

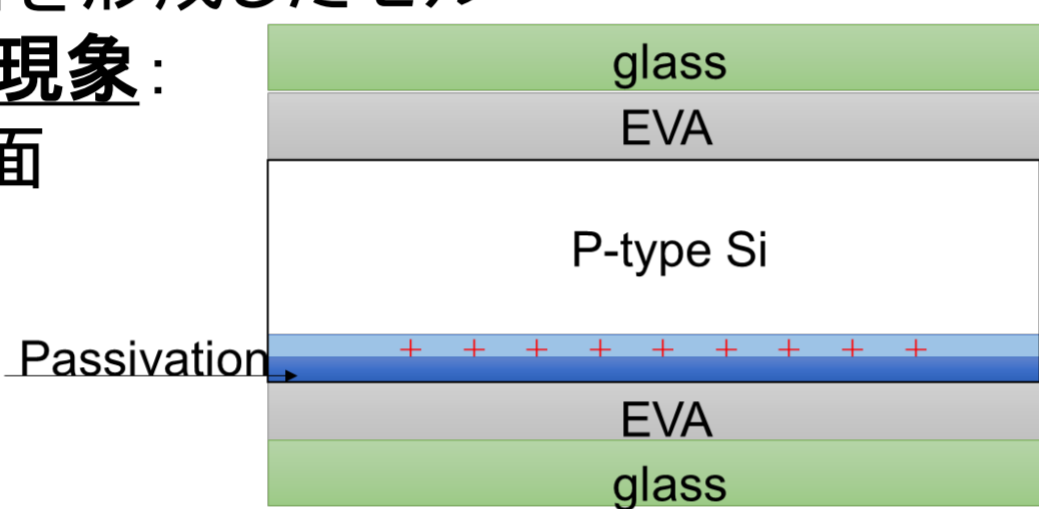
両面ガラス封止されたP型PERCセルの電圧誘起劣化現象

麻下直暉¹、石河泰明¹、Dong Chung Nguyen¹、原由希子²、鈴木紹太³、
Marwan Dhamrin³、増田淳²、浦岡行治¹

¹奈良先端科学技術大学院大学、²産業技術総合研究所、³東洋アルミニウム株式会社

研究の目的

- ◆ **電圧誘起劣化 (Potential Induced Degradation: PID)**
 - メガソーラーにおいて、太陽電池モジュールの性能が大幅に低下する現象
 - ガラス中のNaイオンがセルに移動することが主原因[1]
- ◆ **PERC (Passivated Emitter and Rear Cell)**
 - 裏面にパシベーション層を形成したセル
- ◆ **Bifacial-PERC特有のPID現象:**
 - Naイオンなどの電荷が裏面パシベーション層に蓄積
 - ➔ 表面再結合増加[2,3]

