

GaAs/Si 太陽電池における変換効率・発電コストの GaAs 層厚依存性

GaAs thickness dependence of efficiency and cost in GaAs/Si solar cells

長岡 恵里奈¹, 井上 智之¹, トーブラサートポン カシディット¹, 山下 大之¹, 渡辺 健太郎²
杉山 正和¹, 中野 義昭¹ (1 東大工, 2 東大先端研)

°Erina Nagaoka¹, Tomoyuki Inoue¹, Kasidit Toprasertpong¹, Daiji Yamashita¹, Kentaroh Watanabe²,
Masakazu Sugiyama¹, Yoshiaki Nakano¹ (1 School of Eng., Univ. of Tokyo, 2 RCAST, Univ. of Tokyo)

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

III-V 族化合物半導体を用いた多接合セルでは高い変換効率が実現されている。近年では、変換効率の向上と低コスト化を両立可能な多接合セルの構造が検討されている。本研究では、III-V 族化合物に比べ原料コストが低い Si を用いた III-V/Si 多接合セルに着目した。

GaAs/Si 2 接合セルでは、従来の単接合構造よりも薄い GaAs サブセルを積層することで、変換効率の向上が見込まれることが示唆されている[1]。本研究では GaAs 層の厚さと変換効率の関係を Detailed Balance Theory による数値計算から求め(Fig.1), その結果を用いて発電量当たりのコストを算出した(Fig.2)。発電コストの算出に必要な数値は文献[2]から引用した。とくに、GaAs 基板は単接合、2 接合ともに再利用が可能であると考え、表面研磨も含めた基板コストは \$ 0.117/cm² とした。GaAs と Si はバンドギャップが近いいため、GaAs 層厚 260 nm で GaAs/Si 2 接合セルの電流整合が達成され、効率の最大値 36.4%をとる。このとき、GaAs/Si 2 接合のコストは最小値 3.97 \$/W をとる。これは Si 単接合セルに比べてまだ高価であり、低倍集光との組み合わせ等コスト低減策を検討する必要がある。

一般的に、Si 単接合セルは短絡電流密度が大きく、集光への応用に適さない。しかし、2 接合化によって、短絡電流密度が半分程度に低減され、ジュール熱損失が小さくなり集光に適した構造となる。さらに、短波長の光

を Si よりワイドギャップの GaAs で吸収するため、セル内部でのキャリアの熱緩和損失が低減され、セルでの発熱が抑制されることも集光応用に有利な要因である。

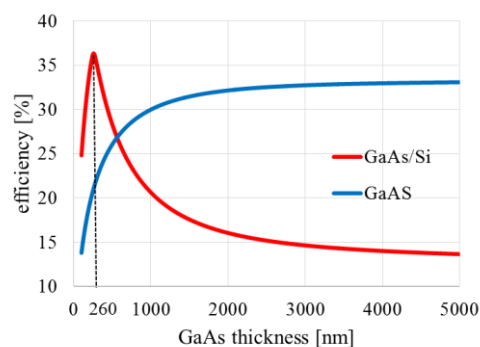


Fig.1 Solar cell efficiencies with varied thickness of GaAs for GaAs single and GaAs/Si 2 junction cells.

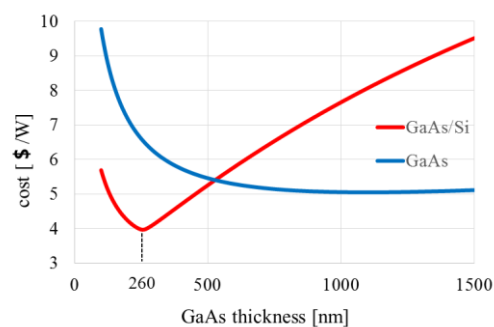


Fig.2 Estimated cost per power production with GaAs single and GaAs/Si 2 junction cells with varied GaAs thickness. 20-time reuse of GaAs wafer was assumed.

[1] Z Ren, et al, *IEEE J. Photovolt*, **Vol.5**, No.4, p. 1079-1086 (2015)

[2] M Woodhouse, et al, NREL/PR-6A20-60126(2013)