HVPE 法による AlAs の結晶成長および ELO の実証

AlAs growth by hydride vapor phase epitaxy and demonstration of epitaxial lift-off

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、その変換効率の高さから電気自動車や無人飛行機などへの新規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。そこで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)法を用いた太陽電池の作製に取り組んでおり、InGaP/GaAs の 2 接合セルにおいて 21.8%の変換効率を得ている[1]。一方で、低コスト化においては基板の再利用が必要であり Al(Ga)As をリリース層としたエピタキシャルリフトオフ(ELO)が要求される。前回、我々は $AlCl_3$ を用いることで HVPE 法でも AlInGaP の結晶成長が可能であることを示した[2]。今回は同手法において AlAs の結晶成長を行い、ELO を検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 GaAs バッファ層を成長した後、50 nm 厚の AlAs 層を成膜した。その後、2000 nm 厚の GaAs を成膜した。成膜時の基板温度は 660°C とし、III 族原料は Ga 金属を 860°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 および $AlCl_3$ として供給した。AlAs の成長時は、Al 原料に流す HCl ガス流量を 6 sccm とし、V 族原料には AsH_3 を 10 sccm を用いた。また、$AlCl_3$ の H_2 キャリアガス流量は 5 slm とした。Fig. 1 は原子間力顕微鏡 (AFM)で測定した試料最表面のモフォロジーを示している。AlAs 上でも GaAs がステップを形成しており、RMS は 0.54 nm と良好な平坦性が得られた。Fig. 2 は HF を用いて ELO を実施した後の GaAs のエピタキシャル膜と基板を示している。エピタキシャル膜はフレキシブルフィルムに転写できており、本結果は HVPE 法によって成長された GaAs エピタキシャル膜においても ELO が可能であることを世界で初めて実証した。

【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「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] 庄司 他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-B12-4.

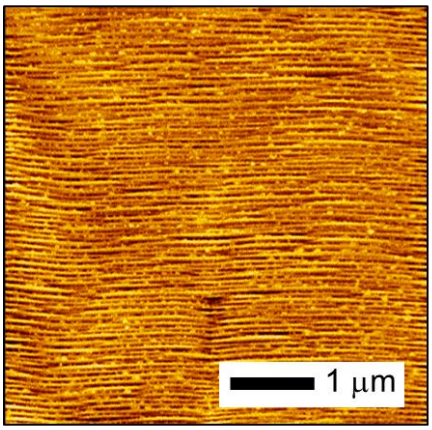

Fig. 1 AFM image of 2 μm-thick GaAs grown on AlAs.

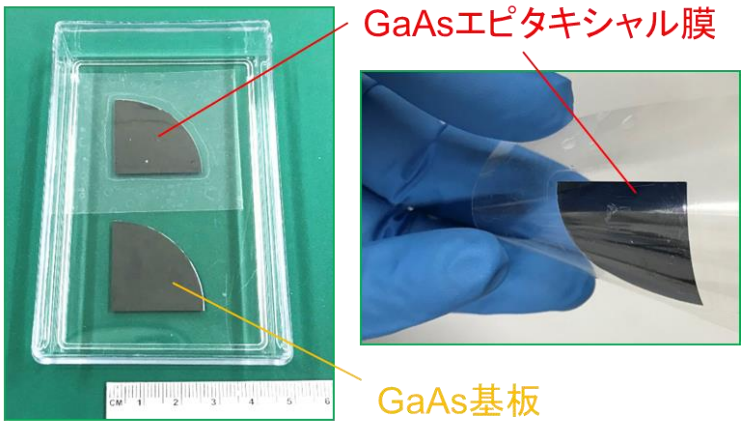

Fig. 2 Photographs of 2 μm-thick GaAs epitaxial layer and substrate after ELO.

© 2020年 応用物理学会