

高次バンドに広帯域完全フォトニックバンドギャップを有する 三次元フォトニック結晶構造：提案と設計

Three-dimensional Photonic Crystal with a Large High-Order Complete Photonic Band Gap : Proposal and Design

田尻武義¹, 高橋駿², 太田泰友², 岩本敏^{1,2}, 荒川泰彦^{1,2}

(1. 東大生研、2. ナノ量子機構)

° T. Tajiri¹, S. Takahashi², Y. Ota², S. Iwamoto^{1,2}, Y. Arakawa^{1,2}

(1. IIS, Univ. of Tokyo., 2. NanoQuine, Univ. of Tokyo.)

E-mail: ttajiri@iis.u-tokyo.ac.jp

完全フォトニックバンドギャップ(cPBG)を有する三次元フォトニック結晶(3D PC)は、三次元光回路素子等への応用が可能である。特に、ダイヤモンド構造[1] (空間群 No. 227) 等に見られる第2から第3の低次バンド間にあるcPBGは広帯域なこと注目されている。一方、より高次のバンドでは、フラットな分散関係に起因したバンド端における光の群速度異常[2,3]などが注目される。しかしながら、高次バンドでは、理論値でも規格化した周波数幅で $\Delta\omega/\omega \sim 17\%$ 程度[4]のcPBG幅しか得られておらず、ダイヤモンド構造のcPBG幅 $\Delta\omega/\omega \sim 30\%$ [5]に比べると帯域が狭い。本研究では、高次バンドにcPBGを有するPC構造を新たに提案し、構造設計により $\Delta\omega/\omega \sim 25.2\%$ というこれまでで最大の高次バンドcPBG幅を得たので報告する。

図1に、本研究で提案する格子定数 a の3D PC構造の単位胞を示す。本構造は空間群 No.230に属しており、その基本要素は図2に示すとおり、直径 $D \sim 0.15a$ 、長さ $L \sim 0.306a$ の円柱を6本環状に接続した椅子型六員環構造が4つ結合した構造である。各六員環は色分けしているものの同一または鏡映対称な構造であり、環内の円柱はすべて99.6度で接続されている。この基本要素を体心立方格子の各頂点に配置したものが、本研究で対象とする図1の構造である。本研究では、他の文献[4, 5]と同じ屈折率3.6の誘電体で円柱を形成することを想定し、空気中でのフォトニックバンド構造を平面波展開法で数値解析した。図3が得られたバンド構造であり、第12から第13の高次バンド間において、 $\Delta\omega/\omega \sim 25.2\%$ という広帯域のcPBGが得られた。このcPBG幅は、これまでに報告されている高次バンドcPBG幅としては最大である。詳細は当日報告する。

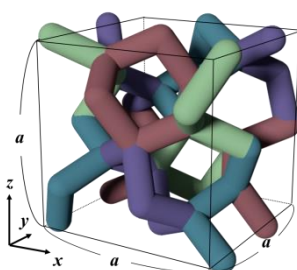


Fig.1 Unit cell of the novel 3D PC structure composed of connected cylindrical rods of width D and length L .

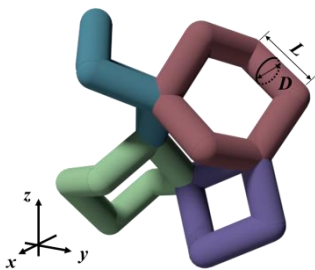


Fig.2 Fundamental structure located on lattice points in the novel 3D PC structure. Different color shows different rings with different tilt or chirality.

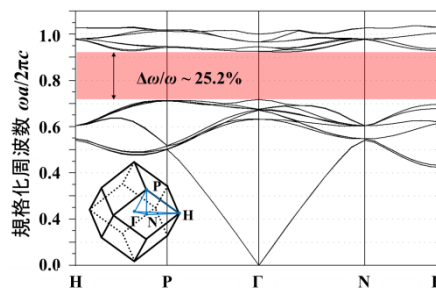


Fig.3 Photonic band structure of the novel 3D PC structure with optimized rod diameter $D \sim 0.15a$. Inset shows the 1st Brillouin zone of body-centered-cubic lattice.

謝辞：本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業により遂行された。

参考文献：[1] K. M. Ho, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **65**, 3152 (1990). [2] M. Scharrer, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **88**, 201103 (2006). [3] K. Sakoda, *et al.*, Opt. Express, **4**, 481 (1999). [4] H. Men, *et al.*, Opt. Express, **22**, 22632 (2014). [5] C. T. Chan, *et al.*, Europhys. Lett. **16**, 563 (1991).