

イオン液体の位置選択的注入による フォトリック結晶モードギャップ共振器形成 PhC nanocavity induced by selective injection of ionic liquid

○横尾 篤^{1,2}, Dorota Kowalczyk², 滝口 雅人^{1,2}, 倉持 栄一^{1,2}, 谷山 秀昭^{1,2}, 納富 雅也^{1,2}

¹NTT ナノフォトリックスセンタ, ²NTT 物性科学基礎研

○A. Yokoo^{1,2}, D. Kowalczyk², M. Takiguchi^{1,2}, E. Kuramochi^{1,2}, H. Taniyama^{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】フォトリック結晶共振器は、強い光の閉じ込め効果を持ち、フォトリック結晶を用いた機能性デバイスの基本構成要素の一つである。EB リソグラフィとエッチングプロセスによるフォトリック結晶構造形成後に、追加的な加工を行って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、フォトリック結晶光回路形成の自由度向上に寄与する。また、シリコンフォトリック結晶の構造作製後に異種材料を導入すれば、発光機能などを追加的に付与することができる。これまで、我々は、シリコンフォトリック結晶の線欠陥上トレンチ構造への半導体ナノワイヤ導入により、シリコンフォトリック結晶に発光機能を持たせた共振器が形成できることを示した^{1,2)}。

このようなフォトリック結晶への機能性の付加を実現する機能性材料として、有機材料は多彩な機能性を提供できる点で魅力的であり、有機機能性材料をフォトリック結晶に導入できる汎用プロセスは有用なものとなる。今回、蒸気圧が低く、かつ、有機機能性材料の溶媒となりうるイオン液体をフォトリック結晶に導入することによりフォトリック結晶中にモードギャップ共振器を形成することに成功したので報告する。

【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フォトリック結晶構造を作製した。先端径 100 nm のニードルをマイクロマニピュレーターにより操作し、イオン液体 (1-Ethyl-3-methylimidazolium acetate) に含浸させた後、レーザ顕微鏡観察下でフォトリック結晶上トレンチに接近させてイオン液体をトレンチ内に注入した (図 1)。作製したサンプルの模式図とレーザ顕微鏡観察像を図 2 に示す。

作製されたサンプルにおいて、入出射導波路を使っ

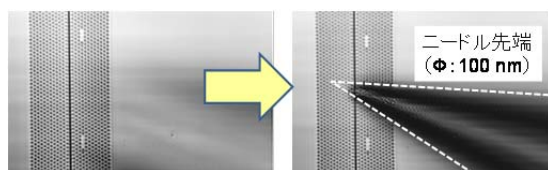


図 1 マイクロマニピュレーターによるフォトリック結晶線欠陥上トレンチへのイオン液体注入

た透過測定を行い、イオン液体注入前には見られなかった共振ピークが、イオン液体注入後に透過端より長波長側に出現し、モードギャップ共振器が形成されたことが確認された (図 3)。

今回の結果は、様々な機能性材料を選択できる有機機能性材料を、イオン液体を溶媒とすることでフォトリック結晶中に導入し、発光機能や非線形光学特性をもった共振器を形成できることを示唆するものである。

本研究は JSPS 科研費 15H05735 の助成を受けたものです。

- (1) M. D. Birowosuto, A. Yokoo, H. Taniyama, E. Kuramochi, M. Takiguchi, M. Notomi, J. Appl. Phys. 112, 113106 (2012).
(2) M. D. Birowosuto, A. Yokoo, H. Taniyama, E. Kuramochi, M. Takiguchi, M. Notomi, Nat. Mater., 13, 279 (2014)

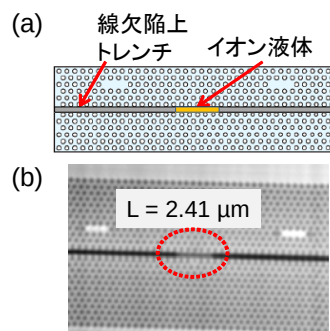


図 2 イオン液体が注入されたフォトリック結晶線欠陥上トレンチ (a) 模式図 (b) レーザ顕微鏡像

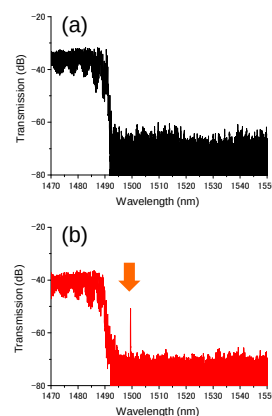


図 3 イオン液体注入前(a)及び注入後(b)の透過スペクトル