

2 段階フォトンアップコンバージョン太陽電池における ヘテロ界面のバンド内遷移の光吸収率

Absorptivity of Intraband Transition for Two-Step Photon Up-Conversion Solar Cells

神戸大 [○]朝日重雄, H. Mahamu, 喜多隆

¹Grad. Sch. of Eng. Kobe Univ., [○]S. Asahi, H. Mahamu, and T. Kita

E-mail: asahis@people.kobe-u.ac.jp

【はじめに】我々は単接合型太陽電池では避けられない透過損失の低減を目指した 2 段階フォトンアップコンバージョン太陽電池(TPU-SC)を提案し、これまでに $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}/\text{GaAs}$ ヘテロ界面に電子を蓄積することで、効率的な 2 段階フォトンアップコンバージョンを実証した[1]。今回、2 段階フォトンアップコンバージョンの 1 段階目と 2 段階目の強度を共に変化させてアップコンバージョン電流を測定し、バンド内遷移における赤外光の吸収率を求めた。

【結果】TPU-SC は固体ソース分子線エピタキシー法によって $\text{GaAs}(001)$ 基板上に作製した[2]。実験ではヘテロ界面に電子を蓄積する波長 800 nm のバンド間遷移光源とヘテロ界面の電子をバンド内遷移させる 1319 nm の追加赤外光を用いた。測定では追加赤外光照射による短絡電流上昇量をアップコンバージョン電流 (ΔJ_{sc}) として、励起光強度を変化させて ΔJ_{sc} を測定した。図 1 に 2 つの励起光強度を変化させた際の ΔJ_{sc} を示す。バンド間、バンド内励起光強度の増加とともに(図 1 の右上に行くほど) ΔJ_{sc} は増加する。図 2 にバンド内励起フォトン数で正規化したバンド内遷移の光吸収率を示す。光吸収率は、ヘテロ界面の電子密度が増加するほど増加するため、バンド間励起光強度は高いほど、バンド内励起光強度は低いほど(図 2 の右下に行くほど) 光吸収率は増加する。図 3 に図 2 の一部を切り取った結果を示す。この測定ではバンド間、およびバンド内励起光強度がそれぞれ 1.2 mW/cm^2 (0.06 sun 相当)、100 mW/cm^2 (3.7 sun 相当)で最大の光吸収率 0.2 (追加赤外光の 20%を吸収)を示し、1 sun 相当(バンド間励起 20 mW/cm^2 、バンド内励起 27 mW/cm^2) で光吸収率 0.006 となった。

- [1] S. Asahi *et al.*, *Nat. Commun.* **8**, 14962 (2017), S. Asahi *et al.*, *Sci. Rep.* **8**, 872 (2018), Kinugawa *et al.*, *Phys. Rev. Appl.* **14**, 014010 (2020)
[2] K. Watanabe *et al.*, *J. Appl. Phys.* **130**, 085701 (2021)

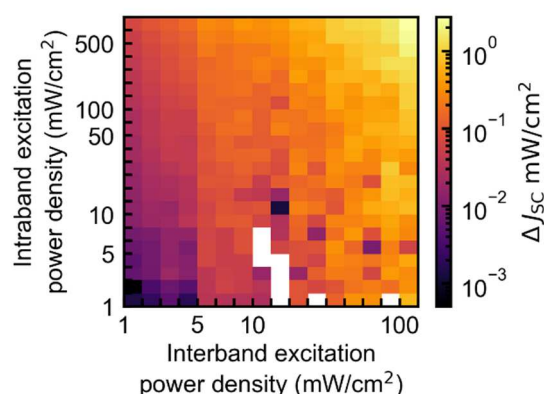


Fig. 1 2D map of ΔJ_{sc} as functions of inter and intra band excitation power densities.

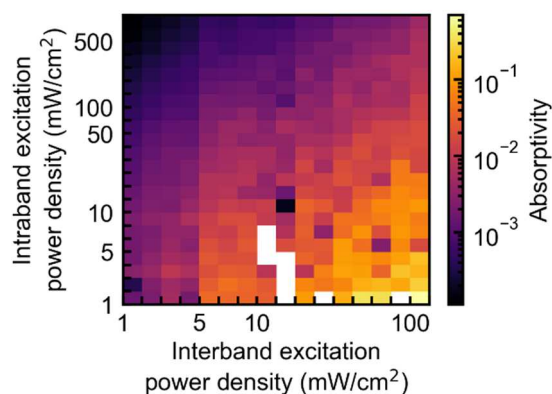


Fig. 2 2D map of intraband photon absorptivity as functions of inter and intra band excitation power densities.

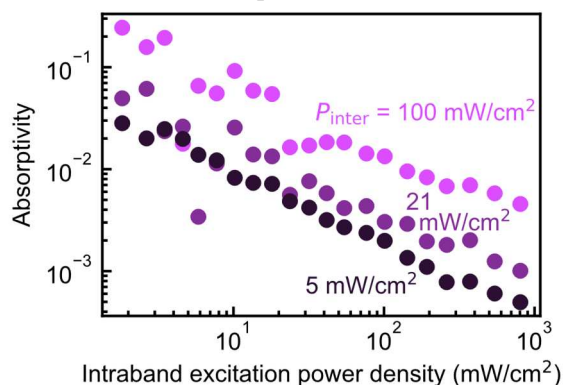


Fig. 3 Photon absorptivity as a function of intraband excitation power density.