マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書
ARIM User's Report

【Release：2023.07.28】　【Update：2023.04.27】

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22TU0019
利用課題名 Title	Development of Tactile device and piezoelectric film deposition
利用した実施機関 Support Institute	東北大学 / Tohoku Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	外部利用/External Use
横断技術領域 Cross-Technology Area	加工・デバイスプロセス/Nanofabrication
重要技術領域 Important Technology Area	高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル/Materials allowing high-level device functions to be performed 次世代バイオマテリアル/Next-generation biomaterials
キーワード Keywords	触覚デバイス,圧電膜,MEMS加工,蒸着・成膜/Evaporation and Deposition,スパッタリング/Sputtering,リソグラフィ/Lithography,膜加工・エッチング/Film processing and Etching,アクチュエーター/ Actuator,MEMSデバイス/ MEMS device,セラミックスデバイス/ Ceramic device,ウエアラブルデバイス/ Wearable device

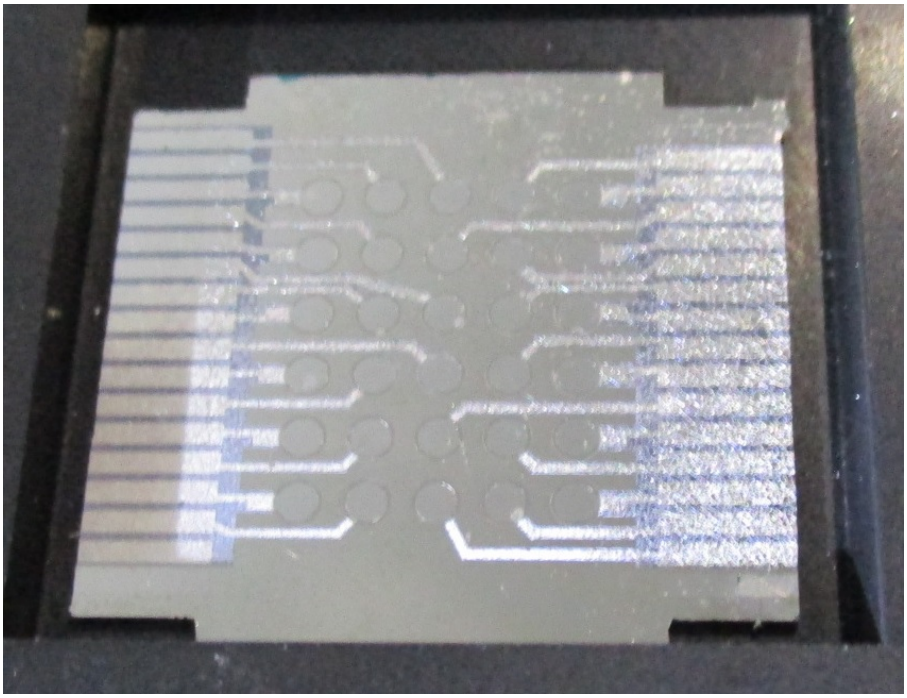
利用者と利用形態 / User and Support Type

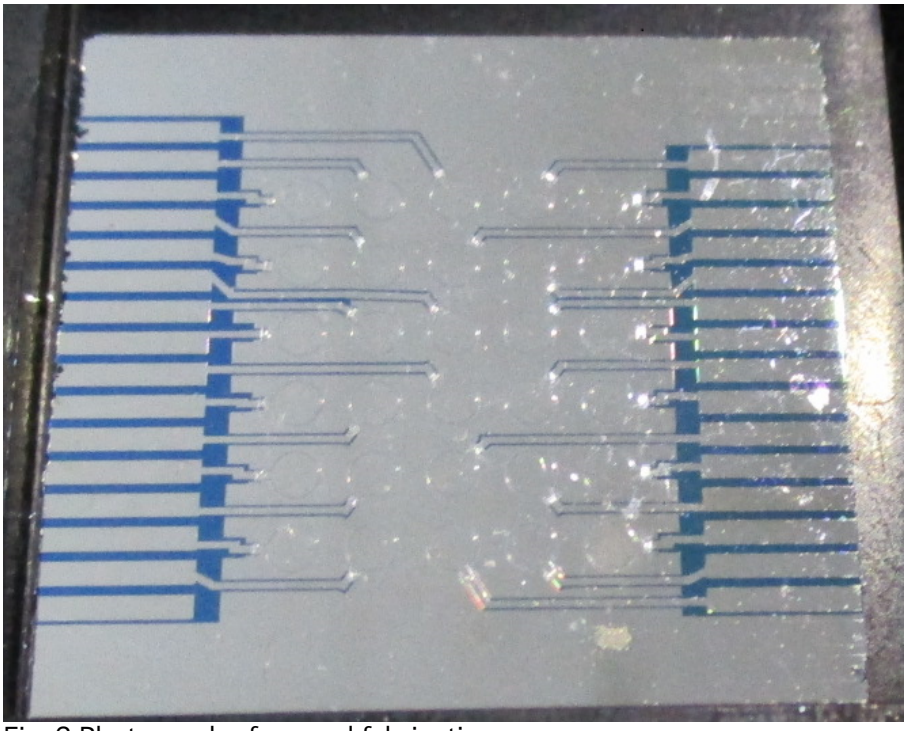
利用者名（課題申請者） User Name (Project Applicant)	曽根 順治
所属名 Affiliation	東京工芸大学 工学部 工学科
共同利用者氏名 Names of Collaborators in Other Institutes Than Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Collaborators in The Hub and Spoke Institutes	森山雅昭
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization,技術相談/Technical Consultation

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	TU-051：ミカサ スピンコータ TU-052：アクテス スピンコータ#1 TU-056：両面アライナ TU-058：マスクレスアライナ TU-201：DeepRIE装置#1

報告書データ / Report

