

# PCTによる太陽電池モジュールの劣化挙動の調査

伊野裕司・浅尾秀一・白澤勝彦・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 太陽光チーム

## 研究の目的

- 高効率セルを用いたモジュールで長期にわたって高い発電性能を維持するために、**長期間/高加速条件での信頼性試験による故障モードの把握と高信頼性モジュール技術の研究**を行っている[1-3]。
- ここでは**pressure cooker test (PCT)**により、湿熱劣化による故障モードに対する**モジュール部材の影響の調査**を行った。

## 実験

### ● モジュール構造(エッジシーリングなし)

Module type	G/BS		G/G	
	Tempered glass		Tempered glass	
Front cover	Tempered glass		Tempered glass	
Encapsulant (front)	EVA		EVA	
Interconnector	平角銅線 (有鉛はんだめっき) はんだタブ付け	平角銅線 (無鉛はんだめっき) CFタブ付け	平角銅線 (有鉛はんだめっき) はんだタブ付け	平角銅線 (無鉛はんだめっき) CFタブ付け
	Cell			
Cell	c-Si Al-BSF			
Encapsulant (back)	EVA			
Back cover	PVF/PET/PVF		Tempered glass	
Module busbar ribbon	平角銅線 (無鉛はんだめっき)			



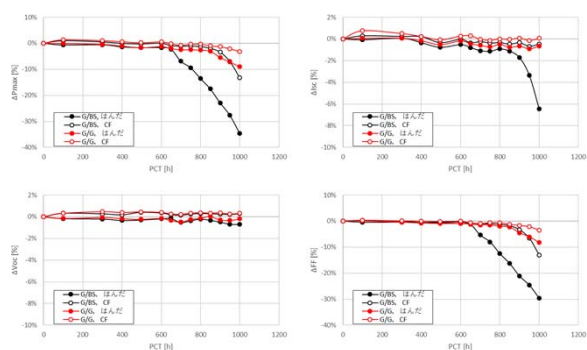
G/G ↓ ↑ G/BS



- PCT条件: 110°C 85%RH ~1000 h
- 測定: I-V測定, EL観察

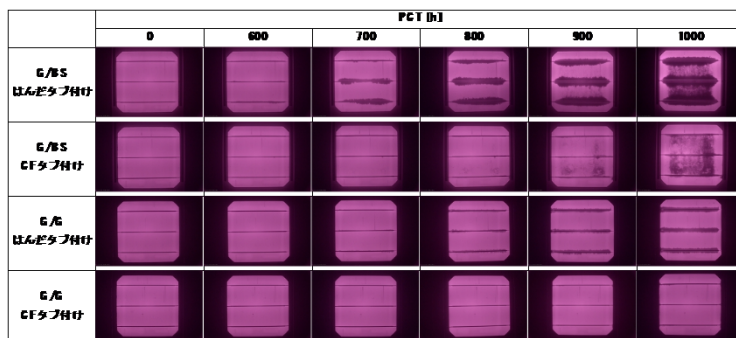
## 結果<sup>[3]</sup>

### ● I-V測定



- 標準的な構造のG/BS・はんだモジュールは、650 hから $P_{max}$  FFが劣化するのに対し、G/BS・CF、G/G・はんだ、G/G・CFモジュールは劣化の開始が850~900 hに延びた。
- また劣化が始まった後も、G/Gモジュールは、G/BSモジュールと比べて、その劣化レートはより小さい。

### ● EL観察



- はんだタブ付けモジュールでは、劣化はインターコネクタ沿いから発生したのに対し、G/BS・CFタブ付けモジュールではこの劣化パターンは見られず、代わりにセル中央にまだらな劣化パターンが発生した。
- G/G・CFタブ付けモジュールでは、PCT 1000 hの後でも、明らかな劣化パターンは見られなかった。

## 考察



2つの劣化モードの組み合わせ?

インターコネクタ沿い劣化

セル中央劣化

- インターコネクタ沿い劣化は、これまでの研究で、モジュール作製時の過剰フラックスと有鉛はんだタブ付けによって劣化が促進され、劣化部のAg電極にSn化合物層の堆積が確認された。このことから、この劣化モードには**電気化学的反応が関与している**と考えられる。
- 一方、CFタブ付けモジュールで見られた**セル中央劣化**は、シミュレーションで見られる湿熱試験後の酢酸濃度分布<sup>[4]</sup>に類似しており、**酢酸による電極腐食**に起因すると考えられる。

## 結論

- PCT試験により、c-Si PVモジュールの湿熱劣化モードの調査を行った。
- G/G構造またはCFタブ付けを用いることで、劣化の抑制が確認された。
- また、CFタブ付けモジュールでは、インターコネクタ沿いの劣化の代わりにセル中央の劣化が確認された。
- これらの2種の劣化パターンは、  
セル中央劣化: 酢酸濃度分布のみに基づく劣化  
インターコネクタ沿い劣化: 電気化学的反応により促進された劣化と考えている。

## 参考文献

1. Y. Ino, S. Asao, K. Shirasawa, and H. Takato, "Effect of soldering on the module degradation along bus bar in DH test and PCT for crystalline Si PV modules", in *Proc. WCPEC-7*, (2018).
2. Y. Ino, S. Asao, K. Shirasawa, and H. Takato, "Comparison of glass/glass and glass/backsheet mini-modules by accelerated test", in *Proc. NREL PV Reliability Workshop*, (2019).
3. Y. Ino, S. Asao, K. Shirasawa, and H. Takato, "Investigation of degradation mode spreading interconnectors by pressure-cooker testing of photovoltaic cells", *IEEE Journal of Photovoltaics*, (Accepted).
4. J. Irikawa, T. Nishiwaki, H. Hashimoto, H. Kanno, and M. Taguchi, "Analysis of the acetic acid generation in the PV modules", in *Proc. NREL PV Reliability Workshop*, (2019).

## 謝辞

本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の支援のもとに実施された。