

トポロジカルフォニック結晶導波路を伝播するラム波の 時間分解イメージング

Time-Resolved Imaging of Lamb Waves in Topological Phononic Crystal Waveguides

¹北大院工, ²NTT 物性科学基礎研究所, ³岡山大学術研究院環境生命自然,

○(B)齊藤 敦¹, Paul Otsuka¹, 友田 基信¹, 松田 理¹, 畑中大樹², 山口浩司², 鶴田健二³

¹Graduate School of Engineering, Hokkaido University, ²NTT Basic Research Laboratories,

³Graduate School of Environmental, Life, Natural Science and Technology, Okayama University,

○Atsushi Saito¹, Paul Otsuka¹, Motonobu Tomoda¹, Osamu Matsuda¹,

Daiki Hatanaka², Hiroshi Yamaguchi², Kenji Tsuruta³

E-mail: saito.atsushi.d8@elms.hokudai.ac.jp

超高周波数の音響波は超伝導やスピン系などの様々な系と統合でき、さらに電磁波と比べて波長が短いことによるデバイスの小型化が可能である。そのため、超高周波数音響波のマイクロ・ナノスケールでの制御技術の発展が望まれる。重要な制御技術であるフォニック結晶導波路は、音響波を決まった経路に沿って伝播させることができる。近年現れたトポロジーの概念を導入したトポロジカル導波路は従来のフォニック結晶導波路で問題となっていた大きな曲げや欠陥における後方散乱を抑制することができ、高効率なエネルギー輸送が可能となる。

薄板におけるトポロジカル導波路をサブ GHz 周波数帯域のラム波が伝播することは実験的にも観測されている[1]。本研究では、同様の導波路を伝播する音響波を光学的な時間分解イメージングによって観測した。用いた試料は自己保持された GaAs 薄板(板厚 1 μm)にミクロンスケールの周期的な穴をあけて二次元トポロジカルフォニック結晶としたもので、フォニック結晶を挟む形で音響波励起用の二組の IDT 電極を持つ。一方の IDT 電極に高周波電圧を印加して音響波を生成し、その伝播の様子をフェムト秒光パルスを用いた干渉光学系を用いて面外方向表面変位速度の時間分解イメージとして観測した[2]。得られた時間分解イメージの一例を Fig. 1 に示す。図中の平行四辺形領域にフォニック結晶が形成されており、トポロジカル的性質の異なる 2 種の構造が中央付近の逆 Z 字型の境界線を挟んで対向している。フォニック結晶外部左側の IDT 電極より x 方向へ伝播する 493 MHz の平面波を入射すると、逆 Z 字型に音響波が伝播する様子が見られ、この境界がトポロジカル導波路となっていることを示している。試料外右側では導波路から結晶外に放射される波以外に -x 方向に伝播するスプリアス成分が見られるが、その起源およびそれを低減する方策についても講演で解説する。

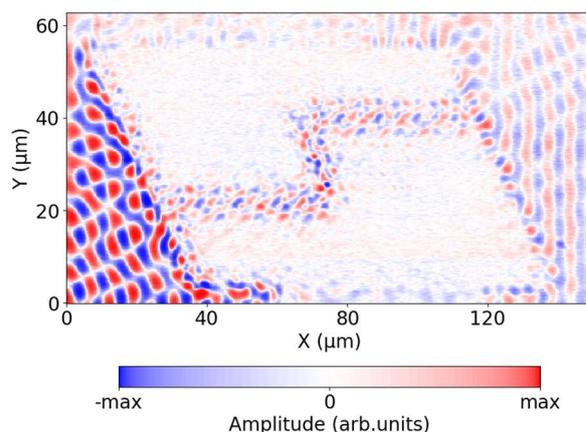


Figure 1. A snapshot of the out-of-plane surface displacement velocity field on a topological phononic crystal waveguide.

[1] D. Hatanaka *et al.*, *Nano Lett.* **24**, 5570-5577 (2024).

[2] O. Matsuda *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **125**, 052201 (2024).