

課題番号 : F-16-UT-0049
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 空気モードシリコンナノビーム共振器とカーボンナノチューブの光結合制御
Program Title (English) : Spectral tuning of optical coupling between air-mode silicon nanobeam cavities and carbon nanotubes
利用者名(日本語) : 町屋秀憲, 宇田拓史, 石井晃博, 加藤雄一郎
Username (English) : H. Machiya, T. Uda, A. Ishii, Y. K. Kato
所属名(日本語) : 理化学研究所
Affiliation (English) : RIKEN

1. 概要(Summary)

熱によってカーボンナノチューブの発光波長を大幅に動かすことができること[1]を積極的に利用し、ナノビーム共振器との波長領域でのカップリングを制御することに世界で初めて成功した。

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、クリーンドラフト潤沢超純水付、ステルスダイサ一、電子顕微鏡

【実験方法】

Silicon on insulator (SOI) ウエハを2 cm 角にダイシングし、電子線描画装置を用い一次元フォトニック結晶ナノビーム共振器のパターンを直接描画した。表面の Si 層を深堀エッチング装置で垂直にエッチングしたあと、埋め込み酸化膜をウェットエッチングで取り除き、中空に浮いている共振器構造を製作した。その後再度電子線描画を行い、触媒領域を作成し、スピコート、リフトオフ、CVD を行うことでカーボンナノチューブを成長させた。作成したデバイスはフォトルミネッセンス測定で評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

励起レーザーによる加熱により、ナノビーム共振器(Fig. 1)との波長領域でのカップリングを制御することに成功した。カップリング効率の指標となる自然放出結合係数 β を蛍光スペクトルから推定したところ、共振器とCNTの離調が小さいほど β が高いという結果が得られた。これは波長領域でのカップリングが変化したことによる実効的なPurcell効果の増減によるものであると考えられる

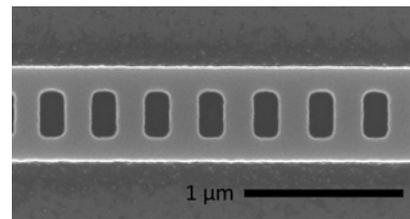


Fig. 1 SEM image of a nanobeam cavity

4. その他・特記事項(Others)

競争的資金：本研究は科研費(JP26610080, JP16K13613)、旭硝子財団、キャノン財団および文部科学省「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。

参考文献

[1] P. Finnie, Y. Homma, and J. Lefebvre, Phys. Rev. Lett. 94, 247401 (2005).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) H. Machiya, T. Uda, A. Ishii, and Y. K. Kato, "Spectral tuning of optical coupling between air-mode nanobeam cavities and individual carbon nanotubes", March Meeting of the American Physical Society, New Orleans, Louisiana, USA (March 13, 2017).
- (2) H. Machiya, T. Uda, A. Ishii, Y. K. Kato, "Spectral tuning of optical coupling between air-mode nanobeam cavities and individual carbon nanotubes", The 52th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo (March 1, 2017).

6. 関連特許(Patent)

なし