

偶発的縮退点に基づくバレーフォトニック結晶を用いた光導波路の検討

Investigation of optical waveguides with valley photonic crystals based on accidental degeneracies

東大先端研¹, 東大生研², ナノ量子機構³ ○山口拓人^{1,2}, 太田泰友³, 荒川泰彦³, 岩本敏^{1,2,3}RCAST, Univ. of Tokyo¹, IIS, Univ. of Tokyo², NanoQuine, Univ. of Tokyo³○T. Yamaguchi^{1,2}, Y. Ota³, Y. Arakawa³, and S. Iwamoto^{1,2,3}

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

バレーフォトニック結晶 (VPhC) 導波路は、急峻曲げの存在下でも後方散乱や曲げ損失を抑制できると期待され、昨今盛んに研究されている[1-3]。しかしこれまでに報告された VPhC 構造は、その構造対称性によって存在が保証された K/K' 点での必然的縮退点[4]を経由するトポロジカル相転移を利用したものに限られていた。我々は今回、同じ K/K' 点に偶発的な縮退点を持つスラブ型三角孔ハニカム格子構造に着目し、同構造を出発点として構成した VPhC 導波路について数値計算により解析を行ったので報告する。

解析では Si スラブ (厚み 200 nm) 上に正三角形空孔の向きを揃えて配列させたハニカム格子フォトニック結晶 (格子定数 $a = 370$ nm、孔の一辺の長さ $0.85 \times a/\sqrt{3}$) を基本構造とした (Fig. 1(a))。隣り合う副格子点にある三角孔の辺の長さの差 ΔL と空孔傾き θ をパラメータとして、注目するバンド間の K 点におけるギャップ幅を Fig. 1(b)にプロットした。同系では、 $(\Delta L, \theta) = (0, 0^\circ), (0, \pm 60^\circ)$ の場合に系の C_{3v} 対称性から必然的縮退点の存在が保証されている[4]。一方で、対称軸を持たず C_3 対称性のみを有する系の一部においても偶発的縮退点が存在する。我々はこれらの偶発的縮退点を経由して構成される VPhC (設計値 $(\Delta L, \theta) = (\pm 0.4, 30^\circ)$) により 2 種類の Zigzag 界面を形成しバンド計算を行った (Fig. 1(c))。結果、共通バンドギャップ内で界面局在モードが各々 1 つ存在することが分かった。これらの導波モードが急峻曲げの存在下でも良好な光伝搬特性を示すことも 2 次元 FDTD 計算により確認している。このように偶発的縮退点を活用すれば[5]、VPhC 導波路における設計自由度の向上が期待できる。導波特性等の詳細は当日報告する。

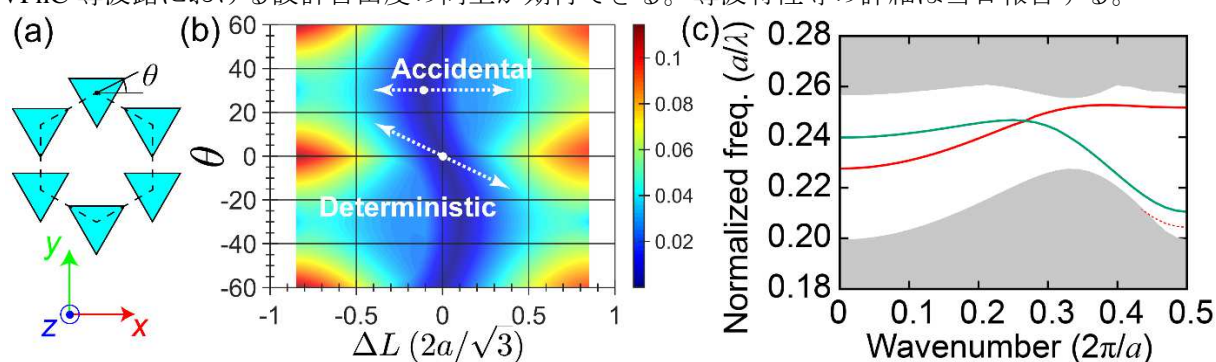


Fig. 1. (a) Unit cell of the baseline structure. The angle θ defines the direction of holes. (b) Bandgap widths at K point between the 1st and 2nd bands. The bandgap closes at points along the blue-colored S-shaped curve. (c) Dispersion curves of the edge states confined at the two types of zigzag interfaces between the VPhCs with $(\Delta L, \theta) = (\pm 0.4, 30^\circ)$. The gray shaded areas represent bulk bands.

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。**参考文献：**[1] T. Yamaguchi, *et al.*, Appl. Phys. Express **12**, 062005 (2019). [2] X.-T. He, *et al.*, Nat. Commun. **10**, 872 (2019). [3] M. I. Shalae, *et al.*, Nat. Nanotech. **14**, 31 (2019). [4] J. Lu, *et al.*, Phys. Rev. B **89**, 134302 (2014). [5] L. Xu, *et al.*, Opt. Express **24**, 18059 (2016).