


## 学位論文の要旨

|  |  |
|--|--|
| ふりがな<br>氏名   | ささき きよたか<br>佐々木 清隆  |
| 学位論文題目   | 高解像度・高屈折率分布をもつガラスロッドレンズアレイの信頼性に関する研究   |
| <p>1. 本研究の背景</p> <p>屈折率分布型ロッドレンズアレイはイメージセンサーや LED プリンター等に使用される光伝送部品であり、正立等倍像を結像させる事を特徴としている。近年、イメージセンサーが搭載されるスキャナーやLEDプリンターの高精細化（例えばリアル1200dpi）に伴い、屈折率分布型ロッドレンズアレイに対しても高輝度、高精細、高信頼性が要求されるようになってきた。これらの要求に応えるために、新規屈折率分布型ロッドレンズアレイの開発コンセプトとして、開口角を広げ、ファイバー径を細くし、耐熱性を向上させるなどして改善を図ってきたが、信頼性、特に光学特性劣化に関しては、現状維持の状態が続いていた。</p> <p>2. 本研究の意義・目的</p> <p>背景で述べたように、屈折率分布型ロッドレンズアレイの用途としては、書き込み系用途と読み込み系用途である。特に書き込み系用途については、開口角を広げ、一つのレンズから得られる情報量を多くする事で高解像化を目指してきた。また同じ開口角であれば、単位面積あたりに占めるロッドレンズの本数が多い方がより多くの情報を得ることが出来るため、ロッドレンズ線径の細径化を実施してきた。それゆえ、レンズ及び周辺部材に求められる要求特性はこれまで以上に厳しいものになってきている。また、近年環境問題やRoHS規制などにより有害物フリーを求められており、屈折率分布型ロッドレンズアレイにおいてもガラスやFRPに含まれる有害物の除去が急務となってきている。ところで、これらの材料を変えることは、全く異なる部材を使用する可能性も出てきたため、屈折率分布型ロッドレンズアレイとしての信頼性についても大きな変化が生じるのではないかと考えられた。</p> <p>そこで、今回、高解像特性を保ちながら高信頼性を確保できる屈折率分布型ロッドレンズアレイを開発するにあたり、光学特性劣化を引き起こす原因について追及し、改善の方向性について研究を行った。特に、高解像電子写真方式プリントヘッド用光学レンズアレイとして、さまざまな組成のロッドレンズ及びフレームや充填樹脂を用いて屈折率分布型ロッドレンズアレイを作製する際の信頼性、とりわけ複合材であるが故に生じる欠点とその改善策について研究を行い、対策の実施と工業化を行うことを本研究の意義・目的とした。</p> <p>①ガラスロッドレンズ組成ならびにロッドレンズ径から見た屈折率分布型ロッドレンズアレイの信頼性について検討を行い、光学特性の劣化率と印字品質との関係について、光学特性評価方法のひとつであるMTFを指標として評価を行った場合の低下率と許容範囲について明らかにする。</p> <p>②光学特性の劣化率と水滴状異物についての関係を明らかにし、ガラス組成から見た水滴状異物発生原因の究明、光学特性及び信頼性の改善方法についての検討を行い、また、そのために必要な、高解像を保ちながら信頼性を向上させる最適なガラス組成を見いだす。</p> |  |

- ③光学特性の劣化率と水滴状異物についての関係を明らかにし、FRP フレームから見た水滴状異物発生原因の究明と、光学特性及び信頼性の改善方法を明らかにする。
- ④光学特性の劣化率と厚膜状異物についての関係を明らかにし、ロッドレンズの構成部材である充填樹脂の諸物性について検討を行い、最適な充填樹脂を開発する。
- ⑤信頼性の向上が明らかとなった前述の材料を用い、工業的な生産方法について検討を行う。

