Osaka University Knowledge Archive

Title	非球面光学系の高機能化とその応用に関する研究
Author(s)	田中, 康弘
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41229
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 87 】

氏　　名	田　中　康　弘（たなか　やすひろ）
博士の専攻分野の名称	博　　士（工　　学）
学 位 記 番 号	第　14284　号
学位授与年月日	平成11年2月25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	**非球面光学系の高機能化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 伊東　一良

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は，回折限界の性能を必要とする光ディスク半導体レーザ光学系に非球面技術を適用した新しいレンズ設計法および評価技術に関する研究成果をまとめたものであり，8章から構成されている。

第1章では，序論として本研究の背景を示し，目的と意義を明らかにしている。

第2章では，光ディスク用対物レンズの設計の基礎となる，アプラナティック条件を満足するレンズのパワー配置を解析し，レンズの偏心に対する製造誤差の感度がレンズ後面における正弦条件に依存することを明らかにしている。

第3章では，非球面対物レンズの評価法として，集光されたスポットの強度分布からレンズの波面収差を定量的に推定する方法を提案している。コマ収差，非点収差，球面収差をそれぞれ定量的に抽出するアルゴリズムを開発し，各収差の製造誤差要因との関係を明らかにするとともに，レンズ検査法として十分な能力をもつことを示している。

第4章では，従来3枚のレンズおよびプリズム型素子により構成されていたダブルナイフエッジ法による焦点誤差検出素子を，1つに集積化したガラス成形素子で実現する方法を考案し，試作実験によりその有効性を実証している。また，光ディスク上のトラック溝を横切るときに発生する溝横断ノイズが，焦点誤差検出素子に使用するレンズを非球面化することにより抑制できることを示している。

第5章では，非点収差法を用いた焦点誤差検出素子について検討し，従来3枚の球面レンズで構成されていた光学系を，片面回転対称非球面，片面トーリック面の単レンズで達成している。同時にテレフォト光学系を採用することで，光学系全長が焦点距離の40%という小型化を実現している。

第6章では，半導体レーザの波長シフトによる焦点ずれを解消する回折・屈折ハイブリッド型の色収差補正レンズを提案しその設計例を示している。さらに，ダイヤモンドバイトの先端形状によって生じる回折素子の形状劣化を計算し，色収差補正度合いと回折効率の関係を明らかにしている。

第7章では，ディスク厚みが異なるCDとDVDを1つの対物レンズで互換再生するために，回折素子による波面分割を利用し，それぞれのディスクに最適なスポットを集光する2焦点レンズを提案し，試作実験によりその特性を評

価し実用上十分の性能が得られることを実証している。また，回折素子で発生する不要回折光による迷光を解析し，問題となる2次回折光を低減する回折素子形状を実現している。

第8章では，本研究で得られた結果を総括し，今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は回折限界の性能を必要とする光ディスク半導体レーザー光学系に非球面技術を適用した新しいレンズ設計，評価技術に関する研究成果をまとめたもので，主な成果を要約すると，次のとおりである。

(1) 光ディスク用対物レンズの設計の基礎となる，厚肉アプラナティックレンズのパワー配置を解析し，非球面レンズの最適なパワー配置を決定し，さらに偏心に対する製造誤差の感度がレンズ後面における正弦条件に依存することを明らかにしている。またその応用として有限共役型レンズの設計を行い，必要な軸外性能を確保するための屈折率，レンズ厚みの条件を明示している。

(2) 集光されたスポットの強度分布から，レンズの波面収差であるコマ収差，非点収差，球面収差を定量的に抽出するアルゴリズムを提案し，実際に光ディスク用の対物レンズの測定に応用して，平均12.8秒という高速測定が可能であることを示している。

(3) 光ヘッドの焦点誤差検出素子として機能集積型ガラス成形素子を考案し，従来3枚のレンズおよびプリズムにより構成されていた光学系を，1つの素子で実現できることを示している。また光ディスク上のトラック溝を横切るときに発生する溝横断ノイズについて解析し，非球面化により溝横断ノイズが抑制できるとともに，受光素子や検出素子の位置誤差に対しても許容度が増大することを実証している。

(4) 従来3枚の球面レンズで構成されていた焦点誤差検出方式の1つである非点収差法の光学系を，片面回転対称非球面，片面トーリック面の単レンズで実現し，テレフォト比0.4という小型化が達成できることを示している。また単レンズテレフォト光学系におけるアプラナティック条件を解析し，トーリック面の加工を考慮した片面非球面の素子において正弦条件を満足するレンズのパワー配置を示している。

(5) 光ディスクにおける半導体レーザーの波長シフトに起因する焦点シフトの問題を初めて提議し，対物レンズの色収差を狭い波長範囲におけるアッベ数を導入して定量化している。さらに超低分散ガラスを用いた単レンズは赤外域では十分な色収差補正が可能であるが，半導体レーザー光源が短波長になるにつれて，材料の分散特性から色収差補正が不足することを示している。さらに回折型レンズの非常に大きな負の分散特性を利用した，回折・屈折ハイブリッドレンズによる色収差補正レンズの設計例を示している。

(6) CCDとDVDの基材厚みの相違による互換再生の問題を解決するために，回折型レンズを非球面に一体化した2焦点レンズを提案している。またレンズの持つコマ収差を補正するためのあおり調整角度を一致させる設計検討を試み，レンズ第1面側に回折素子を一体化することで解決できることを示している。さらに回折素子で発生する不要回折光による迷光を解析し，問題となる2次回折光を低減する回折格子形状を実現している。

以上のように，本論文は，回折限界の性能を必要とする光ディスク半導体レーザ光学系に非球面技術を適用した新しいレンズ設計法および評価技術を提案し，具体的な設計・試作例を通してその有効性及び実用性を示したもので，光学および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あるものと認める。