

薄膜シリコン太陽電池のPID劣化現象と逆電圧印加効果

原 由希子・増田 淳
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

研究の目的

- メガソーラの普及に伴い問題視されている電圧誘起劣化(PID)現象は近年普及が進む薄膜シリコン太陽電池にも起こるとされているが、その実態やメカニズムは明らかにされていない。
- 一方、産総研九州センターの屋外曝露サイトでは、薄膜シリコンの劣化が見られ、PIDとの関連が疑われる。

そこで本研究では

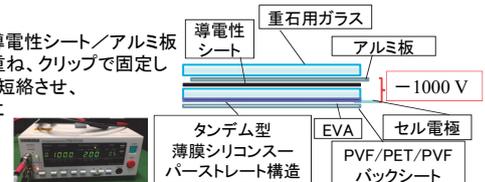
- 室内試験によりPID現象を把握する。
- 光・湿度を取り入れた、より実環境に近い試験により屋外劣化との関連性を検証する
- メカニズム解明



実験

アルミ法 (AIST法)

モジュールの受光面側に導電性シート/アルミ板/重石用のガラスの順に重ね、クリップで固定し密着させる。セルの端子を短絡させ、高電圧電源のマイナス極に接続し、アルミ板と電源のプラス極を接続する。



アルミ法 (AIST法) + チャンバー法 = Wet アルミ法

アルミ法と同様にセットしたモジュールを85°C85%のチャンバーに投入し、-1000 Vを印加する。

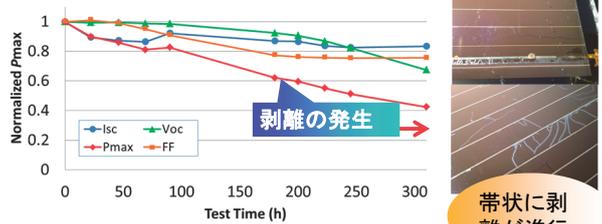
【PID試験条件】
PID試験電圧: -1000 V
試験温度: 85°C
試験湿度: アルミ法 <2%
Wetアルミ法 85%
回復試験電圧: +1000V



結果

1. 薄膜SiのPID劣化は緩やかでシャントに変化なし

-1000V印加により、 I_{sc} 値が低下、続いてFFが低下するが、やがて飽和する。 V_{oc} は後から低下し、緩やかに下がりが続ける。



2. 逆電圧印加により回復する

アニール効果により、100%以上の回復が見られる

3. 逆電圧印加後は劣化が加速される

逆電圧印加後の-1000 V印加試験で劣化が加速。さらにパーティクルの様なものが出現する。

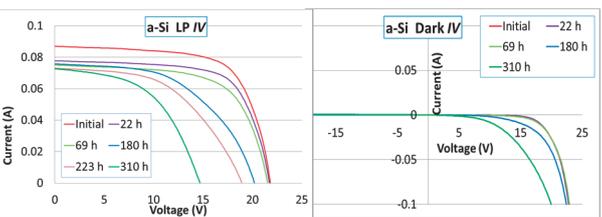
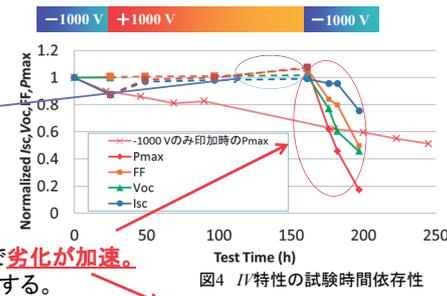


図1 //特性の試験時間依存性(左)と剥離の外観(右)

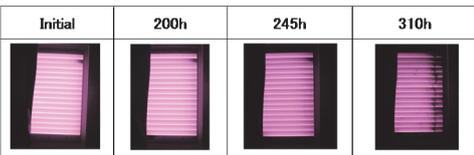
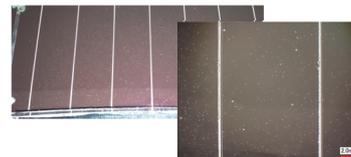


図2 PID試験時間毎の//特性(左: 明光、右: 暗)

剥離と同時にELでも暗輝度部が見られた。



逆電圧やDHの熱によって回復し、回復に伴いパーティクルの様なものは消失する。

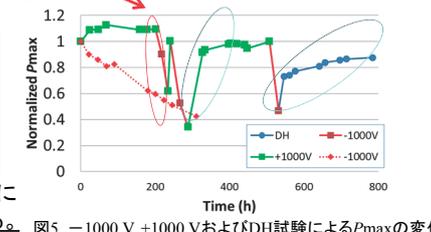


図4 //特性の試験時間依存性

図5 -1000 V, +1000 VおよびDH試験によるPmaxの変化

4. パーティクル状剥離

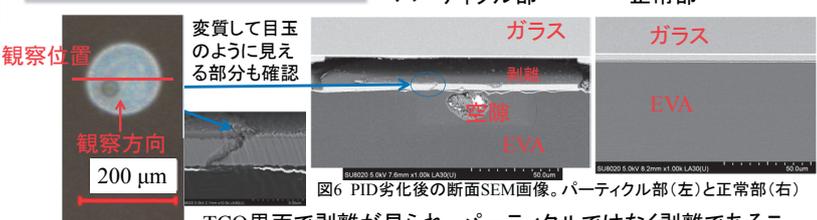


図6 PID劣化後の断面SEM画像。パーティクル部(左)と正常部(右) TCO界面で剥離が見られ、パーティクルではなく剥離であることが判明。剥離の下部には空隙も認められた。

考察と課題

- ✓湿度・水分との関係は? Wetアルミ法で顕著な剥離が確認され、湿度との関連性が示唆される剥離→水分浸入→剥離進行の悪循環も考えられる。屋外と関連付けながら水分の浸入経路と剥離の進行などを検証していく。
- ✓逆電圧印加後に劣化が加速するのはなぜか?
- ✓逆電圧印加後はなぜ帯状ではなくパーティクル状の剥離になるのか? 今後の検討課題

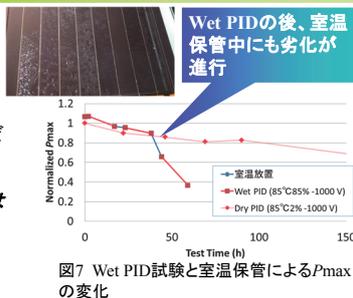


図7 Wet PID試験と室温保管によるPmaxの変化

結論

- ◆ -1000 V印加試験では劣化は緩やかで、 I_{sc} →FF→ V_{oc} の順に低下し、屋外で見られるような剥離現象も再現した。
- ◆ 熱や逆電圧により回復するが、帯状に剥離した場合は回復しない。
- ◆ 逆電圧印加後の-1000 V印加試験では劣化が加速され、 I_{sc} ・ V_{oc} ・FF全てが短時間で低下する。
- ◆ 逆電圧印加後の劣化時に出現するパーティクル状の剥離は、回復とともに消失する。

謝辞

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構からの委託研究の一環として実施されたものであり、関係各位に感謝いたします