

17p-F8-7

中間バンド型量子ドット太陽電池の現状

Present status of intermediate band quantum dot solar cells

東大先端研 ○庄司 靖, 玉置 亮, 曾我部 東馬, 岡田 至崇

RCAST, The Univ. of Tokyo, ○Yasushi Shoji, Ryo Tamaki, Tomah Sogabe, Yoshitaka Okada

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

単接合太陽電池の限界効率 (Shockley- Queisser limit) を超える手段の一つとして, 太陽電池内に中間バンドを形成する方法が精力的に研究されている^[1,2]. この中間バンド型太陽電池では, 母体材料における伝導帯-価電子帯間の光吸収に加えて, 中間バンドを介した 2 段階の光遷移を利用することにより, 母体材料のバンドギャップよりも低エネルギーの光子を吸収することが可能となる (Fig. 1). すなわち, 太陽電池の出力電流は 2 つの遷移経路により発生する光電流の和となる. 一方, 出力電圧は伝導帯と価電子帯の擬フェルミ準位間の差で決まるため, 母体材料のバンドギャップに近い電圧が得られ, 変換効率の向上が期待できる.

中間バンド型太陽電池では, 各バンド間のキャリアの遷移は光学遷移が支配的で, 熱励起及び熱放出を抑えることが重要となるため, 我々のグループでは中間バンドの形成方法として, 量子ドット超格子を用いる方法を提案している. Fig. 2 は 10 層積層 InGaAs/GaAs 量子ドット太陽電池における 2 段階光吸収過程の量子効率(ΔEQE)^[3]について, バイアス電圧依存性を測定した結果である. 同図より, 2 段階吸収によって生成される電流は 0.35 V 付近で最大となり, その後は減少していることがわかる. これは順方向バイアスによって量子ドット層の内蔵電界が小さくなることで, (1)量子ドット内に励起されたキャリアの熱励起及び電界アシストによる脱出過程が抑制されて光学遷移が増加する効果と, (2)キャリアの収集効率が減少する影響が競合していることを示唆しており, 2 段階光吸収における中間バンド内のキャリア占有率とエネルギーバンド構造の重要性を示した結果といえる.

【謝辞】 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.

[1] Y. Okada *et al.*, J. Appl. Phys. **109** (2011) 024301

[2] A. Luque *et al.*, Nature Photonics **6** (2012) 146

[3] Y. Shoji *et al.*, J. Phy. D: Appl. Phys. **46** (2013) 024002

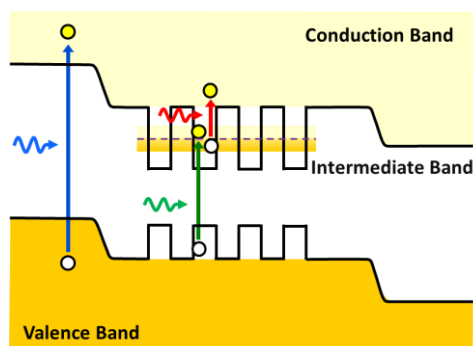


Fig. 1. Schematic energy band diagram of quantum dot intermediate band solar cell shown with possible photo absorption processes involved.

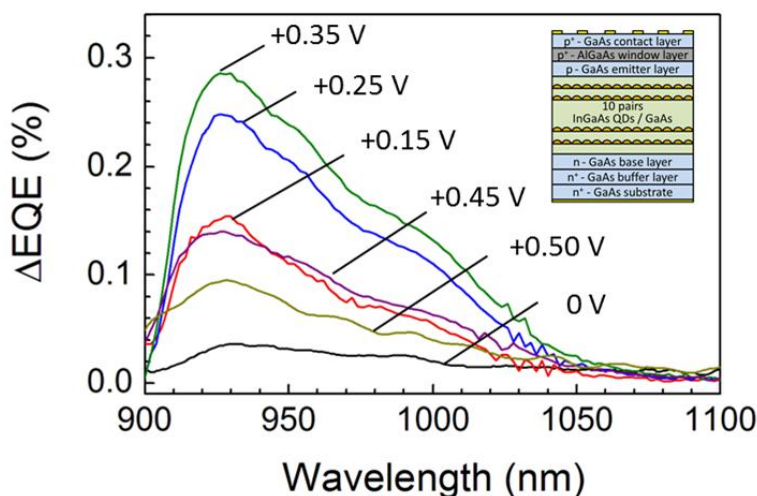


Fig. 2. Bias dependence of 2-step photon absorption. The inset shows the sample structure.