

光学顕微鏡マイクロマニピュレーション法による 大面積三次元フォトニック結晶の作製及び光学評価

Fabrication and Characterization of Large-Area Three-Dimensional Photonic Crystals by a Micro-Manipulation Method using an Optical Microscope

京工繊大¹, 東大ナノ量子機構², 東大先端研/生研³

○(M2)有光 佑紀哉¹, 高橋 駿¹, 山下 兼一¹, 渡邊 克之², 岩本 敏^{2,3}, 荒川 泰彦²

Kyoto Inst. of Tech.¹, NanoQuine, Univ. of Tokyo², RCAST/IIS, Univ. of Tokyo³

○Yukiya Arimitsu¹, Shun Takahashi¹, Kenichi Yamashita¹,

Katsuyuki Watanabe², Satoshi Iwamoto^{2,3}, and Yasuhiko Arakawa²

e-mail: m8621004@edu.kit.ac.jp

三次元フォトニック結晶 (3D PC) は、いかなる方向への光伝搬を禁止する完全フォトニックバンドギャップ(cPBG)を有し、3D 光回路や低閾値レーザへの応用が期待されている。高品質な3D PC の作製手法のひとつとしてマイクロマニピュレーション法[1]が挙げられるが、走査電子顕微鏡 (SEM) 観察下で行われるため、照射する電子による内部発光体 (量子ドット) の劣化の問題がある。そこで、光学顕微鏡観察下でのマイクロマニピュレーション法を開発し、3D PC の作製に成功した[2, 3]。ただし、面内の周期数は 10 程度に限られていた。本研究では、光学顕微鏡観察下での本手法を改良して、面内方向に 22 周期、面直方向に 2 周期の大面積 3D PC を作製した。その透過測定から、cPBG 内で PC なしと比較して 1/10 以下の透過率の抑制を観測した。

対象とした 3D PC は、GaAs 基板を加工した、ロッド周期、幅、高さが各々 500nm, 120nm, 150 nm、面内周期数が 22 のウッドパイル構造であり、面直方向に 4 層 (1 周期) と 8 層 (2 周期) 積層した 2 つの試料を準備した。図(a), (b)は 8 層積層した 3D PC の SEM 像であり、100nm 程度の積層誤差が観測された。これは、SEM 観察下でのマイクロマニピュレーション法と比較すると、同程度かやや大きい誤差である。これらの 2 試料に白色コンティニュームレーザを照射して透過スペクトルを測定し、試料の有無で比をとった結果が図(c)である。いずれの試料でも、数値計算で得られた cPBG の範囲において透過率が-10dB 以下まで減少したことを観測した。なお、波長 1200nm 以下の範囲では、入射光の強度が不十分のため正確な比が得られていない。4 層構造と 8 層構造を比較した、PC の有限サイズ効果[4]など、詳細は当日報告する。

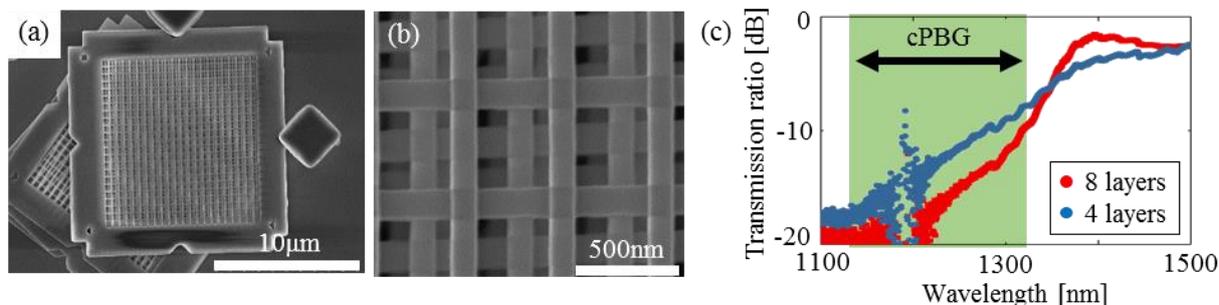


Fig. (a), (b) SEM images of the fabricated 3D PC composed of 8 layers. (c) Spectra of transmission ratio between the substrate without the PC and the PC having 4 or 8 layers. The shaded region shows the calculated cPBG.

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 15H05700, 15H05868, 16H06085, 18K18857 により遂行された。

参考文献:[1] S. Takahashi *et al.*, *Electron. Lett.* **54**, 305 (2018). [2] T. Ishida, *et al.*, *ICNN2018, ICNN8-4* (2018). [3] Y. Arimitsu, *et al.*, *EMS37, We1-13* (2018). [4] W. L. Vos, *et al.*, *MRS Fall Meeting, EP07.04.06* (2019).