

高信頼性結晶シリコン太陽電池モジュール

白澤 勝彦、浅尾 秀一、高遠 秀尚

産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター

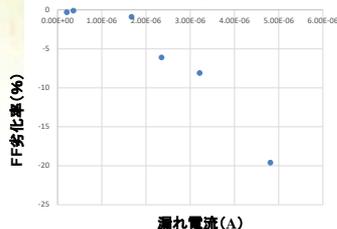
研究の目的

- 標準モジュール構造 (AI-BSFセル) での信頼性試験
 - PID試験
 - 冷熱衝撃試験
- 高信頼性モジュール構造での信頼性試験
- 高信頼性建材一体型モジュールの提案

1. 標準モジュール構造での信頼性試験

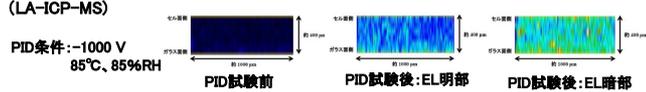
(1) PID試験

1セルMoの漏れ電流とFF劣化率



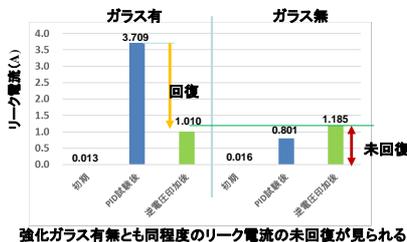
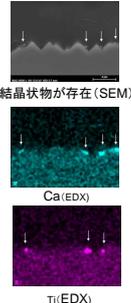
カバー材
EVA
AI-BSFセル
EVA
バックシート

t3.2 mm 白板強化ガラスを用いたモジュールのPID試験前後のEVA中のNa濃度マップ (LA-ICP-MS)



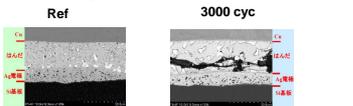
モジュール構造
 ・REF: アルミ板/t3.2 mmガラス/EVA/セル/EVA/PET
 ・試験品: アルミ板/EVA/セル/EVA/PET
 試験条件
 ・-1000 V, 85°C, 85%RH

ガラス無しMoの分析結果
 リーク箇所から元素分析 (EDX)
 (下図)によりCa, Tiを抽出

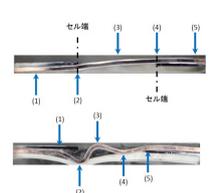


(2) 冷熱衝撃試験 (-60°C ~ +100°C)

① セル上のタブ配線部



② セル間のタブ配線材部



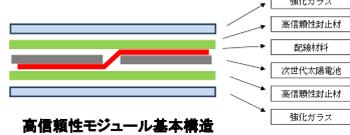
TCT ナノインデンテーション測定結果

試料	測定箇所	弾性率 / GPa	硬さ / GPa	弾性率 / 硬さ
Ref	(1)	120.3	2.0	60.2
	(2)	117.1	1.4	83.6
	(3)	125.4	2.0	62.7
	(4)	118.5	1.7	69.7
	(5)	106.3	1.8	59.1
T4	(1)	130.7	1.7	76.9
	(2)	94.0	1.6	58.8
	(3)	103.8	1.6	64.9
	(4)	92.0	0.94	97.9
	(5)	123.4	1.9	64.9

- 銀電極上のタブ配線材剥離⇒半田にクラック発生
- セル間ではタブ線の変形⇒断線

2. 高信頼性モジュール構造での信頼性試験

両面ガラスを基本構造とする



(2) モジュール構造

両面ガラスモジュール構造	比較用モジュール構造
t0.85化学強化ガラス	t3.2 強化ガラス
EVA	EVA
セル	セル
EVA	EVA
t0.85化学強化ガラス	バックシート

(1) 試験条件

条件	UV	⇒	TCT	⇒	DML
条件1	UV	⇒	TCT	⇒	DML
条件2	UV	⇒	DH	⇒	DML
条件3	PCT	⇒		⇒	
条件4	UV	⇒	PCT	⇒	TCT
条件5	UV	⇒	PID	⇒	

紫外線照射試験 (UV) : 5sun, 80°C
冷熱衝撃試験 (TCT) : -60°C ~ +100°C
ダイナミックメカニカルロード試験 (DML) : ±4000 Pa, 1 min/cyc
高温高湿試験 (DH) : 80°C, 85%RH
フレッシュエアー試験 (PCT) : 110°C, 85%RH
Potential Induced Degradation 試験 (PID) : 85°C, 85%RH, -1000 V

(3) 試験結果

① t0.85Wガラス及びt3.2ガラスに有意な差は見られなかった
 ② さらに試験を継続

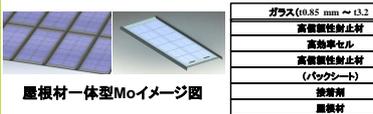
① t0.85Wガラスとt3.2ガラスでは劣化率に有意な差が見られた

① TCT試験後、t0.85Wガラスとt3.2ガラスでは劣化率に有意な差が見られた。
 ② EL画像からバスバー付近でのフィンガー断線と思われる暗部が見られた。

t0.85Wガラスがt3.2ガラスより良好な結果である。これはt0.85Wガラスが化学強化によるものでありWガラスの効果では無い。

3. 高信頼性建材一体型モジュールの提案

高信頼性低コスト屋根材一体型モジュール



- 課題1. コスト
 ・フレームレス
 ・架台レス
 ・金具レス
 ・屋根材一体型モジュール作製プロセスの簡易化
- 課題2. 屋根材としての信頼性、耐久性、安全性
 ・接着剤の信頼性、耐久性、安全性
 ・屋根材構造としての信頼性、耐久性、安全性
 ・出力取り出し

まとめ

1. 標準モジュール構造での信頼性試験

(1) PID試験

- PIDにはNaとNa以外の材料が関与している可能性がある。
- Na起因のPIDは逆電圧により回復するが、Na以外の元素によってはPIDは回復しない可能性がある。
- 今回検出されたCa, Tiの起源も含めさらに検討を進める。

(2) 冷熱衝撃試験

- 銀電極上のタブ配線材剥離⇒半田にクラック発生
- セル間ではタブ線の変形⇒断線

2. 高信頼性モジュール構造での信頼性試験

モジュール構造は両面ガラスとした

試験項目	優位性	備考
UV試験	—	4セルモジュールで良好な結果が得られたが、さらに検討が必要
TCT試験	○	
DH試験	—	長時間での評価が必要
PCT試験	○	
PID試験	—	化学強化による効果であり両面ガラスでの効果はないと思われる
UV試験との組み合わせ試験を行ったが今回の試験ではUVが他の試験に及ぶ影響は見られなかった		
DML単独試験	○	セルクラックに対して有効
CFによる配線	○	銀電極とタブ配線の接続に導電性フィルム (CF) を用いた場合、セルクラックに対して有効である。

今後の方針

- 標準モジュール及び開発モジュールでの強制劣化での故障モード、故障メカニズムの調査を継続する。
- 開発モジュールでは、他の封止材、配線材およびPERC、PERT、BC等についても評価を行う。
- 市場品での故障モード、故障メカニズムの調査を継続する。

謝辞

本研究の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託のもとに実施されました。関係各位に感謝申し上げます。