

太陽電池モジュールの電圧誘起劣化試験および回復試験後におけるセル表面のNa分布評価

大橋 史隆¹, 水野 佳貴², 吉田 弘樹¹, 小菅 寛也³, 古谷 大志³, ルーベン・ジェロニモ・フレイタス¹, 原 由希子⁴, 増田 淳⁴, 野々村 修一^{1,2,3}
¹岐阜大学工学部, ²岐阜大学大学院工学研究科, ³岐阜大学大学院自然科学技術研究科
⁴産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター

研究の目的

電圧誘起劣化 (Potential Induced Degradation: PID)

大規模な太陽光発電システムにおいて、出力が大幅に低下する現象

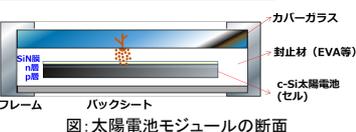
主な原因

フレーム-セル間に電位差が発生
太陽電池モジュールの
カバーガラスからNaが移動

太陽電池モジュールの性能
が劣化

PIDの発生メカニズムの詳細は未だ解明されていない

PID加速試験^[1]および回復試験を応用し、
太陽電池セル窒化膜表面における
Na(Na化合物)分布と発電特性との相
関性を評価する



加速試験および回復試験後の発電特性およびNa分布^[2]

実験条件	
電圧, 温度	-2000 [V], 85 [°C]
加速試験時間 [h]	12
回復試験時間 [h]	6, 12, 24, 48

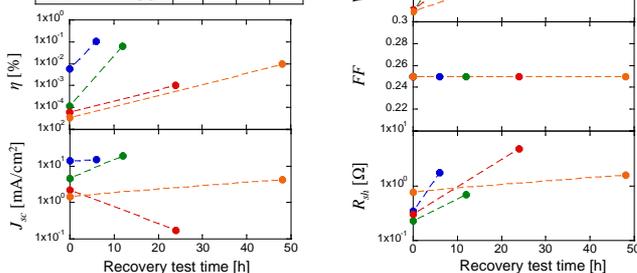


図: 12 hのPID加速試験後にPID回復試験を行ったモジュールの回復試験時間依存性

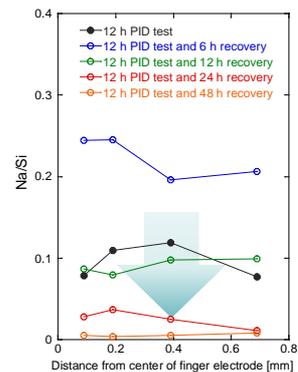


図: PID回復試験後におけるSiNx膜上のNa/Si水平分布

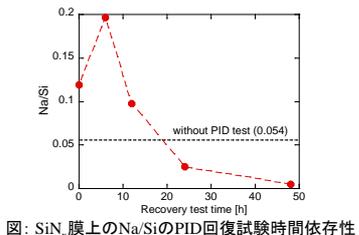


図: SiNx膜上のNa/SiのPID回復試験時間依存性

- 発電特性回復量は回復試験時間に依存しない
- SiNx膜表面のNa量は回復試験時間に依存して減少
- SiNx膜表面のNa/Si比がPID加速試験前(PID)以下に減少しても発電特性は初期値までは回復しない

実験^[1]

ラミネート

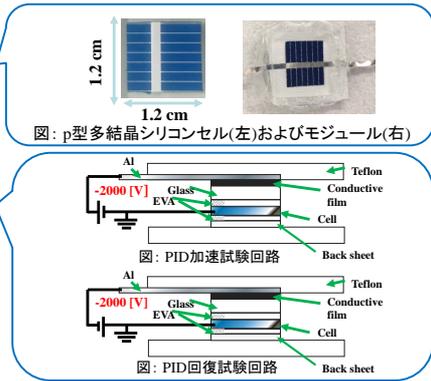
ラミネート条件
Time: 15 min
Temperature: 135°C

加速/回復試験

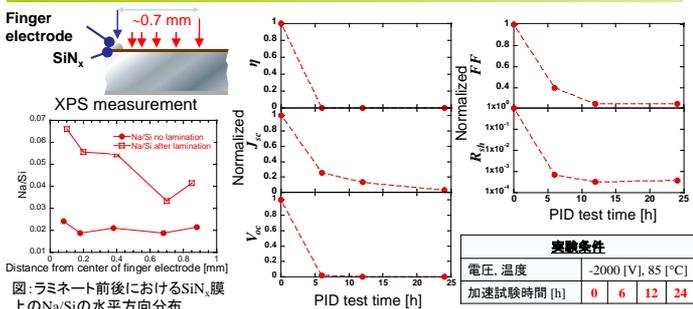
大気中85°C, <2%RH
電圧印加: -2000 V
試験時間: 6~48 h

評価方法

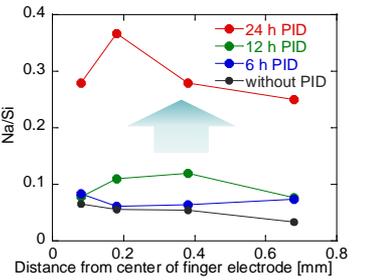
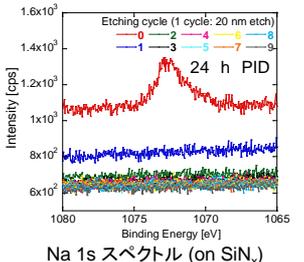
組成分析...
X線光電子分光 (XPS)法
I-V特性...
ソーラーシミュレータ



加速試験前後の発電特性およびNa分布



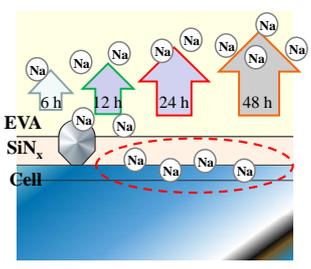
- ラミネート後にSiNx膜表面のNa/Si比が増加



- 加速時間に依存して発電特性が低下
- SiNx膜表面のNa/Si比が試験時間に依存して増加
- SiNx膜表面に多くのNaが存在

考察

- ラミネート前のSiNx膜表面に既にNaが存在
- ラミネートおよびPID加速試験によりSiNx膜表面および内部へカバーガラスのNaが移動
- 回復試験によりSiNx膜表面のNaが減少
- SiNx膜表面付近のNaよりも内部、pn接合付近、電極付近のNaがPIDによる発電特性低下の主要原因となっていると示唆される



結論

- ラミネートおよびPID加速試験によりSiNx膜表面のNa量が増加
- 回復試験によりSiNx膜表面のNa量が減少
- 回復試験によりSiNx膜表面のNa量がPID加速試験前以下に低下しても、発電特性は初期値までは回復しない

参考文献

[1] Hara et al., RSC Advances, Vol. 4, 44291 (2014).
 [2] 水野他, 第64回応用物理学会春季学術講演会, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2017年3月16日.

謝辞

本研究はNEDOプロジェクトの一環として行われました。