

# 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 : 2025.06.10] [Update : 2025.03.10]

### 課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	24OS1012
利用課題名 Title	固体基板上に形成したナノカーボン材料の物理・化学特性の研究
利用した実施機関 Support Institute	大阪大学 / Univ. of Osaka
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)
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	加工・デバイスプロセス/Nanofabrication 物質・材料合成プロセス/Molecule & Material Synthesis
重要技術領域 Important Technology Area	マルチマテリアル化技術・次世代高分子マテリアル/Multi-material technologies / Next-generation high-molecular materials
キーワード Keywords	シリコン基材料・デバイス,表面・界面,カーボン系材料

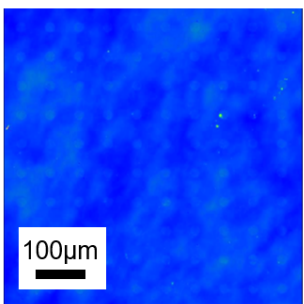
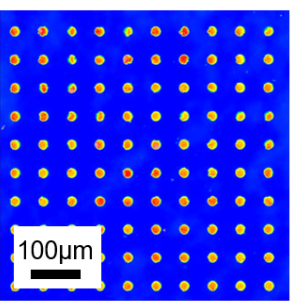
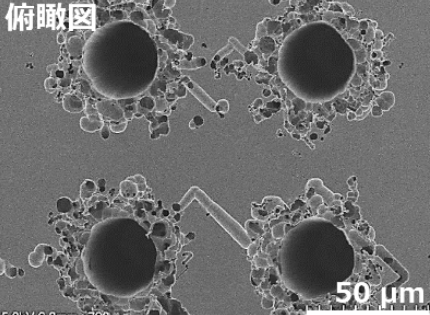
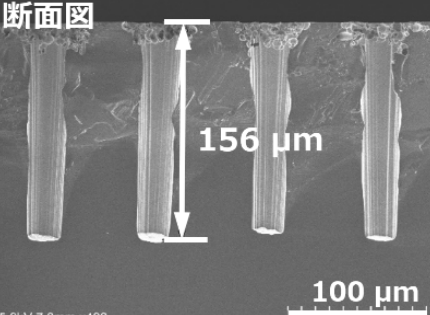
### 利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	有馬 健太
所属名 Affiliation	大阪大学大学院工学研究科 物理学系専攻
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	山本聖也,桑田直希,宇野端真,橋本龍人,李君寰
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
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	OS-105 : 高速大面積電子ビームリソグラフィー装置 OS-117 : EB蒸着装置 OS-107 : マスクアライナー
---------------------------------	--

## 報告書データ / Report

<p><b>概要 (目的・用途・実施内容)</b> Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>酸化剤を含む溶液中にナノカーボンフレイクを堆積した半導体基板を浸漬すると、ナノカーボンが持つ触媒機能により、半導体表面のエッチングが促進する。これまでに、大阪大学マテリアル先端リサーチインフラ設備供用拠点の装置を利用し、酸化グラフェンを触媒として組み込んだリソグラフィプロセスを構築すると共に、半導体表面にトレンチパターンを形成する実験に取り組み、エッチングの基礎特性を把握した。また、溶液温度や酸化剤の添加等がエッチングに与える影響について、調査してきた。しかし最も基本的である、触媒層の膜厚とエッチング特性との相関関係については、未だよく分かっていない。テーマ①：リソグラフィにより異なる膜厚のナノカーボン膜をパターン形成し、エッチング特性の膜厚依存性を明らかにすることを試みた。さらに金を堆積したSi試料エッチングモードの調査を進め、その結果を踏まえてナノカーボン触媒を用いたトレンチ加工におけるエッチングモードの解明を行う予定である。テーマ②：予備実験として、EB蒸着装置を用いた金を堆積したSi試料のウェットエッチングを実施し、薬液の温度に依存したエッチングモードの調査を行った。</p>
<p><b>実験</b> Experimental</p>	<p>テーマ①：前洗浄したGe基板の上にポジ型レジスト (AZ5206EまたはAZ5214E) を成膜した後、マスクアライナーで露光し、現像液 (NMD-3) を用いて現像し、レジストパターンを得た。その後、酸化グラフェンをスピコートにより堆積し、アセトンによりリフトオフすることで、Ge表面上に酸化グラフェン膜のパターンを形成した。テーマ②：テーマ①と同様のプロセスでレジストパターンをSi表面に形成した。その後、Ti/Au二層膜をEB蒸着装置により堆積し、Si表面上にAu触媒膜のパターンを形成した。この基板を、<math>H_2O_2 \cdot HF</math>混合溶液に60分浸漬し、選択エッチングを行うことで、Si基板の上にトレンチパターン構造を形成した。</p>
<p><b>結果と考察</b> Results and Discussion</p>	<p>テーマ①：図1に、異なるスピコート回数で酸化グラフェン膜をパターン形成したGe試料表面を白色干渉計で観察した結果を示す。図1から、スピコート回数を増加するにつれて、堆積する酸化グラフェン膜の厚さが増加している様子がわかる。テーマ②：図2にAu触媒膜をパターン形成したSi試料のエッチング後の表面をSEMで観察した結果を示す。Au膜の直下が選択的にエッチングされている様子が分かる。しかし、Au膜直下に加えてその周辺部までエッチングが進行している。これは触媒反応が促進され、エッチングに寄与するホールが過剰に注入された結果、余剰ホールが周囲に拡散することを示唆する。</p>
<p><b>図・表・数式 1</b> Figures, Tables and Equations 1</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>● 1回</p>  <p>32.0 nm</p> <p>0.0 nm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>● 20回</p>  <p>32.0 nm</p> <p>0.0 nm</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">図1 異なるスピコート回数で堆積した酸化グラフェン膜</p>
<p><b>図・表・数式 2</b> Figures, Tables and Equations 2</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>俯瞰図</p>  <p>50 μm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>断面図</p>  <p>156 μm</p> <p>100 μm</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">図2 Au触媒膜をパターン形成したSi試料をエッチングした後のSEM像</p>

その他・特記事項（参考文献・謝辞等） Remarks(References and Acknowledgements)	
--	--

### 成果発表・成果利用 / Publication and Patents

DOI（論文・プロシーディング） [1] DOI (Publication and Proceedings)	Junhuan Li, Nanocarbon-assisted chemical etching of Ge(100) in H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , <i>Electrochemistry Communications</i> , <b>163</b> , 107735(2024). <a href="https://doi.org/10.1016/j.elecom.2024.107735">DOI: 10.1016/j.elecom.2024.107735</a>
DOI（論文・プロシーディング） [2] DOI (Publication and Proceedings)	Kenta Arima, (Invited) Selective Wet Etching of Semiconductor Materials by Novel Catalyst-assisted Modes, <i>ECS Transactions</i> , <b>114</b> , 17-26(2024). <a href="https://doi.org/10.1149/11401.0017ecst">DOI: 10.1149/11401.0017ecst</a>
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.	山本聖也 他, 精密工学会2024年度関西地方定期学術講演会（大阪）, 令和6年6月21日
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.	山本聖也 他, 第85回応用物理学会秋季学術講演会（新潟）, 令和6年9月20日
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件