

ペロブスカイト太陽電池の変換効率、世界初の記録公認で15%を達成

平成27年5月1日（金）
国立研究開発法人 物質・材料研究機構

概要

1. 国立研究開発法人 物質・材料研究機構（理事長：潮田 資勝）（以下「NIMS」という）太陽光発電材料ユニットの韓 礼元ユニット長をはじめとする研究グループは、ペロブスカイト太陽電池のエネルギー変換効率^{*1)}において、世界で初めて国際標準試験機関^{*2)}で記録が公認され、変換効率15%を達成しました。
2. これまで、報道されたペロブスカイト太陽電池の変換効率は、ほとんどが小さな面積のセル（約0.1cm²）で得られたものです。これまでに、効率20.1%（セル面積0.0955cm²）が報告されていますが、セル面積が小さいために測定の実験誤差が大きく、また、測定方法も公開されていません。信頼性を有するデータに基づくペロブスカイト太陽電池の発展には、国際標準試験機関での公認エネルギー変換効率を得ることが急務となっています。
3. 本研究グループは、発電層に使用されているペロブスカイトの塗布方法を改良することで、表面の凹凸を制御して変換効率および再現性を向上させました。また、電荷（キャリア）を輸送する層の材料について、従来は吸湿性が高くすぐに変換効率が低下していましたが、新たに吸湿性が低くキャリア移動度の高い材料を開発することで安定性の改善に成功しました。これらの成果をもとに、太陽電池セル面積を1cm角以上に拡大し、さらに、デバイスの作製方法を改良することで、ペロブスカイト太陽電池として世界で初めて国際的な標準試験機関（AIST 太陽光発電研究センター評価・標準チーム）にて公認変換効率15%を実現しました。
4. 今後は、この成果をベースに、さらなる高性能キャリア輸送材料を開発すると共に、ペロブスカイト太陽電池の界面を制御することによって、より高い変換効率を目指します。
5. 今回の研究成果の一部は、国立研究開発法人 科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業（CREST）研究領域「太陽光を利用した独創的クリーンエネルギー生成技術の創出」（研究総括：山口 真史 豊田工業大学 特任教授）、研究課題「色素増感太陽電池におけるデバイス物性に関する研究」において得られました。本成果は、ローマで行われる国際会議（International Conference on Hybrid and Organic Photovoltaics 2015、5月10-13日）において発表される予定です。

研究の背景

人類が直面する環境エネルギー問題の解決のために、太陽光エネルギーが広く注目され、現在シリコン系太陽電池が実用化されています。生産量の拡大により製造コストはかなり安くなりましたが、火力などの従来発電方法と比べ発電コストがまだ高いため、低コストで製造可能な高効率太陽電池が求められています。

一方、透明電極 (TCO)、ブロッキング層、ペロブスカイト層、キャリア輸送層、裏面電極で構成されているペロブスカイト太陽電池 (図1) は、廉価な材料で製造が可能であり、また、高温・高真空プロセスを必要とせず、塗布法で大量生産が可能であることから、発電コストを大幅に下げる可能性があります。

近年、塗布プロセスで製造可能なペロブスカイト太陽電池において 15%以上の変換効率が実現されたことから大きな注目が集まり、現在世界中で熾烈な研究競争が始まっています。これまでの実績としては、非常に小さなセルで変換効率 20.1% (セル面積 0.0955cm²) が報告されていますが、セル面積が小さいために測定の誤差が大きく、また、測定方法も公開されていません。信頼性を有するデータに基づくペロブスカイト太陽電池の発展には、国際標準測定機関で公認変換効率を得ることが急務となっています。しかし、測定誤差を小さくするためにセル面積を拡大するには、ペロブスカイト太陽電池セルの均一性、再現性の向上が必要となります。さらに、国際的な標準試験機関による公認を得るには、変換効率の低下しにくい安定性の高さが求められています。

