

HVPE法によるGaAsセルの超高速成長

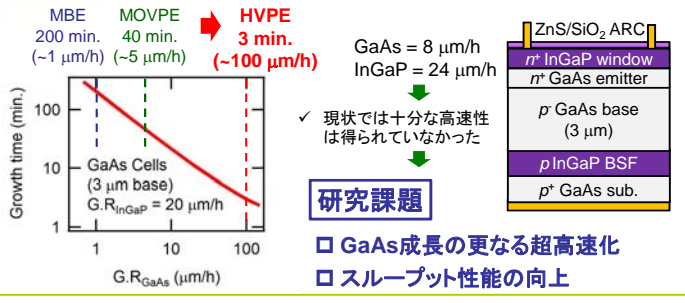
大島 隆治¹、庄司 靖¹、牧田 紀久夫¹、生方 映徳²、菅谷 武芳¹
¹産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 先進多接合デバイスチーム
²太陽日酸株式会社

研究背景

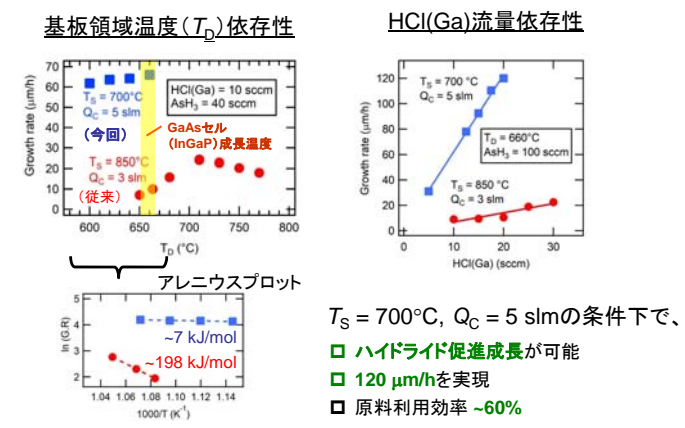
III-V族太陽電池の低コスト化技術の開発

⇒ **ハイドライド気相成長(HVPE)法**により、従来成長法(MOVPE)と比較して原料コストの低減、高速成長が可能

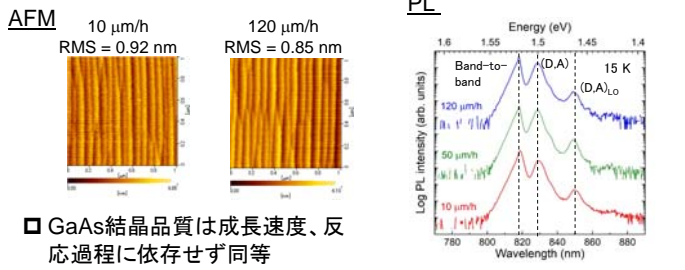
- これまでの開発**
- GaAs 単セル $\eta = 22.1\%$ ^[1]
 - InGaP 単セル $\eta = 12.1\%$ ^[2]
 - InGaP/GaAs 2接合セル $\eta = 21.8\%$ ^[3]



GaAs成長の制御



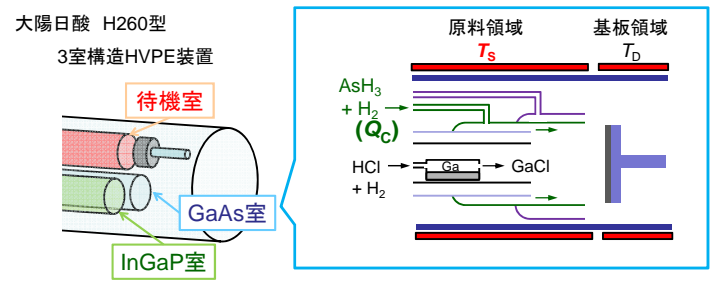
ノンープGaAs薄膜の評価



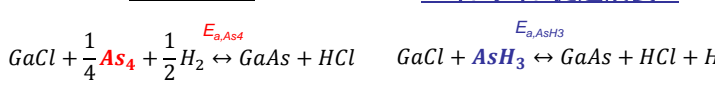
結論

- HVPE法を用いたGaAsセルの超高速成長を検討した。
- V族原料種であるAsH₃の供給条件の制御により、GaAs成長速度を120 μm/hまで超高速化させることに成功した。
- 120 μm/hのGaAsセルにおいて20.0%の変換効率が得られた。
- GaAsの結晶性はV族種の供給条件、成長速度に依らない一方で、超高速成長下ではヘテロの制御性に課題があることを明らかにした。

実験手法(HVPE法)



- V族原料の供給条件によって異なるGaAs反応過程



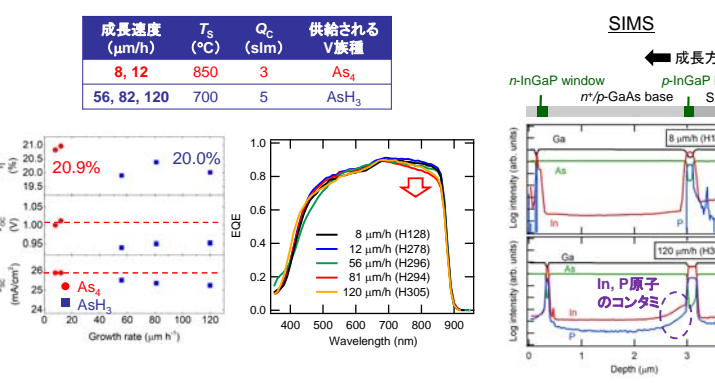
- ✓ 基板到達前にAs_xに熱分解 ✓ AsH₃のまま基板に到達
- ✓ 反応障壁 (E_{a,As₄}) = 200 kJ/mol^[3] ✓ 反応障壁 (E_{a,AsH₃}) = 9 kJ/mol^[4]

- 表面反応律速** **反応速度:遅** **原料供給律速** **反応速度:早**

- 研究項目**
- 原料領域温度 (T_S), H₂キャリア流量 (Q_C)によるV族原料の供給の制御
 - GaAsセルの超高速成長の実現

超高速GaAsセル特性

- p-GaAsベース層のみ成長速度を8 ~ 120 μm/hで制御



- AsH₃を直接用いた高速セル (> 56 μm/h)
- V_{OC}, J_{SC}がわずかに低下
 - EQE感度の低下 (>700 nm)
 - ヘテロ界面でGaAs中にIn, P原子が混入
- ➡ 超高速成長下でのヘテロ界面の制御性に課題

参考文献

- [1] R. Oshima *et al.*, IEEE J. Photovolt. **9**, 154 (2019).
- [2] Y. Shoji *et al.*, Appl. Phys. Exp. **12**, 052004 (2019).
- [3] R. Oshima *et al.*, IEEE PVSC-46, Chicago, USA, 2019.
- [4] W. Seifert *et al.*, J. Crystal Growth **66**, 333 (1984).
- [5] K. L. Schulte *et al.*, Appl. Phys. Lett. **112**, 042101 (2018).

謝辞

本研究は、国立研究開発法人NEDO「超効率・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。