

中空型 Ni ナノギャップでのマイグレーションによる電気的特性制御

Tuning of Tunnel Resistance of Suspended Ni Nanogaps

by Filed-Emission-Induced Electromigration

東京農工大院工 ○豊中貴大、須田隆太郎、伊藤光樹、森原康平、滝川主喜、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

○T. Toyonaka, R. Suda, M. Ito, K. Morihara, K. Takikawa, and J. Shirakashi

E-mail: 50010257053@st.tuat.ac.jp

近年、LSI 細線の破断原因として知られるエレクトロマイグレーション現象が原子移動の制御手法として利用され始めている [1, 2]。これまでに我々は、エレクトロマイグレーションをナノギャップ系で発現させ、ギャップの構造を制御する手法(アクティベーション法)を提案してきた [3, 4]。今回は、本手法を中空構造を有する Ni 系ナノギャップに適用した。これにより、基板表面での SiO₂ 層の影響を抑制させながら、中空ギャップでの原子のマイグレーションが発現するものと期待される。

はじめに、電子線リソグラフィーとリフトオフプロセスを用いて初期ギャップ幅が数十 nm の Ni ナノギャップを熱酸化 Si 基板(膜厚: 900 nm)上に作製した。続いて、図 1 に示すように、BHF を用いて SiO₂ 層を表面より数十 nm 程度エッチングし、中空型 Ni ナノギャップを形成した。図 2 に典型的な中空型 Ni ナノギャップの SEM 像を示す。この構造では、ナノギャップ電極の Source/Drain 先端が基板表面での SiO₂ 層から isolate されているため、真空障壁を介したトンネル電流が支配的になるものと考えられる。次に、中空型 Ni ナノギャップに対してアクティベーション法を適用した。これより、通電の進行に伴い、中空型 Ni ナノギャップでのトンネル抵抗の減少を確認した。この結果は従来の SiO₂ 上 Ni ナノギャップでのアクティベーション特性と同様の傾向を示しており [3, 4]、中空型ナノギャップにおいても、アクティベーション法が適用可能であることを示している。さらに、高電流領域でのアクティベーションでは、素子の抵抗が低抵抗状態と高抵抗状態を遷移するスイッチング動作を確認した。これらの結果から、アクティベーション法は中空型ナノギャップの抵抗状態を制御可能であるものと考えられる。

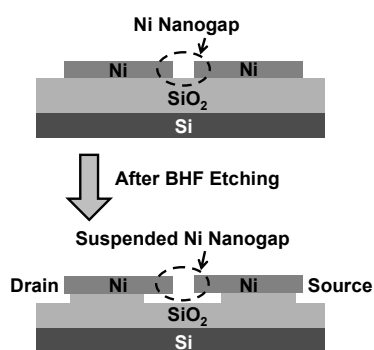


Fig. 1 Schematic of fabrication process for suspended Ni nanogaps.

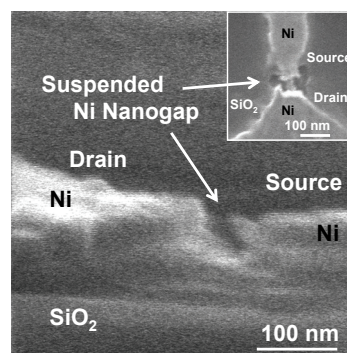


Fig. 2 Tilted SEM view of a suspended Ni nanogap after BHF etching (Inset: over-view image of the sample).

References

- [1] H. Park et al., Appl. Phys. Lett. 75 (1999) 301.
- [2] D. R. Strachan et al., Appl. Phys. Lett. 86 (2005) 043109.
- [3] S. Kayashima, K. Takahashi, M. Motoyama, and J. Shirakashi, Jpn. J. Appl. Phys. 46 (2007) L907.
- [4] Y. Tomoda, K. Takahashi, M. Hanada, W. Kume, and J. Shirakashi, J. Vac. Sci. Technol. B 27 (2009) 813.