

結晶シリコン太陽電池の高温高湿・温度サイクル混合試験

山本千津子 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

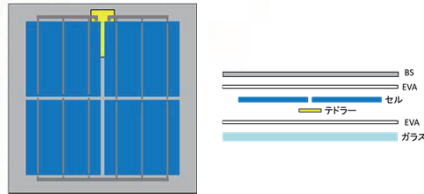
研究の背景

再生可能エネルギー固定価格買い取り制度の開始後、国内の太陽光発電システムは急速に普及したが、現行のIEC規格による適合性試験では長期間の信頼性確保を保証することはできておらず、長期間の信頼性確保を確保する加速試験の開発が求められている。

そこで、本研究では結晶4セルサイズのミニモジュールを用いて、高温高湿(DH)試験および温度サイクル(TC)試験の延長試験と、DH試験とTC試験の混合試験を行った。

実験

産総研で作製した結晶4セルモジュールを使用



試験前後で電流-電圧特性評価、EL測定、絶縁抵抗試験を行った。

試験内容

①高温高湿(DH)試験

IEC61215 10.13 Damp-heat testに準じた85°C85%の試験において1000時間毎に取り出し測定し、5000時間まで実施した。

②温度サイクル(TC)試験

IEC61215 10.11に準じた-40°C~85°Cのサイクル試験において200回毎に取り出し測定し、2800回まで実施した。

③結露凍結(HF)試験

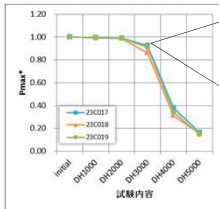
IEC61215 10.12に準じた-40°C~85°Cの試験を10サイクル実施した。

④DH、TC混合試験

DH2000,3000,4000後のTC試験の他、DH試験1000時間とTC試験200回を交互に実施した。

DH延長試験の結果

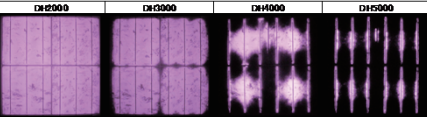
Pmaxの変化



- ▶ 最大出力の低下は主にRsの増加に伴うIscの低下に起因する。
- ▶ DH3000時間後には、タブ線にさびのような変色や凹凸が観測された。さらにEVAの黄変も見られた。



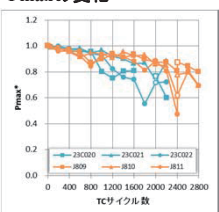
EL測定結果



- ▶ DH3000時間後、EL画像のセル周辺部に暗輝度部が見られ、その後急激に暗輝度部が拡大した。

TC延長試験の結果

Pmaxの変化



- ▶ 結晶系モジュールのTC/HFおよびTC試験では、経過サイクル数の増加とともに最大出力の低下が見られた。最大出力の低下は曲線因子の低下に起因する。
- ▶ TC1000以降のバラつきはタブ線接着部の不具合により一部のモジュールで直列抵抗が増加したためと見られる。

