

レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡 (LTEM) を用いた 結晶 Si 太陽電池モジュールの電圧誘起劣化評価

Characterization of Potential Induced Degradation of Crystalline Si Solar Cell Modules

Using a Laser Terahertz Emission Microscope (LTEM)

SCREEN¹, 阪大レーザー研², 産総研³

°北村 藤和¹, 松尾 清隆¹, 水端 稔¹, 中西 英俊¹,
川山 巖², 斗内 政吉², 白澤 勝彦³, 望月 敏光³, 高遠 秀尚³,

SCREEN¹, ILE Osaka Univ.², FREA AIST³

°F. Kitamura¹, K. Matsuo¹, M. Mizubata¹, H. Nakanishi¹,

I. Kawayama², M. Tonouchi², K. Shirasawa³, T. Mochizuki³, H. Takato³

E-mail: kitam@screen.co.jp

光と電波の間に位置する約 0.1~10THz の周波数帯の電磁波(THz 波)は、長い間未開拓電磁波と呼ばれていた。近年、フェムト秒レーザーおよび THz 波発生・検出器の研究開発が進み、様々な分野で THz 波の産業応用が期待されている。

レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡 (Laser Terahertz Emission Microscope : LTEM) は、半導体や電子デバイスに対して、レーザー照射によって放射される THz 波を、時間領域分光法により検出し、励起された局所場のキャリアダイナミクスをイメージ化する計測技術である[1]。

我々は、LTEM 計測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[2-3]。また、LTEM 実証機 (Fig.3.) を開発し[4]、産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所(FREA)に設置した。太陽電池にフェムト秒レーザーを照射すると、光キャリアが励起され、そのキャリアが p-n 接合の空乏層電界により加速し、THz 波として放射される。すなわち、p-n 接合近傍のキャリアダイナミクスが THz 放射波形に反映される[1]。LTEM は、非破壊・非接触で計測できるのが特長であり、エレクトロルミネッセンス(EL)、フォトルミネッセンス(PL)イメージ等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。

太陽電池の課題の一つとして、電圧誘起劣化 (Potential Induced Degradation: PID) 現象の解明がある。我々は、LTEM 実証機を用いて PID モジュール評価を行ってきた。前回の応物講演会では、PID 進行度の浅い太陽電池モジュールの LTEM イメージ結果を報告した[5]。今回、PID を深く進行させた PL/EL イメージングと LTEM イメージングの比較を行った。PL/EL ではほとんど計測できない状態においても LTEM イメージが得られた (Fig.4.)。LTEM は、EL 計測が困難な太陽電池モジュールを評価可能と考えている。

本シンポジウムでは LTEM 計測技術の紹介と、PID 現象の LTEM による評価・考察について説明する。

[1] 斗内, 応用物理 第 84 巻 第 12 号 (2015) 1101.

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

[3] H.Nakanishi, *et al.*, AIP Advances 5, (2015) 117129.

[4] H.Nakanishi, *et al.*, EU PVSEC 2015, (2015) 2DO.4.5.

[5] 北村, 他, 第 63 回応物春季講演会, (2016) 19a-W321-1.

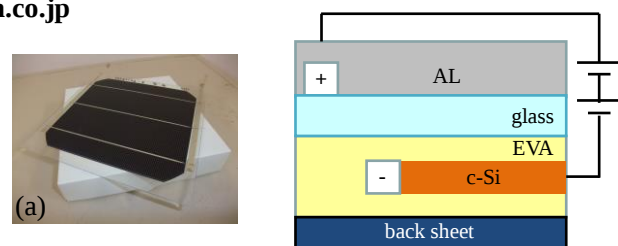


Fig. 1. Schematic of the PID test set-up
(a) monocrystalline Si solar cell module (module size : 156x156mm)

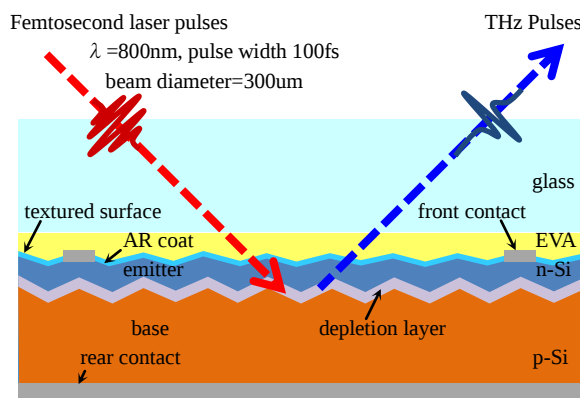


Fig. 2. Schematic representation of the generation of terahertz radiation from the solar cell module

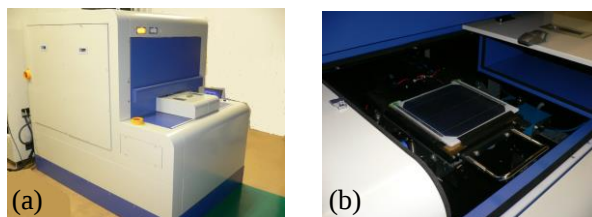


Fig. 3. (a) Photograph of LTEM for a solar cell module
(b) Load/unload port

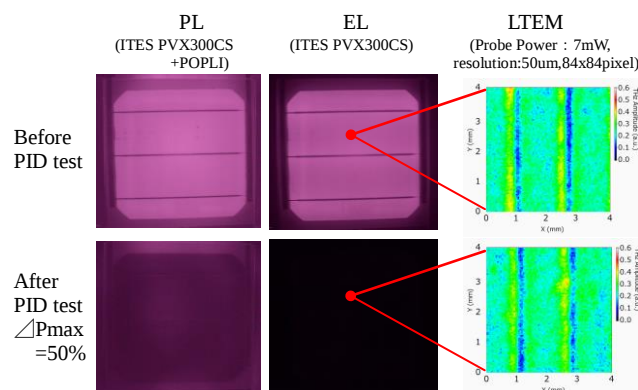


Fig. 4. PL/EL/ LTEM images of a monocrystalline Si solar cell modules before and after PID test