## 量子ドット中間バンド型太陽電池の2段階光電流の励起光強度依存性

Excitation-intensity dependence of two-step photocurrent of quantum dot

intermediate-band solar cells

O(D)朝日 重雄,寺西 陽之,笠松 直史,加田 智之,海津 利行,喜多 隆 (神戸大院工)

<sup>°(D)</sup>S. Asahi, H. Teranishi, N. Kasamatsu, T. Kada, T. Kaizu, and T. Kita (Kobe Univ.)

E-mail: 118t803t@stu.kobe-u.ac.jp

【はじめに】 次世代太陽電池の候補の一つに挙げられている、量子ドット中間バンド型太陽電池 (QD-IBSC)の実現のためには、そのキープロセスである2段階光キャリア励起過程のメカニズム解明と 高効率化が必要不可欠である[1]。これまでに私達は応用物理学会学術講演会等で、Dot-in-Well (DWELL)構造を使用した QD-IBSC において明瞭な室温2段階光吸収を観測したことを報告した[2,3]。 さらに私達は、2段階光吸収によるキャリアの生成、取り出しメカニズムを明らかにするため、2段階 光吸収による光電流(2段階光電流)の励起光強度依存性を詳細に測定したので、その結果を報告する。 【実験】太陽電池試料は固体ソース分子線エピタキシー装置を用いて  $n^+$ -GaAs(001)基板上に作製した。 太陽電池のホスト結晶には Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As、QD には InAs を用いた。また試料を成長する際、InAs QD を GaAs 量子井戸(QW)で挟み、さらにそれを Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As ホスト結晶で覆うという、DWELL 構造を採用 した。DWELL は活性層内に 10層成長した[3]。2段階光吸収の1段目に当たるバンド間(Interband)励起 に 780 nm の LED を用いた。また、2段目にあたるサブバンド間(Inter-subband)励起には 1300 nm の赤 外(IR)レーザーを用いた。780 nm の LED は GaAs QW の準位を励起し、1300 nm の IR レーザーは InAs QD の準位を励起する(図 1)。IR レーザー照射時と非照射時の光電流の差(ΔI)を2段階光電流とし、 バンド間遷移及びサブバンド間遷移の励起光強度を変化させたときのΔI の変化を測定した。測定は全

て短絡状態で行った。

【結果】 図2にΔIの励起光強度依存性を示す。バンド間遷移の励起光強度が増加するとΔIが単調に 増加し、その後、飽和する。さらに、サブバンド間遷移の励起光強度を増加させると、ΔIの飽和点が 変化する。この現象は、2つの励起光の強度バランスが2段階光電流に影響を与えること示しており、 双方の強度バランスで中間準位の擬フェルミ準位が変化している様子が現れている。また、図3にサ ブバンド間遷移の励起光強度 6.0 mW/cm<sup>2</sup>一定としたときの、ΔIの温度依存性を示す。温度低下とと もにΔIが減少しており、さらに飽和していた領域でΔIの落ち込みが観測された。これは、IR レーザ ーの照射により、InAs QD内の励起キャリアが InAs QD/GaAs QW 界面に存在する高エネルギーのト ラップ準位にトラップされ、非輻射再結合する可能性が考えられる[4]。この結果は、今回の太陽電池 試料が室温においては、サブバンド間励起によるキャリア消滅の影響が小さいことを示している。



[1] A. Luque et al., Nat. Photon. 6, 146 (2012).

[2] 朝日 他, 第75回応用物理学会秋期学術講演会, 17p-A28-10 (2014).

[3] S. Asahi et al, J. Appl. Phys. 116, 063510 (2014).

[4] R. Tamaki et al, Appl. Phys. Lett. 105, 073118 (2014).