

ペロブスカイト太陽電池の 高精度性能測定手法の開発と検証

佐々木あゆ美・上田孝・志村陽哉・石井勇希・吉田正裕・菱川善博
産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 評価・標準チーム

研究の目的

ペロブスカイト太陽電池は、応答時間が長い(数十秒以上)ことに起因する掃引方向の違いによるI-V測定値の差(ヒステリシス)が顕著であることが知られている [1] が、その詳細はまだ明らかではない。

このようなペロブスカイト太陽電池の性能を高精度評価するための測定手法として、これまでに以下の測定手順の指針を提案してきた [2]。今年度は様々な構造のサンプル(4機関6種類)を用いて本指針による測定を実施し、その有効性を検証した。

高精度測定手順の指針

- A) 広い範囲の掃引時間でI-V特性を測定(両掃引方向)し、ヒステリシスの概要を把握。
- B) 掃引方向による差が顕著な場合は電圧を最大電力位置 (V_{pm}) で固定し、最大電力 (P_m) の時間変化を測定。
- C) I-V特性と P_m の時間変化を比較、検証。

実験

4機関6種類のサンプルを準備し、本文記載の指針A)及びB)を含む手順でI-V特性等の測定を行った。測定装置及びサンプルの概要を以下に示す。

サンプル

- Sample A: p-i-n, 封止済み
- Sample B: p-i-n, 封止済み
- Sample C: n-i-p, 封止済み
- Sample D: n-i-p, 封止済み
- (Sample E: p-i-n, 封止済み)
- (Sample F: n-i-p)

測定装置

- I-V特性測定装置: ADCMT 6246
- 温度, I_{sc} / V_{oc} トレンド測定装置: ADCMT 6244
- Agilent B34970



高精度測定手順の指針A), B)及びC)を用いた測定

4サンプルのI-V特性と電圧を V_{pm} で固定した場合の電流 (I_{pm}) の時間変化の結果を以下に示す。広い範囲の掃引時間でI-V特性を測定(両掃引方向)してヒステリシスの概要を把握し、且つ電圧を V_{pm} で固定して I_{pm} の変化を確認することで、様々な構造のサンプルでも概ね±1%の精度でI-V特性と P_m の推定が可能であることを確認できた。

