

# 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	24WS0292
利用課題名 Title	各成膜装置のカバレッジ評価
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 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, カバレッジ/ Coverage, 蒸着・成膜/ Vapor deposition/film formation, ALD, CVD, PVD, スパッタリング/ Sputtering, リソグラフィ/ Lithography, 光リソグラフィ/ Photolithography, 膜加工・エッチング/ Film processing/etching, 電子顕微鏡/ Electronic microscope, 高品質プロセス材料/技術/ High quality process materials/technique

### 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)	星野 勝美
所属名 Affiliation	早稲田大学 理工センター技術部 技術企画総務課
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
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

<b>利用した主な設備</b> <b>Equipment ID &amp; Name</b>	WS-014 : 紫外線露光装置 WS-009 : Deep-RIE装置 WS-012 : 電界放出型 走査電子顕微鏡 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
---	--

## 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>	早稲田大学ナノテクノロジー研究センターに設置している成膜設備間の膜特性の違いを明らかにする目的で、今回は、成膜設備のカバレッジ (付きまわり) を評価した。Line & Space (以降L&Sと略す。) パターンを形成し、その上に各成膜装置を用いて成膜した。その後、劈開した基板断面の観察を行い、成膜設備間のカバレッジの比較を行った。																																			
<b>実験</b> <b>Experimental</b>	基板は2cm角Si基板を使用した。L&Sのレジスト形成には、紫外線露光装置(WS-014)を用いた。条件をTable 1 に示す。レジストパターン形成後、Deep-RIE装置(WS-009)を用い、レジストをマスクにしてSiをエッチングした。その後、レジストを剥離することでL&Sのパターンを作製した。良好に作製できた最小ピッチ幅は2.0 μmであった。 L&Sを形成したSi基板上に、ANELVA電子ビーム蒸着装置(WS-002)、ULVAC電子ビーム蒸着装置(WS-003)、イオンビームスパッタ装置(WS-001)、SPF430Hスパッタ装置を用いて、Ti(200nm設定)を成膜した。同様に、プラズマCVD装置 (WS-030)、原子層堆積(ALD)装置(WS-004)を用いて、それぞれSiO <sub>2</sub> 膜(200 nm設定)、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 膜(100 nm設定)を成膜した。成膜条件は、各装置の標準条件を用いた。2台の電子ビーム蒸着装置では、プラネタリーホルダーにセットした場合と、蒸着源から垂直入射するように設計した基板ホルダーにセットした場合の2種類を検討した。カバレッジの評価には、電界放出型走査電子顕微鏡(SEM)(WS-012)を用いた。成膜後のL&S形成基板を劈開し、断面方向から観察を行った。																																			
<b>結果と考察</b> <b>Results and Discussion</b>	Fig.1にDeep-RIE装置でエッチング、レジスト除去後の断面SEM像を示す。図のように、Siは垂直にエッチングされている。Fig.2、Fig.3に成膜後の断面SEM像を示す。完全な断面真横方向からの観察が難しく、図中○で示したパターンエッジにおける膜の連続性から、壁の側面に膜が付着しているか、壁の側面を観察しているかを判断した。カバレッジの指標として、SEM像の側面の厚さを上面の厚さで除した値を用いた。結果をTable 2 に示す。表のように、イオンビームスパッタ装置、基板ホルダーを用いた2台の電子ビーム蒸着装置では、側面にほとんど膜が付着していない。これらは、蒸着あるいはスパッタされた粒子の基板に対する入射方向が、ほぼ垂直であるため、L&Sの壁の側面には膜が付着しにくいと考えられる。また、プラズマCVD装置、原子層堆積(ALD)装置は、カバレッジの値が高く、L&Sパターンの全面に膜が形成されている。これらは、化学反応を原理とした装置であり、反応ガスがL&Sの側面にも流入されるため、パターン側面にも膜が形成されたと考えられる。特にALD装置ではカバレッジの指標が100%であり、パターン全面均一に膜が付着していることを確認した。																																			
<b>図・表・数式 1</b> <b>Figures, Tables and Equations 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #00b050; color: white;"> <th style="text-align: center;">工程</th> <th style="text-align: center;">装置</th> <th style="text-align: center;">薬品</th> <th style="text-align: center;">条件</th> <th style="text-align: center;">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O<sub>2</sub>アッシング</td> <td>プラズマリアクター</td> <td>-</td> <td>RF power 300W, 3min</td> <td></td> </tr> <tr> <td>OAP塗布 ベーク</td> <td>スピコーター ホットプレート</td> <td>OAP</td> <td>3000 rpm 30 sec 200°C 10 min</td> <td></td> </tr> <tr> <td>レジスト塗布 ベーク</td> <td>スピコーター (小型) ホットプレート</td> <td>TSMR V90 27CP</td> <td>500 rpm 10 sec 3000 rpm 30 sec 90°C 1 min</td> <td>膜厚1.2μm(実測)</td> </tr> <tr> <td>露光</td> <td>UV露光装置</td> <td>-</td> <td>フォトマスク L/S 用 Hard Contact 露光量: 56.7 mJ/cm<sup>2</sup> 115°C 90 sec</td> <td>露光時間: 1.6sec</td> </tr> <tr> <td>PEB</td> <td>ホットプレート</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>現像</td> <td>アルカリ ドラフト</td> <td>NMD3</td> <td>1 min 水洗 約2 min スピンドライ</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Table 1. Resist mask fabrication process</p>	工程	装置	薬品	条件	備考	O <sub>2</sub> アッシング	プラズマリアクター	-	RF power 300W, 3min		OAP塗布 ベーク	スピコーター ホットプレート	OAP	3000 rpm 30 sec 200°C 10 min		レジスト塗布 ベーク	スピコーター (小型) ホットプレート	TSMR V90 27CP	500 rpm 10 sec 3000 rpm 30 sec 90°C 1 min	膜厚1.2μm(実測)	露光	UV露光装置	-	フォトマスク L/S 用 Hard Contact 露光量: 56.7 mJ/cm <sup>2</sup> 115°C 90 sec	露光時間: 1.6sec	PEB	ホットプレート				現像	アルカリ ドラフト	NMD3	1 min 水洗 約2 min スピンドライ	
工程	装置	薬品	条件	備考																																
O <sub>2</sub> アッシング	プラズマリアクター	-	RF power 300W, 3min																																	
OAP塗布 ベーク	スピコーター ホットプレート	OAP	3000 rpm 30 sec 200°C 10 min																																	
レジスト塗布 ベーク	スピコーター (小型) ホットプレート	TSMR V90 27CP	500 rpm 10 sec 3000 rpm 30 sec 90°C 1 min	膜厚1.2μm(実測)																																
露光	UV露光装置	-	フォトマスク L/S 用 Hard Contact 露光量: 56.7 mJ/cm <sup>2</sup> 115°C 90 sec	露光時間: 1.6sec																																
PEB	ホットプレート																																			
現像	アルカリ ドラフト	NMD3	1 min 水洗 約2 min スピンドライ																																	

