

大日本印刷(株)

研究開発センター 産業資材研究所 山内 香澄

1. 背景

石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料を中心としたエネルギーシステムに依存している現在の社会では、資源の枯渇化や、都市の大気汚染、酸性雨および二酸化炭素による温暖化などの深刻な問題を抱えている。このため、化石燃料に替わるクリーンなエネルギー源の開発が全人類、特に資源の乏しいわが国にとって緊急に解決を迫られている重要な課題となっている。代替エネルギー源の有力な候補の1つである太陽の光を直接電気に変える太陽光発電は、

- ・ 枯渇の心配のない太陽光をエネルギー源としている、
 - ・ 排気ガス、廃棄物などを発生しないため環境負荷が低い、
 - ・ 稼働部がないため騒音を発生しない、
 - ・ オンサイト発電を可能とするため大規模な送電設備が不要である、
- などの理由から、無尽蔵でクリーンな使いやすいエネルギーシステムとして注目され、生産量は年々増加している。

しかし、太陽光発電が電力源としてさらに大々的に活用されるには、なお大幅なコストダウンが必要不可欠である。具体的には、

- ・ 火力発電などの既存電力に匹敵する発電コストを実現すること、
 - ・ 太陽電池セル、太陽電池モジュールの生産に費やされるエネルギーが少ないこと、
 - ・ 構成部材の大幅な低コスト化、
- が求められる。

また、太陽光発電システムの大量導入が実現した場合、それと同等量の大量廃

棄が行われることが危惧される。資源循環型社会構築の必要性が叫ばれている中、将来のクリーンエネルギー源の担い手として期待されている太陽光発電システムが、現状の産業廃棄物としての処理方法が続け、資源の大量浪費を行うわけにはいかない。そのため、物質の効率的な利用やリサイクル（再生利用）、リユース（再使用）により、資源の消費を抑制し環境への負荷を低減するリサイクルシステムの構築が必要であり、さらにそのリサイクルシステムの実現を可能とする太陽電池モジュールの開発が必要である。その1つとして、使い終えた太陽電池モジュールからセルやガラス等の再利用可能な資源を回収し、リサイクルあるいはリユースすることを可能とする太陽電池モジュールの開発が検討されている¹⁾。

太陽電池モジュール用部材とは、住宅屋根等に設置される太陽電池セルを保護するために用いられるパッケージ部材である。太陽電池モジュールは、表面ガラス/充填材シート/太陽電池セル/充填材シート/バックカバーフィルム（図1）で構成され、これらをアルミ外枠で固定してモジュールとなる。このモジュールを複数個並べてユニット化して、太陽光発電システムとなる。

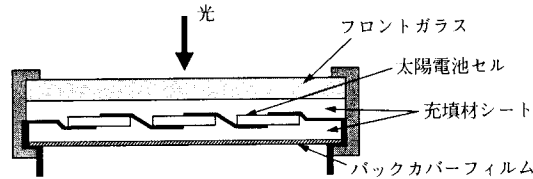


図1 太陽電池モジュールの構造

表面ガラスは、モジュール内部を風雨や外部衝撃、火炎などから保護し、太陽電池モジュールの屋外暴露における長期信頼性を確保する役割を持っている。充填材シートは、太陽電池セルやその周辺配線を直接固定するための接着性保護シートで、ガラスやバックカバーフィルムと接着する機能を持っている。また、外部からの引っ掻き、衝撃から太陽電池セルを保護する役割も果たしている。バックカバーフィルムは、太陽電池モジュール裏面を外界から保護する耐候性フィルムである。モジュールは、太陽電池セルや周辺配線をこれらの部材と重ね合わせて、加圧・加熱下で一体化させて製造されている。

われわれは、太陽光発電システムのさらなる普及に貢献できるような、コストパフォーマンス性に優れ、資源循環型社会に適合できる太陽電池モジュール用部材の製品開発を行ってきた。本稿では、われわれが開発に成功した充填材シートおよびバックカバーフィルムについて紹介する。

