

課題番号 : F-21-UT-0011
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 導波路結合型カーボンナノチューブ光源
Program Title (English) : Waveguide-integrated carbon nanotube light sources
利用者名(日本語) : 山下大喜、町屋秀憲、大塚慶吾、石井晃博、加藤雄一郎
Username (English) : D. Yamashita, H. Machiya, K. Otsuka, A. Ishii and 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 : 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, カーボンナノチューブ

1. 概要(Summary)

空気モードナノビーム共振器を用いたオンチップカーボンナノチューブ光源の開発研究を行っている。共振器に結合したカーボンナノチューブの発光を導波路へと伝搬させ、面方向へ高効率に光を取り出せるデバイスを開発・作製し、その動作実証を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置, 超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】

ナノビーム(微小梁構造)の片側が光導波路になるように、片側に光が漏れやすくなるような共振器構造を設計した。電子線描画装置を用いて SOI ウエハ上に描画し、ドライエッチングによって共振器・導波路構造を作製した。触媒領域を再度電子線描画で作ったのち、共振器に結合した光を導波路端面から取り出すために、ステルスダイサーを用いて、チップ端面に導波路端面がでるようにダイシングした。Fig. 1 は作製したデバイスの光学顕微鏡画像である。デバイス構造作製後、研究室でカーボンナノチューブをデバイスに転写した。作製したデバイスの動作実証のため、顕微分光測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

SOI ウエハ面に鉛直な方向からデバイスをレーザーで励起し、導波路端面方向から発光スペクトル測定を行った。共振器によって増強された単一のカーボンナノチューブからの発光を、導波路を介して取り出すことに成功した。

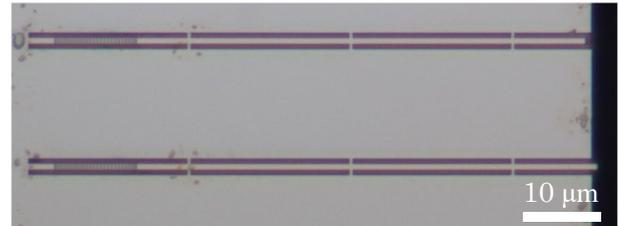


Fig. 1 Optical image of a fabricated air-suspended nanobeam.

4. その他・特記事項(Others)

This work is supported in part by JSPS (KAKENHI JP19J00894, JP20H02558, JP20J00817, JP20K15137, JP20K15199), MIC (SCOPE 191503001), MEXT (Nanotechnology Platform JPMXP09F19UT0078) and RIKEN (Incentive Research Project).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- [1] D. Yamashita, H. Machiya, K. Otsuka, A. Ishii, Y. K. Kato, “Waveguide coupled cavity-enhanced light emission from individual carbon nanotubes”, *APL Photonics* 6, 031302 (2021).
- [2] K. Otsuka, N. Fang, D. Yamashita, T. Taniguchi, K. Watanabe, Y. K. Kato, “Deterministic transfer of optical-quality carbon nanotubes for atomically defined technology”, *Nature Commun.* 12, 3138 (2021).
- [3] Z. Li, K. Otsuka, D. Yamashita, D. Kozawa, Y. K. Kato, “Quantum emission assisted by energy landscape modification in pentacene-decorated carbon nanotubes”, *ACS Photonics* 8, 2367 (2021).

6. 関連特許(Patent)

なし。