

電圧誘起劣化加速試験による太陽電池モジュール部材中を移動するNaの化学状態評価

大橋史隆^a、吉田弘樹^a、イン マング マング^a、原由希子^b、増田淳^b、野々村修一^a
^a岐阜大学工学部、^b産業技術総合研究所

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

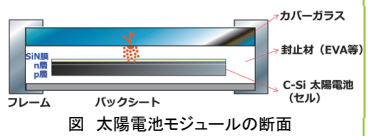
主な原因

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が析出

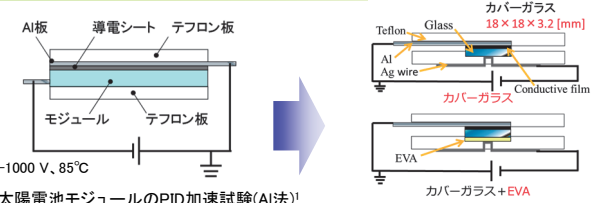
太陽電池モジュールの性能
 が劣化

PIDの発生メカニズムの詳細は未だ解明されていない

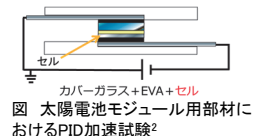
PID加速試験¹を応用し、
 太陽電池モジュール各部材中における
 Na (Na化合物) の移動過程および
 化学結合状態を評価する



実験



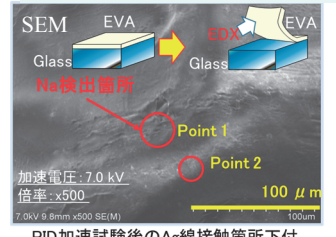
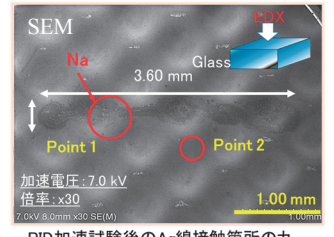
- カバーガラス(試料サイズ)の小型化
- Ag線電極(0.1 mmφ, 3mm)を用いた局所的な電圧印加によるNa析出箇所の固定
- 評価手法の多様化(SEM-EDX, XPS)
- カバーガラス等のモジュール材料の直接評価



結果

カバーガラスおよびEVA表面近傍におけるNaの組成分析および化学状態評価

PID加速試験条件: 85°C, -1000 V, 6 h

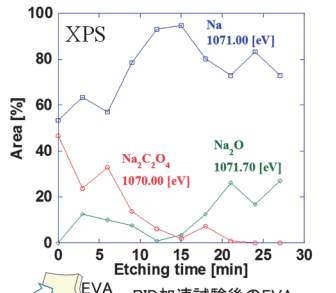
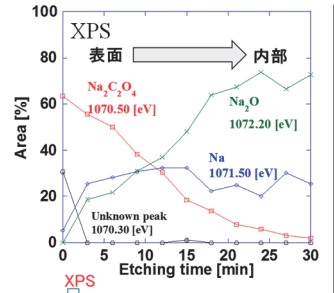


PID加速試験後のAg線接触箇所のカバーガラス表面

PID加速試験後のAg線接触箇所下付近のEVA

Point 1	Point 2
Na 18.57	Na 6.97
O 51.96	O 66.20
C 29.47	C 10.48
Si 0.00	Si 16.35

Point 1	Point 2
Na 2.33	Na 0.00
O 14.63	O 7.50
C 82.52	C 92.50
Al 0.51	Al 0.00



ガラス内部のNa、Na₂Oが表面近傍に移動し、CおよびOの化合物を形成

カバーガラスからのNaがEVA内に移動し、CおよびOとの化合物、Na₂Oとして存在

セル表面近傍におけるNaの化学状態評価

PID加速試験条件: 85°C, -2000 V, 6 h

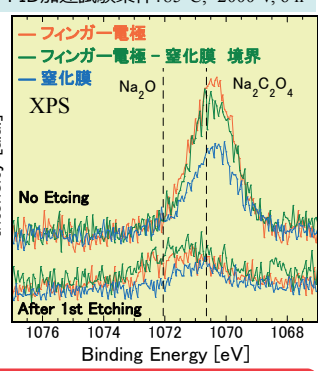
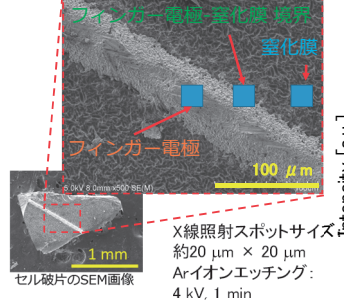


図 PID加速試験後におけるセル表面近傍のSEM画像(上)およびNa 1sスペクトル(右)

- フィンガー電極周辺においてNaが多く検出
- エッチング後 電極付近: Na₂Oが多い、窒化膜: 炭素系化合物が多い

考察

カバーガラスおよびEVA表面近傍におけるNaの化学状態評価

- カバーガラス内部ではNa₂O、Naとして存在
- 電圧印加によりカバーガラスに含まれるNa₂O、Naが移動
- 界面付近では、NaはCおよびOとの化合物を形成→大気もしくは部材中のCと反応?

セル表面近傍におけるNaの化学状態評価

- 電界の集中により、電極付近にNaが多く析出?
- 電極および窒化膜の内部においてNaの化学状態が異なることを示唆?

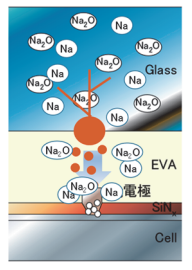


図 太陽電池モジュール部材中におけるNaの移動過程

結論

太陽電池モジュール各部材におけるPID加速試験

- カバーガラス、EVA
- SEM-EDX: カバーガラスおよびEVA表面にNaの存在を確認
- XPS: PID加速試験によってカバーガラスから移動したNaは、Na₂OおよびNaとして移動、EVAとの界面近傍においてはCとの化合物として存在セル
- 電極付近にNaが多く検出
- 電極付近内部はNa₂Oが多く、窒化膜付近内部は炭素系化合物が多い

参考文献

- [1] Hara *et al.*, RSC Advances, Vol. 4, 44291 (2014).
- [2] 大橋他, 第63回応用物理学会春季学術講演会, 東工大, 東京, 2016年3月19日 - 22日, 19a-W321-4.

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。