

Title	低しきい値, 基本横モード発振 InGaAsP/InP ($\lambda=1.3\mu\text{m}$) 半導体レーザの開発に関する研究
Author(s)	大村, 悦司
Citation	大阪大学, 1985, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/34899
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・(本籍)	おおむらえつじ 大村悦司
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 6729 号
学位授与の日付	昭和 60 年 3 月 4 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	低しきい値, 基本横モード発振 InGaAsP/InP ($\lambda = 1.3 \mu\text{m}$) 半導体レーザの開発に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 塙 輝雄 教授 小山 次郎 教授 西原 浩

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、長距離大容量の光ファイバ通信用光源としてふさわしい波長 $1.3 \mu\text{m}$ を発振する InGaAsP/InP 半導体レーザの低しきい値、横モードの安定化、高速応答化および長寿命化等に関する研究をまとめたもので、7 章から成っている。

第 1 章では、研究開始までの関連分野の研究概要を述べ、本論文の地位を明確にするとともに本研究が対象とする問題点の所在を明らかにし、本研究の動機と目的を述べている。

第 2 章では、半導体レーザを誘電体導波路とみなすこれまでのモデルについて概説し、このモデルを活性領域の厚みに分布がある埋め込み形レーザに適用している。適用に際し、新しく「有効閉じ込め係数」の概念を導入し、これと発振しきい値電流の間に成立する関係式を導出している。この関係式によって半導体レーザの特性を決定する上で、重要なパラメータである利得定数を求め得ることが示されている。

第 3 章では、半導体レーザの基本構造であるストライプ形レーザを試作し横モードの安定性およびしきい値電流のストライプ幅依存性を明らかにしている。その結果、このタイプの半導体レーザでは、横モードを充分安定させ、かつ低しきい値電流を実現することは困難であることが示されている。

第 4 章では、新しく、活性領域の形状が三日月形である埋め込み形レーザ (Buried Crescent, 略して BC) を試作し、低しきい値電流および基本横モード発振を実現し得ることを示している。また、第 2 章で展開した発振モード理論を、この BC レーザに適用し高次横モードのカットオフ条件を明らかにしている。

第 5 章では、低しきい値および安定した基本横モード発振を得るという 2 つの重要な観点から、BC

レーザの活性領域の寸法を最適化する問題について論じている。なお、最適設計に基づいて製作されたBCレーザは、上述の2つの性能を充分満足するとともに、高温下での連続発振、および高遮断周波数を実現していることが示されている。

第6章では、BCレーザの高温動作時に見られる劣化場所を解明し、周囲温度70℃において、推定寿命10万時間を有するレーザを実現したことを述べている。

第7章では、第2章から第6章で得られた結果の要約をおこなっている。

論文の審査結果の要旨

InGaAsP/InP半導体レーザは石英ファイバーの低損失波長領域1.3 μm に適合するものであるが、初期の素子はレーザ発振の電流しきい値が高いためジュール発熱による温度上昇が大きく、使用温度や寿命の点で難点があり、低しきい値化が強く望まれていた。またレーザ光をファイバーに効率良く結合するには安定な基本横モード発振も要求される。本論文はこれらの要求を満たす高性能な実用素子を作成するため行った研究をまとめたもので、主な成果は以下の通りである。

- (1) 半導体レーザの基本構造であるストライプ型では低しきい値と安定な横モードとを両立させることは不可能であることを見出し、活性層を埋込む型の必然性を明らかにしている。
- (2) 埋込み型を作製する際、従来知られている方法とは逆に、基板上にストライプ状の溝を作り、その中に活性層を成長させて埋込む製法を提案し電流しきい値を従来の埋込み型より大巾に低下させ同時に高次モードの発振をも抑制し得ることを見出している。このような性能向上は溝の方向を基板として用いるInPの(100)面上の[011]方位にとったときに限って得られ、([01 $\bar{1}$])方向は不可)、活性層の断面は三日月型となることを発見し、BCレーザ(BCはBuried Crescentの略)と名付けている。
- (3) Andersonのモデルを基本にして、新たに“有効閉じ込め係数”の概念を導入し、これと発振のしきい値電流との関係式を得、この式を用いて、レーザの特性を決定する上で重要な利得定数を見出し、BCレーザの最適化設計を達成している。
- (4) 埋込み型レーザに共通する劣化モードを新しく開発した手法を用いて解明し、BCレーザの長寿命化(70℃における推定寿命10万時間)を達成している。

以上のように本論文は新しい構造の高性能半導体レーザを実現し、光通信に大きな寄与をするとともに、新しい解析方法や知見を与えて居り、電子工学に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。