

## InAs/GaAsSb 量子ドットを用いた中間バンド太陽電池の集光特性の計算 Theoretical calculation of sun concentration properties for intermediate-band solar cells using InAs/GaAsSb quantum dots

電気通信大学 先進理工学専攻 ○内田 圭祐, 坂本 克好, 山口 浩一

Univ. of Electro-Communications ○K. Uchida, K. Sakamoto, K. Yamaguchi

E-mail: kei.uchida@crystal.ee.uec.ac.jp

**【はじめに】** 中間バンド型太陽電池(IBSC)は、高い集光時において中間バンドを介した効果的な 2 段階励起により高い電力変換効率の達成が期待されている[1]。本研究では、InAs/GaAs(Sb)系量子ドット(QD)を用いた中間バンド型太陽電池について、詳細平衡モデルを基にした IBSC 特性の理論計算を行う[2]とともに MBE 成長による自己形成 QD 層を導入した IBSC の実験的検討を進めている[3]。今回は、InAs/GaAs(Sb)系 QD 層を導入した IBSC 特性の集光倍率依存性について理論計算を行い、QD 密度および集光度との関係について指針を得たので報告する。

**【計算】** Fig.1 に示すバンド構造の InAs/GaAs(Sb)系 QD 層を導入した IBSC について、photo-filling を考慮した詳細平衡モデル[1]を基に IBSC 特性の計算を行った。AM1.5G における集光倍率を 1~1000 と変化させて計算した。InAs/GaAs(Sb)系 QD 層は i-GaAs 層 (1000 nm 厚) 内に挿入し、QD 層には電子ドーピングを行った。IBSC に導入した QD 密度は  $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  とした。比較として GaAs 単接合セルの特性も示す。

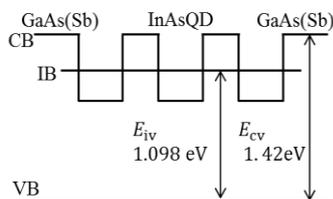


Fig.1 Band diagram

**【結果・考察】** Fig.2 には集光倍率と開放端電圧の関係を示す。IBSC の開放端電圧は、QD 密度が高くなるほど低下するが、集光倍率が高くなるほど上昇し、GaAs セルの値に近づき、約 1000 倍集光ではほぼ同等の値となることが分かった。Fig.3 に示すように、40% 以上の変換効率は、QD 密度が  $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$  では集光倍率が 800 倍以上で、 $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  の QD 密度では 23 倍以上で得られることが分かった。

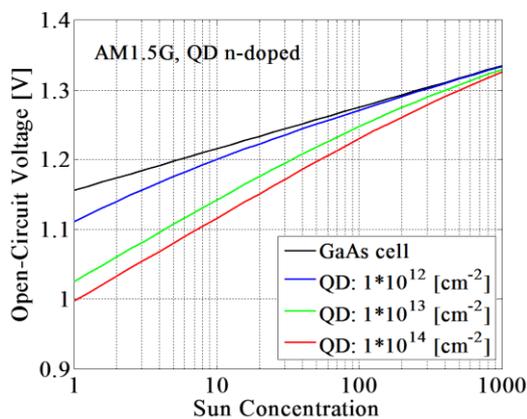


Fig.2 Calculated open-circuit voltage of the IBSCs as a function of sun concentration

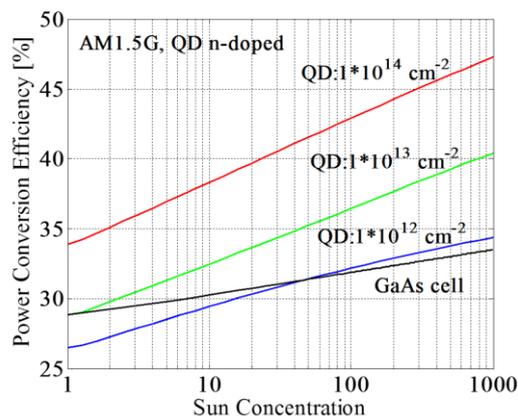


Fig.3 Calculated power conversion efficiency of the IBSCs as a function of sun concentration

[1] R. Strandberg and T. Reenaas, *J. Appl. Phys.* **105**, 124512 (2009).

[2] K. Sakamoto, Y. Kondo, K. Uchida and K. Yamaguchi, *J. Appl. Phys.* **112**, 124515 (2012).

[3] K. Uchida, K. Sakamoto, K. Yamaguchi, 2013 *JSAP-MRS Joint Symposia*, 16p-PM2-6 (2013).