

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 | 23UT1216 |
| 利用課題名 Title | DRIE終点非破壊検査のための側面接触式MEMSプローブ |
| 利用した実施機関 Support Institute | 東京大学 / Tokyo Univ. |
| 機関外・機関内の利用 External or Internal Use | 内部利用 (ARIM事業参画者) / Internal Use (by 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 | 革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル/Materials enabling innovative energy conversion 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 | スパッタリング/ Sputtering, リソグラフィ/ Lithography, 光リソグラフィ/ Photolithography, 電子線リソグラフィ/ EB lithography, 膜加工・エッチング/ Film processing/etching, ダイシング/ Dicing, ボンディング/ Bonding, ワイヤーボンディング/ Wire Bonding, 環境発電/ Energy Harvesting, アクチュエーター/ Actuator, MEMS/NEMSデバイス/ MEMS/NEMS device, センサ/ Sensor, チップレット/ Chiplet, ハイブリッドボンディング/ Hybrid Bonding |

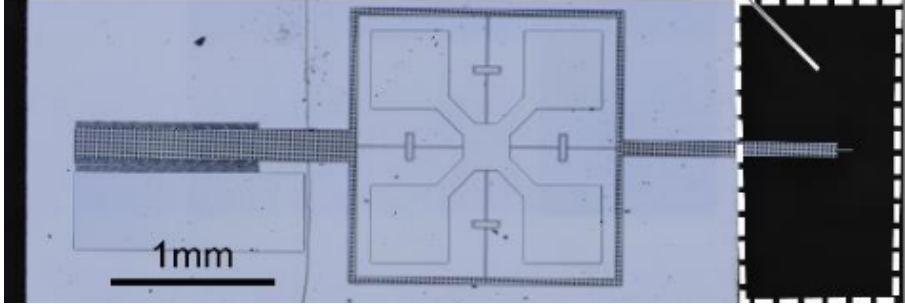
利用者と利用形態 / User and Support Type

| | |
|---|----------------------------|
| 利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant) | 三田 吉郎 |
| 所属名 Affiliation | 東京大学大学院工学系研究科 |
| 共同利用者氏名 Names of Collaborators in Other Institutes Than Hub and Spoke Institutes | 山形 昌弘, 安永 竣, 辻啓吾, 肥後昭男 |
| ARIM実施機関支援担当者 Names of Collaborators in The Hub and Spoke Institutes | 水島 彩子, 井上 友里恵, 太田 悦子 |
| 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 | UT-500 : 高速大面積電子線描画装置 UT-604 : 高速シリコン深掘りエッチング装置 UT-800 : クリーンドラフト潤沢超純水付 UT-602 : 気相フッ酸エッチング装置 UT-851 : 機械特性評価装置 |
|---|---|

報告書データ / Report

| | |
|--|--|
| 概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents) | <p>シリコンの深掘り反応性イオンエッチング(Deep RIE または DRIE)は、近代のMEMS(微小電気機械システム)発展をもたらした基幹技術である。特に同エッチング技術を所謂Silicon on Insulator(SOI)基板(支持のための厚膜Si基板の上に犠牲層とよばれる酸化膜(SiO₂)を形成しておき、構造体となるSiを薄膜状に形成した基板)に適用すると、エッチング深さを揃えることができるため、MEMSセンサ・アクチュエータの構造体としての利用に便利であるため、多用されている。エッチング溝の構造をどこまで微細にできるかを示す、幅対深さ比(アスペクト比)が重要性能指数(KPI)であり、文献値(筆者らによるもの)では幅374nm:深さ40.1 μm(アスペクト比1:107)という値が知られている[1]が、エッチング幅が狭くなるとエッチング速度が遅くなるという、Aspect Ratio Dependent Etching (ARDE)と名付けられたメカニズムの影響を受けるため、一般的なMEMS構造で用いられる、開口幅のばらつきの大いデザインのエッチングの終点を検出することは困難である。最大の理由は、浅い構造のエッチングで多用される「光学顕微鏡による観察」が深掘りエッチングの溝では不可能である(「見えない」)ためである。そこで我々は、構造体が絶縁膜(SiO₂)の上にあるという特性に注目し、二つの独立した島構造の間の電気伝導を計測することで、構造が絶縁されたことをもってエッチングが終了したことを検出するという、「電氣的計測手法」を提案する。本手法の特徴は、二つの計測用島構造の側壁をワニ口クリップの要領で挟みこんで、側壁から導通を取る試みを初めて導入したことである。この手法によれば、非破壊で何度もエッチング終点を計測できることが利点である。</p> |
| 実験 Experimental | <p>厚さ20/2/627 μmのSOI基板を用い、検出用プローブ構造をDRIE加工によって作製した。東京大学ARIM微細加工部門の標準的プロセスである、高速大面積電子線描画装置(F5112+VD01)と専用厚膜レジストでパターンを描画し、深掘りエッチング装置MUC-21 ASE-Pegasusによるボッシュプロセスで構造を作製し、気相フッ酸エッチング装置によって可動部をリリースしたのち、専用の基板へのボンディングを行なって計測した。図1に作製したプローブ構造のSEM写真を示す。利用した装置は、主な設備欄に記入したものに加えて、ステルスダイサー(UT-900)、マニュアルウェッジボンダー(UT-902)、8インチプローバー(UT-850)、汎用平行平板RIE装置 10NR(UT-606)がある。</p> |
| 結果と考察 Results and Discussion | <p>作製した構造の機械的動作を、振動解析装置(MSA-500)の観察下で静電アクチュエータ駆動することで確認した。続いて、マニュアルプローバによって電氣的導通が得られることを確認した。これによってプローブ単体として動作することが示された。成果は国内学会(電気学会センサシンポジウム)にて報告した。</p> |
| 図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1 |  <p>図1 作製したプローブ構造のSEM写真(対称構造の半分)</p> |
| その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements) | <p>[1]Frederic Marty, Lionel Rousseau, Bassam Saadany, Bruno Mercier, Olivier Français, Yoshio Mita, and Tarik Bourouina, "Advanced Etching of Silicon Based On Deep Reactive Ion Etching For Silicon High Aspect Ratio Microstructures And Three-Dimensional Micro- And NanoStructures," Microelectronics Journal, Circuits and Systems section, vol. 36, pp. 673-677 June (2005.06) doi: 10.1016/j.mejo.2005.04.039</p> |

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. | 山形昌弘、辻啓吾、三角啓、安永竣、肥後昭男、三田吉郎「DRIE終点非破壊検査のための側面接触式MEMSプローブ」、第40回センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウム(センサシンポジウム)、熊本、11月6-9日(2023.11) |
| 特許出願件数 Number of Patent Applications | 0件 |
| 特許登録件数 Number of Registered Patents | 0件 |