Si 基板上格子整合系 GaAsPN 太陽電池の作製(2)

Fabrication of lattice matched GaAsPN solar cell on Si substrates (2)

豊橋技科大 新井 智也，山根 啓輔，江湖 俊仁，濱本 大輝，若原 昭浩

Toyohashi Tech. Tomoya Arai, Keisuke Yamane, Toshinori Eko, Daiki Hamamoto, Akihiro Wakahara

E-mail: arai.tomoya.lf@tut.jp, wakahara@tut.jp

III-V-N 混晶である GaAsPN は N 組成を変化させることで、Si と格子整合し、幅広いバンドキャップエネルギーを設計できる数少ない材料である[1]。これまでに我々は、GaAsPN の導電性制御技術と GaP/Si ヘテロ成長技術を組み合わせ、高窒素組成域(N>5%)での Si 基板上格子整合系 GaAsPN 太陽電池の作製し、効率 1.3%を得ることに成功している[2]。そこで本稿では、成長条件を見直して GaAsPN 太陽電池テスト素子を作製し、そのデバイスシミュレーションを通して高効率化指針を得ることを目的とする。

Fig.1 に作製した試料の構造図を示す。結晶成長には分子線エピキタシー法を用いた。GaAsPN 層はバンドギャップ 1.7 eV 付近を狙いとし、n 型 Si 基板上に Buffer 層を 30 nm、無添加 GaAsPN 層を 900 nm、p 型 GaAsPN 層を 100 nm 成長した。また、p 型ドーパントには Mg 原料を用い、成長後 N_2 雰囲気中 920℃で 30 秒間の熱処理を施した。その後、p 側に AuZn 約 100 nm、n 側に Al 約 300 nm の電極を形成し、ソラーシミュレータを用いて AM1.5G の条件下で発電効率を測定した。

Fig.2、Table1 に作製した試料の AM1.5G の条件下での光電流―電圧特性および太陽電池の短絡電流、開放端電圧、曲線因子、変換効率をまとめた結果を示す。効率は 3.0 %という結果となった。この結果と SIMS 分析によるドーパント濃度を用いて同構造による光電流―電圧特性のシミュレーションを行った(Fig.2)。シミュレーションでは移動度と吸収係数は同組成の単層膜を用いた実測データを用いた。実測値とシミュレーションが完全に一致しない原因としては N に起因するバンドの揺らぎや点欠陥密度の影響が十分に反映できていないからである。更なる効率を得るためには、吸収層の不純物濃度およびトラップ密度、吸収層の膜厚の最適化が重要であることをシミュレーション上で確認した。結論として、今回条件を見直した Si 基板上 GaAsPN 太陽電池テスト素子を作製し、より高い効率を得られ、シミュレーションによる高効率化への指針を得ることができた。

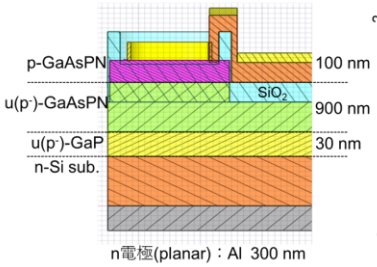

Fig.1 GaAsPN太陽電池テスト素子

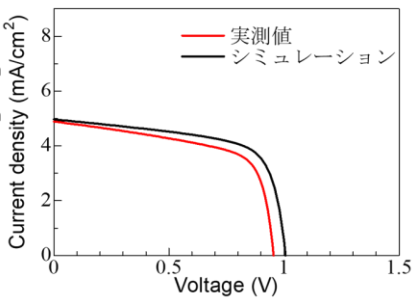

Fig.2 LIV特性

Table1 太陽電池の特性パラメータ

	実測値	シミュレーション
J_{sc} (mA/cm²)	4.9	5.0
V_{oc} (V)	0.95	1.0
FF	0.63	0.66
η (%)	3.0	3.3

謝辞：本研究は、科研費基盤 C(＃19K04488)、日比科学技術振興財団および東海産業技術振興財団の助成の下行われた。

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

[2]高地　他，　第 80 回秋応物 p12-8

© 2021年 応用物理学会