### 3. 本研究で得られた成果

- ①信頼性試験における光学特性の劣化は、レンズ表面に形成される析出物が原因であり、この析出物はガラス中のアルカリと FRP 若しくはシリコーン樹脂中に含まれる成分との化合物であることを明らかにした。
- ②レンズ表面に形成される水滴状析出物はガラス中のアルカリと FRP 中の硬化剤がレンズ表面で化合物を形成したものであることを明らかにし、信頼性試験前のガラスの熱処理条件を変更し、あらかじめアルカリ欠乏層を増やすことで、信頼性試験後の光学特性劣化率を小さくすることが出来、信頼性が向上することを明らかにした。
- ③レンズ表面に形成される水滴状析出物はガラス中のアルカリと FRP 中の酸無水物系硬化剤がレンズ表面で化合物を形成したものであることを明らかにし、FRP の硬化剤を酸無水物系からフェノール系に変更することで信頼性試験後に析出物の形成を防ぎ、信頼性が向上することを明らかにした。
- ④レンズ表面に形成される厚膜状析出物はガラス中のアルカリとシリコーン樹脂中の低分子シロキサンがレンズ表面で化合物を形成したものであることを明らかにし、低分子シロキサンの初期含有量を少なくし、信頼性試験前に溶出させることで信頼性が向上することを明らかにした。

### 4. まとめ

高解像度・高屈折率分布型ガラスロッドレンズアレイの信頼性について研究し、原因の究明と信頼性向上のための新規材料・プロセスを見出すことが出来た。また、これらの材料・プロセスを用いた工業化を行うことが出来、新商品を立ち上げることが出来たため、本研究の意義・目的は達成されたと確信している。

以下余白

(注) 和文 2,000 字又は英文 800 語以内

続紙 有 無

## 学位論文審査結果の要旨

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 氏名  | 佐々木 清隆                               |
| 論文題目  | 高解像度・高屈折率分布をもつガラスロッドレンズアレイの信頼性に関する研究 |
| 主査  | 平田 誠                                 |
| 論文審査委員  | 宇田 泰三                                |
| 論文審査委員  | 石川 雄一                                |
| 論文審査委員  | 一二三 恵美                               |
| 論文審査委員  | 羽野 忠                                 |
| 審査結果の要旨 (1000字以内)   |                                      |
| <p>本論文は、高解像カラー用複写機やプリンターに用いられる新規屈折率分布型ロッドレンズアレイについて、構成部材であるガラス、FRP、充填樹脂について検討することにより、高信頼性を有するガラスロッドレンズアレイの開発ならびに工業製品化を実現することを目的として研究を行ったものである。</p> <p>まず、本研究の意義・目的を明確にするために、ロッドレンズの原理や用途について整理され、本論文の目的と構成が示された。</p> <p>次に、屈折率分布型ロッドレンズの信頼性評価方法を検討し、光学特性の劣化率と印字品質との関係について、光学特性評価方法のひとつである MTF を指標として評価を行い、MTF 値低下の許容範囲について明らかにした。</p> <p>続いて、無機材料であるガラスに着目した信頼性の改善方法について検討し、信頼性を低下させる異物析出がガラス由来のアルカリに起因することを明らかにするとともに、ガラスのホウ素含有量と信頼性の関係について示した。また、熱処理によるアルカリ欠乏層の形成が信頼性向上に有効であることを明らかにし、これらを考慮したロッドレンズの工業的生産方法を提案した。</p> <p>最後に、ロッドレンズアレイを構成する有機材料について検討し、フレームとなるガラスエポキシの硬化剤として酸無水物系を用いた場合は析出物がみられること、フェノール系に変更することで信頼性が向上することを明らかにした。また、充填剤であるシリコーン樹脂中のシランカップリング剤によりレンズ表面上に厚膜状析出物がみられること、シランカップリング剤の含有量を下げるとともに熱処理により残存シロキサンを溶出させることで信頼性が向上することを明らかにした。</p> <p>以上、本研究の成果は、ガラスロッドレンズアレイの信頼性を向上させる技術として工学的に有用であると認められた。</p> <p>本論文の予備審査において指摘された諸点は提出論文ですべて修正が施され、学位論文としての要件を満たしていることが認められた。また、公聴会では審査委員から組成や処理法について質問が出されたのに対し、学位申請者による適切な説明が行われた。</p> <p>以上の結果に基づき、審査委員全員一致で、学位論文として合格と判定した。</p> |                                      |