

### 3次元ウッドパイル型フォトニック結晶における ヒンジ状態のマイクロ波領域での観測

#### Microwave Hinge State in a Three-Dimensional Woodpile Photonic Crystal

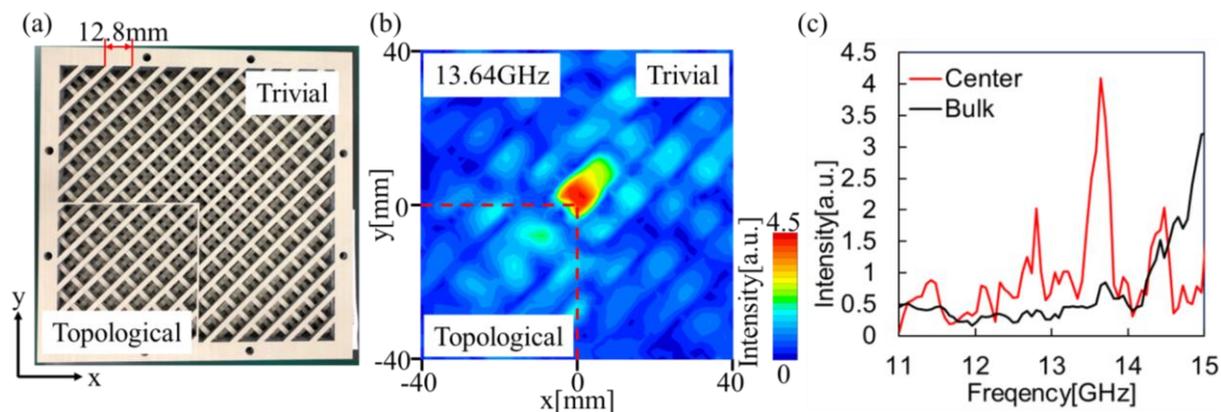
京工繊大<sup>1</sup>, 関西学院大<sup>2</sup>, 東大先端研<sup>3</sup>, 東大生研<sup>4</sup>

○(M2) 芦田 侑也<sup>1</sup>, 山下 兼一<sup>1</sup>, 上田 哲也<sup>1</sup>, 若林 克法<sup>2</sup>, 岩本 敏<sup>3,4</sup>, 高橋 駿<sup>1</sup>,  
Kyoto Inst. of Tech.<sup>1</sup>, Kwansai Gakuin Univ.<sup>2</sup>, RCAST, Univ. of Tokyo<sup>3</sup>, IIS, Univ. of Tokyo<sup>4</sup>  
○Yuya Ashida<sup>1</sup>, Kenichi Yamashita<sup>1</sup>, Tetsuya Ueda<sup>1</sup>,  
Katsunori Wakabayashi<sup>2</sup>, Satoshi Iwamoto<sup>3,4</sup>, and Shun Takahashi<sup>1</sup>

E-mail: m1621003@edu.kit.ac.jp

3次元系における高次トポロジカル状態のヒンジ状態は、将来の3次元光回路におけるロバストな1次元導波路として応用が期待できる[1]。我々はこれまでにGHz帯のマイクロ波を対象として、単純立方格子からなる3次元構造でヒンジ状態を実現したが、完全バンドギャップの帯域が狭く、周波数的に孤立したヒンジ状態を得ることができなかった[2]。そこで、広帯域な完全バンドギャップを持つ、ダイヤモンド構造を簡易積層化したウッドパイル構造に着目し、 $x, y$ 面内方向に半周期分の構造シフトを導入することでZak位相を $\pi$ ずつ変化させ、周波数的に孤立したヒンジ状態が得られることを数値的に示してきた[3]。本研究では、 $x, y$ 方向に構造シフトを導入したウッドパイル型フォトニック結晶を作製し、マイクロ波領域でのヒンジ状態を観測した。

試料は屈折率3.5で厚み3.6mmの誘電体基板を切削加工してロッドの周期配列を作製し、それらを積層して3次元に組み上げた、4層1周期のウッドパイル構造である。面内の周期は12.8mm、ロッドの太さは2.5mmで、面直方向の周期数は5である。図(a)のとおり、 $(-x, -y)$ 方向の面内5周期分の構造について、 $x, y$ 方向に半周期ずつ構造をシフトした。この試料に対して、裏面中央よりマイクロ波を点光源で入射し、試料表面に検出用のループアンテナを近接して2次元空間スキャンした。その結果、13.64GHzで中央に局在したマイクロ波強度分布を観測した(図(b))。同様の局在は完全バンドギャップ内の12.80–13.82GHzで観測され(図(c))、数値計算によるフォトニックバンド構造およびヒンジ状態の周波数と良い一致を示した。



Figs. (a) Top view of the fabricated 3D photonic crystal, (b) Microwave intensity distribution at the top surface, (c) Transmission spectra at the center and bulk detection position.

謝辞：本研究はJSPS 科研費21H01019およびJST-CREST JPMJCR19T1により遂行された。

参考文献：[1] Q. Wei, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **127**, 255501 (2021), [2] 芦田侑也, 他, 第82回応用物理学会秋季学術講演会, 12a-N321-8, (2021), [3] 高橋駿, 他, 第81回応用物理学会秋季学術講演会, 10p-Z18-7, (2020).