

# 各種太陽電池モジュールにおけるPID : 現象の解明と対策技術

原 浩二郎・増田 淳  
産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター  
太陽電池モジュール信頼性評価連携研究体

## 研究の目的

### PID (Potential-Induced Degradation)

メガソーラーにおいて太陽光発電システムの出力が大幅に低下



メガソーラー

- ・高システム電圧
- ・トランスレインバーター
- ・高温・高湿度(水)
- ・反射防止(AR)膜
- ・EVA(封止材)
- ・ソーダライムガラス

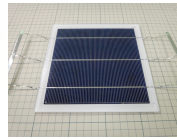


劣化の主要因

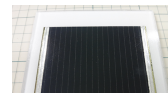
本研究: PID現象を理解し、そのメカニズムを解明するとともに、低コストの対策モジュールを開発する

## 実験

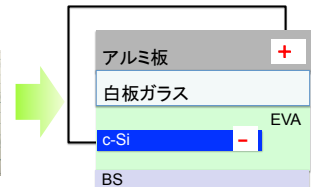
### 太陽電池モジュールのPID試験(AIST法)



結晶Si太陽電池単セルモジュール



CIGS太陽電池モジュール

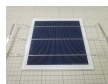
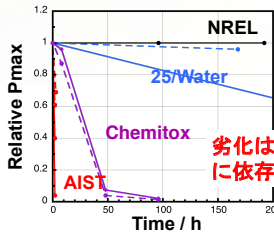


-1000 V, 85°C, 2~24 h

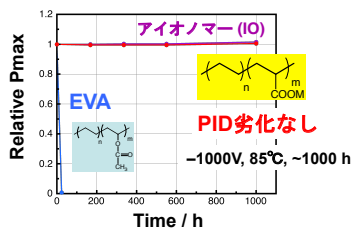
I-V特性、EL画像等によりモジュールの劣化を評価

## 結果

### ○結晶Si太陽電池モジュールにおけるPID

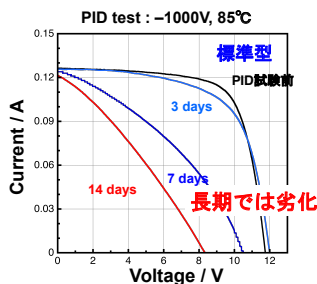
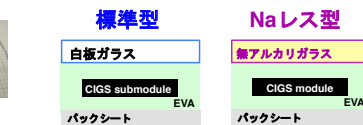


劣化は試験法に依存

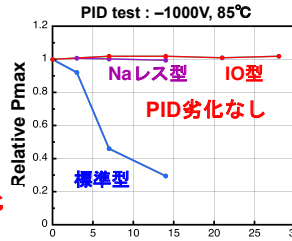


PID劣化なし

### ○CIGS太陽電池モジュールにおけるPID



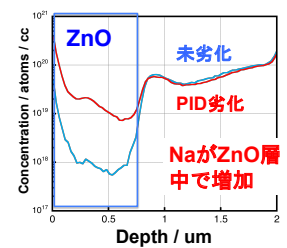
長期では劣化



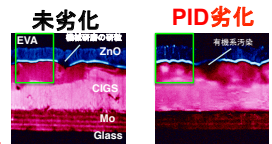
PID劣化なし

ZnO層の信号強度が低下

### Naの深さ方向の分布 (D-SIMS)



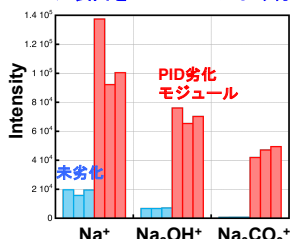
### 走査型キャパシタンス顕微鏡 (SCM)



## 考察

### ○結晶Si系におけるPID

Siセル表面をTOF-SIMSにより分析

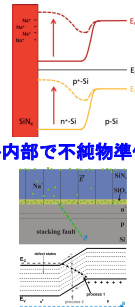


PID劣化モジュール → Naが大幅増加



ガラス基板からのNaイオン等が影響

### セル表面で電荷を相殺



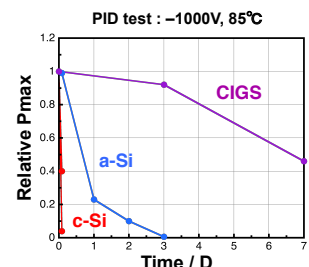
セル内部で不純物準位を形成

### ○CIGS系におけるPID



ガラスからのNaイオンが影響

### ○各種モジュールにおけるPID劣化度の比較



薄膜系はPIDが起こりにくい?

## 結論

- ・結晶Si系におけるPID(p型セル)  
ガラス基板から拡散するNaイオン等が主原因  
劣化はPID試験方法に大きく依存
- ・PID対策モジュール(結晶Si系)  
EVAの完全代替 → AIST法・1000時間でも劣化なし
- ・CIGS太陽電池モジュール  
Naイオン等が主原因で劣化(結晶Si系よりもPID耐性が高い)  
封止材の代替により対策が可能

## 参考文献

- ・Naumann et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells 120 (2014) 383.
- ・原、増田、2013年 第60回応用物理学会春季学術講演会、予稿集
- ・山口ら、2014年 第61回応用物理学会春季学術講演会、予稿集

## 謝辞

- ・産総研 城内 紗千子氏、井上 昌尚氏、柴田 馨氏、小牧 弘典氏、上川 由紀子氏、山田 昭政氏、高橋 秀樹氏、高野 美和子氏、飯岡 正行氏、樋口 博文氏、白澤 勝彦氏
- ・久留米高専 川上 雄士先生、山口 世力氏