

HVPE 法を用いた GaAs の超高速成長

Growth of GaAs films by HVPE at an extremely high growth rate

産総研¹、大陽日酸² ○大島 隆治¹、庄司 靖¹、牧田 紀久夫¹、生方 映徳²、菅谷 武芳¹

AIST¹, TNSC², °R. Oshima¹, Y. Shoji¹, K. Makita¹, A. Ubukata², T. Sugaya¹

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

【研究背景】III-V 族多接合太陽電池は、非常に高い変換効率が得られる一方で製造コストが高いこと課題である。ハイドライド気相成長 (HVPE) 法を用いた場合、安価な原料を用いること、超高速成長によりスループット性能を向上できることから成長コストを大幅に低減できる。これまでに、HVPE 法を用いて変換効率 21.8% の InGaP/GaAs 2 接合セルの開発に成功した[1]が、一方で GaAs 成長速度は 12 $\mu\text{m/h}$ と高スループット性能を目指す上では十分でなかった。そこで、本研究では GaAs の超高速成長を検討した。

【実験】HVPE 法を用いて 2 インチ GaAs(001)基板上に GaAs 薄膜を作製した[2]。基板部温度 (T_D) は 660°C で固定し、HCl ガスと Ga, In メタルの反応領域である原料部温度 (T_S) を 850°C もしくは 700°C とした。V 族には AsH_3 , PH_3 、ドーパントには DMZn, H_2S を用いた。GaAs 太陽電池構造は文献[2]と同構造の n-on-p のホモ接合セルである。

【結果と考察】図 1 は原料部温度 850°C, 700°C 下で作製した GaAs における成長速度の HCl 流量依存性である。この時の AsH_3 流量は 100 sccm で固定した。両条件で HCl 流量の増大により成長速度が増大したが、原料部温度 700°C を用いた GaAs 成長において成長速度が特に顕著に増大し、最大で 120 $\mu\text{m/h}$ まで高速化した。これは、 AsH_3 分子の熱分解の違いが成長速度に影響したと考えられる。850°C では AsH_3 分子が基板到達前に熱分解し As_4 分子を形成するが、一方で 700°C では AsH_3 分子は分解されことなく基板に到達すると考えられる。GaCl と As_4 もしくは AsH_3 との反応における活性化エネルギーは、それぞれ ~200 kJ/mol, ~9 kJ/mol との報告[3]があり、 AsH_3 の直接供給により反応速度が向上して超高速成長が得られたと考えられる。図 2 は原料部温度 850°C で 12 $\mu\text{m/h}$ 、700°C で 120 $\mu\text{m/h}$ で作製した GaAs セルの I-V 特性であり変換効率はそれぞれ 20.9%、20.3%であった。超高速成長においても高い変換効率が得られたが、 V_{oc} において若干低下する傾向がみられた。

【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., 46th IEEE PVSC (2019). [2] R. Oshima, et al., J. Photovolt., **9**, 154 (2019).

[3] K. Schulte, et al., Appl. Phys. Lett **112**, 042101 (2018).

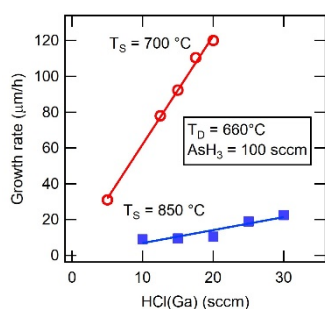


Fig.1 Growth rates as a function of HCl flow rates for GaAs grown at different source region temperature.

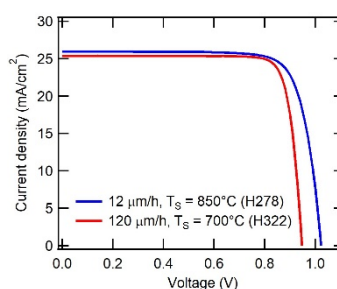


Fig. 2 I-V curves of GaAs solar cells grown at different growth rates.