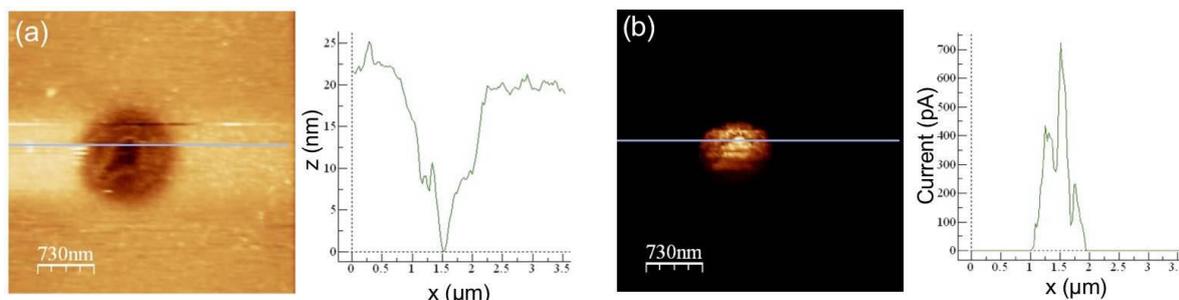


Fig. 2 AFM image of a hole for a switching area observed after the lift-off process.

(a) Topographic image/line profile and (b) current image/line profile.