

n型リアエミッター型結晶シリコン太陽電池 モジュールの電圧誘起劣化とその回復

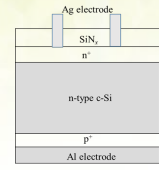
西川 齊志¹・山口 世力¹・増田 淳²・大平 圭介¹
北陸先端科学技術大学院大学¹・産業技術総合研究所²

研究の目的

n型c-Si太陽電池

- ◎ 高効率 → 今後の普及拡大
- ◎ 電圧誘起劣化 (PID) の研究が不十分

n型リアエミッター型c-Si太陽電池

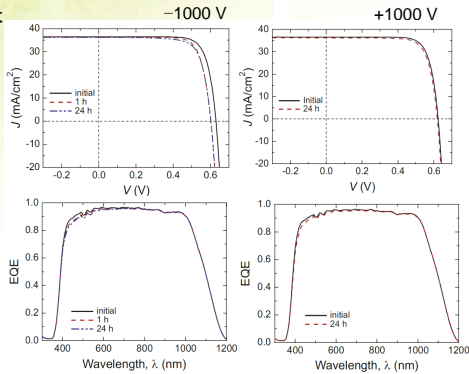


p型セルと同じ製造工程 → 早期の普及が期待

本研究の目的

- PID試験による表面再結合活性化および回復の直接観察
- セルモジュールでの回復挙動の明確化

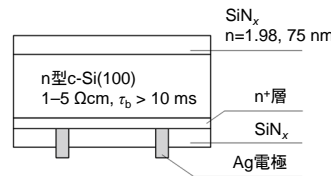
これまでの研究 [1]



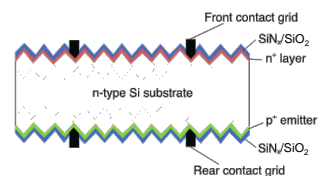
表面再結合の活性化が示唆

実験

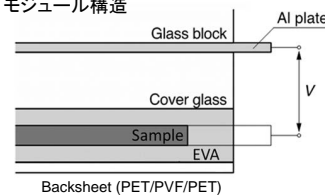
キャリア寿命測定用試料構造



セル構造



モジュール構造



PID試験

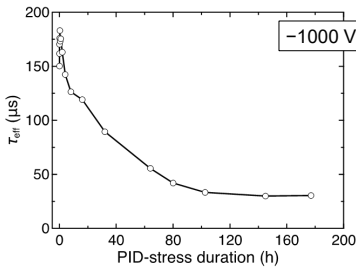
大気雰囲気、85°C
(湿度 < 2%RH)
接地したAlに対しセルに±1000 V

評価手法

キャリア寿命: μ-PCD
太陽電池特性: J-V, EQE

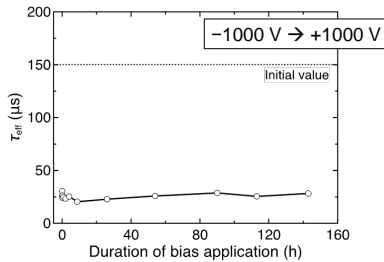
表面再結合活性化および回復の直接観察

PID試験



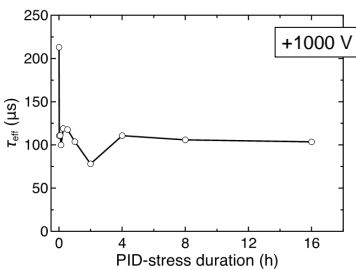
100時間程度でのゆるやかな劣化
侵入したNaが再結合中心となる

回復試験



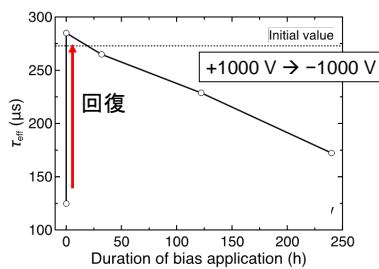
回復挙動は現れない
■ 成長した積層欠陥[3]での再結合
■ SiNxへの電荷蓄積による劣化が回復を上回る

+1000 V



1分以内での急速な劣化
SiNx膜への電荷蓄積 (Surface polarization effect [2])

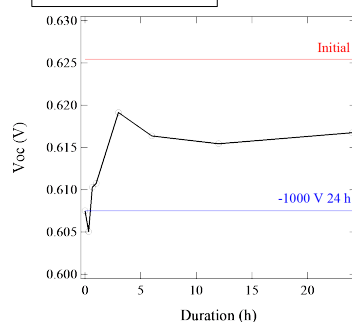
+1000 V → -1000 V



回復
開始1分以内での急速な回復
SiNxの蓄積電荷の放出

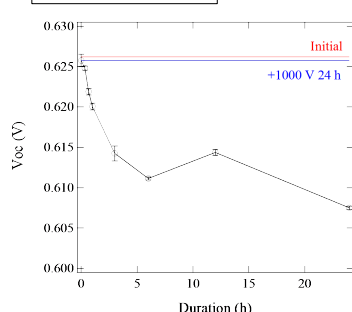
セルモジュールの回復試験

-1000 V → +1000 V



PID試験による開放電圧 (Voc) 低下
回復試験によるVocの向上
表面再結合活性化の回復
侵入したNaの放出

+1000 V → -1000 V



PID試験による劣化が極めて小さい
[原因]
SiNx直下のSi層のリン濃度
τ測定用試料 10¹⁵~10¹⁶ cm⁻³
セル 10²⁰~10²¹ cm⁻³
負バイアス印加によるPIDが発現

まとめ

1. 表面再結合活性化および回復の直接観察

- -1000 VでのPID試験: 100時間程度でのゆるやかな劣化
その後の回復試験: 顕著な回復は生じない
- +1000 VでのPID試験: 1分以内での急速な劣化
その後の回復試験: 急速かつ完全な回復

2. セルモジュールでの回復試験

- -1000 VでのPID試験後の回復試験
完全では無いが劣化が回復
- +1000 VでのPID試験後の回復試験
回復試験中に劣化を生じる

参考文献

- [1] S. Yamaguchi *et al.*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells **151**, 113 (2016).
- [2] R. Swanson *et al.*, Tech. Dig. 15th Int. Photovoltaic Science and Engineering Conf., 410 (2005).
- [3] V. Naumann *et al.*, Energy Procedia **92**, 569 (2016).

【本研究に関する成果】

“n型リアエミッター型結晶Si太陽電池モジュールのPID試験による表面再結合活性化とその回復”
西川 齊志, 山口 世力, 増田 淳, 大平 圭介,
第64回応用物理学会春季学術講演会 (パシフィック横浜), 2017年3月16日

“Activation of surface recombination at a SiNx/n-type c-Si interface after potential-induced degradation”
N. Nishikawa, S. Yamaguchi, K. Ohdaira
SAYURI-PV 2016 (AIST, Tsukuba), 2016年10月5日

“SiNx膜のパッシベーション性能の電圧誘起劣化”
西川 齊志, 山口 世力, 大平 圭介
第77回応用物理学会秋季学術講演会 (朱鷺メッセ), 2016年9月14日

謝辞

本研究はNEDOの委託で実施した。関係各位に感謝いたします。