

# 中間バンド型太陽電池に向けた InAs/InAlAsSb 量子構造の作製と評価

## Fabrication and Evaluation of InAs/InAlAsSb Quantum Structure for Intermediate Band Solar Cell

○庄司 靖、玉置 亮、アーサン ナズムル、岡田 至崇（東大先端研）

○Yasushi Shoji, Ryo Tamaki, Nazmul Ahsan, and Yoshitaka Okada (RCAST, The Univ. of Tokyo)

E-mail: shoji@mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp

中間バンド型量子ドット太陽電池では、量子ドット層を介した 2 段階光吸収による電流増大効果により高効率化が期待される[1]。この 2 段階光吸収量を増加させるには、まず 1 段階目(価電子帯-中間バンド間)の光学遷移を増大させることが必須であり、歪み補償技術等を用いた量子ドットの多重積層化が望まれる。一方、2 段階目 (中間バンド-伝導帯間) の光学遷移に関しては、量子ドットで生成されるキャリアの熱脱出を抑制させることが必要であり、量子ドット-障壁層間のバンドオフセットを十分に大きくすることが求められる[2]。これらの条件を満たす材料系として、我々は InP 基板上の InAs/InAlAsSb 構造に注目している。8 バンド  $k \cdot p$  モデルによるバンドギャップエネルギーの計算では、InP 基板との格子整合条件下において InAlAsSb が最大で約 1.8 eV の直接遷移型バンドギャップを有することが示されており[3]、量子ドットの障壁層に用いることで、大きなバンドオフセットが得られることが期待できる。また、InAlAsSb の組成を制御することで InP 基板上の InAs/InAlAsSb 構造において歪補償成長を行うことが可能である。今回は InAlAsSb 層上に成長した InAs ナノ構造の形状および発光特性を評価したので報告する。

分子線エピタキシー装置を用いて、半絶縁性の InP(100)基板上に AlAsSb バッファ層を成長させた後、厚さ 200 nm の  $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}_y\text{Sb}_{1-y}$  層を 0.6 ML/s の速度で成長させた。その後、5.5 MLs の InAs を堆積させ、100 nm 厚の  $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}_y\text{Sb}_{1-y}$  層でキャップした。ここで、InAlAsSb 層の組成は  $x = 0.35$ ,  $y = 0.845$  と設計し、InP 基板に格子整合するようにした。また、最表面には形状評価用として再び InAs を 5.5 MLs 堆積させた。Fig.1 は最表面の AFM 形状像を示している。InAlAsSb 層上に成長した InAs は量子ドットと量子ダッシュ構造が混在していることが確認できる。また、Fig.2 は室温で測定した PL スペクトルを示している。波長 1600 nm 付近に InAs 量子構造からの発光が確認されており、InAs/InAlAsSb のヘテロ構造において、大きなバンドオフセットが形成されていることが期待できる。

【謝辞】本研究は、国立研究開発法人 NEDO 超高効率・低コスト III-V 化合物太陽電池モジュールの研究開発の委託の下で行われた。

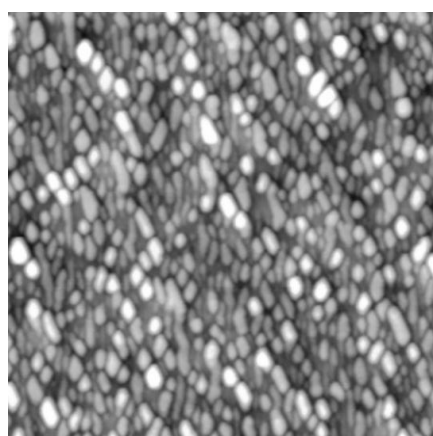


Fig.1 AFM image of InAs grown on InAlAsSb layer on InP (100) substrate. Scan size is  $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$ .

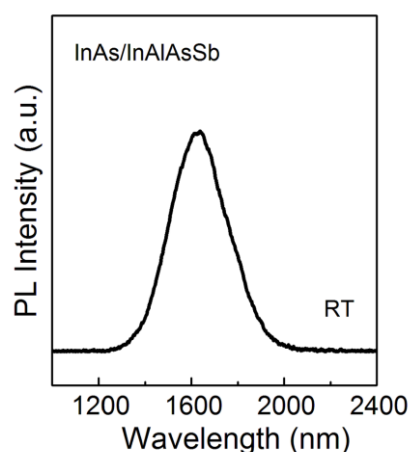


Fig.2 PL spectrum measured at room temperature.

- [1] Y. Okada *et al.*, Appl. Phys. Rev. 2, 021302 (2015).
- [2] 玉置 亮 他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 14a-2M-11 (2015).
- [3] R. J. Walters *et al.*, Proceedings of 37th IEEE PVSC, 0001222 (2011).