

トポロジカルフォノン導波路の作製

Fabrication of Topological Phononic Waveguides

Keywords

トポロジカル導波路
Topological waveguide

電子線リソグラフィ
Electron beam lithography

MEMS
Micro-electromechanical systems

フォノンメタマテリアル
Phononic meta-material

ユーザー氏名 / User's Name

舟山 啓太、三浦 篤志 / Keita Funayama, Atsushi Miura
(株式会社豊田中央研究所 / Toyota Central R&D Labs., Inc.)

実施機関担当者 / Person in Charge of ARIM

加藤 剛志、丸山 央峰 / Takeshi Kato, Hisataka Maruyama
(名古屋大学 / Nagoya University)

概要 / Overview

2016年にノーベル物理学賞を受賞した”トポロジー”の概念“を導波路と融合させることで、反射や散乱の無い一方方向波動伝播が可能な”トポロジカル導波路”が誕生し、低損失/高効率なエネルギー/信号伝送システムとしての応用が期待されている。本研究では、既に幅広い分野で実用技術となっているMEMS構造を利用してトポロジカルフォノン導波路を実装し、波動の伝播特性を評価した。MEMSトポロジカル導波路は電子線リソグラフィ、Siエッチング、超臨界乾燥によるサブミクロン精度での設計/作製が可能となり、弾性波において90%以上の波動伝播効率を実現した。

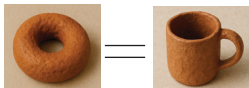
The concept of topology, which won the 2016 Nobel Prize in Physics, was integrated with waveguides to create “topological waveguides”. The waveguides enables unidirectional wave propagation without reflection or scattering. The outstanding propagation characteristic is expected to contribute to low-loss, high-efficient energy and signal transmission systems. In our study, topological phononic waveguide was implemented on-chip by utilizing one of the famous practical technology namely micro electromechanical systems (MEMS). We experimentally evaluated wave propagation characteristics with the topological phononic waveguides. The MEMS topological waveguide was fabricated with submicron precision by using electron beam lithography, deep-trench Si etching, and supercritical drying, and achieves propagation efficiency exceeding 90%.

トポロジカル導波路

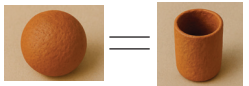
“位相幾何学の概念”と“波動工学”の融合

背景と期待される機能性

トポロジーとは？
穴の数：“1”

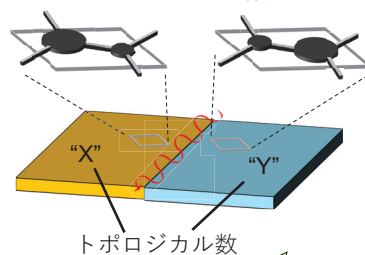


穴の数：“0”



異なるトポロジー間では
不思議な現象が起こる？

トポロジーと導波路
トポロジカル数

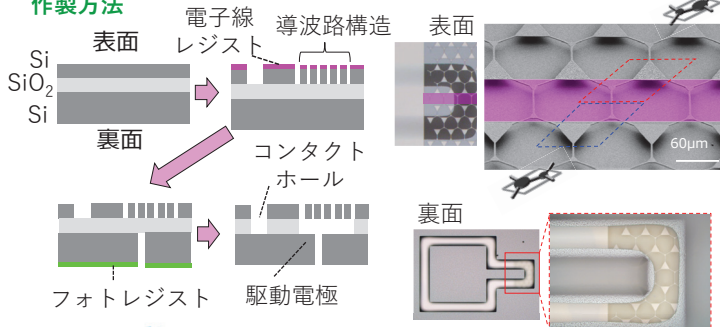


トポロジカル数

反射・散乱が無い
一方方向の波動伝播

- 大きくても小さくても作製可能
- 波動現象なら何でも制御可能
- 構造欠陥があっても伝播可能

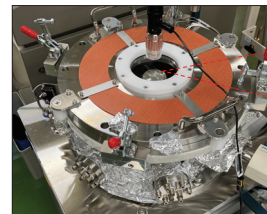
作製方法



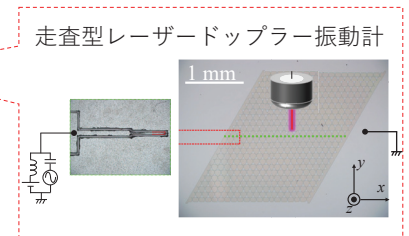
弾性波伝播実証

MEMS型トポロジカル導波路中の弾性波測定

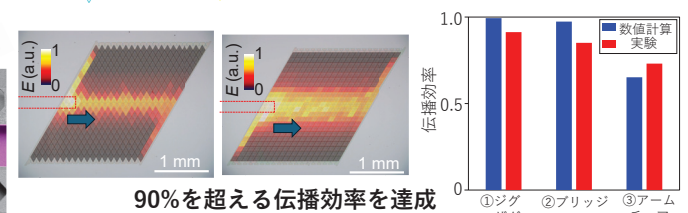
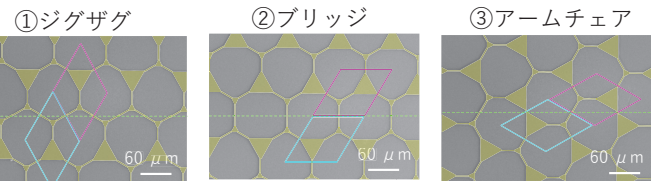
実験方法



高真空チャンバー
(2.0×10^{-5} Pa)



導波路の構造と伝播特性



90%を超える伝播効率を達成



将来展望

- 高効率/低損失集積回路システム
- 振動エネルギー回収インフラ etc.

CONTACT

担当者名: ARIM名古屋大学加工・デバイスプロセス分野事務局/ARIM Nagoya Univ.
所属機関: 名古屋大学 未来材料・システム研究所/IMaSS
URL: <https://nanofab.engg.nagoya-u.ac.jp/>

