

課題番号 : F-17-RO-0047
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 不純物原子のイオン打ち込みによる化合物半導体の欠陥導入制御
 Program Title (English) : Control of defect formation in compound semiconductors by using ion implantation of impurity atoms
 利用者名(日本語) : 富永依里子
 Username (English) : Y. Tominaga
 所属名(日本語) : 広島大学大学院先端物質科学研究科
 Affiliation (English) : AdSM, Hiroshima Univ.
 キーワード/Keyword : 結晶性、組成分析、形状・形態観察

1. 概要(Summary)

GaAs や InAs の低次元構造を簡便に形成する方法として、固相エピタキシャル成長法がこれまでに提案されている[1,2]。しかし、GaAs 系混晶半導体の固相エピタキシャル成長に関する報告はほとんど存在せず、Si や Ge のようなIV族系半導体の場合と比べて未開拓の技術と言える。本研究では、GaAs 系混晶半導体の固相成長技術の開拓に向け、不純物原子 X をイオン注入した $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ の結晶性評価を行い、どの程度高品質な成長層が得られるのか、あるいは結晶欠陥がどのように形成され、その導入が制御できるのかを明らかにすることを目的とした。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

イオン注入装置、薄膜構造評価 X 線回折装置、二次イオン質量分析装置:SIMS

【実験方法】

試料は分子線エピタキシー (MBE) 法により、InP (001) 基板上に成長した $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ を用いた。 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ に原子 X をイオン注入することで試料最表層にアモルファス $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ を形成した。イオン注入後は試料を窒素雰囲気中で 600 °C 熱処理した。イオン注入前後ならびに熱処理後の評価のために X 線回折 (XRD) 法、SIMS、透過電子顕微鏡 (TEM) を用いた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

図 1 にイオン注入後と注入後に熱処理をした試料の XRD スペクトルを示す。回折角度 63.9° 付近のスペクトルの肩は、用いた $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層が InP 基板に対して格子不整合であるために、元来層内に形成されていた格子の乱れ・結晶欠陥由来のものであると考えている。着目したのは InP 基板由来の回折ピークのすぐ高角度側、63.45° 付近のピークである。これはイオン注入前には見られず、

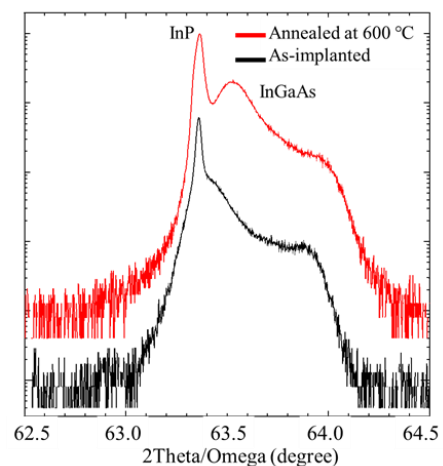


Fig. 1: XRD spectra of as-implanted and annealed $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$.

イオン注入後に生じたピークである。熱処理後は、63.55° 付近に明瞭なピークが確認できる。熱処理によって $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層が結晶化したことが考えられる。断面 TEM 観察においても熱処理によるアモルファス層の結晶化が確認でき、当該層には双晶が形成されることも確認した。

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献 [1] R. Hey, *et al.*, *J. Cryst. Growth* **323**, 5 (2011). [2] E. Luna, *et al.*, *J. Vac. Sci. Technol. B* **30**, 02B108 (2012).

・外部資金 該当なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 堀田行紘, 平山賢太郎, 富永依里子, 大野裕, 上田修, 「再結晶化した $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ の結晶性」第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 2019 年 9 月, 北海道大学.

(2) 堀田行紘, 平山賢太郎, 富永依里子, 大野裕, 池永訓昭, 上田修, 「 $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{As}$ 上に再結晶化した $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ の結晶性」, Th1-4, 第 38 回電子材料シンポジウム, 2019 年 10 月, 奈良県橿原市.

6. 関連特許(Patent) なし。