図・表・数式 2  
Figures, Tables and  
Equations 2

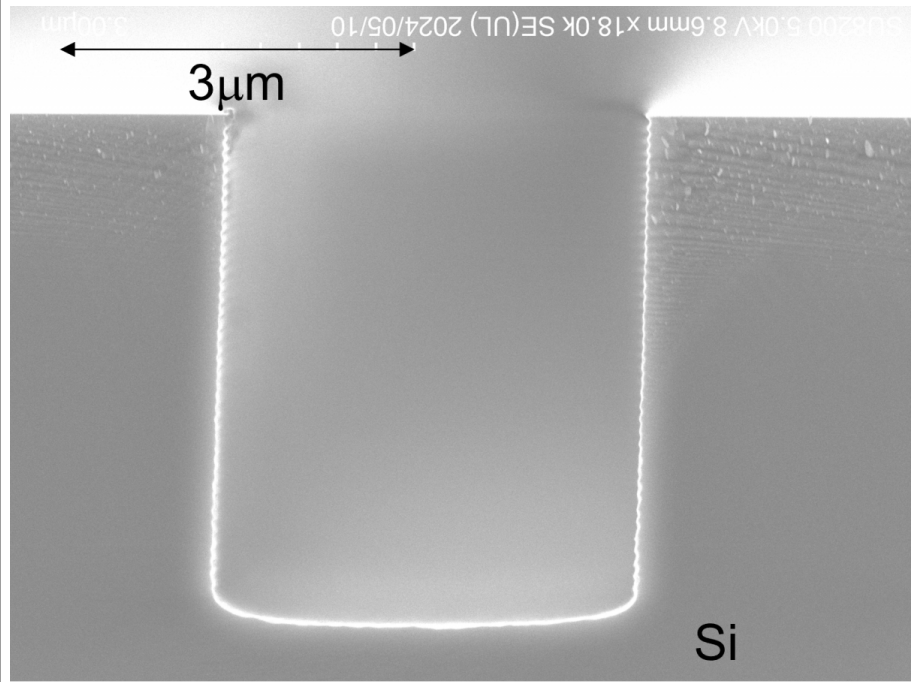


Figure 1. Cross-sectional SEM image of Line & Space after DEEP-RIE process

図・表・数式 3  
Figures, Tables and  
Equations 3

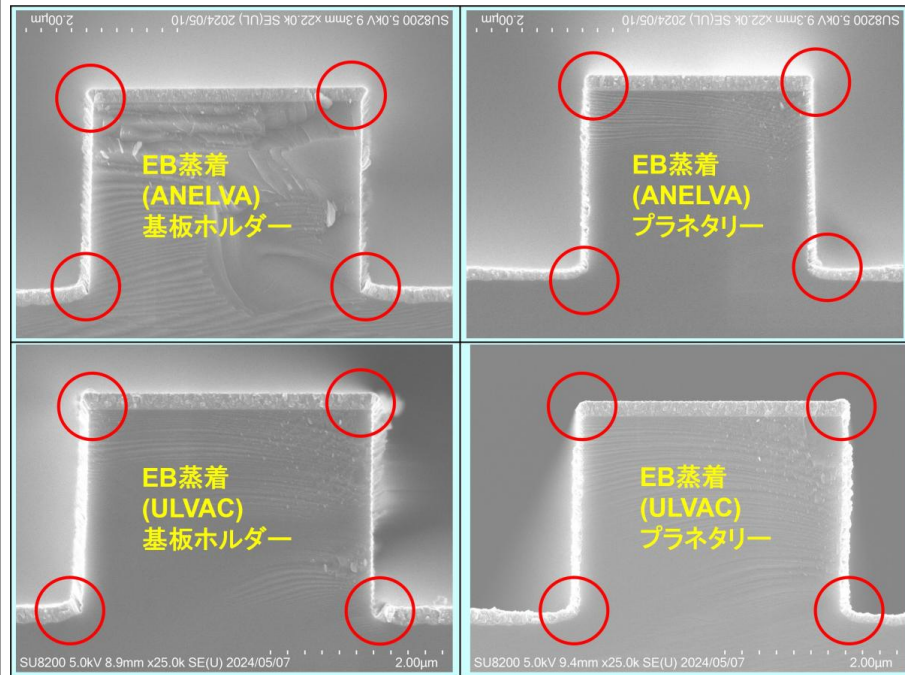


Figure 2. Cross-sectional SEM images after several deposition tools (1)

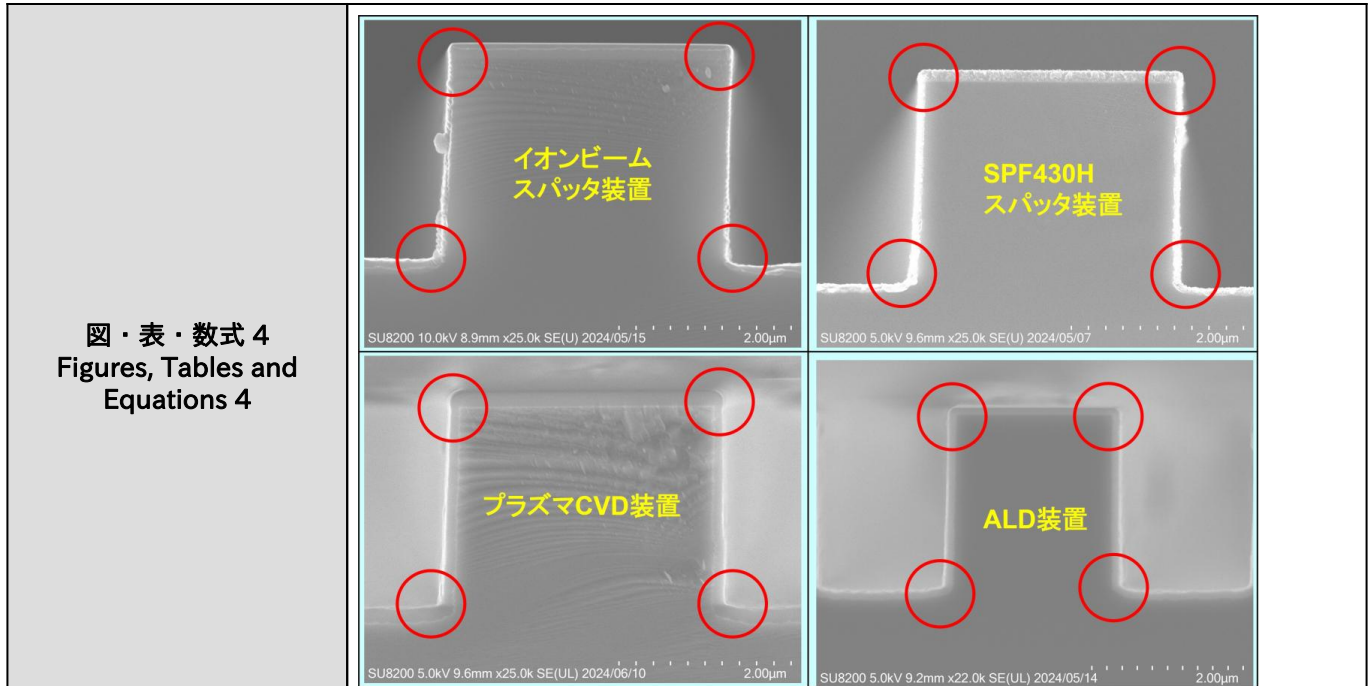


Figure 3. Cross-sectional SEM images after several deposition tools (2)

図・表・数式 5  
Figures, Tables and Equations 5

成膜装置	カバレッジ(%) (側面厚さ/上面厚さ)
ANELVA EB蒸着* 専用基板ホルダー	~0
プラネタリー	30~40
ULVAC EB蒸着 専用基板ホルダー	~0
プラネタリー	30~40
イオンビームスパッタ	~0
SPF430H スパッタ	50~60
ALD	100
TEOS プラズマCVD	~85

Table 2. Coverage ratio for each deposition tool

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) DOI (Publication and Proceedings)	
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文 Oral Presentations etc.	
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件

<b>特許登録件数</b> <b>Number of Registered Patents</b>	0件
--	----