The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	通信用半導体レーザの高性能化に関する研究
Author(s)	稲葉, 雄一
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/318
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名　稲葉雄一（いなばゆういち）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　２１６０９　号

学位授与年月日　平成 19 年 9 月 26 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　**通信用半導体レーザの高性能化に関する研究**

論文審査委員　（主査）
教　授　杉野　　隆

（副査）
教　授　伊藤　利道　　教　授　森　　勇介　　教　授　片山　光浩
教　授　尾崎　雅則　　教　授　栖原　敏明　　教　授　近藤　正彦
教　授　谷口　研二　　教　授　森田　清三　　教　授　八木　哲也

論文内容の要旨

本論文は、高速・大容量通信を可能とする光ファイバ通信に用いられる半導体レーザの高性能化を目的としたデバイス設計、プロセス開発を行った研究成果をまとめたものである。主な成果は以下の通りである。

第１章は序章であり、本論文に関する研究分野について概観し、本研究の意義と目的を明らかにした。

第２章では、光通信用半導体レーザの基本的なデバイス構造と作製プロセスに関して説明を行った。さらに、半導体レーザの性能を決定する上で活性層構造が非常に重要であることから、ベースとなる量子井戸活性層の構成に関してこれまでの技術的内容を説明した。

第３章では、ファイバツーザホーム（FTTH）システムの音声、データ伝送用半導体レーザとして必要不可欠となる光ファイバとの直接結合を可能とするために、新規提案したテーパー状の活性層を導入したテーパー活性ストライプ型半導体レーザに関する研究成果を報告した。レーザ特性を決定する活性層構造依存性、テーパー角度依存性のデバイス検証を行い、狭放射角特性かつ高光出力特性を両立するデバイス構造の設計指針を明確にした。この設計手法を用いて 1.3μm 帯半導体レーザで 12 度の狭放射角特性（従来の 1/3）を実現するとともに 85 度での高温において世界最高光出力を実証した。

第４章では、FTTH システムの映像伝送用レーザとして必要不可欠となるスペクトル線幅の狭窄化に向け、分布帰還型半導体（DFB）レーザにおける低結合係数化の必要性を明確にした。低結合係数化の実現に向け、従来の回折格子形成プロセスおよびデバイス性能上の課題を明らかにした。安定した低結合係数化を可能とする新規埋め込み回折格子技術に関するプロセス手法とデバイス設計についての研究成果を述べた。さらにこの技術を用いてレーザデバイスを作製し、従来の 1/100 以下である 63 kHz の最小スペクトル線幅特性を実現した。

第５章では、DFB レーザの狭スペクトル線幅化の応用技術として、外部変調システム用 DFB レーザの高出力化に関する研究成果を説明した。高光出力時における単一モード性の向上には、低結合係数を均一性、制御性よく実現する必要があり、埋め込み回折格子構造が上記解決手段の一つであることを明らかにした。さらにこの技術を用いてレーザデバイスを作製し、1.55μm 帯（1.3μm 帯）において、それぞれ光出力 180 mW（230 mW）までの単一モード特性を確認し、1.55μm 帯、1.3μm 帯ともに世界最高の光出力特性を実現した。

第６章は結論であり、研究全体の総括を行った。

論文審査の結果の要旨

本論文は、筆者が松下電器産業株式会社において実施した、高速・大容量通信を可能とする光ファイバ通信に用いられる半導体レーザの高性能化を目的としたデバイス設計、プロセス開発を行った研究成果をまとめたものである。主な成果は以下の通りである。

第１章は序章であり、本論文に関する研究分野について概観し、本研究の意義と目的を明らかにしている。

第２章では、光通信用半導体レーザの基本的なデバイス構造と作製プロセスに関して説明を行い、さらに、半導体レーザの性能を決定する上で活性層構造が非常に重要であることから、ベースとなる量子井戸活性層の構成に関してこれまでの技術的内容を報告している。

第３章では、ファイバツーザホーム（FTTH）システムの音声、データ伝送用半導体レーザとして必要不可欠となる光ファイバとの直接結合を可能とするために、新規提案したテーパー状の活性層を導入したテーパー活性ストライプ型半導体レーザに関する研究成果を報告している。レーザ特性を決定する活性層構造依存性、テーパー角度依存性のデバイス検証を行い、狭放射角特性かつ高光出力特性を両立するデバイス構造の設計指針を明確にするとともに、これらの設計手法を用いて 1.3μm 帯半導体レーザにおいて 12 度の狭放射角特性（従来の 1/3）を有するとともに 85 度での高温における世界最高光出力を実証している。

第４章では、FTTH システムの映像伝送用レーザとして必要不可欠となるスペクトル線幅の狭窄化に向け、分布帰還形半導体（DFB）レーザにおける低結合係数化の必要性を明確にしている。さらに、低結合係数化の実現に向け、従来の回折格子形成技術に関するプロセスおよびデバイス性能上の課題を明らかにし、安定した低結合係数化を可能とする新規埋め込み回折格子技術に関するプロセス手法、デバイス設計に関する研究成果を述べている。さらにこの技術を用いてレーザデバイスを作製し、従来の 1/100 以下である 63 kHz の最小スペクトル線幅特性を示している。

第５章では、DFB レーザの狭スペクトル線幅化の応用技術として、外部変調システム用 DFB レーザの高出力化に関する研究成果を述べている。高光出力時における単一モード性の向上には、低結合係数を均一性、制御性よく実現する必要性があり、埋め込み回折格子構造が上記解決手段の一つであることを明らかにしている。さらに、この技術を用いてレーザデバイスを作製し、1.55μm 帯（1.3μm 帯）において、それぞれ光出力 180 mW（230 mW）までの単一モード特性を確認し、1.55μm 帯、1.3μm 帯ともに世界最高光出力を実証している。

以上のように、本論文は、高速・大容量通信を実現可能とする光ファイバ通信（FTTH）システム用半導体レーザの狭放射角化、狭スペクトル線幅化等の高機能性を実現するために優位性のあるデバイス構造の提案および優れたデバイス性能実証を行っており、広く光通信分野における基盤技術を構築したと言える。また、半導体レーザの高性能化設計に関しては、光通信用レーザのみならず情報記録用可視光レーザなどのレーザ設計技術全体の進展においても重要な知見を与えるものであり、電気電子情報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。