

連続加速試験によるフレーミング現象の再現

Reproducing the “Framing” by a Sequential Stress Test

産総研¹、三井化学²、DuPont³、Aalborg Univ.⁴、NREL⁵ ○棚橋 紀悟¹、櫻井 啓一郎¹、塩田 剛史²、William Gambogi³、Nancy H. Phillips³、Kaushik Roy Choudhury³、Sergiu Spataru⁴、David C. Miller⁵、Michael Kempe⁵、Michael Owen-Bellini⁵、Peter Hacke⁵

AIST¹、Mitsui Chemicals²、DuPont³、Aalborg Univ.⁴、NREL⁵ ○Tadanori Tanahashi¹、Keiichiro Sakurai¹、Tsuyoshi Shioda²、William Gambogi³、Nancy H. Phillips³、Kaushik Roy Choudhury³、Sergiu Spataru⁴、David C. Miller⁵、Michael Kempe⁵、Michael Owen-Bellini⁵、Peter Hacke⁵

1. はじめに

結晶シリコン太陽電池 (c-Si PV) モジュールでは、屋外曝露の初期 (半年程度) から「フレーミング」と称するセル周辺部での変色現象が多々生じることが報告されている。このフレーミング現象は、発電特性には大きな影響を与えないが、BIPV 市場の拡大とともに、その美的・景観的影響が住宅などの資産価値の低下を招く懸念が指摘されている。このフレーミングは、高システム電圧や PV 回路バイアス電圧を高温高湿環境下で負荷することでのみ再現されることが報告されているが、セルクラックに起因する Snail Trail 現象のような紫外線ストレスとの関連は検討されていない。今回、このフレーミング現象が、高温高湿ストレスと紫外線ストレスの連続負荷により容易に再現可能であることを報告するとともに、Snail Trail と異なる発現機序をもつ可能性を議論する。

2. 実験方法

2 種封止材 (UV 吸収剤: 含・不含) と 3 種バックシート (PA・PVDF・TPT) を組み合わせた 6 種のミニモジュール (PERC、4 セル) を試作した、これらを、高温高湿環境 (85°C/85% rh) に 1,000 時間曝露した後、Xe ランプ照射による紫外線ストレス (60 kWh/m² at 300-400 nm) を 2 回負荷した。

3. 結果と考察

高温高湿ストレス負荷過程では発電特性の変動は見られなかったが、紫外線ストレスにより UV 吸収剤を含まないモジュールでの V_{oc} 低下が確認できた。PERC モジュールで見られる既知の UV-induced Degradation が確認できたことから、本実験では、封止材中の UV 吸収剤は、十分に機能していることを示された。

高温高湿ストレス負荷では確認できなかったフレーミング現象は、UV 吸収剤の含・不含

に関わらず、酸素透過性の高いバックシート (PA) を用いた PV モジュールでのみ、低容量の紫外線ストレス負荷 (60 kWh/m²) で発現した (Fig. 1)。このフレーミングは、更なる紫外線ストレス負荷では拡大などの変動を示さず、屋外曝露での発現・変動態様と類似していた。

PV モジュール内の酸素分布を反映するとされる紫外線蛍光像においては、フレーミング発現モジュール (PA バックシート使用) だけでなく、他バックシート使用モジュールにおいてもセル周縁部域への酸素透過が確認でき、フレーミング有無との明確な相関は確認できなかった。これらから、水分浸透・酸素浸透・紫外線ストレスの 3 者で説明される Snail Trail 発現機序と異なる発現過程をフレーミングでは辿る可能性が示唆された。

4. 結論

本検討により、容易にフレーミングを再現する加速試験方法が明らかとなり、詳細な発現機序検討への利用可能性が示された。

謝辞

本検討の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構からの委託研究により実施した。結果に関して議論いただいた PVQAT-JP チームに深謝申し上げる。

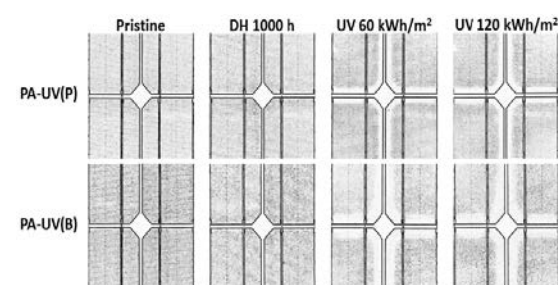


Fig. 1 Evolution of “Framing” during the sequential stress test. UV(P) and UV(B) indicate UV passing- and UV blocking-encapsulant, respectively.