

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4401950号
(P4401950)

(45) 発行日 平成22年1月20日(2010.1.20)

(24) 登録日 平成21年11月6日(2009.11.6)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 2 B 26/10 (2006.01)

G 0 2 B 26/10 D

G 0 2 B 13/00 (2006.01)

G 0 2 B 13/00

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 13/18

G 0 2 B 17/08 (2006.01)

G 0 2 B 17/08 A

G 0 3 G 15/04 (2006.01)

G 0 3 G 15/04

請求項の数 11 (全 44 頁)

(21) 出願番号 特願2004-364530 (P2004-364530)
 (22) 出願日 平成16年12月16日(2004.12.16)
 (65) 公開番号 特開2006-171433 (P2006-171433A)
 (43) 公開日 平成18年6月29日(2006.6.29)
 審査請求日 平成19年12月12日(2007.12.12)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 谷村 憲
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 (72) 発明者 佐藤 浩
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 (72) 発明者 下村 秀和
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光走査装置及びそれを用いた画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

波長 が 4 5 0 nm以下の光束を発する光源手段と、前記光源手段から発せられた光束を偏向手段に導光する1枚以上の入射光学素子を有する入射光学系と、前記偏向手段により偏向された光束を被走査面上に結像させる1枚以上の結像光学素子を有する結像光学系と、を具備する光走査装置において、

前記入射光学素子は、屈折光学素子又は曲面ミラーであり、前記結像光学素子は、屈折光学素子又は曲面ミラーであり、

前記結像光学系を構成する前記偏向手段側から数えて第*i*番目の結像光学素子の副走査断面内のパワーを P_i 、前記第*i*番目の結像光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の温度変化率を各々 n_i 、 dn_i/dt (1/℃)、前記結像光学系の副走査断面内のパワー、前記結像光学系の副走査断面内の倍率を各々 M_i 、 M_i' 、

前記入射光学系を構成する前記光源手段側から数えて第*i*番目の入射光学素子の副走査断面内のパワーを P_i' 、前記第*i*番目の入射光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の波長変化率を各々 n_i' 、 $dn_i'/d\lambda$ (1/nm)、前記入射光学系の副走査断面内のパワー、前記入射光学系の副走査断面内の倍率を各々 P_i'' 、 M_i'' とするとき、

【数 1】

$$\left| -\frac{1}{\phi^2}(1-\beta) \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi_i \right| \leq 0.01(mm/^\circ C)$$

$$\left| -(1-\beta') \left(\frac{\beta}{\phi'} \right)^2 \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n'_i-1} \phi'_i \right| \leq 0.2(mm)$$

なる条件を満足することを特徴とする光走査装置。

【請求項 2】

10

波長 が 450 nm 以下の光束を発する光源手段と、前記光源手段から発せられた光束を偏向手段に導光する入射光学系と、前記偏向手段により偏向された光束を被走査面上に結像させる 1 枚以上の結像光学素子を有する結像光学系と、を具備する光走査装置において、

前記結像光学素子は、屈折光学素子又は曲面ミラーであり、

前記結像光学系を構成する結像光学素子のうち少なくとも 1 つは樹脂材料より成り、

前記結像光学系を構成する前記偏向手段側から数えて第 i 番目の結像光学素子の副走査断面内のパワーを i 、前記第 i 番目の結像光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の温度変化率を各々 n_i 、 dn_i/dt ($1/^\circ C$)、前記結像光学系の副走査断面内のパワー、前記結像光学系の副走査断面内の倍率を各々 ϕ_i 、 ϕ_i' とするとき、

20

前記樹脂材料より成る結像光学素子の全系の副走査断面内のパワーを ϕ_p とするとき、

【数 2】

$$\left| -\frac{1}{\phi^2}(1-\beta) \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi_i \right| \leq 0.01(mm/^\circ C)$$

$$|\phi_p/\phi| \leq 0.3$$

なる条件を満足することを特徴とする光走査装置。

【請求項 3】

30

前記入射光学系を構成する前記光源手段側から数えて第 i 番目の入射光学素子の副走査断面内のパワーを i 、前記第 i 番目の入射光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の波長変化率を各々 n_i 、 $dn_i/d\lambda$ ($1/nm$)、前記入射光学系の副走査断面内のパワー、前記入射光学系の副走査断面内の倍率を各々 ϕ_i 、 ϕ_i' とするとき、

【数 3】

$$\left| -(1-\beta') \left(\frac{\beta}{\phi'} \right)^2 \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n'_i-1} \phi'_i \right| \leq 0.2(mm)$$

但し、前記入射光学素子は、屈折光学素子又は曲面ミラーである
なる条件を満足することを特徴とする請求項 2 に記載の光走査装置。

40

【請求項 4】

前記結像光学系の副走査断面内の倍率は、3 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 5】

前記結像光学系は、副走査断面内において、前記偏向手段の偏向面の倒れによる前記被走査面上における結像位置を補正する面倒れ補正機能を有していることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 6】

前記結像光学系を構成する前記偏向手段側から数えて第 i 番目の結像光学素子の主走査断

50

面内のパワーを a_i 、前記第 i 番目の結像光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の温度変化率を各々 n_i 、 dn_i/dt ($1/^\circ\text{C}$)、前記結像光学系の主走査断面内のパワーを a 、前記入射光学系を構成する前記光源手段側から数えて第 i 番目の入射光学素子の主走査断面内のパワーを a_i' 、前記第 i 番目の入射光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の波長変化率を各々 n_i' 、 $dn_i'/d\lambda$ ($1/\text{nm}$)、前記入射光学系の主走査断面内のパワー、前記入射光学系の主走査断面内の倍率を各々 a' 、 a' とするとき、

【数 4】

$$\left| -\frac{1}{\phi a^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi a_i \right| \leq 0.01(\text{mm}/^\circ\text{C})$$

$$\left| -\left(\frac{\beta a'}{\phi a'} \right)^2 \sum \frac{dn_i'/d\lambda}{n_i'-1} \phi a_i' \right| \leq 0.2(\text{mm})$$

10

但し、前記入射光学素子は、屈折光学素子又は曲面ミラーである
なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 7】

前記結像光学系を構成する結像光学素子のうち少なくとも 1 つは樹脂材料より成り、

前記結像光学系を構成する前記偏向手段側から数えて第 i 番目の結像光学素子の主走査断面内のパワーを a_i 、前記第 i 番目の結像光学素子の屈折率、前記屈折率の温度変化率を各々 n_i 、 dn_i/dt ($1/^\circ\text{C}$)、前記結像光学系の主走査断面内のパワーを a 、前記樹脂材料より成る結像光学素子の全系の主走査断面内のパワーを a_p とするとき、

20

【数 5】

$$\left| -\frac{1}{\phi a^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi a_i \right| \leq 0.01(\text{mm}/^\circ\text{C})$$

$$|\phi a_p / \phi a| \leq 0.3$$

30

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 8】

前記入射光学系を構成する前記光源手段側から数えて第 i 番目の入射光学素子の主走査断面内のパワーを a_i' 、前記第 i 番目の入射光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の波長変化率を各々 n_i' 、 $dn_i'/d\lambda$ ($1/\text{nm}$)、前記入射光学系の主走査断面内のパワー、前記入射光学系の主走査断面内の倍率を各々 a' 、 a' とするとき、

【数 6】

$$\left| -\left(\frac{\beta a'}{\phi a'} \right)^2 \sum \frac{dn_i'/d\lambda}{n_i'-1} \phi a_i' \right| \leq 0.2(\text{mm})$$

40

なる条件を満足することを特徴とする請求項 7 に記載の光走査装置。

【請求項 9】

前記結像光学系は、屈折光学素子と曲面ミラーの両方を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の光走査装置と、前記被走査面に配置された感光体と、前記光走査装置で走査された光ビームによって前記感光体の上に形成された静電潜像を

50

トナー像として現像する現像器と、現像されたトナー像を被転写材に転写する転写手段と、転写されたトナー像を被転写材に定着させる定着器とを有することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の光走査装置と、外部機器から入力したコードデータを画像信号に変換して前記光走査装置に入力せしめるプリンタコントローラとを有していることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は光走査装置及びそれを用いた画像形成装置に関し、特に光源手段から光変調され出射した光束を偏向手段としての回転多面鏡（ポリゴンミラー）により反射偏向させ、結像光学系を介して被走査面上を光走査して画像情報を高速で記録するようにした、例えば電子写真プロセスを有するレーザービームプリンタ（LBP）やデジタル複写機やマルチファンクションプリンタ（多機能プリンタ）等に好適な光走査装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来よりレーザービームプリンタ等の光走査装置においては光源手段から画像信号に応じて光変調され出射した光束を、例えば回転多面鏡（ポリゴンミラー）より成る光偏向器により周期的に偏向させ、 f 特性を有する f レンズ系によって感光性の記録媒体（感光ドラム）面上にスポット状に収束させ、該記録媒体面上を光走査して画像記録を行なっている。

20

【0003】

図 1 2 は従来の光走査装置の要部概略図である。

【0004】

同図において光源手段 9 1 から出射した発散光束はコリメーターレンズ 9 2 によって略平行光束もしくは収束光束とされ、開口絞り 9 3 によって該光束（光量）を整形して副走査方向のみに屈折力を有するシリンドリカルレンズ 9 4 に入射している。シリンドリカルレンズ 9 4 に入射した光束のうち主走査断面内においてはそのままの状態に出射し、副走査断面内においては収束して回転多面鏡（ポリゴンミラー）から成る光偏向器 9 5 の偏向面 9 5 a 近傍にほぼ線像として結像している。

30

【0005】

そして光偏向器 9 5 の偏向面 9 5 a で反射偏向された光束を f 特性を有する f レンズ系（走査光学手段）9 6 を介して被走査面としての感光ドラム面 9 7 上へ導光し、該光偏向器 9 5 を矢印 A 方向に回転させることによって該感光ドラム面 9 7 上を矢印 B 方向（主走査方向）に光走査して画像情報の記録を行っている。

【0006】

上記の光走査装置においては感光ドラム面 9 7 上を光スポットで走査する前に該感光ドラム 9 7 面上における画像形成を開始するタイミングを調整するために、光検出器としての B D（beam detector）センサ - 9 9 が設けられている。この B D センサー 9 8 は光偏向器 9 5 で反射偏向された光束の一部である B D 光束、即ち感光ドラム面 9 7 上の画像形成領域を走査する前の画像形成領域外の領域を走査している時の光束を受光する。この B D 光束は B D ミラー 9 8 で反射され、B D レンズ（不図示）で集光されて B D センサー 9 9 に入射する。そしてこの B D センサー 9 9 の出力信号から B D 信号（同期信号）を検出し、この B D 信号に基づいて感光ドラム面 9 7 における画像記録の開始タイミングを調整している。

40

【0007】

同図における結像光学系 9 6 は副走査断面内において光偏向器 9 5 の偏向面 9 5 a と感光ドラム面 9 7 とが共役関係となるように構成しており、これより偏向面 9 5 a の面倒れを補正している。

50

【 0 0 0 8 】

この様な光走査装置において、近年では、さらなる印字の高精度が求められている。最近では青色レーザー(ブルーレーザー)など波長 5 0 0 (nm) 以下の短波長の光束を使うことで、光走査装置が被走査面上に形成するスポットを小径化して印字の高精彩化を図っている(特許文献1参照)。

