反転対称性の破れた二次元音響メタマテリアルによる GHz 音響波の伝播制御

Effect of left-right handedness on the control of GHz phonon propagation in 2D acoustic metamaterials

北大工 [1]，東大生研 [2] ○(D)藤田 健太郎 [1]，友田 基信 [1]，Wright Oliver B. [1]，
松田 理 [1]，柳澤 亮人 [2]，野村 政宏 [2]
Hokkaido Univ. [1], IIS Univ. of Tokyo. [2], ○Kentaro Fujita[1], Motonobu Tomoda[1], Oliver B. Wright[1], Osamu Matsuda[1], Ryoto Yanagisawa [2], Masahiro Nomura[2]
E-mail: kfujita@eng.hokudai.ac.jp

近年、固体中の音響波や熱、すなわち、フォノンの挙動を制御するために多様な技術が開発されている。音響メタマテリアルはこれを目的として考案された人工構造の一種である。音響メタマテリアルはその代表的な特徴として、多数の微小構造が起こす局所的な共振を利用し自然界の物質とは異なる特異な音響特性を示す。これまでには音響波の遮蔽[1]、負の屈折[2,3]などを起こす音響メタマテリアルが提案されている。その他、一方向にのみ音を伝える音響トポロジカル絶縁体もある[4]。

本講演ではシミュレーションにより、上記の先行研究とは異なる観点から音響波の伝播方向を制御する、新たな音響メタマテリアルを提案する。構造はシリコンに渦巻型の穴を空けた単位構造を三角格子状に配置したものである。図 1(a)はこの音響メタマテリアルに図中の左側から 0.7 GHz の縦波を入射した 2 次元シミュレーションの結果である。また、図 1(b)は系のメタマテリアル界面近傍の図である。図 1(a)で音響波がメタマテリアル内を右下方向に伝わることから、結晶主軸に沿った音響波を入射したにも関わらず、メタマテリアル内部で波数ベクトルと群速度ベクトルが平行になっていない。本講演では、上記の自然界の結晶とは異なる応答を示すメタマテリアルの音響特性について論じる。本研究は構造の対称性に着目して従来の研究と異なる観点から音響波の制御技術を発展させ、新奇デバイス開発への貢献が期待できる。

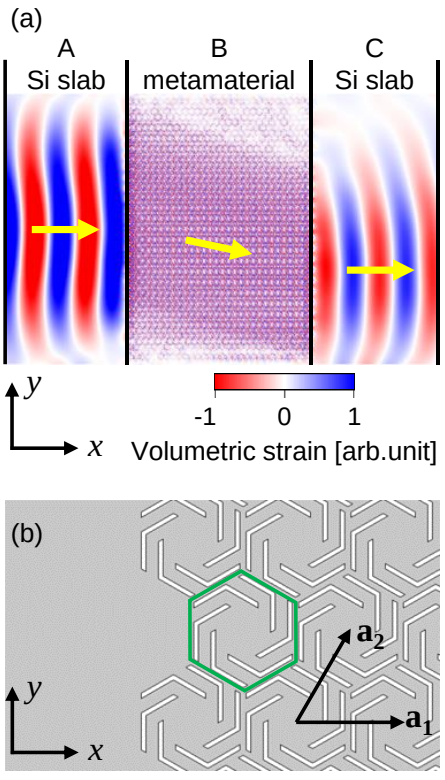

Fig. 1 (a) A simulation of the wave propagation across a silicon acoustic metamaterial slab. The yellow arrows indicate the direction of the group velocity. The regions A and C represent silicon slabs and B a silicon-slab metamaterial. (b) Close-up of the geometry of the boundary between the regions A and B. White regions are holes. The green hexagon shows the unit cell.Vectors **a1, a2** are lattice vectors.

[1] S. H. Lee and O. B. Wright, Phys. Rev. B **93**, 024302 (2016).
[2] R. Zhu *et al.*, Nat. Commun. **5**, 5510 (2014).
[3] V. Gusev and O. B. Wright, New J. Phys. **16**, 123053 (2014).
[4] J. Vila *et al.*, Phys. Rev. B **96**, 134307 (2017).

© 2018年 応用物理学会