

Cu(In,Ga)(S,Se)₂ 太陽電池に対する Cs 処理効果の 光熱モード AFM による検討

Investigation of Cs-treatment effect on Cu(In,Ga)(S,Se)₂ solar cell using photothermal AFM

○山田 綾果¹、高橋 琢二^{1,2}(1. 東大生研、2. 東大ナノ量子機構)

○Ayaka Yamada¹ and Takuji Takahashi^{1,2} (1.IIS & 2.NanoQuine, The University of Tokyo)

E-mail: ayaka-y@iis.u-tokyo.ac.jp

化合物半導体 Cu(In,Ga)(S,Se)₂[CIGSSe]太陽電池では、アルカリ系材料を用いた処理を施すことで変換効率が改善すること（アルカリ効果）が知られている。我々は光熱モード原子間力顕微鏡 (PT-AFM)[1]において、波長可変測定[2]または可変周波数測定[3]を行うことで、このアルカリ効果が粒界及び CdS/CIGSSe 界面にどのように働くのかについて非発光再結合の観点から調べている。

CdS/CIGSSe/Mo/SLG の構造に Cs 処理を施した試料と、未処理の試料について、3 種類の条件下で測定を行った。(i) 入射光の波長 $\lambda = 800\text{ nm}$, 変調周波数 $f = 200\text{ Hz}$ の条件を基準とし、(ii) 光吸収がより表面に近い領域で生じるように照射光を短波長化 ($\lambda = 532\text{ nm}$) した条件と、一方で、(iii) より浅い熱源からの応答が支配的になるように変調を高周波数化 ($f = 800\text{ kHz}$) した条件にて測定を行い、波長と変調周波数という二つの角度から Cs 処理の CdS/CIGSSe 界面への寄与を、非発光再結合の観点から検討した。

Fig.1(a)は Cs 処理が施された試料上の表面形状像であり、同図(b)~(d)は、それぞれ、(i)~(iii)の条件で得られた PT 信号像である。(b)において粒界で強く出ていた PT 信号が、(c)照射光の短波長化もしくは(d)変調周波数の高周波数化によって弱まっていることが示された。

同様の測定を Cs 処理を施していない試料においても行い、(i)~(iii)の条件下での PT 信号強度の観測面内平均値を求めた。その結果を Table 1 に示す。Table 1 から、Cs 処理を施した試料では、未処理の試料に比べて PT 信号強度が弱く、(ii)短波長測定、(iii)高周波測定においてその差はより顕著となった。これらのことから、Cs 処理を施すことにより、CdS/CIGSSe 界面の非発光再結合を抑制したものと考えられる。

本測定に用いた試料は出光興産株式会社から提供していただいた。

[1] K. Hara and T. Takahashi, *Jpn. J. Appl. Phys.* **48** 08JB22 (2009).
[2] 山田綾果, 高橋琢二, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-E315-4, (2019).
[3] A. Yamada and T. Takahashi, *Jpn. J. Appl. Phys.* **60** SE1003, (2021).

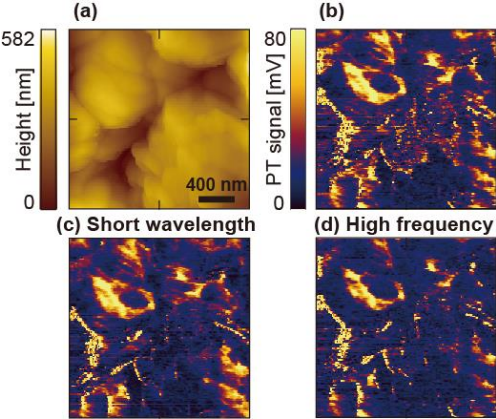


Fig1. (a)A topographic image on the Cs-treated CdS/CIGSSe sample, and PT signal images on the almost identical area acquired by PT-AFM, where (f, λ) are (b) (200 Hz, 800 nm), (c) (200 Hz, 532 nm), and (d) (800 kHz, 800 nm).

Table 1. Average PT signal intensities in the observed area.

		Average value of PT signal intensity (mV)	
frequency	wavelength	as-grown sample	Cs-treated sample
200 Hz	800 nm	16.60	16.45
200 Hz	532 nm	17.65	13.24
800 kHz	800 nm	13.04	10.05