

プレッシャークッカー試験・動的機械荷重試験での結晶 Si 太陽電池 モジュールの劣化モード解析

Degradation Mode Analysis of Crystalline Si PV Modules on Pressure Cooker Tests and Dynamic Mechanical Load Tests

産総研 FREA °伊野 裕司, 浅尾 秀一, 白澤 勝彦, 高遠 秀尚

Fukushima Renewable Energy Research Center, AIST, °Yuji Ino, Shuichi Asao, Katsuhiko Shirasawa,
Hidetaka Takato

E-mail: ino.yuji@aist.go.jp

はじめに 太陽電池モジュールは、屋外で長期にわたって使用されるため、その信頼性の評価が欠かせない。今回、結晶 Si 太陽電池モジュールに対し PCT 試験と DML 試験を行い、EL 測定で暗部として見られた箇所の電極を調べ、劣化モードの解析を行ったので報告する。

PCT 試験 PCT 試験に使用したモジュールは、3.2mm 強化ガラス/EVA/セル/EVA/バックシートの構造を持つ。バスバーへのタブ線はんだ付け時のフラックスの影響を調べるため、フラックスとして弱活性化ロジン系(ハライド 0.07%)と非ロジン有機系(ハライドフリー)の2種を使用した。PCT 試験は、温度 110°C、湿度 85%の条件で行い、IV 測定と EL 測定によるモジュール評価を行った。試験後、EL 測定で見られた箇所の Ag フィンガー電極の断面 SEM、EDX 測定を行った。

DML 試験 DML 試験に使用したモジュールは、0.85mm 強化ガラス/EVA/セル/EVA/バックシート構造の 4 セルモジュールでアルミフレームを取り付けている。DML 試験は、圧力±4 kPa、1 分周期の正弦波サイクルの条件で 16000 サイクルまで行った。試験後のモジュールの EL 像暗部のタブ線箇所の断面 SEM 観察を行った。その後、同等のモジュールで EL 像暗部の DML 試験での変位を調査した。

結果 図 1 に、PCT 試験を 600 時間行った後のモジュールの EL 像を示す。それぞれ、(a) タブ線付近のみに非ロジン有機系フラックスを塗布、(b) セル全面に非ロジン有機系フラックスを塗布、(c) セル全面に弱活性化ロジン系フラックスを塗布したモジュールである。(a)は PCT 試験後も良好な EL 像を示すのに対し、セル全面にフラックスを塗布した(b)と(c)では EL 暗部が発生している。暗部の範囲もフラックスの種類で違いが見られ、(c)の弱活性化ロジン系フラックスでは塗布範囲全面にわたって EL 暗部が発生している一方で、非ロジン有機系フラックスもセル全面に塗布しているにもかかわらず EL 暗部はタブ線周辺にとどまっ

ている。この結果は、フラックス成分の違いが PCT 試験によるモジュール劣化に影響を与えることを示している。EL 暗部/明部の断面 EDX 分析は、EL 暗部の Ag フィンガー電極の表面で Sn と O を検出し、これらが EL での暗部の発生と関連していると考えられる。

図 2 に、DML 試験に使用したモジュールと試験後の EL 像を示す。EL 像で、左側のバスバーを中心に分布する暗部が確認された。断面 SEM 観察から、EL 暗部が発生したタブ線と横配線リボンの接合部で、接合部でははんだの剥離、またはタブ線の断線が起こっていることが確認された。DML 試験によるタブ線-横配線接合部でははんだ剥離・断線が、配線抵抗の増加をもたらし、EL 暗部の原因となった。同等のモジュールの変位測定は、タブ線-横配線接合部で±3 mm の変位が生じていることを示した。

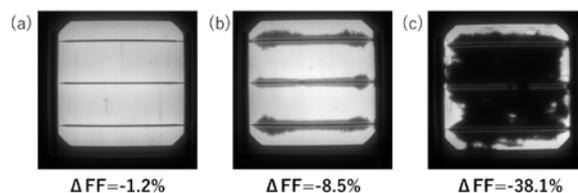


図 1 PCT 試験 600 時間後モジュールの EL 像。

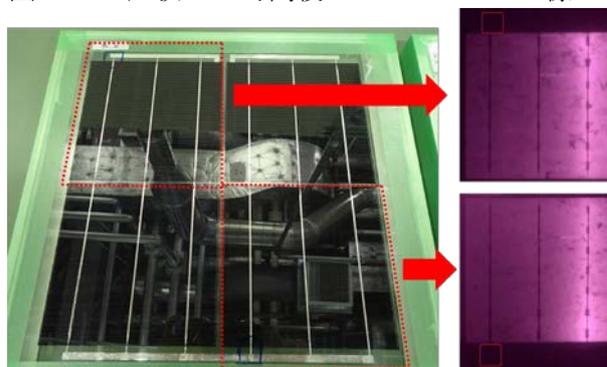


図 2 DML 試験モジュールの外観と DML 試験後の EL 像。

謝辞 本研究は NEDO の支援のもとに実施された。