

## 陽子線・電子線照射による GaAsPN 太陽電池の発電効率向上

## Improved conversion efficiency of GaAsPN solar cell by proton/electron beam irradiation

○濱本 大輝<sup>1</sup>、山根 啓輔<sup>1</sup>、新井 智也<sup>1</sup>、二村 綾<sup>1</sup>住田 泰史<sup>2</sup>、今泉 充<sup>2</sup>、大島 武<sup>3</sup>、若原 昭浩<sup>1</sup>

(1. 豊橋技術科学大学, 2. 宇宙航空研究開発機構, 3. 量子科学技術研究開発機構)

○D. Hamamoto<sup>1</sup>, K. Yamane<sup>1</sup>, T. Arai<sup>1</sup>, R. Futamura<sup>1</sup>T. Sumita<sup>2</sup>, M. Imaizumi<sup>2</sup>, T. Ohshima<sup>3</sup>, A. Wakahara<sup>1</sup>

(1. Toyohashi Univ. Tech., 2. JAXA, 3. QST)

E-mail: [hamamoto.daiki.xp@tut.jp](mailto:hamamoto.daiki.xp@tut.jp), [wakahara@ee.tut.ac.jp](mailto:wakahara@ee.tut.ac.jp)

III-V-N 混晶である GaAsPN は窒素(N)組成の変化により、Si と格子整合させることができる数少ない材料である。また、Si をボトムセル、GaAsPN をトップセルとして使用した場合、バンドギャップの設計の自由度が高くでき、35~37% という高い理論効率を得られることから次世代の Si 上多接合太陽電池材料として期待される。しかし、N 起因の点欠陥が電気的特性の低下につながるものが課題とされている。これまでに我々は、陽子線あるいは電子線を照射後にアニール処理を施すことで、GaAsPN の PL 特性を改善できることを報告してきた<sup>[1][2]</sup>。本稿では、この結晶性改善効果が太陽電池の効率に与える影響を検証することを目的とした。

評価試料は RF-MBE 法で作製した。デバイスの構造は、n 型 Si 基板上に buffer 層として GaP 層 30 nm、無添加 Ga(As<sub>0.2</sub>P<sub>0.8</sub>)<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub> (x = 0.04) 層 200 nm、Mg : 5 × 10<sup>16</sup> cm<sup>-3</sup> の濃度で添加した p-GaAsPN 層 700 nm、窓層として Mg : 3.6 × 10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup> の濃度で添加した p<sup>+</sup>-GaAsPN 層 100 nm 成長させた。成長後、加速電圧 380 keV、照射量 1 × 10<sup>12</sup> cm<sup>-2</sup> で陽子線を、加速電圧 300 keV、照射量 1 × 10<sup>15</sup> cm<sup>-2</sup> で電子線を照射した試料をそれぞれ用意した。また比較対象として未照射の試料も用意した。これら 3 種類の試料に N<sub>2</sub> 雰囲気中で温度 920°C、30 sec で熱処理を施した後、直径 90~840 μm のメサ構造を形成した。

p 電極として AuZn を約 100 nm、n 電極として AuGe をプレーナー状に約 150 nm 形成した。

Fig.1 に暗状態で測定した電極サイズ 440 μm での I-V 特性を示す。未照射の試料は逆方向飽和電流が 10<sup>-12</sup> A/cm<sup>2</sup> オーダーだったのに対し、陽子線、電子線照射を施した試料については 10<sup>-13</sup> A/cm<sup>2</sup> オーダーと 1 桁低い値であった。また、Fig.2 に AM1.5G における各試料の L-I-V 特性と発電効率を示す。未照射の試料の発電効率が 3.0% であったのに対して陽子線照射試料が 3.3%、電子線照射試料が 3.1% と効率上昇が見られた。これは陽子線、電子線を照射した試料が短絡電流値については 6%、FF 値については 3% と向上したものである。結論として、陽子線あるいは電子線照射による GaAsPN 混晶の結晶性改善効果をデバイスレベルで確認することができた。

謝辞：電子線照射実験は大阪府立大学 秋吉優史先生の協力のもと行われた。また、本研究は科研費基盤 C (#19K04488) および日比科学技術振興財団の助成を受けて行われた。

[1] S. Genjo et al., JSAP Autumn 80th, 19a-PB5-3 (2019). [2] R. Futamura et al., JSAP Autumn 81th, 9p-Z01-4 (2020).

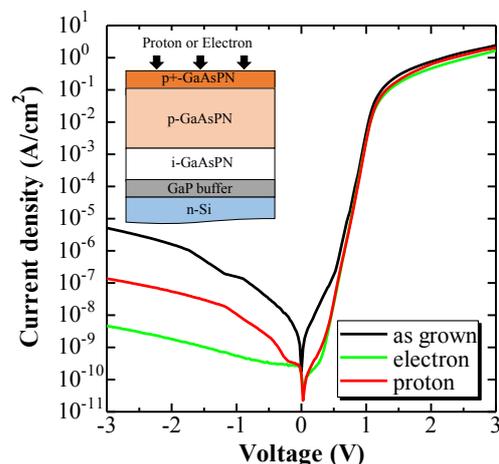


Fig.1 I-V characteristics (dark) of GaAsPN.

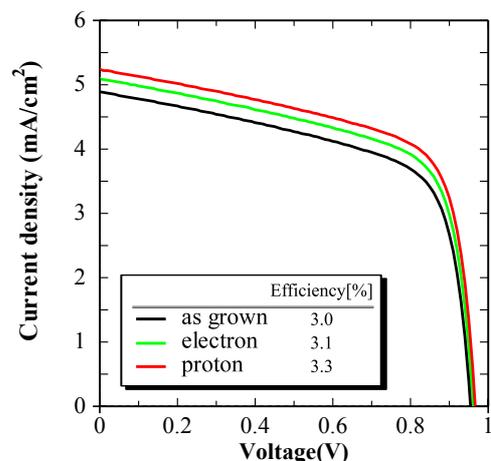


Fig.2 L-I-V characteristics (dark) of GaAsPN.