



Title	III－V族化合物半導体の光学的性質と量子井戸レーザへの応用に関する研究
Author(s)	湯浅, 図南雄
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36559
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・（本籍）	湯 浅 図 南 雄
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8 5 3 0 号
学位授与の日付	平成元年3月15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	Ⅲ－Ⅴ族化合物半導体の光学的性質と 量子井戸レーザへの応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 三石 明善 教授 志水 隆一 教授 興地 斐男 教授 一岡 芳樹

論文内容の要旨

Ⅲ－Ⅴ族化合物半導体デバイスは、高速、あるいは高発光効率という利点を生かして、情報処理、通信システムの主要デバイスとして広く用いられている。近年では超薄膜気相成長技術の進歩を背景に、さらに高度な機能を持つ光電子集積回路の実現が期待されている。本論文は、高性能光電子集積回路を実現すべく、その重要課題である結晶評価技術、および半導体レーザの集積化について行ってきた研究の成果をまとめたもので以下に示す6章から成っている。

第1章では、Ⅲ－Ⅴ族化合物半導体の研究の歴史的背景をデバイスを中心に記述し、光電子集積回路が要請されるに至った経緯を述べ、光電子集積回路実現のための課題を示し、本研究の目的と概要について述べている。

第2章では、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 結晶のラマン散乱の実験的および理論的研究結果について述べている。プラズモンと縦光学（LO）フォノンの結合による3つのラマンモードを新たに見出し、これ等のラマンモードのピーク振動数のキャリア濃度依存性を利用して、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 結晶のキャリア濃度評価が室温、非破壊でできることを明らかにしている。

第3章では、変調ドープGaAs/AlGaAs 多重量子井戸（MQW）構造結晶のラマン散乱についての実験的研究結果について述べている。量子井戸中の2次元電子プラズモンとLOフォノンとの結合によるラマン散乱を室温で観測し、この結果を利用して、変調ドープMQW構造における障壁層から量子井戸層への電子の移動、障壁層の厚さと量子井戸層中の電子の性質との関係を明らかにしている。

第4章では、MQWレーザの高性能化、特に横モード制御の方法を示している。分子線エピタキシー法による溝付基板上の成長層の形状を詳細に調べ、その特徴を利用して、作製が容易な横モード制御構造を

提案し、その効果を実証している。

第5章では、ドライエッチングによる端面形成法を用いて作製した集積可能な高性能エッチング共振器MQWレーザについての研究結果を述べている。反応性イオンビームエッチング法を利用することによって、高品質端面を有する高性能エッチング共振器MQWレーザを実現し、さらに短共振器化することによって、高速動作が可能であることを示し、エッチング短共振器MQWレーザが光電子集積回路の光源として有用であることを明らかにしている。

第6章では、本研究で得られた成果を総括し、結論としている。

論文の審査結果の要旨

本論文は、将来の光電子集積回路の実現のための要素材料であるⅢ－Ⅴ族化合物半導体積層結晶の光学的性質を明らかにし、その特性を結晶評価に応用するとともに、集積可能な高性能半導体レーザを実現するために行った研究をまとめたもので、主な成果は次のようなものである。

- (1) 従来研究の殆ど行われていなかったp型GaAs、nおよびp型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ のプラズモン－LOフォノン結合モードをラマン散乱で詳細に測定するとともに、さらに結合モードの振動数とキャリア濃度の関係を誘電応答関数を用いて計算し、実験値とのよい一致を得ている。また、ラマン散乱で評価できるキャリア濃度の限界を明らかにしている。
- (2) 量子井戸に選択ドーピングしたGaAs/ $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 多重量子井戸(MQW)構造結晶のプラズモン－LOフォノン結合モードによるラマン散乱の量子井戸厚、障壁層厚および電子濃度依存性を詳細に測定し、ラマン散乱分光法がGaAs/ $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 量子井戸中の2次元電子ガスの簡単な評価方法として非常に有効であることを示している。
- (3) 近接した $\langle 110 \rangle$ 方向に沿う一対の溝を有する (001) 面GaAs基板上へのMBE成長層の特性を詳細に調べ、その結果を利用して、PGS(Pair-Groove-Substrate)構造と名付けた、横モード制御のための導波路を有し、MQW層を活性層とするAlGaAsダブルヘテロレーザを一回の成長で作製している。このPGS-MQWレーザは低閾値で動作し、かつメサ幅を $2\mu\text{m}$ 以下に制御することによって、安定した基本横モードで動作することを明らかにしている。
- (4) PGS-MQWレーザの端面を塩素プラズマ反応性イオンビームエッチング法を用いて形成することにより、劈開共振器レーザと遜色のないエッチング共振器レーザを作製している。さらに、この短共振器化レーザは低閾値で単一モード発振し、高速動作と集積化が可能であることを示している。

以上のように、本論文はラマン分光法によるGaAs/ $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 結晶のキャリア濃度評価あるいは2次元電子ガスの特性評価の方法を明らかにするとともに、MBE成長に固有な成長形態と反応性イオンビームエッチングによる高品質端面形成法を用いて、集積可能な高性能エッチング共振器MQWレーザを作製したもので、光エレクトロニクスの分野に寄与するところが大である。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。