

対称性の低下による決定論的な BIC の観測

Observing deterministic generation of bound states in the continuum by symmetry breaking

NTT 物性研¹, 東工大理², JST さきがけ³, NTT NPC⁴

○養田大騎^{1,2}, 森竹勇斗^{2,3}, 小野 真証^{1,4}, 倉持 栄一^{1,4}, 納富雅也^{1,2,4}

NTT BRL¹, Tokyo Tech.², JST Presto³, NTT NPC⁴

○Taiki Yoda,^{1,2} Yuto Moritake^{2,3}, Masaaki Ono^{1,4}, Eiichi Kuramochi^{1,4}, Masaya Notomi^{1,2,4}

E-mail: taiki.yoda.fy@hco.ntt.co.jp

近年フォトニック結晶中の Bound state in the continuum (BIC) と呼ばれる特異な現象に注目が集まっている[1]。これまでに我々は、三角格子フォトニック結晶において格子点の位置を制御することで、トポロジカルチャージが-2 の Γ 点 BIC からチャージが-1 の非 Γ 点 BIC が生成できることを理論的に明らかにした[2,3]。非 Γ 点 BIC は有限の波数・群速度を持つため、斜め方向へのレーザー発振やロスのない面内伝播など Γ 点 BIC とは異なる物理現象や応用が期待されている[1]。我々が提案した方法ではフォトニック結晶の構造パラメーターに依らず、対称性を変化させることにより必ず非 Γ 点 BIC を生成することが可能であるため、非 Γ 点 BIC による物理現象の実証や応用に適していると考えられる。今回この Γ 点 BIC の分裂による非 Γ 点 BIC の実験的観測に成功したため、その結果について報告する。

本研究では、Fig.1(a)のような三角格子 Si フォトニック結晶とその格子点位置に摂動を加えた Si フォトニック結晶を作製した。 $\theta=60^\circ$ のフォトニック結晶は 6 回回転対称性を持ち、 Γ 点で Q 値が発散するのに対し、 $\theta \neq 60^\circ$ のフォトニック結晶は 6 回回転対称性を持たず、 k_x 軸・ k_y 軸上の点で Q 値が発散する[2,3]。これらのフォトニック結晶のバンド構造と Q 値を測定するために、対物レンズを用いた角度分解反射測定を行った[4]。反射スペクトル中の非対称な Fano 共鳴がバンド構造に対応し、その線幅は Q 値に反比例しているため、BIC に対応する点では Fano 共鳴が消滅する。測定した反射スペクトル(Fig.1(b))より、 $\theta=60^\circ$ の場合は Γ 点付近で Fano 共鳴が消滅していることが判る(緑矢印)。一方 $\theta=58^\circ$ ($\theta=62^\circ$) の場合、 Γ 点では Fano 共鳴が生じ、 k_x 軸(k_y 軸)上で Fano 共鳴が消滅している(赤矢印)。これらの結果は BIC が Γ 点から k_x 軸・ k_y 軸上に分裂していることを示している。さらに偏光ごとの等周波数面測定を行い、 Γ 点 BIC のチャージが-2、非 Γ 点 BIC のチャージが-1 であることを明らかにした。今回の結果は、非 Γ 点 BIC の新たな生成方法を実証した結果である。さらに本研究では BIC のトポロジカルチャージが本質的な役割を果たしており、フォトニック結晶の遠方場に対しトポロジーが重要な役割を果たすことを示している。

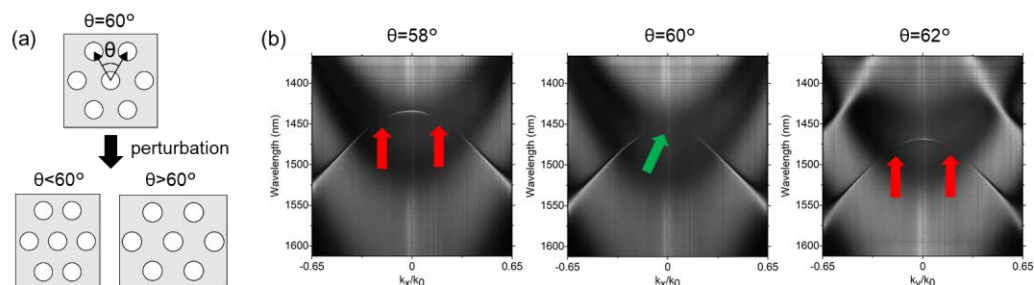


Fig. 1 (a) Schematics of photonic crystals. (b) Measured reflection spectra along the k_x axis (left and middle) and k_y axis (right).

本研究は JSPS 科研費 JP20H05641 の助成を受けたものである。

[1] C. W. Hsu *et al.*, Nature Review Materials **1**, 16048 (2016).

[2] 養田大騎、納富雅也 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 21p-E205-1 (2019).

[3] T. Yoda and M. Notomi, PRL **125**, 053902 (2020). [4] Y. Zhang *et al.*, PRL **120**, 186103 (2018).