

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 : 2024.07.25] [Update : 2024.07.05]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	23TU0069
利用課題名 Title	温度補償共振子の作製
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	内部利用（ARIM事業参画者以外） / Internal Use (by non ARIM members)
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
キーワード Keywords	アクチュエーター / Actuator, MEMS/NEMSデバイス / MEMS/NEMS device, リソグラフィ / Lithography, 光リソグラフィ / Photolithography

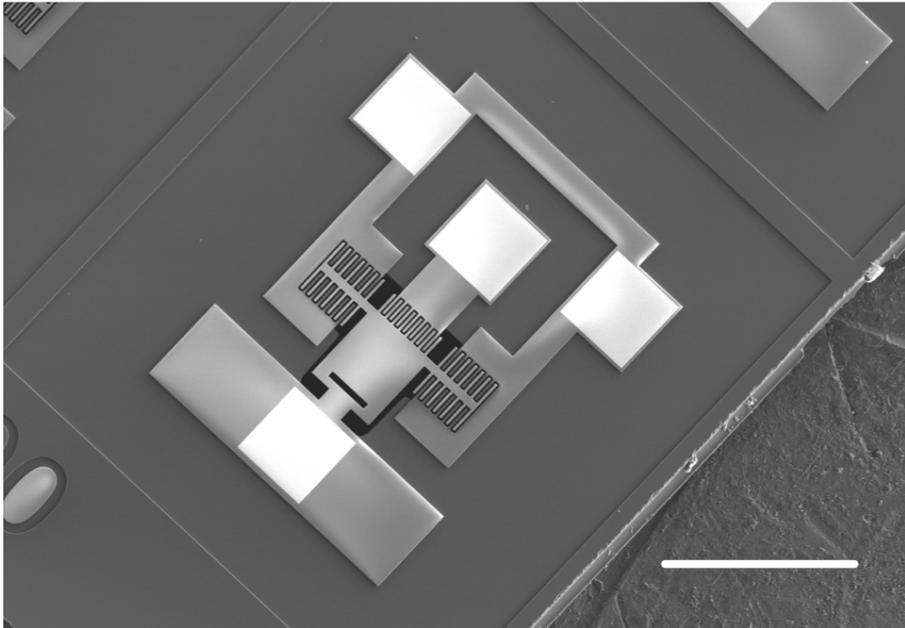
利用者と利用形態 / User and Support Type

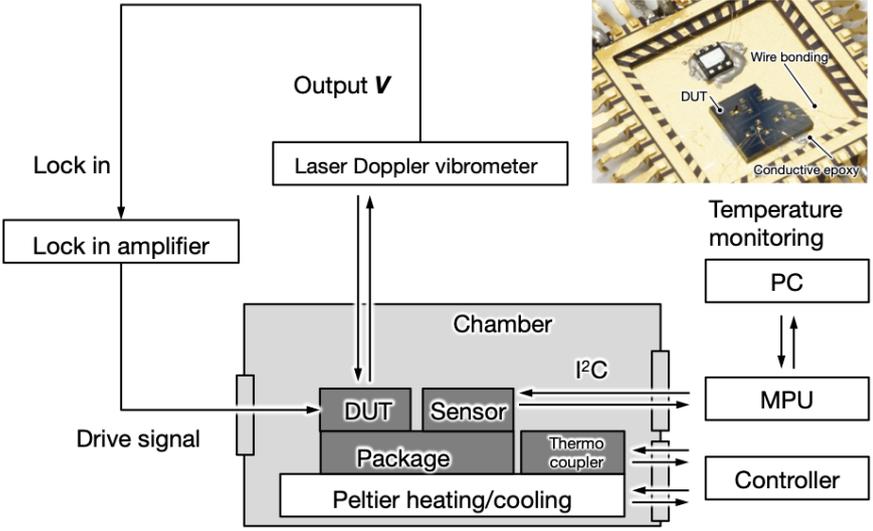
利用者名（課題申請者） User Name (Project Applicant)	山田 駿介
所属名 Affiliation	東北大学大学院工学研究科
共同利用者氏名 Names of Collaborators in Other Institutes Than Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Collaborators in The Hub and Spoke Institutes	戸津健太郎, 森山雅昭
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

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-058 : マスクレスアライナ TU-056 : 両面アライナ
---------------------------------	---------------------------------------

報告書データ / Report

<p>概要（目的・用途・実施内容） Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>本研究の目的はSiウェハのドーピング濃度・タイプ、構造、モード、角度を制御することで、さまざまな温度に対して共振特性の変化が少ないMicro Electro Mechanical system (MEMS)デバイスを作製することである。これにより、様々な環境下で精度の高いセンサ、タイミング素子が実現でき、Society 5.0時代に求められるフィジカル空間とサイバー空間を結ぶハードウェアを実現する。機械的な共振は、MEMS技術の重要かつ基本的な特性であり、MEMS共振子（レゾネーター）はセンシングやタイミングデバイスに使用されている。しかしながら、Siのヤング率が温度特性をもつため、MEMSデバイスの共振周波数は温度に対して変化し、安定した共振は実現できていない。先行研究では、ウェハのドーピング濃度・タイプ、振動モードを最適化することで、共振の温度依存性を低下させたが、その効果は限定的である。そこで、本研究では上記パラメータに加えて、新しい自由度をデバイスに組み込むことで、温度依存性を改善する。本研究の核となる新しい自由度として「デバイスのウェハ内の角度」を導入した。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>スピンオンドーピングによりデバイス層をドーピングし、そのデバイス層を微細加工してMEMSレゾネーターを作製した。スパッタリングより金属電極を作製し、アライナMA6とDeep RIEプロセスにより構造を作製した。ハンドル層にDRIEを用いて穴を作製して、ペーパーフッ酸をもちいて構造をリリースした。レゾネーターの温度特性評価に関しては、真空チャンバとレゾネーターを利用した。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>シミュレーション通りの形状をFig. 1に示すようにSOIウェハに作製でき、温度補償MEMS共振子を作製した。真空チャンバにペルチェ素子を入れて、Fig. 2に示すような実験系で温度特性を評価した。ペルチェ素子で加熱・冷却して設定温度に到達したあと、真空引きにより数Pa程度の圧力下で共振周波数をロックインアンプとレーザードップラー振動計を用いて測定した。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	 <p>Fig. 1 Photograph of the temperature compensated resonator (Scale bar 300 μm).</p>

<p>図・表・数式 2 Figures, Tables and Equations 2</p>	 <p>Fig. 2 Experimental setup for the investigation of temperature dependence. Photograph is the resonator and temperature sensor for calibration</p>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

<p>DOI (論文・プロシーディング) DOI (Publication and Proceedings)</p>	
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文 Oral Presentations etc.</p>	
<p>特許出願件数 Number of Patent Applications</p>	0件
<p>特許登録件数 Number of Registered Patents</p>	0件