

# 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 : 2025.03.13]

### 課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	24WS0293
利用課題名 Title	電子ビーム蒸着Au膜とスパッタAu膜の結晶粒の評価
利用した実施機関 Support Institute	早稲田大学 / Waseda 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)
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 計測・分析/Advanced Characterization
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	薄膜/ Thin films, 表面/ Surface, 貴金属/ Noble metals, 結晶粒/ Crystal grain, ダイシング/ Dicing, 電子顕微鏡/ Electronic microscope, 高品質プロセス材料/技術/ High quality process materials/technique, PVD, 蒸着・成膜/ Vapor deposition/film formation, スパッタリング/ Sputtering

### 利用者と利用形態 / User and Support Type

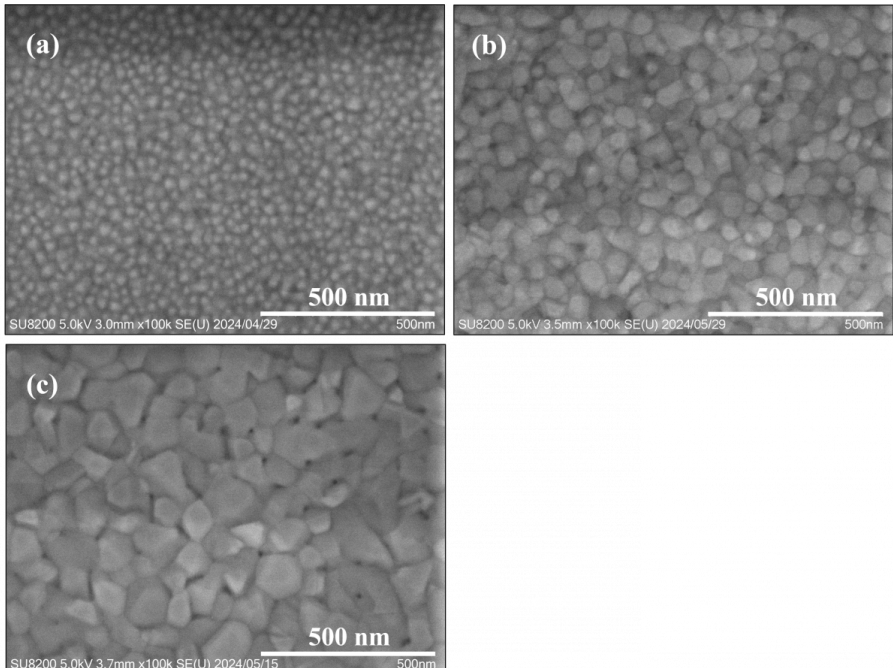
利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	野崎 義人
所属名 Affiliation	早稲田大学 ナノ・ライフ創新研究機構
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	星野 勝美
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	柏木 誠, 伊藤 寿之, 坂口 千佳
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

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

<b>利用した主な設備</b> <b>Equipment ID &amp; Name</b>	WS-027 : ダイシングソー WS-001 : イオンビームスパッタ装置 WS-002 : 電子ビーム蒸着装置 WS-021 : 触針式段差計 WS-012 : 電界放出型 走査電子顕微鏡
---	--

