

カーボンナノチューブ量子ドットからの励起子発光のコヒーレント制御

Coherent control of exciton emission from carbon nanotube quantum dots

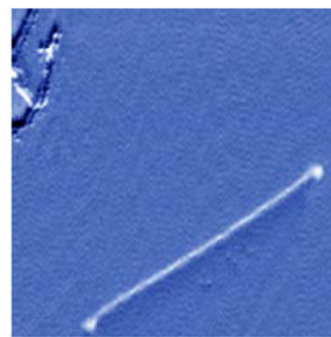
理研¹, 理研創発物性センター²飛田 聡¹, ○石橋 幸治^{1, 2}RIKEN¹, RIKEN CEMS²,A. Hida¹ and K. ○Ishibashi^{1,2}

E-mail: kishiba@riken.jp

はじめに： カーボンナノチューブは超微細な直径を有するため、量子効果を利用する量子デバイスには大変有効な材料である。これまで我々は、電気伝導測定を通して量子ドット中の主として伝導電子の量子的な振る舞いについて調べ、それがスピン型量子ビットとして大変有望であることを示した。しかし、その過程で、現実的にはレジストプロセスをそのままナノチューブに適用することによるデバイスの信頼性や再現性の低下が大きな問題であることがわかった。そこでわれわれは、数年前からナノチューブならではのデバイスプロセスとしてナノチューブと分子の化学的な結合によるヘテロ接合を利用した新たな量子ドット、さらには結合量子ドットなどのより高次のナノ構造作製技術を開発している。このことは量子ドットからの発光特性の向上や、励起子のコヒーレント制御との組み合わせによる発光の高機能化にも役立つと思われる。カーボンナノチューブの励起子は大きな束縛エネルギーを持ち、発光波長が光通信波長帯にあることは、量子発光デバイスの観点からも重要である。

実験： 量子ドットは長さ 100～500nm 程度の長さのナノチューブの両端をコラーゲンモデルペプチド分子で化学結合により終端した構造である。長さ方向に閉じ込められた 1 次元的な量子ドットとなる。このことは、走査トンネル顕微鏡を用いた状態密度測定から確認している。そのナノチューブを表面酸化したシリコン基板上に分散し、1 個のナノチューブ量子ドットからの発光を観測した。以下、ラビ分裂、コヒーレント制御に関する実験はすべて 6 K 程度に冷却して行った。連続可変波長、および時間遅れのあるレーザーパルス（最低基底状態間のエネルギーに共鳴に近い波長で励起）で量子ドットを励起し発光を調べた。

結果： 詳細は講演で述べることにし、結果の要点は以下のようである。1) 発光に離散化量子準位の効果を観測、2) 励起高強度を強くしてゆくとラビ分裂を観測、3) 弱励起下のポンププローブ測定では励起子干渉を観測、4) 強励起のポンププローブ測定ではラビ振動の影響を観測



20 nm

Fig. STM image of an individual SWCNT quantum dot