

半導体ナノワイヤにより Si フォトニック結晶中に形成されたナノ共振器

(1) 共振器形成

Semiconductor nanowire induced nanocavity in Si photonic crystals

(1) cavity formation

○横尾篤^{1,2}、ダナン ビロウオスト^{1,2}、章 国強²、館野功太²、倉持栄一^{1,2}、谷山秀昭^{1,2}、滝口雅人^{1,2}、納富雅也^{1,2}¹NTT ナノフォトニクスセンタ, ²NTT 物性科学基礎研○A. Yokoo^{1,2}, M. D. Birowosuto^{1,2}, G. Zhang², K. Tateno², E. Kuramochi^{1,2}, H. Taniyama^{1,2},M. Takiguchi^{1,2}, M. Notomi^{1,2}¹NTT Nanophotonics Center, ²NTT Basic Research Laboratories

E-mail: yokoo.atsushi@lab.ntt.co.jp

[はじめに] フォトニック結晶(PhC)共振器は、強い光の閉じ込め効果を持ち、PhC 機能性デバイスの基本パーツの一つである。EB リソグラフィとエッチングプロセスによる PhC 構造形成後に、追加的な加工により共振器の共振波長をチューニングすることや、新たな共振器を形成することは、PhC 光回路形成の自由度向上に寄与する。我々は、PhC 線欠陥上に AFM リソグラフィを用いて酸化物パタンを形成することにより、PhC 構造作製後に新たな共振器を追加形成できることを示した¹⁾。今後、シリコン PhC 構造作製後に異種材料を導入して共振器を形成できれば、発光機能や非線形光学機能を追加的に付与することが可能となる。我々は、PhC の線欠陥上トレンチ構造に半導体ナノワイヤを導入することにより共振器が形成できるというシュミレーション結果を報告している²⁾。今回、この提案に基づき、AFM マニピュレーションを使ってシリコン PhC の線欠陥上トレンチ構造に半導体ナノワイヤを導入し、新たな共振器が形成されたことを確認した。

[実験と結果] SOI 基板に対する EB リソグラフィとエッチングプロセスにより、線欠陥上にトレンチ構造をもつシリコン PhC 構造を形成した。線欠陥上のトレンチ幅は 150 nm、深さは 75 nm である。MOVPE 法により成長した InAsP/InP ナノワイヤ³⁾ (長さ: 1760 nm、直径: 83 nm) を AFM マニピュレーションによって PhC 構造表面で移動させ、トレンチ内に配置した

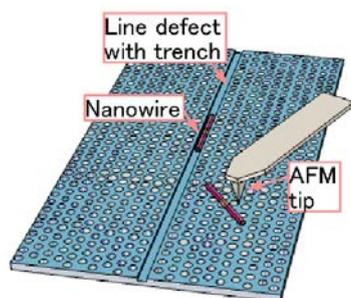


図 1 AFM マニピュレーションによるナノワイヤ導入

(図 1)。ナノワイヤ移動時の探針移動速度は 50 nm/sec である。作製したサンプルの模式図とトレンチ内に配置されたナノワイヤの AFM 像を図 2 に示す。作製されたサンプルにおいて、サンプル上面からの光励起によるナノワイヤからの発光を上面から観測した結果、線欠陥上に新たに共振器が形成されたことを示す発光ピークが観測された (図 3)。発光ピークから得られた Q 値は 7,100 である。

以上の結果から、PhC の線欠陥上トレンチ構造へのナノワイヤ導入により、新たに共振器を形成できることが確認された。

(1) A. Yokoo, T. Tanabe, E. Kuramochi, M. Notomi, Nano Lett., 11, 3634 (2011)

(2) M. D. Birowosuto, A. Yokoo, H. Taniyama, E. Kuramochi, M. Takiguchi, M. Notomi, J. Appl. Phys. 112, 113106 (2012).

(3) K. Tateno, G. Zhang, H. Gotoh, T. Sogawa, Nano Lett. 12, 2888-2893 (2012).

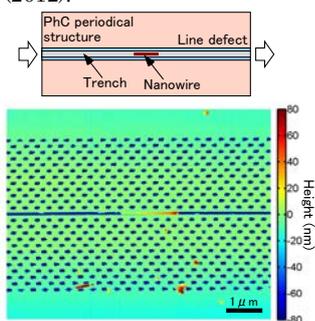


図 2 線欠陥上トレンチにナノワイヤを導入した PhC (上) 模式図 (下) AFM 像

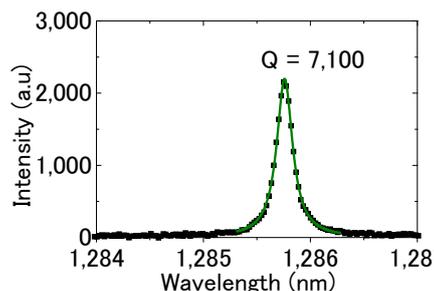


図 3 PhC 線欠陥上トレンチに配置されたナノワイヤからの発光スペクトル