NIMS では、1年前からペロブスカイト太陽電池の研究をスタートし、ペロブスカイト太陽電池のモフォロジー (表面の凹凸) の制御、高性能キャリア輸送材料の開発による高効率化研究を行っています。

研究内容と成果

今回、太陽光発電材料ユニットの韓 礼元ユニット長をはじめとする研究グループは、ペロブスカイト太陽電池の国際的な標準試験機関公式データとして初めて公認変換効率 15% (セル面積 1.017cm²) を達成しました (図2)。

当研究グループでは、セル効率の再現性を向上させるため、ペロブスカイト発電層の塗布条件を改良して、ペロブスカイト表面の凹凸を厳密に制御した結果、変換効率 14-16%のペロブスカイト太陽電池を再現性良く作製しました。また、キャリア輸送層に注入されたリチウム塩の吸湿性が強く、ペロブスカイト太陽電池の安定性を損なっていることを発見しました。この問題を解決するため、我々はリチウム塩を使用せず、キャリア移動度の高い新規輸送材料を開発し、セルの封止方法を改良することで 200 時間が経過しても変換効率に変化しない寿命の長い太陽電池の製作に成功しました。上記成果をベースに作製された 1cm 角の太陽電池について、疑似太陽光 AM 1.5G (100 mW cm⁻²) の照射下で、短絡電流密度*³⁾ 20.96 mA cm⁻²、開放電圧*⁴⁾ 1.090 V、フィルファクター0.668 を実測し、変換効率 15.00%を確認しました。

今後の展開と波及効果

今回、我々は面積 1 cm² のセルを作製し、初めて国際標準試験機関にて変換効率 15%を認定され、ペロブスカイト太陽電池の真の実力を明らかにすることができました。また、面積 1cm² のセルの変換効率は、将来の面積集積化モジュールの変換効率を推定できるため、ペロブスカイト太陽電池の実用化に大きな意義があります。今後、この成果を基に、さらなる高性能材料を開発すると共に、ペロブスカイト太陽電池における各層間の界面を制御することによって、より高い変換効率を目指します。また、民間企業との共同で、これらの成果の実用化研究を積極的に推進することにより、

