

Title	III-V族混晶の液相エピタキシャル成長とそのオプトエレクトロニック素子への応用に関する研究
Author(s)	杉野, 隆
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/33604">https://hdl.handle.net/11094/33604</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名・(本籍)	杉野隆
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 5893 号
学位授与の日付	昭和 58 年 2 月 9 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	Ⅲ—V族混晶の液相エピタキシャル成長とそのオプトエレクトロニック素子への応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 犬石 嘉雄 教授 木下 仁志 教授 山中千代衛 教授 藤井 克彦 教授 鈴木 胖 教授 松尾 幸人 教授 小山 次郎 教授 三石 明善

### 論文内容の要旨

本論文は「Ⅲ—V族混晶の液相エピタキシャル成長とそのオプトエレクトロニック素子への応用に関する研究」の成果をまとめている。

第 1 章では GaAs および Ⅲ—V 族混晶のデバイスへの応用について、その歴史を振り返り、結晶育成に関する研究経過および未解決の問題点を提起している。さらに、新しい GaAs 混晶材料の光デバイスへの応用の可能性を示し、最後に半導体レーザー実用化への問題点を述べている。

第 2 章では GaAs 上へ  $\text{In}_x \text{Ga}_{1-x} \text{As}$   $\text{GaSbxAs}_{1-x}$  の液相エピタキシャル成長を行う場合の格子不整合の緩和法を示している。

第 3 章では、前章で成長を行った混晶の光学的、電気的特性を測定している。基板界面で生じる格子不整合によって混晶内に深いエネルギー準位を持つ局在中心が導入されること、電子移動度の低下は基板界面に導入される空間電荷による電子の散乱が支配的になることが明らかになっている。

第 4 章では  $\text{In}_x \text{Ga}_{1-x} \text{As}$  混晶による光導波路について述べている。GaAs 基板上に In 組成比 X が 0.1 未満の  $\text{In}_x \text{Ga}_{1-x} \text{As}$  単一層で導波路を形成し、 $\text{CO}_2$  レーザー光、YAG レーザー光による伝搬特性を調べている。伝搬損失は導波路内、および基板の自由キャリアーによる吸収が支配的であることを示し、低キャリアー濃度の基板および混晶を用い、 $0.4 \text{cm}^{-1}$  の低伝搬損失を有する光導波路を作成している。

第 5 章では  $\text{In}_x \text{Ga}_{1-x} \text{As}$  の PN 接合を作製し、光ファイバーの低損失波長領域である  $1 \mu\text{m}$  帯の発光を得ることを試みている。格子不整合を抑制するため In 組成比 X を小さくし、深いアクセプター準位を形成する Ge を添加物として用い、 $x=0.12$  で  $1.04 \mu\text{m}$  の発光を実現している。

第6章では安定な基本横モード発振を行うGaAs-GaAlAsレーザーを試作している。GaAs基板に段差を設け、その上にGaAs-GaAlAsダブルヘテロ構造を形成する新しい構造を提案している。この段差基板型レーザー（Terraced Substrate Laser略してTSレーザー）において直線性の良好な光出力ー電流特性が得られ、基本横モード発振が実現している。

第7章では第6章で考案したTSレーザーにおいて活性層への注入電流の集中を図り、電極ストライプレーザーで最も低い発振しきい値電流値（12mA）を達成している。

第8章では、第2章から第7章までの研究結果、および問題点の総括を行い結論としている。

## 論文の審査結果の要旨

近年、半導体工学の分野ではシリコンに続いてオプトエレクトロニック素子、高速情報処理素子への応用の面からガリウム砒素（GaAs）を中心とするⅢ－Ⅴ族化合物半導体が注目され、実用化が急速に進みつつある。

本論文は、このような背景の下に初期から、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$   $\text{GaSb}_x\text{As}_{1-x}$ などのⅢ－Ⅴ族三元混晶の良質な結晶成長と欠陥、さらに光電特性に関する基礎研究を行い、これに基いて、はじめて段差基板型（TS）レーザーを提案し、その開発に成功するまでの成果を集約したものである。

その結果、多くの新知見と新しい開発結果を得ているが、その数例をあげると、

- (i)  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$   $\text{GaSb}_x\text{As}_{1-x}$ の液相エピタキシャル成長にはじめて基板との間に多層バッファ層を入れる方法を導入し、均一で格子不整合による欠陥の少ない良質な単結晶を造る方法を確立した。
- (ii) これらの結晶の格子不整合によって生ずる欠陥と電氣的、光学的特性の関連を明らかにした。
- (iii) Geを添加した $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ のPN接合によって長波長（1.04 $\mu\text{m}$ ）のEL発光ダイオードの作製に成功した。
- (iv) 新しく考案した段差型基板の上に成長した $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$   $\text{GaAs}$ のヘテロ接合レーザー（TSレーザー）で段差部活性層へのキャリア集中と光閉じ込め効果の強化によって発振閾電流値を極めて小さくし、また出力特性の安定化に成功した。

以上述べたように本論文は化合物半導体オプトエレクトロニック素子の開発に関する指針と多くの新知見を含み半導体工学に寄与する所が大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。