

ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	4. ナノ機能・応用
中項目	4-3. エネルギー
小項目	4-3-6. 太陽電池

概要（200字以内）	
<p>ナノ構造を有する材料は、その高い比表面積に由来する表面効果や、ナノ空間への閉じ込め効果（量子サイズ効果）などにより、特有の光・電子機能を示す。これらのナノ機能の太陽電池への利用法として、表面効果を利用したものとしては、現在、色素増感太陽電池を中心に実用化を目指した開発が進められている。また、ナノ空間への閉じ込め効果によるバンドギャップ変調を、太陽電池に応用しようとする研究も始められている。</p>	<p style="text-align: center;">Table of contents</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 概要 2. 現状と最前線 <ol style="list-style-type: none"> (2.1) 研究の現状 (2.2) 実用化に向けた方向性 3. 将来予測と方向性
現状と最前線	
<p>(2. 1) 研究の現状</p> <p>全ての太陽電池において、いかに太陽光を取りこぼさずに吸収できるかが、その高性能化の鍵を握っている。</p> <p>色素増感太陽電池の開発においては、光電極を高い比表面積を持つナノ微粒子膜にすることによって、太陽光の吸収を担う色素と光電極が接合した表面（界面）を増やし高効率化を実現したことが実用化に大きく近づくブレークスルーとなった。現在でも、光電極にナノロッドなどの他のナノ構造体を用いることによって高効率化を目指す試みは続けられている。</p> <p>また、無機太陽電池で最も普及しているシリコン太陽電池においては、ナノ構造を利用して光をシリコン内部に閉じ込める研究が進んでいる。シリコン表面にテクスチャーやポーラス状のナノ構造を形成し、入ってくる太陽光の反射率を低下させる手法は、簡便に太陽電池の効率を向上できる技術として有望視されている。</p> <p>上記の二つの例は、主に表面のナノ形状を利用するものであるが、最近、電子をナノ構造の内部に閉じ込めることによって発現する量子効果を太陽電池に利用する試みが始まっている。そのようなナノ構造は量子ドットと呼ばれ、そのサイズを小さくすることによって、材料のバンドギャップを大きくすることができる。なお、個々の量子ドットは原子のような鋭く強い吸収線を示し、サイズがそろった量子ドットは太陽光の広いスペクトル領域を利用するには適</p>	

さない。しかし、量子ドット間の距離を縮めそれらの間で相互作用を起こさせる（結合させる）ことによって、分子・固体と同様な幅の広い吸収帯を形成させることもできる。このような量子ドットを利用した、新しい太陽電池の開発が期待されている（図1）。

さらに、光の閉じ込めについては、従来のシリコン太陽電池でも広く用いられている反射防止膜の進化形ともいえるフォトリソニック結晶の利用が検討されている。フォトリソニック結晶とは、誘電率を光の波長程度で周期的に三次元的に変化させることで、結晶における電子が形成するバンドに類似した、光のバンド構造を形成させたものである。このフォトリソニックバンドも、太陽電池の高効率化を実現する新技術として注目を集めている。

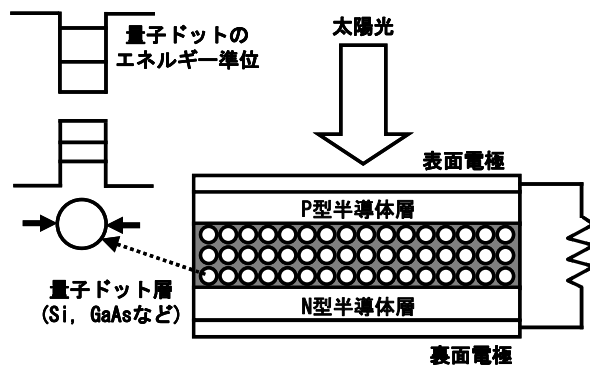


図1. 量子ドット太陽電池

(2. 2) 実用化に向けた方向性

単結晶シリコン太陽電池では、反射率低下のために、アルカリ溶液による異方性エッチングによって形成されるマイクロメートルオーダーのテクスチャー表面が実用的に利用されている。しかし、多結晶シリコンについては、結晶グレインがランダムに配向しているため、この方法では十分なテクスチャー表面を形成することができず、製品によってはプラズマエッチングが用いられている。また、新たな溶液処理法の開発も進められており、これらの中には、サブミクロンの凹凸構造を利用したものもある。

色素増感太陽電池のナノ構造電極についても、太陽電池の耐久性などの課題が克服できれば、実用化技術として見なすことができよう。

量子効果の利用については、量子ドット結合を利用した太陽電池やフォトリソニック結晶の作製には、ナノ構造を三次元的に規則正しく並べる技術が必要となり、実用化までにはさらに技術的課題の克服が必要であると思われる。

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
 - 高効率光電変換を可能にする新しいナノ構造光電極の開発（色素増感太陽電池）
 - 簡便な太陽電池表面ナノ構造形成技術の開発（シリコン太陽電池）
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 規則的に配列した量子ドット形成技術などの内部ナノ構造形成技術の開発
 - 内部ナノ構造を利用した新型太陽電池の市場投入

キーワード

・ 太陽電池 ・ 色素増感太陽電池 ・ 低反射率表面シリコン太陽電池 ・ 量子ドット ・ フォトリソニック結晶

（執筆者：松村道雄）