

層交換 Ge シード技術による $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 膜のプラスチック上合成と近赤外分光感度の実証

Near infrared photoresponsivity of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ films on plastic formed by Ge seeding

¹筑波大院 数理工学, ²学振特別研究員

西田竹志^{1,2}, 末益崇¹, 都甲薫¹

¹Univ. of Tsukuba, ²JSPS Research Fellow: T. Nishida^{1,2}, T. Suemasu¹, and K. Toko¹

E-Mail: take.nishida24@gmail.com

【はじめに】高効率多接合太陽電池の低コスト化に向け、安価な基板上への近赤外光吸収材料の形成が望まれている。我々はこれまでに、層交換合成^[1]した大粒径 Ge 膜上に GaAs を成長し、ガラス上に合成した III-V 族膜として初めて分光感度を実証した^[2-4]。本研究では、Ge シード技術を InGaAs に応用して近赤外領域における分光感度の発現を目指すとともに、プラスチックフィルム上への展開を検討した。

【実験方法】Al 誘起層交換法により、石英ガラス上に大粒径 Ge シード層 (50 nm 厚) を形成した (Fig. 1)。その後、基板温度 550 °C で GaAs バッファ層 (500 nm 厚) を堆積した後、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 膜 (1 μm 厚、 $x = 0, 0.10, 0.17, 0.25$) の MBE 成長を試みた。同様に、高耐熱性ポリイミドフィルム上に層交換 Ge を合成し、基板温度 500 °C で GaAs 膜 (500 nm 厚) を MBE 成長した。

【結果・考察】XRD 測定から、全ての試料で GaAs および $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ の (111) 面に起因した回折ピークが得られた (Fig. 2(a))。 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ の回折ピークは x の増加に伴い低角側へシフトした (Fig. 2(b))。格子定数から算出された In 組成比は、EDX 測定による元素分析結果と一致した。EBSD 測定の結果、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 膜は (111) 方位に高配向しており、エピタキシャル成長していることが確認された (Fig. 3(a)–(d))。さらに、層交換 Ge の粒径を反映して大粒径 (>300 μm) であることが判る (Figs. 3(e)–(h))。分光感度測定を行った結果、In 組成の増加に伴う狭バンドギャップ化を反映し、吸収端は長波長側へシフトした (Fig. 4(a),(b))。さらに、プラスチック上合成した GaAs 膜においても大粒径形成 (>50 μm) が確認され (Fig. 5(a),(b))、分光感度が検出された (Fig. 5(c))。

以上、絶縁基板上の合成膜として初めて近赤外分光感度を実証したのみならず、プラスチック上展開のポテンシャルを開拓した。当日はプラスチック上 InGaAs 膜の特性を報告するとともに、フレキシブル多接合太陽電池への応用を展望する。

【謝辞】高耐熱性ポリイミドフィルムをご提供いただきましたゼノマックスジャパン社に感謝申し上げます。

[1] K. Toko *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **53**, 373002 (2020). [2] T. Nishida *et al.*, APL. **114**, 142103 (2019). [3] T. Nishida *et al.*, AIP Adv. **10**, 015153 (2020). [4] T. Nishida *et al.*, Sci. Rep. **11**, 10159 (2021).

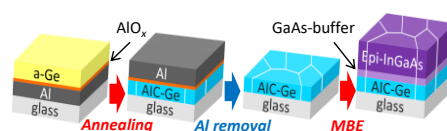


Fig. 1. Schematic of the sample preparation.

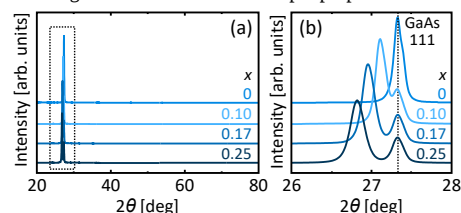


Fig. 2. (a) θ -2 θ XRD patterns of the samples on glass for $x = 0$ –0.25 and (b) around (111) peaks.

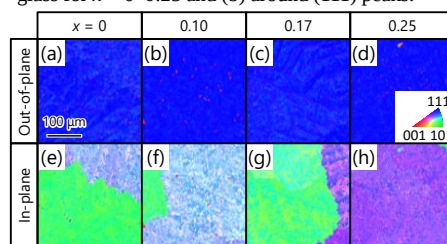


Fig. 3. EBSD images of the samples on glass for $x = 0$ –0.25 in the (a)–(d) out-of-plane and (e)–(h) in-plane direction.

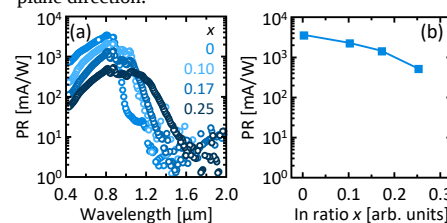


Fig. 4. (a) Photoresponsivity of the samples on glass for $x = 0$ –0.25, where the bias voltage is 1.0 V. (b) Maximum photoresponsivity values for each spectrum as a function of x .

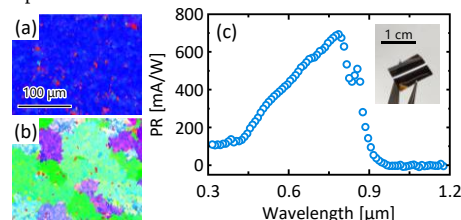


Fig. 5. EBSD images of the GaAs sample on a plastic film in the (a) out-of-plane and (b) in-plane direction. (c) Photoresponsivity of the GaAs sample on a plastic film and a photograph of the resulting sample, where the bias voltage is 1.0 V.