

課題番号 : F-19-KT-0021
利用形態 : 機器利用、技術相談
利用課題名(日本語) : 高強度テラヘルツを用いた物質探索および制御(1)
Program Title(English) : Material research and control using intense THz radiation (1)
利用者名(日本語) : 田中耕一郎、草場哲、瀧口賢治
Username(English) : K. Tanaka, S. Kusaba, K. Takiguchi
所属名(日本語) : 京都大学大学院理学研究科
Affiliation(English) : Graduate School of Science, Kyoto University
キーワード/Keyword : フォトニクス、フォトニック結晶、リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

電磁波の無散逸な輸送現象を実現するために、トポロジカルフォトニクスの基礎物理の解明は必須の課題である [1]。近年、6 回回転対称性を有す蜂の巣格子状構造の誘電体フォトニック結晶を用いたトポロジカルフォトニクスの理論が提案され [2]、昨年には近赤外領域において実験的観測が行われた [3]。しかし近赤外領域では、電磁波の波動関数を直接観測することができる空間分解能はない。我々はフォトニック結晶の単位格子内部の電磁波の波動関数を直接観測するために、バンド端を識別できる周波数分解能と電磁波の波動関数程度の空間分解能の両方を満たすテラヘルツ領域に対応したフォトニック結晶を作製することを目指した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

真空乾燥器, ウェハスピン洗浄装置, 厚膜フォトレジスト用スピンコーティング装置, 高速マスクレス露光装置、深堀りドライエッチング装置(Φ4"), ドライエッチング装置, ダイシングソー, エキスパン装置, 紫外線照射装置

【実験方法】

厚さ 50 μm の 4 インチシリコンウェハに対し、高速マスクレス露光装置を用いてパターンを描画し、シリコンの深堀りエッチングを行い、フォトニック結晶を作製した。テラヘルツ近接場顕微鏡を用いてフォトニック結晶中の電磁場の直接観測を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製したフォトニック結晶の顕微鏡写真を Fig. 1 に示す。厚さ 50 μm の薄シリコンウェハに高精度で穴あけ加

工を施すことに成功した。また、テラヘルツ近接場測定により、フォトニック結晶のバンドトポロジーが変化していることを確かめた。

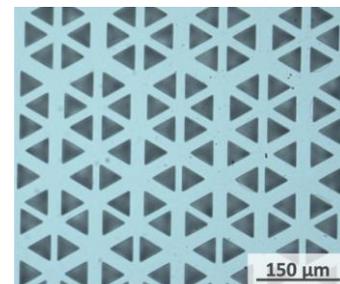


Fig. 1 Image of the topological photonic crystal.

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

- [1] L. Lu, J. D. Joannopoulos, and M. Soljačić, Nat. Photonics **8**, 821 (2014).
- [2] L. H. Wu and X. Hu, Phys. Rev. Lett. **114**, 223901 (2015).
- [3] M. A. Gorlach, X. Ni, D. A. Smirnova, D. Korobkin, D. Zhirihin, A. P. Slobozhanyuk, P. A. Belov, A. Alù, and A. B. Khanikaev, Nat. Commun. **9**, 909 (2018).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Kenji Takiguchi, Yuta Inose, Takashi Arikawa, Koichiro Tanaka, “Direct observation of the band topology in photonic crystals by terahertz spectroscopy” Optical Terahertz Science and Technology 2019, Santa Fe, USA

6. 関連特許(Patent) なし