直並列接続Auナノギャップ回路での通電経路の可視化と制御

Electrical Properties of Series-Parallel-Connected Au Nanogaps During

Electromigration-Based Current Biasing Method

東京農工大院工 ^O南浩二、谷創貴、八木麻実子、伊藤光樹、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

$^\circ$ K. Minami, S. Tani, M. Yagi, M. Ito and J. Shirakashi

E-mail: s174471s@st.go.tuat.ac.jp

我々は、ナノスケールトンネルデバイスの簡便な作製方法として、ナノギャップでの通電によ る原子の移動現象を利用したアクティベーション法を提案している。これまでに、Ni や Au の単 ーナノギャップや直列接続型 Ni ナノギャップに対して本手法が有効であることを報告してきた [1-3]。また、本手法を直並列に接続されたナノギャップ回路へ適応した場合には、初期ギャップ 幅の設定により、通電時のナノギャップの電流経路を制御することが可能となる[4]。そこで、今 回は、直並列接続型 Au ナノギャップ回路での、アクティベーションにおける諸特性について詳 細に検討を行った。

はじめに、電子線リソグラフィーとリフトオフプロセスによって、初期ギャップ幅を数十 nm 程度に制御した、直並列接続型 Au ナノギャップ回路を作製した。図1 に、4 x 4 個の直並列接続 型ナノギャップ回路の SEM 像を示す。この回路では、3C と 4B のギャップには通電経路が生じな いように、初期ギャップ幅を設計した。次に、直並列接続型ナノギャップ回路に対して、設定電 流を①1 nA→②10 nA→③100 nA→④300 nA と、段階的に増加させながら、アクティベーション法 を適用した。各設定電流ごとに、Source-Drain 間の I-V 特性を測定し、回路全体の合成抵抗が減少 していく過程を観測した。図2に、アクティベーション適用後の回路の SEM 像を示す。これより、 3C と 4B を除く全てのナノギャップにおいて、通電による狭窄化が確認された。以上の結果から、 直並列接続型ナノギャップ回路に対して、その規模によらず本手法は有効であると考えられ、ま た、大規模な直並列接続型ナノギャップ回路においても、初期ギャップ幅を適切に制御すること で、通電経路を任意に設計することが可能になるものと考えられる。





Fig. 1 SEM images of 4 x 4 series-parallel-connected Au nanogaps before performing activation.

Fig. 2 SEM images of 4 x 4 series-parallel-connected Au nanogaps after performing activation.

References

[1] S. Kayashima, K. Takahashi, M. Motoyama and J. Shirakashi, Jpn. J. Appl. Phys., Part 2 46 (2007) L907.

- [2] T. Ito, K. Inoue and J. Shirakashi, NM-TuE-8 PacSurf 2016, 11-15 December, Hawaii, USA.
- [3] M. Ito, K. Morihara, T. Toyonaka, K. Takikawa and J. Shirakashi, J. Vac. Sci. Technol. B, 33 (2015) 051801.
- [4] K. Minami, M. Ito, S. Tani and J. Shirakashi, O2B2.1 ICASS 2017, 12-15 June, Dalian, China