

太陽電池封止材とポリオレフィン

池野 元^a

太陽光発電は、エネルギー源が無限でクリーンな環境にやさしい発電であり、この数年間で大きく伸長している分野である。太陽光発電に使用される太陽電池にはセルの保護のためポリオレフィン系の封止材が用いられており、主としてEVAが使用されている。本稿では太陽電池の概要とモジュールの耐久性向上に優れたポリオレフィン系封止材の特長について説明する。

1. はじめに

太陽光発電は、エネルギー源が無限でクリーンな環境にやさしい発電であり、ここ数年間で大きく伸長している分野である。太陽光発電に使用される太陽電池は10年以上の長期に渡り屋外で使用されるため、セルや配線を衝撃や紫外線、水分などから保護するためポリオレフィン系の封止材が使用されている。

封止材には従来からEVA（エチレン・酢酸ビニル共重合体）が用いられているが、分解による酢酸の脱離や水蒸気バリア性の不足からモジュールの耐久性に問題が発生する事例が見られる。

本稿ではこの問題点を改良し、モジュールの耐久性を向上させる新しいポリオレフィン系封止材の特長について説明する。

2. 太陽電池と封止材の種類と市場

太陽電池封止材は、1970年代後半にNASAのジェット推進研究所で宇宙利用を目的とした太陽電池開発プロジェクトにおいて開発された。

各種材料を評価し、透明性、柔軟性、成形性、部材との接着性、価格の点からEVAが選択され、それ以降、パーオキサイドで架橋されたEVAが標準材料となった。現在ではEVA以外に、アイオノマー、PVB（ポリビニルブチラール）なども使用され始めている。

太陽電池の種類としては、大きくシリコン系、化合物系、有機系に分類される（Fig.1）。最も広く用いられているのはシリコン系であり、コストの点から多結晶系が主流となっている。

種類	特徴	変換効率	
シリコン系 	単結晶系	変換効率が高いが高コスト	~20%
	多結晶系	単結晶より変換効率低いが低コスト 現在の主流	~18%
	非結晶系	アモルファスシリコンを基板上に成形 シリコンの使用量が少なく低コスト	~10%
化合物系	CIS系	セレン、インジウム、銅などが原料 薄膜型、低コスト	~14%
	CdTe系	カドミウム、テルルが原料 薄膜型、低コスト、毒性が懸念	~11%
有機系	色素増感	導電性透明電極(TCO電極)、光を 吸収する酸化チタン(TiO ₂)を使用	(~11%)
	有機薄膜	有機半導体を使用、塗布のみで製造 可能、低コスト化の可能性	(~11%)

()は研究段階におけるデータ

Fig.1 太陽電池の種類

近年、量産が始められたのが化合物系であり、中でもCIS系は、多結晶シリコン系に近い変換効率で、コスト面でも有利であるため、今後の普及が期待される。

2011年の太陽光発電の導入量は27GWに達し、この10年間で約70倍の大きな伸びを示した。封止材の樹脂量に換算すると20万t超となる。Fig.2にEPIA発表の太陽電池導入量から概算した封止材向け樹脂概算使用量を示す。

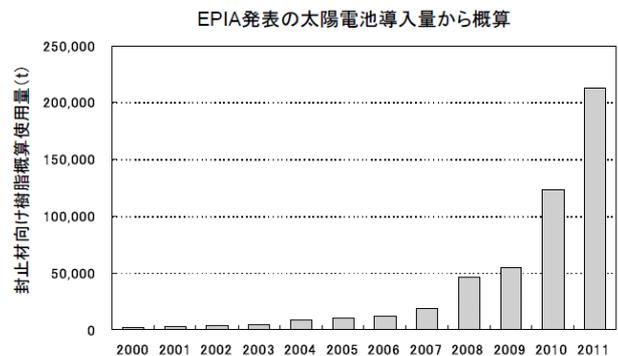


Fig.2 封止材向け樹脂概算使用量

a 日本ポリエチレン(株) 研究開発センター

主な市場は欧州であり、2011年はイタリアとドイツで販売量の過半数を占める (Fig.3)。これはフィードインタリフ (FIT) と呼ばれるエネルギーの固定価格買取制度の影響が大きい、急激な太陽光発電の普及による費用負担の増大のため、欧州各国の FIT 政策は縮小の方向となっている。

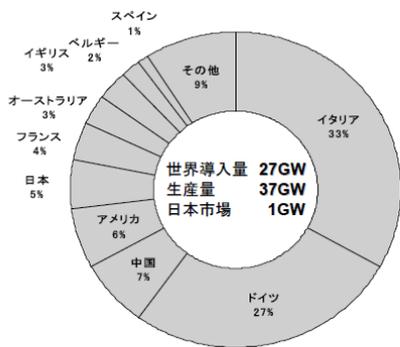


Fig.3 2011年太陽電池導入量 (EPIA)

