レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡による太陽電池検査実証機開発

A Demonstration System Based on Laser Terahertz Emission Microsope(LTEM) for a Solar Cell

SCREEN ホールディングス¹,阪大レーザー研² ⁰中西 英俊¹,水端 稔¹,伊藤 明¹,川山 巌²,村上 博成²,斗内 政吉² SCREEN Holdings Co., Ltd.¹, ILE Osaka Univ.² [°]H. Nakanishi¹, M. Mizubata¹, A. Ito¹ I. Kawayama², H. Murakami², M. Tonouchi² E-mail: nakanisi@screen.co.jp

光と電磁波の両方の性質を備えるテラヘルツ波は、 フェムト秒レーザーパルスという超短パルス技術の活 用を中心に研究開発が進んでいる。レーザーテラヘル ツエミッション顕微鏡(Laser Terahertz Emission Microscope: LTEM)は、フェムト秒レーザーパルスを 分析対象材料に照射し、発生する電磁波パルスを分 析・イメージ化する技術であり、その産業応用が期待 されている[1]。

我々は、上記 LTEM 技術を太陽電池特性評価に適応 し、その有効性を検証してきた[2-4]。LTEM イメージ、 THz 波形には、原理的に太陽電池の空乏層を含む表層 部の情報を反映しており、太陽電池の p-n 接合を含む 表層部に関する情報を非接触、非破壊で計測できる。 エレクロルミネッセンス(EL)、フォトルミネッセンス (PL)イメージなどの従来の太陽電池計測技術に対して 相補的な計測技術として意義があると考えている。今 回、初めて LTEM 太陽電池技術を搭載した実証機を開 発したので紹介する。

図1にLTEM 太陽電池実証機の基本構成ブロック図 を示す。156mm□太陽電池セルが計測可能とした。 EL/PL 撮像系と、LTEM 計測系を組み合わせた。太陽 電池研究・開発者が EL/PL と LTEM イメージの比較評 価を可能とした。加えて、太陽電池から発生される THz 波形も計測できる。図 2(a)は、LTEM 太陽電池実証機 の外観写真である。Ti:サファイヤフェムト秒レーザー (波長約 800nm,パルス幅約 100fs)を内蔵し、光学系の自 動安定化機構を組み込んだ。図 2(b)は、太陽電池セル のローダー部写真である。EL/LTEM イメージ撮像のた め、順・逆バイアス電圧が印加可能とした。その他の オプション機能を装備した。

図3に156m□多結晶Si太陽電池セルの計測データ を示す。図3(a)はPLイメージ(解像度150 μ m)、図3^(m)(a) (b)はLTEMイメージ(レーザースポット径50 μ m)で ある。図4に同太陽電池局所領域のLTEMイメージを¹⁵示す((a)レーザースポット径50 μ m、(b)同5 μ m)。両イ メージで結晶粒界が確認できる。なお、当日に実証機 タイプ、スペック、操作方法などの概略を説明する。⁰⁵ 【謝辞】本実証機開発は、経済産業省イノベーション拠点立地 推進事業「先端技術実証・評価設備整備費等補助金」の助成を⁰⁰ 受けて行われた。本開発を進めるにあたり、プロジェクトに関 Fig.4 連している大阪大学・SCREENの関係各位の尽力に感謝する。 [1] M.Tonouchi, Nature Photonics, 1 (2007) 97. [2] H. Naka

[3] K. A. Salek, et al., Optical Engineering, 53(3) (2014) 031204. [4] H.Nakanishi, et al., CLEO (2013) CM3J.2.



Fig. 1 Block diagram of LTEM demonstration system for a solar sell.



Fig. 2 (a) Photograph of LTEM for a solar cell (b)Load/unload feature







Fig. 4 (a) LTEM image (201X201 pixels, laser diameter :50 μm)(b)LTEM image (301X301 pixels, laser diameter :5μm)

[2] H. Nakanishi, *et al.*, Appl. Phys. Express, **5** (2012) 112301.
[4] H.Nakanishi, *et al.*, CLEO (2013) CM3J.2.