

裏面側にp⁺エミッターを有する n型単結晶シリコン太陽電池の電圧誘起劣化

山口世力^a, 増田淳^b, 大平圭介^a

^a北陸先端科学技術大学院大学(JAIST) 先端科学技術研究科
^b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

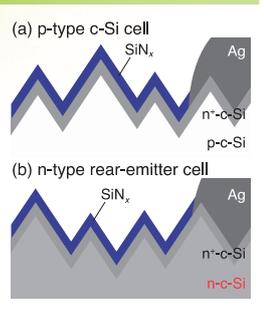
研究の背景・目的

電圧誘起劣化 (PID) :
大規模太陽光発電システム特有の劣化現象

劣化挙動はセル構造に大きく依存し、
個々のセル構造で個別の調査が必要

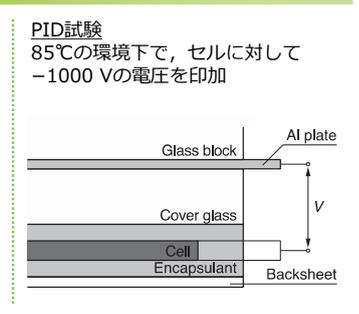
n型リアエミッター型 (n-RE) c-Si太陽電池¹⁾
裏面側にp⁺層を有する太陽電池
高効率・低コスト → 普及拡大の可能性
PIDに関する知見は得られていない

本研究の目的
n-RE c-Si太陽電池のPID劣化挙動を
明らかにする



実験

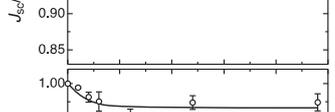
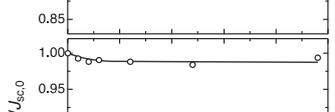
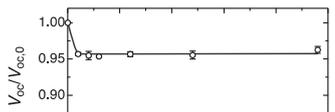
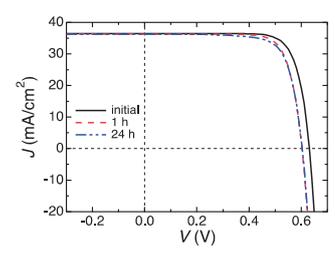
セルおよびモジュールの構造
n型両面受光型太陽電池を
p⁺エミッターを裏面側に配置して
モジュール化



結果と考察

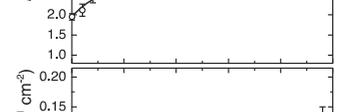
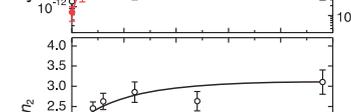
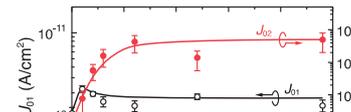
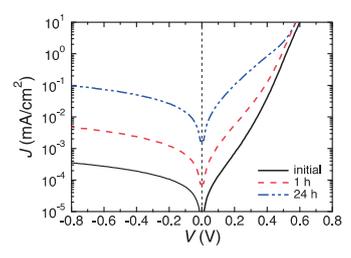
フォトJ-V特性

- V_{oc}が1 hで急激に低下し、飽和する
- V_{oc}の低下に伴いJ_{sc}およびFFが減少



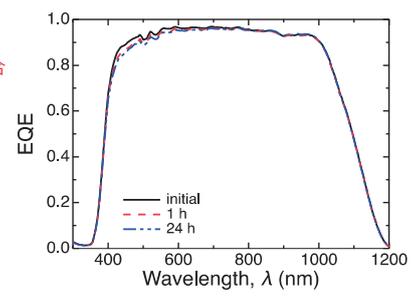
ダークJ-V特性

- J₀₁の増加 → V_{oc}の低下
- J₀₂およびn₂の増加 (再結合電流の増加) → FFの低下



分光感度特性

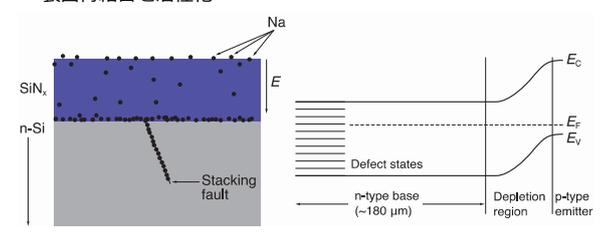
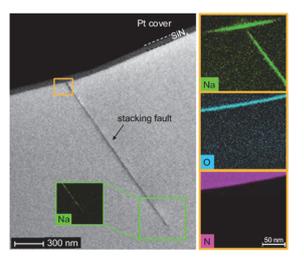
- 短波長側におけるQEの低下 → 表面再結合の活性化を示唆
- QEの低下は1 h以内に飽和 → V_{oc}およびJ_{sc}の振る舞いと一致



メカニズムに関する考察

p型c-Siセルでは…
セル中に拡散したNaがpn接合を貫く積層欠陥に蓄積
→ 形成されたNa薄膜が2次元的な金属薄膜として振る舞い、R_pを低下させる^{2, 3)}

n-RE c-Siセルでは…
積層欠陥に蓄積したNaが表面付近に欠陥準位を形成
→ 表面再結合を活性化



結論

本研究では、n-RE c-Si太陽電池のPIDに関して以下の結論を得た：

- n-RE太陽電池は、負のバイアス下において、表面再結合の活性化に起因するV_{oc}の低下と、再結合電流の増加に起因するFFの低下を生じる。
- 劣化は飽和する振る舞いを示す。
- 表面再結合の活性化は、セル表面付近に蓄積したNaによって導入された欠陥準位に起因する可能性がある。

謝辞：本研究は、新工エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託研究の一環として実施したものであり、関係各位に感謝いたします。

参考文献

- C. Schmiga, H. Nagel, and J. Schmidt, Prog. Photovoltaics: Res. Appl. **14**, 533 (2006).
- V. Naumann, D. Lausch, A. Graff, M. Werner, S. Swatek, J. Bauer, A. Hähnel, O. Breitenstein, S. Großer, J. Bagdahn, and C. Hagendorf, Phys. Status Solidi: Rapid Res. Lett. **7**, 315 (2013).
- V. Naumann, D. Lausch, A. Hähnel, J. Bauer, O. Breitenstein, A. Graff, M. Werner, S. Swatek, S. Großer, J. Bagdahn, and C. Hagendorf, Sol. Energy Mater. Sol. Cells **120**, 383 (2014).
- 本研究のより詳細な情報：S. Yamaguchi, A. Masuda, and K. Ohdaira, Sol. Energy Mater. Sol. Cells **151**, 113 (2016).