【特許文献1】特開 2 0 0 2 - 2 7 7 8 0 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

従来の光走査装置において、被走査面上における像面深度は一般的に次のように表される。

【 0 0 1 0 】

$$(\text{像面深度}) = a \times \lambda \times (F \text{ ナンバー})^2 \cdots (A)$$

ただし、 a は比例定数(1.64程度)、 λ は光源から発振する光束の波長(mm)、 F ナンバーは結像光学系の射出側の F ナンバー(FNo)である。

【 0 0 1 1 】

波長 λ が短くなることで関係式(A)より像面深度が小さくなるのは明らかである。最近では光学部品の低コスト化から光学部品は樹脂成形品(プラスチック)を使用することが多くなっている。

【 0 0 1 2 】

樹脂は環境の変動(特に温度変化)によって屈折率などの特性が変わりやすいという問題点があり、印字中に温度変化が起きると像面湾曲が大きく変動してしまう。特に短波長の光束を使用した場合は前述したように像面深度が非常に狭くなるので、像面湾曲が変動することでスポットが急激に肥大して、印字特性を悪化させるという問題点がある。

【 0 0 1 3 】

また光偏向器(ポリゴンミラー)の偏向面の面倒れによるピッチムラを補正するために結像光学系には面倒れを補償する光学系を導入しているが、温度変化によって屈折率が大きく変動して副走査断面内の共役関係が崩れてくると、その結果ピッチムラが発生するという問題点もある。

【 0 0 1 4 】

さらに短波長の光束を用いるときの特有の問題として、波長が変動したときの光学素子の材料の屈折率の変動が赤色光もしくは赤外光を使用したときよりも4~8倍程度大きいということがある。光源から発振する光束の初期波長誤差や複数の光源を使用した際の光源から発振される光束の各波長のバラツキがあると、屈折率が大きく変動して各光束間で像面上の特性に差が発生してしまう。

【 0 0 1 5 】

本発明は短波長の光束を用いたときであっても、環境変動や波長変動に対して特に副走査及び主走査方向の像面特性の劣化やピッチムラが少なく、高精彩な画質が得られる光走査装置及びそれを用いた画像形成装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 6 】

請求項1の発明の光走査装置は、波長 λ が 4 5 0 nm以下の光束を発する光源手段と、前記光源手段から発せられた光束を偏向手段に導光する1枚以上の入射光学素子を有する入射光学系と、前記偏向手段により偏向された光束を被走査面上に結像させる1枚以上の結像光学素子を有する結像光学系と、を具備する光走査装置において、

前記入射光学素子は、屈折光学素子又は曲面ミラーであり、前記結像光学素子は、屈折光学素子又は曲面ミラーであり、

前記結像光学系を構成する前記偏向手段側から数えて第*i*番目の結像光学素子の副走査断面内のパワーを P_i 、前記第*i*番目の結像光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の温度変化率を各々 n_i 、 $dn_i/dt(1/^\circ\text{C})$ 、前記結像光学系の副走査断面内のパワー、前記結像光学系

10

20

30

40

50

の副走査断面内の倍率を各々、 、 、

前記入射光学系を構成する前記光源手段側から数えて第*i*番目の入射光学素子の副走査断面内のパワーを ϕ_i' 、前記第*i*番目の入射光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の波長変化率を各々 n_i' 、 $dn_i'/d\lambda$ (1/nm)、前記入射光学系の副走査断面内のパワー、前記入射光学系の副走査断面内の倍率を各々 ϕ_i' 、 ϕ_i' とするとき、

【数 7】

$$\left| -\frac{1}{\phi^2}(1-\beta) \sum \frac{dn_i'/dt}{n_i'-1} \phi_i' \right| \leq 0.01(mm/^\circ C)$$

$$\left| -(1-\beta') \left(\frac{\beta}{\phi'} \right)^2 \sum \frac{dn_i'/d\lambda}{n_i'-1} \phi_i' \right| \leq 0.2(mm)$$

10

なる条件を満足することを特徴としている。

【0017】

請求項 2 の発明の光走査装置は、波長 が 450 nm 以下の光束を発する光源手段と、前記光源手段から発せられた光束を偏向手段に導光する入射光学系と、前記偏向手段により偏向された光束を被走査面上に結像させる 1 枚以上の結像光学素子を有する結像光学系と、を具備する光走査装置において、

前記結像光学素子は、屈折光学素子又は曲面ミラーであり、

20

前記結像光学系を構成する結像光学素子のうち少なくとも 1 つは樹脂材料より成り、

前記結像光学系を構成する前記偏向手段側から数えて第*i*番目の結像光学素子の副走査断面内のパワーを ϕ_i 、前記第*i*番目の結像光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の温度変化率を各々 n_i 、 dn_i/dt (1/)、前記結像光学系の副走査断面内のパワー、前記結像光学系の副走査断面内の倍率を各々 ϕ_i 、 ϕ_i とするとき、

前記樹脂材料より成る結像光学素子の全系の副走査断面内のパワーを ϕ_p とするとき、
【数 8】

$$\left| -\frac{1}{\phi^2}(1-\beta) \sum \frac{dn_i'/dt}{n_i'-1} \phi_i' \right| \leq 0.01(mm/^\circ C)$$

$$|\phi_p/\phi| \leq 0.3$$

30

なる条件を満足することを特徴としている。

【0018】

請求項 3 の発明は請求項 2 の発明において、前記入射光学系を構成する前記光源手段側から数えて第*i*番目の入射光学素子の副走査断面内のパワーを ϕ_i' 、前記第*i*番目の入射光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の波長変化率を各々 n_i' 、 $dn_i'/d\lambda$ (1/nm)、前記入射光学系の副走査断面内のパワー、前記入射光学系の副走査断面内の倍率を各々 ϕ_i' 、 ϕ_i' とするとき、

40

【数 9】

$$\left| -(1-\beta') \left(\frac{\beta}{\phi'} \right)^2 \sum \frac{dn_i'/d\lambda}{n_i'-1} \phi_i' \right| \leq 0.2(mm)$$

但し、前記入射光学素子は、屈折光学素子又は曲面ミラーである

なる条件を満足することを特徴としている。

【0019】

請求項 4 の発明は請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項の発明において、前記結像光学系の副

50

走査断面内の倍率は、3以下であることを特徴としている。

【0020】

請求項5の発明は請求項1乃至4のいずれか1項の発明において、前記結像光学系は、副走査断面内において、前記偏向手段の偏向面の倒れによる前記被走査面上における結像位置を補正する面倒れ補正機能を有していることを特徴としている。

【0021】

請求項6の発明は請求項1乃至5のいずれか1項の発明において、前記結像光学系を構成する前記偏向手段側から数えて第*i*番目の結像光学素子の主走査断面内のパワーを a_i 、前記第*i*番目の結像光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の温度変化率を各々 n_i 、 dn_i/dt ($1/^\circ\text{C}$)、前記結像光学系の主走査断面内のパワーを a 、前記入射光学系を構成する前記光源手段側から数えて第*i*番目の入射光学素子の主走査断面内のパワーを a_i' 、前記第*i*番目の入射光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の波長変化率を各々 n_i' 、 $dn_i'/d\lambda$ ($1/\text{nm}$)、前記入射光学系の主走査断面内のパワー、前記入射光学系の主走査断面内の倍率を各々 a' 、 a' とするとき、

10

【数10】

$$\left| -\frac{1}{\phi a^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi a_i \right| \leq 0.01(\text{mm}/^\circ\text{C})$$

$$\left| -\left(\frac{\beta a'}{\phi a'} \right)^2 \sum \frac{dn_i'/d\lambda}{n_i'-1} \phi a_i' \right| \leq 0.2(\text{mm})$$

20

但し、前記入射光学素子は、屈折光学素子又は曲面ミラーである条件を満たすことを特徴としている。

【0022】

請求項7の発明は請求項1乃至6のいずれか1項の発明において、前記結像光学系を構成する結像光学素子のうち少なくとも1つは樹脂材料より成り、

前記結像光学系を構成する前記偏向手段側から数えて第*i*番目の結像光学素子の主走査断面内のパワーを a_i 、前記第*i*番目の結像光学素子の屈折率、前記屈折率の温度変化率を各々 n_i 、 dn_i/dt ($1/^\circ\text{C}$)、前記結像光学系の主走査断面内のパワーを a 、前記樹脂材料より成る結像光学素子の全系の主走査断面内のパワーを a_p とするとき、

30

【数11】

$$\left| -\frac{1}{\phi a^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi a_i \right| \leq 0.01(\text{mm}/^\circ\text{C})$$

$$|\phi a_p / \phi a| \leq 0.3$$

なる条件を満たすことを特徴としている。

【0023】

40

請求項8の発明は請求項7の発明において、前記入射光学系を構成する前記光源手段側から数えて第*i*番目の入射光学素子の主走査断面内のパワーを a_i' 、前記第*i*番目の入射光学素子の材質の屈折率、前記屈折率の波長変化率を各々 n_i' 、 $dn_i'/d\lambda$ ($1/\text{nm}$)、前記入射光学系の主走査断面内のパワー、前記入射光学系の主走査断面内の倍率を各々 a' 、 a' とするとき、

【数12】

$$\left| -\left(\frac{\beta a'}{\phi a'} \right)^2 \sum \frac{dn_i'/d\lambda}{n_i'-1} \phi a_i' \right| \leq 0.2(\text{mm})$$

50

なる条件を満足することを特徴としている。

【 0 0 2 4 】

請求項 9 の発明は請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項の発明において、前記結像光学系は、屈折光学素子と曲面ミラーの両方を含むことを特徴としている。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 0 の発明の画像形成装置は、請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の光走査装置と、前記被走査面に配置された感光体と、前記光走査装置で走査された光ビームによって前記感光体の上に形成された静電潜像をトナー像として現像する現像器と、現像されたトナー像を被転写材に転写する転写手段と、転写されたトナー像を被転写材に定着させる定着器とを有することを特徴としている。

10

【 0 0 2 6 】

請求項 1 1 の発明の画像形成装置は、請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の光走査装置と、外部機器から入力したコードデータを画像信号に変換して前記光走査装置に入力せしめるプリンタコントローラとを有していることを特徴としている。

【発明の効果】

【 0 0 4 1 】

本発明によれば短波長の光束で像面深度が浅くても、環境変動や波長変動に対して特に副走査及び主走査方向の像面特性の劣化やピッチムラが少なく、高精彩な画質を得ることができる光走査装置及びそれを用いた画像形成装置を達成することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 4 2 】

以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【実施例 1】

【 0 0 4 3 】

図 1 は本発明の実施例 1 の主走査方向の要部断面図(主走査断面図)である。

【 0 0 4 4 】

ここで、主走査方向とは偏向手段の回転軸及び結像光学系の光軸に垂直な方向(偏向手段で光束が反射偏向(偏向走査)される方向)を示し、副走査方向とは偏向手段の回転軸と平行な方向を示す。また主走査断面とは主走査方向に平行で結像光学系の光軸を含む平面を示す。また副走査断面とは結像光学系の光軸を含む主走査断面と垂直な断面を示す。

30

【 0 0 4 5 】

同図において 1 は光源手段であり、例えば波長 が 4 5 0 n m 以下(本実施例では 4 0 5 n m)の光束を発振する半導体レーザー(短波長レーザー)より成っている。

