

n型結晶Si太陽電池モジュールの電圧誘起劣化に与える 光照射の影響

山口世力¹・増田淳²・大平圭介¹

¹北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 環境・エネルギー領域

²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

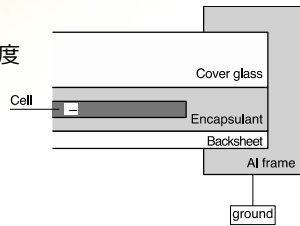
電圧誘起劣化 (PID) ¹⁾: フレーム/セル間の電位差に起因

典型的なp型結晶シリコン (c-Si) 太陽電池モジュールのPIDの劣化速度は光照射によって遅くなる^{2, 3)}

今後普及が見込まれるn型c-Si太陽電池モジュールのPIDに与える光照射の影響は調査されていない

n型フロントエミッター (FE)

c-Si太陽電池モジュールのPIDに与える光照射の影響を調査



実験

試料

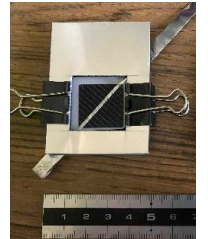
n型FE c-Si太陽電池モジュール

PID試験

開口部を有するアルミ板をモジュール上に設置し、そこからセルに対して高電圧を印加

条件

- -1000 V, 85 °C
- 湿度制御なし
- Dark または Illumination (1 sun)



結果と考察

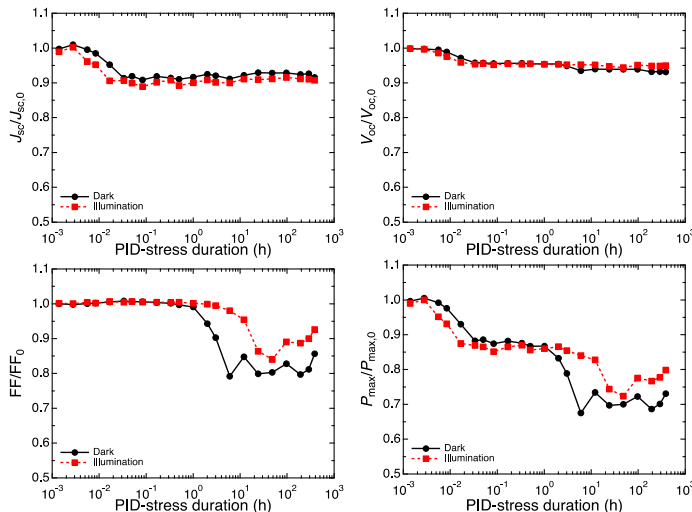
PVパラメーター

1 sun光照射の影響:

- 初期の J_{sc} および V_{oc} の低下に関しては、光照射の影響はほぼ見られない
- 第二段階目のFFの低下は遅くなる傾向にある

光照射はn型FE c-Si太陽電池モジュールの**第二段階目のFFの劣化の進行を遅く**する効果がある

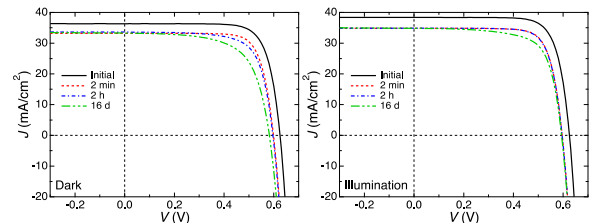
p型c-Si太陽電池モジュールにおける光照射^{2, 3)}と類似の効果



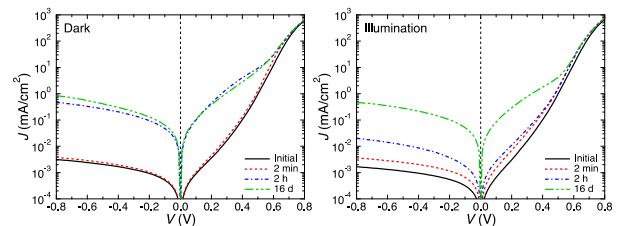
PIDの進行挙動に与える1 sun光照射の影響

フォトおよびダークJ-V

第2段階のFFの劣化速度の低下 ← J_{02} , n_2 の低下の抑制



PID試験前後のフォトJ-V特性 左: 光照射なし, 右: 光照射あり



PID試験前後のダークJ-V特性 左: 光照射なし, 右: 光照射あり

劣化の抑制メカニズムに関する考察

第2段階劣化 → ナトリウム (Na) の空乏層への侵入に起因する再結合電流の増大⁴⁾

1 sun光の照射に起因する SiN_x 膜の導電性の向上
→ SiN_x 膜中の Na^+ のドリフトが低減しNaの侵入が妨げられた可能性

結論

n型c-Si太陽電池モジュールのPIDにおける光照射の影響:

- 光照射は第一劣化に対してほとんど影響しない
- 光照射によって**第二劣化の進行が遅くなる**傾向にある

光照射による劣化の抑制メカニズムは明らかでないが、 SiN_x 膜の導電性向上による SiN_x 膜中での Na^+ のドリフトの抑制に起因する可能性がある

謝辞: 本研究はNEDOの委託, および科研費 (課題番号: JP17J09648) の支援を受けて実施された。

参考文献

- 1) W. Luo, Y. S. Khoo, P. Hacke, V. Naumann, D. Lausch, S. P. Harvey, J. P. Singh, J. Chai, Y. Wang, A. G. Aberle, and S. Ramakrishna, *Energy Environ. Sci.* **10**, 43 (2017).
- 2) P. Hacke, K. Terwilliger, S. Glick, G. Tamizhmani, S. Tatapudi, C. Stark, S. Koch, T. Weber, J. Berghold, S. Hoffmann, M. Koehl, S. Dietrich, M. Ebert, and G. Mathiak, *IEEE J. Photovoltaics* **5**, 94 (2015).
- 3) A. Masuda and Y. Hara, *Jpn. J. Appl. Phys.* **57**, 08RG13 (2018).
- 4) Y. Komatsu, S. Yamaguchi, A. Masuda, and K. Ohdaira, *Microelectronics Reliab.* **84**, 127 (2018).