

リアエミッタおよびフロントエミッタ構造を有する SHJ 太陽電池の PID 挙動の比較

Comparison of PID behaviors of rear- and front-emitter SHJ PV modules



北陸先端大¹, 産総研² ○(PC) 山口 世力¹, 山本 千津子², 大平 圭介¹, 増田 淳²
JAIST¹, AIST² ○(PC) S. Yamaguchi¹, C. Yamamoto², K. Ohdaira¹, A. Masuda²
E-mail: atsushi-masuda@aist.go.jp

近年, 大規模太陽光発電システムにおいて, モジュールの接地されたフレームとセルとの間の電位差によって生じる PID と呼ばれる劣化現象が問題となっている. 我々は, リアエミッタ (RE) 型の SHJ 太陽電池モジュールの PID が, J_{sc} の低下による第一段階の劣化と, J_{sc} のさらなる低下と V_{oc} の低下によって特徴づけられる第二段階の劣化を示すことを報告してきた [1, 2]. 今回は, RE およびフロントエミッタ (FE) 型 SHJ モジュールの PID 挙動を比較したので報告する.

典型的なモジュール部材および両面受光型の n 型 SHJ セルから, RE および FE 構成の n 型 SHJ 太陽電池モジュールを作製した. 85 °C, <2%RH にて, ガラス表面を基準にセルの短絡した電極に対して -2000 V の電圧を印加することで PID 試験を行った. 評価には J - V 測定を用いた.

Fig. 1 には, RE および FE 型の n 型 SHJ 太陽電池モジュールの PID の進行挙動の比較を示している. エミッタの位置によらず, 初期段階にて同等の J_{sc} の低下が観察される. この J_{sc} の低下は, In_2O_3 ベースの透明導電膜中の In が金属 In へ還元析出することによって生じる [2]. 一方で, 第二段階目の劣化挙動には大きな違いが見られる. RE 型の SHJ モジュールにおいては, J_{sc} のさらなる低下と V_{oc} の低下を生じる. これに対し, FE 型では J_{sc} と V_{oc} の低下は著しく小さく, 代わりに RE 型では見られなかった FF の低下を生じている. この違いは, 過去に報告した SIMS の結果 [2] に基づき, n-c-Si ベース層の表面領域に Na が蓄積していると考えすることで, 次のように説明できる. エミッタの位置によらず, n-c-Si ベース層の表面に Na が蓄積すると, その領域でのバルク再結合が活性化する. RE 型 SHJ セルの場合には, この領域での再結合の活性化はダイオードの拡散電流を増加させる. これは 2 ダイオードモデルにおける J_{01} の増大に対応し, V_{oc} を低下させる. また, n-c-Si 表面付近で生じた光励起キャリアの再結合を促進するため, J_{sc} の低下も生じる. 一方で, FE 型の場合には, n-c-Si の表面は pn 接合の空乏層に対応する領域であるため, この領域で再結合の活性化を生じると空乏層での再結合を介した再結合電流の増大を生じる. これは 2 ダイオードモデルにおける J_{02} や n_2 の増大に対応し, FF の低下をもたらす.

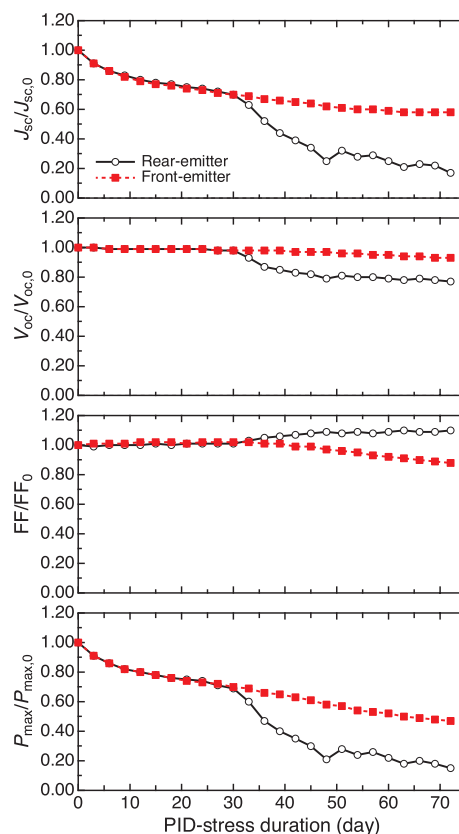


Fig. 1: Dependence of the J_{sc} , the V_{oc} , the FF, and the P_{max} of the RE and FE n-type SHJ PV modules on PID-stress duration.

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の委託によって実施された.

参考文献: [1] S. Yamaguchi et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells **161**, 439 (2017)., [2] S. Yamaguchi et al., Prog. Photovolt. **26**, 697 (2018).