EL測定結果

- ▶ 試験履歴によらず、フィンガーダメージ、インターコネクタや横タブ線の接着不良が発生した。

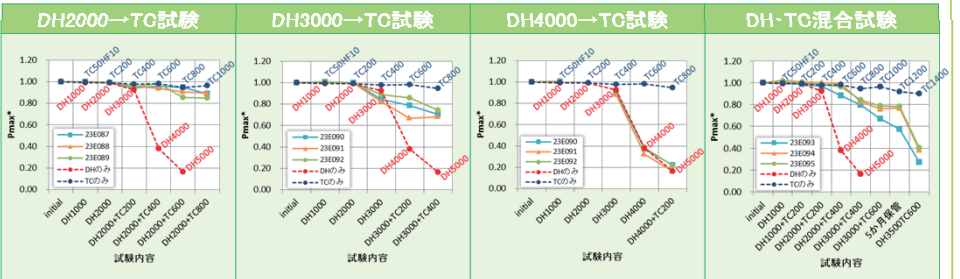


フィンガーダメージ

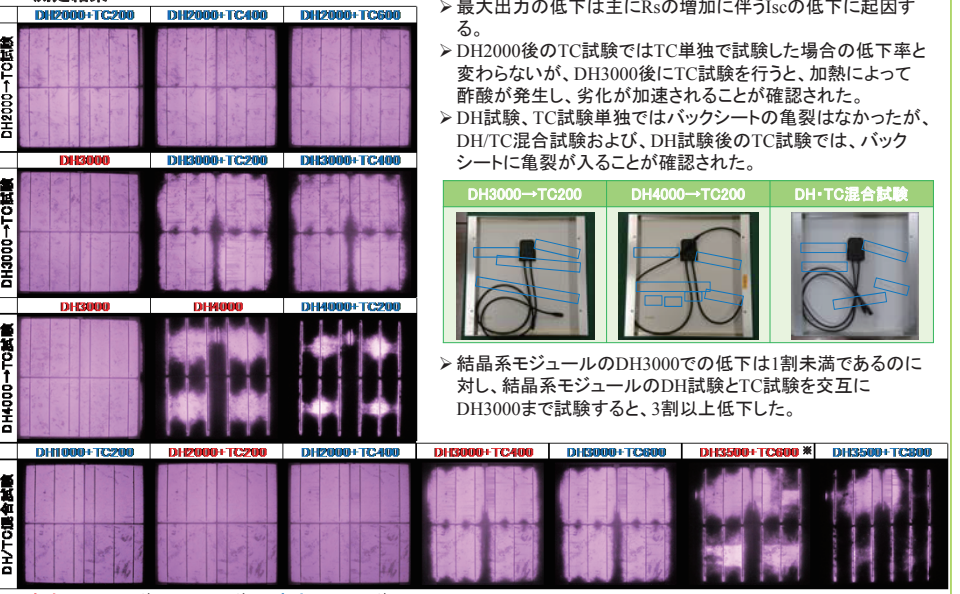
インターコネクタや横タブ線の接着不良

DH・TC混合試験の結果

Pmaxの変化

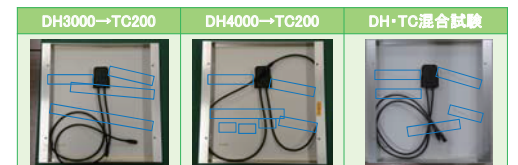


EL測定結果



※赤字:DH1000後(※DH500後)、青字:TC200後

- ▶ 最大出力の低下は主にRsの増加に伴うIscの低下に起因する。
- ▶ DH2000後のTC試験ではTC単独で試験した場合の低下率と変わらないが、DH3000後にTC試験を行うと、加熱によって酢酸が発生し、劣化が加速されることが確認された。
- ▶ DH試験、TC試験単独ではバックシートの亀裂はなかったが、DH/TC混合試験および、DH試験後のTC試験では、バックシートに亀裂が入ることが確認された。



- ▶ 結晶系モジュールのDH3000での低下は1割未満であるのに対し、結晶系モジュールのDH試験とTC試験を交互にDH3000まで試験すると、3割以上低下した。

まとめ

- ▶ DH延長試験では、DH3000からEVAの黄変が始まり、DH4000からRs増加によりIscが大きく低下しPmaxが急激に低下した。Rs増加の原因はフィンガーの変性である。
- ▶ TC延長試験では、フィンガーダメージが発生し、200サイクルにつきPmaxは1-2%程度徐々に低下した。またタブ線接着部の不具合が生じると急激に劣化した。
- ▶ DH2000後のTC試験ではTC単独で試験した場合と低下率は変わらない。DH3000後のTC試験ではTC400でも3割程度の劣化が確認された。
- ▶ DH3000単独試験での低下は1割程度であるのに対し、DH/TC混合試験では、DH3000まで試験すると3割以上の低下が確認された。
- ▶ DH後のTC試験や、DH/TC混合試験では、屋外曝露モジュールで確認されるようなバックシートの亀裂が見られた。

謝辞

本研究は、第Ⅱ期高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアムおよび「太陽電池モジュール信頼性向上・試験法開発に関する研究」コンソーシアムの中で実施した。

関係各位に感謝致します。