

フーリエ変換赤外光電流分光による量子ドット太陽電池における 室温 2 段階光吸収の最適化設計

Design Optimization for Room Temperature Two-Step Photon Absorption in QD Solar Cells
by Fourier Transform Infrared Photocurrent Spectroscopy

○玉置 亮¹、庄司 靖¹、菅谷 武芳²、岡田 至崇¹ (1. 東大先端研、2. 産総研)

○R. Tamaki¹, Y. Shoji¹, T. Sugaya², and Y. Okada¹ (1.RCAST, The Univ. of Tokyo, 2.AIST)

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を得ることは、単接合太陽電池を超える高効率化の実現に向けて必須の課題である[1]。しかしながら、これまで報告されている 2 段階光吸収による電流増大: 赤外バイアス光照射下の ΔEQE は室温で <1% 程度であり、高効率化に向けた設計指針の解明が求められている。我々はフーリエ変換赤外分光法 (FTIR) により、2 段階光吸収による赤外光電流スペクトル特性を迅速かつ詳細に計測する手法を用いることで、バリア層を系統的に制御した InAs 及び In_{0.4}Ga_{0.6}As 量子ドット太陽電池における最適化設計指針を見出した[2]。今回、AlGaAs バリア層による更なるワイドギャップ化と、InGaP バリア層を用いた量子ドットセルについて検討を行ったので、その結果について報告する。

【実験と結果】 多重積層 In(Ga)As/Al_{0.4}Ga_{0.6}As 及び InGaAs/GaAs/In_{0.48}Ga_{0.52}P 量子ドット太陽電池を、固体ソース分子線エピタキシー (MBE) 法を用いて GaAs 基板上に作製した。InGaAs 量子ドットと InGaP バリア層との間の GaAs スペース層は、厚さ 2 nm とした[3]。可視～近赤外の白色バイアス光照射下において、FTIR を用いて 2 段階光吸収による赤外光電流スペクトル及び温度依存性を測定した。このとき熱脱出に打ち勝ち、量子ドットに生成された光キャリアが 2 段階光吸収に寄与する閾値温度と FTIR によって得られた赤外吸収端の関係を図に示す。前回報告した普遍的な線形関係に対して[2]、今回の AlGaAs 及び InGaP バリア層では、ワイドギャップ化で期待される閾値温度の顕著な増大は確認されなかった。しかしながら、InGaP バリア層で得られた ~0.39 eV の赤外吸収端は、適切な量子閉じ込め準位の形成を示しており、得られた知見に基づく構造最適化により室温での高効率動作につながると期待される。

【謝辞】 本研究は、国立研究開発法人 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。

[1] Y. Okada *et al.*, Appl. Phys. Rev. **2**, 021302 (2015).

[2] 玉置 亮 他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 14a-2M-11 (2015).

[3] T. Sugaya *et al.*, Appl. Phys. Lett. **101**, 133110 (2012).

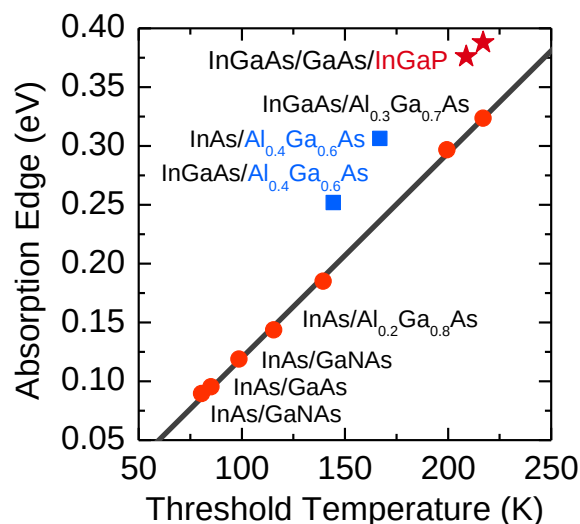


Fig. 1. Infrared absorption edge vs. threshold temperature for two-step photon absorption photocurrent in In(Ga)As quantum dot solar cells.