

集束イオンビーム照射による架橋型多層カーボンナノチューブを用いた量子ドットデバイスの作製

Fabrication of Quantum Dots in Suspended Multi-walled Carbon Nanotubes Using Focused Ion Beam Technique

^{O(MIC)}萩原 典之^{1,2}, N. M. Ghazali¹, 鈴木 克弥^{1,2}, 稲田 春来^{1,2}, 山口 智弘¹, 秋田 成司³,
石橋 幸治^{1,2,4} (1.理研、2.千葉大院融合、3.大阪府大、4.理研創発物性センター)

^{O(MIC)}N. Hagiwara^{1,2}, N. M. Ghazali¹, K. Suzuki^{1,2}, H. Inada^{1,2}, T. Yamaguchi¹, S. Akita³,
K. Ishibashi^{1,4} (1.RIKEN, 2.Chiba Univ., 3.Osaka Pref. Univ., 4.RIKEN CEMS)

E-mail: noriyuki.hagiwara@riken.jp

はじめに：多層カーボンナノチューブ(MWCNT)を用いた量子ドットを形成する法として、基板に散布した MWCNT に対して金属電極を堆積し集束イオンビーム(FIB)を照射しトンネルバリアを形成する技術が報告されている [1]。我々は量子ドットによる単電子輸送と機械振動を組み合わせることで、電子と振動の相互作用による量子ハイブリッドデバイスを創生できると考え、あらかじめ堆積した金属電極上に MWCNT を配置することで架橋構造を作製し、FIB 照射により MWCNT のチャネル上に 2 か所のトンネル障壁を導入した。今回は、低温での電気伝導特性について報告する。

実験及び結果：200nm の酸化膜を持つシリコン基板上にゲート電極 20nm を堆積し、それを挟むようにソースドレイン電極を Pd で 200nm 堆積しその上に MWCNT を架橋させた。この MWCNT のチャネル上に FIB を用いて Ga イオンを 1.2×10^{16} ion/cm²、間隔 150nm で 2 箇所照射した。試料断面の模式図を図 1 に示す。図 2 は 1.5K におけるソースドレイン電流のゲート電圧依存性であり、周期的かつバイアス電圧依存性のないクーロンピークを観測することができた。図 3 はソースドレイン電圧とゲート電圧にたいする微分コンダクタンスのプロットで青い領域は電流が流れないクーロンブロッケード領域である。一部のゲート領域ではあるが、周期的なクーロンダイヤモンドを観測した。これらの結果は、架橋した MWCNT 上に、単電子輸送が行われていることを示している。

[1] H. Tomizawa, K. Suzuki, T. Yamaguchi, S. Akita, K. Ishibashi, Nanotech. 28, 1 (2017).

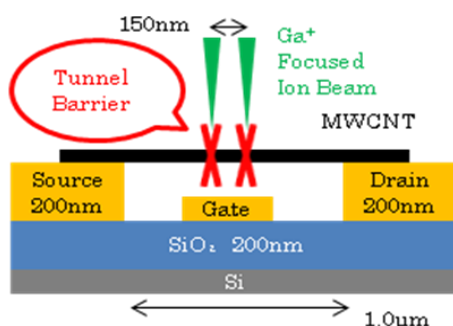


Fig. 1 Schematic cross-sectional view of sample structure

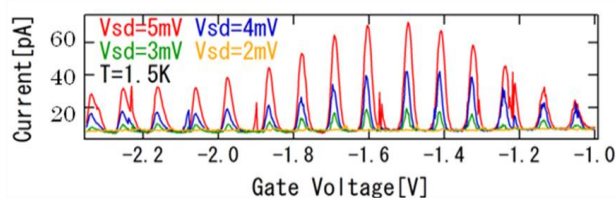


Fig. 2 Source-drain current as a function of gate voltage

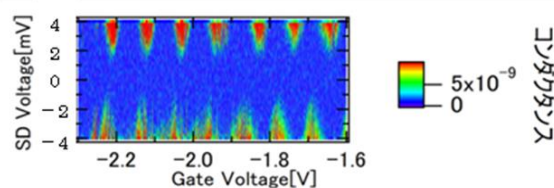


Fig. 3 Coulomb diamond at 1.5 K