

論文の内容の要旨

論文題目：離散的形状表現手法による高精度非球面光学素子機能シミュレーションに関する研究

氏名：森田晋也

成型により製造される現代の非球面光学素子においては、成型による形状誤差および内部屈折率の不均一という問題から、多数回の試作補正を必要としている。こうした状況を改善するには、形状誤差・内部密度の不均一を有する超高精度な非球面光学素子を計算機でシミュレーション可能な形状表現手法が必要である。そこで本研究では、頂点座標と法線から2次曲面パッチを構成可能な長田（ながた）パッチを用い、超高精度形状測定器から得られる点群からの形状回復手法および離散点群で表される屈折率分布から高速な光線追跡シミュレーション手法を新たに開発した。この結果、表面形状誤差と内部不均一を考慮した「現物」の非球面光学素子のシミュレーションが可能となり、実験結果との相関性も検証することができた。

第1章では本研究の背景、目的、本論文の構成について述べた。第2章では本章では光線追跡シミュレーションのための形状誤差を有する非球面光学素子の形状表現手法について述べ、従来の形状表現と比較した場合の長田パッチの優位性とその問題点を明らかにした。第3章では形状誤差を有する非球面光学素子の光線追跡シミュレーション手法について論じた。まず長田パッチにより非球面光学素子形状を表現した差異の精度について検証を行い、長田パッチモデルの高精度生成に必要ないくつか手法を提案しその効果について議論した。次に光線追跡計算の精度検証を行い、必要な精度を達成するために係数逆転法の提案を行い、その効果を実証した。最後に光線追跡計算の高精度化手法を提案し、その

有効性を実証した。第 4 章では、表面計測データから長田パッチモデルを生成する手法について従来手法の問題点と新規手法に求められる性質について論じ、新たな異方性圧縮 SLIM 法を提案し、その有用性について非球面レンズの実測データを用いて実証した。第 5 章では不均一な屈折率下での光線追跡手法について述べた。第 6 章では、本研究で提案されたシミュレーション手法の予測結果を「現物」の非球面光学素子の光学特性と比較を行うために、光学実験用の非球面レンズを設計・製作し、本手法の効果を実証した結果について述べた。第 7 章では、各章の内容と本研究の成果についてまとめ、本論文の結論と今後の展望を述べた。