

c-Si 太陽電池セル・モジュールにおける湿熱ストレス耐性評価指標 Evaluation Indexes on the Durability to Hygrothermal Stress in c-Si PV Cells / Modules

○棚橋 紀悟、原 由希子、坂本 憲彦、柴田 肇、増田 淳 (産総研)

○Tadanori Tanahashi, Yukiko Hara, Norihiko Sakamoto, Hajime Shibata, and Atsushi Masuda (AIST)

緒言: 長期屋外曝露された結晶シリコン太陽電池 (c-Si PV) モジュールは、周囲からの湿熱ストレスで産生される酢酸などにより、経年劣化することが知られている。我々は、本劣化現象を模擬・加速する「PV モジュール高温高湿 (DH) 試験」などにおいて、セル表面電極の腐食に由来する交流インピーダンスシグナルが、本劣化現象を反映して変化することを示してきた [1,2]。今回、これらシグナルがセル種を越えた湿熱ストレス耐性評価指標となり得るか否かを検討するため、湿熱ストレス耐性の異なる 2 種の c-Si PV セルを (同一型式の) ガラス・EVA・バックシートで封止した PV モジュールに対して DH 試験を実施した。

方法: 2 種の c-Si PV セル (Cell A / Cell B) を封止した PV モジュールを DH 環境 (85°C/85% rh) に長期間曝露し、その発電特性および交流インピーダンス特性を測定した (Fig. 1)。また、これらインピーダンス成分に対する直流バイアス電圧の影響を経時的に確認した。

結果と考察: 2 種 PV モジュールの DH 試験における発電パラメータ変化を、Fig. 2 に示す。両モジュールの最大発電量 (P_{max}) は、それぞれ約 2,700 時間 (Cell A) および約 8,000 時間 (Cell B) という半減劣化時間を示し、Cell B モジュールは 3 倍程度の湿熱ストレス耐性を示すが、FF 低下が I_{sc} 低下に先行して生じる点は共通していた。

また、両モジュールとも、既報と同様に [1]、交流インピーダンス特性の変化 ($R1 \cdot R3$: 増大、 $C3$: 発現と低下) は FF 低下期には観測できたが、 I_{sc} 低下期には検出できなかった。

I_{sc} 低下に相関する交流インピーダンスシグナルの変化を見出すため $C3$ 成分 ($C3^{-2}$) のバイアス電圧依存性を経時的に調べたところ、DH 時間の増大とともに負電圧側での傾き ($C3$ -SLOPE) が顕著に増加し、 I_{sc} 低下とよく相関することが、両モジュールにおいて見出された (Fig. 3)。これらの観測結果は、表面電極・エミッタ接合部における整流性の発現・増大による集電劣化が、(劣化時 EL 像が大きく異なる両セルにおいても共通して) I_{sc} 低下期に生

じていることを示しており [2]、この特性変化を加えた 4 種シグナル変化 ($R1$ 増大、 $R3$ 増大、 $C3$ の発現と低下、および $C3$ -SLOPE の増大) が PV セル・モジュールの湿熱ストレス耐性の重要な評価指標になることを示唆している。

謝辞: 本検討は、NEDO 委託研究により実施した。関係各位に深謝申し上げます。

[1] T. Tanahashi et al., *Proc. 43rd IEEE PVSC*, 2016, pp. 1075–1079.

[2] T. Tanahashi et al., *Proc. 44th IEEE PVSC*, 2017 (to be published).

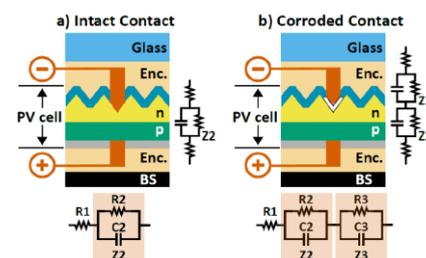


Fig. 1. Evolution of AC equivalent circuit by the formation of gap under front electrode.

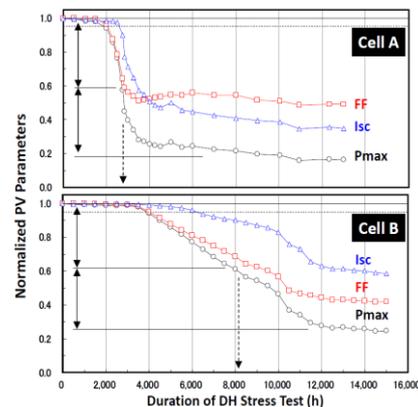


Fig. 2. I - V parameters during DH stress test.

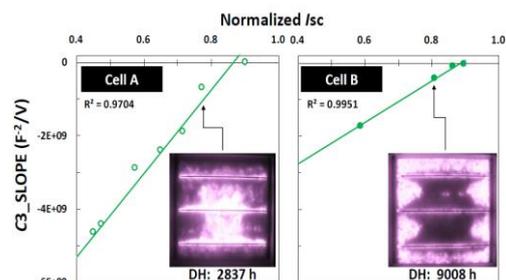


Fig. 3. Correlation of the increase in $C3_SLOPE$ with the reduction of I_{sc} .