2. 概要および特徴

2.1 充填材シート

われわれは、これまで培ってきたプラスチック成形技術の知見を生かし、リサ

イクル性に優れ、太陽電池モジュールの生産性を向上させ、作業環境を改善した新規な充填材シートを開発した。

2.1.1 従来品の課題と新規充填材シートの特長

現在市販されている多くの太陽電池モジュールには、充填材シートとしてEVA（エチレン-酢ビ共重合樹脂）シートが使われている。熱硬化性であるEVAシートは、他のモジュール構成部材からの分離が極めて困難なため、使用済みのモジュールからガラスやセルを回収することを困難にし、産業廃棄物を増加させる大きな要因の1つになっている。また、長時間の熱架橋プロセスが必要不可欠であり、モジュール製造時のエネルギー量を大きくしている。さらに、架橋時にアウトガスとして酸性系ガスを発生し、周辺環境を悪化させるばかりでなく、装置を傷め劣化を促進する。

われわれが開発を行ってきた新規充填材シートは、熱可塑性のオレフィンをベースとしているので、構成部材との分離が容易である。このため、セルやガラスのリユースあるいはリサイクル率を高める可能性がある。また、熱架橋工程を必要としないため、モジュール製造時間を短縮させ必要エネルギー量を低減することができる。さらにオレフィンベースであるため、酸性系ガスの発生がなく、作業環境を改善し装置を劣化させない。

2.1.2 新規充填材シートの性能

新規充填材シートは、従来品のEVAシートが抱える課題を大幅に改善しながら、太陽電池モジュール用充填材シートに求められる性能を十分に備えている。充填材シートには高い光線透過性が求められるが、400 μ m厚の新規充填材シートの全光線透過率は90%以上であり、非常に高い光線透過性を示す。また、充填材シートは、使用温度域において他の構成部材との高い密着性が必要である。対ガラス密着性試験として、真空加熱圧着（150 $^{\circ}$ C・7分保持）した白板強化ガラスと新規充填材シートについて180 $^{\circ}$ 剥

