

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | InP 系化合物半導体エピタキシャル層の光学的・構造的評価に関する研究   |
| Author(s)    | 久保, 実   |
| Citation     | 大阪大学, 1990, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/37329">https://hdl.handle.net/11094/37329</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) | く                                   | ほ         | みのる       |
|         | 久                                   | 保         | 実         |
| 学位の種類   | 工                                   | 学         | 博 士       |
| 学位記番号   | 第                                   | 9 2 2 4   | 号         |
| 学位授与の日付 | 平 成                                 | 2 年       | 4 月 26 日  |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 5 条第 2 項該当                    |           |           |
| 学位論文題目  | InP 系化合物半導体エピタキシャル層の光学的・構造的評価に関する研究 |           |           |
| 論文審査委員  | (主査)                                |           |           |
|         | 教 授                                 | 平木 昭夫     | 教 授 松浦 虔士 |
|         |                                     | 教 授 辻 毅一郎 |           |
|         | 教 授                                 | 白藤 純嗣     | 教 授 青木 亮三 |
|         |                                     | 教 授 村上 吉繁 |           |
|         | 教 授                                 | 中島 尚男     | 教 授 鈴木 胖  |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、InP系化合物半導体であるInGaAsP及びAlGaInPエピタキシャル層の光学的・構造的評価に関する研究をまとめたものであり、6章より構成されている。

第1章序論では、InP系化合物半導体エピタキシャル層の成長技術、デバイス、及び結晶評価技術の現状及び動向について述べ、本論文のテーマの背景を概観し、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では、InGaAsP層のLPE成長、AlGaInP層のMOVPE成長における成長装置・成長条件について述べている。また、エピタキシャル成長層の光学的・構造的結晶評価の方法・装置について示している。

第3章では、低温LPE成長InGaAs層の結晶性及びヘテロ成長界面の急峻性に関して述べている。この系の光学的・電気的特性は、硫黄に代表される残留不純物の分布などが成長温度に依存するため、その影響を大きく受けることを示している。また結晶構造的には、特に非混和性領域(miscibility gap)近傍で、構成原子がクラスター等を形成していることをラマン散乱測定によって明らかにしている。さらに、非混和性領域近傍の温度で形成されたヘテロ界面では、成長温度に依存する組成変動により界面急峻性が劣化し、バンドギャップも緩やかに変化していることを明らかにしている。

第4章では、InGaAsP系回折格子表面熱反応、及びInGaAsP熱酸化界面における反応素過程について調べている。InGaAsP系回折格子表面熱反応では、組成・雰囲気依存した回折格子熱変形の素過程を明らかにしている。

この熱変形を抑制するために、飽和P蒸気圧を用いた(Sn+InP)saturation-chamberを開発し、良好な熱保護と再成長界面を実現して、その有効性を明らかにしている。また、InGaAsP系の熱酸化膜

一半導体界面では、Asの析出を伴う界面固相反応の素過程を明らかにしている。

第5章では、AlGaInP系のラマン散乱スペクトルから、この系のフォノンに関する諸特性について示している。まずこの系のラマンスペクトルにおけるフォノンモードは、AlP、GaP及びInPによる擬3モードであることを明らかにしている。またこの系の構成原子の副格子中での秩序構造がフォノンを局在化させ、その効果がフォノンスペクトルに現れることを明らかにしている。また間接遷移の組成領域でのラマン散乱において、 $\Gamma$ 点でのバンド間遷移による共鳴ラマン散乱を確認し、そのときの多フォノン散乱を測定し、共鳴過程の影響を明らかにしている。

第6章では、2～5章までの研究成果を総括し、本研究で得られた主要な成果を要約している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、光通信用素子、高速電子素子、可視光発光素子用材料として注目を集めている、InGaAsP及びAlGaInPのInP系化合物半導体エピタキシャル層の開発を目的として行われた研究結果をまとめたもので、その主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) InGaAs/InP系の低温LPE成長における相図をまず求め、実際に低温で作製した試料についてその電気的特性及び光学的特性の劣化を明らかにし、硫黄に代表される残留不純物の析出温度依存性が原因であることを示している。また、510°Cの非混和性領域近傍の低温で作製した試料では、クラスタリング等を生じ易いことを明らかにするとともに、そのヘテロ界面の急峻性が、組成遷移領域の形成のために、劣化することを示している。
- (2) InGaAsP系回折格子の熱保護法として(Sn+InP)saturation-chamber法を開発し、その表面熱反応過程を明らかにしている。またInGaAsP熱酸化表面において、Asの析出を伴い、組成や温度に依存した界面固相反応素過程を解明している。
- (3) AlGaInP系のラマン散乱におけるフォノンモードが、AlP、GaP、InPの擬3モードであることを示している。またこの系の秩序構造がフォノンを局在化させ、その効果がフォノンスペクトルを決めていることを明らかにしている。さらに、間接遷移の組成領域において、 $\Gamma$ 点のバンド間遷移と相関がある共鳴散乱過程を見出し、フォノンモード及び散乱強度への影響を明らかにしている。

以上のように本論文は、InGaAsP及びAlGaInPのInP系化合物半導体エピタキシャル層の光学的特性や構造に関して有益な基礎的知見を与えたもので、半導体物性工学、半導体素子工学の分野で貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。