

バレーフォニック結晶低群速度エッジ状態における分散制御の検討

Dispersion control of low-group-velocity edge states in valley photonic crystals

¹東大生研, ²東大ナノ量子機構 [○]吉見拓展¹, 山口拓人¹, 太田泰友², 荒川泰彦², 岩本敏^{1,2}

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

[○]H. Yoshimi¹, T. Yamaguchi¹, Y. Ota², Y. Arakawa² and S. Iwamoto^{1,2}

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

バレーフォニック結晶 (VPhC) のエッジ状態は、急峻曲げや構造揺らぎに対してロバストな光伝搬特性が期待され、小型・低損失な集積光導波路への応用を目指して盛んに研究されている [1-5]。前回我々は、VPhC の Bearded 界面を検討し、小型光遅延線への応用が期待される低群速度エッジ状態が現れることを報告した [6]。今回は、同エッジ状態の分散制御について検討したので報告する。

図 1(a) に検討した Si スラブ VPhC の Bearded 界面の模式図を示す (三角形の一边 $0.9a/\sqrt{3}$, $1.3a/\sqrt{3}$)。界面に近接する三角形空気孔 (一边 L_1, L_2, L_3) の大きさを変調することで、TE モードエッジ状態の低群速度帯域におけるバンド分散の制御を試みた。図 1(b) に、 L_3 のみを変調した場合のエッジ状態の分散曲線を、二次元平面波展開法 (スラブの実効屈折率 2.9) によって計算した結果を示す。 L_3 を小さくすると、バンドが徐々に低周波数側にシフトしていくことが分かる。加えて、低群速度帯域 (太線部) がバンド端から徐々に離れていくことが分かった。この帯域における平均群屈折率 n_g と規格化遅延帯域積 $n_g \cdot (\Delta\omega/\omega)$ を、異なる L_3 に対して計算した結果を図 1(c) に示す ($\Delta\omega$ は $n_g \pm 10\%$ の帯域)。 L_3 を小さくすると群屈折率が低下する一方、規格化遅延帯域積は増大し、群速度分散の小さい帯域が広がっていることが分かる。上記の方法では、glide plane 対称性を維持しながらバンド分散が制御でき、構造上の不整合なく 120 度曲げ構造 [3] を作ることができる。そのため、ロバストな伝搬特性を維持しながら分散を制御できると期待される。他のパラメータを変えた場合の結果など、詳細は当日報告する。

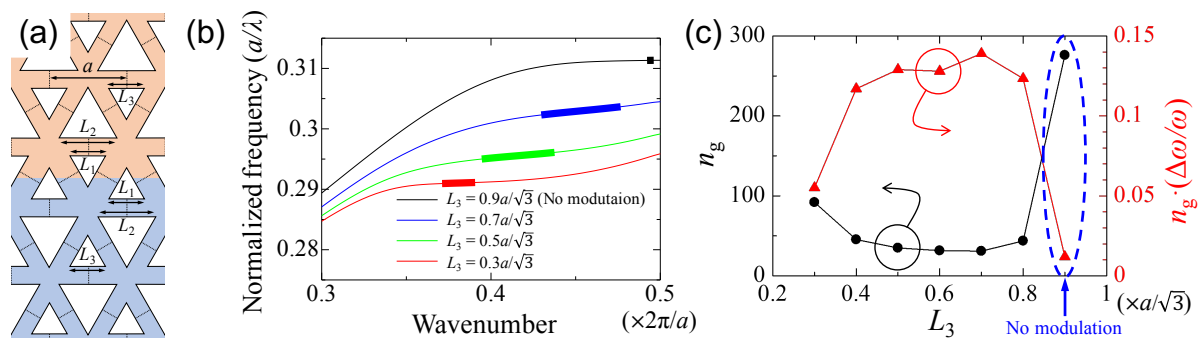


Fig. 1 (a) Bearded interface between the two topologically distinct VPhCs. (b) Photonic bands of the low-group-velocity edge states calculated respectively with $L_3 = 0.9a/\sqrt{3}$, $0.7a/\sqrt{3}$, $0.5a/\sqrt{3}$ and $0.3a/\sqrt{3}$ by the 2D plane wave expansion method. Only the lower frequency band of each edge state is shown. (c) Group indices and normalized delay bandwidth products plotted as a function of L_3 . $\Delta\omega$ is the angular frequency bandwidth in which the group index is within $n_g \pm 10\%$.

参考文献 [1] T. Ma and G. Shvets, *New J. Phys.* **18**, 025012 (2016). [2] X. -D. Chen *et al.*, *Phys. Rev. B* **96**, 020202 (2017). [3] T. Yamaguchi *et al.*, MOC2018, C-2 (2018). [4] M. I. Shalaev *et al.*, *Nat. Nanotechnol.* **1** (2018). [5] X. -T. He *et al.*, arXiv:1805.10962 (2018). [6] 岩本他, 第 79 回応物秋季講演会, 18a-225B-6 (2018). **謝辞** 本研究は科研費特別推進研究 15H05700、新学術領域研究 15H05868、基盤研究 S 17H06138 により遂行された。