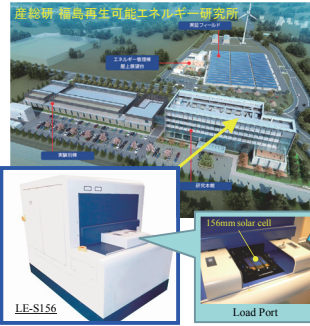
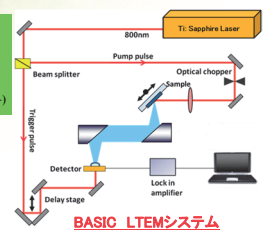
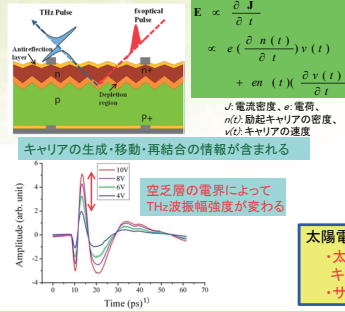


# レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡(LTEM)による結晶Si太陽電池のPID評価

北村 藤和<sup>1</sup>、松尾 清隆<sup>1</sup>、水端 稔<sup>1</sup>、中西 英俊<sup>1</sup>  
 川山 巖<sup>2</sup>、斗内 政吉<sup>2</sup>、白澤 勝彦<sup>3</sup>、望月 敏光<sup>3</sup>、高遠 秀尚<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>(株)SCREENホールディングス  
<sup>2</sup>大阪大学 レーザーエネルギー学研究中心  
<sup>3</sup>産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所

## 研究の背景と目的

### 【LTEM】



### 【PID : Potential-induced degradation】

特定の条件下において、太陽電池モジュールに高電圧がかかる場合と電流漏れが発生し、出力が大幅に低下する現象。モジュールやシステムの構成部材の種類、高温、高湿(水)、システム電圧などの条件が影響していると考えられる。PIDの発生メカニズムは諸説あり、いまだ説明には至っていない。近年メガソーラーなどの施設においてPIDが問題となっており、太陽電池の長寿命化を達成するためには、発生メカニズムの解明と対策が強く望まれている。

**目的**  
 PIDによって生じるSiセル内のキャリアの振舞いの変化をLTEM計測によって分析可能な検証する

## 実験

PID試験条件 (FREA標準条件)  
 温度: 85°C  
 湿度: 85%Rh  
 印加電圧: -1500 V  
 試験時間: 0.192時間  
 モジュール仕様 (p型単結晶Si太陽電池)  
 ガラス厚: 0.85 mm  
 AR膜: SiN屈折率 2.0

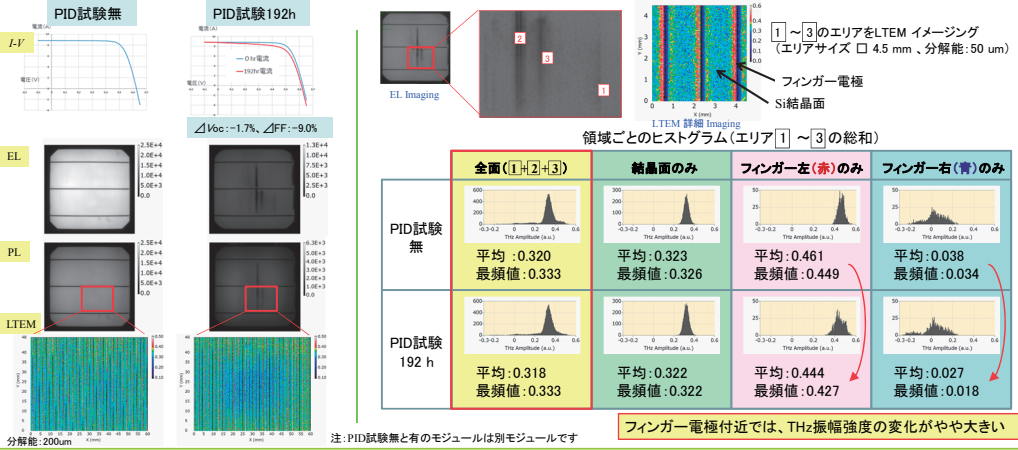
PID試験方法の模式図

**LTEM実証機でのPID評価技術の向上**

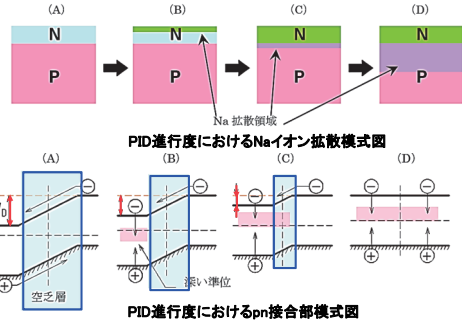
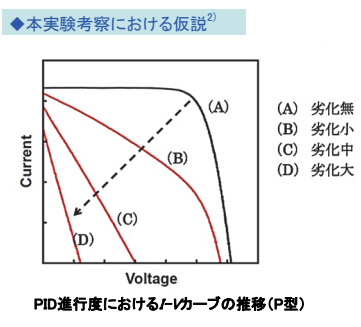
- THz振幅強度・S/Nの向上
- ガラスの厚みを変更しTHz波の吸収を低減  
 厚み3.0 mm⇒0.85 mm(ソーダガラス⇒化学強化特殊ガラス)
- 測定精度・再現性の向上
- 照射ビーム径の変異 300 μm⇒50 μm (λ=800 nm)
- サンプルへの照射光量の最適化 23.5 mW⇒2.8 mW
- サンプル設置手順の確立と作業の自動化

**短絡状態でLTEM計測を実施**

## 結果



## 考察



PIDの進行につれて、NaイオンがSiセル内部に拡散し、その結果、空乏層電界強度が低下する。

一方、LTEMによるTHz波振幅強度は、右図のようにバイアス状態により変化する。右図のように、空乏層電界強度と相関性がある。

PID試験によってTHz振幅強度が弱くなったということは、太陽電池モジュール内の空乏層電界が弱くなったといえる。

太陽電池モジュール内でTHz振幅強度が弱くなる理由の一つの説として、この図のようにNaイオンの拡散による影響として説明できるが、今後さらに評価を進めて検証していく。

さらに、今回の評価で、電極付近のTHz振幅強度の変化が他の部分よりもあったことから、PIDの進行が場所によって偏りを持っているのではないかと考える。

## まとめと今後の取り組み

- 【まとめ】**
- LTEM実証機を用いたp型単結晶Si太陽電池のPID試験モジュールの評価
  - 短絡状態でのLTEM計測方法を確立し、PID試験モジュールを詳細評価
  - 短絡状態でTHz振幅強度の低下を確認。また、EL/PLとの差異を確認
  - 電極付近においてTHz振幅強度の変化がやや大きい  
 ⇒PIDの影響が電極付近に集中する(あるいは電極付近から進行する)
- 【今後の取り組み】**
- 大きく異なるI-V特性(上図)におけるLTEM計測 (PID試験および太陽電池モジュールのさらなる最適化)
  - 破壊検査も含めた他の計測方法との比較 (Naイオンの進行とLTEM計測結果との相関)
  - LTEM計測による考察を深め、PIDの解明に向けた情報提供を行う

## 参考文献

- H. Nakanishi *et al.*, Appl. Phys. Express 5, 112301 (2012).
- 産総研 太陽光発電研究センター「第Ⅱ期高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアム最終成果報告書」より引用
- H. Nakanishi *et al.*, AIP Advances, 5, 117129 (2015).