

MOCVD法によるGaAs PVセル構造の超高速成長

生方映徳¹, Hassanet Sodabanlu², 相原健人³, 大島隆治³, 菅谷武芳³,
小関修一¹, 渡辺健太郎², 中野義昭⁴, 杉山正和²

¹大陽日酸(株), ²東京大学先端科学技術研究センター, ³産業技術総合研究所, ⁴東京大学大学院工学系研究科

研究の目的

成膜装置のスループット改善によりコスト問題の一部を解決する

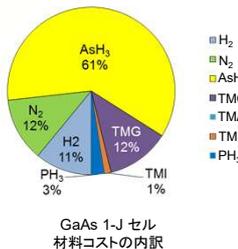
III-V化合物半導体太陽電池
⇒ high efficiency
⇒ high COST/Watt

エピ装置償却費 ∝ 1/(スループット)

- ◆ 高速スループット
- ◆ ダウンタイム短縮

本研究の目的:

- GaAsの超高速成長
- GaAs単セルの実証



実験装置とそのスループット



Horizontal MOVPE reactor

◆ Taiyo Nippon Sanso, HR3335

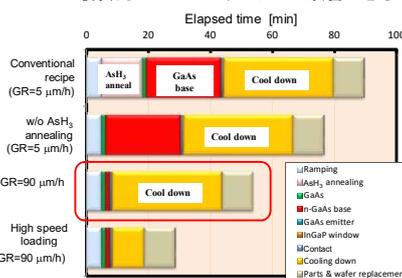
◆ Customized reactor:

- Thin chemical boundary layer
- Faster gas diffusion rate

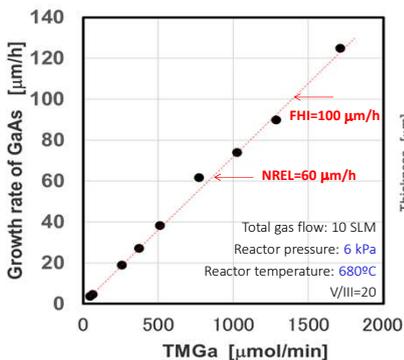
Precursors:

- Group III: TMGa, TMI, TMAI
- n-dopant: Si₂H₆
- Group V: AsH₃, PH₃
- p-dopant: DE

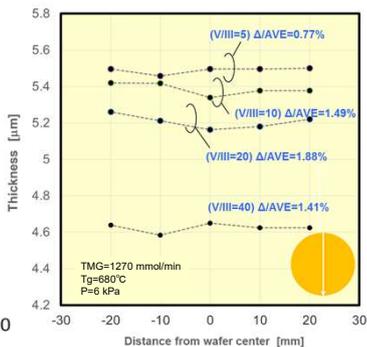
最終的にスループットは75%改善できる



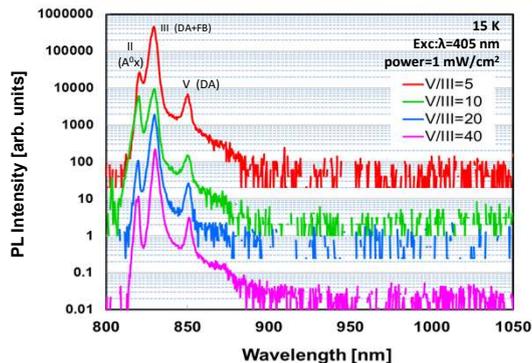
結果



GaAsの成長速度 (最大125 μm/hを確認した)



90 μm/hでのGaAs膜厚分布 (V/IIIを変化しても均一である)



90 μm/hで成長したGaAsの低温PLスペクトル (低V/III比条件でも結晶品位に劣化が認められなかった)

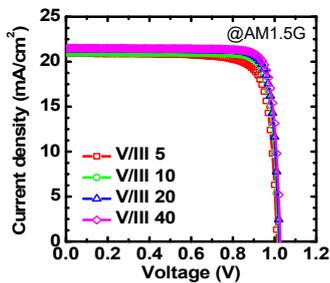
超高速で成長した1-J GaAsセル特性結果

p-GaAs contact	1E19 cm ⁻³ 0.05 μm
p-InGaP window	3E18 cm ⁻³ 0.025 μm
p-GaAs emitter	2E18 cm ⁻³ 0.2 μm
n-GaAs base	2E17 cm ⁻³ 2 μm
n-AlGaAs BSF	3E18 cm ⁻³ 0.05 μm
n-GaAs base	2E17 cm ⁻³
n-GaAs sub	1E18 cm ⁻³

セル構造

セル構造の成長条件

Layer	GR. (μm/h)	V/III	T _g (°C)	P _g (kPa)
Contact	5	20	600	6
Window	1.9	100	600	6
Emitter	20	20	680	6
Base	90	5/10/20/40	680	6
BSF	5	20	680	6
Buffer	5	20	680	6



90 μm/hで成長したGaAs1-JセルのI-V特性

90 μm/hで成長したGaAs1-Jセル特性

V/III ratio	J _{sc} [mA/cm ²]	V _{oc} [V]	Eff. [%]	B. G. [cm ⁻²]
5	20.97	1.006	16.53	8.4E+16
10	21.00	1.015	18.00	3.2E+16
20	21.31	1.022	18.56	2.1E+16
40	21.29	1.026	18.69	S.I.

※ARコートなし

結論

- 成長速度125 μm/hのGaAsを得ることができ、成膜時間を従来比で1/3に短縮する目処があった
- 超高速成長条件でも結晶品位・ウェハ面内均一性に遜色ないことを示した
- 90 μm/hかつ低V/III比条件のGaAsセル特性で遜色のないセル特性を得ることができていることを実証した (変換効率18%~18.6%@ARコート無し)

今後はInGaPセルの最適化を行う予定である

参考文献

- 1) S. P. Philipps, G. Peharz, R. Hoheisel, T. Homung, N. M. Al-Abbadi, F. Dimroth, A. W. Bett, Sol. Energy Mater. Sol. Cells, **94**, 869 (2010).
- 2) K. Matsumoto and A. Tachibana, J. Crystal Growth **272**, 360 (2004).
- 3) A. Ubukata et al., J. Cryst. Growth **489**, 63 (2018).
- 4) H. Sodabanlu et al., IEEE J. Photovolt. **8**, 887 (2018).

謝辞

本研究は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO「超高速・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。