

Title	III-V化合物半導体超薄膜のRHEED制御を用いたMBE成長とラマン分光評価に関する研究
Author(s)	岩井, 嘉男
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38447">https://hdl.handle.net/11094/38447</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">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 岩 井 嘉 男

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 3 0 5 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 4 年 4 月 24 日

学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当

学 位 論 文 名 III-V 化 合 物 半 導 体 超 薄 膜 の RHEED 制 御 を 用 いた  
MBE 成 長 と ラ マ ン 分 光 評 価 に 関 す る 研 究論 文 審 査 委 員 (主査)  
教 授 濱 口 智 尋

教 授 西 原 浩 教 授 吉 野 勝 美 教 授 尾 浦 憲 治 郎

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、III-V化合物半導体超薄膜の RHEED 制御を用いた MBE 成長とラマン分光評価に関する研究の成果をまとめたものである。本論文は、6章より構成されている。

第1章では、バンド工学に基づく新機能デバイス実現のため MBE 成長の原子層制御とラマン分光による評価の必要性について述べ、本論文の位置づけを行っている。

第2章では、III族元素が異なる種々のヘテロ接合を RHEED 技術を用いて MBE 成長し、ヘテロ界面の制御性について検討している。その結果、ヘテロ界面が原子尺度で制御できることを確認している。

第3章では、これまで組成制御が難づかしいとされていた GaAsSb 混晶の MBE 成長について検討している。種々の基板温度を設定し、その温度における Sb と As の付着係数比から、V族元素の供給量を決定すれば、容易に再現性の良い混晶膜が得られることを明らかにしている。つぎに、V族元素の入れ替わる種々のヘテロ接合における界面の混晶化の改善策を検討している。その結果、成長中断の時間を長くし、かつ成長温度を低くすることによって混晶化が抑制できることが明らかにしている。また、成長中断時の半導体の表面反応について検討し、安定に成長できる条件を RHEED 制御とラマン分光の評価より決定している。その結果、GaSb/GaAs 量子井戸や GaSb/AlSb/InAs ポリタイプヘテロ構造の界面が原子尺度で急峻となることを明らかにした。

第4章では、積層構造における界面の混晶組成が、ラマン散乱強度と入射光の侵入深さとの関係より同定できる方法を提案した。異なる温度で成長した GaSb/AlSb/GaAs ヘテロ構造におけるラマン散乱強度の解析より、意図しない超薄膜構造の混晶組成が同定できることを明らかにしている。

第5章では、単原子層制御により成長した種々の超格子構造を評価するため、その界面の微細構造を反映したラマンスペクトルを調べている。界面の原子結合を制御した InAs/AlSb 超格子では、閉じ込め LO フォノンならびに折り返し LA フォノンが観測できたのに加えて、界面の原子結合の違いを示す新しい信号を、それぞれの超格子において初めて観測している。

第6章では、以上述べた MBE 成長と種々のヘテロ構造の評価について、得られた本論文の成果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

半導体ヘテロ構造は新しい物性を有し、それが種々の新機能素子に利用できることから広く注目を集めている。しかし、V族元素が異なる半導体ヘテロ構造については、これまで研究報告も少なく、急峻なヘテロ界面を得る成長方法も確立されていない。本論文は、タイプIIヘテロ構造のMBE成長と新しい物性に注目して行った研究の成果をまとめたもので、主な成果を要約すると以下のとおりである。

- (1) MBE成長表面からのRHEED信号を解析し、AsやSbのV族分子線と種々の半導体との表面反応の機構を解明し、原子尺度で急峻なInAs/AlSbヘテロ界面を得る方法を見い出している。
- (2) ラマン散乱光の強度とスペクトルの解析から、GaAsSb混晶の組成比ならびにヘテロ界面の急峻性について新しい知見を得ている。
- (3) 異なる温度で成長したGaSb/AlSb/GaAsヘテロ構造におけるラマン散乱強度の解析より、積層構造の混晶組成を求める方法を見い出している。
- (4) InAs/AlSb超格子において、LAフォノンの折り返しモードおよび原子結合を反映した界面フォノンを初めて観測し、タイプIIヘテロ構造の物性を明らかにしている。

以上のように本論文はタイプIIヘテロ構造のMBE成長法の確立と新しい物性の解明を行ったもので、半導体工学ならびに新機能素子開発の発展に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。