

分光感度計算による高効率 InGaP/GaAs 太陽電池の
光学および再結合損失解析

Analysis of optical and recombination losses in a high-efficiency
InGaP/GaAs solar cells by quantum efficiency calculation

岐阜大学 電気電子・情報工学科
○小沢 将征, 藤原 裕之

Gifu University

◦Masayuki Kozawa, Hiroyuki Fujiwara
E-mail: fujiwara@gifu-u.ac.jp

【はじめに】超高効率太陽電池として、Ⅲ-V族化合物半導体を用いた多接合型太陽電池が開発されているが、更なる高効率化には光学・再結合損失の評価が極めて重要である。そこで本研究では、Ⅲ-V族系太陽電池に対する評価・シミュレーション技術を確立する事を目的として、変換効率30.3%のInGaP/GaAs太陽電池に対して分光感度フィッティング解析を行い、超高効率Ⅲ-V族化合物太陽電池における光学・再結合損失の厳密評価を試みた。

【計算方法】InGaP/GaAs太陽電池の光学モデルには、報告されている太陽電池構造¹⁾を用いたが、フィッティング解析では若干の膜厚修正を行った。各層の光吸収は、平坦な構造を仮定した光学アドミッタンス法の計算²⁾を行い、GaAs基板のインコヒーレント吸収に関しては、我々が開発したCPA法³⁾を用いて計算を行った。各層の光学定数には、文献3)および4)を使用した⁴⁾が、InGaPの裾吸収に関しては、若干の補正を行った。再結合損失は、GaAsボトムセルのAlInP(n⁺)/GaAs(n⁺)/GaAs(p)構造のAlInP/GaAs界面において、支配的な再結合が起こると仮定して解析を行った。具体的には、AlInP/GaAs界面での再結合速度Sを変数とし、キャリア拡散長をL_≧500nmとして、我々が以前に確立したモデル²⁾を適用して計算を行った。

【結果】図1の白丸は、報告されているInGaP/GaAs太陽電池のEQEスペクトルを示し、図中の実線は分光感度シミュレーションから求めた結果を示している。図中の斜線部分は、再結合損失によるEQE成分の低下を示しており、S=(6.0±1.5)×10³ m/sとした時に計算値は全波長領域で実験値と良く一致した。図2はInGaP/GaAs太陽電池の各層における光学・再結合損失をまとめている。結果として、InGaP/GaAs太陽電池における光学・再結合損失を、高い精度で評価できることが初めて明らかとなった。

1) Takamoto et al., Appl. Phys. Lett. **70**, 381 (1997), 2) Nakane et al., J. Appl. Phys. **122**, 203101 (2017), 3) Schubert et al., J. Appl. Phys. **86**, 2025 (1999), 4) H. Fujiwara, R. W. Collins, editor, *Spectroscopic Ellipsometry for Photovoltaics*, Springer (2018): in press.

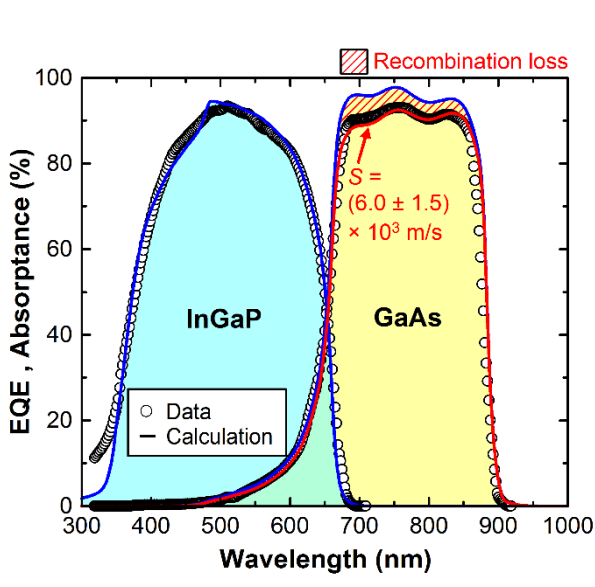


Figure 1. Experimental (open circles) and calculated (solid lines) EQE spectra of the InGaP/GaAs solar cells.

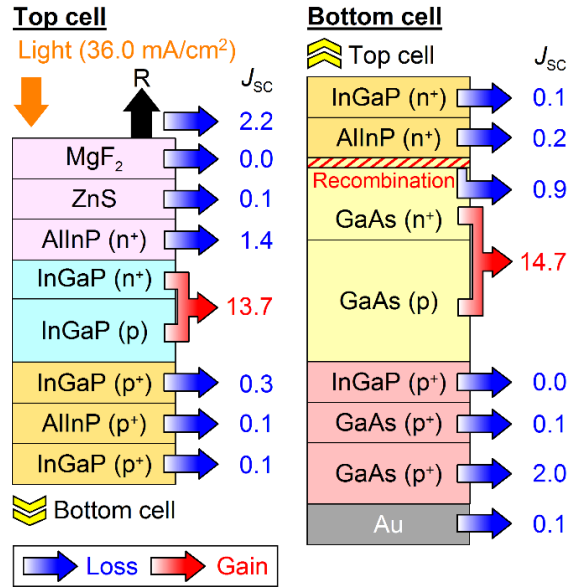


Figure 2. Optical and recombination losses deduced from the EQE analysis.