

3 方向同時エッチング法による可視光域 3 次元フォトニック結晶の開発

Creation of 3D Photonic Crystals at Visible Wavelengths

by Simultaneous, Three-Directional Etching

京大院工 °北野 圭輔, 鈴木 克佳, 石崎 賢司, 権平 皓, 野田 進

Kyoto Univ. °K. Kitano, K. Suzuki, K. Ishizaki, K. Gondaira, and S. Noda

E-mail: k.keisuke@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

我々は、3 次元フォトニック結晶 (3D PC) の簡便な実現法の確立に向けて、斜め方向プラズマエッチング法の検討を行ってきた [1,2]. この際、斜め方向の 3 方向のエッチングを同時に行うことにより、一回のプロセスにより 3D PC 構造が簡便に形成可能なことを見出し、近赤外波長域 (1500 nm 帯) に完全フォトニックバンドギャップ (PBG) をもつ 3D PC の実現に成功した[2]. 本手法においては、複数のエッチング孔の位置合わせ等の複雑な工程を伴わずに、3D PC を形成することが可能であるため、可視光波長域に PBG を有する 3D PC など、より微細な構造の作製にも有用であると考えられる. そこで今回、3 方向同時エッチング法を、従来よりも小さな格子定数をもつ 3D PC 構造の作製に適用し、可視光波長域における PBG の形成について検討したので報告する.

可視光域における PBG の形成に向けて、格子定数 a_x を、従来の 570 nm (1500 nm 帯に PBG を形成) に対して、450 nm, 405 nm, 360 nm, 315 nm と小さくした構造の作製を検討した. 3D PC の材料としてはシリコンを用い、エッチング角度 35° 、孔半径 $0.38a_x$ 、深さ約 1.5 周期となるように、エッチングを行った. 作製した各格子定数の試料の上面 SEM 像を、図 1(a)に示す. 同図より、格子定数を 315 nm にまで小さくした場合にも、格子定数が大きい場合と同様に、3 方向への斜めエッチングが実現できていることがわかり、本手法において、微細な 3 次元構造の形成が可能であることが明らかとなった. これらの試料に対して、反射率を測定した結果を図 1(b)に示す. ここで、銀製のミラーの反射率を 100%として規格化した. 同図より、格子定数を小さくするに従って、PBG の形成を示唆する反射率の高い帯域 (反射率~80%) が、短波長側に変化する様子が見てとれる. 格子定数 315 nm の試料においては、波長 600 nm 近傍の波長において反射率の増大が得られており、可視光波長帯域において PBG が形成されていることが示唆された. シリコンの光吸収を考慮した解析結果との比較等詳細は当日報告する.

【参考文献】[1] S. Takahashi, K. Suzuki, M. Okano, M. Imada, T. Nakamori, Y. Ota, K. Ishizaki and S. Noda, *Nature Materials* **8**, 721(2009). [2] 鈴木, 石崎, 興村, 野田, 秋季応物 (2011) 2a-ZR-8.

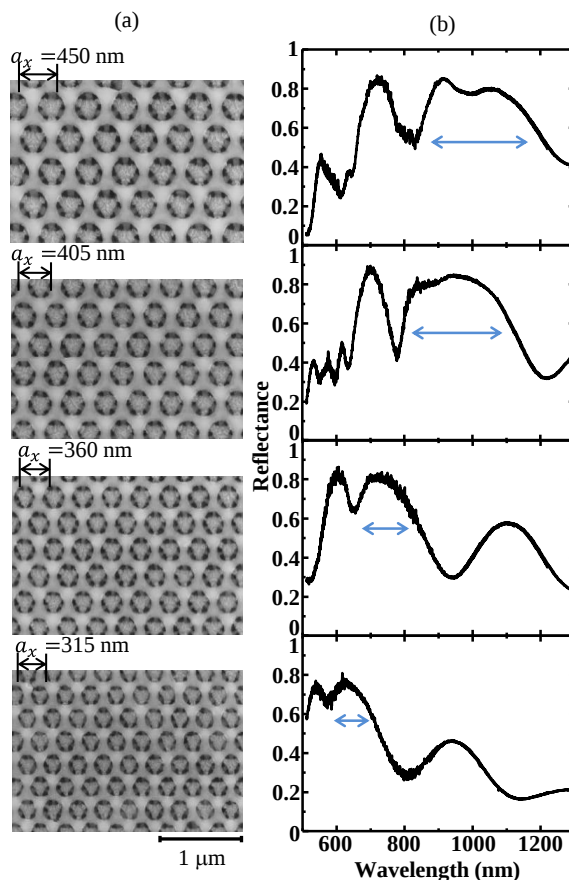


図 1. 作製した 3D PC. (a)SEM 像. (b)反射測定結果 (矢印は PBG 帯域を示している).