一方、アジア各国はちょうど FIT 制度の導入を開始したところであり、日本は、本年 7/1 より同制度を開始した。また中国、韓国、インド、台湾等も同制度を導入している。太陽光発電の今後の見通しには幅があるが、脱原発を推進する日本、再生可能エネルギー導入を推進している中国等、今後の伸びはアジアが中心になると予想される。

Fig.4 に EPIA 発表の太陽電池の今後の導入見込量から概算した封止材向け樹脂概算使用見込量を示す。「政策主導」は、FIT 政策が今後も継続された場合の強目の予測、「控えめ」は、FIT 政策が今後は廃止された場合の弱目の予測である。

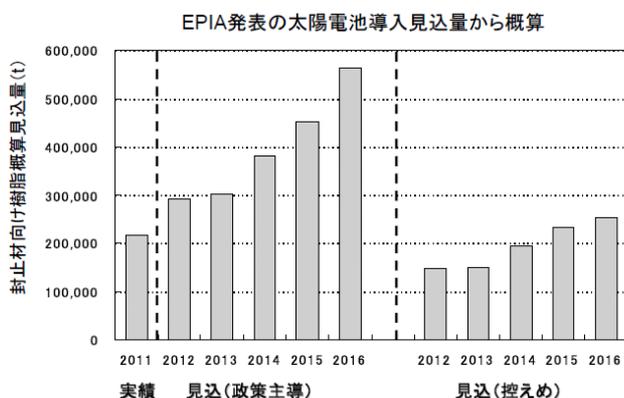
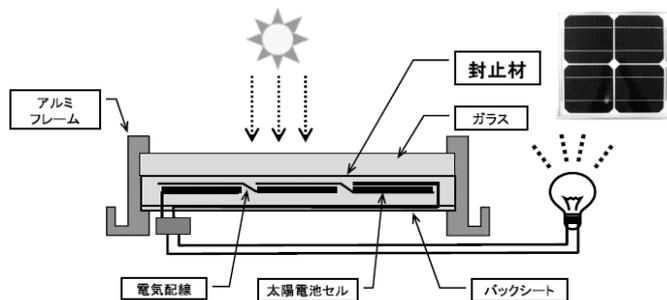


Fig.4 封止材向け樹脂概算使用見込量

3. 太陽電池の構造と製造方法

結晶シリコン系太陽電池の代表的な構成を Fig.5 に示す。封止材は、一般的にポリオレフィンのペレットと各種配合剤を押出機内で熔融混練し、T ダイシート成形機等を用いて均一の厚みのシートに賦形し、冷却ロールで冷却した後、巻き取り、セルに合わせて板状に裁断することにより製造される。



- Siセルを封止材でサンドしてモジュールを構成
- 封止材はセルの上下に両面使用

Fig.5 太陽電池モジュールの構造 (結晶シリコン系)

結晶シリコン系太陽電池は、シリコンセルの保護のためセルの上下をこの封止材で挟み、更にガラスとバックシートを重ねた上で真空ラミネーターによって各部材を融着、一体化した後、アルミフレーム、ジャンクションボックスを取り付けることにより製造される。(Fig.6)

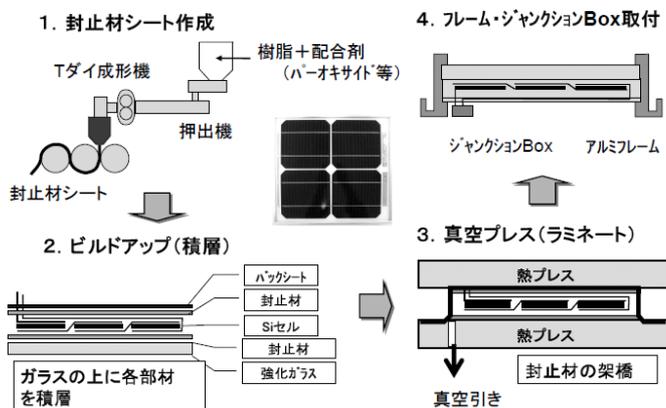


Fig.6 太陽電池製造の流れ

4. 太陽電池の性能低下要因と封止材の影響

太陽電池は長期間屋外に暴露されるため、以下に示すような様々な原因で性能（発電効率）が低下したり、場合によっては発電機能を失うこととなる（Fig.7）。

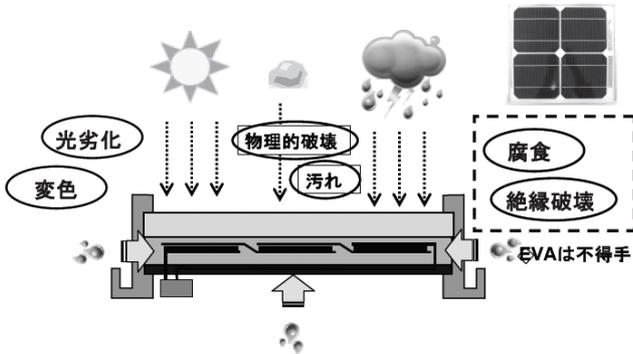


Fig.7 太陽電池の性能低下要因

- 1) 紫外線によるセルの光劣化、封止材の変色
- 2) 雨滴などの水分による腐食、絶縁破壊
- 3) 砂塵等による汚れや衝撃による物理的な破壊

封止材の役割は、セルを固定するとともに、これら衝撃や水分などの性能低下要因から長期間デバイスを保護することにある。封止材に求められる性能としては以下のような項目が挙げられる。