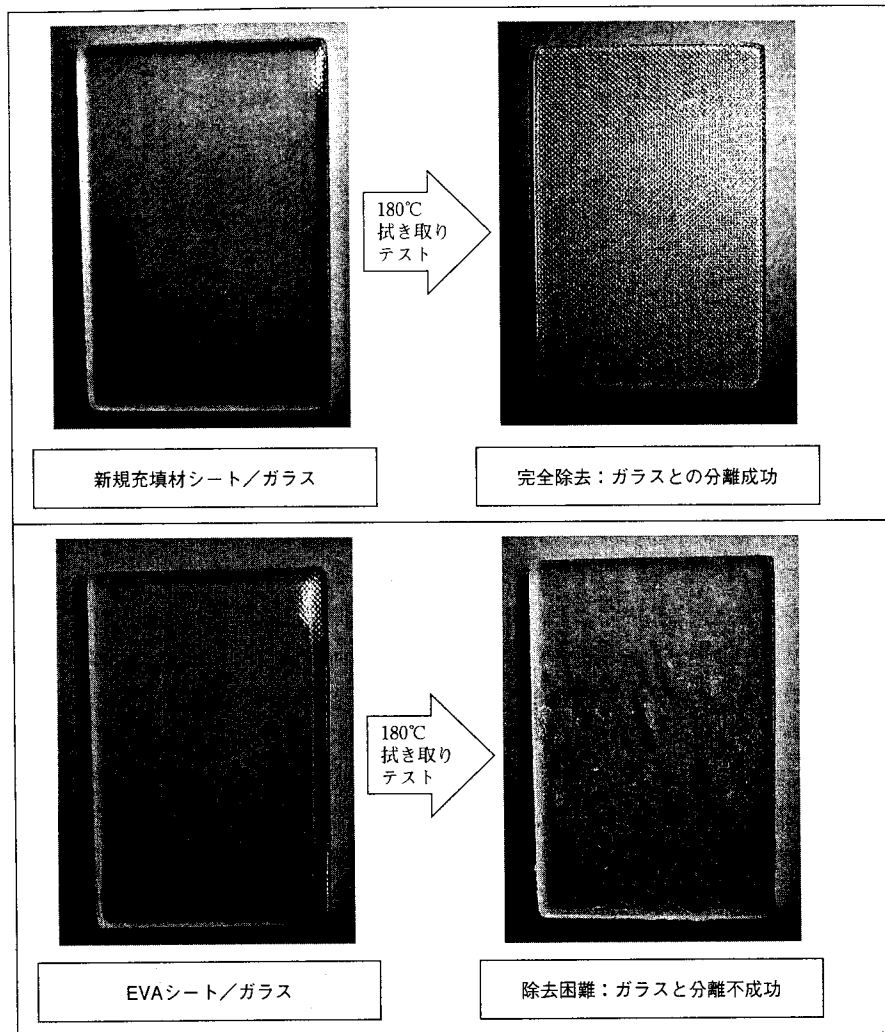


図2 180 $^{\circ}$ C加熱処理による新規充填材シートとEVAシートのガラス分離試験結果

離試験（25 $^{\circ}$ C雰囲気下）を行った結果、測定限界の50N/15mm幅を超える非常に高い密着性が示された。この高い密着性は、ガラスとの密着性に優れる機能性材料の導入に起因している。

2.1.3 太陽電池モジュール用部材の回収

使用済みの太陽電池モジュールをリサイクルおよびリユースする場合、モジュールを分解し、回収する必要がある。従って、各構成部材と充填材シートが容易に分離できることが必要である。

図2に新規充填材シートとEVAシートの180 $^{\circ}$ C加熱処理によるガラスとの分離試験結果を示す。真空加熱圧着（150 $^{\circ}$ C・7分保持）した新規充填材シートと白板強化ガラスを、設定温度180 $^{\circ}$ Cのホットプレート上でウエスによ

る充填材シートの拭き取りテストを行った。その結果、新規充填材シートはガラスから完全に除去することができた。一方、EVAシートでは、真空加熱圧着（150 $^{\circ}$ C・7分保持）後、150 $^{\circ}$ C・15分加熱架橋させたサンプルについて上記と同様に拭き取りテストを行ったが、除去することができなかった。

以上の結果より、新規充填材シートは、EVAシートと比較してガラスとの分離が容易であるため、太陽電池モジュール用部材のリサイクル、リユースに大きく貢献できる可能性が見いだされた。

2.2 バックカバーフィルム

われわれは、印刷技術の応用分野であるパッケージング分野を得意とし、これまで紙器やプラスチックボトルをはじめとして、軟包装、ラミネートチューブか

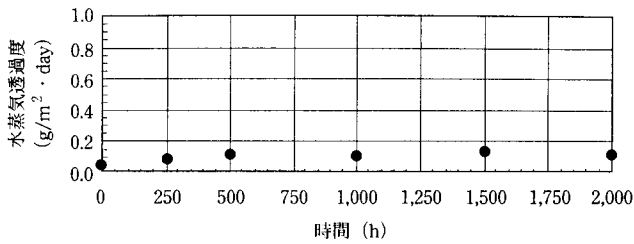


図3 高温高湿環境下 (85°C・93%) の新規バックカバーフィルムの水蒸気透過度

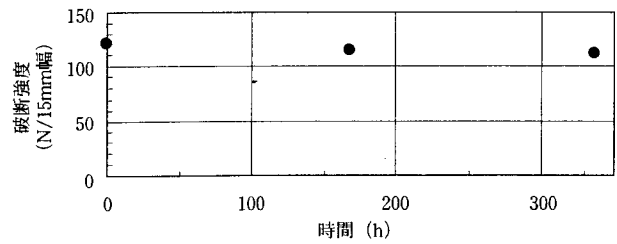


図4 UV照射下 (100mW/cm²・60°C) の新規バックカバーフィルムの破断強度

ら、さらには医療用包材や産業用包装など、さまざまな包装資材の開発・製造を手がけてきた。われわれの持つ基幹技術として、真空薄膜形成技術とウェットコーティングをはじめとするコンパネーティング技術がある²⁾。これらの2つのコア技術を融合することにより、優れたガスバリア性と十分な耐候性を有する炭化水素系フィルムのみで構成されたバックカバーフィルムを開発した。

