

逆積み格子整合3接合太陽電池における GaInNASb ボトムセル厚の検討

Study of GaInNASb absorber thickness in inverted lattice-matched 3J solar cells

東大先端研 ○宮下 直也, 何 軼倫, 岡田 至崇

RCAST, University of Tokyo ○Naoya Miyashita, Yilun He, and Yoshitaka Okada

E-mail (N.M.): miyashita@mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】多接合太陽電池の高効率化に向け 1.0 eV 帯の III-V-N 系希釈窒化物半導体 GaInNASb 太陽電池を用いた多接合セル開発を進めている。多接合セル化プロセスにおいて各サブセルを最適な結晶成長手法で成長するため、我々は MOCVD と MBE を組み合わせたハイブリッド成長を提案している^[1]。本研究では、ハイブリッド成長を用いた逆積み格子整合 GaInP/GaAs/GaInNASb 3 接合太陽電池を提案し、ボトムセルの GaInNASb 厚について検討を行った。

【実験と結果】試料は GaAs 基板上にエッチストップ層および GaInP/GaAs 2 接合セルを MOCVD 法により製膜した後、MBE 法を用い GaInNASb ボトムセルを再成長し逆積み 3 接合太陽電池を作製した。各サブセルは GaAs 基板に格子整合させており、トンネル接合層により接続されている。ボトムセルのキャリア収集特性の改善のため窒素雰囲気中でアニール^[2]を行った後、ボトムセル表面に電極を蒸着した。続いてガラス支持基板上に試料を上下反転させて固定し、GaAs 基板を化学エッチングにより除去した。その後、表面電極グリッドおよび反射防止膜を形成した。ボトムセルの GaInNASb 層厚 (t_{GaInNASb}) を 1.0, 1.5, 2.0 μm と変化させた 3 種類の試料を作製し、太陽電池特性への影響を検討した。Fig. 1 の挿入図 ($t_{\text{GaInNASb}} = 2.0 \mu\text{m}$) に示すように、GaInNASb ボトムセルにおいても上層サブセルと同等水準の 90%以上の外部量子効率 (EQE) が得られている。 $t_{\text{GaInNASb}} = 1.5$ および 2.0 μm の試料ではいずれも吸収端付近まで高い EQE を維持しており、光閉じ込め構造により長波光に対して実効的な GaInNASb 吸収層厚が増大し光電流生成が増加したと考えられる。一方、 $t_{\text{GaInNASb}} = 1.0 \mu\text{m}$ の構造では実効的な光路長が短いため、吸収端付近での EQE に 10-20%程度の減少が見られた。この構造において光電流生成を増加させるため GaInNASb 層の吸収端をわずかに長波長化させることによって、他サブセルとの電流整合を維持することができている。吸収端の長波長化に起因して開放電圧に 0.02-0.03 V 程度の低下が生じたが、 t_{GaInNASb} を減少させた結果キャリア収集特性が改善され、曲線因子および変換効率の向上が得られることが分かった。

【謝辞】日ごろご議論、ご協力頂いているシャープ(株) 高本氏に感謝致します。本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの委託研究により実施されたものであり、関係各位に感謝致します。

[1] N. Miyashita *et al.*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells **185** (2018) 359.

[2] N. Miyashita *et al.*, Prog. Photovolt: Res. Appl. **24** (2016) 28.

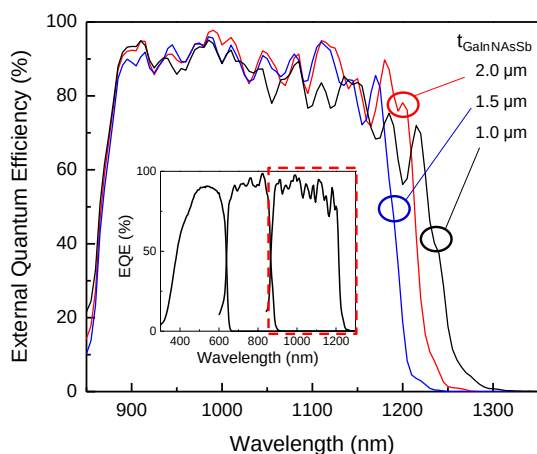


Fig.1 External quantum efficiency (EQE) spectra for the bottom GaInNASb subcells with varied absorber thicknesses, t_{GaInNASb} . Inset shows EQE spectra for the 3-junction device with $t_{\text{GaInNASb}} = 2.0 \mu\text{m}$.