

## HVPE 法を用いた 2 接合セルの EL 発光による開放電圧解析

Analysis of the open-circuit voltage of HVPE-grown dual-junction solar cells via electroluminescence

産総研<sup>1</sup>、大陽日酸<sup>2</sup> ○大島 隆治<sup>1</sup>、相原 健人<sup>1</sup>、太野垣 健<sup>1</sup>、庄司 靖<sup>1</sup>、牧田 紀久夫<sup>1</sup>、  
生方 映徳<sup>2</sup>、菅谷 武芳<sup>1</sup>

AIST<sup>1</sup>, TNSC<sup>2</sup>, °R. Oshima<sup>1</sup>, T. Aihara<sup>1</sup>, T. Tayagaki<sup>1</sup>, Y. Shoji<sup>1</sup>, K. Makita<sup>1</sup>, A. Ubukata<sup>2</sup>, T. Sugaya<sup>1</sup>

E-mail: r.oshima@aist.go.jp

我々は、III-V 族多接合セルの低コスト化を目指したハイドライド気相成長 (HVPE) 法を用いたセル開発を進めている。これまでに、変換効率 21.8% の InGaP/GaAs 2 接合セルを開発した[1]。更なるセル性能の向上にはサブセル性能を正確に評価する必要があるが、特にサブセルの開放電圧 ( $V_{oc}$ ) を評価する手法として、近年エレクトロルミネッセンス (EL) 発光を定量的に解析する手法が開発されている[2]。今回、HVPE 法で作製した InGaP/GaAs 2 接合セルのサブセルの  $V_{oc}$  を EL 発光特性により解析した結果を報告する。

EL 測定には、HVPE 法を用いて作製した p-GaAs(001)基板上 InGaP 単接合セル、および InGaP/GaAs 2 接合セルを用いた。GaAs、InGaP の成長速度は 12、24  $\mu\text{m}/\text{h}$  である。EL 測定には、図 1 に示した光学系を用いた。

測定したセル  $i$  の電圧は、各注入電流 ( $J_{EL}$ ) における EL 発光強度 ( $\phi_{EL}$ )、および EQE スペクトルを用いて次の式によって求めることができる。

$$V_i(J_{EL}) = \frac{kT}{q} \ln[\phi_{EL,i}(J_{EL})] + \frac{E}{q} - \frac{kT}{q} \ln(E) - 2 \frac{kT}{q} \ln(E_{EQE,i}) - \delta V_i$$

上式の  $\delta V$  は、試料の外部量子効率や測定光学系の配置に起因する光取り込み効率などにより決まる値である。まず、InGaP 単接合セルを参照試料として InGaP 発光強度について  $\delta V_{\text{InGaP}} = 383.2 \text{ mV}$  であることを求めた。次に、2 接合セルを用いた解析により、GaAs ボトムセルの光取り込み効率などにより決まる電圧の差分として  $\delta V_{\text{GaAs}} = 293.5 \text{ mV}$  を求めた。これらの結果を基にした 2 接合セルの各サブセルの I-V 結果を図 2 に示す。2 接合セルの I-V 測定から短絡電流密度  $11.3 \text{ mA}/\text{cm}^2$  が得られたことを用いると、InGaP、GaAs サブセルの  $V_{oc}$  はそれぞれ  $1.34 \text{ V}$ 、 $0.98 \text{ V}$  と求めることができ、各単接合セルと同等の性能が得られていることが分かった。

【謝辞】本研究は、国立研究開発法人 NEDO 「超高効率・低コスト III-V 化合物太陽電池モジュールの研究開発」の委託の下で行われた。

[1] R. Oshima, et al., 46<sup>th</sup> IEEE PVSC (2019). [2] T. Kirchartz et al., APL 92, 123502 (2008).

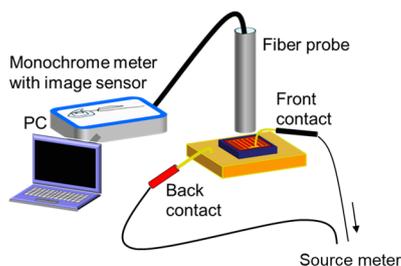


Fig.1 Schematic structure of EL measurement setup used in this work.

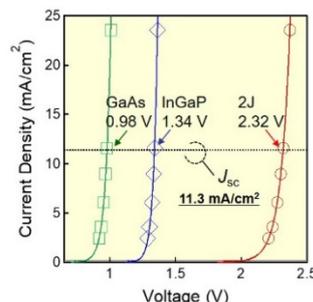


Fig. 2 The calculated I-V curves of the InGaP top, the GaAs bottom, and dual-junction cells.