

InGaAs/GaAsP 量子井戸太陽電池における障壁層厚さがキャリア脱出に与える影響 Effects of Barrier Thickness on Carrier Escape in InGaAs/GaAsP Quantum Well Solar Cells

東大工¹, 東大先端研² ○トープラサートポン カシディット¹, 藤井 宏昌¹, 渡辺 健太郎²,
杉山 正和¹, 中野 義昭²

Tokyo Univ.¹, RCAST², °Kasidit Toprasertpong¹, Hiromasa Fujii¹, Kentaroh Watanabe²,

Masakazu Sugiyama¹, Yoshiaki Nakano²

E-mail: toprasertpong@hotaka.t.u-tokyo.ac.jp

1. 背景・目的

InGaAs/GaAsP 多重量子井戸 (MQW) はより高効率な Ge ベース三接合太陽電池のミドルセルとして提案されているが、価電子帯および伝導帯が不連続のため、キャリア輸送の妨げとなり、期待されるセル特性が得られていない。そこで、エネルギー障壁となる GaAsP の厚さを薄くしてトンネル効果を生かすことで、キャリア輸送特性の改善が報告されている^[1]。トンネル量子井戸太陽電池の設計指針を得るために、障壁層の厚さを系統的に変化させ、セルの試作・評価を行った。

2. サンプル構造

本研究で用いたサンプル構造を Fig.1 に示す。6 つの p-i-n 構造 GaAs セルを MOVPE で作成した。その中の 5 つは i 領域に 10 層の $\text{In}_{0.21}\text{Ga}_{0.79}\text{As}/\text{GaAs}_{0.59}\text{P}_{0.41}$ MQW を挿入した構造をとっており、GaAsP の厚さを 1.9 nm から 5.3 nm まで変化させた。もう一つはリファレンスとして MQW の入っていないセルである。

3. 実験結果・考察

それぞれの太陽電池の特性を Fig.2 に示す。

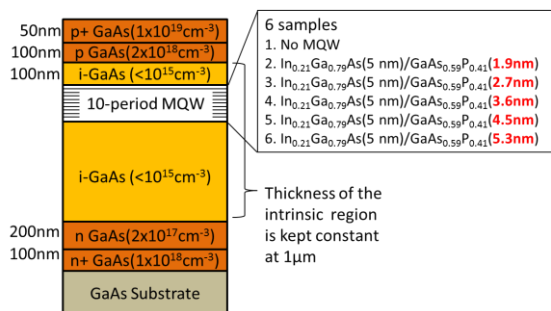


Fig.1 Structure of MQW solar cells

MQW のないリファレンスセルは障壁厚さ 0 にプロットした。障壁層 GaAsP を薄くすることで、太陽電池特性が改善された。その原因を調べるために、Fig.3 のように、光励起キャリアの外部回路への回収効率 (CCE) を解析した。特に順方向バイアス下では、薄い障壁層ほど CCE が高くなっており、トンネル効果が主要因だと考えられる。このように、3 nm 程度が InGaAs/GaAsP トンネル量子井戸太陽電池に必要な障壁層の薄さであることがわかる。

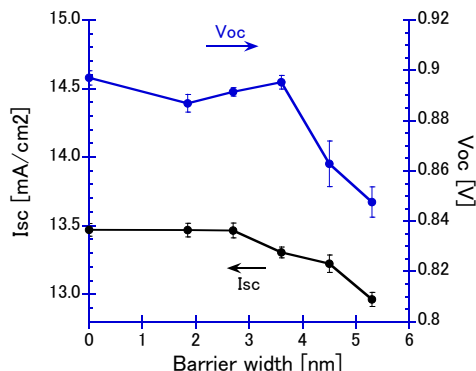


Fig.2 Short circuit current and open circuit voltage

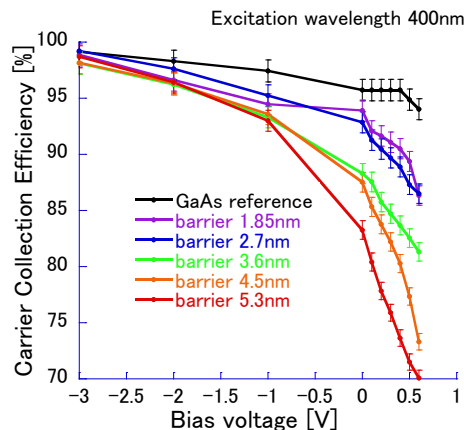


Fig.3 Bias dependent Carrier Collection Efficiency

[1] H. Fujii, et al., 38th IEEE PVSC, 2012.