【 0 0 4 6 】

2 は開口絞りであり、通過光束を制限してビーム形状を整形している。

【 0 0 4 7 】

3 は球面レンズ(コリメーターレンズ)であり、光源手段 1 から発せられた光束を平行光束を又は略平行光束(弱収束光束、もしくは弱発散光束)に変換している。

40

【 0 0 4 8 】

9 は貼り合わせレンズ部であり、負(凹)のパワー(屈折力)を有するレンズ 9 a と正(凸)のパワー(屈折力)を有するレンズ 9 b の 2 枚のレンズを貼り合わせている。

【 0 0 4 9 】

球面レンズ 3、シリンドリカルレンズ 4 は、屈折光学素子を意味する。

【 0 0 5 0 】

4 はレンズ系(シリンドリカルレンズ)であり、副走査断面内にのみ所定のパワーを有しており、貼り合わせレンズ部 9 を通過した光束を副走査断面内で後述する光偏向器 5 の偏向面(反射面) 5 a にほぼ線像として結像させている。

【 0 0 5 1 】

尚、開口絞り 2、球面レンズ 3、貼り合わせレンズ部 9、そしてシリンドリカルレンズ

50

4等の各要素は入射光学系L Aの一要素を構成している。入射光学系L Aの1枚以上の各光学素子の材料は全てガラス材である。

【0052】

5は偏向手段としての光偏向器であり、例えば8面構成の回転多面鏡（ポリゴンミラー）より成っており、モーター等の駆動手段（不図示）により図中矢印A方向に一定速度で回転している。

【0053】

走査レンズは屈折光学素子を意味する。

【0054】

6は集光機能とf特性とを有する結像光学系（fレンズ系）であり、ガラス材料より成る第1の走査レンズ（球面レンズ）6aと、同じくガラス材料より成る第2の走査レンズ（トーリックレンズ）6bの2枚のレンズより成り、光偏向器5によって反射偏向された画像情報に基づく光束を被走査面としての感光ドラム面8上に結像させ、かつ副走査断面内において光偏向器5の偏向面5aと感光ドラム面8との間を共役関係にすることにより、偏向面5aの反射面が光偏向器5の回転軸に対して平行方向から倒れたときの被走査面8上における結像位置のズレを補正する、所謂倒れ補正機能（面倒れ補正光学系）を有している。

【0055】

8は被走査面としての感光ドラム面である。

【0056】

本実施例において半導体レーザー1から出射した光束は開口絞り2によって該光束（光量）が制限され、球面レンズ3により略平行光束に変換され、貼り合わせレンズ部9を通過してシリンダカルレンズ4に入射している。シリンダカルレンズ4に入射した略平行光束のうち主走査断面においてはそのままの状態で射出する。また副走査断面内においては収束して光偏向器5の偏向面5a近傍にほぼ線像（主走査方向に長手の線像）として結像している。

【0057】

そして光偏向器5の偏向面5aで反射偏向された光束は第1、第2の走査レンズ6a、6bを介して感光ドラム面8上にスポット状に結像され、該光偏向器5を矢印A方向に回転させることによって、該感光ドラム面8上を矢印B方向（主走査方向）に等速度で光走査している。これにより記録媒体としての感光ドラム面8上に画像記録を行なっている。

【0058】

本実施例において、結像光学系6の副走査断面内のパワーと、副走査断面内の倍率（副走査倍率）を各々、とすると、環境変動（特に温度変化）により副走査断面内のパワーがだけ変化したとき、像面（被走査面）の副走査方向の変動量（移動量） s_1 は、であるので、近軸で考えると、

【0059】

【数7】

$$\Delta s_1 = (1 - \beta) \left(\frac{1}{\phi + \Delta \phi} - \frac{1}{\phi} \right) \cong -(1 - \beta) \frac{\Delta \phi}{\phi^2} \quad \dots (1)$$

【0060】

で表すことができる。温度変化による屈折率の変化率、即ち温度が1変化することによって走査レンズの材質の屈折率nが $dn/dt(1/)$ （屈折率の温度変化率）だけ変化すると、パワー変化は

【0061】

10

20

30

40

【数 8】

$$\Delta\phi = \frac{dn/dt}{n-1}\phi \quad \dots (2)$$

【0062】

となる。関係式(1)と関係式(2)より温度変化によって結像光学系を構成するそれぞれの走査レンズの材質の屈折率 n が変化することによる像面の副走査方向の移動量(ピン
ト移動量) s_1 は

【0063】

10

【数 9】

$$\Delta s_1 = -(1-\beta) \frac{1}{\phi^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi_i \quad \dots (3)$$

【0064】

ここで i は結像光学系 6 を構成する光偏向器 5 側(偏向手段側)から数えて第 i 番目の光学素子の副走査断面内のパワー、 n_i 、 dn_i/dt は各々結像光学系 6 を構成する光偏向器 5 側から数えて第 i 番目の結像光学素子の材質の屈折率と、該屈折率の温度変化率である。

【0065】

20

像面深度は $1.64 \times \quad \times (F \text{ ナンバー})^2$ で表されるので関係式(3)より

【0066】

【数 10】

$$-(1-\beta) \frac{1}{\phi^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi_i \leq 1.64\lambda \times (F \text{ ナンバー})^2 \quad \dots (4)$$

【0067】

となる。

【0068】

30

光学部材の変形や取付け位置誤差を考慮すると、25 昇温したときの像面湾曲の変動量を像面深度に対して $1/10$ となるのが望ましいので、波長 450 (nm) 以下の光束を用いると条件式(4)は、

【0069】

【数 11】

$$\left| -(1-\beta) \frac{1}{\phi^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi_i \right| \leq 0.01 (\text{mm}/^\circ\text{C}) \quad \dots (5)$$

【0070】

40

となる。

条件式(5)を満足させるためには、 $i \times dn_i/dt$ を小さくすればよい。すなわちパワー i が大きい光学素子に温度変化率 dn_i/dt ($1/$) が小さい硝材(例えばガラス等)を選ぶことによって像面の副走査方向の変動量を小さくすることができる。

【0071】

さらに望ましくは上記条件式(5)を次の如く設定するのが良い。

【0072】

【数 1 2】

$$1.0 \times 10^{-4} (\text{mm}/^\circ\text{C}) \leq \left| -(1-\beta) \frac{1}{\phi^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi_i \right| \leq 8.0 \times 10^{-3} (\text{mm}/^\circ\text{C}) \cdots (5a)$$

【0073】

本実施例の結像光学系 6 は上記の如く球面レンズ 6 a とトーリックレンズ 6 b から構成されている。

【0074】

球面レンズ 6 a とトーリックレンズ 6 b は、屈折光学素子である。

【0075】

表 1 に結像光学系 6 の各レンズの光学配置、形状および使用した硝材の特性を示す。ここで「E - x」は「10^{-x}」を示している。

【0076】

【表 1】

表 1

使用波長	λ (nm)	405		
球面レンズ屈折率	n_1	1.52972		
球面レンズ dn/dt	$dn_1/dt(1/^{\circ}C)$	-3.30E-06		
トーリックレンズ屈折率	n_2	1.57942		
トーリックレンズ dn/dt	$dn_2/dt(1/^{\circ}C)$	-3.40E-06		
偏向面～球面レンズ間距離	d_1 (mm)	31.05		
球面レンズ中心厚	d_2 (mm)	19.13		
球面レンズ～トーリックレンズ	d_3 (mm)	47.15		
トーリックレンズ中心厚	d_4 (mm)	27.90		
トーリックレンズ～被走査面間距離	d_5 (mm)	302.07		
f θ 係数	f	332.635		
球面レンズ形状		トーリックレンズ形状		
	第1面	第2面	第1面	第2面
R	-105.266	-104.972	∞	-192.736
r	-	-	-127.610	-38.208

【0077】

この系での副走査方向のデフォーカスとスポット径との関係を図 2 に示す。同図に示すように許容スポット径を 40 (μm) とすると像面深度は ±3.1 (mm) である。20 昇温したとき副走査方向の像面の移動量は 0.15 (mm) と非常に小さく、変動量が像面深度以下なのでスポット径を悪化させることがない。

【0078】

また回転多面鏡 5 の偏向面 5 a が 3° 面倒れしたときのピッチムラの変化を図 3 に示す。

【0079】

同図の実線（実施例 1）に示すように昇温してもピッチムラの変動が 1 μm 程度に抑えられているのが判る。

【0080】

尚、本実施例において入射光学系 LA の各入射光学素子はガラス材より成るので、温度変化による屈折率の変化は少ないので温度変化によるピント移動量 (s₄) を無視することができる。

【0081】

本実施例において球面レンズ 6 a、トーリックレンズ 6 b の副走査断面内のパワー i は表 1 よりそれぞれ 0.00033、0.012 である。

【0082】

本実施例ではトーリックレンズ 6 b の硝材は商品名 s-BAL41 (株) HOYA 製) を使用しており、温度変化率 dn/dt が 3.4E-6 と非常に小さい。したがって副走査断面内のパワーが大きくても像面の変化が非常に小さい。

【0083】

10

20

30

40

50

本実施例において副走査断面内における結像光学系 6 のパワー は 0.0197 であり、かつ副走査倍率は -2.69 なので表 1 の値を関係式 (3) に代入すると、 $S_1 = 1.6E^{-3}$ となる。これは条件式 (5) を十分に満足している。

【0084】

尚、本実施例では結像光学系 6 の副走査断面内の倍率 を 3 以下となるように設定している。

【0085】

次に、入射光学系 LA の副走査断面内のパワーが だけ変わることによる副走査方向の像面湾曲の変動量 s_2 は、該入射光学系 LA の副走査断面内のパワーと副走査断面内の横倍率 (副走査倍率) を各々 、 、 および結像光学系 6 における副走査倍率を

10

【0086】

【数 13】

$$\Delta s_2 = -(1 - \beta') \beta'^2 \frac{\Delta \phi'}{\phi'^2} \dots (6)$$

【0087】

で表すことができる。

【0088】

波長変化による光学素子の材質の屈折率の変化率 (複数の発光部を有するときは各発光部から発振される光束内の波長差による屈折率の差も含む) 即ち、レーザー波長が 1nm 変化することによって入射光学系の入射光学素子の材質の屈折率 n' が波長変化率 $dn'/d\lambda$ (1/nm) (屈折率の波長変化率) だけ変化すると、パワー変化 は

20

【0089】

【数 14】

$$\Delta \phi' = \frac{dn'/d\lambda}{n' - 1} \phi' \dots (7)$$

【0090】

となる。関係式 (6) と関係式 (7) より波長差 (基準波長との波長差、もしくは複数の発光部 (光源) 間の波長差) によって入射光学系 LA を構成するそれぞれの光学素子の材質の屈折率が変化することによる像面の副走査方向の移動量 s_2 は

30

【0091】

【数 15】

$$\Delta s_2 = -\frac{(1 - \beta') \beta'^2}{\phi'^2} \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n'_i - 1} \phi'_i \dots (8)$$

【0092】

となる。

【0093】

ここで ϕ'_i は入射光学系 LA を構成する光源手段側から数えて第 i 番目の入射光学素子のパワー、 n'_i 、 $dn'_i/d\lambda$ は各々入射光学系 LA を構成する光源手段 1 側から数えて第 i 番目の光学素子の材質の屈折率と、該屈折率の波長変化率である。

