

ヘテロ成長により作製した Si 基板上 III-V-N 太陽電池構造のエピタキシャルリフトオフ

Epitaxial Lift-Off of III-V-N Photovoltaics Fabricated on Si by Heteroepitaxial Growth

○山根 啓輔¹、佐藤健人¹、関口寛人¹、岡田浩^{2,1}、若原昭浩¹

(1.豊橋技科大院・工、2.豊橋技科大 EIIRIS)

○Keisuke Yamane¹, Kento Sato¹, Hiroto Sekiguchi¹, Hiroshi Okada^{2,1}, Akihiro Wakahara¹

(1.Toyohashi Tech., 2.Toyohashi Tech. EIIRIS.)

E-mail: yamane@ee.tut.ac.jp

GaAsPN 混晶などのリン系 III-V-N 混晶は大面積 Si 基板上に無欠陥で形成でき、バンドギャップを大きく調整できることから太陽電池の新規材料として期待されている¹⁾。我々はこれまでに、格子整合系 GaAsPN による *p-i-n* 接合の成長に成功した²⁾。次のステップとして Si 基板上太陽電池構造を異種基板に自在に転写することができれば、フレキシブルセルや、大面積化合物半導体多接合セルなどへの応用先が大きく開ける。本研究では、ヘテロ成長により作製した Si 基板上 GaAsPN *p-i-n* 構造を異種基板に転写することを試みた。

GaAsPN/Si のエピタキシャルリフトオフ(ELO)に先立ち、Si 基板上に GaP/AIPN ヘテロ構造および GaP 基板上に犠牲層となる Si 格子整合系 AIPN 混晶の成長実験を行った。図 1 にそれぞれの試料の断面 TEM 像を示す。いずれのヘテロ界面からも結晶欠陥の発生はないことから、Si 基板上 GaP 層を介して成長を行う事で、目的の構造を無欠陥で成長できる見込みが得られた。この結果に基づき、Si 基板上に *p-i-n* GaAsPN/AIPN/GaP 構造を MBE 法により一貫成長した。GaAsPN *p-i-n* 構造および AIPN 犠牲層の厚さはそれぞれ 1 μm および 20 nm とし、いずれも Si 格子整合条件にて作製した。また、GaP 層の合計膜厚は格子不整合転位の導入される臨界膜厚(50 nm)以下とした。

Si 基板上 AIPN を含め成長中は終始ストリークパターンを維持し、原子レベルで平坦な成長層が得られた。図 2 にウエイト支援 ELO 工程の概要を示す。10%HF 溶液および 0.1g のウエイトを用いて室温にて犠牲層のエッチングを行った。結果として、図 2(a)に示すように GaAsPN 層の剥離が進行し、リフトオフに成功した。また、図 2(b)はリフトオフ後の *p-i-n* GaAsPN 薄膜の顕微鏡像である。図中の観察範囲にクラック等は見られていない。また、図 2(b), (c)の表面には AIPN 犠牲層のエッチング時に形成されたと考えられる反応残渣が確認された。これらを除去することにより、将来的に分離した GaP/Si テンプレートをドナー基板として再利用することが可能となる。結論として、Si 基板上 III-V-N 太陽電池を、格子整合系 AIPN 犠牲層を介して異種基板に転写できる事が実証された。

【謝辞】本研究の一部は内藤科学技術振興財団の助成のもとに行われた。

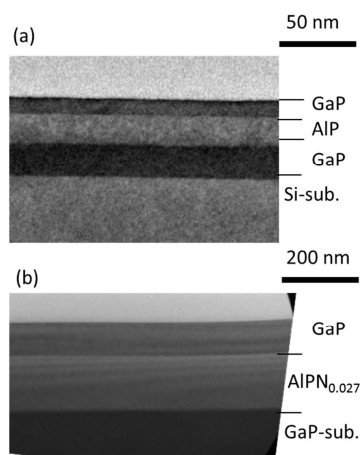


Fig. 1 Cross-sectional TEM. (a) AIPN/ GaP/Si hetero structure (b) AIPN/GaP-sub.

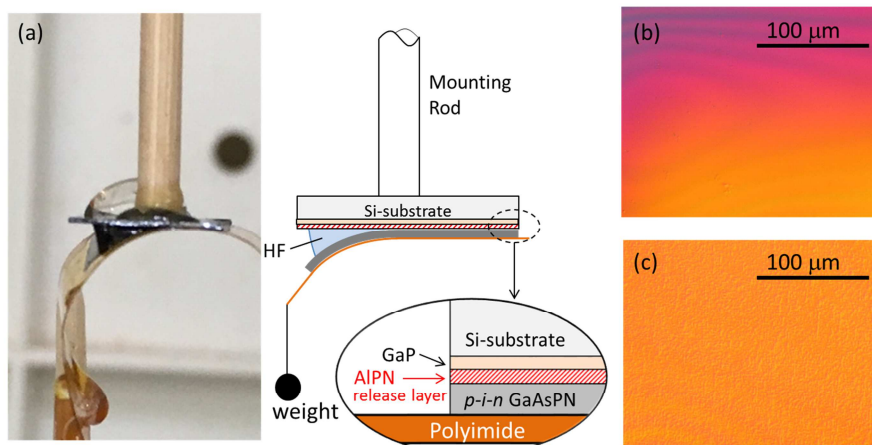


Fig.2 Weight-induced ELO of GaAsPN *p-i-n* structure on Si substrate. (a) Lift-off process. (b) Normarski image of GaAsPN *p-i-n* structure and (c) GaP/Si template after separation.

¹⁾ J. F. Geisz, et al., IEEE Photovoltaic Specialist Conf. (2002), 864.

²⁾ K. Sato, et al., E-MRS 2016, Warsaw University of Technology, Poland.