

# 太陽電池モジュールの 高温高湿試験での劣化評価

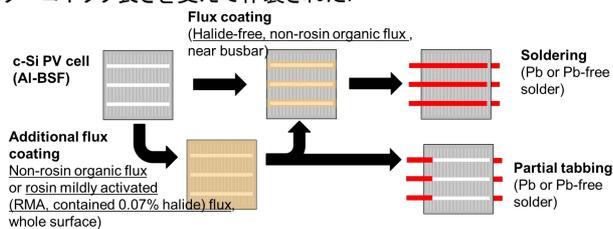
伊野裕司・浅尾秀一・白澤勝彦・高遠秀尚  
産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター 太陽光チーム

## 研究の目的

- 高信頼性結晶シリコン太陽電池モジュールを開発する上で、モジュールの故障モード・メカニズムを明らかにするため、標準的な高温高湿(DH)試験(85°C 85%RH 1000 h)<sup>[1]</sup>よりも厳しい条件の2種の試験を行っている:
  - 95°C 95%RH ~3000 h DH試験,
  - 110°C 85%RH ~1000 h プレッシュアックター試験(PCT)
- 今回、これらの試験で見られるインターコネクタ沿いから発生する劣化に対する、インターコネクタのタブ付け条件の影響を調査した。

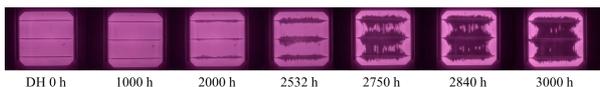
## 実験

PCTモジュールは、インターコネクタタブ付条件の影響を調査するため、下図のようにフラックスの種類と塗布範囲、有鉛/無鉛はんだ、インターコネクタ長さを変えて作製された。



## 結果・考察<sup>[3]</sup>

### 1. EL観察 (95°C 95%RH DH試験)



2000 hからインターコネクタ沿いに劣化領域が発生し、試験時間の経過にしたがい成長し、最終的にはセル内部を覆った。

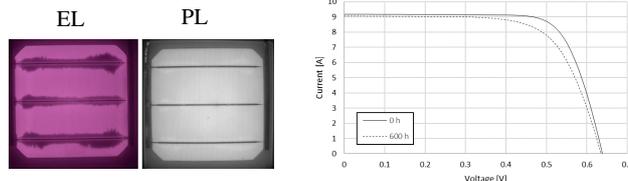
### 2. EL観察 (110°C 85%RH PCT)

Pb solder	PCT 0 h	600 h	650 h	700 h	792 h	900 h	1000 h
Standard							
Non-rosin flux Whole surface							
RMA flux Whole surface							
Pb-free solder	PCT 0 h	600 h	650 h	700 h	792 h	900 h	1000 h
Standard							
Non-rosin flux Whole surface							
RMA flux Whole surface							
Partial tab Non-rosin flux Whole surface							
Pb solder							
Pb-free solder							

- 有鉛はんだ、フラックスをセル全面に塗布した試料で、より速い劣化が見られた。
- 部分的タブ付試料では、タブ付を行っていない箇所では、1000 hのPCTの後でも劣化が見られなかった。

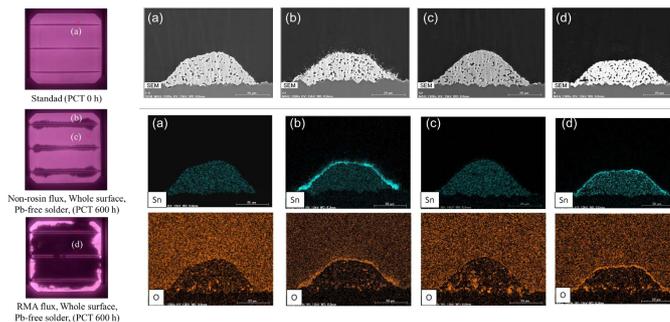
### 3. PL imaging & I-V curve

Non-rosin flux, Whole surface, Pb-free solder. (PCT 600 h)



- PL観察から600 hのPCT後でもセルの劣化は見られなかった。
- I-V測定からRsの約20%の増加が見られた。

### 4. Cross-sectional SEM & EDX



- 劣化領域のAgフィンガー電極表面に新たな層の存在が確認された。
- EDX分析から、この層の成分としてSnとOが検出された。
- Agバスバー電極とインターコネクタはんだの間の異種金属接触腐食によるはんだ成分の溶出が報告されており<sup>[2]</sup>、これが今回見られたSnの供給源であると考えられる。

## 結論

- 95°C 95%RH DH試験において2000時間、110°C 85%RH PCTにおいて600~700時間の試験期間の後で、インターコネクタ沿いからの劣化が観察され、DH試験とPCTで同様の劣化挙動が観察された。
- FFの低下とRsの増加、EL像とPL像との比較から、この劣化は電極の劣化に起因すると考えられる。
- インターコネクタのタブ付時のフラックスの種類と塗布範囲、はんだ成分が劣化の進行に影響を与えることが確認され、フラックスと有鉛はんだは劣化を加速させた。
- インターコネクタのタブ付はこの劣化に対して必須条件のようであり、タブ付を行っていない箇所では、1000 hのPCTの後でも劣化が見られなかった。
- EDX分析から、劣化部分のAgフィンガー電極表面において、SnとOの分布が見られたことから、この劣化は電気化学的反応を伴っていると考えられる。

## 参考文献

- IEC 61215-1:2016, "Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval - Part 1: Test requirements".
- J.-H. Kim *et al.*, "Study on mitigation method of solder corrosion for crystalline silicon photovoltaic modules", *Int. J. Photoenergy* 2014, (2014), 809075.
- Y. Ino *et al.*, "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).

## 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。