

課題番号 : F-18-UT-0076  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 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最適化  
Program Title (English) : Optimization of optical coupling between carbon nanotubes and silicon nanobeam cavities  
利用者名(日本語) : 町屋秀憲, 石井晃博, 加藤雄一郎  
Username (English) : H. Machiya, A. Ishii, Y. K. Kato  
所属名(日本語) : 理化学研究所  
Affiliation (English) : RIKEN  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, ドライエッチング, フォトニック結晶

## 1. 概要(Summary)

空気モードナノビーム共振器を使った単一カーボンナノチューブのレーザー発振を目指し、共振器性能の向上と光結合を改善するための構造最適化を行った。

## 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、高密度汎用スパッタリング装置、クリーンドラフト潤沢超純水付、ステルスダイサー、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作製した。最後に触媒領域を再度電子線描画で作成し、スピコート・リフトオフ・CVDをしてカーボンナノチューブを成長した(Fig. 1)。

カーボンナノチューブと共振器の結合の度合いを定量化するため、作製したデバイスで時間分解フォトルミネッセンス測定を行い、発光のダイナミクスを調べた。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

数十のデバイスを測定した結果、ほぼすべてのデバイスで測定系の限界程度の早い緩和が起きていることが分かった。カップリング効率との相関は見られなかったため、現在のデバイス構造では非発光のプロセスが支配的になっていることが示唆される。

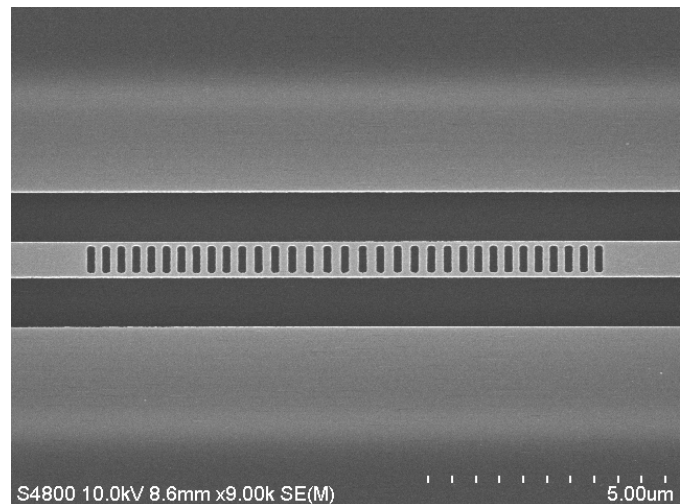


Fig. 1 A scanning electron micrograph of an air-mode nanobeam cavity.

## 4. その他・特記事項(Others)

競争的資金: 本研究は科研費 JP16K13613 の支援を受けた。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) H. Machiya, T. Uda, A. Ishii, Y. K. Kato, "Spectral tuning of optical coupling between air-mode nanobeam cavities and individual carbon nanotubes", 7th Workshop on Nanotube Optics and Nanospectroscopy (WONTON18), Hakone, Japan (July 11, 2018).

## 6. 関連特許(Patent)

なし