

InAs 量子ドット太陽電池における赤外光照射下の発光スペクトル解析

Photoluminescence Spectroscopy on InAs Quantum Dot Solar Cells under Infrared Light

東大先端研¹, 産総研² °玉置 亮¹, 庄司 靖^{1,2}, 岡田 至崇¹

RCAST, The Univ. of Tokyo¹, AIST², °Ryo Tamaki¹, Yasushi Shoji^{1,2}, Yoshitaka Okada¹

E-mail: tamaki@mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】III-V 族量子ドット超格子を用いた中間バンド型太陽電池において、量子ドットを介した２段階光吸収による電流増大割合が十分でなく、量子ドット導入により再結合損失が増えて生じる電圧損失の割合の方が大きく、現状では効率の増大に至っていない[1]。我々は、InAs 量子ドット太陽電池における絶対値発光分光を用いた室温・集光条件下での擬フェルミレベル直接計測から、赤外バイアス光照射により量子ドットの占有状態が減少し、量子ドット基底状態における擬フェルミレベル分裂が減少することを明らかにした[2]。今回、量子ドット基底状態からホスト材料のバンド端発光までのスペクトル領域における、赤外バイアス光同時照射下での発光(PL)スペクトルを評価・解析した結果について報告する。

【実験と結果】10 層の多重積層 InAs/GaAs 量子ドット太陽電池において、赤外(IR)バイアス光 1550 nm (0.80 eV)照射の有無による顕微 PL スペクトル計測を行った。図に室温における InAs/GaAs 量子ドット太陽電池の差分発光スペクトル($\Delta PL/PL$, $\Delta PL = PL_{w/IR} - PL_{w/o IR}$)を示す。励起光は GaAs ホスト材料を励起する 785 nm (1.58 eV)を用いた。前回の報告と同様、1050 nm を中心とする InAs 量子ドット基底状態からの PL 強度減少を確認した。さらに 910 nm の InAs 濡れ層からの発光減少とともに、GaAs バンド端発光ピーク 870 nm を中心とする微分形状の $\Delta PL/PL$ スペクトルを観測した。GaAs バンド端発光において、より低エネルギー側からの発光が赤外バイアス光照射によって増大している。この結果は、２段階光吸収により InAs 量子ドットから GaAs 伝導帯への光キャリア励起が生じると同時に、GaAs 層における光キャリアの空間・エネルギー分布の再配分が生じ、よりエネルギー的に安定なバンド端付近の発光が増強したと考えられる。

【謝辞】本研究は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)超高効率・低コスト III-V 化合物太陽電池モジュールの研究開発の委託の下で行われた。また経済産業省「革新的エネルギー技術国際共同研究開発事業」、みずほ学術振興財団の助成を受けて実施した。

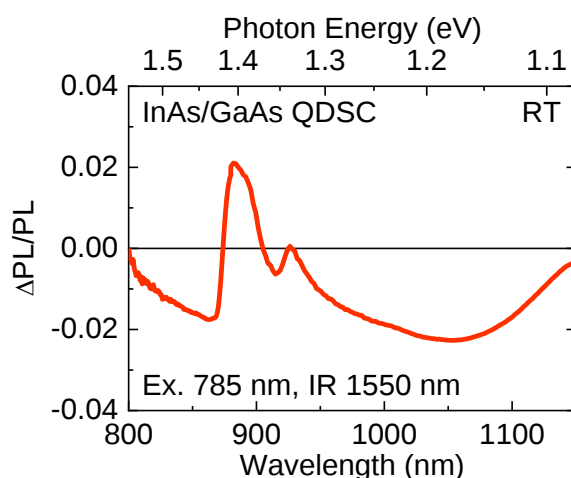


Fig. Infrared (IR)-biased difference in photoluminescence spectra on the InAs/GaAs quantum dot solar cell.

[1] Y. Okada *et al.*, Applied Physics Reviews 2, 021302 (2015).

[2] 玉置 亮 他, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 18a-F310-2 (2018).