

Ni 系ナノギャップを用いた強磁性単電子トランジスタの作製

Ni Nanogap-Based Ferromagnetic Single-Electron Transistors

Fabricated by Field-Emission-Induced Electromigration

東京農工大院工 ○須田隆太郎、森原康平、滝川主喜、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

○R. Suda, K. Morihara, K. Takikawa and J. Shirakashi

E-mail: 50013834204@st.tuat.ac.jp

強磁性体で構成された単電子トランジスタ (Ferromagnetic Single-Electron Transistor: FMSET) では、電子帯電効果により電流が抑制されるクーロンブロッケード領域において特異な磁気抵抗効果が発現することが知られている。これまで、低温下において FMSET の磁気特性の検討がなされてきた[1-3]。室温動作可能な FMSET を作製するには、10 nm 以下のアイランド構造を精緻に制御する手法が求められている。我々は、FMSET を作製する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)法を提案している[4, 5]。本手法は、ナノギャップ間に流れる電流によって誘起される原子の移動現象を利用しており、これまで、室温動作可能な SET[4]や強磁性トンネル接合(MTJ)[5]の作製を報告している。今回は、アクティベーション法により作製された Ni ナノギャップ系強磁性単電子トランジスタについて検討した。

まず、電子線リソグラフィーにより、初期ギャップ幅が数十 nm 程度の Ni ナノギャップを作製した。ナノギャップは非対称なバタフライ構造を有している(図 1)。続いて、作製したナノギャップに対しアクティベーション法を実行し SET 構造を形成した。図 2 は、外部磁場印加オン状態(5 kOe)とオフ状態(0 kOe)における室温での SET の I_d - V_d 特性である。図より、ブロッケード領域において MR が増大していることが確認できる。これは、Ni で予想されている TMR (11 %) よりもはるかに大きく、アクティベーション法によって作製された Ni 系 SET において MR の増強現象が室温で発現したと考えられる。以上より、本手法を用いることで室温動作可能な FMSET の可能性が示された。

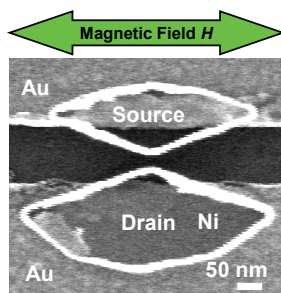


Fig. 1 SEM image of a representative Ni nanogap before performing the activation.

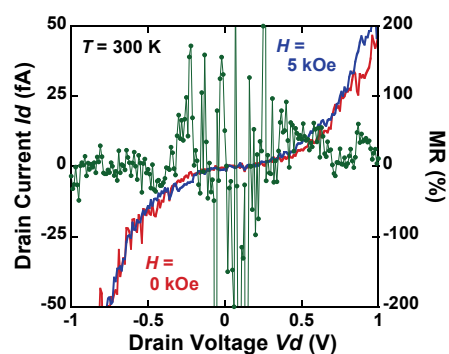


Fig. 2 I_d - V_d characteristics and V_d dependence of MR measured at room temperature for the Ni nanogap after performing the activation.

References

- [1] K. Ono, H. Shimada, and Y. Ootuka, J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 1261.
- [2] K. Yakushiji et al., Appl. Phys. Lett. 78 (2001) 515.
- [3] J. Wunderlich et al., Phys. Rev. B 97 (2006) 077201.
- [4] W. Kume, Y. Tomoda, M. Hanada, and J. Shirakashi, J. Nanosci. Nanotechnol. 10 (2010) 7239.
- [5] T. Watanabe, K. Takiya, and J. Shirakashi, J. Appl. Phys. 109 (2011) 07C919.