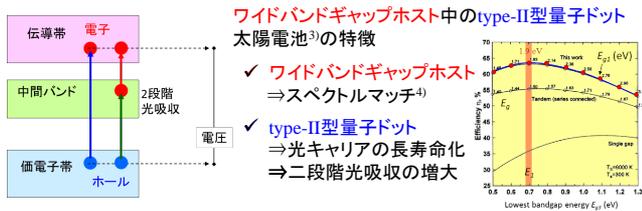


ワイドバンドギャップ量子ドット太陽電池の開発

相原健人、太野垣健、長門優喜*、岡野好伸*、菅谷武芳
 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 先進多接合デバイスチーム
 *東京都市大学

研究の目的

中間バンド太陽電池は、1)高い電圧を維持したまま、2)光電流を増加させることにより、高い変換効率を達成することが期待される新コンセプト太陽電池である。^{1),2)} 本研究では、ワイドバンドギャップ宿主材料を用いた、量子ドット型中間バンド太陽電池の基礎特性を評価し、ドット挿入による影響を議論する。

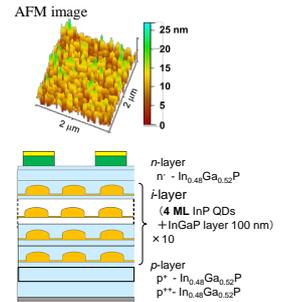


実験

ワイドバンドギャップ宿主、且つ、type-II型を形成可能な、InP/InGaP量子ドットを挿入した、太陽電池試料を作製した。

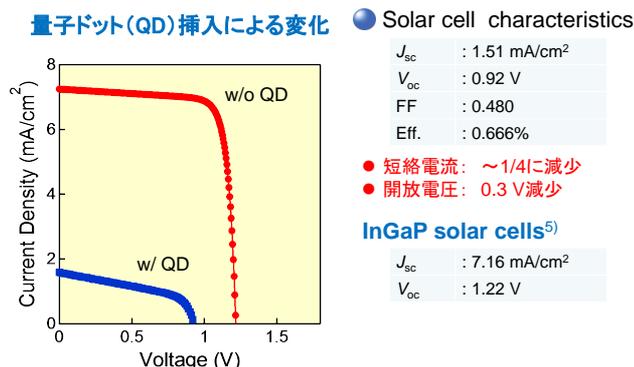
電流電圧測定、分光感度測定を実施して、量子ドット挿入における太陽電池特性の変化を調べた。

時間分解発光測定を実施し、type-II型量子ドットの形成を調べた。

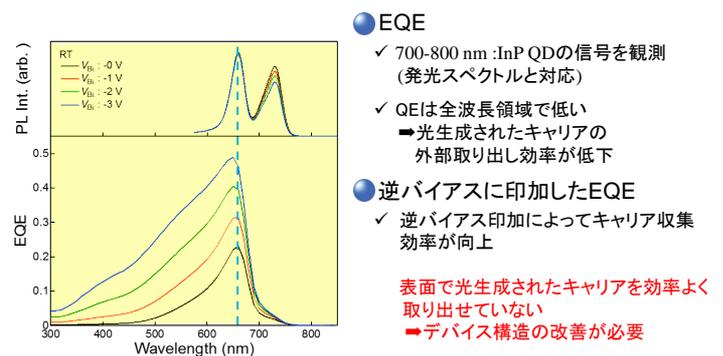


結果

1. 量子ドット太陽電池の基礎特性

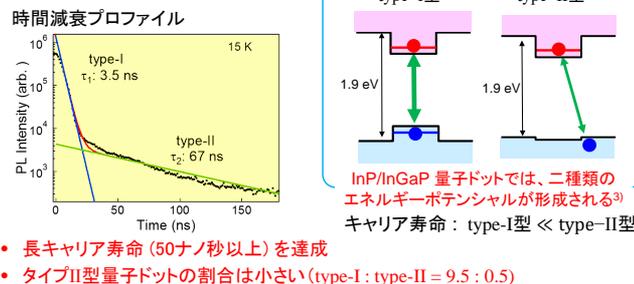


2. 量子ドット挿入によるキャリア収集効率



結果

3. 時間分解発光測定



考察

量子ドットがPV特性に与える影響

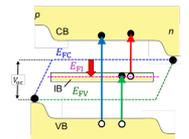
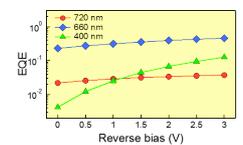
1. キャリア収集効率低下により J_{sc} 低下

逆バイアス印加(3 V)によって..
 短波長側で大きく改善(30倍)
 type-I型量子ドットが再結合中心となる
 ⇒ キャリア収集効率低下 ⇒ J_{sc} 減少

2. 擬フェルミレベル分離の破綻により V_{oc} 低下¹⁾

type-II型量子ドットの割合が小さいため、二段階光吸収が効率的に発現しない

$$V_{oc} = E_{FC} - E_{FV} \approx E_{gH}$$

$$\approx E_{FI} - E_{FV} \approx E_{gQD} (\text{*}V_{oc}\text{減少})$$


結論

- ワイドバンドギャップ半導体InGaP中に電荷分離type-II型InP量子ドットを導入したInP/InGaP量子ドット太陽電池を作製。
- InP量子ドット中のキャリア寿命は50ナノ秒以上であり、長いキャリア寿命を示す電荷分離型量子ドットの形成を確認。
- 量子ドットの挿入により、短絡電流、開放電圧は低下。
- 素子構造の最適化、及び、type-II型量子ドットの選択的形が今後の課題。

参考文献

- A. Luque and A. Martí, Phys. Rev. Lett. **78**, 5014 (1997).
- Y. Okada *et al.*, Appl. Phys. Rev. **2**, 021302 (2015).
- T. Tayagaki and T. Sugaya, Appl. Phys. Lett. **108**, 153901 (2016).
- A. Luque *et al.*, Nat. Photon. **6**, 146 (2012).
- T. Sugaya *et al.*, J. Cryst. Growth **378**, 430 (2013).

謝辞

本研究は(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の支援を受けて行われました