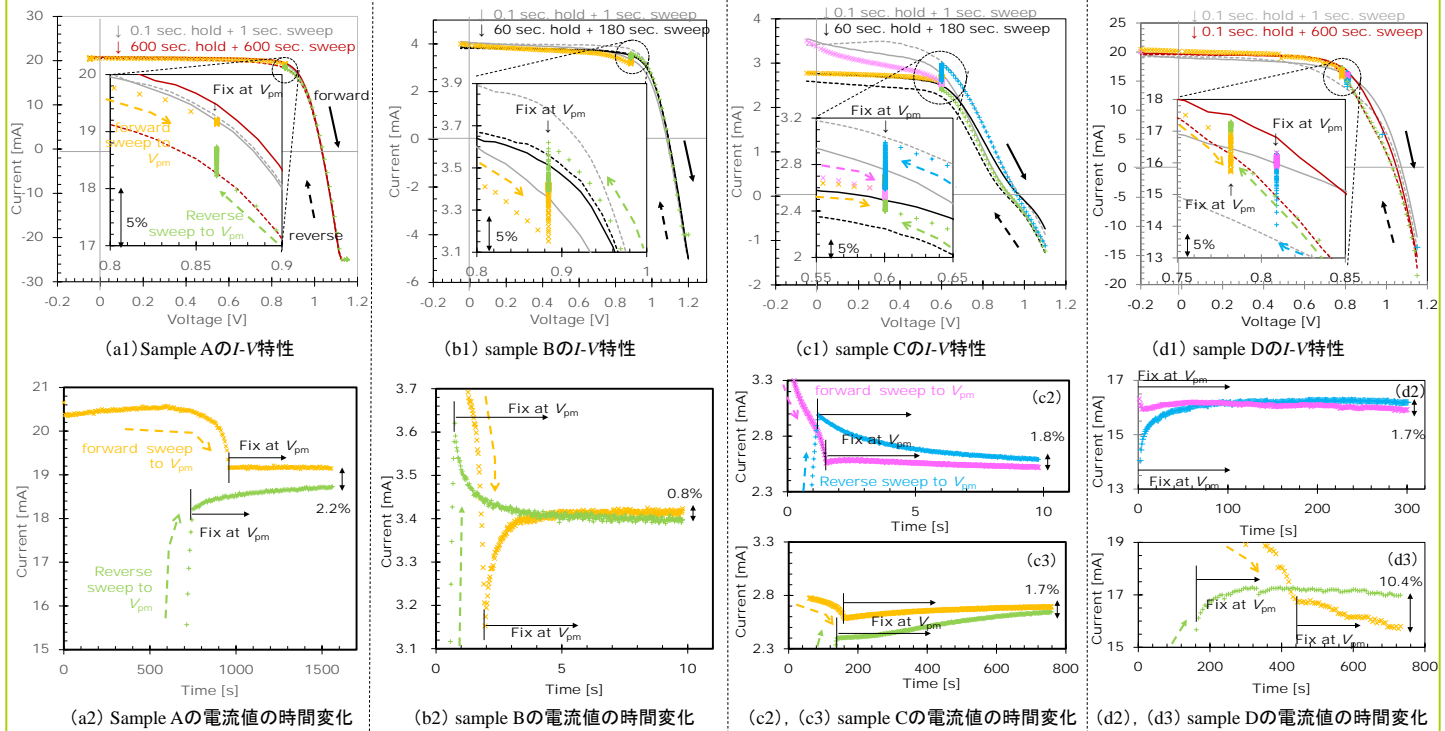


図 4種類のペロブスカイト太陽電池 (sample A - D) のI-V特性及び P_m を指針A), B)及びC)を含む手順で測定した結果の一例。
 上段(a1 - d1)は2種類の掃引時間でのI-V特性と電圧を V_{pm} で固定した場合の電流値の変化。I-V特性(実線: 順方向、点線: 逆方向)は灰色→黒色→赤色の順に掃引時間が長い。
 “×”と“+”はそれぞれ I_{sc} 側から、または V_{oc} 側から V_{pm} まで電圧を掃引し V_{pm} で電圧を固定した場合の電流値。
 下段(a2 - d3)は電圧を I_{sc} 側から、または V_{oc} 側から V_{pm} まで掃引し V_{pm} で固定した場合の電流値の時間変化。シンボルの種類(×, +)と色は上段のI-V特性のものに対応している。

結論

本研究で提案する指針A), B)及びC)による測定手順を用いることによって、ヒステリシスが顕著なペロブスカイト太陽電池においても、その効果を概ね±1%以内に抑えて高精度にI-V特性と P_m を測定できることが確認できた。

今回の結果は、この手順がペロブスカイト太陽電池性能評価に広く適用可能であることを示している。

高精度測定手順の指針

- A) 広い範囲の掃引時間でI-V特性を測定(両掃引方向)し、ヒステリシスの概要を把握。
- B) 掃引方向による差が顕著な場合は電圧を最大電力位置 (V_{pm}) で固定し、最大電力 (P_m) の時間変化を測定。
- C) I-V特性と P_m の時間変化を比較、検証。

参考文献

[1] G. Bardizza *et al.* “Calibration procedure for solar cells exhibiting slow response and application to a dye-sensitized photovoltaic device” *Solar Energy Materials and Solar Cells* 160 (2017) 418-424.
 [2] Y. Hishikawa *et al.* “Precise performance characterization of perovskite solar cells” *Current Applied Physics* 16 (2016) 898-904.

謝辞

本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究の一環として実施されたものであり、関係各位に感謝する。