## 擬似単結晶 GaAs 膜のガラス上合成と高分光感度の実証

Demonstration of high photoresponsivity in pseudo-single-crystal GaAs films on glass

筑波大院 数理物質 <sup>O</sup>西田竹志,末益崇,都甲薫 Univ. of Tsukuba: T. Nishida, T. Suemasu, and K. Toko E-Mail: take.nishida24@gmail.com

【はじめに】太陽電池の最高変換効率は、III-V族化合物 半導体(GaAs 等)によって更新され続けている。その低コ スト化に向け、安価な基板上に GaAs 薄膜を高品質形成 する研究が古くから行われてきた。我々はこれまでに Al 誘起成長(AIC: Al-Induced Crystallization)法を用い、 Ge(111)薄膜をガラス上に大粒径(>100 µm)形成した[1]。 本研究では、分子線エピタキシー(MBE: Molecular Beam Epitaxy)法により AIC-Ge 層の粒径を引き継いだ擬似単 結晶 GaAs 膜を形成し、光吸収層とすることを検討した。

【実験方法】AIC 法により Ge と Al の層交換を誘起し (350 °C、50 h)、上部 Al 層を希釈 HF(1.5%)で除去する ことで、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  $T_g = 500-570$  °C で GaAs 層 (500 nm 厚)の MBE 成長を試行した。

【結果・考察】 断面 TEM 像および EDX マッピングから、 目的の試料構造が得られていることが判る(Fig. 2(a),(b)) [2]。EBSD 測定の結果、Tg≥520 ℃ 試料で GaAs 層のエ ピタキシャル成長を示す(111)配向が確認された(Fig. 2(c))。GaAs 層は下地の粒径を反映して大粒径 (> 100 µm) であることが判る。 ラマンピークの FWHM および Ga/As 組成比について成長温度依存性を調査した(Fig. 3(a)-(c))。FWHM は Tg の増加ととも減少し、結晶性の向 上が示唆された。一方、Tg > 550 ℃ では、As 組成比率の 低下に起因した FWHM の増大が確認された。分光感度 測定を行った結果、内部量子効率(IQE)は成長温度に大 きく依存した(Fig. 4(a))。 分光感度は FWHM の結果に整 合し、Tg = 550 ℃ において IQE = 90%を達成した(Fig. 4(b))。本研究で得られた値はガラス基板上に合成した GaAs 膜の最高値を更新したばかりでなく、単結晶 Ge 基 板上に同時形成した GaAs 膜に匹敵した。以上より、AIC-Ge が GaAs 結晶成長のシード層として高い機能性を持 ち、ガラス上高効率太陽電池を実現する有望なアプロー チであることが強く示された。

【謝辞】本研究の遂行にあたり多大なご助言をいただい た富永依里子博士(広島大学)に感謝申し上げます。



Fig. 2. (a) Bright-field TEM image, (b) EDX elemental mapping, and (c) Out-of-plane EBSD image of the  $T_g = 520$  °C sample. The white solid lines in (c) indicate random grain boundaries.



Fig. 3. (a) EDX spectrum of the  $T_g = 550$  °C sample. (b) Raman spectra of the samples for  $T_g = 500$ , 550, and 570 °C. (c) As atomic ratio derived from EDX spectra and FWHMs of the TO and LO mode Raman peaks as a function of  $T_g$ .



Fig. 4. (a) *IQE* spectra of the samples for  $T_g = 510$ , 520, 550, and 560 °C ,where the bias voltage is 0.3 V. (b) Maximum *IQE* values for each spectrum as a function of  $T_g$ .

[1] K. Toko *et al.*, APL **104**, 022106 (2014); Highly cited, rising star paper in APL in 2014 & 2015.
[2] T. Nishida *et al.*, APL **114**, 142103 (2019).