

NEWS RELEASE

キヤノンアネルバ株式会社
独立行政法人産業技術総合研究所

スパッタリングによるバッファ層で高効率 CIGS 太陽電池を実現
- オールドライプロセスによる CIGS 太陽電池の量産化に道 -

キヤノンアネルバ株式会社（社長：酒井純朗 本社：神奈川県川崎市麻生区栗木 2-5-1）と独立行政法人 産業技術総合研究所（理事長：野間口有 本部：東京都千代田区霞が関 1-3-1）は共同で、ドライプロセスだけで形成したカドミウム（Cd）を含まない CIGS 太陽電池において、従来の手法である部分的にウェットプロセス（溶液成長法）を用いた場合に近い光電変換効率を実現する技術を開発しました。

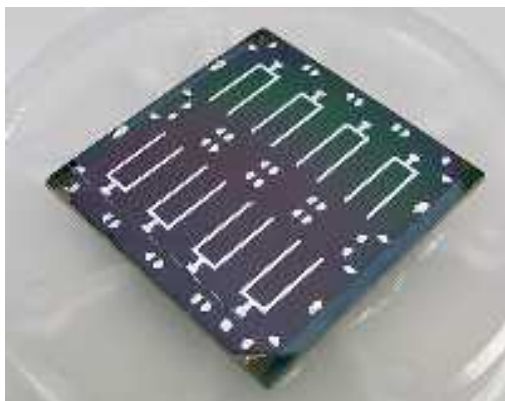
■本技術のポイント

- ・ CIGS 太陽電池から有害物質であるカドミウム（Cd）の排除が可能
- ・ CIGS 太陽電池の成膜工程のオールドライプロセス化が可能
- ・ CIGS 太陽電池の作製工程の簡略化が可能

この技術の特徴は、バッファ層の成膜方法にドライプロセスであるスパッタリングを用いることと、バッファ層材料が ZnMgO（酸化亜鉛にマグネシウムを混合した物質）であることです。この技術を用いた CIGS 小面積セル (0.5 cm²) において、光電変換効率 16.2% (反射防止膜あり) を達成しました (図. 1)。この技術を用いることにより、CIGS 太陽電池から有害物質であるカドミウム (Cd) を排除できるばかりではなく、オールドライプロセスでの高効率 CIGS 太陽電池製造の実現が期待されます。

なお、この技術については 2013 年 3 月 27～30 日に神奈川工科大学（神奈川県厚木市）で開催される第 60 回応用物理学会春季学術講演会で発表する予定です。

_____は【用語の説明】参照



CIGS 小面積セル
(アクティブ領域 0.5 cm²)

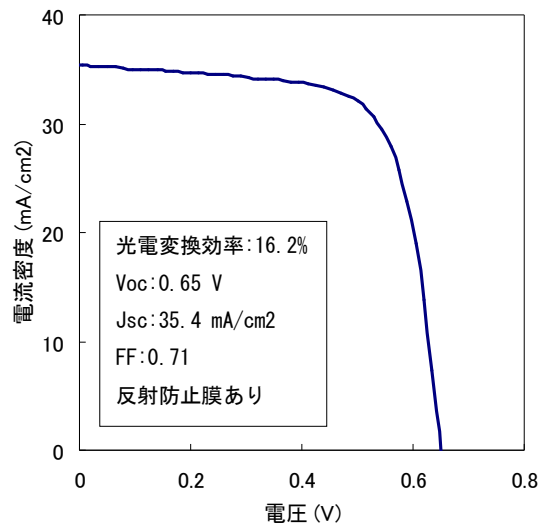


図. 1 ドライプロセスであるスパッタリングによりバッファ層を形成した CIGS 小面積セル (左) と太陽電池特性

開発の社会的背景

CIGS 太陽電池は、光電変換効率が高い、経年劣化が少なく長期信頼性に優れるといった特徴を持つ高性能な薄膜太陽電池のひとつであり、近年多くのメーカーによって量産化が進められています。太陽電池にはバッファ層と呼ばれる層があります。このバッファ層は太陽電池の性能を決める pn 接合の形成を担っており、CIGS 太陽電池の高効率化のキーポイントの一つです。現在量産されている CIGS 太陽電池では、光吸収層の CIGS はドライプロセスである多元蒸着法やスパッタリング+セレン化法といった方法で形成されているのに対して、バッファ層はウエットプロセスである溶液成長法(CBD 法)により形成された硫化カドミウム (CdS) が多く用いられています。しかし、CdS は有害物質であるカドミウムを含んでおり、環境負荷低減のためにバッファ層の Cd フリー化が求められています。また、ドライプロセスによるバッファ層形成の研究開発も進められており、CIGS 太陽電池の量産工程に検討が行われてきましたが、大規模な量産化に成功した例はこれまでにありません。

