

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	厚み振動圧電振動子を用いた液中アクチュエータに関する研究
Title(English)	Study on underwater actuators using piezoelectric element thickness vibrations
著者(和文)	銭源
Author(English)	Gen Sen
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第11号, 授与年月日:2024年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:黒澤 実,中村 健太郎,西方 敦博,青柳 貴洋,田原 麻梨江,森田 剛
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第11号, Conferred date:2024/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		銭 源	
論文審査 審査員		氏 名		職 名			
	主査	黒澤 実		准教授		田原 麻梨江	准教授
	審査員	中村 健太郎		教授		森田 剛	東京大・教授
		西方 敦博		准教授			
		青柳 貴洋		准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Study on underwater actuators using thickness vibration piezoelectric elements（厚み振動圧電振動子を用いた液中アクチュエータに関する研究）」と題し英文全 6 章から構成され、円形厚み超音波振動子を用いた液中アクチュエータについて、振動子の材料および形状の変化による特性の違いについて検討および音響放射力と推力の関係に関する研究を纏めたものである。

第 1 章「Introduction（序論）」では、これまでに研究されている小型液中アクチュエータについて述べ、液中超音波アクチュエータの優位性を論ずるとともに、実用化に向けては推力発生の原理など現象の理解と定量的な関係の把握の必要性を述べている。本論文では、3 種類のアクチュエータの試作と動作測定および解析により素子構成の最適化に必要な基礎的なデータを得ることが研究の目的で有ると述べている。

第 2 章「Miniature Underwater Actuator using a PZT Disk Transducer（PZT 円盤状トランスデューサを用いた小型液中アクチュエータ）」では、直径 10 mm、厚さ 1 mm、厚み共振周波数 2.13 MHz の PZT 素子を用いたアクチュエータを構成し、動作特性を明らかにするとともに推力発生のメカニズムについて検討を行っている。動作特性として駆動電力 4.6 W でアクチュエータの静止時推力 1 mN、無負荷速度 150 mm/s を得ている。推力発生に関して、圧電素子の振動特性および水中への音響放射特性の測定結果と、固体/液体境界で生ずる音響放射力の理論から推力を算出した結果、計算値が実験値の 3 倍程度となり、さらに検討する必要があることを明らかにしている。

第 3 章「Miniature Underwater Actuator using (Bi,Na,Ba)(Ti,Mn)O₃ Disk-shaped Transducer（BNBTM 円盤状トランスデューサを用いた小型液中アクチュエータ）」では、直径 8.4 mm、厚さ 0.5 mm、厚み共振周波数 4.22 MHz の (Bi,Na,Ba)(Ti,Mn)O₃ 素子を用いたアクチュエータを構成し、動作特性の測定により、非鉛圧電材料での素子構成が可能であることを示している。動作特性としてアクチュエータの静止時推力 3.9 mN、無負荷速度 60 mm/s を得ている。また推力 1 mN に要する駆動電力は 0.4 W と、小さな電力で駆動できることを示している。すでに知られている、固体/液体境界で生ずる音響放射力の理論から推力を算出した結果では、計算値が測定値より小さな値となっており、さらに検討する必要があることを明らかにしている。

第 4 章「Miniature Underwater Actuator using a PZT Ring Transducer（PZT 円環トランスデューサを用いた小型液中アクチュエータ）」では、外径 5 mm、内径 3.2 mm、厚さ 1.4 mm、厚み共振周波数 1.09 MHz の PZT 素子を用いたアクチュエータを構成し、動作特性を明らかにしている。動作特性としてアクチュエータの静止時推力 1 mN、無負荷速度 25 mm/s を得ている。推力 1 mN の駆動電力は 4.2 W であり、第 2 章での値とほぼ同じであることを示している。

第 5 章「Equivalent Circuit of Disk Transducer（円盤状トランスデューサの等価回路）」では、厚みモードの励振には、径方向振動が結合することで、放射面の振動が複雑に分布することを解析に依り求め、振動状態を記述する電気音響等価回路の検討を行っている。2 つの振動モードの結合の理解が必要であり、等価モデルの構成にはさらに検討が必要であることを述べている。

第 6 章「Conclusions and Future Work（結論と今後の課題）」では、本研究で得られた成果を総括するとともに、今後の展望を述べている。

以上を要するに、本論文は厚み振動圧電振動子による音響放射力を用いた液中アクチュエータに関し、実験によりその有効性を示したものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって本論文を博士（工学）の学位論文として十分価値があるものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東京科学大学リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。