

課題番号 : F-19-UT-0071
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 暗い励起子から明るい励起子への変換機構
Program Title (English) : High efficiency dark-to-bright exciton conversion in carbon nanotubes
利用者名(日本語) : 石井晃博, 町屋秀憲, 加藤雄一郎
Username (English) : A. Ishii, H. Machiya, Y. K. Kato
所属名(日本語) : 理化学研究所 加藤ナノ量子フォトニクス研究室
Affiliation (English) : Nanoscale Quantum Photonics Laboratory, RIKEN
キーワード/Keyword : カーボンナノチューブ、励起子、リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

様々な長さの架橋カーボンナノチューブに対して時間分解光学測定を行い、暗い励起子と明るい励起子それぞれの拡散特性、およびその二つの状態間の変換機構について調査した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置、高速シリコン深掘りエッチング装置、ステルスダイサー、クリーンドラフト潤沢超純水付

【実験方法】

電子線描画装置とシリコン深掘りエッチング装置を用いてシリコン基板に様々な幅のトレンチを作製した。その後、化学気相成長法によってトレンチに架橋させたカーボンナノチューブを合成し、その発光特性を顕微分光測定および時間分解光学測定によって評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

架橋カーボンナノチューブの長さによって発光減衰曲線が大きく変化することが確認された(Fig. 1)。これを解析することにより、暗い励起子と明るい励起子それぞれの拡散係数が求められ、さらに長いナノチューブでは暗い励起子から明るい励起子への変換効率が 50%を超えることが明らかとなった。

4. その他・特記事項(Others)

競争的資金：本研究は科研費 JP16K13613, JP17H07359、および理化学研究所「奨励課題」の支援を受けた。

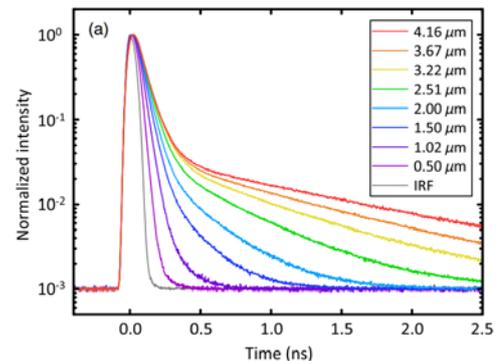


Fig.1 Photoluminescence decay curves measured from carbon nanotubes with various lengths [1].

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- [1] A. Ishii, H. Machiya, Y. K. Kato, “High Efficiency Dark-to-Bright Exciton Conversion in Carbon Nanotubes”, *Phys. Rev. X*9, 041048 (2019).
- [2] A. Ishii, H. Machiya, Y. K. Kato, “High Efficiency Dark-to-Bright Exciton Conversion in Carbon Nanotubes”, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 北海道札幌市(2019 年 9 月 18 日).
- [3] A. Ishii, H. Machiya, Y. K. Kato, “Decay dynamics and diffusion properties of bright and dark excitons in air-suspended carbon nanotubes”, *International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-Dimensional Materials (NT19)*, Wurzburg, Germany (July 25, 2019).
- [4] A. Ishii, H. Machiya, Y. K. Kato, “Decay Dynamics and Diffusion Lengths of Bright and Dark Excitons in Air-Suspended Carbon Nanotubes”, *235th Electrochemical Society Meeting*, Dallas, Texas, USA (May 29, 2019).

6. 関連特許(Patent)

なし。