



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	正立等倍像を形成するレンズアレイの開発 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	山村, 明宏
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14428号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/81186
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Akihiro_Yamamura_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 山村 明宏

審査担当者 主 査 特任教授 西口 規彦

副 査 教 授 戸田 泰則

副 査 客員教授 岡 和彦

副 査 名誉教授 馬場 直志

学位論文題名

正立等倍像を形成するレンズアレイの開発

(Development of lens array forming erected and unit magnification image)

電子写真方式の画像形成装置においては、印刷画像に対応した電位の像である静電潜像を形成するため、一様に帯電した感光材料に印刷画像に対応した光の像を形成する必要がある。複写機における光の像の形成は、複写元となる元画像を透過あるいは反射した光線を感光材料に投影することで得られる。一方、プリンタには、印刷画像を用紙の搬送方向に分割した電子データに応じた 1 次元の光の像を得るためにレーザー光線を走査させるレーザープリンタと、印刷画像の画素に応じた LED を線状に配列しその LED の点灯を制御して光の像を得る LED プリンタとがある。レーザープリンタでは印刷画像の走査方向の中央と端部とで画素の大きさが異なってしまう印刷画像の品質が低下するのに対し、LED プリンタでは配列した LED の像を感光材料上に投影するためにレンズアレイを用い、レーザープリンタで生じる問題を回避できる。しかしながら、レンズアレイの走査方向の位置と印刷画像の走査方向の位置が常に同じ位置となるため、レンズアレイの結像特性に不均一な部分があると、その結像特性が不均一な位置と他の位置とで印刷濃度が異なるため、印刷画像ではスジや帯として視認される。本論文は、LED プリンタに用いられるレンズアレイの配列の不均一性と結像特性の関係を解析し、均一な結像特性が得られるレンズアレイを検討する。本論文は以下の 4 章で構成される。

第 1 章においてレンズアレイの光学特性と印刷画像特性について示し、本研究においてロッドレンズアレイのアライメント精度と結像特性の相関について解析する目的と、新規のレンズアレイを開発する目的を示す。さらに、LED ヘッドの光量補正に触れ、LED ヘッドでは結像特性の不均一の 1 つである発光強度の不均一を均一に修正することができるが、コントラストの不均一については修正することができないため、ロッドレンズアレイの像のコントラストの不均一を低減する必要があることを述べる。

第 2 章では従来より LED ヘッドで用いられている屈折率分布型ロッドレンズをアレイに配列したロッドレンズアレイについて、コントラストの不均一が起こる原因を明らかにする。ロッドレンズアレイのアライメント誤差によって像のコントラストがどの程度劣化するのかを明らかにするため、光線マトリクスを用いて像を形成しているロッドレンズの光線追跡を行い、ロッドレンズアレイの中でロッドレンズの位置が光軸方向にずれた場合と、ロッドレンズが傾いた場合について、それぞれ結像特性がどのように変化するかを比較し、どちらの影響が大きいかを明らかにする。また、傾いているロッドレンズを含むロッドレンズアレイによる像の強度分布より、ロッドレンズの傾き

と像のコントラストの劣化の関係を明らかにする。

第3章においてはロッドレンズアレイに変わる新規のレンズアレイとして、正立等倍像を形成するマイクロレンズアレイの検討について述べる。本方式をこれまで開発を検討してきたコリメートレンズアレイと拡大レンズアレイとプロジェクター光学系と比較し、さらに他社で検討されてきたバイナリレンズアレイとルーフミラーレンズアレイと縮小レンズアレイと比較し、本方式が優れている点と開発を進めることにした理由を示す。

本研究のレンズアレイのアライメント精度に関しては、結像側に配列されるレンズアレイのレンズが倒立拡大像を形成するため、レンズアレイのレンズの配列間隔に誤差があると、1個のレンズ対による結像の位置がずれて形成される。結像位置のずれは、レンズの配列誤差と結像側のレンズの倍率の積で表される。そのため、レンズアレイのレンズ配列間隔の精度を高くする必要があることを述べている。

第4章では本論文のまとめと将来展望について示し、従来のロッドレンズアレイにおいて、今後はロッドレンズの配列精度を高めロッドレンズアレイによる像のコントラストの不均一を低減することでLEDプリンタの印刷画質を向上させることに加え、ロッドレンズの傾きがある程度大きくてもコントラストの均一性が低下しないようなロッドレンズアレイの仕様等を検討していくことを述べている。また、新規の方式である正立等倍像を形成するマイクロレンズアレイの開発においては、LEDヘッドへの実装方法を改善し、レンズアレイの製造技術の向上や検査方法の検討によって、マイクロレンズアレイの生産技術の向上を進めていくことを述べている。

これを要するに、著者は電子写真方式のプリンターにおける光学系の適切な評価と、それによる新規光学系への新たな知見を得たことにより、この分野の技術的な発展に著しく寄与したものであり、応用物理学に対して貢献するところ大なるものがある。

よって、著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。