

# 薄膜フレキシブルモジュールのDH試験中の光照射・電流注入の影響

櫻井啓一郎

産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター モジュール信頼性チーム

## PVQAT TG8 – working on thin film modules

**International PV Quality Assurance Task Force**

About the Task Force  
Proceedings  
Advisory Board  
Contacts

**International PV Quality Assurance Task Force**  
The International Photovoltaic Quality Assurance Task Force (PVQAT) is leading efforts to develop standards with three primary goals:

1. Provide comparative information about the relative durability of photovoltaic (PV) modules when exposed to a variety of stresses, giving solar customers a baseline for improving the accuracy of quantitative PV lifetime predictions.
2. Create a guideline for better representation of the IEC system used during international comparisons.
3. Establish capability to test PV systems consistently.

PVQAT includes the following Task Groups. More information is available on each group's progress and current status:

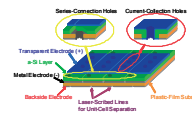
- Task Group 1: PV QAT testing for thin-film modules – leaders: Brian ...
- Task Group 2: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 3: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 4: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 5: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 6: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 7: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 8: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 9: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 10: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 11: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 12: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 13: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 14: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 15: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 16: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 17: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 18: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 19: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...
- Task Group 20: PV QAT testing for silicon, thin-film, and hybrid modules – leaders: ...

For information for any of these Task Groups, please contact the leader directly at: [http://www.nrel.gov/cv/pvmaq\\_task\\_force/](http://www.nrel.gov/cv/pvmaq_task_force/)

- ・スクライプ等によるinterconnection
- ・TCO層、裏面電極層
- ・フレキシブルモジュール等、薄膜特有の要素の試験を扱う

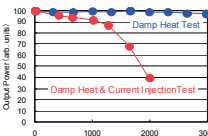


## 背景: 富士電機(現FWAVE)による報告



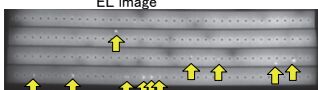
Transparent Electrode (TE)  
+S Layer  
Multi-Electrode  
Inhibitor Layer  
Thin-Film Substrate

Series Connection Holes  
Current Collection Holes



(A. Takano et al., EU PVSEC 2013, 3BO.5.4)

EL image



(Leak points)

電流注入しないと再現しない劣化を発見  
(通常のDHでは気づかない！)

→EVAを他材料に変え、製品化前に解決できた

## Question...

光照射DHと電流注入DH、通常のDHでの違いは？  
どのようなメカニズムで？

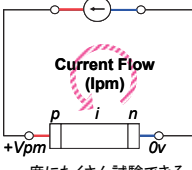
これは他社や他材料系のモジュールでも発生するか？

- other flexible thin film Si products?
- flexible CIGS?
- rigid thin films?

規格への反映の必要性は？

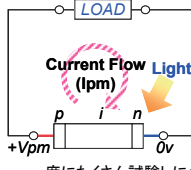
## 光照射vs電流注入

電流注入+ DH




一度にたくさん試験できる  
電流の向きは逆

光照射+ DH




一度にたくさん試験しにくい  
電流の向きは実環境と同じ

(A. Takano et al., EU PVSEC 2013, 3BO.5.4)



## Damp Heat / Dry Heat中の光照射や電流注入効果の調査

加温試験中の光照射効果



LED光照射チャンバー

加温(モジュール温度約=15°C)  
(20%or85%) + 光照射

Damp Heat + 電流注入

加温(85°C 20%or85%)  
(dark)

劣化を比較(I-V, EL)

TF-Si monolithic



CIGS monolithic



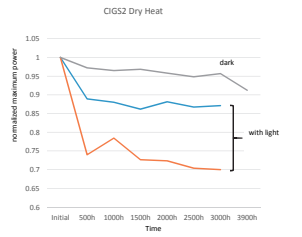
## モバイル向けCIGS市販フレキシブル製品の例: EL images

Light+Dry(20%) Heat : EL: CIGS2				CIGS2 light+Damp Heat : EL		
initial	500 h	1000 h	3000 h	Initial	500 h	1000 h

光照射の方が暗い  
最初の500 hで暗くなった後、そのレベルを維持

やはり光照射の方が速く暗くなる  
(注: そもそもDamp Heatに非常に弱い製品)

## I-V、破壊分析



CIGS2 Dry Heat

normalized maximum power

Time

試験した限りでは

- ・光照射の方がI-Vも劣化
- ・最初の500 hで低下、その後維持 (ただし、試料数は2点だけ)

破壊分析では光照射有りの試料ではなしの試料に比較してセル付近受光面側のEVA中の酢酸や水酸基が少なめ。

## まとめ

- 試験した範囲では、
- ・DH中の光照射による劣化の加速が、少なくとも1種のフレキシブルCIGS製品において観測された。
  - 酢酸量や水分量に変化が起こっている可能性が唆される。
  - 詳しい劣化機構はまだ不明。
  - ・電流注入と光照射の違いは今のところ明確でない(ここではデータを示していない)。
- ・入手した市販品のバラツキが大きい。特性の揃った薄膜試料での追試が望ましい(計画中)。
- ・他機関(国内企業、NREL、FSEC等)とも連携しつつデータ数を増やし、結果によってはIEC規格への反映を提案していく。