

課題番号 : F-14-UT-0001
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 単一架橋カーボンナノチューブにおける励起子のシュタルク効果
 Program Title (English) : Stark effect of excitons in individual air-suspended carbon nanotubes
 利用者名(日本語) : 吉田匡廣, 隈元雄介, 石井晃博, 横山明男, 加藤雄一郎
 Username (English) : M. Yoshida, Y. Kumamoto, A. Ishii, A. Yokoyama, Y. K. Kato
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構
 Affiliation (English) : Institute of Engineering Innovation, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

単一架橋カーボンナノチューブに電界を印加 (Fig. 1) しつつフォトルミネッセンス(PL)測定を行ったところ、発光波長に赤方偏移が観測された。これはシュタルク効果に起因するものであることが分かった。

2. 実験(Experimental)

SiO₂ 付の Si 基板に対してレジストを用いた電子線描画 (F5112) 及びドライエッチング (CE-300I ICP-RIE (山本研)) を行い、トレンチを形成する。レジスト除去後、アニール炉とアッシング装置 (SAMCO FA-1) を用いてサンプルを清浄に保ったのち、電極形成のため再びレジスト塗布・電子線描画、さらに真空蒸着を行う。さらに、3 回目の電子線描画では触媒パターンを形成し、ステルスダイサー装置を用いて 5 mm 角に切り出す。これらのデバイスに対して触媒スピコート・リフトオフを行い、最後に CVD 法により CNT を成長させる。

このように作製したデバイスに対して電界を印加するためにワイヤーボンダーで電極と DC ソースメータ間の接続を施し、その上で PL 測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.2(a) は 0 と 15 V/μm における PL スペクトルである。電界を印加したことにより、発光強度の減少と赤方偏移が観測された。発光強度の現象は励起子の自発解離によるものであることが知られている [PRL 112, 117401 (2014)]。一方で、赤方偏移に関しては電界依存性を詳細に調べる (Fig. s2(b)) と電界に対して 2 次関数的な振舞いを示すことからシュタルク効果に起因するものであると考えられる。

4. その他・特記事項 (Others)

競争的資金: 本研究は科研費 24340066, 24654084, 26610080)、および文部科学省「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」の支援を受けた。

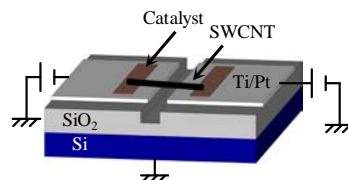


Fig. 1 A device schematic

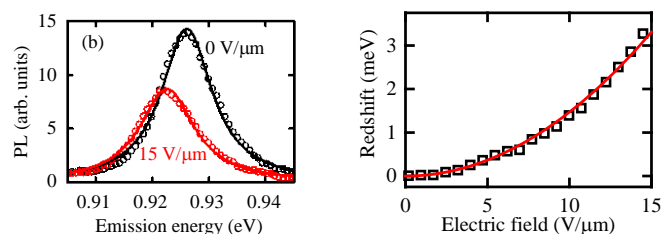


Fig. 2 (a) PL spectra taken at 0 V/μm (black) and 15 V/μm (red). (b) Redshift as a function of electric field.

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- [1] M. Yoshida, Y. Kumamoto, A. Ishii, A. Yokoyama, Y. K. Kato, "Stark effect of excitons in individual air-suspended carbon nanotubes", Appl. Phys. Lett. 105, 161104 (2014).
- [2] M. Yoshida, Y. Kumamoto, A. Ishii, A. Yokoyama, Y. K. Kato, "Stark effect of excitons in individual air-suspended carbon nanotubes", March Meeting of the American Physical Society, San Antonio, Texas (March 6, 2015).
- [3] M. Yoshida, Y. Kumamoto, A. Ishii, Y. K. Kato, "Stark effect of excitons in individual air-suspended carbon nanotubes", The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo (February 22, 2015).

6. 関連特許 (Patent)

なし。