

バリア層の異なる InGaAs 量子ドット太陽電池における 2 段階光吸収 Two-Step Photon Absorption in InGaAs Quantum Dot Solar Cells Varying Barrier Layers

東大先端研 °玉置 亮, 庄司 靖, 岡田 至崇, 宮野 健次郎

RCAST, The Univ. of Tokyo, °Ryo Tamaki, Yasushi Shoji, Yoshitaka Okada, and Kenjiro Miyano

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は、①中間バンドを介した 2 段階光吸収による光電流増大と②中間バンドと伝導帯の擬フェルミレベル分裂による出力電圧維持を達成することが高効率化に必須となる。電圧維持には中間バンドと伝導帯は光学遷移で相互作用しなければならず、量子ドット超格子太陽電池は 3 次元閉じ込めで離散化した準位により伝導帯と電氣的に絶縁することができる」と期待される。しかし、現状の量子ドット太陽電池では電界や熱による量子準位からのキャリア脱出が生じて電圧が低下し[1]、2 段階光吸収についても占有密度の低下によりバンド内遷移の振動子強度が減少する。今回、バリア層として従来型の GaAs よりワイドギャップの材料を用いた量子ドット太陽電池における、2 段階光吸収による光電流増大について報告する。

【実験と結果】多層積層 In_{0.4}Ga_{0.6}As 量子ドットのバリア層に GaAs 及び Al_{0.3}Ga_{0.7}As (AlGaAs)を用いた量子ドット太陽電池において、赤外パルス光照射下での差分外部量子効率(Δ EQE)測定を行った[2]。Fig. 1(a) に 9 K での 2 段階目のバンド内遷移スペクトルを示す。1 段階目のバンド間遷移にはバリア層のバンドギャップより短波長の CW 光を用いており、EQE の増大は量子ドットに捕獲されたキャリアの再励起による。GaAs, AlGaAs それぞれに対し、束縛状態間と考えられるバンド内遷移が 0.2, 0.4 eV に得られた。これらの Δ EQE の温度依存性(Arrhenius plot)を Fig. 1(b) に示す。GaAs バリアでは 80 K 以下で光電流増大が得られているのに対し AlGaAs では 220 K まで向上し、室温での高効率な 2 段階光吸収に向けてはバンドオフセットの増大が有効であると考えられる。本研究は、NEDO 革新的太陽光発電技術研究開発の委託の下で行われた。

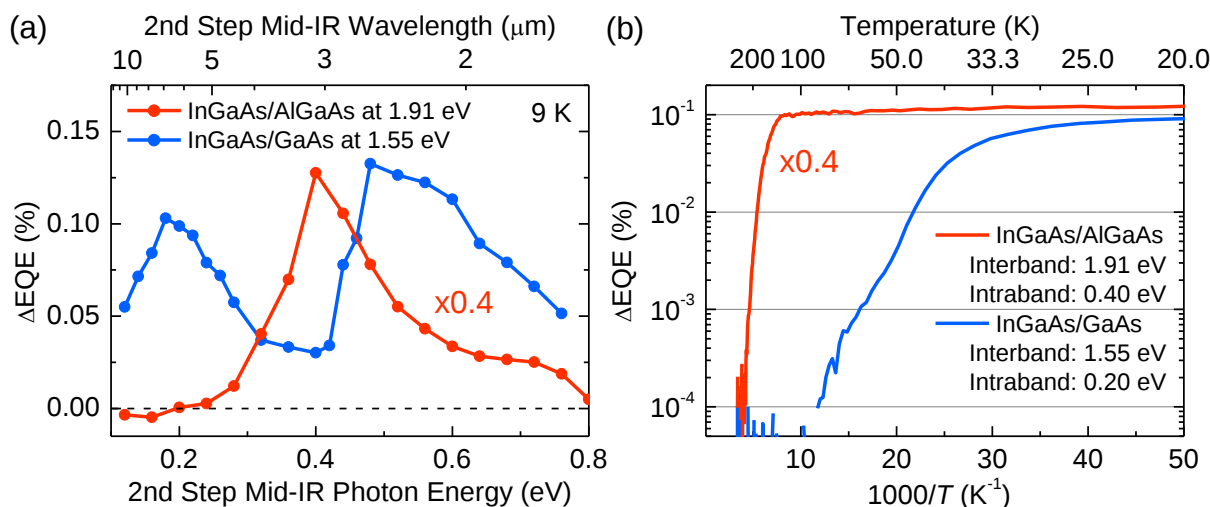


Fig. 1 (a) Intraband transition Δ EQE spectra and (b) Arrhenius plots of Δ EQE in InGaAs QD solar cells.

[1] A. Luque *et al.*, Nature Photon. **6**, 146 (2012). [2] 玉置 他, 第 61 回春季学術講演会 19p-D7-13 (2014).