

Title	半導体レーザ増幅器に関する研究
Author(s)	向井, 孝彰
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2141
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	むか 向	い 井	たか 孝	あき 彰
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8424	号	
学位授与の日付	昭和63年12月26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	半導体レーザー増幅器に関する研究			
論文審査委員	(主査)			
	教	授	西原	浩
	(副査)			
	教	授	浜口	智尋
	教	授	裏	克己

論文内容の要旨

本論文は半導体レーザー増幅器に関する研究の成果をまとめたものであり、10章から構成されている。第1章は序論であり、光伝送系における半導体レーザー増幅器の役割と従来の研究経過を概説し、本研究の位置づけと目的・課題について述べている。

第2章では、従来、光発振器として用いられてきた半導体レーザーを、光の直接増幅器として動作させる場合の基本特性である小信号利得、利得飽和、雑音に対する理論解析の手法を示し、4章以降でその動作機構を議論するための基本式の導出を行っている。

第3章では、 $0.8\mu\text{m}$ 帯 GaAs ならびに $1.5\mu\text{m}$ 帯 InGaAsP 半導体増幅媒質の材料定数を利得の理論計算から求めると共に、光増幅器の構造定数を導波路解析から明らかにしている。さらに、進行波形増幅器を実現するために不可欠な半導体レーザー端面への反射防止膜の最適設計条件の理論解析結果と、これに基づいて作製した反射防止膜の性能を示し、 $1.5\mu\text{m}$ 帯の進行波形光増幅器を初めて実現している。

共振形と進行波形の半導体レーザー増幅器を用いて、第4章では小信号利得のバイアス依存性、帯域特性、信号光偏波面依存性を、第5章では1光波入力光に対する信号利得の飽和特性を、第6章では2波長共通増幅時の利得飽和特性を、第7章では信号光-自然放出光間ビート雑音に対する雑音指数と自然放出光間ビート雑音の信号利得依存性を、各々、実験により初めて定量的に明らかにしている。さらに、第4章から第7章を通じて、増幅器の材料定数と構造定数に基づいて半導体レーザー増幅器の理論解析を行い、その動作機構を解明すると共に、材料定数・構造定数と素子基本特性との関係を明らかにしている。

第8章では、以上の結果をまとめ、高利得・広帯域・高出力・低雑音の半導体光増幅器を実現するた

めの設計指針を、材料設計・構造設計の観点から明らかにしている。

第9章では、光直接増幅伝送系のベースバンドS/Nを増幅器の雑音パラメータを用いて定式化している。さらに、GaAs増幅器を用いた光前置増幅検波伝送実験、2中継の光直接増幅伝送実験により、最小受光感度の改善と再生中継利得の増加を確認し、光伝送系における半導体レーザ増幅器の有用性を世界に先駆けて実証している。

第10章は結論であり、本研究の成果を総括して述べている。

論文の審査結果の要旨

本論文は、半導体レーザ増幅器の基本特性および光伝送への適用の可能性を明らかにすることを目的としてなされた研究をまとめたものであり、その研究成果の主なものをあげれば次の通りである。

- (1) 0.8 μ m帯のGaAsおよび1.5 μ m帯のInGaAsP半導体レーザ増幅器の小信号利得、利得飽和、雑音などの基本特性とその動作機構を理論的、実験的に初めて明らかにしている。
- (2) 共振形および進行波形の増幅器で25~33dBの小信号利得を実現し、半導体レーザ増幅器が、将来の応用を考える上でも十分な信号利得を持つことを示している。
- (3) 飽和出力値は、共振形の場合には-14~-5dBmであるのに対して、進行波形の場合には+7dBmとなり、前者に比べて大幅に向上することを明らかにしている。
- (4) 光増幅器にとって本質的な雑音である信号光-自然放出光間のビート雑音を理論と実験により初めて定量的に明らかにし、5.2dBの低雑音指数を進行波形レーザ増幅器で実現している。

以上のように本論文は半導体レーザ増幅器の基本特性の全貌を初めて明らかにしたものであり、光通信における光増幅伝送系の設計に必要な実際の知見をも与えており、光電子工学に対して、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。