HVPE 法における AlInGaP のエピタキシャル成長

Epitaxial growth of AlInGaP by HVPE

産総研[1]，大陽日酸[2] ○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]

AIST[1], TNSC[2], ○Y. Shoji[1], R. Oshima[1], K. Makita[1], A. Ubukata[2], T. Sugaya[1]

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

【はじめに】III-V 族化合物半導体を用いた多接合太陽電池は 40%を超える変換効率が得られており、人工衛星や集光型モジュールなどに利用されている。また、その変換効率の高さから、近年では電気自動車や無人飛行機などへの応用が期待されているが、製造コストおよびスループットが問題とされている。これに対し、我々は安価な金属原料を用いて高速に成膜することが可能なハイドライド気相成長(HVPE)法に取り組んでおり、同手法を用いて InGaP/GaAs-2 接合セルを作製し、21.8%の変換効率を得ている[1]。更なる高効率化には InGaP セルの光電流密度を増大させることが課題の一つとされる。これまで、我々の HVPE 装置では Al 原料が導入されていなかったため、InGaP セルの窓層として AlIn(Ga)P を成膜することができなかった。このため、表面再結合損失によって当該セルの光電流が低下してしまっている[2]。そこで、今回は HVPE 装置に Al 原料を導入し、AlInGaP の結晶成長を検討したので報告する。

【実験と結果】HVPE 法を用いて、[111]B 方向へ 4°傾斜した GaAs(100)基板上に GaAs バッファ層を成長した後、600 nm 厚の AlInGaP 層を成膜した。その後、50 nm 厚の GaAs を成膜することで試料をキャップした。成膜時の基板温度は 660°C とし、III 族原料は Ga 金属および In 金属を 850°C、Al 金属を 500°C に加熱して HCl ガスと反応させることで GaCl, InCl, $AlCl_3$ として供給した。このとき、Ga, In, Al の各原料に対する HCl ガス流量はそれぞれ 2.0, 7.7, 0.1 (sccm)とし、V 族原料には AsH_3 と PH_3 を用いた。また、比較用として $AlCl_3$ 用いずに同条件で作製した InGaP を用意した。Fig. 1 は高周波グロー放電発光分析法を用いて測定した(a) InGaP および(b)AlInGaP の In, Ga, Al に関する深さプロファイルを示している。同図より、AlInGaP の試料において、意図した層に Al を導入できていることが確認できる。これは HVPE 法における AlInGaP の成膜を世界で初めて実証した結果である。

【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「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, Chicago (2019). [2] Y. Shoji, et al., Appl. Phys. Express **12**, 052004 (2019).

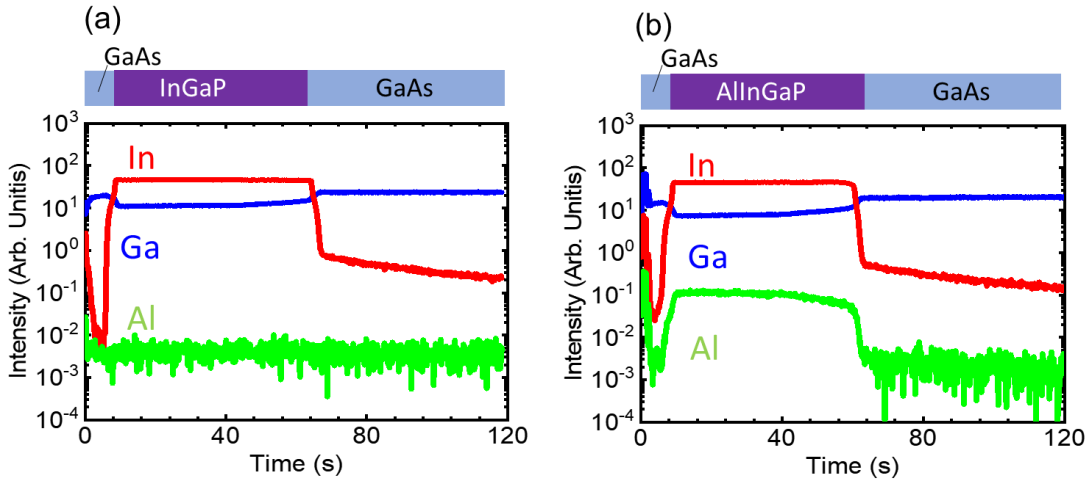

Fig. 1 Depth profiles of the radio frequency glow discharge optical emission spectrometry for (a) InGaP and (b) AlInGaP layer grown via the HVPE, respectively.

© 2019年 応用物理学会