研究の経緯

CIGS 太陽電池におけるバッファ層の Cd フリー化については、多くの研究開発が進められています。溶液成長法を用いたものでは、硫化酸化亜鉛 (ZnO, S)、硫化インジウム (InS₃) をバッファ層として、CdS に近い光電変換効率が報告されています。Cd を含まないバッファ層で高い光電変換効率を達成した例はいくつか報告されていますが、CIGS 上にバッファ層をドライプロセスであるスパッタリングで形成したものは高い光電変換効率は達成されていません。量産に適したスパッタリングによってバッファ層を形成することができれば、オールドライプロセスによる CIGS 太陽電池の製造が可能となり、工程簡略化によるコスト削減が期待されます。

そこで、キャノンアネルバと産業技術総合研究所は共同で、CIGS 太陽電池のバッファ層に Cd を含まず、スパッタリングのみによって形成する技術の確立を目指しました。

研究の内容

今回、キャノンアネルバの持つ高度なスパッタリング成膜技術、および産業技術総合研究所太陽光発電工学研究センター（近藤 道雄 研究センター長、研究担当者 仁木 栄 副研究センター長、産業プロセス・高効率化チーム 柴田 肇 研究チーム長）の持つ高度な CIGS 太陽電池作製技術を組み合わせ、研究開発を進めました。

図.2 に示すとおり、多元蒸着三段階法により形成した CIGS を用いて、従来技術である溶液成長法により形成した CdS をバッファ層とした小面積 CIGS セルを作製しました。このセルを比較対象として、バッファ層のみをスパッタリングにより形成した ZnMgO に置き換え、その組成と成膜条件の最適化を進めました。その結果、図.3 に示すとおり、スパッタリングのみでバッファ層を形成した太陽電池において、光電変換効率 16.2%を達成しました。この結果は、従来技術を用いてバッファ層を形成した太陽電池の光電変換効率 17.5%に近づく値です。

このように、Cd フリーのオールドライプロセスによっても高い光電変換効率を持つ CIGS 太陽電池を実現できることがわかりました。



図.2 評価を行ったCIGS太陽電池のセル構成

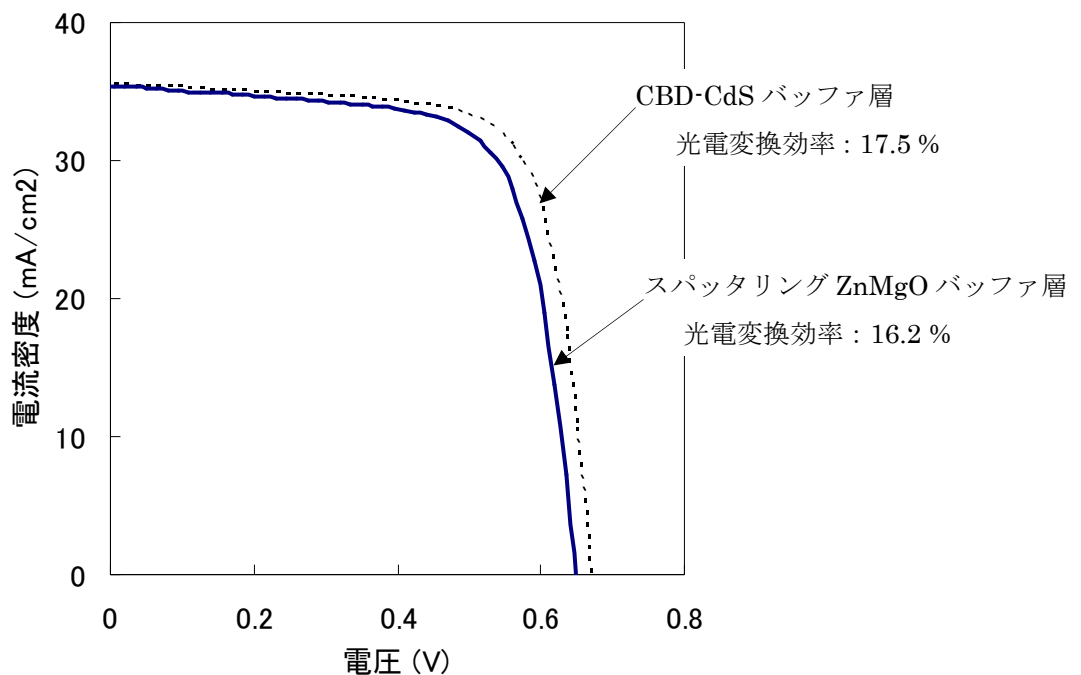


図.3 ドライプロセスであるスパッタリングにより形成した ZnMgO バッファ層の CIGS 太陽電池特性 (反射防止膜あり)

