

レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡を用いた ペロブスカイト太陽電池の劣化評価

Degradation Evaluation of Perovskite Solar Cells

Using a Laser Terahertz Emission Microscope

SCREEN¹, 阪大レーザー研², 産総研 FREA³, 産総研⁴

○伊藤 明¹、望月 敏光³、高遠 秀尚³、中西 英俊¹、川山 巖²、斗内 政吉²、
西原 佳彦⁴、近松 真之⁴、吉田 郵司^{3,4}

SCREEN¹, ILE Osaka Univ.², FREA AIST³, AIST⁴

○A. Ito¹, T. Mochizuki³, H. Takato³, H. Nakanishi¹, I. Kawayama², M. Tonouchi²,
Y. Nishihara⁴, M. Chikamatsu⁴, Y. Yoshida^{3,4}

E-mail: a.ito@screen.co.jp

レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡(LTEM)は半導体界面、表面のキャリアダイナミクスを局所評価可能な技術である[1]。その応用として結晶 Si 太陽電池で有効性を示してきた[2,3]。また、次世代太陽電池としてペロブスカイト太陽電池が期待されており、ペロブスカイト材料からのフェムト秒レーザー誘起のテラヘルツ(THz)波放射特性がすでに報告されている[4]。一方でペロブスカイト太陽電池の劣化メカニズムに対して様々な議論がなされており、実用化に向け解決すべき最重要課題である[5,6]。我々は今回、LTEM を用いてペロブスカイト太陽電池からの THz 波放射を初めて観測し、さらにその劣化度合いと LTEM 信号(波形、イメージ)との相関を検証した。

図 1 に LTEM システム構成を示す。Ti:サファイアレーザー(パルス幅: 100 fs、繰り返し周波数: 80 MHz) の第二高調波(波長: 400 nm、光量: 30 mW、ビーム径:約 1 mm x 2 mm)を太陽電池(FTO 面)に 45 度で照射した。試料から放射された THz 波を放物面鏡により集光しスパイラル型 LT -GaAs 光伝導素子で検出した。測定に用いたペロブスカイト太陽電池の構造、変換効率を図 2、表 1 にそれぞれ示す。封止したサンプルについて、高温高湿試験(85 °C、85 %)240 時間後の劣化状態の異なる 3 種類用意した。変換効率はそれぞれ 9.98 %、0.63 %、0.0 %となる。今回用いたサンプルにおいて測定波長 400 nm の透過率は 0%であることを確認している。

図 3 に各サンプルの測定点から放射された THz 波形を示す。劣化度合いが大きいほど、THz 波振幅強度が弱くなることがわかる。サンプル 3 からは THz 波を検出できなかった。図 4 に各サンプルの光学写真と THz 波振幅強度ピークでマッピングした LTEM イメージ(ピッチ:0.5 mm、遅延時間:10 ps)を示す。図 4 (a)(b)において、裏面 Au 電極の領域(図 4(a)の点線で囲んだ領域)で THz 波振幅強度が強く、劣化度が大きいほど THz 波振幅強度が弱くなった。図 4(c)では全面から THz 波が検出できなかった。ペロブスカイト太陽電池からの THz 波振幅強度の減少と劣化度合いに相関性があることがわかった。LTEM はペロブスカイト太陽電池の劣化機構の情報を提供できる可能性があると考えている。

References

[1] 斗内, 応用物理 **84** 1101(2015).
[2] T. Mochizuki *et al.*, Applied Physics Letters, **110**, 163502 (2017).
[3] T. Mochizuki *et al.*, EUPVSEC 2018, 2AO.5.1(2018).
[4] B. Guzelturk *et al.*, Adv. Mater, **30**, 1704737(2018).
[5] 金光, 応用物理 **86** 680(2017).
[6] M. Shirayama *et al.*, Journal of Applied Physics **119**, 115501(2016).

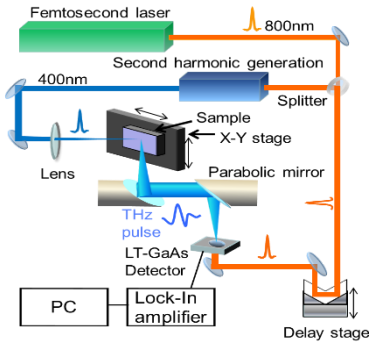


Fig.1 Schematic of the experimental set-up

Table.1 Conversion efficiency

	Efficiency
FTO	
TiO ₂	
Perovskite	Sample1 9.98%
spiro-MeOTAD	Sample2 0.63%
Au	Sample3 0.0%

Fig.2 Sample structure

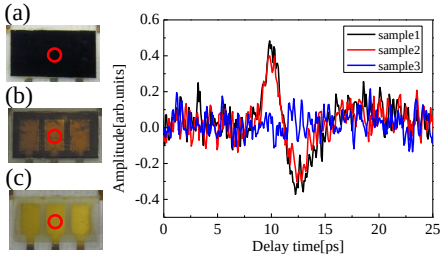


Fig.3 The THz waveforms from measurement points of (a)sample1, (b)sample2 and (c)sample3.

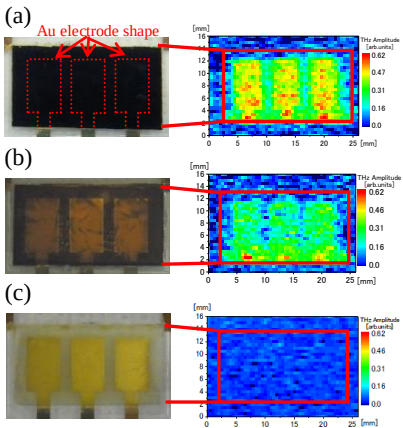


Fig.4 Optical images and LTEM images of the analyzed perovskite solar cells. (a)sample1. (b)sample2. (c)sample3.