The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	情報機器のレーザ走査系における走査位置の高精度化に関する研究
Author(s)	安部, 文隆
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1113
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【122】

氏　　名	安　部　文　隆（あべ　ふみ　たか）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　２２０９１　号
学 位 授 与 年 月 日	平成 20 年３月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科ビジネスエンジニアリング専攻
学　位　論　文　名	**情報機器のレーザ走査系における走査位置の高精度化に関する研究**
論 文 審 査 委 員	（主査） 教　授　佐藤　武彦 （副査） 教　授　座古　　勝　　准教授　上西　啓介　　教　授　藤本　公三

論 文 内 容 の 要 旨

レーザ走査系は、レーザの進展と共に、様々な入出力機器において多用され、情報機器の発展に重要な役割を担ってきた。特に、レーザ走査系における走査位置の高精度化は、情報機器の性能を左右する重要なキーファクタである。そこで、情報機器のレーザ走査系における走査位置の高精度化に関して、以下の研究に取り組んだ。すなわち、レーザ走査系の結像光学系における収差補正、回転多面鏡の加工誤差に起因する走査歪補正と、半導体レーザ光源位置の温度変化に対する安定性向上の研究を行った。本研究によって得られた「走査位置を高精度化したレーザ走査系」を搭載した高精細レーザプリンタや大画面タッチパネルを実現し、新しい情報機器による、人に優しいヒューマンインタフェースの向上を図った。

個々の研究では、まず要因分析を行い、解析的に求めた方式による解決策を提案し、実験と装置試作による検証を行った。具体的には、光学理論による光学シミュレーションを駆使して、電子回路による制御技術、メカトロニクス技術を総合的に活用した。

まず、異なるレーザ波長に対して光学系配置を共有するため、波長依存性のない放物面鏡を使った新しい fθミラー結像光学系を考案し、走査角 30° の範囲で歪曲収差を 0.1%以下に実現できることを、実機へ搭載し印字実験によって検証した。本成果は、遠赤外域や紫外域など、適切な光学レンズ材料のない領域においても、高精度な走査・結像光学系をシンプルな構成で実現できる道を拓いた。

次に、回転多面鏡の製造誤差によって生じる走査歪について、走査光ビームの対称軸の検出法と、クロック信号周期を自動的に制御して補正できる手法を考案して、走査歪を 0.57 画素以下に補正できることを実機に搭載して検証した。

さらに、半導体レーザの発散光源に対する課題では、熱膨張係数を考慮してコリメートレンズとの位置精度を 0.1 μm 以下で保持できるように一体化した LD モジュールを提案し、多機能化の課題に対しては、走査光学系全体を回転多面鏡の筐体で一体化する小型化構造を提案し、実機により複合機能を検証した。

最後に、複数の走査光ビームの位置検出精度を高めるため、混信を防ぐ再帰性光学系とビーム整形機能を有する複合機能部品による検出光学系を提案し、タッチ位置と同時にサイズの検出を可能にした新しいタッチパネルへの応用を実現し、新しいヒューマンインタフェース機能を検証した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、情報機器の発展に大きな役割を担うレーザ走査系において、機器の性能を左右する重要な因子である走査位置の高精度化について、光学的視点、電子制御的視点、機構設計の視点から研究を重ね、新たなレーザ走査系の開発に資する知見を得ることを目的としている。

レーザ走査系の結像光学系における収差補正、回転多面鏡の加工誤差に起因する走査歪補正と、半導体レーザ光源位置の温度変化に対する安定性向上について、まず要因分析を行い、次に理論に従って解析的に求めて解決策を提案し、最終的に実験と装置試作によって特性を検証している。

さらに、これらの成果を応用して、高精細小型レーザプリンタや大画面タッチパネルで、人に優しいヒューマンインタフェースを有する新しい情報機器の実用化について記述している。

主な成果は、以下のように要約できる。

⑴異なるレーザ波長に対して光学系配置を共有するため、波長依存性のない放物面鏡を使った新しい $f\theta$ ミラー結像光学系を考案し、レーザプリンタへ搭載して印字実験によって特性を検証し、走査角±30°の範囲で歪曲収差を0.1%以下に実現できると指摘している。また、本成果は、遠赤外域や紫外域など、適切な光学レンズ材料のない波長領域においても適用できることを指摘している。

⑵回転多面鏡の製造誤差によって生じる走査歪について、走査光ビームの対称軸の検出法と、光を変調するクロック信号周期を制御して補正できる手法を考案して、レーザプリンタに搭載して印字による検証を行い、走査歪を0.57画素以下に自動的に補正できることを指摘している。

⑶半導体レーザ光源の温度変化に対する位置ずれに対しては、熱膨張係数を考慮してコリメートレンズと一体化するLDモジュールを提案し、位置変動を0.1μm以下で保持できることを指摘している。また、多機能化に対して、レーザ走査系を回転多面鏡の筐体で一体化する小型化構造を提案して、実機によりプリンタと複写機能を検証して、多機能化の実現可能性を指摘している。

⑷複数の走査光ビームの位置検出精度を高めるため、混信を防ぐ再帰性光学系とビーム整形機能を有する複合部品による検出光学系を提案し、タッチ位置と同時にサイズ検出を可能にする新しいタッチパネル応用を検証して、人に優しいヒューマンインタフェース機能の実現性を指摘している。

以上のように、本論文は、レーザ走査系における走査位置の高精度化に対して、光学的、電気制御的、機構設計の視点から、総合的に解析して提案を行い、実機で検証して、実用化展開の可能性を指摘している。ここで得られる知見は、レーザ走査系を活用する新たな情報機器を開発する上での貴重な指針となるもので、レーザ工学やオプトメカトロニクスの複合システム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。