

## フォトリックトポロジカル絶縁体を用いたテラヘルツ導波路の実現

Terahertz Waveguides Using Photonic Topological Insulators

大阪大学<sup>1</sup>, Nanyang Technological University<sup>2</sup>

○山神雄一郎<sup>1</sup>, Yihao Yang<sup>2</sup>, 兪熊斌<sup>1</sup>, 富士田誠之<sup>1</sup>, 永妻忠夫<sup>1</sup>, Ranjan Singh<sup>2</sup>

Osaka University<sup>1</sup>, Nanyang Technological University<sup>2</sup>

○Yuichiro Yamagami<sup>1</sup>, Yihao Yang<sup>2</sup>, Xiongbing Yu<sup>1</sup>,

Masayuki Fujita<sup>1</sup>, Tadao Nagatsuma<sup>1</sup>, Ranjan Singh<sup>2</sup>

E-mail: u206034e@ecs.osaka-u.ac.jp, fujita@ee.es.osaka-u.ac.jp

近年、トポロジカル絶縁体の概念をフォトニクス分野に応用する研究が盛んに行われており[1]-[4], トポロジカルな電磁波の伝搬を用いた新奇デバイスの実現が期待されている. テラヘルツ帯の電磁波に対して, 例えば, スラブ型のフォトリックトポロジカル絶縁体(Photonic Topological Insulators: PTI)を用いた曲げ損失の低い導波路などを実現することができれば, 通信システムやセンシングシステムへの応用も期待できる. 今回我々は, テラヘルツ PTI デバイスの初期検討として, 0.3 THz 帯の PTI 導波路を作製し, その動作を実証したので報告する.

図1に今回作製した PTI 導波路の例を示す. 厚さ 190  $\mu\text{m}$  の高抵抗シリコン基板に大小の三角空孔を六員環状(格子定数  $a = 242.5 \mu\text{m}$ )に配置した構造がユニットセルとなる. 2種類の PTI の境界線にてジグザグ型を形成することで, 曲げ導波路構造を実現した. この PTI はユニットセル内の反転対称性が破れているため, ブリルアンゾーン内における  $K$  点と  $K'$  点が非等価となるので, テラヘルツ波はバレーチェーン数の異なる PTI の境界を伝搬することができる. 大小の三角空孔の辺の長さをそれぞれ  $0.65a$  と  $0.35a$  とすることで, 0.34 THz 付近で動作するように設計した. 導波路の両端には, テラヘルツ帯円孔三角格子フォトニック結晶スラブ導波路と同様の WR-3 矩形導波管との接続のためのテーパ構造[5]を形成した. エレクトロニクス技術に基づく WR2.8 導波管をベースとする周波数通倍器とミキサで構成されたテラヘルツ分光システムによって, 作製したサンプルの透過特性を測定した. 図2に10回曲げと18回曲げ導波路の透過スペクトルを示す. 両者の差は小さいため, 曲げ損失は小さいと予想される. 10回曲げ導波路の透過スペクトルから18回曲げ導波路の透過スペクトルを引き, 両者の経路差分の伝搬損失を差し引くことで曲げ損失を算出した. 0.333 THz から 0.336 THz の範囲で曲げ損失は 0.1 dB/bend 以下であった. 本研究によって急峻な曲げ構造に対するテラヘルツ波の低損失な伝搬を実証した.

謝辞: 本研究の一部は, JST CREST(#JPMJCR1534)の支援を受けた.

### 参考文献

- [1] L. Wu and X. Hu, *Phys. Rev. Lett.* **114** (2015) 223901.  
 [2] 岩本敏, 荒川泰彦, 第78回応用物理学会秋季学術講演会, 7a-A410-10 (2017).  
 [3] K. Takata and M. Notomi, *Phys. Rev. Lett.* **121** (2018) 213902.  
 [4] M. I. Shalaev *et al.*, *Nature. NanoTech.* **14** (2019) 31.  
 [5] K. Tsuruda, M. Fujita, and T. Nagatsuma, *Opt. Express*, **23** (2015) 31977.

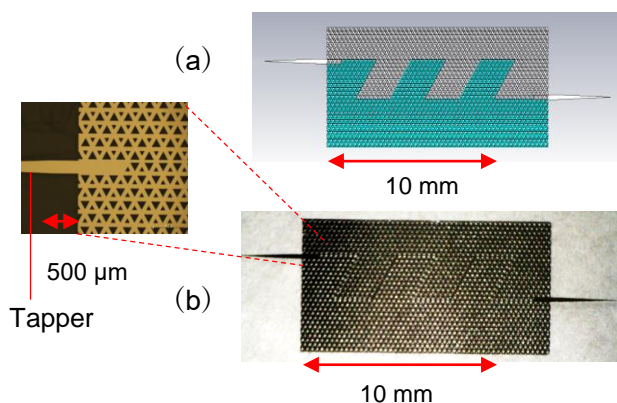


Fig. 1 Bends waveguide. (a) Simulation model and (b) fabricated sample.

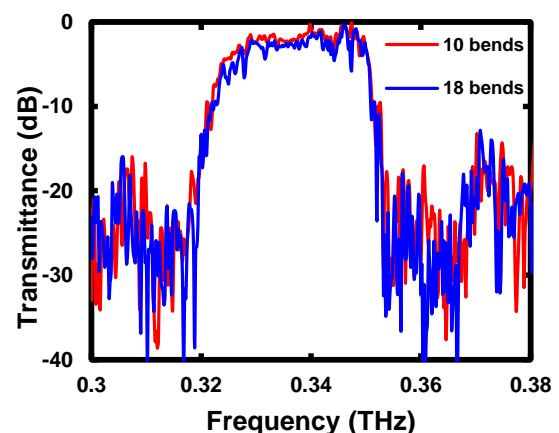


Fig. 2 Transmission spectra. Red and blue lines denote 10 and 18 bends waveguide, respectively.