【0094】

また、レーザー波長が 1nm 変化することによって結像光学系 6 の結像光学素子の材質の屈折率が波長変化率 $dn/d\lambda$ だけ変化すると、結像光学系 6 における副走査断面内のパワー変動量 s_3 は、

【0095】

50

【数 1 6】

$$\Delta\phi_3 = \frac{dn/d\lambda}{n-1}\phi \quad \dots (9)$$

【0 0 9 6】

となる。条件式(1)と関係式(9)より温度変化によって結像光学系6を構成するそれぞれの走査レンズの材質の屈折率が変化することによる像面の副走査方向の移動量 s_3 は、条件式(1)の ϕ の代わりに関係式(9)の $\Delta\phi_3$ を代入すると、

【0 0 9 7】

10

【数 1 7】

$$\Delta s_3 = -(1-\beta)\frac{1}{\phi^2} \sum \frac{dn_i/d\lambda}{n_i-1}\phi_i \quad \dots (10)$$

【0 0 9 8】

となる。

【0 0 9 9】

入射光学系LAの変動量 s_2 と結像光学系6の変動量 s_3 を合計すると波長変動に伴う全系の変動量となる。ここで、 s_2 が $(1-\beta')^2$ に依存しているのに対して s_3 は $(1-\beta)$ に依存している。結像光学系6の副走査倍率は $-0.5 \sim -4.0$ 程度であり、また入射光学系LAの副走査倍率 $|\beta'|$ は通常1より大きい。したがって、入射光学系LAの変動 s_2 が結像光学系6に対して非常に大きくなるので入射光学系LAのパワー変動を抑えることが重要である。ここで結像光学系6による移動量 s_3 は小さいので無視することができる。

20

【0 1 0 0】

像面深度は $1.64 \times \lambda \times (F\text{ナンバー})^2$ で表わされるので関係式(8)より

【0 1 0 1】

【数 1 8】

$$-\frac{(1-\beta')\beta^2}{\phi'^2} \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n'_i-1}\phi'_i \leq 1.64\lambda \times (F\text{ナンバー})^2 \quad \dots (11)$$

30

【0 1 0 2】

となる。

【0 1 0 3】

現在製品化されているブルーレーザの波長バラツキは1nm以上あり、光学部材の変形や取付け位置誤差を考慮すると、波長バラツキ(基準波長とのバラツキ、もしくは複数の発光部(光源)間のバラツキ)1nmに対して像面湾曲の変動量は像面深度に対して1/10となるのが望ましいので、450nm以下の波長で考えると条件式(11)は、

40

【0 1 0 4】

【数 1 9】

$$\left| -\frac{(1-\beta')\beta^2}{\phi'^2} \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n'_i-1}\phi'_i \right| \leq 0.2(mm) \quad \dots (12)$$

【0 1 0 5】

となる。(請求項1)

さらに望ましくは上記条件式(12)を次の如く設定するのが良い。

【0 1 0 6】

50

【数 20】

$$0.01 \text{ (mm)} \leq \left| -\frac{(1-\beta')\beta^2}{\phi'^2} \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n'_i-1} \phi'_i \right| \leq 0.16 \text{ (mm)} \dots (12a)$$

【0107】

表2に入射光学系LAのレンズの光学配置、形状および使用した硝材の特性を示す。ここで「E-x」は「10^{-x}」を示している。

【0108】

【表2】

10

表2

使用波長	λ (nm)	405		
球面レンズ屈折率	n1	1.83369		
球面レンズdn/d λ	dn1/d λ (1/nm)	-3.00E-04		
レンズ(凹)屈折率	n2	1.84181		
レンズ(凹)dn/d λ	dn2/d λ (1/nm)	-6.30E-04		
レンズ(凸)屈折率	n3	1.71793		
レンズ(凸)dn/d λ	dn3/d λ (1/nm)	-2.10E-04		
シリンダリカルレンズ屈折率	n4	1.52972		
シリンダリカルレンズdn/d λ	dn4/d λ	-1.30E-04		
光源～球面レンズ間距離	d1(mm)	19.04		
球面レンズ中心厚	d2(mm)	2.23		
球面レンズ～レンズ間距離	d3(mm)	3.66		
レンズ(凹)中心厚	d4(mm)	1.60		
レンズ(凸)中心厚	d5(mm)	2.51		
レンズ～シリンダリカルレンズ間距離	d6(mm)	18.31		
シリンダリカルレンズ中心厚	d7(mm)	7.00		
シリンダリカルレンズ～偏向面間距離	d8(mm)	75.61		
母線R			子線r	
	第1面	第2面	第1面	第2面
球面レンズ	-24.60	-14.96	-	-
レンズ(凹)	∞	27.97	-	-
レンズ(凸)	27.97	-29.77	-	-
シリンダリカルレンズ	∞	∞	32.82	∞

20

30

【0109】

本実施例において、球面レンズ3、レンズ9a(凹)、9b(凸)、シリンダリカルレンズ4の副走査断面内のパワーはそれぞれ0.024、-0.03、0.048、0.014である。表2より明らかなように、波長変化率dn/dλが大きいレンズ9a(凹)に負のパワーを持たせることで、シリンダリカルレンズ4および球面レンズ3で発生する色収差を打ち消している。

【0110】

光源手段(単一もしくは複数の発光部を有する光源)において1nmの波長差があった場合、波長の差によって像面の位置が0.38mmほど変化する。本実施例の副走査方向の像面深度が±3.1mmであるので、この差は非常に小さい。

40

【0111】

本実施例において入射光学系LA全体における副走査断面内のパワーは0.0484、入射光学系LAの副走査倍率が-3.03、および結像光学系6の副走査倍率は-2.69であるので、表2の条件を条件式(8)に代入すると0.048となる。これは条件式(12)を十分に満足している。

【0112】

このように本実施例では上記の如く結像光学系6の配置誤差等に伴う被走査面8上での走査線曲がりの敏感度を低減して、常に良好なる画像が得られるようにしている。

【0113】

尚、入射光学系は曲面ミラーを含ませて構成しても良い。

50

【実施例 2】

【0114】

図 4 は本発明の実施例 2 の主走査断面図である。同図において図 1 に示した要素と同一要素には同符番を付している。

【0115】

本実施例において前述の実施例 1 と異なる点は、結像光学系 16 をガラス材料より成るガラスレンズ(トーリックレンズ) 16a と樹脂材料より成る樹脂レンズ(アナモフィックレンズ)) 16b で構成したことである。その他の構成及び光学的作用は実施例 1 と略同様であり、これにより同様な効果を得ている。

【0116】

樹脂レンズ(アナモフィックレンズ) 16b は、屈折光学素子を意味する。

【0117】

結像光学系のレンズ構成が、ガラスレンズのみだと、図 5 に示す曲線(a)のように副走査方向の像面湾曲が残ってしまう。そこで本実施例は樹脂成形によってレンズ面形状を非球面にすることで、パワーが最も大きいガラスレンズのみでは取りきれなかった副走査方向の像面湾曲を図 5 に示す曲線(b)のように良好に補正している。(請求項 4)

ただし、樹脂レンズ 16b は環境変動によってその材質の屈折率が変わりやすいので、該樹脂レンズ 16b のパワーを考慮する必要がある。

【0118】

前記条件式(5)を満足させるためには、前述のように $\sum_i x \, dn_i / dt$ を小さくすればよい。すなわち、樹脂のより成る光学素子の副走査断面内のパワー(樹脂より成る光学素子が複数あるときには、その合計のパワー) P_p を結像光学系 16 の副走査断面内のパワーに対して、

$$|P_p / P| \leq 0.3 \cdots (13)$$

なる条件を満たすようなパワー配置にすることが望ましい。

【0119】

更に望ましくは上記条件式(13)を次の如く設定するのが良い。

【0120】

$$0.01 \leq |P_p / P| \leq 0.25 \cdots (13a)$$

本実施例の結像光学系 16 は上記の如くトーリックレンズ 16a とアナモフィック面を有するアナモフィックレンズ 16b から構成されている。アナモフィック面とは主走査断面内と副走査断面内において異なる結像特性(パワー)をもっている面である。

【0121】

表 3 に結像光学系 16 の各レンズの光学配置、形状および使用した硝材の特性を示す。ここで「E-x」は「10^{-x}」を示している。

【0122】

10

20

30

【表 3】

表 3

使用波長	λ (nm)	405		
トーリックレンズ屈折率	n_1	1.52972		
トーリックレンズ dn/dt	$dn_1/dt(1/^{\circ}\text{C})$	-3.30E-06		
アナモフィックレンズ屈折率	n_2	1.540688		
アナモフィックレンズ dn/dt	$dn_2/dt(1/^{\circ}\text{C})$	-7.90E-05		
偏向面～トーリックレンズ間距離	$d_1(\text{mm})$	53		
トーリックレンズ中心厚	$d_2(\text{mm})$	24		
トーリックレンズ～アナモフィックレンズ'	$d_3(\text{mm})$	5		
アナモフィックレンズ中心厚	$d_4(\text{mm})$	8.00		
アナモフィックレンズ'～被走査面間距離	$d_5(\text{mm})$	171.87		
f θ 係数	f	235.2		
トーリックレンズ形状		アナモフィックレンズ形状		
	第1面	第2面	第1面	第2面
R	4686.110	-127.766	-1334.781	-303.137
r	∞	-31.530	-500.000	-115.233

【0123】

アナモフィックレンズ6bを図4に示すように非球面形状にすることで、図5に示すように副走査方向の像面湾曲を曲線(a)の状態から曲線(b)の状態へと良好に補正することができる。ただし、樹脂レンズは環境変動によってその材質の屈折率が変わりやすいので樹脂レンズの副走査断面内のパワーはガラスレンズに対して小さくするのが良い。

【0124】

本実施例においてトーリックレンズ16a、アナモフィックレンズ16b、結像光学系16全体の副走査断面内のパワーは表3よりそれぞれ0.0168、0.0036、0.0197である。

【0125】

本実施例ではトーリックレンズ16aの硝材を、例えば商品名BSL7((株)HOYA製)を使用しており、温度変化率 dn/dt が3.3E-6と非常に小さい。アナモフィックレンズ16bの硝材は、例えば商品名Z E O N E X E 4 8 0 などであり、温度変化率 dn/dt が7.9E-5とトーリックレンズ16aに対して敏感であるが、副走査断面内のパワーが結像光学系全体の1/5程度なので全系におけるパワーの変動量は小さくなっている。

【0126】

本実施例での副走査方向の像面深度は許容スポット径を40 μm とすると $\pm 4.3\text{mm}$ である。20 昇温したとき副走査方向の像面の移動量は0.5mm以下と小さく、変動量が像面深度以下なのでスポット径を悪化させることがない。

【0127】

本実施例において副走査断面内における結像光学系のパワーは0.0197であり、かつ副走査倍率は-2.55であるので、表3の条件を関係式(3)に代入すると5.8E-3となる。これは条件式(5)を十分に満足している。

【実施例3】

【0128】

図6(A)は本発明の実施例3の主走査断面図、図6(B)は本発明の実施例3の副走査断面図である。同図(A),(B)において図1に示した要素と同一要素には同符番を付している。

