GaSb/AlGaAs 中間バンド型太陽電池における量子ナノ構造形状の影響

Influence of Quantum Nanostructure Shape on GaSb/AlGaAs Intermediate Band Solar Cells

東大先端研，°庄司 靖，玉置 亮，岡田 至崇

RCAST, The Univ. of Tokyo, °Yasushi Shoji, Ryo Tamaki, and Yoshitaka Okada

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

中間バンド型太陽電池では、量子ナノ構造等によって形成された中間バンドを介した 2 段階光吸収を利用することで高効率化が期待される[1]。この 2 段階光吸収量を増大させるには、中間バンドに生成されるキャリアの熱脱出過程を抑制させ、光学遷移による取り出しを支配的にすることが必要である。従って、中間バンドー母体材料間のバンドオフセットが十分に大きく、かつ中間バンドにおけるキャリア寿命が長い系を作製することが重要となる。これらの条件を満たす候補の材料系として、我々は GaAs 基板上の GaSb/AlGaAs 量子ナノ構造に注目している。今回は GaSb 量子ナノ構造の形状が太陽電池特性に及ぼす影響について評価したので報告する。

固体ソース分子線エピタキシー装置を用いて、AlGaAs を母体材料とした p-i-n 型太陽電池を GaAs(100)基板上に 2 種類作製した(Fig. 1)。試料の 1 つは、i 層に GaSb/AlGaAs 量子ドット(QDs)を 10 層導入した。もう片方の試料は、各層で QDs を形成した後、As を一定時間照射することで量子リング構造(QRs)を作製した[2]。Fig. 2 は太陽電池に導入した構造と同じ条件で作製した GaSb 量子ナノ構造の AFM 像であり、(a)は GaSb の成長後に As を照射していないとき、(b)は As を一定時間照射したときの試料を示している。As を照射しない試料はレンズ状の 3 次元島が形成されているのに対し、As を照射した試料はリング構造が形成されていることが確認できる。Fig. 3 は各太陽電池の外部量子効率(EQE)スペクトルを示している。ここで、波長 760 nm よりも長波長側の光吸収は GaSb/AlGaAs 量子ナノ構造によるものである。QRs を導入した太陽電池は、QDs を導入した太陽電池に比べて全体的に高い EQE を示した。これらの結果は QRs の方が QDs よりも結晶品質が高いことを示唆している。

【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。

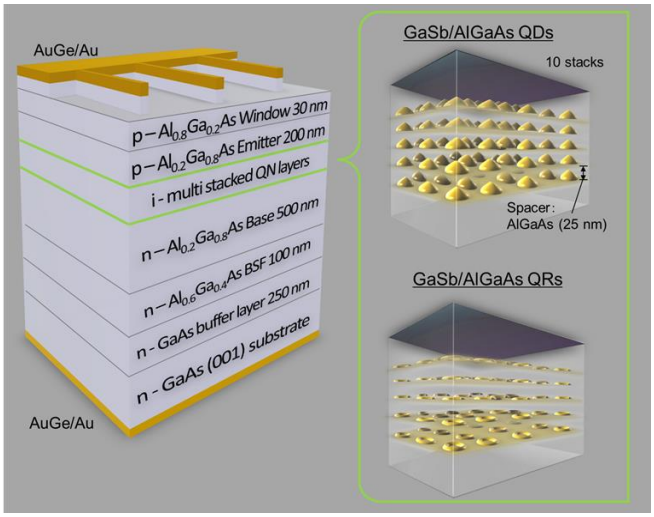

Fig. 1 Schematic structure of solar cells in this work.

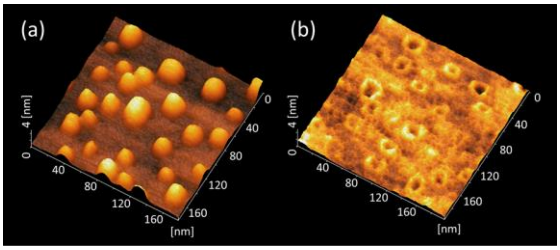

Fig. 2 AFM images of GaSb nanostructures (a) without and (b) with As soaking, respectively.

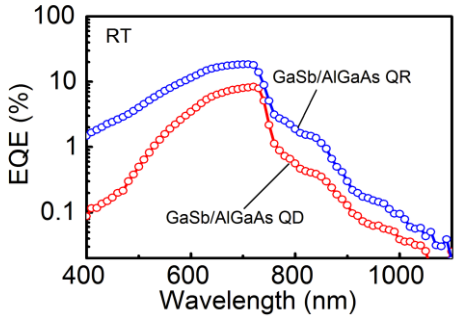

Fig. 3 EQE spectra measured at room temperature of GaSb/AlGaAs QD and QR solar cells.

[1] Y. Okada *et al*., Appl. Phys. Rev. 2, 021302 (2015).
[2] Y. Shoji *et al*., 26th PVSEC, 1-1_0050 (2016).