

ペロブスカイト太陽電池測定技術

菱川善博・石井勇希・上田孝・佐々木あゆ美・志村陽哉
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

ABSTRACT

- ペロブスカイト太陽電池は、応答時間が長い(数十秒以上)ことで生じるスイープ方向による $I-V$ 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、詳細はまだ明らかではない。
- 光照射状態におけるバイアス電圧印加直後の短絡電流(I_{sc})及び開放電圧(V_{oc})は、共に10分以上に亘り変化し、 $I-V$ 測定のスweep方向及び測定開始電圧の保持時間等の条件が測定値に無視できない影響を及ぼすことがあることが明らかになった。[2]
- ペロブスカイト太陽電池の測定方法
 - ①短時間測定でヒステリシスが無くても、長時間の測定をする。
 - ②ヒステリシスが顕著な場合、バイアス電圧を固定して P_{max} を検証する。低電圧(short circuit, SC)側と高電圧(open circuit, OC)側両方からの検証が望ましい。
- 材料、構造が今後の開発によって変化する可能性が高く、評価技術も引き続き更新する必要がある。

性能評価の課題

- 非常に応答が遅い場合がある。(I-V特性の持定数が長い) $\sim > 10$ min
- 測定中の性能変化が顕著。
- ヒステリシス(I-V特性のスweep方向の差) ← 単一のcapacitanceが原因ではない。
- etc.

測定系の概要

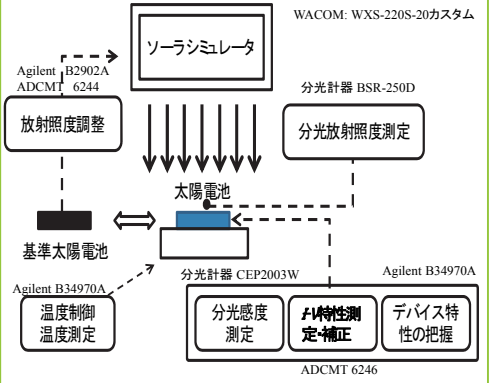
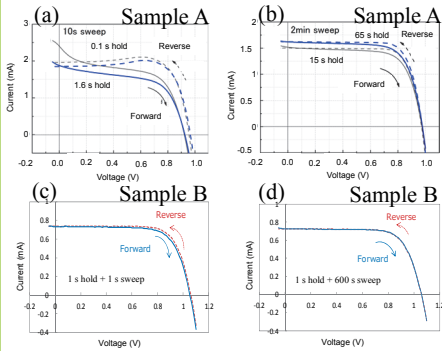


Fig. 1 太陽電池性能評価の技術的要素の概要

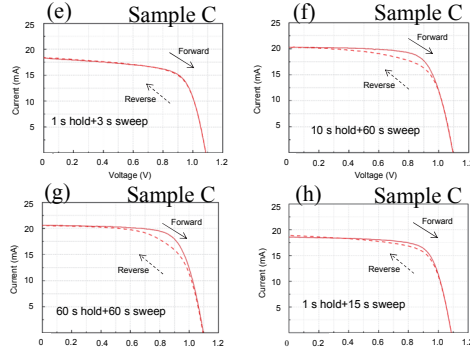
I-V特性の測定方法

- ①短時間測定でヒステリシスが無くても、長時間測定を実施する。ヒステリシスが無いI-V特性が、定期的に正しい特性とは限らない。ヒステリシスはスweep速度等により大きく変化する。

スイープが速いとヒステリシスが顕著



スイープが遅いとヒステリシスが顕著



ヒステリシスの振る舞いが複雑

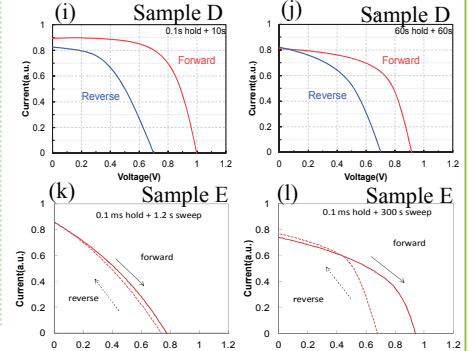


Fig. 2 Example of I-V curves of various perovskite solar cells, measured by various sweep conditions (a) sample A at 10 s [2], (b) sample A at 2 min [2], (c) sample B at 1 s, (d) sample B at 600 s, (e) sample C at 3 s [2], (f) sample C at 60 s, (g) sample C at 60 s [2], (h) sample C at 15 s [2], (i) sample D at 10 s, (j) sample D at 60 s, (k) sample E at 1.2 s and (l) sample at 300 s.

- ②バイアス電圧を固定して P_{max} を検証する。低電圧(SC)側と高電圧(OC)側両方からの検証が望ましい。→高精度な性能評価が可能!

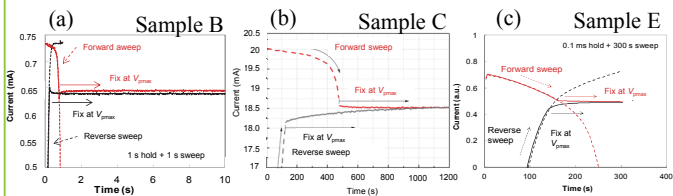


Fig. 3 Temporal variation of output current of a perovskite solar cells ((a) sample B, (b) sample C and (c) sample E), when the bias voltage is fixed at near V_{pmax} .

- V_{oc} と I_{sc} の時間安定性を検証する。10分以上の長時間必要な場合がある。過渡的応答の振る舞いが全く異なる場合がある。

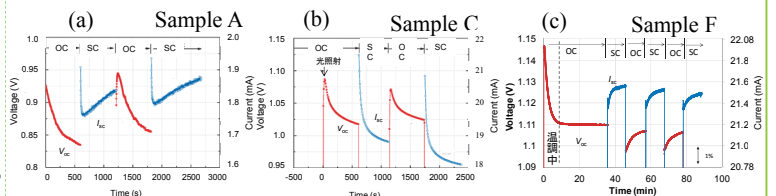


Fig. 4 Temporal response of the V_{oc} (red line) and near I_{sc} (blue line, $V_{oc}/0.1\Omega$) of a perovskite solar cells ((a) sample A, (b) sample C and (c) sample F) where the bias voltage is repeatedly switched between open circuit and short circuit under continuous illumination.

分光感度測定

- 相対値はバイアス光の有無・強度に依存しない。 **要検討中**
- 相対値は単色光のチョップ周波数(DC含む)に依存しない。

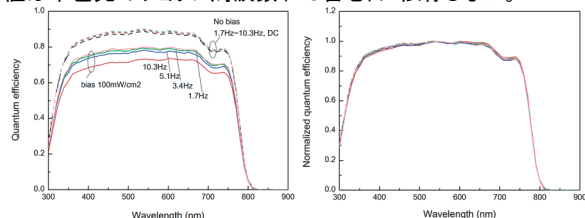


Fig. 5 Quantum efficiency of a perovskite solar cells (sample C) at various white bias light levels and chopping frequencies of the monochromatic light; (a) raw data and (b) normalized data [2].

参考文献

- [1] H. J. Sanith *et al.*, Anomalous Hysteresis in Perovskite Solar Cells, J. Phys. Chem. Lett. 2014, 5, 1511-1515.
- [2] Y. Hishikawa, H. Shimura, T. Ueda, A. Sasaki, and Y. Ishii, "Performance Characterization of Perovskite Solar Cells", Proceedings of JSPS JWEA Joint Conference (2015), Miyazaki, p49-52 (in Japanese).

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。