

低温成長 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ の結晶構造のアニール温度依存性Annealing effect on crystal structure of low-temperature-grown $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$

広大院先端研 °富永 依里子, 富保 勇貴, 角屋 豊

AdSM, Hiroshima Univ., °Yoriko Tominaga, Yuki Tomiyasu, Yutaka Kadoya

E-mail: ytominag@hiroshima-u.ac.jp

1. **研究背景** : テラヘルツ (THz) 分野では、低コスト化・省スペース化を達成した THz 時間領域分光システムを実現するため、 $1.5\mu\text{m}$ 帯に波長を有する小型で比較的安価な超短パルスファイバーレーザが利用可能な THz 波発生検出用光伝導アンテナ (PCA) の開発が進められている。本光源が利用可能な PCA 用材料として、それぞれ低温で成長した InGaAs や Ge 、 GaAsSb 等の低温成長 Narrow bandgap 半導体の研究が行われてきたが [1-4]、当該 PCA に最適な半導体は未だ得られていない。我々は当該 PCA を実現することを最終目的とし、低温成長 III-V 族半導体の基礎物性の解明に取り組んでいる。今回は低温成長 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ の結晶構造のアニール温度依存性について報告する。

2. **実験方法** : 分子線エピタキシー (MBE) 法を用いて、厚さ $2.0\mu\text{m}$ の $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ を InP 基板上に成長した。成長温度は 200°C から 240°C の範囲とした。また、本 $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 層には $3.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の濃度の Be をドーピングした。成長した $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 層の In 組成は、電子線マイクロアナライザを用いて求めた。成長後、この低温成長 $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 試料を 400°C および 550°C で、水素雰囲気中で 1 時間アニールした。低温成長 $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 層の構造評価は、X 線回折 (XRD) 法とラザフォード後方散乱法 (RBS) を用いて行った。

3. **結果および考察** : 220°C で成長した $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ のアニール前後の XRD スペクトルを図 1 に示す。 $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 層由来の XRD ピークが確認でき、アニール温度の上昇に伴って高角度側にシフトしている。本シフトは $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 層の格子定数がアニールによって小さくなることを示している。これは、 220°C での成長時に $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 内に取り込まれた過剰 As がアニールによって As 凝集体へと変化することを示唆している [5]。図 1 の XRD が得られた 3 つの $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 試料に He^+ を入射し、RBS の In 信号に関する角度スキャンを行った結果、 $[110]$ 方向において、 400°C でアニールした $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ の In 信号強度がディップを示す角度が最も大きかった。当日は、これらの結果から考えられる $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ の結晶構造について詳細を述べる。

謝辞 : 本研究の一部は、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業の支援を受けた。本支援に際し、XRD および RBS 両測定にご協力くださいました広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の佐藤亘氏、西山文隆氏、黒木伸一郎准教授に感謝いたします。

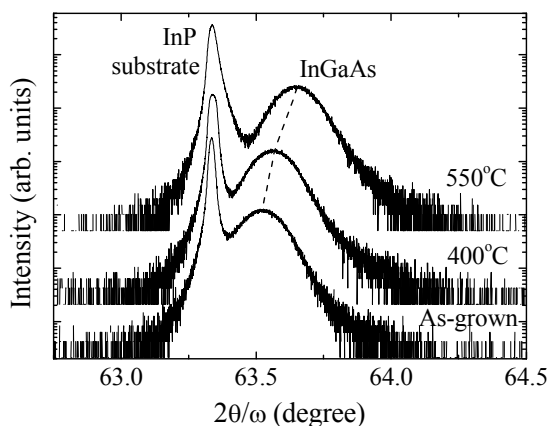


図 1: 220°C で成長した $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ のアニール処理前後の XRD スペクトル。

参考文献

- [1] S. Gupta *et al.*, IEEE J. Quantum Electron. **28**, 2464 (1992).
- [2] J. M. Kim *et al.*, J. Cryst. Growth, **265**, 8 (2004).
- [3] N. Sekine *et al.*, Appl. Phys. Lett. **68**, 3419 (1996).
- [4] J. Sigmund *et al.*, Appl. Phys. Lett. **87**, 252103 (2005).
- [5] R. A. Metzger *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. B **11**, 798 (1993).