2.2.1 従来品の課題

従来、多くの太陽電池モジュールのバックカバーフィルムには、耐候性とガスバリア性を高めるために、金属箔やフッ素系フィルムの積層フィルムが使用されている。金属箔は、モジュール裏面から何らかの衝撃を受けた場合に太陽電池セルや周辺配線と短絡を引き起こす一因となる。また、フッ素系フィルムは高コストである上に、燃焼時に有毒ガスを発生するなどの問題がある。

2.2.2 新規バックカバーフィルムの特長

われわれが開発を行ってきた新規バックカバーフィルムは、①耐候性酸化珪素層、②耐候性オレフィン系フィルムで構成されている。①の耐候性酸化珪素層は、従来のガスバリア層である金属箔の代替層である。また、②の耐候性オレフィン系フィルムは、従来、耐候性強度支持材として使用されてきたフッ素系フィルムの代替層である。新規バックカバーフィルムは金属箔を含まないため、バックカバーフィルム起因の短絡を防止する。また、フッ素系フィルムの代替として焼却処理が可能で安価なオレフィン

系フィルムを採用したことにより、環境負荷が低減され低コスト化が可能となった。

2.2.3 新規バックカバーフィルムの性能

金属箔を除去したにもかかわらず、新規バックカバーフィルムは、太陽光発電システムに対してJIS規格で規定されている促進試験の2倍以上の試験時間後もバリア性を維持できる。また、充填材との接着界面の最適化により、非常に優れた密着性を示す³⁾。

図3に、新規バックカバーフィルムの高湿高湿環境下 (85°C・93%) における水蒸気透過度の推移を示す。2,000時間後も0.1g/m²・dayと非常に高い安定性を示している。新規バックカバーフィルムには高いバリア性を発現させるために、われわれが調製した耐候性の高い酸化珪素層を使用している。図4に新規バックカバーフィルムのUV照射下 (100mW/cm²・60°C) における破断強度の推移を示す。336時間後も初期破断強度値の92%を維持しており、非常に高い安定性を示している。新規バックカバーフィルムの強度支持材であるオレフィン系フィルムは、高い耐候性を備えている。次に、図5に高温高湿環境下に

おける新規バックカバーフィルムと、充填材であるEVAシートとの接着強度の推移を示す。EVAシートとの接着強度は1,000時間後も測定限界の50N/15mm幅を超えており、非常に高い接着安定性を示している。

3. 将来展望

太陽光発電システム市場は2003年度も年率30%以上を超える勢いで拡大している。さらに今後、2010年度の導入目標である482万kW⁴⁾を達成するためには、太陽光発電システムのコストダウンを進めていく必要がある。一方で、平成12年6月2日に循環型社会形成推進基本法が公布され、太陽光発電システム市場においても「大量生産・大量消費・大量廃棄」型から脱却し、生産から流通、消費、廃棄に至るまで物質の効率的な利用やリサイクルを進めることにより資源の消費を抑制し、環境への負荷が少ない循環型システムを形成することが急務となっている⁵⁾。

われわれは、低コストで環境への負荷が少ないことを特徴とするバックカバーフィルム、さらに、太陽電池モジュールの分解、回収を可能とする充填材シートを開発したことにより、太陽光発電システムの更なる拡充に貢献し、資源循環型

