

結晶シリコン太陽電池モジュールにおけるPID現象とNaの拡散の関係

城内 紗千子・増田 淳
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

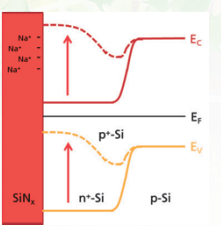
研究目的

はじめに

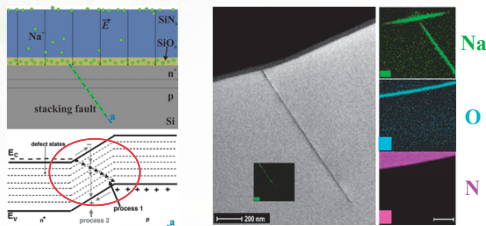
近年、海外の大規模な太陽光発電所メガソーラーにおいて太陽電池モジュール・システムの出力が大幅に低下する現象が報告され問題となっている。この現象はPotential Induced Degradation (PID)と呼ばれ、比較的高温・高湿度の条件下において太陽電池モジュールに高いシステム電圧が印加されることにより起こるとされている。¹⁻³⁾ 日本でもメガソーラーが普及し始めている中、経年劣化とは異なる劣化現象で注目を集めている問題である。

PIDメカニズム例

1. Surface of cell



2. Inside of cell



Analysis by TEM-EDX

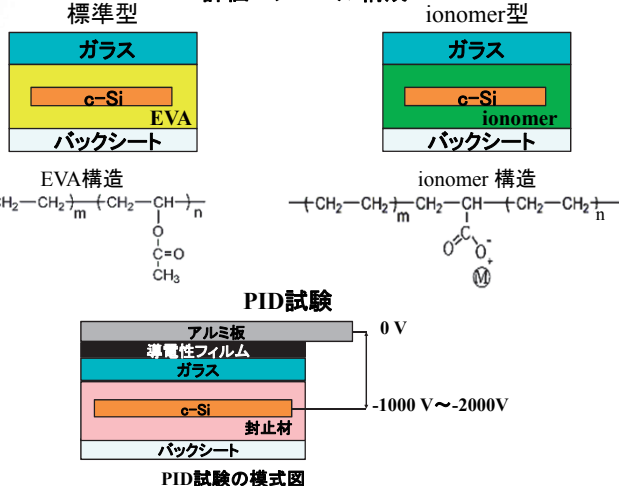
1. 反転層形成⇒バンドベンディング減少⁴⁾
2. Naは、セルの積層欠陥に存在している。⁵⁾
不純物単位の形成は、キャリア再結合につながる。

目的

封止材に体積抵抗率の高いionomerを用いた場合、PIDは起こらないとされているが、Naは拡散しているのか？

実験

PID評価モジュール構成



<EVA試験条件>

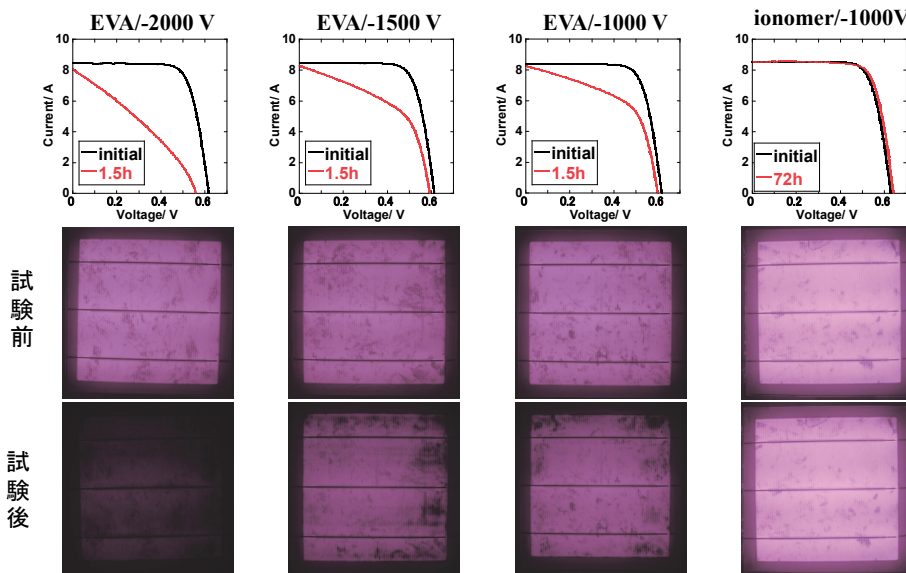
温度: 85℃
湿度: 2%以下
時間: 1.5時間
電圧: -1000 V, -1500 V, -2000 V

<ionomer試験条件>

温度: 85℃
湿度: 2%以下
時間: 72時間
電圧: -1000 V

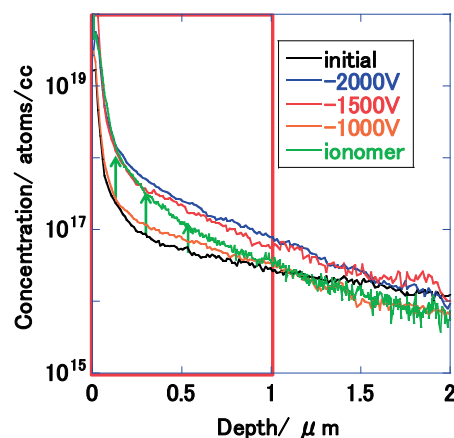
結果

PID試験前後のI-V特性とEL画像の比較



封止材にEVAを用いた場合、印加電圧大⇒PIDによる劣化大
封止材にionomerを用いた場合、EL, I-V特性の変化なし

D-SIMS分析によるセル中のNa分布比較



EVAの場合
-2000V > -1500V > -1000Vの順にNaが多い
ionomerの場合
EVAの場合と同等量以上のNaが検出

PIDは起こっていないが、Naが検出⇒PIDの主原因はNaであると報告されてきたが、十分条件ではない？

結論

- ◆ 封止材にEVAを用いた場合、印加電圧が高いほど、セル中に多くのNaが検出された。
- ◆ 封止材にionomerを用いた場合、封止材にEVAを用いてPIDが起こった場合と同等量以上のNaが、セルの表面に拡散しているが、PIDは起こらないことが分かった。

参考文献

- 1) S. Pingel et al., Proc. 35th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (2010) p. 2817.
- 2) P. Hacke et al., Proc. 37th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (2011) p. 814.
- 3) S. Koch et al., NREL Photovoltaic Module Reliability Workshop 2012 (2012).
- 4) V. Naumann et al., Energy Procedia 27 (2012) 1.
- 5) V. Naumann et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells 120 (2014) 383.