【0129】

本実施例において前述の実施例1と異なる点は、結像光学系26を曲率を有する曲面ミラー(トーリックミラー)26aと樹脂材料より成る樹脂レンズ(アナモフィックレンズ)26bの両方を用いて組み合わせて構成したことである。その他の構成及び光学的作用は実施例1と略同様であり、これにより同様な効果を得ている。

【0130】

曲面ミラー26aは環境変動に対して屈折率の変化がないのでガラスレンズよりも有効な結像光学系である。実施例2と同様に曲面ミラー26aだけでは副走査方向及び主走査

方向の像面湾曲が残ってしまうので、樹脂成形によってレンズ面形状を非球面にすることで、曲面ミラー 26a では取りきれなかった像面湾曲を図 7 に示すように良好に補正している。

【0131】

ただし、樹脂レンズ 26b は環境変動によってその材質の屈折率が変わりやすいので、該樹脂レンズ 26b のパワーは曲面ミラー 26a に対して十分小さくするのが良い。

【0132】

本実施例の結像光学系 26 は上記の如くトーリックミラー 26a とアナモフィック面を有するアナモフィックレンズ 26b から構成されている。アナモフィック面とは上記の如く主走査方向と副走査方向において異なる結像特性をもっている面である。

【0133】

表 4 に結像光学系 26 の各レンズの光学配置、形状および使用した硝材の特性を示す。ここで「E - x」は「10^{-x}」を示している。

【0134】

【表 4】

表 4

使用波長	λ (nm)	405
アナモフィックレンズ屈折率	n_2	1.540688
アナモフィックレンズ dn/dt	$dn_2/dt(1/^\circ\text{C})$	-7.90E-05
偏向面～トーリックミラー間距離	$d1(\text{mm})$	69.98
トーリックミラー～アナモフィックレンズ	$d2(\text{mm})$	131.37
アナモフィックレンズ中心厚	$d3(\text{mm})$	5.00
アナモフィックレンズ～被走査面間距離	$d4(\text{mm})$	79.75
f θ 係数	f	219.80
	トーリックミラー形状	アナモフィックレンズ形状
		第1面 第2面
R	-422.489	-64257.700 -1095.660
r	-104.798	-500.000 30277.400

【0135】

本実施例においてトーリックミラー 26a、アナモフィックレンズ 26b、結像光学系 26 全体の副走査断面内のパワーは表 4 よりそれぞれ -0.0191、-0.0011、0.0208 である。

【0136】

本実施例ではアナモフィックレンズ 26b の硝材は、例えば商品名 ZEONEX E480 などであり、温度変化率 dn/dt が -7.9E-5 とガラスレンズに対して敏感であるが、副走査断面内のパワーが結像光学系全体の 1/20 程度と小さいので全系におけるパワーの変動量は小さくなっている。

【0137】

本実施例での副走査方向の像面深度は許容スポット径を 40 μm とすると $\pm 2.8\text{mm}$ である。20 昇温したとき副走査方向の像面の移動量は 0.03mm 以下と非常に小さく、変動量が像面深度以下なのでスポット径を悪化させることがない。

【0138】

本実施例において副走査倍率は -3.23 であるので、表 4 の条件を関係式 (3) に代入すると $1.6\text{E}-3$ となる。これは条件式 (5) を十分に満足している。

【実施例 4】

【0139】

図 8 は本発明の実施例 4 の光走査装置 (マルチビーム光走査装置) の要部概略図、図 9 は本発明の実施例 4 の主走査断面図である。図 8、図 9 において図 1 に示した要素と同一要素には同符番を付している。尚、図 9 において BD 光学系は省略して示している。

【0140】

本実施例において前述の実施例 1 と異なる点は光源手段 81 を複数の発光部を有するマ

10

20

30

40

50

ルチ半導体レーザーより構成したこと、該複数の発光部から発せられた光束の波長差によるピント変動を入射光学系LAで補正したこと、結像光学系36は樹脂材料より成る2枚の走査レンズ(光学素子)36a,36bより構成したことである。その他の構成および光学的作用は実施例1と略同様であり、これにより同様な効果を得ている。

樹脂材料より成る2枚の走査レンズ(光学素子)36a,36bは屈折光学素子を意味する。

【0141】

即ち、同図において81は複数の発光部を有する光源手段である。光源手段81は、波長450(nm)以下(本実施例では405(nm))のレーザ光を発振するマルチ半導体レーザー(短波長レーザー)より成っている。尚、本実施例では光源手段を2つの発光部より構成したが、3つ以上であっても良い。

【0142】

36は集光機能とf特性とを有する結像光学系(fレンズ系)であり、プラスチック材料より成る第1、第2の2枚の走査レンズ36a,36bより成っている。

【0143】

本実施例においてマルチ半導体レーザー81より射出した複数の(本実施例では2本の)発散光束は球面レンズ3により略平行光束に変換され、貼り合せレンズ部9を通過し、開口絞り2によって該光束(光量)が制限されてシリンドリカルレンズ4に入射している。シリンドリカルレンズ4に入射した複数の光束のうち主走査断面内においてはそのままの状態射出する。また副走査断面内においては収束して光偏向器5の偏向面5aにほぼ線像(主走査方向に長手の線像)として結像する。そして光偏向器5の偏向面5aで反射偏向された複数の光束は第1、第2の2枚のfレンズ36a,36bにより感光ドラム面8上にスポット形状に結像され、該光偏向器5を矢印A方向に回転させることによって、該感光ドラム面8上を複数の光束で矢印B方向(主走査方向)に等速度で光走査している。これにより記録媒体である感光ドラム面8上に2本の走査線を同時に形成し、画像記録を行っている。

【0144】

上記の光走査装置においては感光ドラム面8上を光スポットで走査する前に該感光ドラム面8面上における画像形成を開始するタイミングを調整するために、光検出器としてのBD(Beam Detector)センサ-35が設けられている。このBDセンサ-35は光偏向器5で反射偏向された光束の一部であるBD光束、即ち感光ドラム面8上の画像形成領域を走査する前の画像形成領域外の領域を走査している時の光束を受光する。このBD光束はBDミラー30で反射され、BDレンズ(不図示)で集光されてBDセンサ-35に入射する。そしてこのBDセンサ-35の出力信号からBD信号(同期信号)を検出し、このBD信号に基づいて感光ドラム面8における画像記録の開始タイミングを調整している。

【0145】

前述の如く現在製品化されているブルーマルチレーザーの波長バラツキは1nm以上あり、光学部材の変形や取付け位置誤差を考慮すると、複数の発光部(光源)の波長バラツキ1nmに対して像面湾曲の変動量は像面深度に対して1/10となるのが望ましいので、450nm以下の波長で考えると条件式(11)は、

【0146】

【数21】

$$\left| -\frac{(1-\beta')\beta'^2}{\phi'^2} \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n'_i-1} \phi'_i \right| \leq 0.2(mm) \quad \dots (14)$$

【0147】

となる。

【0148】

本実施例における入射光学系LAは球面レンズ3と貼り合わせレンズ部9とシリンドリカルレンズ4から構成されている。

【0149】

表5に入射光学系LAの各レンズの光学配置、形状および使用した硝材の特性を示す。ここで「E-x」は「10^{-x}」を示している。

【0150】

【表5】

表 5

使用波長	λ (nm)	405
球面レンズ屈折率	$n1$	1.83369
球面レンズ $dn/d\lambda$	$dn1/d\lambda$ (1/nm)	-3.00E-04
レンズ(凹)屈折率	$n2$	1.84181
レンズ(凹) $dn/d\lambda$	$dn2/d\lambda$ (1/nm)	-6.30E-04
レンズ(凸)屈折率	$n3$	1.71793
レンズ(凸) $dn/d\lambda$	$dn3/d\lambda$ (1/nm)	-2.10E-04
シリンダリカルレンズ屈折率	$n4$	1.52972
シリンダリカルレンズ $dn/d\lambda$	$dn4/d\lambda$	-1.30E-04
光源～球面レンズ間距離	$d1$ (mm)	19.04
球面レンズ中心厚	$d2$ (mm)	2.23
球面レンズ～レンズ間距離	$d3$ (mm)	3.66
レンズ(凹)中心厚	$d4$ (mm)	1.60
レンズ(凸)中心厚	$d5$ (mm)	2.51
レンズ～シリントリカルレンズ間距離	$d6$ (mm)	18.31
シリンダリカルレンズ中心厚	$d7$ (mm)	7.00
シリントリカルレンズ～偏向面間距離	$d8$ (mm)	75.61

	母線R		子線 r	
	第1面	第2面	第1面	第2面
球面レンズ	-24.60	-14.96	-	-
レンズ(凹)	∞	27.97	-	-
レンズ(凸)	27.97	-29.77	-	-
シリントリカルレンズ	∞	∞	32.82	∞

【0151】

複数の発光部(光源)において1nmの波長差があった場合、波長の差によって像面の位置が0.38mmほど変化する。本実施例の副走査方向の像面深度が ± 3.1 mmであるので、この差は非常に小さい。

【0152】

本実施例において、球面レンズ3、レンズ9a(凹)、9b(凸)、シリンダリカルレンズ4の副走査断面内のパワーはそれぞれ0.024、-0.03、0.048、0.014である。表5より明らかのように、波長変化率 $dn/d\lambda$ が大きいレンズ9a(凹)に負のパワーを持たせることで、シリンダリカルレンズ4および球面レンズ3で発生する色収差を打ち消している。

【0153】

本実施例において入射光学系LA全体における副走査断面内のパワーは0.0484、入射光学系LAの副走査倍率が-3.03、および結像光学系6の副走査倍率は-2.69であるので、表5の条件を条件式(8)に代入すると0.048となる。これは条件式(14)を十分に満足している。

【0154】

本実施例のマルチビーム光走査装置の場合、感光ドラム面8への1回の主走査方向の光走査で複数のビームが走査されるため、偏向手段の主走査方向の走査速度を変えことなく、感光ドラムの回転速度を上げることで走査速度を高速化することができるため、画像形成の高速化が達成できる。

【0155】

尚、本実施例では光源手段を複数の発光部を有する光源より構成したが、これに限らず、例えば単一の光束を発する光源を複数個設けて構成しても良い。

【0156】

また各実施例においては結像光学系を2枚の光学素子より構成したが、これに限らず、例えば単一、もしくは3枚以上の光学素子より構成しても良い。

【実施例5】

10

20

30

40

50

【 0 1 5 7 】

次に前述の実施例 1 において主走査断面内におけるピント移動を補正する実施例 5 について説明する。

【 0 1 5 8 】

本実施例において、結像光学系 6 の主走査断面内のパワーを a とすると、環境変動（特に温度変化）により主走査断面内のパワー a が a だけ変化したとき、像面（被走査面）の主走査方向の変動量（移動量） Δsa_1 は、 a a であるので、近軸で考えると、

【 0 1 5 9 】

【数 2 2】

10

$$\Delta sa_1 = \left(\frac{1}{\phi a + \Delta \phi a} - \frac{1}{\phi a} \right) \cong -\frac{\Delta \phi a}{\phi a^2} \cdots (1b)$$

【 0 1 6 0 】

で表すことができる。温度変化による屈折率の変化率、即ち温度が 1 変化することによって走査レンズの材質の屈折率 n が $dn/dt (1/)$ (屈折率の温度変化率) だけ変化すると、パワー変化 a は