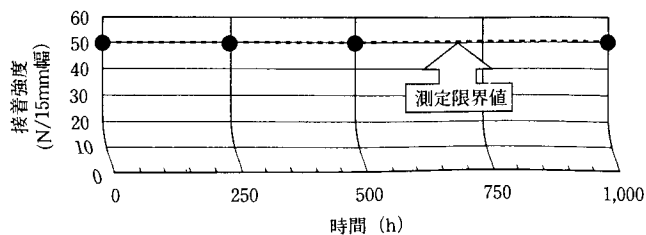


図5 高温高湿環境下 (85°C・93%) の新規バックカバーフィルムとEVAシートとの接着強度

社会の構築に貢献できると予想している。

<参考文献>

1) 平成13年度新エネルギー・産業技術開発機構委託業務成果報告書“大量導入に向けた共通基盤技術の研究開発及び調査太陽光発電システムのリサイクル・リユース処理技術等の研究開発”(2002.3)

2) M.Komada, T.Oboshi and K.Ichimura: "Novel Transparent Gas Barrier Film Prepared by PECVD Method", 43rd Annual technical conference proceedings, Society of Vacuum Coaters, (Denver, Colorado USA), p.356 (2002)
 3) Kasumi Yamauchi, Koujiro Ohkawa, Takaki Miyachi, Yasuki Suzuura: "DEVELOPMENT OF THE LOW COST

AND ENVIRONMENTAL FRIENDLY BACKING FILM FOR PV MODULE", in Proc. 3rd World Conference on Photovoltaic Solar Energy Conversion, (Osaka, Japan), In Press (2003)
 4) 総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会報告書 (2001.6)
 5) 環境庁: 循環型社会形成推進基本法の趣旨, 環境庁ホームページ (2000.6)

21世紀を生き抜く
 コンバーティング・テクノロジーの
 主役(II)

コンバーティングプロダクツ総覧

—コーティング&ラミネーティング技術の応用製品—

発行日:2002年12月10日
 体裁:A4判 972頁
 定価:本体35,000円(税・送料別)
 企画・編集:(株)加工技術研究会

コンバーティングは、コーティング、ラミネーティング、プリンティング、スリッティングなど、多彩な要素技術を組み合わせた「集積技術」と言えます。その成果は、パッケージング、農業・園芸、建築・土木、情報・通信、電力、交通・運輸、医療・ヘルスケア、セキュリティ、環境、防災などの幅広いフィールドで、現代社会が生み出す種々雑多なニーズを充足するために活用されています。

本書は、コンバーティング技術の中でも、「コーティング」「ラミネーティング」、さらには両者の技術を融合して生み出されている代表的プロダクツの市場概括、各ジャンル別の具体的なプロダクツにスポットを当てた、業界関係者必読の書です。コンバーター、あるいはユーザー企業各社の保有技術を世の中に知らしめ、新たなモノ作りのためのアライアンス(提携)構築をお手伝いします。

第I章 序説

第II章 コーティング/ラミネーティング技術応用市場の概括

- 情報・表示関連分野
- 電気・電子関連分野
- 医療・ヘルスケア関連分野
- 建築関連分野
- 衣料・繊維関連分野
- パッケージ関連分野
- 注目を集めるコーティング・ラミネート分野

第III章 応用プロダクツ

- 情報・表示関連分野
- 電気・電子関連分野
- テキスタイル関連分野
- パッケージ関連分野

- 医療・ヘルスケア関連分野
- インテリア・建築・土木関連分野
- 車両・船舶関連分野
- 農業・園芸関連分野
- グリーンプロダクツ・環境
- その他

第IV章 コーティング剤

各種機能性コーティング剤

第V章 ラミネート用接着材料

- ラミネート接着剤
- 水系接着剤
- 接着性樹脂
- 接着性フィルム

第VI章 コンバーティング受託加工企業一覧

本社 〒101-0032 東京都千代田区岩本町3-4-6 岩本町高橋ビル
 TEL.03-3861-3858 FAX.03-3861-3894
 営業所 〒532-0011 大阪市淀川区西中島3-18-21 南極ビル
 TEL.06-6390-1501 FAX.06-6390-1502
<http://www.ctiweb.co.jp>

