

課題番号 : F-15-UT-0041
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 架橋カーボンナノチューブにおけるトリオン生成
 Program Title (English) : Trion generation in suspended carbon nanotubes
 利用者名(日本語) : 吉田匡廣¹⁾, Alexander Popert²⁾, 加藤雄一郎¹⁾
 Username (English) : M. Yoshida¹⁾, A. Popert²⁾, Y. K. Kato¹⁾
 所属名(日本語) : 1) 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構, 2) ETH チューリッヒ
 Affiliation (English) : 1) Institute of Engineering Innovation, The University of Tokyo, 2) ETH Zurich

1. 概要(Summary)

単一架橋カーボンナノチューブ(CNT)に対してゲート電圧を印可しつつフォトルミネッセンス測定を行ったところ、励起子とキャリアが束縛されたトリオン(荷電励起子)由来の発光が観測された。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置、汎用 ICP エッチング装置
 形状・膜厚・電気評価装置群、クリーンドラフト潤沢超純水付、ステルスダイサー、マニュアルウエッジボンダー

【実験方法】

架橋ナノチューブ電界効果トランジスタ(Fig. 1)を作製するにあたり、まず酸化膜付き Si 基板に対して電子線描画及び ICP エッチングでトレンチを形成した。次に電極形成のため、再度電子線描画をし、Ti/Pt を蒸着した。リフトオフ後、アッシングを行い基板表面の有機物を除去した。CNT 成長のため、触媒パターンを電子線描画で形成して、化学気相成長法を行った。その後、サンプルにワイヤーボンドするためにウエッジボンダーを用いた。最後に、デバイスに対してゲート電圧を印可しつつフォトルミネッセンス測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 2 は単一架橋ナノチューブの発光スペクトルである。ゼロ電圧(黒線)のときは励起子由来の発光ピークが見えるのに対して、電圧を印可(赤線)すると励起子発光ピーク

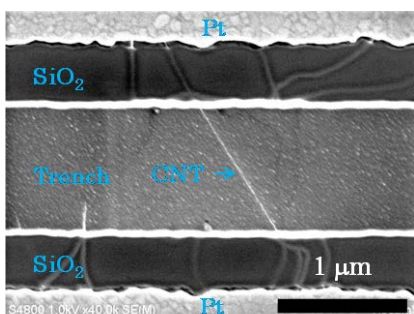


Fig. 1: SEM image of CNT field effect transistor.

が消失するだけでなく、低エネルギー側で新たなピークが観測された。これはキャリアドーピングにより生じたピークであることからトリオン由来の発光と考えられる。

4. その他・特記事項(Others)

競争的資金: 本研究は科研費 24340066, キヤノン財団、笹川科学研究助成、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。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) M. Yoshida, A. Popert, and Y. K. Kato, "Gate-voltage induced trions in suspended carbon nanotubes", Phys. Rev. B, 93, 041402(R) (2016).
- (2) M. Yoshida, A. Popert, Y. K. Kato, "Gate-voltage induced trions in suspended carbon nanotubes", March Meeting of the American Physical Society, Baltimore, Maryland, USA (March 15, 2016).
- (3) M. Yoshida, A. Popert, Y. K. Kato, "Gate-voltage induced trions in individual air-suspended carbon nanotubes", The Sixteenth International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT15), Nagoya, Japan (June 30, 2015).

6. 関連特許(Patent)

なし。

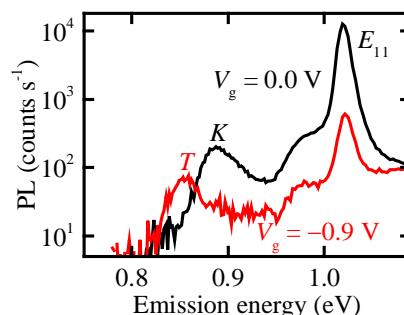


Fig. 2: Single CNT photoluminescence spectrum. At high gate voltage, the exciton peaks (E_{11} and K) quench and the new trion peak (T) appears.