

格子点形状歪^{ひずみ}を有する歪フォトニック結晶中の光伝搬の解析

-楕円格子点の回転率・長短軸比-

FDTD analysis of light propagation in distorted photonic crystal with lattice shape distortion
- Rotation rate and ellipticity of lattice points -

京工織大¹, [○](M2)本多 美早紀¹, 北川 均¹, 北村 恭子¹

Kyoto Inst. Tech.¹, [○]Misaki Honda¹, Hitoshi Kitagawa¹, Kyoko Kitamura¹

E-mail: m0621042@edu.kit.ac.jp, kyoko@kit.ac.jp

【序】フォトニック結晶(PC)は、誘電率の異なる2種類以上の媒質を光の波長程度で周期的に並べることで構成され、その周期構造を反映した光学特性を持つ。我々は、2次元PCに格子点への断熱的な(緩やかな)構造の変化:歪(ひずみ)を与えた歪PCにおける光伝搬特性を研究している。これまでに、格子点の位置に対して2乗で変化するような格子点位置歪PCにおいて、伝搬光および電磁波は湾曲することを、理論^[1]およびTHz波を用いた実験^[2]により明らかにしてきた。純粋な歪の効果のみを示すため、屈折率一定の条件を課してきたが、一方で、この条件では、正の歪係数を有する構造では、周期が進むにつれて格子点の大きさも大きくする必要があり、結果として、格子点の連結により歪PC構造の範囲に制限を与える問題があった。これに対して、前回、位置歪・形状歪の間に双対性があることを示し、楕円格子点を回転させるような形状歪PCを用いることで、構造範囲の制約を解除し、伝搬光が蛇行することを報告した^[3, 4]。今回、このような形状歪PC構造を深化させつつ、歪において本質的な断熱変化の限界とはどこにあるのか明らかにすることを目的として、楕円格子点の回転率および長短軸比に着目し、2次元有限差分時間領域法を用いて検討したので報告する。【構造と結果】図1に解析する構造の模式図を示す。先述の通り、楕円格子点を断熱的に回転させた歪PCであり、そのパラメータとして、楕円格子点の回転率 $1/n_{90}$ (n_{90} :格子点が 90° 回転するまでの格子点の数)と、楕円の長短軸比 p (=長軸/短軸)を定義する。なお、単位格子における楕円格子点の空気充填率は0.4、規格化周波数は0.2とする。図2にその結果の一例を示す。同図(a)と(b)を比較すると、回転率を大きくすることで、蛇行の間隔が短くなり、蛇行の大きさが小さくなることがわかる。同図(b)と(c)を比較すると、長短軸比を大きくすることで、蛇行がより大きくなることがわかる。これらは、回転率・長短軸比のどちらも格子歪に対応し、伝搬方向を操作していることに起因する。すなわち、断熱変化の限界は、回転率および長短軸比の双方にあり、直進する条件や蛇行できずスピニアウトする条件が存在すると考えられる。これらの条件や格子歪との関係など、詳細は当日報告する。【謝辞】本研究の一部は、JST-さがし(JP20345471)からの支援を受けた。【参考文献】[1] H. Kitagawa, K. Kitamura *et al.*, Phys. Rev. A **103**, 063506 (2021). [2] 南條 他, 2021 年春応物 19a-Z10-6. [3] 北川 他, 2021 年春応物 18p-Z10-10. [4] 本多 他, 2021 年春応物 18p-Z10-11.

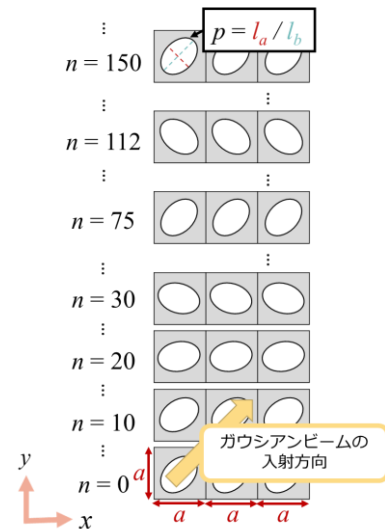


図1: 形状歪PCの模式図

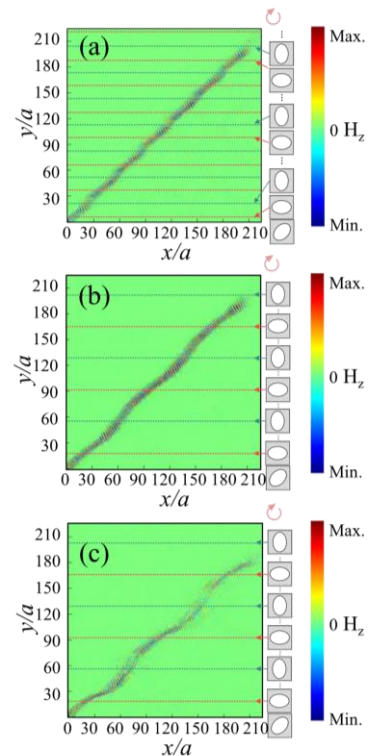


図2: 歪PC内の伝搬光の軌跡 (a) $1/n_{90}=1/15$, $p=1.69$ (b) $1/n_{90}=1/37.5$, $p=1.69$ (c) $1/n_{90}=1/37.5$, $p=1.96$