今後の予定

今後はオールドライプロセスでのさらなる光電変換効率の向上を目指すとともに、大面積基板への適用や、装置の事業化に向けた開発を進めていきます。

<キャノンアネルバについて>

キャノンアネルバはキャノン株式会社の 100%子会社であり、真空技術を基幹技術とした真空薄膜形成装置や真空部品の開発・製造・販売を行なっています。真空薄膜形成装置の中でもスパッタリング方式の装置を多くラインナップし、ハードディスクの磁気ヘッドおよび磁気ディスク製造用スパッタリング装置では世界トップシェアを有しています。そして、関連技術において「内閣総理大臣賞(産学官連携功労者表彰)」「井上春成賞」「市村産業賞・貢献賞」などの受賞歴があります。また、最近ではスマートデバイス市場向けの各種高性能デバイス製造ラインに多数の製造装置を提供し、スマートデバイスの普及・モバイルシーンの拡大に寄与しています。2011 年度売上高は 364 億円。

<産業技術総合研究所について>

産業技術総合研究所は日本の産業を支える環境・エネルギー、ライフサイエンス、情報通信・

エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造、計測・計量標準、地質という多様な6分野の研究を行う我が国最大級の公的研究機関です。本部を東京およびつくばに置き、つくばセンターを除く全国8ヶ所にそれぞれ特徴ある研究を重点的に行う地域センターを配しています。総職員数は約3,000名。その内2,000名以上の研究者が、組織・人材・制度を集積する「オープンイノベーションハブ」構想の基に、産業界、大学、行政との有機的連携を行い、研究開発からイノベーションへと展開しています。

【用語の説明】

◆バッファ層

CIGS太陽電池において、光吸収層であるCIGS層と、透明導電膜の層の間に挿入される薄膜の層。厚さは50nmくらいであるが、CIGS太陽電池の性能に大きな影響を及ぼす。材料は従来からCdSが主流であるが、最近ではZnの化合物やInの化合物も開発されている。

◆ドライプロセス、ウェットプロセス

ドライプロセスは、半導体デバイスプロセス技術の1種であり、液体を利用しないプロセス技術を指す。通常は、真空中で行われるプロセス技術のことを指す。

それに対してウェットプロセスは、半導体デバイスプロセス技術の1種であり、液体を利用するプロセス技術を指す。溶液成長法は、典型的なウェットプロセス技術である。

◆スパッタリング法

真空チャンバー内に、薄膜としてつけたい材料をターゲットとして設置し、直流電界もしくは高周波電界によってイオン化させた希ガス元素（普通はアルゴンを用いる）をターゲットに衝突させ、そこから飛び出した材料を基板材料に堆積させて薄膜を作製する方法。

◆CIGS太陽電池

CIGSとは銅(Cu)、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、セレン(Se)からなる多元系化合物半導体Cu(In,Ga)Se₂の略称であり、CIGS太陽電池とはCIGSを光吸収層に使った太陽電池である。InやGaなどの構成元素の比率や硫黄などの混合によって禁制帯幅(バンドギャップ)などの物性を制御できるのが特徴。CIGS太陽電池は薄膜系太陽電池の中で最も高い光電変換効率が得られ、以前から次世代型の太陽電池として注目されていた。現在では量産販売も開始され、欧州を中心に市場導入が進んでいる。

◆pn接合

p型半導体とn型半導体を接触させた界面に形成される領域。半導体デバイスのさまざまな機能をもたらす源となる。

◆多元蒸着法

CIGS太陽電池の光吸収層であるCIGSの薄膜を作製する方法の1つ。真空容器の中に、薄膜を堆積させる基板材料と、銅(Cu)、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、セレン(Se)のるつぼを置き、るつぼを加熱すると、充填された材料の蒸気が真空中に放出される。その蒸気を基板材料に堆積させて薄膜を作製する方法。

◆セレン化法

CIGS太陽電池の光吸収層であるCIGSの薄膜を作製する方法の1つ。まずスパッタリング法によって基板材料の上に必要な金属元素の薄膜を作製し、得られた薄膜をセレン化水素の雰囲気の中で加熱処理することによって、金属元素をセレン化させてCIGSの薄膜を得る方法。

◆溶液成長法（CBD 法）

薄膜を形成する技術の 1 種である。薄膜の原料を溶解させた溶液を用意して、その中に基板材料を浸漬させ、薄膜の原料が基板材料の表面に析出する現象を利用して、基板上に薄膜を形成する方法。CIGS 太陽電池のバッファ層を形成するための技術として、頻繁に用いられている。

◆多元蒸着三段階法

真空蒸着において、多種類の蒸発源を同時に供給する成膜方法。本研究では、特に多元蒸着を三段階に分けて成膜する三段階法（米国再生可能エネルギー研究所が考案）と呼ばれる方法を用いている。