

希釈窒化物半導体 GaInNAsSb 中の深準位欠陥の解析と制御

Analysis and Control of Deep-level Defects in Dilute Nitride Semiconductor GaInNAsSb

東大院工¹、東大先端研² ○何 軼倫¹、宮下 直也²、岡田 至崇^{1,2}School of Engineering¹ and RCAST², the University of Tokyo○Yilun He¹, Naoya Miyashita², Yoshitaka Okada^{1,2}

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

【はじめに】 希釈窒化物半導体 GaInNAs(Sb) は、1.0 eV 帯のバンドギャップを実現できることから、4 接合太陽電池の第 3 セル材料として期待されている^[1]。これまでに、*i*-GaInNAsSb を用いた *n-i-p* 接合太陽電池において、ポストアニールによる *i* 層中の残留キャリア密度の減少と太陽電池特性向上との相関を見いだしてきたが^[2-3]、そのメカニズムは明らかになっていない。本研究では、アドミッタンススペクトロスコピー法により、GaInNAsSb 中の深準位欠陥を解析し、アニールが及ぼす影響を調べた^[4]。また、アニール温度の最適化により、深準位欠陥の制御を行った。

【実験と結果】 本研究では、分子線エピタキシー (MBE) 法を用い、Fig.1 に示すように、*p*-GaAs 基板上に *n-i-p* 構造の GaInNAsSb 太陽電池を作製した。試料を分割し、as-grown および窒素雰囲気中でそれぞれ 700°C、750°C、850°C で 10 分間アニールしたものを準備し、電極を形成した。

Fig.2 に印加バイアス $V = -0.1$ V におけるアドミッタンススペクトルを示す。As-grown サンプルでは、窒素起因の欠陥 *E1* が観測された。700°C アニールにより、*E1* の密度が $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$

から $3 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ へ減少し、750°C 以上では検出レベル以下まで低減させた。しかし、850°C では、ヒ素脱離に起因した欠陥 *E2* が観測された。この結果から、750°C が最適な窒素アニール温度と考えられる。一方、太陽電池特性は 750°C 以上の場合に顕著な改善が得られることから^[3]、*E1* 欠陥の低減がキャリア収集特性の改善に有効であると考えられる。

【謝辞】 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「高性能・高信頼性太陽光発電コスト低減技術開発」の委託の下で、また科研費 (16K21007) の助成を受けて実施されたものであり、関係各位に感謝致します。

[1] D. J. Friedman *et al.*, *J. Cryst. Growth*, **195** (1998) 409.

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

[3] N. Miyashita *et al.*, *Phys. Status Solidi A* **214** (2017) 1600586.

[4] Y. He *et al.*, *PVSEC27*, Otsu, Shiga, Japan, Nov. 2017

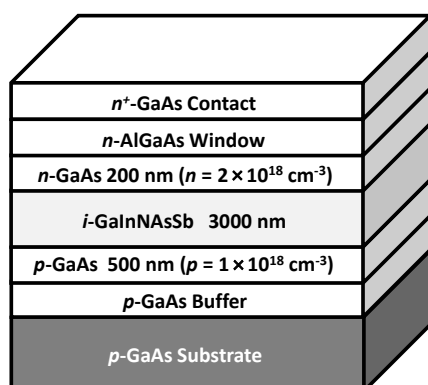


Fig.1 Schematic structure of the GaInNAsSb *n-i-p* junction solar cells

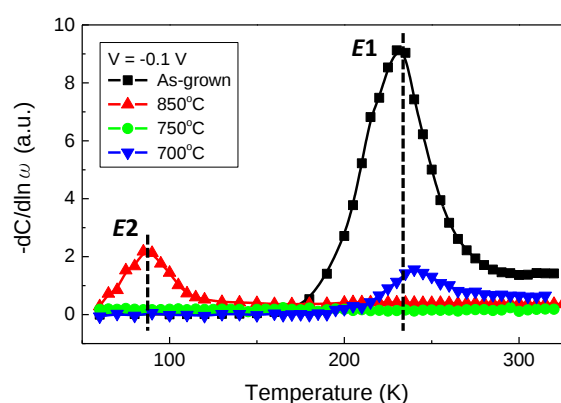


Fig.2 Admittance spectra of the as-grown and nitrogen annealed GaInNAsSb solar cells