

InP 基板上に固相成長した $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 内の欠陥の評価

Defects in $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ grown by solid-phase epitaxy on InP substrate

○平山 賢太郎¹, *富永 依里子¹, 角屋 豊¹, 森岡 仁², 池永 訓昭³, 上田 修³

¹ 広大院先端研 ² ブルカー・エイエックスエス株式会社 ³ 金沢工業大学

○Kentaro Hirayama¹, *Yoriko Tominaga¹, Yutaka Kadoya¹, Hitoshi Morioka²,

Noriaki Ikenaga³, and Osamu Ueda³

¹AdSM, Hiroshima Univ., ²Bruker AXS K.K., ³Kanazawa Institute of Technology

*e-mail:ytominag@hiroshima-u.ac.jp

- 研究背景:** テラヘルツ (THz) 波の代表的な発生検出方法の 1 つに、光伝導アンテナ (PCA) に励起光を照射する方法が挙げられる。省スペースかつ低コストな THz 時間領域分光システムの実現のため、励起光の光源に 1.5 μm 帯に波長をもつファイバーレーザの適用が求められており、1.5 μm 帯光が利用可能な PCA の開発が必要である。当該 PCA の候補材料として、低温成長 GaAs[1] や低温成長 GaAs 系混晶半導体[2-4] が盛んに研究されているが、中でも低温成長 InGaAs[5,6] は代表的な候補材料である。本研究グループでは、180 $^{\circ}\text{C}$ で InP 基板上に堆積したアモルファス InGaAs が熱処理によって固相エピタキシャル成長することを確認している[7]。今回、より低温の 130 $^{\circ}\text{C}$ で InP 基板上に堆積したアモルファス InGaAs の熱処理前後の結晶性評価を行い、結晶内に存在する欠陥を一部明らかにしたので報告する。
- 実験方法:** 分子線エピタキシャル成長装置を用いて、InP(001)基板上に 130 $^{\circ}\text{C}$ で $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{As}$ を堆積した。膜厚は 1.6 μm とし、堆積した $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{As}$ の In 組成は電子線マイクロアナライザを用いて求めた。堆積後に水素雰囲気中で 1 時間、400 $^{\circ}\text{C}$ および 600 $^{\circ}\text{C}$ でアニールを行った。 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ の結晶性評価は、X 線回折 (XRD) 法と透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて行った。
- 結果および考察:** 図 1 に、130 $^{\circ}\text{C}$ で堆積した $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{As}$ の XRD スペクトルのアニール温度依存性を示す。アニールの前後ともに、(200), (400) 各面以外からのピークが生じていることから、この試料には多結晶が含まれている。また、InP 基板の (400) 面回折スペクトル付近において、アニール前は基板のみのピークしか確認できないが、アニール後は基板のピーク近傍に新たなピーク (図 1 矢印) が生じている。この同一試料の断面を TEM で観察したところ、アニール前は、InP 基板直上の $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{As}$ はアモルファスであり、そのアモルファス層の上に柱状構造が成長していることが確認できた。また、600 $^{\circ}\text{C}$ でアニール後にアモルファス層が基板に格子整合して結晶化することも確認し、この層においては双晶の形成を確認した。図 1

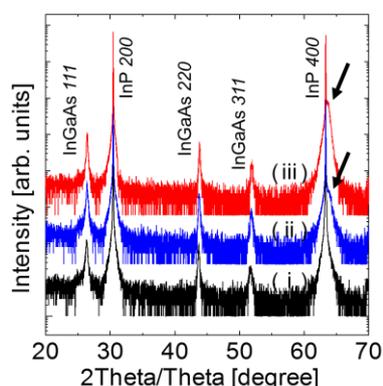


図1 130 $^{\circ}\text{C}$ で堆積した $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{As}$ の XRD スペクトルのアニール温度依存性
(i) as-grown (ii) 400 $^{\circ}\text{C}$ アニール
(iii) 600 $^{\circ}\text{C}$ アニール

の多結晶を示すピークは柱状構造由来であると考えられ、図 1 矢印で示したアニール後に生じたピークは、①結晶化した $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{As}$ 層由来および②InP 基板(400) 面回折スペクトルと重なっていた $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{As}$ 層全体からの回折スペクトルがアニールによって高角度側へシフトした、という 2 つの可能性が考えられる。

参考文献: [1] T. Kataoka *et al.*, APL, **97**, 201110 (2010). [2] C. Carmody, *et al.*, APL, **82**, 3913 (2003). [3] J. Sigmund, *et al.*, APL, **87**, 252103 (2005). [4] K. Bertulis, *et al.*, APL, **88**, 201112 (2006). [5] A. Takazato *et al.*, APL, **91**, 011102 (2007). [6] R. J. B. Dietz *et al.*, OE, **22**, 19411 (2014). [7] Y. Tominaga *et al.*, JJAP, **55**, 110313 (2016).