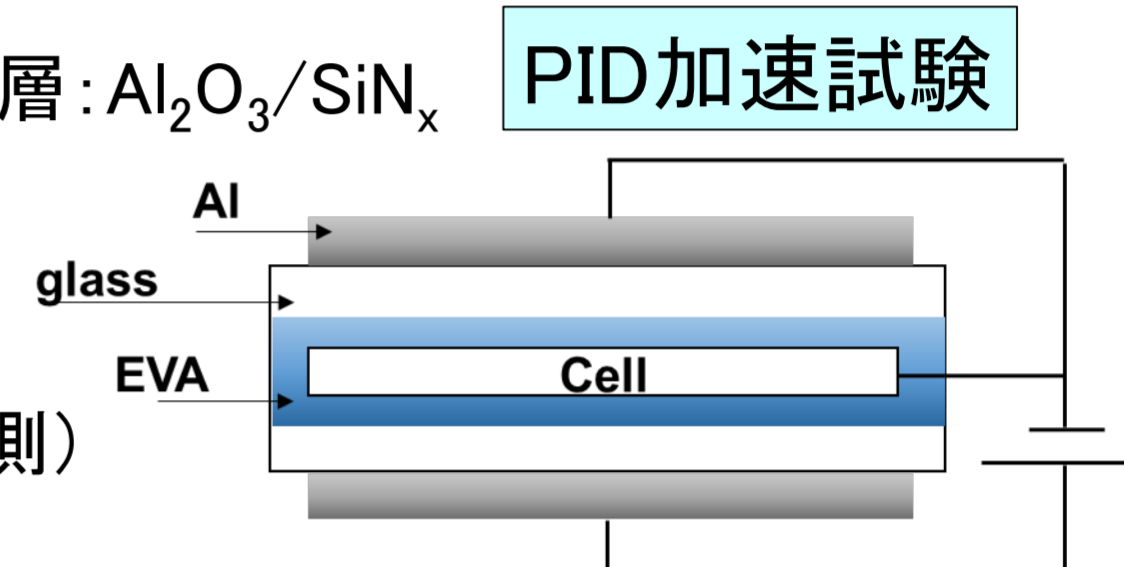


Bifacial-PERCのPID現象

【目的】
Bifacial-PERCにおける裏面PID現象の検証

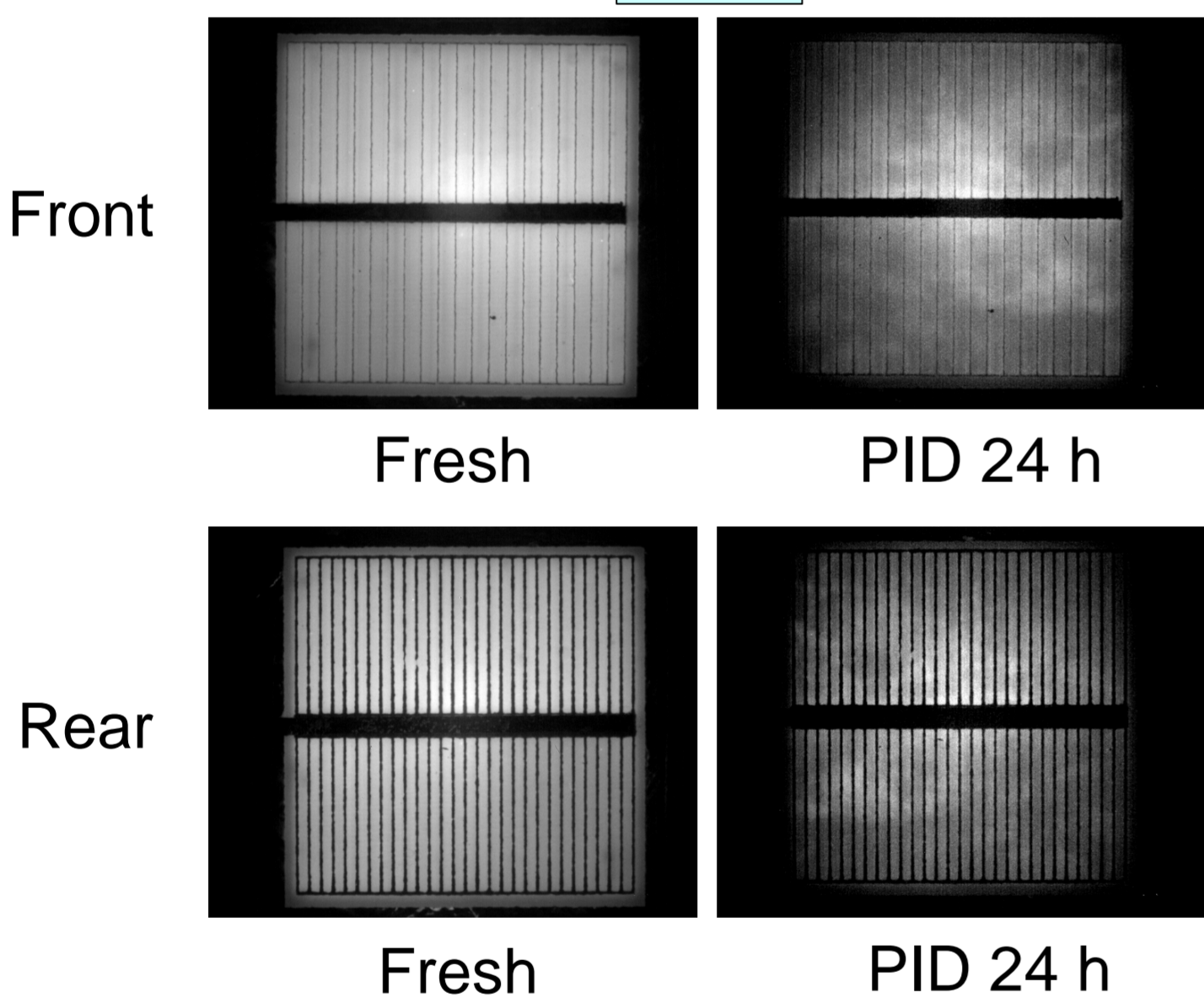
実験

- ◆ **Bifacial-PERC (p型単結晶Si)※**
 - 両面ガラスで封止
 - 裏面パシベーション層: Al_2O_3/SiN_x
 - ◆ **PID加速試験**
 - 温度 85°C
 - 湿度 ~60%RH
 - 電圧 +1000 V (裏面側)
 - ◆ **評価方法**
 - 電流・電圧特性
 - エレクトロルミネッセンス(EL)法
 - 実効的キャリア寿命 (τ_{eff})測定 (Semilab WT-1000B)
- ※PID加速試験前に、85°Cで光照射 (AM1.5)を24時間実施 (光・温度誘起劣化の影響を抑制するため)



