

# 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 : 2024.03.31]

### 課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	23KT1215
利用課題名 Title	選択的なウェットエッチングを可能とする基板表面処理剤の開発
利用した実施機関 Support Institute	京都大学 / Kyoto Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	外部利用/External Use
横断技術領域 Cross-Technology Area	計測・分析/Advanced Characterization
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	ウェットエッチング, BHF, 選択的保護, SiO <sub>2</sub> , Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> , 選択比, エリプソメトリ / Ellipsometry

### 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)	望田 憲嗣
所属名 Affiliation	株式会社ダイセル
共同利用者氏名 Names of Collaborators in Other Institutes Than Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Collaborators 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	KT-311 : 分光エリプソメーター
---------------------------------	---------------------

### 報告書データ / Report

<p>概要（目的・用途・実施内容） Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>半導体製造において、窒化ケイ素（<math>\text{Si}_3\text{N}_4</math>）と酸化ケイ素（<math>\text{SiO}_2</math>）は最も一般的に使用される誘電体材料である。これらは、ガスパッシベーション、絶縁、CMP（化学的機械研磨）用ストッパーなど、さまざまな用途で使用されている。<math>\text{Si}_3\text{N}_4</math>は<math>\text{SiO}_2</math>よりもエッチング耐性が高いため、<math>\text{SiO}_2</math>のエッチングプロセスの影響を受けてしまう。このため、これら2つの材料を組み込んだデバイスの製造においては、被加工膜のエッチング量を加味して製造プロセスを構築する必要がある。フッ酸（HF）、バッファードフッ酸（BHF）、リン酸（<math>\text{H}_3\text{PO}_4</math>）などの一般的なエッチング液に対するこれらの材料のエッチング選択性は、製造時にかなり懸念される課題であった。例えば、<math>\text{Si}_3\text{N}_4</math>と<math>\text{SiO}_2</math>を積層した3次元NANDゲートのリセス加工では、アイソレーション層である<math>\text{SiO}_2</math>の損失を抑えるために、<math>\text{H}_3\text{PO}_4</math>エッチングの段階で<math>\text{SiO}_2</math>に対する<math>\text{Si}_3\text{N}_4</math>の高いエッチング選択性が要求される。そのため、容易にスケールアップでき、半導体製造プロセスに適用できる新しい選択的エッチングプロセスの開発に大きな関心を持たれている。</p>														
<p>実験 Experimental</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. およそ2cm x 2cmにカットした<math>\text{SiO}_2</math>膜or <math>\text{Si}_3\text{N}_4</math>膜付き基板を調製する。</li> <li>2. <math>\text{SiO}_2</math>膜or <math>\text{Si}_3\text{N}_4</math>の膜厚を分光エリプソメータ（大塚電子製FE5000）にて評価する。</li> <li>3. 上記<math>\text{SiO}_2</math>膜or <math>\text{Si}_3\text{N}_4</math>膜付き基板を所定濃度の水溶性樹脂水溶液に10秒間浸漬する</li> <li>4. 上記基板をBHF110に5分間浸漬する。</li> <li>5. エッチング後の膜厚を分光エリプソメータにて測定する。</li> <li>6. エッチング後の表面粗さを走査型プローブ顕微鏡にて評価した。上記3,4はドラフトチャンバーにて実施する。</li> </ol>														
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>熱酸化膜(Th-<math>\text{SiO}_2</math>)付き基板あるいは窒化膜(LPCVD法-<math>\text{Si}_3\text{N}_4</math>)付き基板を各種水溶性樹脂で処理し、その後BHF110でエッチングした際のエッチングレートを評価した。熱酸化膜では、そのエッチングレートは未処理の基板、水溶性樹脂で処理した基板とも同程度であった。一方、窒化膜においては、水溶性樹脂で処理した場合にBHFによるエッチングおよび表面粗さを抑制できることが分かった。水溶液の濃度、長期保存、などがエッチング抑制に及ぼす効果を評価中である。</p>														
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Etching Rate (nm/min)</th> </tr> <tr> <th>LP-CVD <math>\text{Si}_3\text{N}_4</math></th> <th>Th-<math>\text{SiO}_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>コーティング無</td> <td>17.6</td> <td>68.0</td> </tr> <tr> <td>水溶性樹脂 A</td> <td>3.9</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>水溶性樹脂 B</td> <td>4.6</td> <td>65.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>表1. 水溶性樹脂で処理した基板のBHF 1 1 0によるエッチングの速度</p>		Etching Rate (nm/min)		LP-CVD $\text{Si}_3\text{N}_4$	Th- $\text{SiO}_2$	コーティング無	17.6	68.0	水溶性樹脂 A	3.9	-	水溶性樹脂 B	4.6	65.3
	Etching Rate (nm/min)														
	LP-CVD $\text{Si}_3\text{N}_4$	Th- $\text{SiO}_2$													
コーティング無	17.6	68.0													
水溶性樹脂 A	3.9	-													
水溶性樹脂 B	4.6	65.3													
<p>図・表・数式 2 Figures, Tables and Equations 2</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ra(nm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>コーティング無</td> <td>7.2</td> </tr> <tr> <td>水溶性樹脂 A</td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td>水溶性樹脂 B</td> <td>2.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>表2. 水溶性樹脂で処理したLP-CVD <math>\text{Si}_3\text{N}_4</math>膜のBHF 1 1 0による表面粗さの変化</p>		Ra(nm)	コーティング無	7.2	水溶性樹脂 A	1.9	水溶性樹脂 B	2.7						
	Ra(nm)														
コーティング無	7.2														
水溶性樹脂 A	1.9														
水溶性樹脂 B	2.7														
<p>その他・特記事項（参考文献・謝辞等） Remarks(References and Acknowledgements)</p>															

### 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>	

<b>特許出願件数</b> <b>Number of Patent Applications</b>	5件
<b>特許登録件数</b> <b>Number of Registered Patents</b>	0件