

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF InGaPAs ALLOYS                                |
| Author(s)    | Shirakata, Sho  |
| Citation     | 大阪大学, 1987, 博士論文  |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/2299">https://hdl.handle.net/11094/2299</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

|         |   |       |                   |
|---------|---|-------|-------------------|
| 氏名・(本籍) | しら                                      | かた    | しょう               |
|         | 白                                       | 方     | 祥                 |
| 学位の種類   | 工                                       | 学     | 博 士               |
| 学位記番号   | 第                                       | 7743  | 号                 |
| 学位授与の日付 | 昭和62年3月26日                              |       |                   |
| 学位授与の要件 | 基礎工学研究科物理系専攻<br>学位規則第5条第1項該当            |       |                   |
| 学位論文題目  | インジウム・ガリウム・リン・ヒ素混晶半導体の結晶成長と評価<br>に関する研究 |       |                   |
| 論文審査委員  | (主査)                                    |       |                   |
|         | 教授                                      | 浜川 圭弘 |                   |
|         | (副査)                                    |       |                   |
|         | 教授                                      | 難波 進  | 教授 末田 正 助教授 西野 種夫 |

### 論文内容の要旨

本論文はInGaPAs系混晶半導体の結晶成長とその評価に関する一連の研究成果をまとめたもので、本文7章と謝辞から成っている。

第1章は本論文の序論で、InGaPAs混晶半導体の基礎および応用に関する研究の背景と経緯を述べ、本研究の意義と目的を明らかにするとともに本論文の位置付けを明らかにしている。

第2章では、2相メルト法によるGaAs上の $\text{InGaPAs}$ 混晶の液相エピタキシャル成長について述べており、液相組成、成長温度、過冷却度、または成長時間と析出する固相の関係が明確になった。特に、非混和組成域内での成長における過冷却度制御の重要性が明らかにされている。

第3章では、InGaPAs混晶の結晶性のフォトルミネッセンス(PL)およびエレクトロリフレクタンスによる評価について述べている。特に、非混和性の結晶性に与える影響が、結晶成長条件、格子不整合度、組成に対して詳細に検討され、非混和性により多くの格子欠陥が導入されること、基板からの弾性エネルギーが大きく寄与していることを証明した。

第4章では、ヘテロ界面の応力ならびに混晶半導体構造欠陥の評価手段として用いる3d遷移金属PLの概要がまとめられており、遷移金属不純物のエネルギー準位および内殻遷移発光などの特徴を明らかにしている。

第5章では、InGaPAs/GaAsヘテロ接合界面応力の評価について述べている。ヘテロ接合界面からのCr発光線の解析より応力が評価され、計算結果との比較が行われている。この評価法が、これまでの手法と比較して高感度であることと広い適応範囲を持つことが確認された。

第6章では、InGaP及びGaAsP混晶中の遷移金属不純物のPLによる局所原紙構造の評価に関して

述べられている。Co不純物のPLスペクトルは発光中心のまわりの原子配置に対応しており、発光帯の強度、エネルギー、半値副の計算値との比較により、混晶中の局所原子構造の評価が可能であることが明らかにされる。

第7章では、上記各章で得られた成果を総括し、本論文の結論を述べている。

### 論文の審査結果の要旨

InGaPAs混晶半導体は将来のオプトエレクトロニクス機能デバイスに用いられる半導体材料とされている。ところが、この材料には非混和領域という独特の組成領域が存在し、高品質の結晶を得るのが困難である。本研究は、InGaPAsの結晶成長、特に非混和組成域内での結晶成長条件を詳細に調べるとともに、この混晶半導体に帯する微視的評価に関する研究成果をまとめたものである。

InGaPAs混晶は、種として液相エピタキシャル成長によって作成されるが、GaAs基板上に成長させる際には非混和性が重要な問題となる。本研究ではこの非混和性に関して、液相組成、成長温度、過冷却度および成長時間と固相組成との関係などを詳細に調べ、非混和領域内での結晶成長において過冷却度の制御が特に重要であることを明らかにした。また、このようにして成長した結果に帯する光学的測定結果により、非混和性によって多くの格子欠陥が導入されることおよび基板からの弾性エネルギーの寄与が大きいことを実験的に確定した。

InGaPAs/GaAsヘテロ接合界面における応力や混晶内での局所的原子構造を評価できる新しい評価法を提案している。この方法は、3d遷移金属不純物の発光線を利用するもので、従来の方法に比べ非常に高感度で有用であることが示された。特に混晶の原子構造評価に関しては、これまであまり有効な評価手段がなかったので、本研究により開発された手法は非常に注目されている。

以上のように、本らふんは各種オプトエレクトロニクス・デバイスにとって重要なInGaPAs混晶半導体の結晶成長における問題を理解し、また結晶評価および評価手法に関する新しい知見を与えるものであり、学位論文として価値あるものと認める。