

ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	3. 資源・エネルギー
中項目	3-1. 電池
小項目	3-1-8. 太陽電池シリコン

<p>概要（200字以内）</p>	<p>現在生産されている太陽電池の約60%は多結晶系である。その技術課題には、基板シリコンの薄型化および反射損失低減などがある。アモルファスシリコンの堆積条件を変えることによって得られる微結晶シリコン膜や、シリコン粒子を用いた太陽電池も注目されている。これらシリコン系太陽電池では、原料シリコンの低コスト製造が共通した重要課題である。また、リボン結晶などのスライスレス多結晶ウエハ製造技術も古くから検討されている。</p>
	<p style="text-align: center;">一般的な多結晶シリコン太陽電池の構造</p>
<p>現状と最前線</p>	<p>太陽電池の全世界における年間生産量は、過去10年間で年平均35%のペースで増加を続けており、2005年には1,759 MWに達している。そのうちの約94%が結晶シリコン太陽電池であり、その中でも多結晶シリコン太陽電池は約60%（残りのほとんどは単結晶シリコン）という大きなシェアを占めており、当面、太陽電池の主流であると予想される。</p> <p>（多結晶シリコン太陽電池の高効率化）</p> <p>多結晶シリコンは、不ぞろいの結晶方位や、結晶粒界の存在のために、太陽電池特性は若干劣る。効率向上の方法として、表面での光の反射による損失を低下させる技術が重要である。従来の単結晶シリコン太陽電池においては、(100)面をアルカリ水溶液でウエットエッチングすることによって形成されるピラミッド状の表面凹凸構造が利用されてきた。しかし、多結晶シリコン太陽電池においては、様々な結晶方位の結晶粒からなるために、この方法は有効ではなく、新たな方法が求められてきた。これまでに、機械加工法、ドライエッチング法など</p>

が開発されてきたが、低反射率は得られるもののコスト面での課題が多い。フッ酸と硝酸の混合液を用いた処理による凹凸構造形成法が開発され、反射率低下の点で不十分な点があるものの、その量産性の高さから期待されている。また、最近、微粒子触媒を用いて、低反射率の凹凸表面をつくる方法が見出され、実用化が期待されている。

(薄膜シリコン太陽電池)

薄膜シリコン太陽電池は、多結晶シリコン太陽電池よりもさらに効率は劣るものの、ガラス、金属、プラスチックなどの安価な基板の上に、化学気相成長法(CVD)によりSi薄膜を堆積して作られ、薄膜の厚みは1 $\mu$ m程度であり、Si原料使用量が少ないという点で長所がある(生産量シェアは約5%)。しかし、一層の普及には効率ならびに生産性の改善といった重要な課題がある。高効率化については、多接合化が検討されており、アモルファスと微結晶シリコンのとの2接合太陽電池などが開発されている。

(シリコン原料および多結晶シリコン材料の製造)

高効率化に加えて、重要なのは低コスト化である。太陽電池材料である多結晶シリコンウエハのコストは、太陽電池システム全体の約半分であり、そのコストを低下させることが重要である。そのために、近年、できるだけ使用材料量を減らすために、ウエハの薄型化が進められている。現状では、180 $\mu$ m程度が最も薄いものであるが、将来的には50 $\mu$ m程度まで薄くすることが目標とされている。そのため、薄くしたときの機械的強度や光閉じ込め技術などの研究開発が活発におこなわれている。また、ウエハを薄くしたとしても、インゴットからウエハを切り出すときに、現状の機械的切断法では、切り白の部分約150 $\mu$ m程度が無駄になっている。これを解決するために、スライスレスでウエハをつくるためのリボン結晶成長技術が昔から研究されているが、品質の面で現状のインゴットを作る方法と比べて劣っており、今後の改良が期待される。さらに、スライスレスな方法として、球状のSi多結晶粒をSi融液から作り、それを用いた球状太陽電池も、近年、有効な方法として研究されている。

シリコン系太陽電池の最も根本的な問題として、シリコン原料製造の問題がある。現状のシリコン原料は、シーメンス法という半導体集積回路の素子原料用に開発された方法で製造されており、高コストである。今後、太陽電池用として、より低コスト・高量産性の製造法の開発が望まれる。

#### 将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

多結晶Si太陽電池の高効率化技術、薄型Si太陽電池

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

太陽電池用シリコン原料製造技術、リボン多結晶Si太陽電池、球状Si太陽電池

#### キーワード

太陽電池・シリコン・多結晶シリコン・薄膜シリコン・粒状シリコン

(執筆者：松村 道雄)