

## 金属探針表面局所電位変調によるGaAs表面トラップ位置の評価 Characterization of spatial position of electron traps in a GaAs surface by a metal probe-induced local surface potential modulation

○佐藤 将来, 殷 翔, 黒田 亮太, 葛西 誠也

○Masaki Sato, Xiang Yin, Ryota Kuroda, Seiya Kasai

北海道大学量子集積エレクトロニクス研究センターおよび大学院情報科学研究科

RCIQE and Graduate School of Info. Sci. & Tech. Hokkaido University

E-mail: msato@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】微細半導体デバイスの信頼性向上のためには、ナノスケールの電子トラップの評価技術が重要である。半導体ナノ構造の内部の電位は表面電荷状態の影響を顕著に受け、そのダイナミクスは素子雑音に反映される。我々はこれまでに、局所的に半導体デバイスの表面と金属探針を容量結合させ、電位を変調した際の素子雑音を解析することで、電子トラップの物理情報を取得する手法を検討してきた[1]。本研究では、ナノスケールでの電子トラップ位置の同定のため、GaAsナノワイヤにおける電流雑音の金属探針接触位置依存性の評価を行った。

【実験方法】ナノスケールでの金属探針走査として、導電性探針AFMを用いた。電圧を印加したAFM探針を接触させると同時に、GaAsナノワイヤ中の電流波形とスペクトルを取得可能な評価系を構築した。図1に作製したナノワイヤのAFM像と測定系を示す。ナノワイヤはAlGaAs/GaAsヘテロ構造をウェットエッチングすることにより作製した。ナノワイヤの長さは2  $\mu\text{m}$ であり、幅は400 nmである。AFMの探針はPtIrがコーティングされたものを用いた。探針の先端の直径は60 nmである。AFM探針を極微ゲートとみなし、素子表面の電位を局所的に変調する。用いたAFMは、探針側をバイアスしかつ走査可能なものである。これまで報告されている走査ゲート評価系[2, 3]と比較し、本評価系の特徴は電流のダイナミクスを評価可能な点にある。

【実験結果】図2にナノワイヤ電流のAFM探針接触位置依存性を示す。10 nm間隔で探針の接触位置を変化させ、逐次電流波形を取得した。探針の印加電圧を-3.0 Vとし、position 2の位置に探針を接触させたときにランダムテレグラフシグナル (RTS) 雑音が観測された。一方で、その他の位置ではRTS雑音は観測されない。

position 2の位置に電子トラップが存在しているということを示唆している。探針位置がわずかに10 nm変化することで電流の特徴が顕著に変わったことから、GaAs最表面の電荷状態を捉えていると考えられる。化合物半導体表面準位密度が $10^{12} \text{ cm}^{-2}$ オーダーであり、およそ10 nm間隔に準位が存在する。本手法により個々の表面準位の空間分解検出が可能であることがわかる。

- [1] M. Sato et al., JJAP **55** (2016) 02BD01
- [2] M. A. Topinka et al., Science **289** (2000) 2323
- [3] N. Aoki et al., APL **87** (2005) 223501

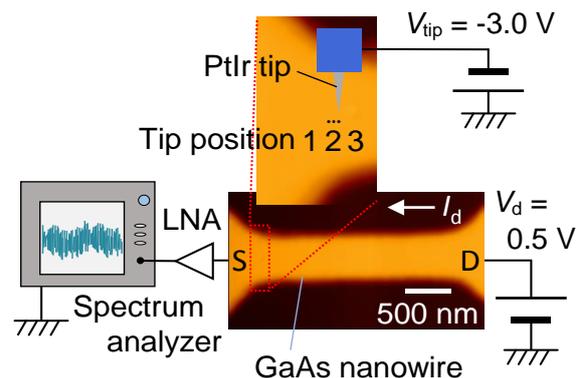


Figure 1. Measurement setup with AFM image of the sample.

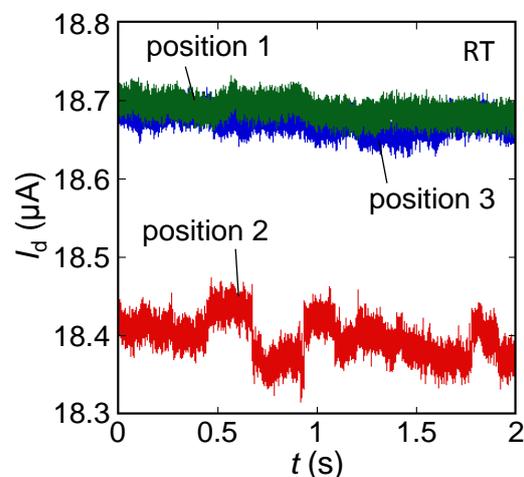


Figure 2. Tip position dependence of current in the nanowire.