

技術開発レポート

フィルム基板アモルファスシリコン太陽電池の開発

1. はじめに

富士電機では、太陽電池を重要な将来事業の一つと位置づけ、量産技術の開発に取り組んできた。その成果として、熊本に太陽電池専用工場を建設し、2006年より稼働させている。熊本工場には、幅1m、長さ2200m、厚さ：50 μ mのポリイミドフィルム基板を用いる生産ラインが導入されており、現在24MW/年程度の生産能力を持つ。富士電機の太陽電池は、耐熱性プラスチックフィルムを基板として用いたアモルファスシリコン(a-Si)系の薄膜シリコン太陽電池である。太陽電池モジュールは、ガラスを用いず支持部材に直接貼り付け樹脂フィルムで保護する構造をしており、これにより、「軽量・大面積・フレキシブル」を実現している。この「軽量・フレキシブル」の特徴を活かした製品例として「金属屋根材貼付型太陽電池モジュール」がある。これは従来の鋼板屋根と同じく軽い特徴を備えており、体育館等の公共施設の屋根などへの使用が見込まれる。

2. フィルム基板太陽電池の構造

富士電機の太陽電池は、アモルファスシリコン(a-Si)/アモルファスシリコンゲルマニウム(a-SiGe)のタンデム構造太陽電池(タンデムセル)である(図1)。タンデムセルは利用する光の波長領域が異なる発電素子を複数積層したものであり、太陽光を有効に活用できる。

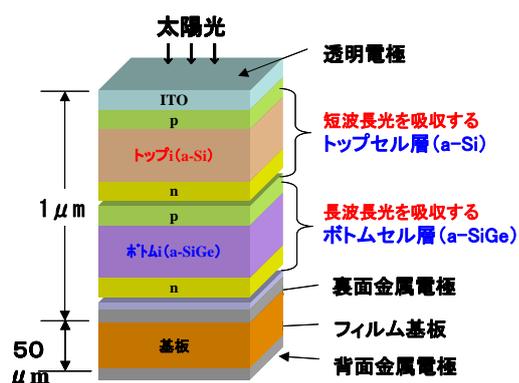
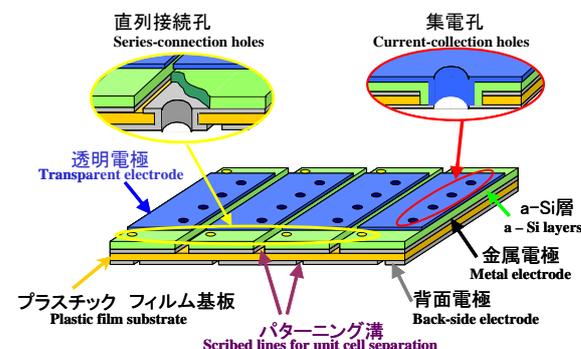


図1 a-Si/a-SiGe太陽電池

また、絶縁性を示す耐熱性プラスチックフィルム基板の特性を活かして、独特な直列構造(SCAF構造)を開発し、適用している(図2)。この構造の特徴は、ホール形成装置により基板に多数形成される直径1mm程度の穴にある。これらの穴は2種類に分類され、異なった機能を持っている。透明電極が形成されている発電面に形成された穴は、透明電極と基



SCAF : Series-Connection through Apertures Formed on Film Substrate

図2 SCAF構造

板の反対面に形成された背面電極との電氣的接続を行う「集電孔」になる。集電孔は透明電極における集電を助け、抵抗ロスを低減する役割を持つ。一方、発電領域の外側に形成されている穴は、レーザーで形成されるパターニング溝で分類された最小単位の太陽電池を直列接続する「直列接続孔」である。金属電極と背面電極のパターニング溝は半周期ずれており、直列接続孔が隣接するユニットセルを外部配線無しで接続することを可能とする。

また、薄膜太陽電池では高い変換効率を得るために、金属電極表面に凹凸(テクスチャー)を形成し、光を散乱させて内部に閉じ込める光閉じ込めが重要になる。従来、金属電極表面に凹凸を付けるには、製膜温度を400 $^{\circ}$ C以上に設定していたが、富士電機の太陽電池はプラスチックフィルム基板を使用しているため、製膜温度を300 $^{\circ}$ C以下にする必要があった。そこで、低温でも良好な凹凸が得られるよう、従来のAg電極材料に微量のAlを添加し、それを選択的酸化によりテクスチャーを形成する技術を開発した。これにより、製膜温度が300 $^{\circ}$ C以下でも反射率や導電率の低下なしに良好な凹凸を得ることが可能となり、電流密度が増加し、変換効率が向上した。

3. 次世代太陽電池への取り組み

現在、「軽量・フレキシブル」という特徴を保持したまま、効率を向上させる取り組みを行っている。a-SiGeに代わって微結晶シリコン(μ c-Si)をボトムセルに適用するというものである。①より長波長の光を吸収できる、②光劣化しないことなどから、高効率化が期待できる。

稲貝 ふみ(富士電機ホールディングス)
(平成21年12月22日受付)