

1次元グレーティング構造における伝搬型 BIC の検討

Numerical study on off- Γ BIC in one dimensional grating structures

東工大¹, NTT ナノフォトニクスセンタ², NTT 物性研³ ○森竹 勇斗¹, 納富 雅也^{1,2,3}

Tokyo Tech¹, NTT Nanophotonics Center², NTT Basic Research Labs.³,

○Yuto Moritake¹, Masaya Notomi^{1,2,3}

E-mail: moritake@phys.titech.ac.jp

フォトリック結晶やプラズモニック結晶などのフォトリックナノ構造において、ライトラインの上にあるにも関わらず構造内に閉じ込められるモードは Bound states In Continuum (BIC) と呼ばれ、その特異な特性から近年精力的に研究が行われている[1,2]。BIC は、波数空間の Γ 点に生じる at- Γ BIC と、対称点でない波数において生じる off- Γ BIC の2種類に大別でき、いずれにおいても自由空間への放射チャンネルが完全に閉じるため、原理的に無限大の Q 値をもつ。at- Γ BIC は、構造の対称性によって放射チャンネルが閉じる (Symmetry protected) モードであり、すでに多くの報告例がある。一方、off- Γ BIC は波数空間における偏光渦の偏光特異点で生じ、トポロジカルな性質によって守られている (Topologically protected) ことが最近示され、大きな注目を集めている[3]。off- Γ BIC のもう一つの特徴は、対称点でない波数において発現するために、スラブ内を伝搬するという点である。この特性を用いることで、特定の周波数の光のみを透過する導波路が実現できると考えられる。このような BIC 導波路の実現性を検討するために、本研究では、有限長さの 1 次元グレーティング構造 (Fig. 1(a)) における off- Γ BIC を数値シミュレーションによって調査した。これまでの報告では、y 方向に無限長さをもつグレーティング構造のみが調査されてきたが、有限系を考えることで y 方向への放射チャンネルが開き BIC 特性が変化することが予測される。グレーティングとその周囲の屈折率はそれぞれ 3.47、1 とした。Fig. 1(b) に、TM モードのバンド図と Q 値を示す。実線とマーカーは、グレーティング長さが $12a$ と $6a$ の場合にそれぞれ対応する。いずれの場合にも、ライトラインの内側 ($k_x a/\pi = 0.81$) に Q 値が極大となるモードがあり、これが off- Γ BIC である。長さを短くするとバンド図がほぼ不変である一方、BIC における Q 値が低下している。これは、長さが短いほど長手方向への放射の影響が大きくなっていると理解することができる。有限系においても、 10^4 程度の Q 値が得られていることから、本構造はフィルタ導波路として機能すると考えられる。

[1] C. W. Hsu *et al.* Nat. Rev. Matter. **1**, 16048 (2016). [2] C. W. Hsu *et al.* Nature **499**, 188 (2013). [3] B. Zhen *et al.* PRL **113**, 257401 (2014)

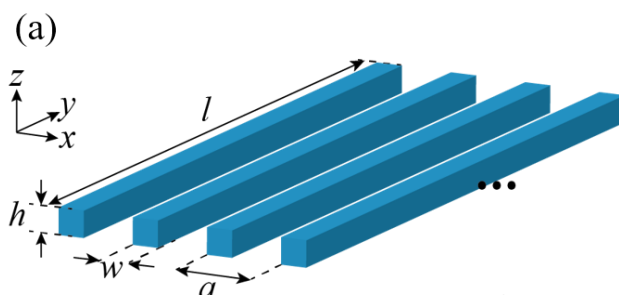
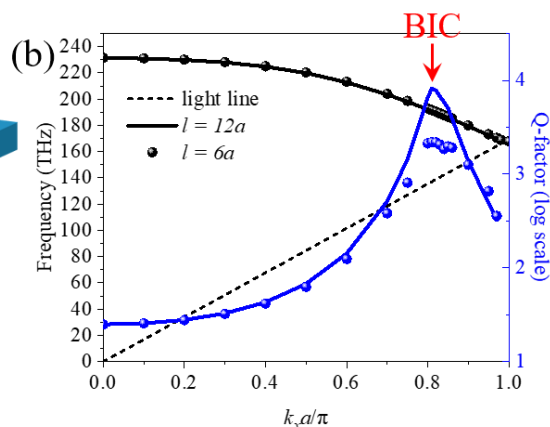


Fig.1 (a) 1D grating structure with a finite length.

$a = 885.5 \text{ nm}$, $w = 0.3a$, $h = 0.283a$, $l = 12a$.



(b) Band and Q-factors of TM band.