

HVPE 法における AlInGaP の成膜と InGaP セルの高効率化

AlInGaP growth and improvement in InGaP cells via hydride vapor phase epitaxy

産総研¹, 大陽日酸², 〇庄司 靖¹, 大島 隆治¹, 牧田 紀久夫¹, 生方 映徳², 菅谷 武芳¹

AIST¹, TNSC², 〇Y. Shoji¹, R. Oshima¹, K. Makita¹, A. Ubukata², T. Sugaya¹

E-mail: y.shoji@aist.go.jp

【はじめに】III-V 族化合物太陽電池は発電効率の高さから電気自動車などの移動体応用が期待されているが、高い製造コストが問題となっている。そこで我々は、安価な金属塩化物を原料とするハイドライド気相成長(HVPE)法を用いて太陽電池を作製することで、コストを低減させることを目指している。これまで同手法において InGaP/GaAs 2 接合セルの作製に成功しているが、Al 系材料の成膜に技術的課題があったため、InGaP トップセル用のパッシベーション層が形成できず^[1]、発電効率を低い値に留めていた^[2]。今回、AlCl₃を前駆体として用いることで AlInGaP の成膜が可能となり^[3]、InGaP セルのパッシベーション層として機能することを実証したので報告する。

【実験と結果】HVPE 法を用いて、(111)B へ 4°傾斜した GaAs(100)基板上に AlInGaP 窓層および裏面電界(BSF)層を導入した InGaP セルを作製した。成膜時の基板温度は 660°C とし、III 族原料は Ga および In を 700°C、Al を 500°C に加熱して HCl ガスと反応させることで GaCl、InCl および AlCl₃として供給した。Fig. 1 は Al に流す HCl ガスの分圧($P_{\text{HCl(Al)}}$)を変化させたときの AlInGaP の室温 PL スペクトルを示している。 $P_{\text{HCl(Al)}}$ を変えることで発光ピーク位置が変化しており、AlInGaP のバンドギャップを制御できることが確認された。Fig. 2 は作製した InGaP セルの(a)構造、(b)光照射時の写真、および(c)AlInGaP 層の有無に伴う電流電圧特性の変化を示している。AlInGaP 層の導入により、短絡電流密度(J_{sc})および開放電圧(V_{oc})が大幅に改善し、発電効率(η)を 17.05%まで向上させることに成功した。なお、当該セルは HVPE 法によって成長された InGaP セルとしては世界最高効率である。HVPE 法では AlInGaP の結晶成長は不可能と言及されていたが^[4]、本研究はその成膜を実証し、さらにデバイスに利用できることを初めて示した。

【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「移動体用太陽電池の研究開発（超高効率モジュール技術開発）」の委託の下で行われた。

[1] Y. Shoji et al., Appl. Phys. Express **12**, 052004 (2019). [2] R. Oshima et al., IEEE J. Photovolt. **10**, 3 (2020).

[3] 産総研プレスリリース 2020.10.15, https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2020/pr20201015/pr20201015.html

[4] J. S. Yuan et al., J. Appl. Phys. **57**, 1380 (1985).

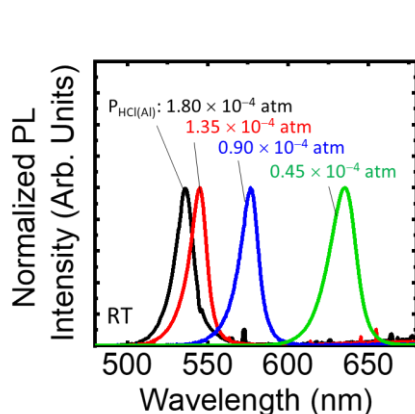


Fig. 1 Room temperature PL spectra for AlInGaP layers grown by HVPE.

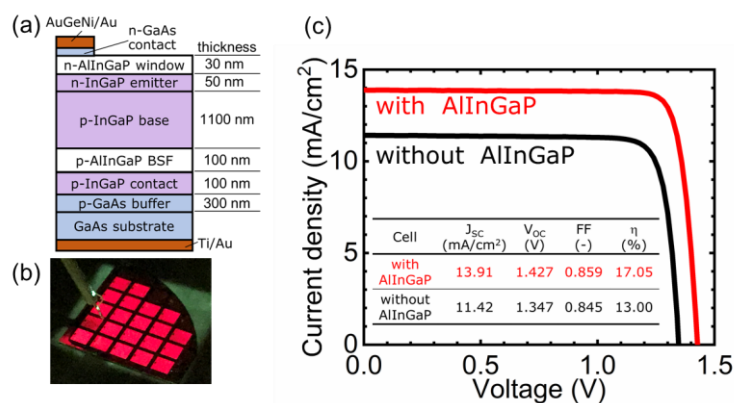


Fig. 2 (a) schematic, (b) photograph, and (c) current-voltage curves of InGaP cells grown by HVPE.