【 0 1 6 1 】

【数 2 3】

20

$$\Delta \phi a = \frac{dn/dt}{n-1} \phi a \cdots (2a)$$

【 0 1 6 2 】

となる。関係式 (1b) と関係式 (2b) より温度変化によって結像光学系を構成するそれぞれの走査レンズの材質の屈折率 n が変化することによる像面の主走査方向の移動量（ピント移動量） Δsa_1 は

【 0 1 6 3 】

【数 2 4】

30

$$\Delta sa_1 = -\frac{1}{\phi a^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi a_i \cdots (3b)$$

【 0 1 6 4 】

となる。

【 0 1 6 5 】

ここで a_i は結像光学系 6 を構成する光偏向器 5 側から数えて第 i 番目の光学素子の主走査断面内のパワー、 n_i 、 dn_i/dt は各々結像光学系 6 を構成する光偏向器 5 側から数えて第 i 番目の光学素子の材質の屈折率と、該屈折率の温度変化率である。

40

【 0 1 6 6 】

像面深度は $1.64 \times \times (F \text{ ナンバー })^2$ で表されるので関係式 (3b) より

【 0 1 6 7 】

【数 2 5】

$$-\frac{1}{\phi a^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi a_i \leq 1.64 \lambda \times (F \text{ ナンバー })^2 \cdots (4b)$$

【 0 1 6 8 】

となる。

50

【 0 1 6 9 】

光学部材の変形や取付け位置誤差を考慮すると、25 昇温したときの像面湾曲の変動量を像面深度に対して1/10となるのが望ましいので、450 (nm) 以下の波長で考えると条件式 (4 b) は、

【 0 1 7 0 】

【数 2 6 】

$$\left| -\frac{1}{\phi a^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi a_i \right| \leq 0.01 (mm/^\circ C) \quad \dots (5b)$$

10

【 0 1 7 1 】

となる。

【 0 1 7 2 】

条件式 (5 b) を満足させるためには、 $a_i \times dn_i/dt$ を小さくすればよい。すなわちパワー a_i が大きい光学素子を温度変化率 dn_i/dt が小さい硝材 (例えばガラス等) を選ぶことによって像面の主走査方向の変動量を小さくすることができる。

【 0 1 7 3 】

さらに望ましくは上記条件式 (5 b) を次の如く設定するのが良い。

【 0 1 7 4 】

【数 2 7 】

20

$$1.0 \times 10^{-4} (mm/^\circ C) \leq \left| -\frac{1}{\phi a^2} \sum \frac{dn_i/dt}{n_i-1} \phi a_i \right| \leq 8.0 \times 10^{-3} (mm/^\circ C) \quad \dots (5c)$$

【 0 1 7 5 】

本実施例の結像光学系 6 は上記の如く球面レンズ 6 a とトーリックレンズ 6 b から構成されている。

【 0 1 7 6 】

本実施例において球面レンズ 6 a、トーリックレンズ 6 b の主走査断面内のパワー a_i は表 1 よりそれぞれ 0.0035、0.0003 である。

【 0 1 7 7 】

30

本実施例ではトーリックレンズ 6 b の硝材は商品名 s-BAL41 ((株) HOYA 製) を使用しており、温度変化率 dn/dt が $3.4E-6$ と非常に小さい。したがって主走査断面内のパワーが大きくても像面の変化が非常に小さい。

【 0 1 7 8 】

この系での主走査方向のデフォーカスとスポット径との関係を図 13 に示す。同図に示すように許容スポット径を $35 \mu m$ とすると像面深度は $\pm 1.4 mm$ である。20 昇温したとき主走査方向の像面の移動量は $0.08 mm$ と非常に小さく、変動量が像面深度以下なのでスポット径を悪化させることがない。

【 0 1 7 9 】

尚、本実施例において入射光学系 LA の各光学素子はガラス材より成るので、温度変化による屈折率の変化は少ないので温度変化によるピント移動量 (s_4) を無視することができる。

40

【 0 1 8 0 】

本実施例において主走査断面内における結像光学系 6 のパワーは 0.0030 なので表 1 の値を関係式 (3 b) に代入すると、 $S a_1 = 0.002$ となる。これは条件式 (5 b) を十分に満足している。

【 0 1 8 1 】

次に、入射光学系 LA の主走査断面内のパワーが a' だけ変わることに伴う主走査方向の像面湾曲の変動量 $s a_2$ は、該入射光学系 LA の主走査断面内のパワーと主走査断面内の横倍率 (主走査倍率) を各々 a' 、 a' とするとき、

50

【 0 1 8 2 】

【 数 2 8 】

$$\Delta s a_2 = -\beta a'^2 \frac{\Delta \phi a'}{\phi a'^2} \dots (6b)$$

【 0 1 8 3 】

で表すことができる。

【 0 1 8 4 】

波長変化による光学素子の材質の屈折率の変化率（複数の発光部を有するときは各発光部から発振される光束内の波長差による屈折率の差も含む）即ち、レーザー波長が1nm変化することによって入射光学系LAの光学素子の材質の屈折率 n' が波長変化、即ち入射光学系の率 $dn'/d\lambda$ (1/nm) (屈折率の波長変化率)だけ変化すると、 a' は、

10

【 0 1 8 5 】

【 数 2 9 】

$$\Delta \phi a' = \frac{dn'/d\lambda}{n'-1} \phi a' \dots (7b)$$

【 0 1 8 6 】

となる。関係式(6b)と関係式(7b)より波長差（基準波長との波長差、もしくは複数の発光部（光源）間の波長差）によって入射光学系LAを構成するそれぞれの入射光学系LAの光学素子の材質の屈折率が変化することによる像面の主走査方向の移動量 $s a_2$ は

20

【 0 1 8 7 】

【 数 3 0 】

$$\Delta s a_2 = -\frac{\beta a'^2}{\phi a'^2} \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n'_i-1} \phi a'_i \dots (8b)$$

【 0 1 8 8 】

となる。

30

【 0 1 8 9 】

ここで a_i' は入射光学系LAを構成する光源手段1側から数えて第 i 番目の光学素子の主走査断面内のパワー、 n_i' 、 $dn_i'/d\lambda$ は各々入射光学系LAを構成する光源手段1側から数えて第 i 番目の光学素子の材質の屈折率と、該屈折率の波長変化率である。

【 0 1 9 0 】

また、レーザー波長が1nm変化することによって結像光学系6の光学素子の材質の屈折率が波長変化率 $dn/d\lambda$ だけ変化すると、結像光学系6における主走査断面内のパワー変動量 a_3 は、

【 0 1 9 1 】

40

【 数 3 1 】

$$\Delta \phi a_3 = \frac{dn/d\lambda}{n-1} \phi a \dots (9b)$$

【 0 1 9 2 】

となる。条件式(1b)と関係式(9b)より温度変化によって結像光学系6を構成するそれぞれの走査レンズの材質の屈折率が変化することによる像面の主走査方向の移動量 $s a_3$ は、条件式(1b)の a の代わりに関係式(9b)の a_3 を代入すると、

【 0 1 9 3 】

50

【数 3 2】

$$\Delta s a_3 = -\frac{1}{\phi a^2} \sum \frac{dn_i/d\lambda}{n_i - 1} \phi a_i \quad \dots (10b)$$

【0194】

となる。

【0195】

入射光学系LAの変動量 $s a_2$ と結像光学系6の変動量 $s a_3$ を合計すると波長変動に伴う全系の変動量となる。ここで、 $s a_2$ が a'^2 に依存しているのに対して $s a_3$ は1に依存している。結像光学系6の主走査倍率 a は5~20程度であり、入射光学系LAの変動が結像光学系6に対して非常に大きくなるので入射光学系LAのパワー変動を抑えることが重要である。ここで結像光学系6による移動量 $s a_3$ は小さいので無視することができる。

10

【0196】

像面深度は $1.64 \times \quad \times (F \text{ ナンバー})^2$ で表わされるので関係式(8b)より

【0197】

【数 3 3】

$$-\frac{\beta a'^2}{\phi a'^2} \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n'_i - 1} \phi a'_i \leq 1.64 \lambda \times (F \text{ ナンバー})^2 \quad \dots (11b)$$

20

【0198】

となる。

【0199】

現在製品化されているブルーレーザの波長バラツキは1nm以上あり、光学部材の変形や取付け位置誤差を考慮すると、波長バラツキ(基準波長とのバラツキ、もしくは複数の発光部(光源)間のバラツキ)1nmに対して像面湾曲の変動量は像面深度に対して1/10となるのが望ましいので、450nm以下の波長で考えると条件式(11b)は、

【0200】

30

【数 3 4】

$$\left| -\left(\frac{\beta a'}{\phi a'} \right)^2 \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n'_i - 1} \phi a'_i \right| \leq 0.2(mm) \quad \dots (12b)$$

【0201】

となる。

【0202】

さらに望ましくは上記条件式(12b)を次の如く設定するのが良い。

【0203】

40

【数 3 5】

$$0.01(mm) \leq \left| -\left(\frac{\beta a'}{\phi a'} \right)^2 \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n'_i - 1} \phi a'_i \right| \leq 0.16(mm) \quad \dots (12c)$$

【0204】

本実施例において、球面レンズ3、レンズ9a(凹)、9b(凸)、入射光学系LA全体の主走査断面内のパワーはそれぞれ0.024、-0.030、0.049、0.048である。表2より明らかなように、波長変化率 $dn/d\lambda$ が大きいレンズ9a(凹)に負のパワーを持たせることで、球面レンズ3で発生する色収差を打ち消している。

50

【 0 2 0 5 】

光源手段(単一もしくは複数の発光部を有する光源)において1nmの波長差があった場合、波長の差によって像面の位置が0.05mmほど変化する。本実施例の主走査方向の像面深度は許容スポット径を35 μ mとすると ± 1.1 mmであるので、この差は非常に小さい。

【 0 2 0 6 】

本実施例において入射光学系1A全体における主走査倍率 a' が12.20であるので、表2の条件を条件式(8b)に代入すると-0.003となる。これは条件式(12b)を十分に満足している。

【 0 2 0 7 】

このように本実施例では上記の如く結像光学系6の配置誤差等に伴う被走査面8上での走査線曲がりの敏感度を低減して、常に良好なる画像が得られるようにしている。

10

【実施例6】

【 0 2 0 8 】

図4の本発明の実施例2において主走査断面図におけるピント移動を補正する実施例6について説明する。

【 0 2 0 9 】

結像光学系のレンズ構成が、ガラスレンズのみだと、図5に示す曲線(a)のように副走査方向の像面湾曲が残ってしまう。そこで本実施例は樹脂成形によってレンズ面形状を非球面にすることでパワーが最も大きいガラスレンズのみでは取りきれなかった副走査方向の像面湾曲を図4に示す曲線(b)のように良好に補正している。

