

太陽電池の絶対エレクトロルミネッセンス画像計測法と応用

Basics and Applications of Absolute Electroluminescence Imaging of Solar Cells

秋山 英文 (東大物性研, JST-CREST, JST-SENTAN)

Hidefumi Akiyama (ISSP, Univ. of Tokyo)

E-mail: golgo@issp.u-tokyo.ac.jp

エレクトロルミネッセンス(EL)画像撮影は、太陽電池の電極不良や割れなどの局所的不良診断法として利用されてきた。また、光吸収過程と発光過程の相反関係に基づき、EL強度から多接合太陽電池のサブセルの内部電圧や太陽電池モジュール・アレイの開放電圧マップを推定する解析手法が開発され用いられている。しかし、これまでの方法では、EL強度は任意単位で測定されており、電圧値を得るには、測定したEL強度に対応する電圧値を電圧計によって決定して、相対EL強度から内部電圧を割り出す手続きが取られていた。

我々は、太陽電池の絶対EL画像計測を行い、セルに電圧プローブを当てることなく、絶対EL画像から直接に内部電圧を評価できる方法を開発した。絶対EL画像計測において技術的に最も重要なのは、微弱領域で絶対発光量の基準を与えるデバイスであり、あとは比較的簡単な校正を行うことで、冷却Si-CCDカメラや冷却InGaAsカメラを用いたEL画像計測系の絶対値校正や、2次標準セルのEL絶対値校正などが可能になる。

太陽電池の絶対EL画像および絶対EL積分値(全光束量)が得られると、太陽電池の外部量子効率(EQE)データや、半導体や光学分野でよく知られる基礎物理関係式にもとづく定式化・解析を用いることで、内部電圧(開放電圧およびI-V関係)はもちろん、内部材料品質や、ルミネッセンスカップリング、セル内の損失の内訳分析など、豊富な診断と、設計へのフィードバックが可能になる。定常PLや時間分解PL計測結果と組み合わせ、より詳細な診断も可能になる。また、絶対EL画像計測が、既設太陽光発電設備の現場で非接触に行える利点を活かして、太陽電池の経時劣化や損傷を定量評価し設備寿命評価や更新時期予測に役立てることが可能となる。

今後、定式化の完成、精度・不確かさの評価、実験検証を行いつつ、応用物理学会関係の各方面の方々の協力を得て、測定器プロトタイプ化や実証試験、標準化などが必要と考えている。

謝辞 本研究は、本共同研究を遂行した東大物性研の吉田正裕博士、朱琳博士、陳少強博士(現華東師範大・教授)、望月敏光博士(現産総研)、金昌秀博士、アトー(株)の久保田英博氏、JAXAの今泉充博士、京大化研の金光義彦教授に感謝する。

本件に関する文献: 1) S. Chen, et al., Proc. IEEE PVSC40, 1780 (2014). 2) S. Chen, et al., Scientific Reports 5, 7836 (2015). 3) L. Zhu, et al., J. Photovoltaics (under review). 4) L. Zhu, et al., Appl. Phys. Lett. 104, 031118 (2014). 5) L. Zhu, et al., Proc. IEEE PVSC40, 3404 (2014). 6) M. Yoshita, et al., Proc. IEEE PVSC42 (2015). 7) L. Zhu, et al., Proc. IEEE PVSC42 (2015). 8) D. M. Tex, et al., Appl. Phys. Lett. 106, 01390 (2015). 9) T. Mochizuki, et al., J. Appl. Phys. (2016, in press).