火力発電並みのコスト（7円/kWh）を実現すると共に、太陽電池の普及に貢献します。

参考図

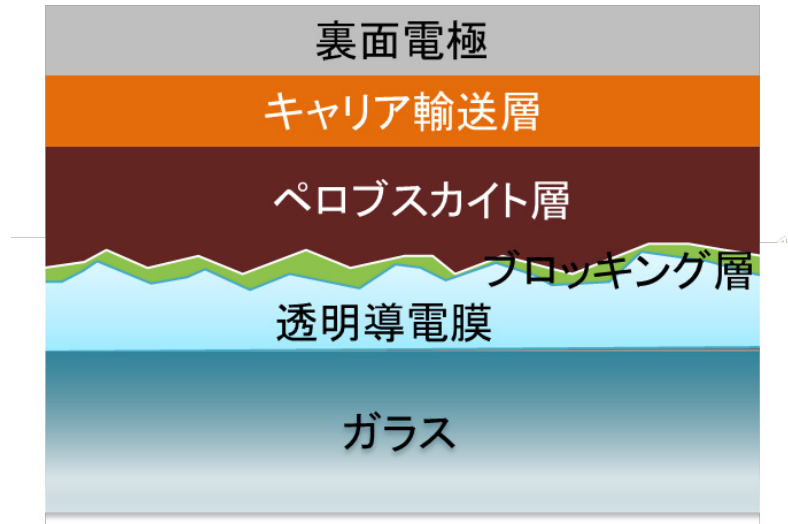


図1 ペロブスカイト太陽電池の模式図

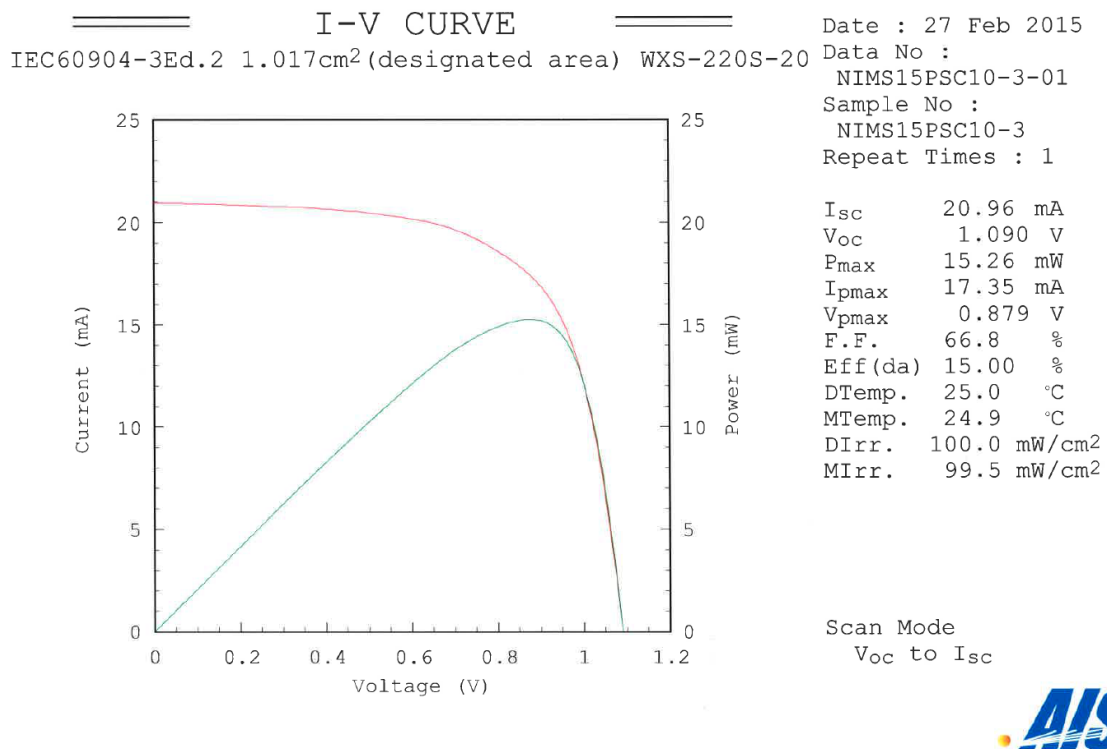


図2 産業技術総合研究所（AIST）太陽光発電研究センター 評価・標準チームによって計測されたペロブスカイト太陽電池の電流-電圧特性

用語解説

(1) (太陽電池の) エネルギー変換効率

入力される太陽輻射光のエネルギーと、太陽電池の端子から生じる電気出力エネルギーの比をパーセントで表したもの

(2) 国際的な標準試験機関

現在、太陽電池の変換効率を公認する国際的な標準試験機関は、米国の NREL, ドイツの Fraunhofer-Institute、日本の産業技術総合研究所 (AIST) 太陽光発電研究センター評価・標準チームの3つ。上記の機関が各種の太陽電池の測定結果を鑑みて測定方法を決定。公認された各種太陽電池の変換効率記録は、論文誌 PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS の Solar Cell Efficiency Table において公開 (年2回)。今回の記録は AIST 太陽光発電研究センター評価・標準チームが認定。

(3) 短絡電流密度

短絡電流 (光照射時に電池の端子が短絡した時の電流) を有効受光面積で割ったもの

(4) 開放電圧

光照射時に電池の端子を開放した時の出力電圧

本件に関するお問い合わせ先

(研究内容に関すること)

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 太陽光発電材料ユニット

韓 礼元 (ハン リュアン)

E-mail: HAN.Liyuan@nims.go.jp

TEL: 029-859-2305

FAX: 029-859-2304

(報道担当)

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 企画部門 広報室

〒305-0047 茨城県つくば市千現 1-2-1

TEL: 029-859-2026

FAX: 029-859-2017