20

【 0 2 1 0 】

ただし、樹脂レンズ16bは環境変動によって、その材質の屈折率が変わりやすいので、該樹脂レンズ16bのパワーを考慮する必要がある。

樹脂レンズ16bは、屈折光学素子を意味する。

【 0 2 1 1 】

前記条件式(5b)を満足させるためには、前述のように $a_i \times dn_i/dt$ を小さくすればよい。すなわち、樹脂より成る光学素子の主走査断面内のパワー(樹脂より成る光学素子が複数あるときには、その合計のパワー) a_p を結像光学系16の主走査断面内のパワー a に対して、

$$|a_p / a| \leq 0.3 \cdots (13b)$$

30

なる条件を満たすようなパワー配置にすることが望ましい。

【 0 2 1 2 】

更に望ましくは上記条件式(13b)を次の如く設定するのが良い。

【 0 2 1 3 】

$$0.01 \leq |a_p / a| \leq 0.25 \cdots (13c)$$

本実施例の結像光学系16は上記の如くトーリックレンズ16aとアナモフィック面を有するアナモフィックレンズ16bから構成されている。アナモフィック面とは主走査断面内と副走査断面内において異なる結像特性(パワー)をもっている面である。

【 0 2 1 4 】

アナモフィックレンズ6bを図4に示すように非球面形状にすることで、図5に示すように副走査方向の像面湾曲を曲線(a)の状態から曲線(b)の状態へと良好に補正することができる。ただし、樹脂レンズは環境変動によってその材質の屈折率が変わりやすいので樹脂レンズの主走査断面内のパワーはガラスレンズに対して小さくするのが良い。

40

【 0 2 1 5 】

本実施例において、トーリックレンズ16a、アナモフィックレンズ16b、結像光学系16全体の主走査断面内のパワーは表3よりそれぞれ0.0043、0.0014、0.0056である。

【 0 2 1 6 】

本実施例ではトーリックレンズ6aの硝材を、例えば商品名BSL7((株)HOYA製)を使用しており、温度変化率 dn/dt が3.3E-6と非常に小さい。アナモフィックレンズ16bの硝材は、例えば商品名Z E O N E X E 4 8 Rなどであり、温度変化率 dn/dt が7.9E-5とトーリック

50

レンズ 16a に対して温度変化による屈折率変動が10倍以上敏感であるが、主走査断面内のパワーを全系の1/4以下に抑えることによって温度変化による全系におけるパワーの変動量を小さくしている。

【0217】

本実施例での主走査方向の像面深度は許容スポット径を35 μ mとすると ± 1.2 mmである。25 昇温したとき主走査方向の像面の移動量は0.25mmと小さく、変動量が像面深度以下なのでスポット径を悪化させることがない。

【0218】

本実施例において、表3の値を条件式(3b)に代入すると7.63E-3となる。これは条件式(5b)を十分に満足している。

10

【実施例7】

【0219】

図14(A),(B)は各々本発明の実施例7の光走査装置の要部断面図であり、同図(A)は主走査断面図、同図(B)は副走査断面図である。

【0220】

本実施例において前述の実施例5と異なる点は光学系をオーバーフィールド光学系(OF S 光学系)より構成したことである。その他の構成および光学的作用は実施例5と略同様であり、これにより同様な効果を得ている。

【0221】

即ち、同図において1'は光源手段であり、例えば半導体レーザーによりなっている。

20

【0222】

9'は貼り合わせレンズ部であり、負(凹)のパワー(屈折力)を有するレンズ9a'(凹)と正(凸)のパワー(屈折力)を有するレンズ9b'(凸)の2枚のレンズを有しており、光源手段1'から出射した光束を略平行光束に変換している。本実施例では貼り合わせレンズ部9'を光軸方向に移動させることにより、主走査方向の結像位置を調整している。

【0223】

3'は負の屈折率を有する球面レンズであり、貼り合わせレンズ部9'で略平行光束に変換された光束を略発散光に変換している。本実施例では球面レンズ3'を光軸方向に移動させることにより、主走査方向の結像位置を調整している。また球面レンズ3'の取付け座面は後述する入射光学系の光軸と平行な平面に加工された形状より成っている。

30

【0224】

2'は開口絞りであり、通過光束を制限してビーム形状を整形している。

【0225】

4'は副走査断面内に正の屈折力を有するシリンドリカルレンズであり、開口絞り2'を通過した光束を副走査断面内で光偏向器5'の偏向面5a'にほぼ線像として結像させている。本実施例ではシリンドリカルレンズ4'を光軸方向に移動させることにより、副走査方向の結像位置を調整している。またシリンドリカルレンズ4'の取付け座面は後述する入射光学系の光軸と平行な平面に加工された形状よりなっている。

【0226】

尚、貼り合わせレンズ部9'、球面レンズ3'、開口絞り2'、シリンドリカルレンズ4'、そして後述する第1、第2の走査レンズ6a'、6b'の各要素は入射光学系(第1の光学系)を構成している。また主走査断面内においては球面レンズ3'、シリンドリカルレンズ4'と第1の走査レンズ6a'、6b'との4枚のレンズでアフォーカル系を構成している。

40

【0227】

球面レンズ3'、シリンドリカルレンズ4'と第1の走査レンズ6a'、6b'は、屈折光学素子を意味する。

【0228】

5'は光偏向器としてのポリゴンミラーであり、モーター等の駆動手段(不図示)によ

50

り図中矢印 A 方向に一定速度で回転している。

【0229】

6' は f 特性を有する結像光学系（第 2 の光学系）であり、第 1、第 2、第 3 の走査レンズ 6a'、6b'、6c' のレンズより成っている。第 1、第 2 の走査レンズ 6a'、6b' はガラスレンズであり、主走査方向の像面湾曲と f 特性とを両立させている。また第 3 の走査レンズ 6c' はプラスチックレンズであり、主走査断面内と副走査断面内とで異なるパワーを有するアナモフィックレンズにすることで副走査方向の像面湾曲を満足させている。また第 1、第 2 のレンズ 6a'、6b' は入射光学系の一部をも構成している。

【0230】

8' は被走査面としての感光ドラム面である。

10

【0231】

本実施例において、半導体レーザー 1' から光変調され出射した光束は貼り合わせレンズ部 9' によって略平行光束に変換され、球面レンズ 3' によって発散光束に変換され、開口絞り 2' によって光束を制限してシリンドリカルレンズ 4' に入射している。シリンドリカルレンズ 4' に入射した光束のうち副走査断面内における光束は収束して第 2、第 1 の走査レンズ 6b'、6a' を通過して光偏向器 5' の偏向面 5a' に入射し、該偏向面 5a' 近傍にほぼ線像（主走査方向に長手の線像）として結像している。このとき偏向面 5a' に入射する光束を光偏向器 5' の回転軸と結像光学系 6' の光軸を含む副走査断面から、該光偏向器 5' の回転軸と垂直な平面（光偏向器 5' の回転平面）に対して斜入射角度 $\theta/2 =$ 度という小さな角度で入射させ、入射光束と偏向光束とを分離している（斜入射光学系）。

20

【0232】

また主走査断面内における光束は発散して第 2、第 1 の走査レンズ 6b'、6a' を通過することによって略平行光束に変換され、光偏向器 5' の偏向角の略中央から偏向面 5a' に入射している（正面入射）。このときの略平行光束の光束幅は主走査方向において光偏向器 5' の偏向面 5a' のファセット幅に対して十分広くなるように設定している（オーバーフィル光学系）。そして、光偏向器 5' の偏向面 5a' で偏向反射された光束は第 1、第 2、第 3 の走査レンズ 6a'、6b'、6c' を介して感光ドラム面 8' に導光され、該光偏向器 5' を矢印 A 方向に回転させることによって、該感光ドラム面 8' 上を矢印 B 方向（主走査方向）に光走査している。これにより記録媒体としての感光ドラム面 8' 上に画像記録を行っている。

30

【0233】

本実施例の結像光学系 6' は球面レンズ 6a'、主走査断面内のみにパワーをもつシリンドリカルレンズ 6b'、そして主走査断面内と副走査断面内とで異なるパワーをもつアナモフィックレンズ 6c' から構成されている。

【0234】

表 6 に結像光学系 6' の各レンズの光学配置、形状及び使用した硝材の特性を示している。

【0235】

【表 6】

表 6

使用波長	λ (nm)	405		
球面レンズ屈折率	n_1	1.84217		
球面レンズ dn/dt	$dn_1/dt(1/^\circ\text{C})$	-5.30E-06		
シリンドリカルレンズ屈折率	n_2	1.7317		
シリンドリカルレンズ dn/dt	$dn_2/dt(1/^\circ\text{C})$	-6.20E-06		
アナモフィックレンズ屈折率	n_3	1.55E+00		
アナモフィックレンズ dn/dt	$dn_3/dt(1/^\circ\text{C})$	-7.90E-05		
偏向面～球面レンズ間距離	d_1 (mm)	19.87		
球面レンズ中心厚	d_2 (mm)	4		
球面レンズ～シリンドリカルレンズ	d_3 (mm)	41.5		
シリンドリカルレンズ中心厚	d_4 (mm)	27.90		
シリンドリカルレンズ～アナモフィックレンズ	d_5 (mm)	228.41		
アナモフィックレンズ中心厚	d_6 (mm)	4.00		
アナモフィックレンズ～被走査面間距離	d_7 (mm)	157.39		
$f\theta$ 係数	f	340.99		
球面レンズ形状		シリンドリカルレンズ形状		
	第1面	第2面	第1面	第2面
R	-338.563	∞	∞	-152.570
r	-	-	∞	∞
アナモフィックレンズ形状				
	第1面	第2面		
R	-1000.000	-1000.000		
r	141.115	-110.305		

【0236】

本実施例において球面レンズ6a'、シリンドリカルレンズ6b'、アナモフィックレンズ6c'、結像光学系6'全系の主走査断面内のパワーは表6より-0.0025、0.0048、-7.90E-5、0.0029である。

【0237】

本実施例では球面レンズ6a'およびシリンドリカルレンズ6b'の硝材は商品名s-TIH11および商品名s-BAH27(ともに(株)HOYA製)を使用しており、温度変化率 dn/dt がそれぞれ5.3E-6および6.2E-6と非常に小さい。またアナモフィックレンズ6c'の硝材は例えば商品名Z E O N E X E 4 8 Rなどであり、温度変化率 dn/dt が7.9E-5とガラスレンズに対して敏感であるが、主走査断面内のパワーが結像光学系6'全系のパワーの1/10以下なので全系におけるパワーの変動量は小さくなっている。

【0238】

この系での主走査方向のデフォーカスとスポット径の関係を図15に示す。同図に示すように許容スポット径を35 μm とすると像面深度は $\pm 1.1\text{mm}$ である。25 $^\circ\text{C}$ 昇温したとき主走査方向の像面の移動量は0.1mmと非常に小さく、変動量が像面深度以下なのでスポット径を悪化させることがない。

【0239】

本実施例において、表6の値を条件式(3b)に代入すると2.93E-3となる。これは条件式(5b)を十分に満足している。

【0240】

図16は本発明の実施例7の入射光学系の主走査断面図である。同図において図14に示した要素と同一要素には同符番を付している。

【0241】

同図における入射光学系は貼り合わせレンズ部9'、球面レンズ3'、開口絞り2'、シリンドリカルレンズ4'、第2の走査レンズ(球面レンズ)6b'、第1の走査レンズ(シリンドリカルレンズ)6a'で構成されている。尚、主走査断面内においては球面レンズ7'、シリンドリカルレンズ4'と第2、第1の走査レンズ6b'、6a'との4枚のレンズでアフォーカル系を構成している。

