Research Center for Photovoltaics

電圧誘起劣化した太陽電池における劣化・回復の光学的評価

吉田 弘樹[1], 志知 拓弥[2], ルーベン・ジェロニモ・フレイタス[1],
原 由希子[3], 増田 淳[3], 野々村 修一[1,2]
[1]岐阜大学工学部, [2]岐阜大学大学院工学研究科,
[3]産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター

研究の目的

太陽光発電システムでは高電圧、高温、多湿な環境で、太陽電池モジュールに電圧誘起劣化 (Potential Induced Degradation: PID) が生じることが知られている。しかし、その発生メカニズムは明確にはなっておらず，詳細な解析が求められている。

また，我々の予備実験にて，逆バイアス印加によって劣化箇所であるシャント抵抗に電流を集中させることで，局所的発光とPID回復をすることが実験的に分かっている．そこで，PIDメカニズム解析のために，下記を目的とした実験を実施した．

①逆バイアス印加による，劣化箇所の局所的な特定[1], [2]

② 〃 高速なPIDの回復[2]

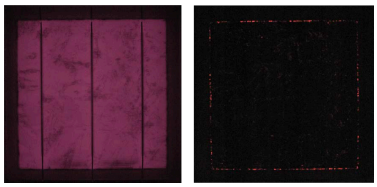
実験

①逆バイアス印加による，劣化箇所の局所的な特定

図1(a)に従来のEL像（p型多結晶Siの単セルモジュール）を示す．図(b)に示す様に，逆バイアスを印加してシャント抵抗成分に選択的に電流を集中することで，EL像に局所的な発光が認められる様にする．

②逆バイアス印加による，高速なPIDの回復

図2に示す様に，逆バイアス用電源と電流制御装置を用いて，電流値4A，パルス幅0.1 ～ 1.0 sのパルス電流を流し，シャント抵抗成分に選択的にジュール加熱等の効果を与え，PIDの回復をシャント抵抗値で評価する．



(a)従来のEL画像　(b)逆バイアス印加によるEL像

図1 EL画像による劣化箇所の局所的な特定

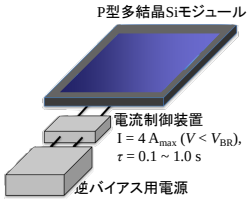


図2 逆バイアス印加によるPIDの回復

結果

①逆バイアス印加による，劣化箇所の局所的な特定

- アルミ法のアルミ板を銅メッシュに代えて，セル温度85℃，電圧−1 kV，で60 分間加速試験を行い，その後印加電圧の極性のみを変えて+1 kVで回復を行った。図3に示すのは，加速と回復を3回繰り返した時のシーケンスとシャント抵抗R_{sh}の変化である．
- 図中① ～ ④において得た逆バイアス印加によるEL像を図4(a) ～ (d)に示す．加速試験後はセル端部に発光がみられ，加速と回復により変化している．図(e)は図(d)の楕円部の拡大写真(照明付き)であり，セルエッジの僅か内側に線状の発光が見られる．

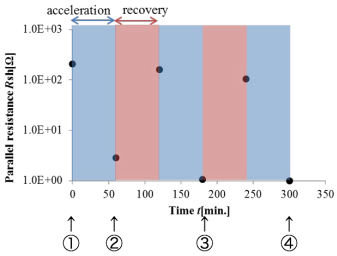
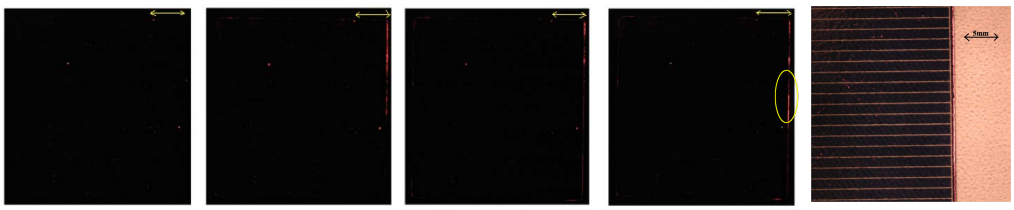


図3 加速試験と回復のシーケンス

②逆バイアス印加による，高速なPIDの回復

- ①同様に銅メッシュを用いて，セル温度85℃，電圧−1 kV，で60 分間加速試験を行い，その後逆バイアスを印加してパルス電流を流した．
- 図5に示すのはパルス電流の積算通電時間に対するシャント抵抗R_{sh}の変化である．
- 図中の実験式に示す様に，シャント抵抗回復の特性時間は0.024 sであった．



(a) Initial　(b) First PID acceleration　(c) Second PID acceleration　(d) Third PID acceleration　(e) Expanded image

図4 劣化箇所の局所的な特定(加速試験→回復を3回くり返し)

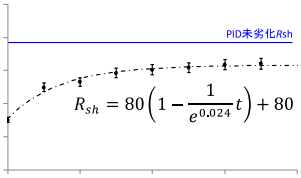


図5 電流パルスによるシャント抵抗の回復

考察

①逆バイアス印加による，劣化箇所の局所的な特定

加速と回復に応じて，セル端部の発光が変化した．その多くは劣化箇所の局所的な発光と考えられる．スペクトル計測としては初期的な評価段階であるが，発光箇所によってスペクトルが異なっている．発光のスペクトル解析によってPID現象の理解が深まるものと期待される．

②逆バイアス印加による，高速なPIDの回復

回復の特性時間が0.024 sと高速な現象であることが分かった．実験式からは完全に回復しない事が示唆される．Naの挙動と関連付けたPID現象の理解に有用と思われる．

結論

①逆バイアス印加による，劣化箇所の局所的な特定

多くの劣化箇所を特定することが出来た．発光はセル端部に集中して見られ，発光スペクトルの解析等も含め，今後PID現象解明に役立てる．

②逆バイアス印加による，高速なPIDの回復

特性時間が0.024 sと高速に回復できることを示した．上記の発光の解析と併せ，Naの挙動と関連付けた解析を進める必要がある．

参考文献

[1] 吉田他，第64回応用物理学会春季学術講演会，パシフィコ横浜，神奈川，2017年3月16日．
[2] 吉田，野々村，大橋，志知，特許出願,特願2017-036400, 2017年2月．

謝辞

本研究はNEDOプロジェクトの一環として行われました。