

新型太陽電池セル・モジュールの性能評価技術

吉田正裕・志村陽哉・上田孝・山越憲吾・杉本和則・佐々木 あゆ美・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

高効率な発電性能を有する各種新型太陽電池の研究・開発が国内外の研究機関において精力的に進められている。これら新型太陽電池の性能特性を高精度に評価するには、個々の特徴（構造、電気・光の応答性など）に応じた性能評価法の開発が必要である。

当チームでは、新開発される各種新型太陽電池の高精度性能評価法の開発に取り組んでいる。本発表では、その中で結晶シリコンとペロブスカイト太陽電池に関する取り組みを紹介する。

新型太陽電池の特徴・特性に応じた性能評価技術の開発

新型太陽電池	特徴・特性	性能評価法開発(実施中)
高効率結晶Si ヘテロ接合、バックコンタクト、特殊バスバー形状	高V _{oc} 化、高容量性 I-Vヒステリシス 各種バスバー構造	I-V測定掃引速度の最適化 多数バスバー対応 プローブ影の影響の検討
両面受光型	Bi-faciality	表面・裏面照度応答性、線形性検証
CIGS、薄膜	過渡応答(高速、低速)	I-V測定掃引速度の最適化 V _{pm} ホールド法の併用
ペロブスカイト 色素増感	遅い応答時間 I-Vヒステリシス 不安定性	低速掃引I-V測定(数秒~数百秒) V _{pm} ホールド法やMPPT法による最適測定手法

各種太陽電池の性能評価技術

結晶シリコン

①ペアセル測定

1. 多数バスバー構造への対応
2. プローブ影による照度(I_{sc})への影響



3~6本まで対応可能

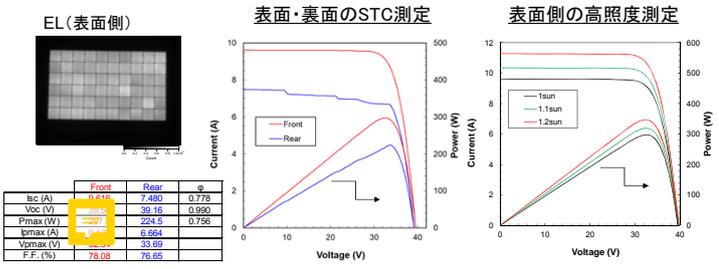


ケルビンプローブを使用した影なし測定^[1]と照度補正

②両面受光モジュール測定 IEC TS 60904-1-2^[2]に準拠

- ◆ 表面(F)、裏面(R) 各面での1 sun, STC測定
⇒ **Bi-faciality coefficients** : Φ_{Jsc} , Φ_{Voc} , Φ_{Pmax}
($\Phi_{Jsc} = I_{sc, rear} / I_{sc, front}$, 他同様)
- ◆ 表面側からの等価照度での高照度測定(一光源測定の場合)^[2]
等価照度として、
1000 + 100 x Φ (W)
1000 + 200 x Φ (W) の2条件での測定

両面受光モジュール測定結果(1例、60セルモジュール)



ペロブスカイト太陽電池

“(Quasi-) steady-state”性能測定・評価^[3, 4, 5]

- **Asymptotic法** (又は、Dynamic I-V法とも)
- **V_{pm}ホールド法**
バイアス電圧をV_{pm}に保持し、P_{max} (I_{pm}) 測定
- **最大電力点追従制御**
(Maximum-Power-Point Tracking; **MPPT**)

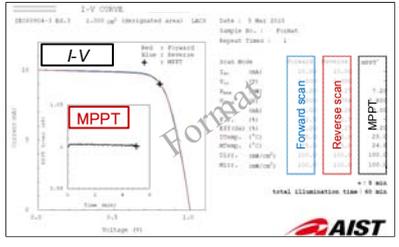
MPPT法による発電性能評価手順の開発(産総研での取り組み)

測定手順

Step 0: 事前測定 (V_{pm}, I_{pm} 概算値の算出)
Step 1: 光照射 & MPPT制御開始(温度制御も)
Step 2: 出力(P_{max})、V_{pm}、I_{pm} をモニター
出力安定性の確認(現状目安として5分間)
→ 安定性確認後、P_{max}測定
Step 3: I-V測定(順方向、逆方向)

測定手順の詳細、過渡応答の影響については、評価・標準チームからの成果報告(ポスターNo.P.25)も参照。

ペロブスカイト太陽電池の場合の報告書(例)



各種サイズのペロブスカイト太陽電池で、MPPT測定法を実施・検証

- セル (面積 ~1 cm²)
- サブ、ミニモジュール
- モジュール (> 800 cm²)

まとめと今後の展開

- 各種新型太陽電池の個々の特徴に応じた性能評価法の開発を進めた。
- 結晶シリコンペアセルでは、プローブ影の影響を考慮した測定手法として、影なし測定と照度補正を組み合わせた測定法を実施。
- 両面受光型モジュールについて、IEC TSに準じた性能評価法の実施可能性を検証した。
- ペロブスカイト太陽電池のMPPT法を用いた性能評価法を開発し、検証した。

今後の展開:

- ・結晶シリコンペアセルでは、マルチバスバー、バスバーレス化が進んでおり、それらに対応した技術開発。
- ・新用途向け太陽電池の性能評価法開発(曲面、低照度、各種設置方法等)。

参考文献

- [1] J. Hohl-Ebinger *et al.*, Proc. of 23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, pp. 2012-2016 (2008, Valencia).
- [2] IEC TS 60904-1-2:2019, “Photovoltaic devices - Part 1-2: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic (PV) devices”.
- [3] Y. Hishikawa, H. Shimura, T. Ueda, A. Sasaki, and Y. Ishii, *Curr. Appl. Phys.* **16**, 898 (2016).
- [4] R. B. Dunbar *et al.*, *J. Mater. Chem. A* **5**, 22542 (2017).
- [5] IEC TR 63228:2019, “Measurement protocols for photovoltaic devices based on organic, dye-sensitized or perovskite materials”.

<謝辞>本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の受託研究として実施したものであり、関係各位に感謝する。