

InGaP/GaAs/Si 3 接合セルにおける Bonding 界面抵抗評価

Measurements of resistance across bonding interfaces in InGaP/GaAs/Si triple-junction cells

大阪市大工¹ °重川 直輝¹, 梁 剣波¹Osaka City Univ.¹, °Naoteru Shigekawa¹, Jianbo Liang¹

E-mail: shigekawa@elec.eng.osaka-cu.ac.jp

【背景】複数のサブセルの積層構造である多接合セルは高い変換効率を示す[1]。III-V/Si 多接合セル上により高効率と低コストの両立が期待される。Si 上の III-V 層の結晶成長は困難性が高いため様々な mechanical stack 手法による多接合化が検討されている。我々は室温における表面活性化接合 (Surface Activated Bonding=SAB) 法により InGaP/GaAs サブセルと Si サブセルを積層することで InGaP/GaAs/Si 3 接合 (3J) セルを作製した[2]。SAB 界面においては Bonding 層の高濃度化[3]、Bonding 後の熱処理[4]等により界面抵抗の低減が可能であるが、実素子における Bonding 界面抵抗値及び直列抵抗への寄与の解明は不十分である。今回は Bonding 界面の上下に電極を有する 3J セルを作製し、動作時の Bonding 層の電位を測定することにより、Bonding 界面の抵抗値を推定した。

【実験結果及び考察】GaAs 基板上に成長した InGaP/GaAs サブセル構造とイオン注入によって作製した Si サブセル構造を用いて、III-V サブセルのベース及び Si サブセルのエミッタに電極を有する InGaP/GaAs/Si n-on-p 3J セルを作製した。InGaP トップセルのメサの面積: 4.08 mm²、Bonding 部分の面積: 4.60 mm²、AM1.5G/one sun 条件下での短絡電流: 0.448 mA、直列抵抗 371 Ωである。図 1(a)に示す配置を用いて 3J セルの電流-電圧特性と同時に III-V ベース及び Si エミッタの電位を測定した。電位差と 3J セル電流の

関係を図 1(b)に示す。III-V ベース・Si エミッタ間の電位差は 3J セル電流に対してほぼ直線的に変化している。勾配から Bonding 界面抵抗は 89 Ωと推定された。3J セルの直列抵抗との差分 (371-89=282 Ω) は、各サブセルの理想係数を 1.6 と仮定すると説明可能である。Bonding 界面抵抗値は $\sim 4 \Omega\text{cm}^2$ に相当し、同程度の濃度の GaAs 基板/Si 基板 Bonding 界面の抵抗値(0.13 Ωcm^2)[3]の 30 倍の値となった。このような高い抵抗値は Si サブセルの Bonding 層が薄層 (層厚: 数 nm) であることに起因すると考えられる。今回の結果は Bonding 界面抵抗の低減のために Si サブセルの Bonding 層構造の最適化が必要であることを示している。

【謝辞】InGaP/GaAs サブセル用基板はシャープ (株) より提供された。本研究は NEDO 「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」の委託により実施された。

[1] http://www.nrel.gov/ncpv/images/efficiency_chart.jpg [2] Naoteru Shigekawa, et al. Jpn. J. Appl. Phys. 54, 08KE03 (2015). [3] J. Liang, et al. Elec. Lett. 49, 830 (2013). [4] J. Liang, et al. Jpn. J. Appl. Phys. 54, 030211 (2015).

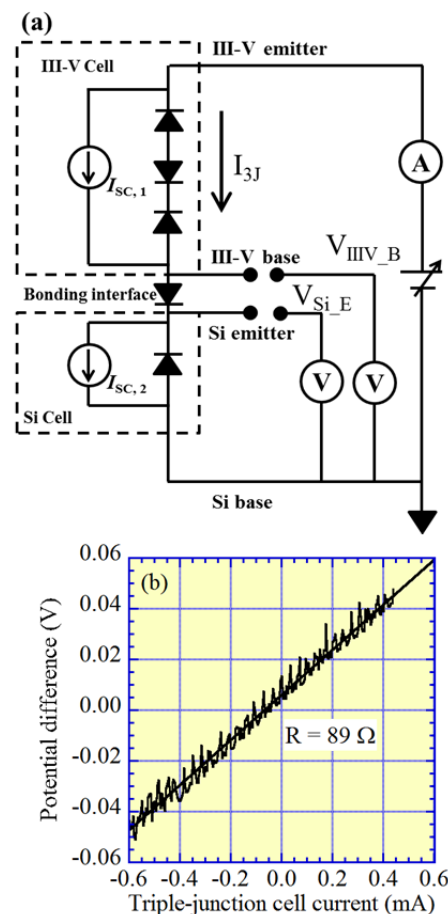


Figure 1. (a) Configuration of measurements of potentials at III-B base and Si emitter contacts of 3J cells. (b) Relationships between the difference in potentials of bonding layers and 3J cell current under the solar irradiance.