

InP(311)B 面上に成長した InAs 量子ドットの電気伝導特性

Electrical conduction of InAs quantum dot grown on InP(311)B substrate

○和田 直樹¹、張 亜¹、吉田 健治¹、赤羽 浩一²、平川 一彦^{1,3}(1. 東大生研、2. 情報通信研究機構、3. 東大ナノ量子機構)

○Naoki Wada¹, Ya Zhang¹, Kenji Yoshida¹, Kouichi Akahane², Kazuhiko Hirakawa^{1,3} (1.IIS, 2.NICT, 3.INQIE)

E-mail: nwada@iis.u-tokyo.ac.jp

従来のトランジスタは、性能向上の限界に近付きつつあるため、新たな原理に基づいたデバイスの開発が必要である。その研究の1つとして、我々は、GaAs 基板上に自己組織的に作製した InAs 量子ドット (QD) を用いて、単一 QD の示す電気伝導や光学応答などの諸特性を調べてきた [1]。しかし、GaAs 基板上への QD の成長時に、In 原子と Ga 原子との相互混合 (Intermixing) が起き、電子が QD の頂点付近に閉じ込められる結果、電子と電極との結合が弱くなり、トンネル抵抗が高くなる問題があった [2]。本研究では、In-Ga intermixing を低減することを狙い、InP 基板上に InAs QD を自己組織的に作製し、その電気特性を評価した。

本研究では、InP(311)B 基板上に、バックゲート電極として n 型にドーピングした InP 層を 300 nm、バリアとして In_{0.52}Al_{0.48}As, In_{0.52}Ga_{0.374}Al_{0.106}As 層を 100 nm ずつ成長し、その上に直径 30 nm 程度の InAs QD を成長した。更に、単一 QD の電気伝導を評価するため、図 1 に示すように、15 nm のギャップ幅を持つ電極対を EB 描画し、InAs QD を挟み込んだ試料を作製した。図 2 に、得られたクーロン安定化ダイアグラムを示す。2つのダイヤモンド構造が明瞭に見え、電子付加エネルギーが 12~18 meV 程度の単電子トランジスタとして動作しており、励起準位による電気伝導もみえる。また、図 1 からわかるように、電極は QD の端に僅かに触れているにも拘らず、電気伝導が観測されたため、電子の波動関数は QD 内で比較的広がっており、In-Ga intermixing の影響が低減されていることが推測される。

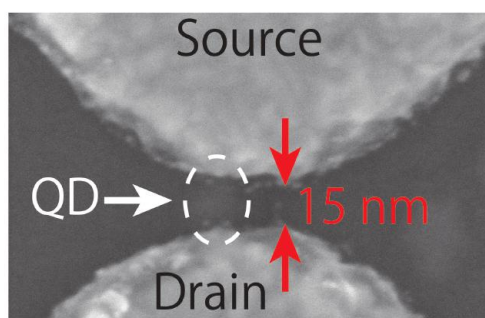


Fig 1: SEM image of the QD coupled to two gold electrodes.

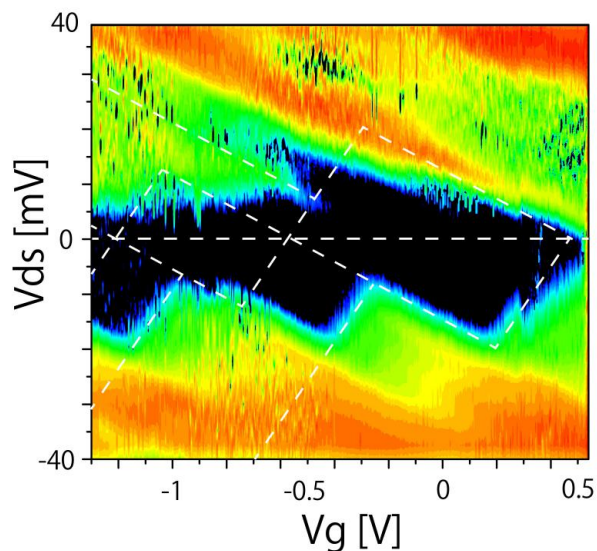


Fig 2: Coulomb stability diagram of the sample. White lines are guide for eyes. Blue and red area corresponds to 10^{-11} , 10^{-8} S, respectively.

参考文献

- [1] M. Jung, T. Machida, K. Hirakawa, S. Komiyama, T. Nakaoka, S. Ishida, and Y. Arakawa, Appl. Phys. Lett, **87**, 203109 (2005).
- [2] K. Shibata, M. Jung, K. M. Cha, M. Sotome, and K. Hirakawa, Appl. Phys. Lett, **94**, 162107 (2009).