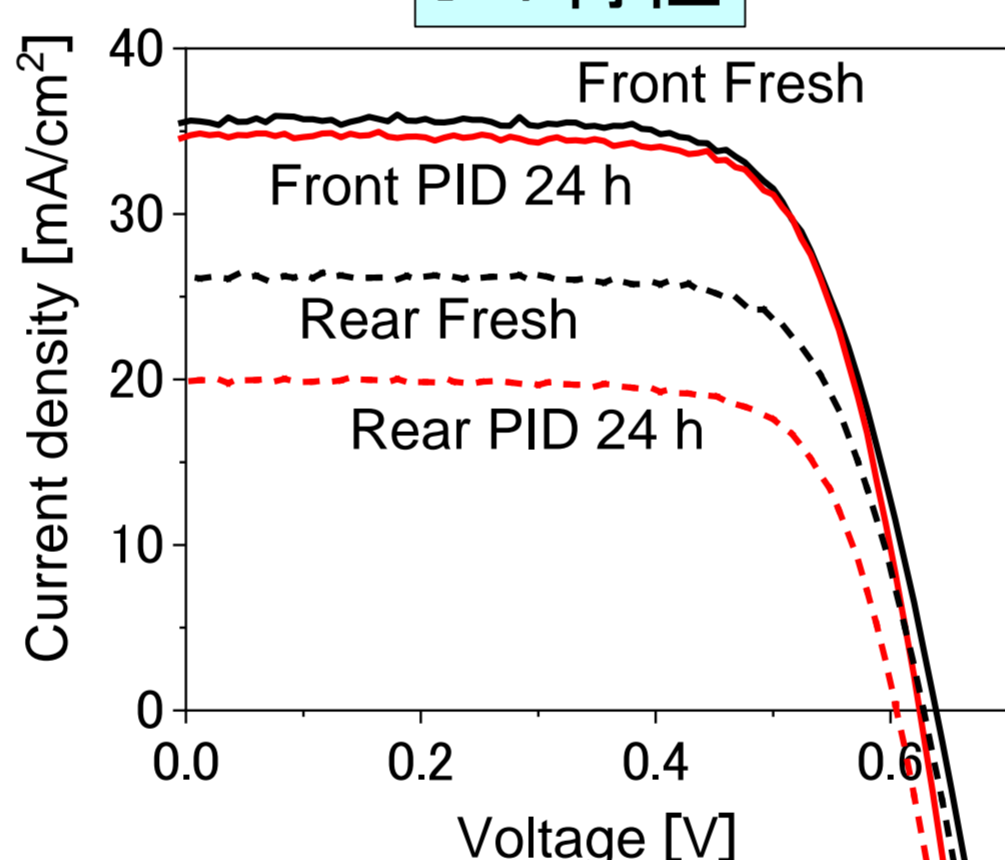
結果

EL像



- ✓ EL強度はPID加速試験後に低下 (セル端部がより低下)
- ✓ 裏面側へのPID加速試験にも関わらず、表面側のEL強度も低下

I-V特性



- ✓ 表面側のセル特性: 24時間のPID加速試験後、性能低下は小
- ✓ 裏面側のセル特性: J_{sc} が大きく低下 (Ref. 2,3と同様)
 - 表面再結合増加による裏面感度の大幅な低下
- ✓ τ_{eff} は表面側、裏面側共に低下
 - 表面再結合増加による τ_{eff} 低下

| Front | J_{sc} [mA/cm ²] | V_{oc} [V] | P_{max} [mA/cm ²] | FF | τ_{eff} |
|----------|--------------------------------|--------------|---------------------------------|-------|--------------|
| Fresh | 35.6 | 0.639 | 15.8 | 0.695 | 11.7 |
| PID 24 h | 34.7 | 0.625 | 15.6 | 0.721 | 5.80 |
| Rear | J_{sc} [mA/cm ²] | V_{oc} [V] | P_{max} [mA/cm ²] | FF | τ_{eff} |
| Fresh | 26.2 | 0.628 | 11.9 | 0.724 | 11.3 |
| PID 24 h | 19.9 | 0.605 | 8.84 | 0.733 | 4.16 |

考察

- ✓ 裏面側特性で J_{sc} が顕著に低下 (FFは低下なし) ⇒ 電荷蓄積による劣化 (PID-1) が発生[2,3]
- ✓ 表面側に対してPID加速試験を行わなかったが、 τ_{eff} 、EL強度が低下 ⇒ 裏面側パシベーションへの蓄積電荷による表面再結合の増加が要因。
- ✓ 今後、更に加速試験時間を増やすことで、電荷蓄積以上の劣化が発生するかを検証する必要がある。

結論

- ✓ PID加速試験によって、裏面側では J_{sc} が大幅に低下
- ✓ 表面側では、電気的特性に大きな差はなし
- ✓ 裏面側へのPID加速試験にも関わらず、 τ_{eff} 、EL強度が低下 ⇒ 裏面側の表面再結合増加が要因と推察
- ✓ 加速試験の時間変化による劣化挙動解析、回復試験解析が今後の課題

参考文献

1. W. Luo *et al.*, Energy Environ. Sci., 2017, **10**, 43-68.
2. W. Luo *et al.*, Prog. Photovolt.: Res. Appl. 2018, **26**, 859-867.
3. J. Carolus *et al.*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 2019, **200**, 109950.