

# 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 : 2025.04.03]

### 課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	24OS1031
利用課題名 Title	プラズマ成膜/エッチングプロセスにおけるプラズマ表面相互作用の解明
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	次世代ナノスケール材料/Next-generation nanoscale materials 高度なデバイス機能の発現を可能とする材料/Materials allowing high-level device functions to be performed
キーワード Keywords	プラズマ, エッチング, 配線材料, 高品質プロセス材料/技術/ High quality process materials/technique, 膜加工・エッチング/ Film processing/etching

### 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)	唐橋 一浩
所属名 Affiliation	大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	米谷 康佑, 柳沢 拓真, Hojun Kang
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-126 : 接触式膜厚測定器
---------------------------------	-------------------

## 報告書データ / Report

<b>概要 (目的・用途・実施内容)</b> <b>Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</b>	<p>現在、半導体デバイス素子はさらなる微細化による高性能化および高集積化が求められている。しかしながら、Cu配線による微細化は配線抵抗の増大等のため限界に近付いており、新たな材料の開発が不可欠となっている。Ruはプラズマを用いた直接加工性に優れるため代替材料の候補として開発が進んでいる。Ruエッチングプロセスにおいて、O<sub>2</sub>ガスにCl<sub>2</sub>ガスを混合したプラズマを用いて効率的にエッチングされることが示されたが<sup>1</sup>、プラズマ中のイオンおよびラジカルがRuエッチング反応に与える効果は明らかになっていない。本研究では質量分離イオンビーム装置を用いてプラズマ中に含まれるO<sup>+</sup>およびCl<sup>+</sup>の個々の反応性を評価した。</p>
<b>実験</b> <b>Experimental</b>	<p>本実験では、1000~4000 eVの範囲のO<sup>+</sup>、Cl<sup>+</sup>、Ar<sup>+</sup>およびNe<sup>+</sup>イオンをRu試料に照射し、エッチングイールド(atoms/ions)を測定することで、O<sup>+</sup>およびCl<sup>+</sup>がRuエッチング反応に与える化学的な効果について評価した。さらに、イオン照射後の試料はX線光電子分光法(XPS)を用いて表面の原子組成及び化学結合状態を測定することで、イオン照射による表面反応層を評価した、</p>
<b>結果と考察</b> <b>Results and Discussion</b>	<p>Ar<sup>+</sup>、Ne<sup>+</sup>照射によるエッチング反応は物理的スパッタリングであるため、質量の近いAr<sup>+</sup>とCl<sup>+</sup>、Ne<sup>+</sup>とO<sup>+</sup>を比較することで、それぞれ化学的な影響を評価した。Ar<sup>+</sup>とCl<sup>+</sup>を比較すると、高エネルギーでCl<sup>+</sup>のエッチングイールドがAr<sup>+</sup>よりも増加しており、化学的にエッチング反応が促進されている。しかし、O<sup>+</sup>とNe<sup>+</sup>を比較すると、低エネルギーのO<sup>+</sup>のエッチングイールドがNe<sup>+</sup>より減少しており、低エネルギーでエッチング反応を抑制されている。O<sup>+</sup>照射後、XPS分析より表面から数 nm程度の酸化層が形成されていることが確認された。酸化層がエッチング反応を抑制していると考えられる。</p>
<b>図・表・数式</b> <b>Figures, Tables and Equations</b>	
<b>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等)</b> <b>Remarks(References and Acknowledgements)</b>	<p>参考文献[1] C. C. Hsu, J. W. Coburn, D. B. Graves, "Etching of ruthenium coating in O<sub>2</sub><sup>-</sup> and Cl<sub>2</sub><sup>-</sup> containing plasmas", Journal of Vacuum Science and Technology, A, Vol. 24 (2006), pp. 1-8</p>

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

<b>DOI (論文・プロシーディング)</b> <b>DOI (Publication and Proceedings)</b>	
<b>口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[1]</b> <b>Oral Presentations etc.</b>	<p>T.Yanagisawa et al. Proceedings of the 45nd International Symposium of Dry Process (DPS2024), (14-15 November, Chitose Civic Center, Hokkaido, Japan) P-13.</p>
<b>特許出願件数</b> <b>Number of Patent Applications</b>	<p>0件</p>
<b>特許登録件数</b> <b>Number of Registered Patents</b>	<p>0件</p>