

電流不整合の改善による InGaP/GaAs/In_xGa_{1-x}As//In_yGa_{1-y}As

4 接合太陽電池の高効率化

Efficiency enhancement of InGaP/GaAs/In_xGa_{1-x}As//In_yGa_{1-y}As four-junction solar cells
by improving current mismatch

東大工¹, 東大先端研², [○](M2)島崎 嵩士¹, 渡辺 健太郎², ソダーバンル ハッサネット²,
中野 義昭¹, 杉山 正和^{1,2}

The Univ. of Tokyo¹, RCAST², [○]Takashi Shimasaki¹, Kentaroh Watanabe², Hassanet Sodabanlu²,
Yoshiaki Nakano¹, Masakazu Sugiyama^{1,2}

E-mail: shimasaki@enesys.rcast.u-tokyo.ac.jp

近年 III-V 族多接合太陽電池による太陽電池の高効率化が進み、現在の最高効率は 665 倍の集光下で 47.6%である[1]。しかし高効率を達成している 4 接合以上の多接合太陽電池では最適なバンドギャップの組み合わせを得るために InGaAsP などの 4 元混晶が必要であり、安定的に高品質な結晶成長を行うことが難しい。本研究では非集光下で 37.9%を実現した InGaP/GaAs/In_xGa_{1-x}As 逆積み 3 接合太陽電池(IMM3J)[2]と開放電圧の大きいヘテロ接合を持つ In_yGa_{1-y}As 太陽電池の表面活性化接合により、4 元混晶を含まない InGaP/GaAs/In_xGa_{1-x}As//In_yGa_{1-y}As 4 接合太陽電池(SAB4J)の開発に取り組んだ。

最初に作製したサンプル(SAB4J-α)では電流電圧特性の 1.5 V 以上の領域において光電流の減少が見られ、効率が低かった。これは IMM3J と In_yGa_{1-y}As の電流が整合せず、全体の電流が電流の小さい 4 層目の In_yGa_{1-y}As に制限されているためであると考えられる。そこで、4 層目の In_yGa_{1-y}As で発生する電流を増やすために次のサンプルでは IMM3J の薄膜化と 4 層目にフロントヘテロ構造を持つ In_yGa_{1-y}As の導入を行いサンプルの試作に取り組んだ(SAB4J-β)。その結果、不完全だが電流の減少を大きく抑えることに成功した。さらに、SAB4J-β の 3 層目の In_xGa_{1-x}As のバンドギャップを 1.0 eV から 1.05 eV に変えることで電流整合を目指した(SAB4J-γ)。その結果、電流整合する SAB4J を作製することに成功した。しかし、開放電圧は SAB4J-αや SAB4J-βに比べて減少することが判明した。これはバンドギャップを変えた IMM3J のメタモルフィックバッファ層が最適化されていないことに起因すると考えられる。

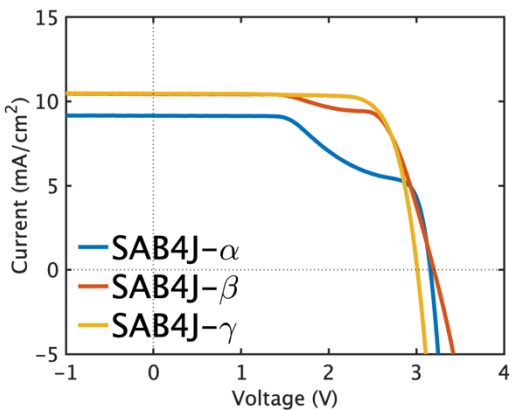


Fig. 1: Current-Voltage Characteristics under AM1.5G

Table 1: Photovoltaic performances of each SAB4J

sample	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF (%)	Efficiency (%)
SAB4J-α	9.2	3.16	51.8	15.0
SAB4J-β	10.4	3.20	70.0	23.4
SAB4J-γ	10.5	3.01	77.3	24.4

[1] H. Helmers *et al.*, *Physics, Simulation, and Photonic Engineering of Photovoltaic Devices XIII*, vol. 12881, pp. 6-15, SPIE, 2024.
[2] T. Takamoto *et al.*, *Proc. 40th IEEE photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*, pp.0001-0005, 2014.