- 1) 透明性；光線透過率
- 2) 柔軟性；衝撃吸収性
- 3) 架橋特性；パーオキシド架橋性
- 4) 耐久性；耐候性、耐熱性
- 5) ガラス、バックシートとの接着性
- 6) 水蒸気バリア性
- 7) 電気絶縁性；体積固有抵抗等

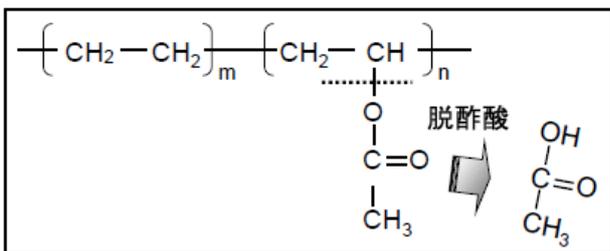


Fig.8 エチレン・酢酸ビニル共重合体（EVA）の構造

封止材に一般的に使用されるEVA（エチレン・酢酸ビニル（VA）共重合体）の構造を Fig.8 に示す。

V A含量が上がると結晶性が低下し、高透明、柔軟になることから、封止材向けには一般的にV A含量が25～33wt%のものが使用される。極性基を多く持つ為、必要なパーオキシド（架橋剤）となじみやすいが、一方で水との親和性が高く、また、分解すると酢酸が発生してしまう。

一方、近年の触媒の発達等により、EVAとは異なりVAを使用しない軟質のポリオレフィン系材料が市場に現れている。このエチレン・αオレフィン共重合体の構造を Fig.9 に示す。

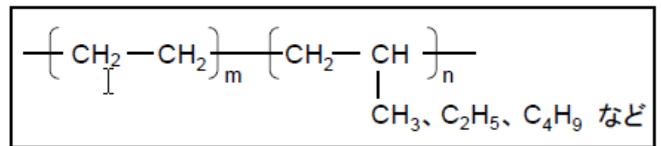


Fig.9 エチレン・αオレフィン共重合体の構造

この軟質ポリオレフィン系としては、弊社のメタロセン系ポリエチレン「カーネル™」もその一つとして挙げられる。

モノマーとしては極性のないαオレフィンが用いられ、モノマーを増やすと分岐が増加することで結晶性が低下し、高透明、柔軟になる。構造上、分解して酢酸を発生する構造を持たず、極性基を持たないため水との親和性も低い。

Fig.10、11 に軟質ポリオレフィン系とEVAの水蒸気透過性、体積固有抵抗の比較を示す。

EVAは水蒸気透過が大きく、また湿潤下での電気絶縁性の低下が大きいため、長期使用において水分の影響を受け、太陽電池の性能が低下しやすいこととなる。

一方、軟質ポリオレフィン系は、EVAと比較して水蒸気透過が小さく、また、電気絶縁性についても水分の影響を受けにくく、水分が原因となる不具合が起こりにくいということが判る。

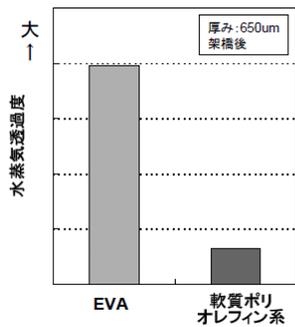


Fig.10 水蒸気透過性

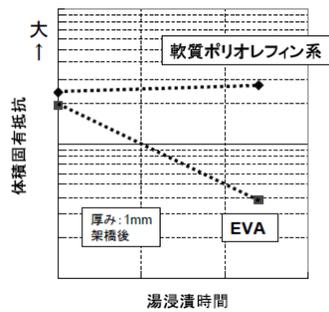


Fig.11 体積固有抵抗

5. まとめ

各国の再生可能エネルギー導入支援政策のもと、太陽光発電は、今後高い伸長が期待される分野である。

従来、その封止材には歴史的にEVAが使用されてきたが、その弱点を補う材料として軟質ポリオレフィン系材料の使用が始まっている。軟質ポリオレフィン系は、透明性、柔軟性、架橋特性、ガラスとの接着性などの基本性能はEVAと同等であり、EVAより耐水性に優れる。このことから、特にメガソーラー等の高電圧が要求される分野で高い耐久性が期待でき、モジュールの信頼性向上に貢献できる。この使用拡大により、安全で環境に優しい太陽光発電の更なる普及に寄与することを期待したい。