概要（目的・用途・実施内容） Abstract (Aim, Use Applications and Contents)	メタバースの実現においては、触覚技術は重要であり、高精度な情報提示の必要があるが、MEMS技術は活用されていない。所属大学では、コンピュータシミュレーションを活用した設計や特性解析を行っており、設計したデバイスを作製するために、ナノテクノロジープラットフォームの機器を使用した。本年度はデバイスの試作を実施した。
実験 Experimental	2回の試作を実施した。1回目は、圧電膜の下部電極を、圧電膜成膜の前にパターニングして、MEMSデバイスを作成した。2回目は、圧電膜の下部電極を、圧電膜成膜の後にパターニングして、MEMSデバイスを開発した。 主要な作成工程は、下部電極の白金膜をスパッタする。その上に、圧電膜を成膜する。圧電膜を所定の領域にエッチングにより、形状を成形し、その上に、上部電極の白金膜をパターニングと成膜が同時に行えるリフトオフ加工で成膜する。最後は、背面より、ダイアフラムを形成する方法を用いた。特性の測定は、ファンクションジェネレータで生成したサイン波を圧電アンプで増幅して、各アクチュエーターに印加し、そこから発生した音波をマイクロフォン（80kHz最高レンジ）で測定した。
結果と考察 Results and Discussion	図1は、圧電膜の下部電極を、圧電膜成膜の前にパターニングした場合の、試作デバイスの写真を示す。図からわかるように、配線部の酸化シリコンに鉛がドープされて、変色している。図2は、圧電膜の下部電極を、圧電膜成膜の後にパターニングした場合の、試作デバイスの写真を示す。図より、配線電極と下部のグランド電極間が、酸化シリコンで、絶縁されている。その結果、試作1回目のデバイスは、電流がリークして、MEMSダイアフラムの共振周波数まで駆動できなかった。しかし、試作２回目のデバイスは、MEMSダイアフラムの共振周波数まで駆動できた。また、試作２回目のデバイスは±6 Vの定電圧でも駆動できた。
図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1	 Fig. 1 Photograph of first fabrication.

図・表・数式 2 Figures, Tables and Equations 2	 Fig. 2 Photograph of second fabrication.
その他・特記事項（参考文献・謝辞等） Remarks(References and Acknowledgements)	・参考文献 森山雅昭, 川合祐輔, 田中秀治, 江刺正喜, RF-MEMSスイッチのための低電圧駆動薄膜PZT積層アクチュエータ, 電気学会論文誌 E 132(9) 282-287 2012年

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

DOI（論文・プロシーディング） DOI (Publication and Proceedings)	
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.	超音波触覚デバイスの開発 曽根 順治, ハプティクス研究委員会 第30回研究会 (2023/03/07)
特許出願件数 Number of Patent Applications	1件
特許登録件数 Number of Registered Patents	1件