

集束イオンビームによる多層カーボンナノチューブ量子ドットの作製

Fabrication of Quantum Dots in a Multi-Walled Carbon Nanotube using Focused Ion Beam Technique



○(DC) 富沢 啓^{1,2}, 鈴木 克弥^{1,3}, 山口 智弘¹, 秋田 成司⁴, 石橋 幸治^{1,2,3,5}

(1.理研、2.理科大院理、3.千葉大院工、4.大阪府大工、5.理研創発物性センター)

○(DC) H. Tomizawa^{1,2}, K. Suzuki^{1,3}, T. Yamaguchi¹, S. Akita⁴, and K. Ishibashi^{1,2,3,5}

(1.RIKEN, 2.Tokyo Univ. of Sci., 3.Chiba Univ., 4.Osaka Pref. Univ., 5.RIKEN CEMS)

E-mail: tomizawa@riken.jp

はじめに: カーボンナノチューブ(CNT)量子ドットの研究は主に、一本の単層カーボンナノチューブ(SWNT)にソースドレイン金属電極を堆積させたサンプルで行われてきた。しかし、必ずしも再現性よく電極間の SWNT 全体が単一量子ドットになるわけではなく、またこの方法では複数の量子ドットからなるより複雑な量子ドットデバイスや回路の作製は困難である。トンネルバリア形成の方法として他に、CNT チャンネルの任意の場所へイオンや原子を照射する方法が報告されている[1][2]。これまで我々は、集束イオンビーム(FIB)を用いた多層カーボンナノチューブ(MWNT)中へのトンネルバリアの作製と、二重障壁サンプルでの単電子輸送について報告してきた。これまでのサンプルでは、MWNT チャンネル上に多数のドットが形成されてしまい、一部のゲート領域でのみ単一ドットの振る舞いを観測することが出来た。今回、我々は広いゲート領域で単一ドットとして動作するサンプルの作製に成功したので、この結果について報告する。

実験及び結果: 200nm の酸化膜を持つシリコン基板上にアーク放電で合成した MWNT を散布し、ソースドレイン電極を Pd で作製した。MWNT チャンネル上に FIB で Ga イオンを加速電圧 40 kV、ドーズ 1.2×10^{16} ion/cm²、100 nm 間隔で 2 箇所照射した。ここで今回、FIB プロセス中のイオン顕微鏡による MWNT 全体へのドーズを約 10^{14} ion/cm² から 10^{13} ion/cm² 以下まで減らした。図 1 は作製したサンプルの模式図である。作製したサンプルをヘリウム冷凍機で測定した。図 2 は 1.5 K におけるソースドレイン電流のバックゲート電圧依存性である。以前までのサンプルと異なり、周期的なクーロンピークを広いゲート領域で観測することが出来た。これは、MWNT に入る不要なダメージを減らした結果であると考えられる。

[1] M. Suzuki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **81**, 2273 (2002). [2] K. Maehashi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **90**, 023103 (2007).

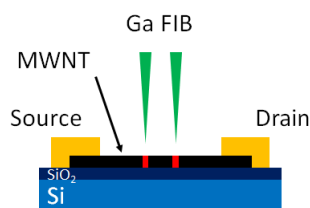


Fig. 1 Schematic cross-sectional view
of sample structure

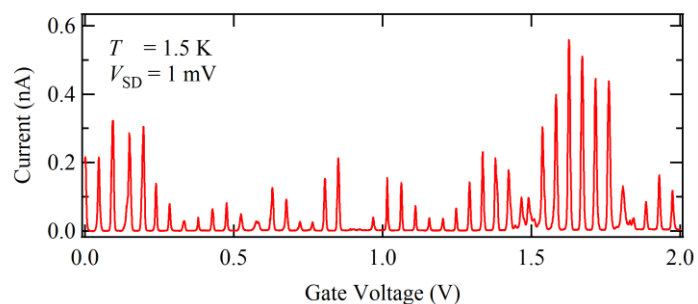


Fig.2 Source-drain current as a function of gate voltage.
Periodic Coulomb blockade oscillation is observed.