

モノリシック III-V / Si 多接合太陽電池に向けた GaAsPN セルの作製

Fabrication of GaAsPN subcell toward monolithic III-V/Si multijunction solar cells

高地 俊貴¹、山根 啓輔¹、彦坂 宗¹、藤本 純弥¹、関口 寛人¹、岡田 浩¹、若原 昭浩¹

(1. 豊橋技科大)

°Toshiki Takachi¹, Keisuke Yamane¹, So Hikosaka¹, Junya Fujimoto¹,
Hiroto Sekiguchi¹, Hiroshi Okada¹, Akihiro Wakahara¹

(1.Toyohashi Tech)

E-mail: takachi-t@int.ee.tut.ac.jp, wakahara@ee.tut.ac.jp

III-V-N 混晶である GaAsPN は N 組成を変化させることにより、Si と格子整合し、バンドギャップ エネルギーを幅広く設計できるため、Si 基板上多接合太陽電池の材料として有望である[1]。これまでに我々は、Si 基板上二接合太陽電池に必要とされる 1.7eV のバンドギャップを持つ GaAsPN (N=5%) の開発に成功し、成長後の熱処理による結晶性回復効果を示した[2]。しかしながら、5%を超えるような高窒素組成の GaAsPN 太陽電池の動作は報告されていない。本稿では、これらの技術を基に Si 格子整合系 GaAsPN 太陽電池を作製したため報告する。

Fig.1 に作製した試料の構造図を示す。結晶成長には RF-MBE 法を用いた。n 型 GaP 基板上に無添加 Ga(As_{0.2}P_{0.8})_{1-x}N_x (x = 0.050)層を 900 nm、p-GaP 層を 100 nm 成長した。N 組成を変化させた時の太陽電池特性を比較するため、無添加層を Ga(As_{0.1}P_{0.9})_{1-x}N_x (x = 0.028)とした試料も用意した。なお、GaAsPN 層の組成は Si 基板および GaP 基板のいずれに対して格子不整合率±0.2 %以内 (臨界膜厚 2 μm 以上)になるように設定している。成長後、N₂ 雰囲気中 920℃で 1 時間の熱処理を施した。その後、直径 240 μm のメサ構造を形成し、AuZn リング電極を p 側に約 100 nm 形成した。n 側には AuGe 約 150 nm のプレーナー電極を形成した。ソーラーシミュレータを用いて AM1.5G の条件で発電効率を測定した。

Fig.2 に作製した試料の AM1.5G における光電流－電圧(LIV)特性を示す。また、Table 1 に太陽電池の変換効率、短絡電流、開放端電圧、曲線因子をまとめた結果を示す。N 組成 5%および 2.8%の試料では、それぞれ効率が 0.039%、0.66%という値が得られた。これは、N 組成 5%の試料が N に起因する点欠陥などの影響を受けているためであると考えられ、今後改善が必要である。外部量子効率の測定では、N 組成 5%で 1.65 eV、N 組成 2.8%で 1.85 eV 付近に吸収端が確認され、狙い通り組成制御により吸収波長帯を制御できることが確かめられた。結論として、今回初めて Si 格子整合系 GaAsPN 太陽電池の作製ができ、モノリシック III-V/Si 多接合太陽電池への見通しが得られた。

謝辞：本研究の一部は、中部電気利用基礎研究振興財団、立松財団の援助を得て行われた。

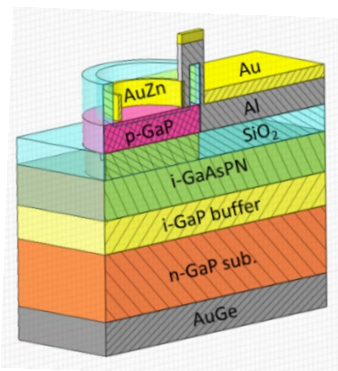


Fig.1 試料構造

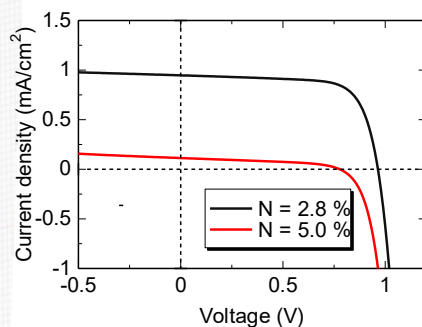


Fig.2 GaAsPN 太陽電池の電流－電圧特性

Table 1 GaAsPN 太陽電池特性の各パラメータ

	N = 2.8 %	N = 5.0 %
η (%)	0.66	0.039
J_{sc} (mA/cm ²)	0.95	0.11
V_{oc} (V)	0.96	0.78
FF	0.72	0.44

[1] J. F. Geisz, et al, 29th IEEE Photovoltaic Specialist Conference (2002), pp.864-867.

[2]彦坂 宗他, 第 65 回春応物, 10p-P8-1 (2018).