

InP 基板上低温成長 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ の結晶構造の解析Analysis of crystal structure of low-temperature-grown $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ on InP substrate

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の開発が望まれている。本システムの代表的な THz 波発生検出素子として、 $0.8\mu\text{m}$ 帯に波長を有する Ti:Sapphire レーザを光源とした低温成長 GaAs から成る光伝導アンテナ (PCA) が挙げられる。近年、この光源に $1.5\mu\text{m}$ 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用いられつつある。そのため本光源が利用可能な THz 波発生検出用 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 半導体の研究が進められてきた [1-4]。しかし、当該 PCA に適した半導体は未だ得られていないのが現状である。そこで本研究では、低温成長 Narrow bandgap III-V 族半導体の基礎特性を明らかにすることを目的とし、今回特に低温成長 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ に焦点を当て、その結晶構造の解析を行ったので報告する。

2. **実験方法** : 低温成長 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ は分子線エピタキシー (MBE) 法を用いて 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、膜厚は $2.0\mu\text{m}$ とした。また、本 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 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 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層の In 組成 x は、電子線マイクロアナライザを用いて求めた。成長後は、この低温成長 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 試料を水素雰囲気中・ 550°C で 1 時間アニールした。低温成長 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 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** : 図 1 に、 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 ピークが確認できる。同様の回折ピークは 240°C で成長した $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ においても確認できたが、 200°C で成長した $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 層からは回折ピークが得られなかった。これは、成長温度 200°C では InP 基板上 $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ の結晶構造が維持できないことを示唆している。図 1 に示した $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 層の XRD ピークは、アニール後は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ったことを示している。これは InP 基板に格子整合した低温成長 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ についての報告と一致しており [5]、 220°C での成長時に $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 層内に取り込まれた過剰 As がアニールによって As 凝集体へと変化したと考えられる。当日は、RBS を用いた本 $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 層中の In 原子の格子位置の解析と併せて報告する。

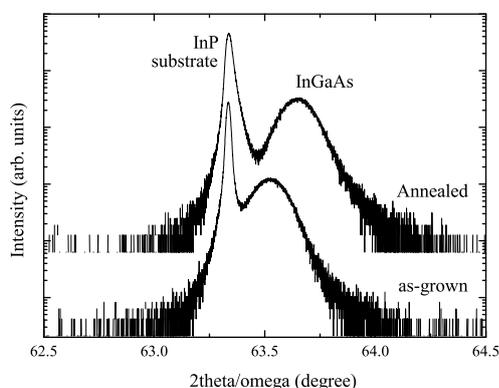


図 1 220°C で成長した $\text{In}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ のアニール処理前後の XRD スペクトル。

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、西山文隆氏に感謝いたします。

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).