



## 太陽電池シリコンウェハ用 表面処理剤

中川 和典 なかがわ かずのり  
機能化学品研究所 界面活性剤研究グループ

現在のエネルギー供給源は、石油や石炭を利用した火力発電もしくは原子力発電が主流であるが、資源枯渇による原料供給不安やCO<sub>2</sub>排出などの環境配慮、あるいは安全性などの事情から、これらに替わるエネルギー供給源がさまざまな形で提案されている。

代表的なものとしては太陽光発電や風力発電があり、これらは、新エネルギーとよばれている<sup>1)</sup>。

その中でも、太陽光発電は2006年までの10年間で導入量が約30倍<sup>2)</sup>になるなどの実績があるだけでなく新エネルギーの中で占める割合としては、2005年の3%から2030年には約40%を占めるとの見込みもあり、日本を代表する新エネルギーと位置づけられている<sup>3)</sup>。

### 1. 太陽電池の性能を高める表面処理技術

太陽電池の種類としては、現在、結晶シリコンを利用したものが最も一般的で、国内生産量の約85%を占めており<sup>4)</sup>、高効率で安価な製品を供給し、広く一般に普及させるべく国内外のメーカーが研究を進めている。

結晶系太陽電池は、原料シリコンからインゴット、シリコンウェハの製造、その後、熱拡散処理、反射防止膜や電極の取り付けなどを含むセル工程から、モジュール工程を経て太陽光発電システムとして作り上げられる。

各工程には、太陽電池の性能を高め、コストを低く抑える工夫が随所に織り込まれている。これら工程の中でも、シリコンの塊を薄くスライスして製造されるシリコンウェハの製造工程は、太陽電池の基礎を形成する重要な工程の一つである。

シリコンウェハの製造工程はスライス、洗浄、エッチング工程からなるが、いずれの工程においても、「表面」を処理する「表面処理剤」が重要となる。

ここで活躍する表面処理剤として、スライス工程では、シリコンをスライスするためのワイヤーとシリコンとの間の摩擦を軽減するクーラント、洗浄工程では、スライス時

に発生した汚れを除去する洗浄剤、エッチング工程ではシリコンウェハ表面にピラミッド状の表面構造処理を施すために使用されるエッチング液がある。いずれも、シリコンウェハおよび太陽電池の性能を高める薬剤として非常に重要である。

本稿では、特に洗浄工程とエッチング工程における太陽電池シリコンウェハ用表面処理剤の技術的課題や解決方法の当社の取り組みについて述べる。

### 2. 結晶系太陽電池を支えるシリコンウェハ

#### 1) 洗浄工程

シリコンウェハはインゴットとよばれるシリコンの塊を薄くスライスして製造される。インゴットをスライスする方法は大別して2種類あり、ワイヤーに炭化ケイ素などの砥粒と、潤滑性や冷却性付与のためにポリエチレングリコールなどを主成分としたクーラントをかけながらスライスする遊離砥粒方式と、ダイヤモンド砥粒を固着させたワイヤーに、クーラントのみをかけながらスライスする固定砥粒方式とがある。

最近の傾向では、遊離砥粒方式よりコストが安価であり、加工時間が短縮される、あるいはより薄くスライスできるなどの理由から、特に日本国内では固定砥粒方式に移行している<sup>5)</sup>。

遊離砥粒方式では砥粒、クーラント、シリコン粉が、固定砥粒方式ではクーラント、シリコン粉が主な汚れとしてウェハの隙間に残るため、スライス後のシリコンウェハは洗浄する必要がある。

シリコンウェハの洗浄工程には大きく分けて、粗洗浄と仕上げ洗浄がある。

インゴットは、台に接着された状態で1枚あたり120～200μmの厚さとなるようにスライスされる。スライスされたウェハは、台に接着された状態のまま洗浄される粗洗浄工程、次いで台から剥離し、専用のホルダーに

セットして洗浄される仕上げ洗浄工程に送られる。粗洗浄、仕上げ洗浄工程の後、ウェハは検査工程を経てエッチング工程へと供給される。

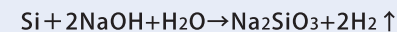
遊離砥粒方式と固定砥粒方式では、汚れの種類あるいはウェハの表面状態が異なるため、たとえば洗浄剤、エッチング液の種類や濃度の変更、温度条件の変更など、スライス方法に合わせた洗浄条件、エッチング条件を検討する必要がある(図1)。

#### 2) エッチング工程

仕上げられたシリコンウェハは入射した太陽光を効率よく取り込むために、テクスチャーと呼ばれる表面構造処理が施される。

単結晶シリコンウェハの場合、テクスチャーを形成する最も一般的な方法は、シリコンウェハをアルカリの水溶液に浸漬してエッチングするものであり、この結果、シリコンウェハの表面にはピラミッド型の凹凸構造ができる。

シリコンのアルカリエッチングは以下の反応式で示される。



シリコンウェハのアルカリエッチングは結晶面方位によってエッチング速度が異なり、(100)面が最も速く、(111)面が最も遅い。結果として、一定時間エッチング

することにより、ピラミッド型のテクスチャーが形成される。

通常、アルカリとしては、水酸化ナトリウムや水酸化カリウムの水溶液が用いられるが、ウェハ表面に均一なテクスチャーを形成させるためには、エッチングをコントロールする添加剤が必要である。

添加剤としては、イソプロピルアルコール(IPA)が主流だが、安全衛生面や変換効率の向上などの観点から、性能向上品の提案が求められる。

要望されるテクスチャーを有するウェハを得るためには、エッチング液の性能だけでなく、その前の洗浄工程やスライス工程も非常に重要な要因とされる。

当社では、洗浄工程とエッチング工程を太陽電池の高性能化につながる重要ステップと考え、良質なシリコンウェハを製造するための表面処理剤として洗浄剤とエッチング液の開発研究を行っている。

### 3. 洗浄剤・エッチング液で作る良質なテクスチャー

#### 1) 洗浄剤に求められる性能

洗浄剤は、水、界面活性剤、アルカリ成分、キレート剤など、さまざまな薬品の混合液である。

粗洗浄および仕上げ洗浄ともウェハ同士の間隔は非常に狭く、隙間に入り込んで汚れを除去するための高い浸透性が求められる。

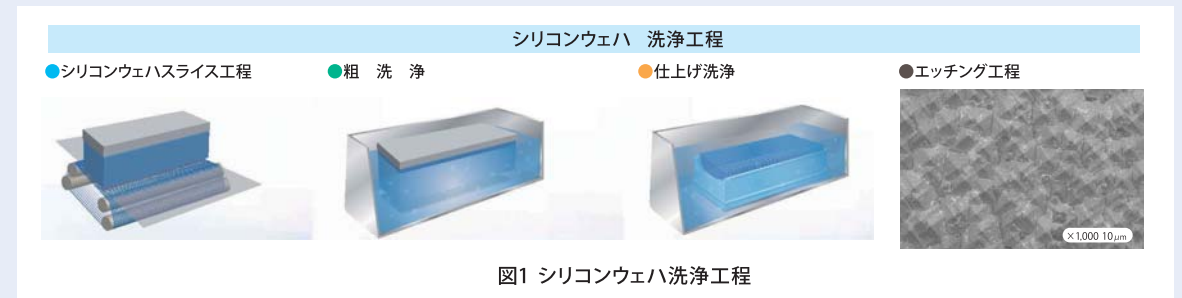


図1 シリコンウェハ洗浄工程