

n 型フロントエミッタ型結晶 Si 太陽電池モジュールの 電圧誘起劣化試験時のリーク電流の変化

Change in the leakage current of n-type front-emitter crystalline Si photovoltaic modules during PID test

北陸先端大¹, 新潟大² °趙蓉蓉¹, 増田淳², 大平圭介¹

JAIST¹, Niigata Univ.², °Rongrong Zhao¹, Atsushi Masuda², Keisuke Ohdaira¹

E-mail : s1910259@jaist.ac.jp

電圧誘起劣化(PID)は、太陽電池モジュールの Al フレーム-セル間の電位差が原因で発電性能が低下する現象である。近年、変換効率が高い n 型結晶 Si 太陽電池モジュールの PID に関する研究が進んでいるが[1]、その多くは暗状態で試験が行われている。太陽電池は光照射下で使用されるため、PID への光照射の影響も考えなければならない。また、フレーム-セル間を流れるリーク電流と PID には強い相関があり、体積抵抗率の高い封止材を用いることでリーク電流を小さくし、PID を抑止することも報告されている[2]。今回我々は、n 型フロントエミッタ型 (n-FE) 結晶 Si 太陽電池モジュールの暗状態および光照射下での PID 試験時のリーク電流の変化について調査した結果を報告する。

20×20 mm² の n-FE セルを、白板強化ガラス/EVA/セル/EVA/バックシートの順に重ねてラミネートし、モジュールを作製した。温度 85 °C、湿度ストレスの無い環境下で、1 sun 光照射下、および暗状態で PID 試験を行った。カバーガラス表面に設置したセルサイズの穴を開けた Al 板を基準として、セル側に絶縁試験器で-1000 V を印加することにより、PID 試験を行った。リーク電流の値も、絶縁試験器により測定した。

図 1 に、n-FE モジュールの初期値で規格化した最大電力($P_{\max}$)の暗状態および 1 sun 光照射下での PID 試験時間依存性を示す。窒化 Si への正電荷蓄積に起因する第一劣化と空乏層への Na 侵入による第二劣化が確認できる。光照射下での PID で、第一劣化が早く発生し、第二劣化がわずかに遅延する傾向が見られる[3]。図 2 に、暗状態(I_{dark})と光照射下(I_{photo})での PID 試験時のリーク電流の PID 試験時間依存性を示す。リーク電流は、第一劣化時には増加し、第二劣化時には減少する傾向が確認される。第一劣化時には窒化 Si 膜中の K センターから電子が放出され、これがリーク電流を増加させた可能性が考えられる。また、第一劣化飽和後は、K センターからの電子放出が無くなったため、低下傾向を示したと考えられる。暗状態と光照射下での PID 試験の結果を比較すると、第一劣化時には $I_{\text{photo}} > I_{\text{dark}}$ 、第二劣化時には $I_{\text{photo}} < I_{\text{dark}}$ となっており、リーク電流の挙動が PID の挙動に対応している傾向を確認した。

謝辞：本研究の一部は、NEDO の委託により実施された。

参考文献：[1] Y. Komatsu et al., Microelectron. Reliab. 84, 127 (2018), [2] J. Kapur et al., IEEE J. Photovolt. 5, 219 (2015), [3] 趙他、第 81 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, 11p-Z23-8, 2020.

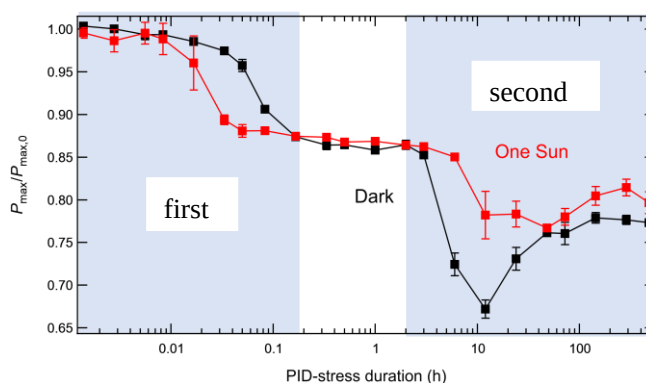


Fig. 1 $P_{\max}$ of n-FE PV modules normalized by their initial values as a function of PID-stress duration.

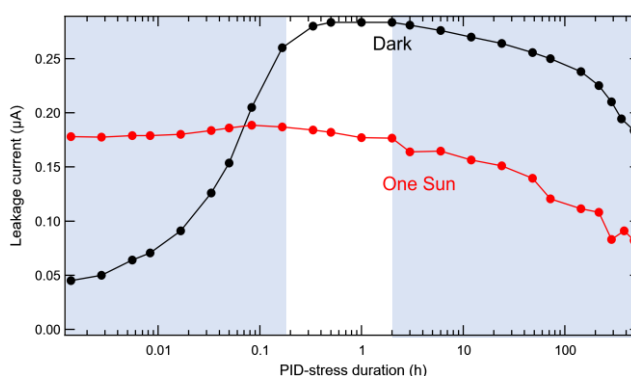


Fig. 2 I_{dark} and I_{photo} of n-FE PV modules as a function of PID-stress duration.