

絶対値発光分光による InAs 量子ドット太陽電池の動作解析

Quantitative Analysis of InAs Quantum Dot Solar Cells by Photoluminescence Spectroscopy

○玉置 亮^{1,3}, 庄司 靖^{1,3}, Laurent Lombez^{2,3}, Jean-François Guillemoles^{2,3}, 岡田 至崇^{1,3}

東大先端研¹ (RCAST, The Univ. of Tokyo), IPVF², LIA-NextPV³

○Ryo Tamaki^{1,3}, Yasushi Shoji^{1,3}, Laurent Lombez^{2,3}, Jean-François Guillemoles^{2,3}, and Yoshitaka Okada^{1,3}

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

【はじめに】中間バンド型太陽電池において、2段階光吸収による電流増大と擬フェルミレベル分裂による電圧維持を達成することで、単接合理論限界を超える高効率化が期待されている[1]。我々はこれまで、量子ドット中間バンド型太陽電池に着目し、赤外フーリエ変換光電流分光などを駆使して2段階光吸収について定量的な評価・解析を行い、室温での高効率電流増大を達成するための必要条件を明らかにしてきた[2]。一方で、電圧維持の要件達成に向けて、量子ナノ構造のバンドエンジニアリングにより、量子ドットを介した再結合を抑制する手法について検討を行ってきた[3]。今回、太陽電池の出力電圧に対応する擬フェルミレベル分裂を評価・解析するために、絶対値発光分光を用いて定量計測する手法を適用し、量子ドット中間バンド型太陽電池における電圧維持の要件達成に向けた取り組みについて報告する。

【実験と結果】多重積層 InAs/GaAs 量子ドット太陽電池において、絶対値強度校正した発光(PL)スペクトル計測を行った。図(a)に室温における InAs/GaAs 量子ドット太陽電池の絶対値 PL スペクトルを示す。励起光は宿主材料を励起する 783.6 nm (1.58 eV)を用いた。InAs 量子ドット基底状態からの発光が確認され、さらに赤外(IR)バイアス光 1550 nm (0.80 eV)の同時照射下での PL スペクトルにおいて、赤外バイアス光なしと比較して約 8%の強度減少($\Delta PL/PL$)が確認された。この結果は、図(b)の模式図に示すように、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て価電子帯(VB)と量子ドット(QD)間の擬フェルミレベル分裂が減少する一方、2段階光吸収により量子ドットと伝導帯間(CB)の擬フェルミレベル分裂が生じているためと考えられる。

【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及び経済産業省(METI)革新的新構造太陽電池の国際共同研究開発の委託の下で行われた。また精密測定技術振興財団から助成を受けて行われた。

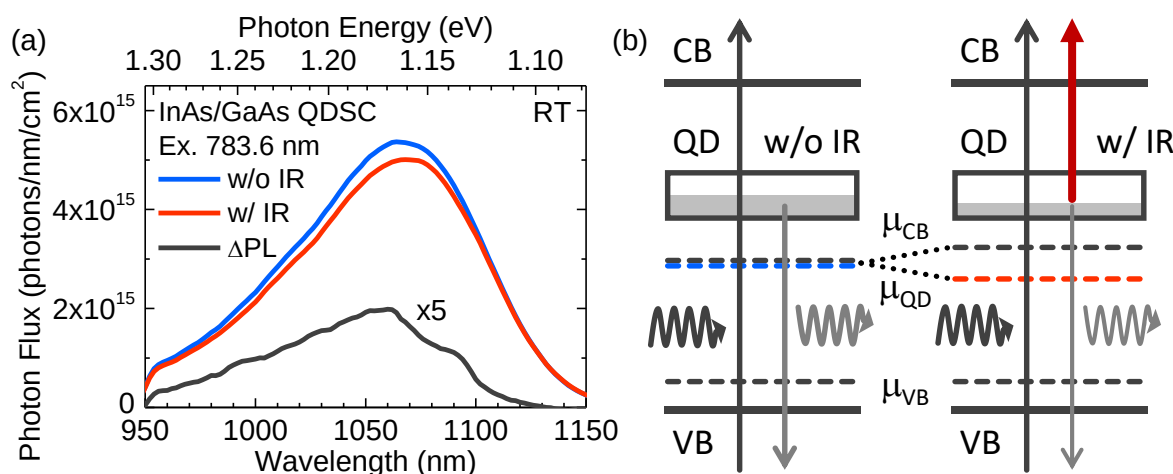


Fig.1. (a) Absolute photoluminescence spectra on the InAs/GaAs quantum dot solar cell. (b) Schematic band diagram and quasi-Fermi level splitting with and without infrared (IR) bias light illumination.

[1] Y. Okada *et al.*, Applied Physics Reviews **2**, 021302 (2015). [2] 玉置 亮 他, 第63回応用物理学会春季学術講演会, 20a-S011-1 (2016). [3] Y. Shoji *et al.*, PVSEC-27, 6TuPo.202 (2017).