

複数の共振周波数を有する超音波エミッタに関する基礎検討

Basic study on the development of ultrasound emitters with broadband frequencies

○永喜多真佳¹, 宮坂優佑², 清水鏡介³, 伊藤洋一⁴, 大隅歩⁵

*Manaka Nagakita¹, Yusuke Miyasaka², Kyosuke Shimizu², Youichi Ito³, Ayumu Osumi¹

Abstract : We have studied the ultrasound emitters with a broadband. In this report, we conducted the FEM simulation, to design the proposed ultrasound emitters.

1. はじめに

空中超音波フェーズドアレイ (Airborne Ultrasound Phased Array : AUPA) を用いた弾性波源走査法による高速非破壊検査方法が研究されている^[1]. AUPA を構成する超音波エミッタは狭帯域であるため, 任意の波形の音波を放射するのは難しい^[2,3]. この問題を解決するには, 広帯域な特性を持つ超音波エミッタを開発する必要がある.

本研究では, そのための一手法として, 共振子を複数に分割^[2]し, 複数の共振周波数を有する構造の超音波エミッタを提案している.

本報告では, 4分割した円板型の共振子構造に2つの共振周波数を有する超音波エミッタについて検討を行った.

2. 解析条件

解析は, 有限要素法ソフトウェア COMSOL Multiphysics 6. 1 を用いて固有モード解析にて行った^[3]. また, 物理インターフェイスとして固体力学, 静電場, 圧電効果を使用した. Fig. 1 に解析に用いる超音波エミッタのモデルを示す. 図に示すようにエミッタ各部の寸法 (R_1 , R_2) を変化させ, 共振子が 40 kHz と 50 kHz の2つの共振周波数を持つモデルとした. Table 1 に解析条件の詳細を示す. なお, 各共振子の溝の間隔は実用上の切削限界である 0.2 mm とした.

Table 1 Analysis conditions.

Material	Aluminum, PZT
Space dimension	3D
Mesh shape	Tetrahedron
Number of elements	16000
Voltage[Vpp]	20

3. 解析結果

Fig.2(a), (b)に得られた結果を示す. 結果より, それぞれ対向する共振子同士が同一の共振周波数を持つことが分かる. また, 隣り合う共振子の共振周波数は, R_1 が 2.2 mm, R_2 が 2.4 mm のとき, それぞれ 50. 779 kHz と 41.708 kHz であることが確認できた.

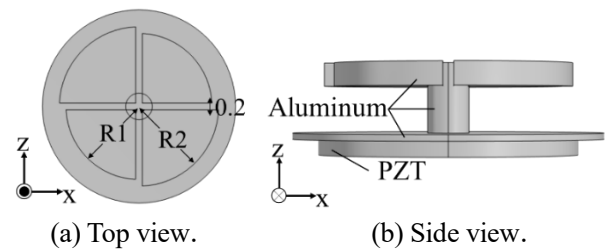


Fig.1 Simulation model.

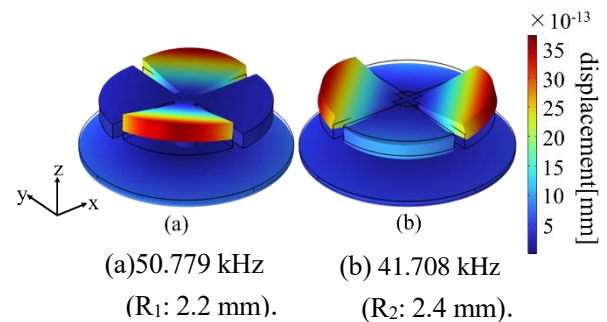


Fig.2 Results of the FEM Simulation.

4. まとめ

4分割した円板型の共振子に 40 kHz と 50 kHz を持つ音源について検討を行った. その結果, 共振周波数を2つ持つ音源を作成できる可能性を得た.

参考文献

- [1] Kyosuke Shimizu et al 2020 Jpn. J. Appl. Phys. 59 SKKD15
- [2] Kyosuke Shimizu et al 2023 Jpn. J. Appl. Phys. 62 SJ1046
- [3] Kyosuke Shimizu et al Acoustical Science and Technology, 2023 Volume 44 Issue 2 Pages 141-144.
- [4] 伊藤 他, 音講論 (春), pp. 63-64, 2020.
- [5] 浅野 他, Vol. 122, No. 358, US2022-72, pp. 7-11, 2023.