## 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>	電子ビーム蒸着装置と平行平板型の高周波スパッタ装置、イオンビームスパッタ装置で成膜したAu膜表面の結晶粒を電界放出型 走査電子顕微鏡にて観察し、各装置の違いを比較した。
<b>実験</b> <b>Experimental</b>	ダイシングソー (WS-027) (ディスコ製 DAD321) にて寸法20 mm角に切断したSi基板を有機洗浄し、基板の上に電子ビーム蒸着装置 (WS-002) (キヤノンアネルパ製 EVC-1501)、平行平板型高周波スパッタ装置 (キヤノンアネルパ製 SPF-430H)、イオンビームスパッタ装置 (WS-001) (伯東製 MILLATRON 820) の3台の装置を使用し、密着層としてTi、続いてAuを連続成膜した。各層のねらい膜厚はTi : 10 nm、Au : 200 nmで統一した。成膜条件は各装置の標準条件とし、成膜温度は室温でスタートとした。各装置の成膜方法と基板冷却機構が異なるので、同じ室温スタートとしても、成膜中の温度上昇は等しくならない。膜厚はカプトンテープ付Si基板を同時成膜し、成膜後にカプトンテープを剥がして、触針式段差計 (WS-021) (KLA Tecor製 P-15) で測定、確認した。 成膜後、電界放出型 走査電子顕微鏡 (WS-012) (日立ハイテック製 SU8240) (SEM) でAu膜表面の結晶粒を観察した。観察条件は加速電圧、エミッション電流はそれぞれ5kV、15 $\mu$ Aとし、観察画像は二次電子像とした。倍率は50.0k、100k、200kとした。高解像度観察のため、Si基板はカーボンペーストで固定し (画像の振動やドリフト防止)、ワーキングディスタンス (WD) は初期設定8 mmから3 mmに変更して観察した。
<b>結果と考察</b> <b>Results and Discussion</b>	Fig.1 に各装置で成膜したAu膜表面のSEM画像を示す (倍率は100k)。結晶粒の大きさは小さい順に、(a) イオンビームスパッタ装置、(b) 平行平板型高周波スパッタ装置、(c) 電子ビーム蒸着装置 となった。スケールバーからおおよそのAuの結晶粒の大きさを見積もると、(a) 20~30 nm、(b) 50~100 nm、(c) 100~150 nmとなった。 以下、各装置で成膜したAu膜表面の結晶粒の大きさの違いについて考察する。(a) イオンビームスパッタ装置は成膜方法としてArプラズマを発生させたあとでグリッドに電圧をかけて、Ar <sup>+</sup> イオンを引き出して、Auターゲットに当て、成膜している。従って、Si基板が高温のArプラズマから物理的に離れており、成膜中の温度上昇は比較的小さくなっていると考えられる。一方、(c) 電子ビーム蒸着装置は電子ビームをAu材料に照射、熔融、蒸発させてAuを気相状態にして成膜している。気相状態のため、Si基板は高温になり、加えて基板の冷却機構がないため、成膜中の温度上昇は3装置中、最も大きくなっていると考えられる。また、(b) 平行平板型高周波スパッタ装置では、Auターゲット-Si基板間に高周波をかけて、Arプラズマを発生、Ar <sup>+</sup> イオンをAuターゲットに当てて成膜している。基板の水冷機構があるものの、高温のArプラズマとSi基板の物理的な距離が近いため、成膜中の温度上昇が(a) イオンビームスパッタ装置と(c) 電子ビーム蒸着装置の中間程度になっていると考えられる。結果として、成膜中の温度上昇は小さい順に、(a) イオンビームスパッタ装置<(b) 平行平板型高周波スパッタ装置<(c) 電子ビーム蒸着装置になっていると推測される。以上の成膜中の温度上昇の推察を参考文献[1], [2] と照らし合わせると、成膜方法と材料の違いはあるものの、結晶粒の大きさが小さい順に、(a) イオンビームスパッタ装置<(b) 平行平板型高周波スパッタ装置<(c) 電子ビーム蒸着装置となるのは妥当な結果と考えられる。

<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	 <p>Fig.1 SEM images of Au thin film surface deposited by (a) Ion Beam Sputtering System, (b) Parallel Plate Radio Frequency Sputtering System and (c) Electron Beam Vapor Deposition System.</p>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・参考文献[1] J. A. Thornton, J. Vac. Sci. Technol. 11, 666-670 (1974)</li> <li>・参考文献[2] J. A. Thornton, J. Vac. Sci. Technol. A 4, 3059 (1986)</li> <li>・参考文献[3] Y. Golan et al., Surf. Sci. 264 (1992)</li> <li>・参考文献[4] N. Yoshikawa et al., Thin Solid Films 713 (2020)</li> </ul>

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