

圧電-誘電体周期構造を用いた音響ダイオードの設計

Design of acoustic diode using periodic structure of piezo-dielectric materials

○岩崎 裕平¹、石川 篤²、鶴田 健二³ (岡山大院自然)

○Yuhei Iwasaki¹, Atsushi Ishikawa², Kenji Tsuruta³ (Okayama Univ)

E-mail: tsuruta@okayama-u.ac.jp

建築音響や医療用途において、音響エネルギーの高効率な一方向伝播を実現する手段として、音響ダイオードがある。音響ダイオードは一方から来た音波は透過するが、他方から来た音波は遮断して通さないという機能を有する。本研究では、Zou ら[1]が提案した、誘電体中に周期的に配置された圧電体からなる 1 次元圧電複合板での音響整流制御の構造に基づき、可聴域で動作する音響ダイオードの実現を目指す。音響伝搬特性をバンド計算を基に設計し、その動作原理は、左側面から入射された S モード波がモード変換部(S も A パスバンド)で S+A モードに変換され、モード選択部(S はバンドギャップ、A はパスバンド)において S モード波は遮断、A モード波のみ透過する。一方、右側面から S モード波を入射しても、S モード波は選択部で遮断されるため、整流効果が実現される。Zou らは、圧電部に電極を付けることによってモード変換部とモード選択部のバンドが異なるように設計した。これに対し我々は、周期を変えたものを組み合わせることで、電極が不要なダイオード構造を、有限要素法に基づき数値設計した。設計したモード変換部およびモード選択部のバンド構造を図 1 に示す。これらを組合せた図 2 のダイオード構造に対する数値シミュレーションから、S モード入射における整流性が図 3 のように確認できた。

しかし、S モード波を入射する方法では、側面への垂直入射の音波しか伝送できないため効率が悪い。そこで、複合板の上下面への斜め入射によって発生する A モード波の整流についても検討した。A モード波入射は A モードがバンドギャップで、S モードがパスバンドの周波数の場合、異なる構造間の界面の影響で A モード波が S モード波に変換される特性があり、この性質を利用してモデルの再設計を行う必要があることが分かった。

本研究は、JSPS 科研費・挑戦的萌芽研究 25600132 の助成を受けたものである。

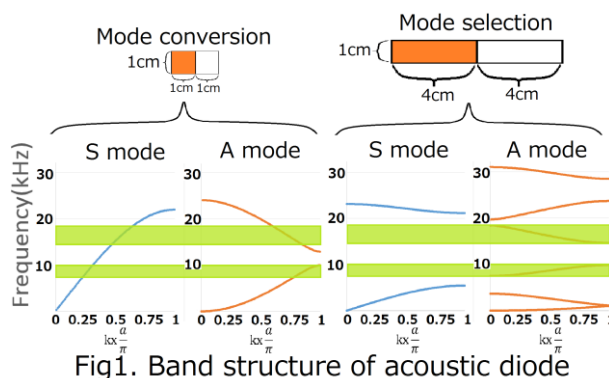


Fig1. Band structure of acoustic diode

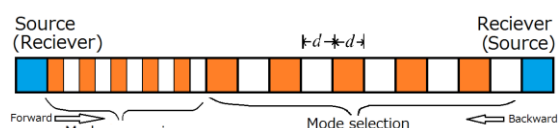


Fig2. Proposed model

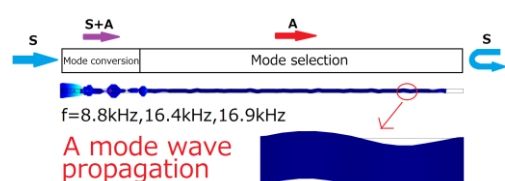


Fig3. A-mode wave propagation for forward incident wave

[1] X.-Y. Zou, B. Liang, Y. Yuan, X.-F. Zhu, and J.-C. Cheng, *J. Appl. Phys.* 114, 164504 (2013)