

n型結晶シリコン太陽電池モジュールの 長時間電圧誘起劣化試験における劣化挙動

○小松豊¹・山口世力¹・増田淳²・大平圭介¹

北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科¹

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²

研究の目的

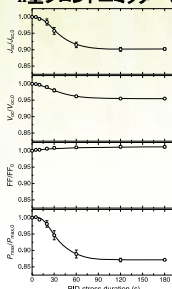
n型フロントエミッター(n-FE) c-Si太陽電池モジュールの電圧誘起劣化(PID)の進行挙動

- 表面再結合の活性化による J_{sc} と V_{oc} の低下^[1]
- 短時間での飽和^[2]

SiN_x膜中の正電荷の蓄積に起因^[1-3]

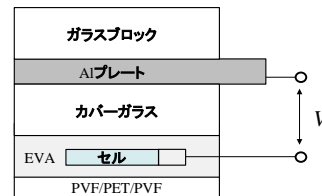
長時間PID試験における劣化挙動は明らかになっていない

n-FE c-Si太陽電池モジュールの長時間PID試験における劣化挙動を明らかにし、結果に基づいて詳細な劣化メカニズムを予想



実験

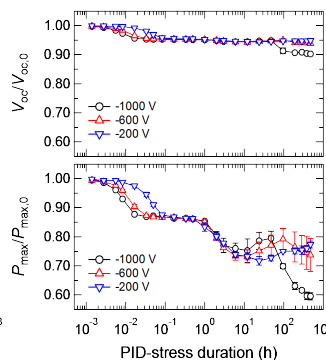
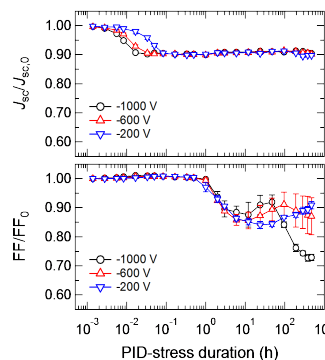
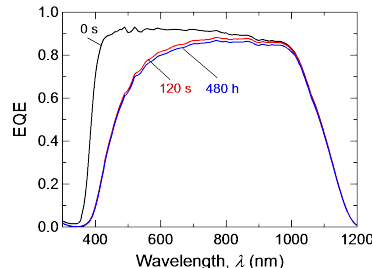
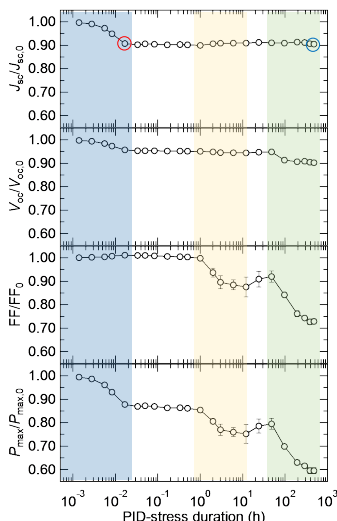
- モジュールの作製
セル: 20 × 20 mm²のSiN_x/SiO₂積層パッシベーション構造を有するn-FE c-Siセル
カバーガラス/EVA/セル/EVA/バックシート構造のモジュールを作製



- PID試験
Alプレートを基準としてセル側に負の電圧を印加

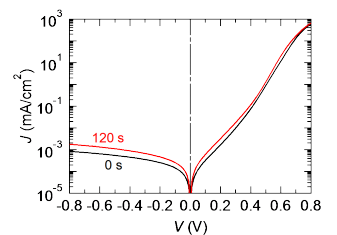
試験条件
V = -200 ~ -1000 V T = 85°C
≤2%RH(湿度制御なし)

結果と考察



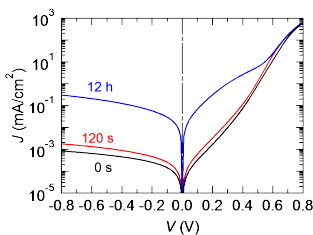
- 約5秒後から J_{sc} , V_{oc} が低下し、120秒程度で飽和(第1の劣化)
- 約1時間後からFFが低下し、12時間程度で飽和(第2の劣化)
- 約48時間後から V_{oc} , FFが低下し、384時間(16日)程度で飽和(第3の劣化)

全ての劣化の速度は電圧に依存する



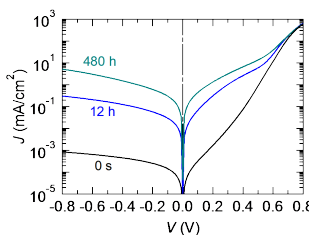
第1の劣化

J_{01} の増加 → V_{oc} の低下



第2の劣化

J_{02} の増加 → FFの低下



第3の劣化

さらなる J_{02} の増加 → FF, V_{oc} の低下

- 第1の劣化
SiN_x膜中の正電荷の蓄積に起因
- 第2, 第3の劣化
セルエッジあるいはSiN_x膜を通してc-Si中へ侵入したNaが空乏層まで到達し、多数の欠陥準位を導入したことに起因

結論

n-FE c-Si太陽電池モジュールの長時間PID試験の劣化挙動

- 表面再結合の活性化に起因する J_{sc} , V_{oc} の低下(第1の劣化)
- 再結合電流の増大に起因するFF, V_{oc} の低下(第2, 第3の劣化)
- 劣化速度は電圧に依存する

参考文献

- [1] K. Hara *et al.*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells **140**, 361 (2015).
- [2] S. Yamaguchi *et al.*, Appl. Phys. Express **9**, 112301 (2016).
- [3] S. Bae *et al.*, Energy Sci. Eng. **5**, 30 (2017).

謝辞: 本研究はNEDOの委託により実施された。関係者各位に感謝する。