

フォトニック Dirac 点近傍における巨大光散乱の解析

Analysis on giant light scattering near photonic Dirac point

東大ナノ量子機構¹, 東大生研², ○太田泰友¹, 岩本敏^{1,2}, 荒川泰彦^{1,2}

NanoQuine¹, IIS² Univ. of Tokyo, ○Y. Ota¹, S. Iwamoto^{1,2}, Y. Arakawa^{1,2}

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

はじめに Dirac 分散を有する 2 次元フォトニック構造は、大面積レーザ発振の可能性が指摘される[1]など、物理探求・工学応用の両面から急速に研究が進展しつつある。Dirac 点では真空場の面内波数が K 点に局在し、その近傍では光と物質の相互作用も特異的なことが期待される。実際、Dirac 点やその 3 次元版である Weyl 点近傍に埋め込まれた量子 2 準位系において、散乱断面積が顕著に増大することが理論的に指摘されている[2]。本研究では、Dirac 分散を有する 2 次元フォトニック結晶中に電気双極子の代わりとして誘電体欠陥共振器を設置し、K 点近傍を伝搬する光との相互作用を電磁界計算により解析した。その結果、Dirac 点近傍において共振器による極めて強い光散乱を実現したので報告する。本結果を応用することで、空間的に大きな光構造を用いても量子ドットなどとの強い光物質相互作用の探求が可能になると期待できる。

計算 検討したフォトニック結晶構造(母材・GaAs)およびその分散関係を図 1(a)に示す。K 点上で直線分散が交差し Dirac 点が形成されている(図 1(b))。図 1(c)に計算モデルを示す。計算領域のほぼ中央に誘電体による欠陥共振器(赤い四角、サイズ 170nm)が設けられている。計算においては 2 次元有限差分時間領域法を用い、Dirac 点近傍で共振器に共鳴する波長 1 μ m の単色平面波を計算領域の下端から上端へ伝搬させその様子を観察した。図 3 に定常状態における電界分布を示す。波長の 1/6 サイズの欠陥周辺に電磁界が集中するとともに、波長の 10 倍以上の領域を通過する光全体に対して大きな散乱が発生している。一方、同様の共振器が Dirac 点から周波数離調した状況などでは大きな共鳴散乱を示さないことを確認している。

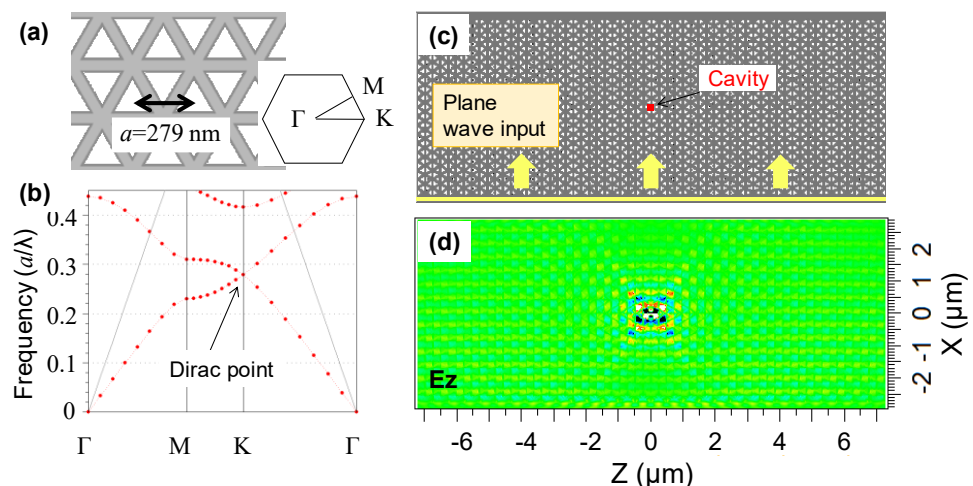


Fig. 1. (a) Investigated photonic crystal and (b) corresponding photonic band diagram. (c) Simulation model. (d) Snapshot of the E_z field distribution at the steady state.

参考文献 [1] J. Bravo-Abad et al., Proc. Natl. Acad. Sci. 109 9761 (2012). [2] M. Zhou et al., arXiv:1705.05059 (2017). [3] S. Barik et al., New J. Phys. 18 113013 (2016). **謝辞** 本研究は科研費特別推進研究(15H05700)、新学術領域研究(15H05868)、科研費補助金(17H06138、16K06294)および NEDO プログラムにより遂行された。