The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	DFBレーザの高性能化とそのプロセス技術に関する研究
Author(s)	杉本, 博司
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39498
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

【 25 】

氏　　名	杉（すぎ）　本（もと）　博（ひろ）　司（し）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学 位 記 番 号	第　12014　号
学位授与年月日	平成7年5月18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	DFBレーザの高性能化とそのプロセス技術に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授　浜川　圭弘 (副査) 教 授　蒲生　健次　　教 授　小林　哲郎　　教 授　奥山　雅則 教 授　井筒　雅之

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は，DFB（Distributed Feedback：分布帰還型）レーザの高性能化と，これを実現するためのプロセス技術に関する研究の成果をまとめたもので，6章から成っている。

第1章は緒言であり，まず，情報化社会とその主役である光通信におけるDFB半導体レーザの重要性について概説し，本研究の動機，背景，ならびに目的について述べている。

第2章では，新しく提案する回折格子の作製方法および，これにより試作した4分の1波長位相シフト回折格子，並びに，短周期（120nm）回折格子について述べている。シリコン酸化膜を用いて形成する反転エッチングマスクを活用した，新しい4分の1波長シフト回折格子の作製方法を提案し，再現性良く良好で均一な形状を持つ回折格子の設計ならびに製造技術を確立した。

第3章では，回折格子の加工における形状の精度，制御性，再現性の向上を目的にInP回折格子をドライエッチングを用いて形成した結果を述べている。まず，長波長帯光通信用材料のInP系化合物半導体のドライエッチング方法として，最も注目されている炭化水素と水素の混合ガスを用いたRIE（Reactive Ion Etching：反応性イオンエッチング）の特徴を，実験結果と共にまとめている。さらに，その結果をもとに，深い溝を持つ回折格子および短周期回折格子の試作に成功した。

第4章では，半導体レーザ用のリッジメサ構造の加工を目的に行ったドライエッチング技術の研究結果を示している。従来のエタン，水素ガスRIEに酸素を添加することにより，エッチング底面の荒れが改善され，サイドエッチングが抑制されることを示している。次に，4重極質量分析によるエッチング中のガスの分析結果から，酸素を添加した場合の底面の荒れの改善機構を考察している。酸素添加により重合化しやすい炭化水素成分が，減少したことを明らかにしている。この結果，1μm幅の微細なリッジ構造を，0.1μm以下の精度で，再現性良く作製することができた。湿式エッチングに比べ，活性領域幅の加工精度の向上と微細化が可能になり，閾値電流の低減，DFBレーザの発振波長の制御性が向上し，高性能な半導体レーザを，再現性，均一性良く，高い歩留まりで作製できることを実証した。

第5章では，第2章に示した4分の1波長位相シフト回折格子を用いた，試作レーザの特性評価の結果を示している。

4分の1波長シフトの効果により発振モードの隣接モード抑圧比が，改善された結果を示している。また，第3章に述べたRIE によって作製した回折格子を用い，矩形形状の制御性の高い回折格子を持ったDFB レーザを試作し，評価した結果を述べている。最後に，酸素を添加したRIE 技術をリッジメサ構造の形成に適用した結果を示している。RIE 技術を用い，リッジ幅を微細化することにより，閾値電流の低減，効率の向上が実現できた結果を述べている。本論文の提案するRIE 技術が，実用化レベルの素子作製に適用可能であることを実証し，技術を確立した。

第6章では，DFB レーザの作製において最も重要な加工技術の一つである回折格子作製方法，およびRIE 技術と，その技術を応用した半導体レーザの製造をめぐる一連の研究成果を総括した。

論文審査の結果の要旨

半導体レーザは，近年急速に広がりつつある光エレクトロニクス応用技術を支える中核的デバイスの一つであり，利用分野の広がりに伴って，ますます高度な特性が求められるようになってきた。特に，光の持つ高周波性，短波長性を活用する上から，より波長精度の高い高性能半導体レーザの実用化が，強く望まれるところである。さまざまな半導体レーザが考案され，鋭意研究が進められているが，なかでもDFB（分布帰還型）レーザは，波長制御性の良い高性能半導体レーザを実現する上で，最も重要なデバイス技術の一つとして脚光を浴び，研究開発が進められている。本研究は，高性能DFB レーザを実現する上で不可欠となる，化合物半導体の加工技術に関して，安定で高精度な4分の1波長位相シフト回折格子作成法の提案とその作成技術の開発，および面精度の高い微細3次元構造を実現する観点からドライエッチング技術の確立を目的として行われた一連の研究の成果をまとめたものである。

本論文では，まず4分の1波長位相シフト回折格子がDFB レーザの単一波長性の向上に必須であることを説明し，ECR－CVD 法により形成したシリコン窒化膜を用いた，新しい位相シフト格子作成法を提案している。複雑な干渉露光を必要とせず，ウエハ工程によって再現性良く高精度回折格子を作成することに成功した。2種の作成法を検討し，どちらによっても均一で形状のそろった回折格子が得られた。また，この技術を倍周期格子の作成に応用し，短波長DFB レーザのための1次回折格子として，欠陥のない周期120nm の回折格子を実現した。

高性能な半導体レーザの実現には，加工プロセスのドライ化がきわめて重要である。本研究では，長波長帯レーザに使用されるInP 系材料のドライエッチングプロセスを，同位体を用いた質量分析などにより詳細に検討し，エタンガスに水素を添加したRIE によって，良質の回折格子が作成できることを初めて明らかにした。湿式プロセスでは実現不可能な，アスペクト比4（周期240nm）の回折格子や，周期135nm の高アスペクト比格子の作成に成功している。また，光閉じ込めおよび電流狭窄のために用いられるリッジメサ構造の微細化，高精度化を，ドライエッチング技術により実現した。幅1μm，高さ7μmの微細なリッジ構造を0.1 μm以下の精度で，再現性良く作成した。水素添加により，サイドエッチングが従来の25分の1程度となり，面の荒れも50nm以下に抑制された。

最後に上記したこれらの研究成果を基礎として，半導体レーザを作製し特性を評価した結果について述べている。

以上述べたように，本研究は光情報処理ならびに光通信工学の進歩に貢献するところ多大であり，博士（工学）論文として価値あるものと認める。