

Au ナノギャップでのマイグレーション制御による ギャップ狭窄化とトンネル抵抗特性

Control of Tunnel Resistance by Inducing Migration of Au Atoms

Using Field-Emission-Induced Electromigration

東京農工大院工 ○伊藤智之、井上和貴、木原裕介、岡田憲昂、齋藤孝成、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

○T. Ito, K. Inoue, Y. Kihara, K. Okada, T. Saito, and J. Shirakashi

E-mail: s168458s@st.go.tuat.ac.jp

近年、Au ナノギャップの応用として、様々な分子をギャップ間に配置した単分子系デバイスが注目を集めている[1, 2]。これらのデバイスの作製には、数 nm 程度の間隔まで接近した Au ナノギャップ電極が必要であり、様々なナノギャップの作製手法が報告されている。我々はその作製手法の一つとして、電界放射電流を数十 nm 級のナノギャップに通電させ、原子の移動を誘起させることによりナノギャップの狭窄化を行う電界放射電流誘起型エレクトロマイグレーション(アクティベーション)法を検討している。これまで、本手法を用いて Ni ナノギャップのトンネル抵抗の制御を行ってきた[3-5]。そこで今回は、本手法を Au ナノギャップに対して真空下で適用し、トンネル抵抗の制御およびギャップの狭窄化を検討した。

はじめに、電子線リソグラフィを用いて初期ギャップ幅が数十 nm 程度の Ni および Au のナノギャップ電極をそれぞれ作製した。作製したナノギャップに対し、室温・真空下で、設定電流 $I_s = 1 \text{ nA} \sim \text{数 } \mu\text{A}$ まで順次増加させて本手法を適用した。図 1 に本手法を設定電流 I_s ごとに適用した後の Ni および Au ナノギャップ電極のトンネル抵抗を示す。図から、設定電流 $I_s = 300 \text{ nA}$ 付近よりそれぞれのトンネル抵抗が同様に減少していることが確認できる。このトンネル抵抗特性は、従来、Ni ナノギャップにおいて観測されていた[3-5]。今回、Au ナノギャップにおいても、設定電流 I_s を更新することで、絶縁領域(Insulating Region)からトンネル電流が支配的な領域(Tunneling Region)に電気的特性が遷移し、ギャップ幅が徐々に狭窄化していると考えられる。以上より、本手法は Ni ナノギャップと同様に Au ナノギャップにおいてもトンネル抵抗の制御が可能であることが明らかとなった。

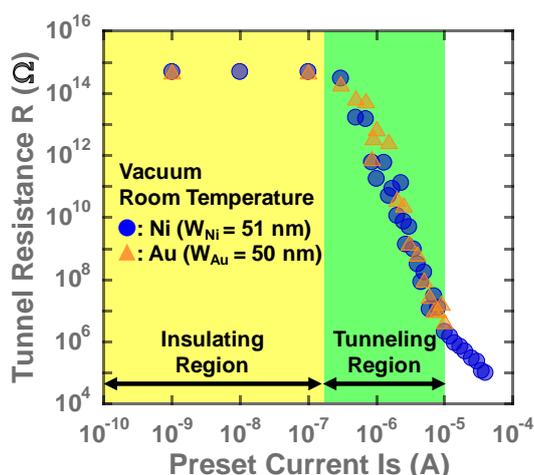


Fig. 1 Tunnel resistance R of Ni & Au nanogaps versus preset current I_s .

References

- [1] K. Yoshida, K. Shibata, and K. Hirakawa, Phys. Rev. Lett. 115 (2015) 138302.
- [2] W. Hu, H. Nakashima, K. Furukawa, Y. Kashimura, K. Ajito, and K. Torimitsu, Appl. Phys. Lett. 85 (2004) 115-117.
- [3] W. Kume, Y. Tomoda, M. Hanada, and J. Shirakashi, J Nanosci. Nanotechnol. 10 (2010) 7239-7243.
- [4] S. Kayashima, K. Takahashi, M. Motoyama, and J. Shirakashi, Jpn. J. Appl. Phys. 46 (2007) L907-L909.
- [5] S. Ueno, Y. Tomoda, W. Kume, M. Hanada, K. Takiya, and J. Shirakashi, Appl. Surf. Sci. 258 (2012) 2153-2156.