

課題番号 : F-14-HK-0058
 利用形態 : 共同研究
 利用課題名(日本語) : 可視域にストップバンドを持つ 3 次元フォトニック結晶の作製
 Program Title (English) : Fabrication of three-dimensional photonic crystals with stop band at visible wavelength
 利用者名(日本語) : 常盤 墨也
 Username (English) : Takaya Tokiwa
 所属名(日本語) : 北海道大学大学院情報科学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and technology, Hokkaido University

1. 概要(Summary)

可視波長域にストップバンド (SB)を有する 3 次元フォトニック結晶(PC)は、自然放射の制御やレーザー共振器、あるいは光アンテナなどへの応用が期待されている[1]。フェムト秒レーザー加工は半導体加工技術に比べて 3 次元のマイクロ・ナノ構造体を作製するには有用であるものの、SB は PC の周期に依存するため、可視波長域に SB を持つ PC の作製は 400 nm 以下の加工分解能が要求されることから作製は困難である。そこで、本研究では PC の素材である有機無機ハイブリッドフォトレジストが加熱により収縮する点に着目した[2]。ここで重要な点は、レーザー加工により作製した PC は基板に接着しているため、加熱しても不均一に収縮してしまう。そのため、本研究では、フェムト秒レーザー加工により作製した基板に接着しないフリースタANDING(FS)3 次元 PC[3]を加熱することによって、PC を均一に収縮させ、可視域に SB を持つ 3 次元 PC を作製することを目的とした。

2. 実験(Experimental)

- ・利用した主な装置
電解放射型走査型電子顕微鏡
- ・実験方法

FS 型 PC は、有機無機ハイブリッドフォトレジスト (SZ2080) に、フェムト秒レーザービーム (λ_p : 800 nm, τ_p : 150 fs, f : 1 kHz) を集光照射して走査するダイレクトレーザーライティング法により作製した[3]。また、現像時の流出を防ぐために PC の周囲に窪み状のセルを作製した。構造体を作製後、大気下 500°C で 3 時間加熱を行った。加熱前の構造体の光学特性は顕微 FT-IR、加熱後の構造体の光学特性は顕微反射・吸収スペクトル測定システムにより測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に、セルを用いた FS 型ウッドパイル PC の加熱前後の反射スペクトルおよび SEM 像を示す。図中左が加熱前、右が加熱後の SEM 像である。加熱前の SEM 像から、基板に接着しない FS 型 PC が作製できていることを確認した。また、反射スペクトル測定結果から、加熱する事で SB が 800 nm から 500 nm

へ短波長シフトした。これは、FS 型 PC を加熱する事により、フォトレジストの有機成分が分解され均一な収縮が起き、構造周期が短くなったためであると考えられる。また加熱後、反射率の増加が見られた。これは加熱により PC の屈折率が変化したためであると考えられる。これらの結果から、FS 型の PC を作製し、加熱することで、均一な収縮が可能になり、より構造周期の短い構造の作製に成功した。

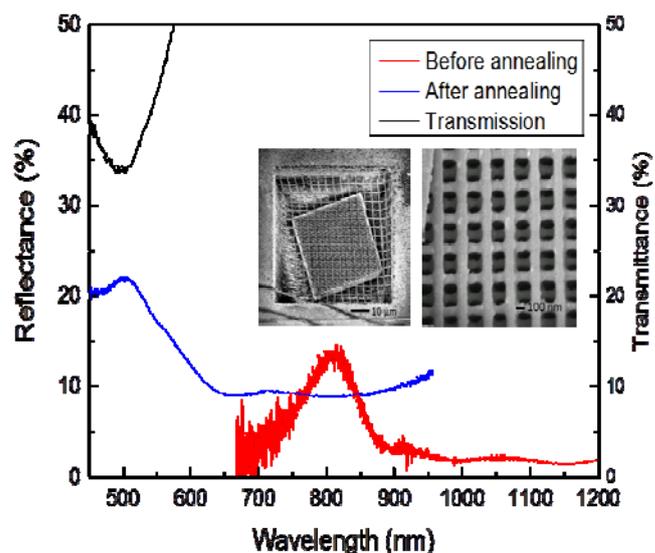


Fig. 1 SEM images and reflectance spectra of Free standing photonic crystal (Wood pile) (cell)

4. その他・特記事項(Others)

- ・参考文献
 [1] J. Li, B. Jia, M. Gu, *Opt. Express*.**16**, 24 (2008).
 [2] Q.Sun, H. Misawa, et al., *Opt. Lett.* **37**, 710 (2012).
 [3] K. K. Seet, V. Mizeikis, S. Matsuo, S. Juodkazis, H. Misawa, *Adv. Mater.* **17**, 541 (2005).
 ・共同研究者: (北大電子研) Q. Sun, 押切友也, 上野貢生, 三澤弘明
- 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)なし。
- 6. 関連特許(Patent)なし。