

歪フォトニック結晶中を蛇行する光軌跡の可視化手法の検討 Study on visualization of meandering light trajectories in distorted photonic crystals

京都工繊, ○河本 悠暉, 橋詰 仁人, 本多 美早紀, 北川 均, 北村 恭子

Kyoto Inst. Tech., Y. Kawamoto, J. Hashizume, M. Honda, H. Kitagawa, K. Kitamura

E-mail: b8121019@edu.kit.ac.jp, kyoko@kit.ac.jp

【序】歪フォトニック結晶(DPC)は、フォトニック結晶(PC)を構成する周期的な格子点に対して、緩やかな構造変化(格子歪)を与えた構造をいう。我々は、これまでに、有限差分時間領域(FDTD)法を用いた電磁界シミュレーションにより、DPC中の伝搬する光が、平均屈折率一定の条件下においても、湾曲することを示してきた¹⁾。これは、格子歪が作る重力的效果によるものである²⁾。さらに、楕円格子点を空間的に回転させるような格子歪では重力的效果の向きを操作できるため、光を蛇行させることも可能にする³⁾。さて、このようなDPCによる新奇な光伝搬は、格子歪の効果のみの検証のため、これまでフォトニックバンド構造中の低周波数領域で検討しており、この領域において光はDPCスラブ内に閉じこもり、放射しない。今回、このような非放射性のDPC内を伝搬する光軌跡を可視化する方法について、3次元FDTD法を用いて検討したので報告する。

【方法と結果】図1に3次元FDTD空間における解析モデルを示す。正方格子配列の空気孔からなるSi PCスラブ(格子定数 $a=220\text{ nm}$ 、厚さ 220 nm)中、 Γ -M方向(解析モデルではy方向)に向かって、周波数 0.2 c/a のHz偏光を有するガウシアンビーム(ビームウエスト $2.2\text{ }\mu\text{m}$)を伝搬させる。この時、光はSi PCスラブ内に閉じこもり、そのエバネッセント成分は $z \sim 85\text{ nm}$ 程度で減衰する。このような領域を、走査型近接場光学顕微鏡(SNOM)のような金属プローブが走査することを想定し、Alの立方体(一辺 100 nm)をxおよびy方向に2次元的に操作し、Alと相互作用の後に散乱される光強度を $z_0 = 185\text{ nm}$ に設置した観測面(x 105 nm × y 120 nm)で積算した。この時の励振位置から $y = 12\text{ }\mu\text{m}$ 離れた位置を伝搬する光のスラブ面でのx方向の光強度分布と、Alが $z = 100\text{ nm}$ の位置でx方向に走査し、観測面で得られた光強度を、一例として図2に示す。これにより、Alの走査によって、スラブ面に閉じこもる光強度をエバネッセント場よりも遠方場で検出可能と考えられる。DPC中の光の蛇行を可視化するための走査条件についてなど、詳細は当日報告する。【謝辞】本研究の一部は、JST-さがけ(JP20345471)の援助を受けた。【文献】1) K. Nanjyo *et al.*, arXiv:2110.05729. 2) H. Kitagawa, *et al.*, *Phys. Rev. A* **103**, 063506 (2021). 3) 本多 他, 2021年春応物 18p-Z10-11.

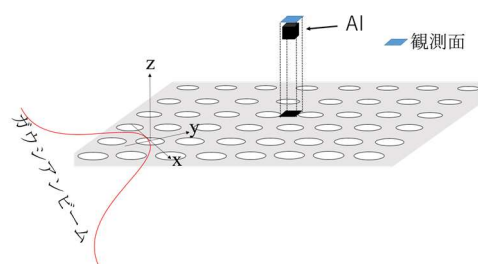


図1: 3次元FDTD法による解析モデル

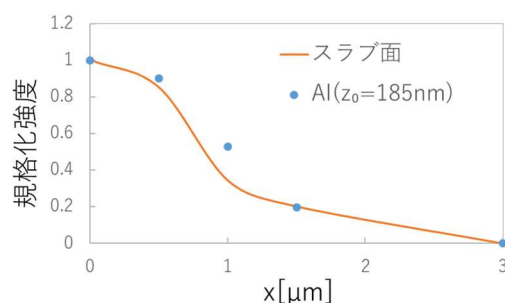


図2: スラブ内の光強度(橙色線)とAlの位置に対して観測面で観測される光強度(青点)