フォトニック構造を用いた中心力場中の光軌道の数値計算に関する研究

Numerical analysis of light trajectories in a central force field by using photonic structure

京都工繊大，○(B4) 大西 綾乃，河本 悠暉，橋詰 仁人，北川 均，北村 恭子

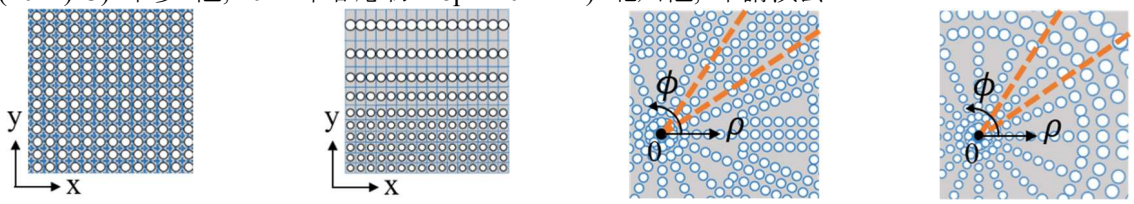
Kyoto Inst. Tech., ○A. Onishi, Y. Kawamoto, J. Hashizume, H. Kitagawa, K. Kitamura

E-mail: b9121016@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)を与えた構造である。我々はこれまでに、平均屈折率が一定の条件下においても、DPC 内を伝搬する光が湾曲することを示してきた [1]。これは、格子歪により生じる重力的効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格子歪では、光を蛇行させることも可能である [3]。今回は、動径方向に歪を与える中心対称な歪構造での光伝搬について検討したので報告する。

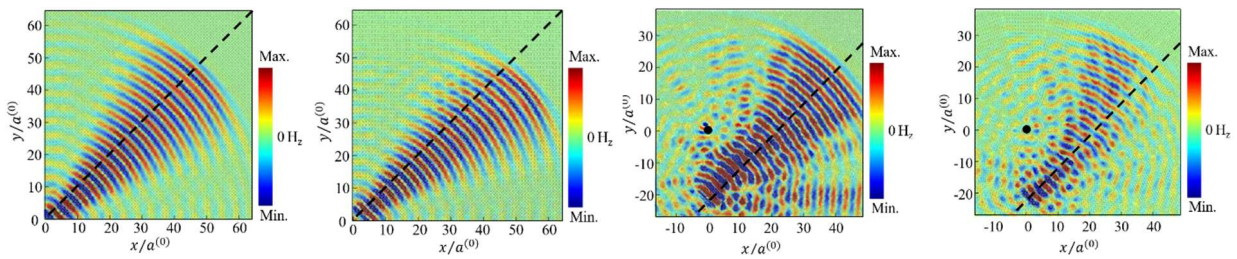
【方法と結果】図 1(a)に正方格子 PC 構造(構造 A)、(b)に格子点位置に歪を与える DPC 構造(構造 B)の模式図を示す。図 1(c), (d)はそれぞれ構造 A、構造 B を模して中心対称に等間隔に格子点を配置した構造(構造 C、構造 D)の模式図である。今回提案する構造 D の格子点は、正方格子の格子定数 $a^{(0)}$、整数 n、歪係数βを用いて動径方向へ $\rho^{(n)} = a^{(0)}n + \beta a^{(0)}n^2$ に従い配列する。一例として、格子点半径 $r = 0.4a^{(0)}$, $a^{(0)} = 115$ nm, $\beta = 0.005$とした、図 1 の各構造に対し、2 次元有限差分時間領域(2D-FDTD)法を用いて、周波数 0.1 c/a、H_z 偏光のガウシアンビームを水平(x またはρ)方向から+45° 方向に入射した結果を図 2 に示す。構造 A, C では直進しており、構造 B, D では、光の軌道がそれぞれ下方向、上方向に曲がっていることがわかる。以上の結果および本講演に関連する理論検討 [4]より、構造 D においては、中心重力による光の(広義の)ケプラー軌道が得られたと結論できる。詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は、JST-さきがけ(JP20345471)、JSPS 科研費(22H01991)から支援を受けた。【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. 4) 北川他, 本講演会



(a) 構造A(正方格子 PC)　(a) 構造 B (DPC)　(b) 構造 C　(c) 構造 D

図 1：シミュレーションに用いた結晶構造模式図



(a) 構造 A　(b) 構造 B　(c) 構造 C　(d) 構造 D

図 2：図 1 に示したそれぞれの構造中の光伝搬　点線は入射方向 (c),(d)中の黒丸は原点

© 2023年 応用物理学会