

面内超高密度 InAs 量子ドット層を導入した量子ドット太陽電池の集光特性 (2)

Sun-concentration properties of QD cells with in-plane ultrahigh-density InAs QDs (2)

電気通信大学 基盤理工 〇(B)戸川 匠, 鈴木亮介, 寺田圭佑, 坂本克好, 曾我部東馬, 山口浩一

Univ. of Electro-Comm. 〇T. Togawa, R. Suzuki, K. Terada, K. Sakamoto, T. Sogabe, K. Yamaguchi

E-mail: t_poke_veritas_0114@yahoo.co.jp

【はじめに】 InAsSb 濡れ層(WL) 上の面内超高密度 InAs 量子ドット(QD)層[1]を導入した QD 太陽電池では、楕型電極間距離が 500 μm の照射面積の広いパターンにおいても、集光度の増加による曲線因子(FF)の低下が抑制され、電力変換効率の増大効果も確認されたことを前回報告した[2]。今回は、type-I 型および type-II 型の面内超高密度 InAs QD 層を導入した QD 太陽電池を作製し、集光特性の測定評価を行ったので報告する。

【セル構造】 MBEにより GaAs(001)基板上に QD 層の無い GaAs セル構造および面内超高密度 InAs QD 層 (密度 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$) を単層導入した InAs QD/GaAs セル構造を成長した。InAsSb WL (1.25 ML)上に面内超高密度 InAs QDs を成長し、QD 層上には GaAs キャップ層の type-I 構造と GaAsSb /GaAs キャップ層を導入した type-II 型構造とした。セルの楕型電極間距離は 500 μm とした。

【結果・考察】 Fig. 1 には、各セルの FF (a), 開放端電圧(V_{oc}) (b), 電力変換効率(PCE) (c)の擬似集光度(QX)依存性をそれぞれ示す。QD 層の無い GaAs セルの特性は、ドリフト拡散モデルによる計算 (点線)においてもほぼ再現することができ、集光度の増加と共に FF は急激に低下し、10 suns 以上ではほぼ飽和した。Type-I および type-II の QD セルでは、 FF の低下は抑制され、 V_{oc} は全セル共に QX に対して対数的に増加した。 V_{oc} の QX 依存性よりダイオード理想係数(n)を求めると、10 suns 以上で 1.31~1.04 と低く、欠陥による再結合電流が抑制された結晶性の高いセル構造であることを示した。その結果、type-I および type-II の QD セルの PCE は、 QX の増加と共に上昇し、約 4 suns で GaAs セルの PCE を上回った。25 suns での PCE は、GaAs セルでは 10.1 % であるのに対し、type-I QD セルでは 13.7 %、type-II QD セルでは 13.1 %が得られた。

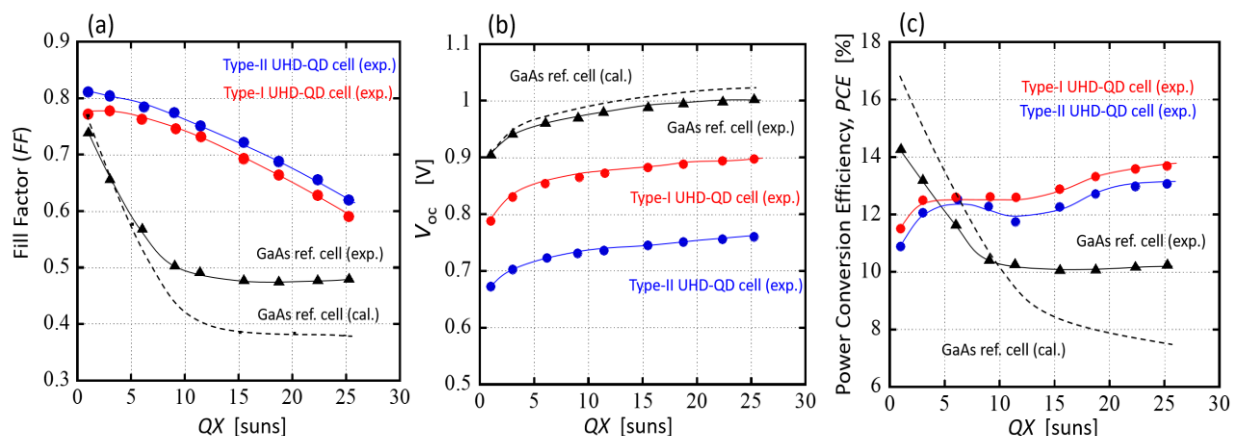


Fig.1. Fill factor (FF) (a), open-circuit voltage (V_{oc}) (b) and power conversion efficiency (PCE) (c) of GaAs reference cell ($\blacktriangle$), type-I InAs QD cell ($\bullet$) and type-II InAs QD cell ($\bullet$) as a function of quasi-sunlight concentration (QX). Dotted lines are calculated results for GaAs reference cell.

[1] K. Sameshima, T. Sano and K. Yamaguchi, *Appl. Phys. Express* **9**, (2016) 075501.

[2] 鈴木, 坂本, 曾我部, 山口, 第 79 回秋季応物講演会予稿 20a-136-3 (2018).