

課題番号 : F-21-AT-0080
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 太陽電池中のドーパント濃度の定量分析
 Program Title (English) : Quantitative analysis of dopant concentration in solar cells
 利用者名(日本語) : 中村徹哉
 Username (English) : T. Nakamura
 所属名(日本語) : 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
 Affiliation (English) : Japan Aerospace Exploration Agency
 キーワード/Keyword : 形状・形態観察、分析、太陽電池、III-V 族化合物、ドーピング

1. 概要(Summary)

III-V 族化合物太陽電池の更なる高効率化のためには、ヘテロ界面付近のドーパント濃度の制御が重要と考えられる[1]。今回は、高効率メカニズムを明らかにするため、エミッタ層の成長条件のみを変えた 2 種のヘテロ pn 接合太陽電池を作製し、ドーパント濃度分析を産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設の設備を利用して行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

二次イオン質量分析装置(D-SIMS)

【実験方法】

ヘテロ接合太陽電池の pn 接合構造は、n-InGaP エミッタ(150 nm)/p-GaAs ベース(250 nm)とした。エミッタ層のドーパントには硫黄(S)を用い、S 濃度の異なるヘテロ接合#1, #2 を作製した。比較用に n-GaAs エミッタ (50 nm)/p-GaAs ベース (250 nm)のホモ接合太陽電池も用意した。p-GaAs ベース層の設計は共通とした。SIMS の一次イオンは Cs⁺、加速電圧は 3 keV、ビーム電流はおおよそ 50 nA とした。二次イオン信号強度は、ドーパント濃度が既知の標準試料を用いて定量化した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

各太陽電池の S 濃度のデプスプロファイルを図. 1 に示す。表面側の GaAs, AlInP はそれぞれコンタクト層、ウィンドウ層であり、いずれも S 濃度は高い。比較用のホモ接合の場合、InGaP はウィンドウ層の役割を果たしており、Fig.1 から pn 接合が GaAs 層内に存在していることが分かる。AlInP からの拡散の影響が大きい、ヘテロ接合#1と#2では InGaP/GaAs ヘテロ界面付近において約一桁の S の濃度差があることを確認した。これらの太陽電池の光照射時の電気出力は、ホモ接合とヘテロ接合#1

がほぼ等しく、ヘテロ接合#2は他の2種よりも有意に高かった。一般的にエネルギー損失は主にナローギャップ材料内(今回の場合 GaAs ベース層)で生じるが、今回の実験ではワイドギャップ材料のエミッタ層によってナローギャップ材料内の損失を制御できる可能性を示した[2、3]。

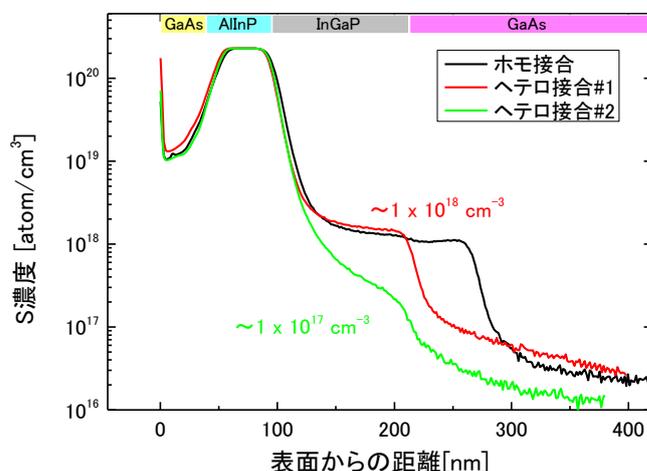


Fig.1 Depth profiles of the sulfur concentration.

4. その他・特記事項(Others)

- ・参考文献: [1] 中村徹哉、博士論文(2020)、 [2] T. Nakamura *et al.*, *J. Appl. Phys.* **130** (2021), 153102.
- ・共同研究者: 東京大学先端科学技術研究センター 杉山正和教授、ヤンワチラークンワラーコン様、浅見明太様
- ・他のナノプラ実施機関利用: 東京大学(A-21-UT-0157)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- [3] T. Nakamura, M. Imaizumi, W. Yanwachirakul, M. Asami, M. Sugiyama, H. Akiyama, and Y. Okada, in *Proceedings of 48th IEEE Photovoltaic Specialists Conference* (2021), pp. 822-826.

6. 関連特許(Patent)

なし。