

Title	Study on growth and characterization of GaP/AlP short period superlattices and their application to green visible optical devices
Author(s)	金, 俊弘
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39759
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/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	金 俊 弘
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 12516 号
学位授与年月日	平成 8 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電磁エネルギー工学専攻
学位論文名	Study on growth and characterization of GaP/AIP short period superlattices and their application to green visible optical devices (GaP/AIP 短周期超格子の成長と評価及びその緑色可視光素子への応用に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 権田 俊一 教授 西川 雅弘 教授 岡田 成文 教授 桂 正弘 教授 青木 亮三 教授 中井 貞雄 教授 中塚 正大 教授 井澤 靖和 教授 三間 罔興 教授 西原 功修

論文内容の要旨

本論文は、GaP/AIP 短周期超格子の成長と評価及びその緑色可視光素子への応用に関する研究の成果をまとめたもので、以下 6 章から構成されている。

第 1 章では、本研究の背景及び目的について述べると共に、本論文の構成を示している。

第 2 章では、本研究の基本的な実験の原理及び背景、実験装置、実験方法等について述べている。

第 3 章では、 $(\text{GaP})_m(\text{AlP})_n$ の短周期超格子の成長のガスソース MBE 法による試みと評価について述べている。原子層レベルでの制御、間接遷移から直接遷移型への変換、緑色から黄色の波長域での発光が可能であることを実証している。ガスソース MEE (migration enhanced epitaxy) 法を AlP 層の成長に導入することにより、GaP/AIP の超格子の界面の平坦性が改善されることをラマン散乱分光、フォトルミネッセンス測定により明らかにしている。GaP/AIP 超格子の成長温度依存性を調べ、光学的性質が適切な成長温度 (640°C) により改善されることを明らかにしている。

第 4 章では、変調超格子構造の提案と作製を行い、その評価について述べている。 $(\text{GaP})_m(\text{AlP})_n$ の超格子の周期に、さらに周期変調 $\{(\text{GaP})_{m_1}(\text{AlP})_{n_1}(\text{GaP})_{m_2}(\text{AlP})_{n_2}, m=m_1+m_2, n=n_1+n_2, m_1 \geq m_2, n_1 \geq n_2\}$ を加えることにより、発光遷移確率が向上することを示している。また、変調超格子における発光波長の変調周期依存性を調べ、変調周期中のもっとも広い周期によって超格子の発光波長が決定されることを明らかにしている。

第 5 章では、GaP/AIP 超格子を活性層とする発光ダイオード (LED) をガスソース MBE 法で試作し評価している。Be-doped GaP 層のガスソース MBE 成長により、素子への応用可能な高キャリア濃度を持つ p-type GaP 層が得られることを示している。室温で LED からの発光が得られることを示し、その起源を確認するため、エレクトロルミネッセンスの測定温度依存性を調べて、室温での発光が GaP/AIP 超格子の活性層からの near band-to-band 遷移であることを明らかにしている。これらの結果から GaP/AIP 超格子の緑色可視光素子への応用可能性を示している。

第 6 章では、本研究の総括として、前章までに得られた研究成果をまとめて述べている。

論文審査の結果の要旨

新しい光半導体材料の開発にあたっては、新しい材料構造のアイデアとそれを正確につくる結晶成長技術が重要な役割を演ずる。本論文は原子レベルで層厚制御が可能な分子線エピタキシー法 (MBE) を用いて GaP/AIP 短周期超格子を作製し、特性を調べて光素子への応用を試みた研究の結果をまとめたものであり、その主な結果を要約すると次の通りである。

- (1) 電子帯構造が間接遷移型で単独では発光効率のきわめて低い GaP, AIP を用い、それぞれが m 原子層, n 原子層からなる短周期超格子 $(\text{GaP})_m(\text{AIP})_n$ をガスソース MBE 法で成長し、この試料の発光特性, 光吸収反射を調べて、緑黄色波長域での発光, 超格子構造の制御, 電子帯構造の変換が可能なことを明らかにしている。さらに GaP/AIP 超格子の成長温度依存性を調べ、適切な成長温度を選ぶことにより、発光特性がより改善されることを示している。
 - (2) AIP 層の成長に Al 原子と P 原子を交互に供給するガスソース migration enhanced epitaxy (MEE) 法を用いると、GaP/AIP 超格子の界面の平坦性が改善されることをラマン散乱分光, フォトルミネッセンス測定により明らかにしている。
 - (3) $(\text{GaP})_m(\text{AIP})_n$ 超格子の周期にさらに周期変調を加え、 $(\text{GaP})_{m1}(\text{AIP})_{n1}(\text{GaP})_{m2}(\text{AIP})_{n2}$ とした変調超格子を提案し、実際にガスソース MBE 法でこれを作製して評価を行い、発光特性が改善されることを示している。変調超格子の発光波長の変調周期依存性を調べ、変調周期中のもっとも広い周期によって超格子の発光波長が決定されることを明らかにし、この物理的原因について考察している。
 - (4) GaP/AIP 超格子を活性層とする発光ダイオード構造をガスソース MBE 法で成長し、素子を作製して評価を行っている。このため必要となる p-type GaP を得るため、Be ドープをガスソース MBE 法で試み、素子への応用が可能な従来より高濃度の p-type GaP 層を得ることに成功している。室温で素子からの発光が得られることを示し、発光の起源が GaP/AIP 超格子の活性層からの near band-to-band 遷移であることを明らかにしている。
- 以上のように、本論文は、発光効率の低い半導体材料を超格子という構造をもつ材料にすることによって発光効率の高い材料を得ることを目的とし、新しい変調構造の提案、正確な構造作製技術の開発、及び実際の材料作製と光素子への応用を試み、この材料構造での光素子実現の可能性を示したもので、電子材料工学および光素子工学に寄与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。