

Title	複合機能微小回折光学系の開発とその応用に関する研究
Author(s)	辰巳, 賢二
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3129263
DOI	10.11501/3129263
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	辰 巳 賢 二
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 8 7 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 3 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	複 合 機 能 微 小 回 折 光 学 系 の 開 発 と そ の 応 用 に 関 す る 研 究
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授 一 岡 芳 樹 (副 査) 教 授 梅 野 正 隆 教 授 横 山 正 明 教 授 伊 東 一 良

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、回折光学素子を光ピックアップ光学系などへ適用する上での諸問題を解明して複合機能回折光学素子の設計法を確立するとともに、複数機能をもつ反射形回折光学素子を用いた光ピックアップ光学系、および、反射複合機能微小回折光学系を利用した新しい側面励起方式の高効率半導体レーザー励起固体レーザーの開発に関する研究の成果をまとめたもので、7章からなっている。

第1章では、回折光学系に関する現在までの研究動向・背景と、本研究の目的および本論文の概要について述べている。

第2章では、主光線近傍の光線追跡を用いて非球面位相項を持つ回折光学系の一般的結像特性について検討し、回折光の主光線と主光線近傍の光線が交わるための必要十分条件より、線像の結像位置、および、原点からの距離を与える解析式を新たに導出している。

第3章では、NA0.45の球面収差を除去した平板構造のマイクロゾーンプレートレンズの設計法とUVリソグラフィで作製した実験結果を示すとともに、コマ収差を除去したアプラナティック回折格子レンズについて、新しい構成法と残留コマ収差の新しい評価量を基にして設計する方法を提案している。

第4章では、光ピックアップ光学系に用いる複数機能を有する新しい反射形回折格子レンズを提案し、設計・試作および実験結果を示している。多項式展開した非球面項を含む位相関数を用い、展開係数を選ぶことにより、反射形回折格子レンズにより発生する非点光束の焦線位置、最小錯乱円の大きさ、非点隔差を制御出来ることを示している。

第5章では、複数機能を有する2分割反射形回折格子レンズを用いた波長依存性の小さなフォーカス誤差信号検出法を新しく提案するとともに、光ピックアップ光学系に適用したときの設計・試作と実験結果について述べている。

第6章では、半導体レーザー励起固体レーザーにおいて、反射形回折光学素子を用いた新しい側面励起方式を提案し、その有効性を実験により確認している。

第7章では、本研究で得られた結論を総括し、今後の課題と将来展望を述べている。

論文審査の結果の要旨

回折光学素子は、光束を収束・発散させる働きを含めた波面変換機能を薄い素子で実現できるところに最大の特長があり、従来の光学システムの大幅な簡略化や従来になかった全く新しい機能をもつ光学システムを構成することができる。製作法の進展により、屈折型光学素子や反射型光学素子と同列に論じられるレベルに達しつつある。本論文は、回折光学素子の設計法を確立するとともに、複数機能をもつ反射形回折光学素子を用いた光ピックアップ光学系、および、反射複合機能微小回折光学系を利用した新しい側面励起方式の高効率半導体レーザー励起固体レーザーの開発の研究成果をまとめたもので、その成果を要約すると次の通りである。

- (1) 主光線近傍の光線追跡を用いて非球面位相項を持つ回折光学素子結像系の一般的特性について検討し、一般に直交しない2本の線像が得られ、かつ、回折光は特殊な配置を除いて非点光束になっていることを明らかにしている。さらに、回折光の主光線と主光線近傍の光線が交わるための必要十分条件より、線像の結像位置、および、原点からの距離を与える解析式を新たに導出している。
- (2) UV リソグラフィを用いて、NA が0.45の球面収差を除去し、かつ、回折限界の集光特性を持つ平板構造のCD用光ピックアップ光学系対物用マイクロゾーンプレートレンズを作製することに成功している。このレンズの最小格子幅は $0.87\ \mu\text{m}$ で、UV リソグラフィ技術でも $1\ \mu\text{m}$ 以下のパターンが作製可能であることを実証している。
- (3) コマ収差を除去するための微小回折光学系構成法を2種類提案するとともに、正弦条件不満足量のrms値を残留コマ収差の評価パラメータとする新しい設計法を提案し、コマ収差を完全に除去することはできないが実用上問題がない程度に小さくできることを明らかにしている。
- (4) 光ピックアップ光学系の小型・軽量化と光学系の簡素化を図るため、光ピックアップに必要な複数の機能を1個の反射形回折格子レンズで実現する技術を開発し、その有用性を実証している。
- (5) 回折光学素子の座標で多項式展開した非球面項を含む位相関数の展開係数を変えることにより、反射形回折格子レンズにより発生する非点光束の焦線位置、最小錯乱円の大きさ、非点隔差が制御出来ることを計算および実験により確認している。
- (6) 複数機能を有する2分割反射形回折格子レンズを用いた光ピックアップ光学系の新しいフォーカス誤差信号の検出方式を提案し、これらの方式を用いれば従来の光学系を用いた光ピックアップと同程度の性能が得られ、かつ、波長依存性が小さくなることを実証している。
- (7) 反射複合機能微小回折光学系を応用した新しい側面励起方式の高効率半導体レーザー励起固体レーザーを実現し、微小回折光学系の新たな応用面を開拓している。

以上のように、本論文は、回折光学素子の光学特性を明らかにし、複数機能を持つ微小回折光学素子の新しい設計・製作法を確立するとともに、複数機能微小回折光学系の新たな応用面を開いており、応用光学、光工学の発展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のあるものと認める。