大気環境下でのマイグレーション制御による Au ナノギャップの通電狭窄化

Control of Tunnel Resistance of Au Nanogaps in Ambient Air Using Field-Emission-Induced Electromigration

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

Tokyo University of Agriculture & Technology

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

E-mail: s168290w@st.go.tuat.ac.jp

近年、分子エレクトロニクスの進展が著しく、単一分子系デバイスの作製法として Au ナノギャップ電極を用いた手法が注目されている[1]。単一分子系デバイスを実現させるには、数 nm 程度に近接したナノギャップ電極が必要であり、その作製歩留まりを極めて高くすることは必須である。我々は、制御性が良いナノギャップ作製手法として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)法を提案しており、これまで、Ni ナノギャップ電極に対する検討を真空下で行ってきた[2, 3]。一方、Au ナノワイヤでは、大気下での通電により、エレクトロマイグレーションを用いて原子接合の作製が可能であることも知られている[4]。Au は大気による酸化の影響を受けにくいため、真空装置を必要としない実験系を構築することができる。そこで今回は、大気下において Au ナノギャップに本手法を適用し、Au ナノギャップの通電狭窄化について検討した。

はじめに、初期ギャップ幅が数十 nm 程度の Au ナノギャップを作製し、真空下および大気下において本手法を適用した。図 1(a), (b)には、設定電流 I_s = 1 nA, 300 nA, 1 μA で Au ナノギャップに対してアクティベーションを適用した際の、両雰囲気下における電気的特性をそれぞれ示す。真空下の図 1(a)は、従来の Ni ナノギャップの真空下におけるアクティベーション特性と同様な結果を示している[3]。また、大気下の図 1(b)では、アクティベーション特性が図 1(a)(真空下)とは異なっていることがわかる。両者の特性の違いは雰囲気を変えたことに起因すると考えられるが、両雰囲気下において、設定電流 I_s の増加に伴い立ち上がり電圧 V_{th}(I_d = 10 fA の時の電圧値)の値が同様に低下していることから、本手法により、大気下においても Au ナノギャップの通電狭窄化を行うことが可能であると考えられる。

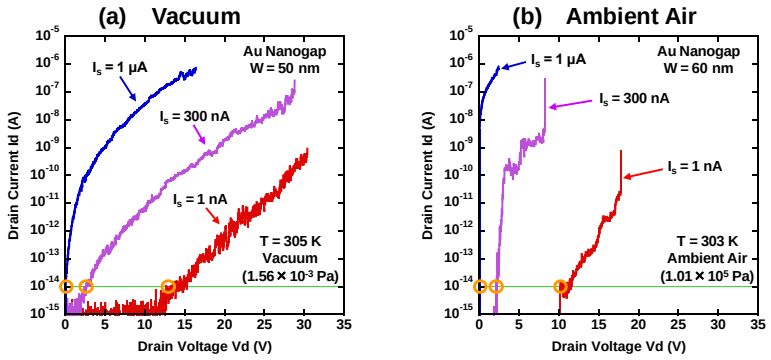


Fig. 1 I_d-V_d characteristics of Au nanogaps during the activation procedure with the preset current I_s of 1 nA, 300 nA, and 1μA (a) in vacuum and (b) in ambient air at room temperature.

References

[1] K. Yoshida, K. Shibata, and K. Hirakawa, Phys. Rev. Lett. 115 (2015) 138302.

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

[3] S. Kayashima, K. Takahashi, M. Motoyama, and J. Shirakashi, J. Phys. Conf. Ser. 100 (2008) 052022.

[4] Y. Kanamaru, M. Ando, and J. Shirakashi , J. Vac. Sci. Technol. B 33 (2015) 02B106.

© 2016年 応用物理学会