【0242】

表7に入射光学系の各レンズの光学配置、形状および使用した硝材の特性を示す。ここ

で「E - x」は「 10^{-x} 」を示している。

【0243】

【表7】

表 7

使用波長	λ (nm)	405		
レンズ(凹)屈折率	$n1$	1.64234		
レンズ(凹) $dn/d\lambda$	$dn1/d\lambda$	-1.90E-04		
レンズ(凸)屈折率	$n2$	1.52972		
レンズ(凸) $dn/d\lambda$	$dn2/d\lambda$	-1.20E-04		
球面レンズ屈折率	$n3$	1.52972		
球面レンズ $dn/d\lambda$	$dn3/d\lambda$	-1.20E-04		
シリンダリカルレンズ屈折率	$n4$	1.7317		
シリンダリカルレンズ $dn/d\lambda$	$dn4/d\lambda$	-3.10E-04		
球面レンズ屈折率	$n5$	1.84217		
球面レンズ $dn/d\lambda$	$dn5/d\lambda$	-6.40E-04		
光源～レンズ間距離	$d1$ (mm)	29.41		
レンズ(凹)中心厚	$d2$ (mm)	2.00		
レンズ(凸)中心厚	$d3$ (mm)	3.00		
レンズ間距離～球面レンズ	$d4$ (mm)	9.96		
球面レンズ中心厚	$d5$ (mm)	5.00		
球面レンズ～シット'カルレンズ'間距離	$d6$ (mm)	279.95		
シリンダリカルレンズ中心厚	$d7$ (mm)	15.00		
シット'カルレンズ'～球面レンズ間距離	$d8$ (mm)	38.58		
球面レンズ中心厚	$d9$ (mm)	4.00		
球面レンズ～偏向面間距離	$d10$ (mm)	19.68		
母線R		子線r		
	第1面	第2面	第1面	第2面
レンズ(凹)	-32.89	9.38	-	-
レンズ(凸)	9.38	-9.53	-	-
球面レンズ	-56.19	∞	-	-
シット'カルレンズ'	152.57	∞	∞	∞
球面レンズ	∞	338.56	-	-

【0244】

本実施例において、レンズ9a' (凹)、9b' (凸)、球面レンズ3'、シリンダリカルレンズ4'、球面レンズ6a'、入射光学系全体の主走査断面内のパワーはそれぞれ0.090、-0.106、-0.009、0.005、-0.002、0.009である。表5より明らかなように、波長変化率dn/d λ が大きいレンズ9a' (凹)に負のパワーを持たせることで、球面レンズ3' (凸)で発生する色収差を打ち消している。

【0245】

光源手段(単一もしくは複数の発光部を有する光源)において1nmの波長差があった場合、波長の差によって像面の位置が0.05mmほど変化する。本実施例の主走査方向の像面深度は許容スポット径を35 μ mとすると ± 1.1 mmであるので、この差は非常に小さい。

【0246】

本実施例において入射光学系LA全体における主走査倍率 β が148.73であるので、表7の条件を条件式(4b)に代入すると-0.03となる。これは条件式(12b)を十分に満足している。

【実施例8】

【0247】

図6の本発明の実施例3の主走査断面図におけるピント移動を補正する実施例8について説明する。

【0248】

曲面ミラー26aは環境変動に対して屈折率の変化がないのでガラスレンズよりも有効な結像光学系である。実施例6と同様に曲面ミラー26aだけでは主走査方向及び副走査方向の像面湾曲が残ってしまうので、樹脂成形によってレンズ面形状を非球面にすることで、曲面ミラー26aでは取りきれなかった像面湾曲を図7に示すように良好に補正している。

【 0 2 4 9 】

ただし、樹脂レンズ 2 6 b は環境変動によってその材質の屈折率が変わりやすいので、該樹脂レンズ 2 6 b のパワーは曲面ミラー 2 6 a に対して十分小さくするのが良い。

【 0 2 5 0 】

本実施例の結像光学系 2 6 は上記の如くトーリックミラー 2 6 a とアナモフィック面を有するアナモフィックレンズ 2 6 b から構成されている。アナモフィック面とは上記の如く主走査方向と副走査方向において異なる結像特性をもっている面である。

【 0 2 5 1 】

本実施例においてトーリックミラー 2 6 a、アナモフィックレンズ 2 6 b、結像光学系 2 6 全体の主走査断面内のパワーは表 4 よりそれぞれ 0.0047、- 0.0005、0.0045 である。

10

【 0 2 5 2 】

本実施例ではアナモフィックレンズ 2 6 b の硝材は、例えば商品名 ZEONEX E 480 などであり、温度変化率 dn/dt が $-7.9E-5$ とガラスレンズに対して敏感であるが、主走査断面内のパワーが結像光学系全系のパワーに対して $1/9$ 程度と小さいので全系におけるパワーの変動量は小さくなっている。

【 0 2 5 3 】

本実施例での主走査方向の像面深度は許容スポット径を $35 \mu m$ とすると $\pm 1.9 mm$ である。20 昇温したとき主走査方向の像面の移動量は $0.02 mm$ 以下と非常に小さく、変動量が像面深度以下なのでスポット径を悪化させることがない。

20

【 0 2 5 4 】

本実施例において主走査断面内における結像光学系のパワーは 0.0045 であるので、表 4 の条件を関係式 (3 b) に代入すると $1.6E-3$ となる。これは条件式 (5 b) を十分に満足している。

【実施例 9】

【 0 2 5 5 】

図 8 の本発明の実施例 4 の光走査装置 (マルチビーム光走査装置) における主走査断面内のピント移動を補正する実施例 9 について説明する。

【 0 2 5 6 】

現在製品化されているブルーレーザの波長バラツキは $1 nm$ 以上あり、光学部材の変形や取付け位置誤差を考慮すると、複数の発光部 (光源) の波長バラツキ $1 nm$ に対して像面湾曲の変動量は像面深度に対して $1/10$ となるのが望ましいので、 $450 nm$ 以下の波長で考えると条件式 (11 b) は、

30

【 0 2 5 7 】

【数 3 6】

$$\left| - \left(\frac{\beta a'}{\phi a'} \right)^2 \sum \frac{dn'_i/d\lambda}{n_i - 1} \phi a'_i \right| \leq 0.2(mm) \quad \dots (14b)$$

【 0 2 5 8 】

となる。

40

【 0 2 5 9 】

本実施例において、球面レンズ 3、レンズ 9 a (凹)、9 b (凸)、シリンダリカルレンズ 4 の主走査断面内のパワーはそれぞれ 0.024、- 0.030、0.049、0.048 である。表 5 より明らかなように、波長変化率 dn/d が大きいレンズ 9 a (凹) に負のパワーを持たせることで球面レンズ 3 で発生する色収差を打ち消している。

【 0 2 6 0 】

複数の発光部 (光源) において $1 nm$ の波長差があった場合、波長の差によって像面の位置が $0.05 mm$ ほど変化する。本実施例の主走査方向の像面深度は許容スポット径を $35 \mu m$ とすると $\pm 1.1 mm$ であるので、この差は非常に小さい。

50

【 0 2 6 1 】

本実施例において入射光学系 L A 全体における主走査倍率 a' が 12.20 であるので、表 5 の条件を条件式 (8 b) に代入すると -0.003 となる。これは条件式 (1 4 b) を十分に満足している。

【 0 2 6 2 】

〔 画像形成装置 〕

図 1 0 は、本発明の画像形成装置の実施例を示す副走査方向の要部断面図である。図において、符号 1 0 4 は画像形成装置を示す。この画像形成装置 1 0 4 には、パーソナルコンピュータ等の外部機器 1 1 7 からコードデータ D c が入力する。このコードデータ D c は、装置内のプリンタコントローラ 1 1 1 によって、画像データ (ドットデータ) D i に変換される。この画像データ D i は、実施例 1 ~ 9 に示した構成を有する光走査ユニット 1 0 0 に入力される。そして、この光走査ユニット 1 0 0 からは、画像データ D i に応じて変調された光ビーム 1 0 3 が出射され、この光ビーム 1 0 3 によって感光ドラム 1 0 1 の感光面が主走査方向に走査される。

【 0 2 6 3 】

静電潜像担持体 (感光体) たる感光ドラム 1 0 1 は、モータ 1 1 5 によって時計廻りに回転させられる。そして、この回転に伴って、感光ドラム 1 0 1 の感光面が光ビーム 1 0 3 に対して、主走査方向と直交する副走査方向に移動する。感光ドラム 1 0 1 の上方には、感光ドラム 1 0 1 の表面を一様に帯電せしめる帯電ローラ 1 0 2 が表面に当接するように設けられている。そして、帯電ローラ 1 0 2 によって帯電された感光ドラム 1 0 1 の表面に、前記光走査ユニット 1 0 0 によって走査される光ビーム 1 0 3 が照射されるようになっている。

【 0 2 6 4 】

先に説明したように、光ビーム 1 0 3 は、画像データ D i に基づいて変調されており、この光ビーム 1 0 3 を照射することによって感光ドラム 1 0 1 の表面に静電潜像を形成せしめる。この静電潜像は、上記光ビーム 1 0 3 の照射位置よりもさらに感光ドラム 1 0 1 の回転方向の下流側で感光ドラム 1 0 1 に当接するように配設された現像器 1 0 7 によってトナー像として現像される。

【 0 2 6 5 】

現像器 1 0 7 によって現像されたトナー像は、感光ドラム 1 0 1 の下方で、感光ドラム 1 0 1 に対向するように配設された転写ローラ 1 0 8 によって被転写材たる用紙 1 1 2 上に転写される。用紙 1 1 2 は感光ドラム 1 0 1 の前方 (図 1 0 において右側) の用紙カセット 1 0 9 内に収納されているが、手差しでも給紙が可能である。用紙カセット 1 0 9 端部には、給紙ローラ 1 1 0 が配設されており、用紙カセット 1 0 9 内の用紙 1 1 2 を搬送路へ送り込む。

【 0 2 6 6 】

以上のようにして、未定着トナー像を転写された用紙 1 1 2 はさらに感光ドラム 1 0 1 後方 (図 1 0 において左側) の定着器へと搬送される。定着器は内部に定着ヒータ (図示せず) を有する定着ローラ 1 1 3 とこの定着ローラ 1 1 3 に圧接するように配設された加圧ローラ 1 1 4 とで構成されており、転写部から搬送されてきた用紙 1 1 2 を定着ローラ 1 1 3 と加圧ローラ 1 1 4 の圧接部にて加圧しながら加熱することにより用紙 1 1 2 上の未定着トナー像を定着せしめる。更に定着ローラ 1 1 3 の後方には排紙ローラ 1 1 6 が配設されており、定着された用紙 1 1 2 を画像形成装置の外に排出せしめる。

【 0 2 6 7 】

図 1 0 においては図示していないが、プリントコントローラ 1 1 1 は、先に説明したデータの変換だけでなく、モータ 1 1 5 を始め画像形成装置内の各部や、後述する光走査ユニット内のポリゴンモータなどの制御を行う。

【 0 2 6 8 】

本発明で使用される画像形成装置の記録密度は、特に限定されない。しかし、記録密度が高くなればなるほど、高画質が求められることを考えると、1200 dpi 以上の画像

形成装置において本発明の実施例 1 ～ 9 の構成はより効果を発揮する。

【 0 2 6 9 】

[カラー画像形成装置]

図 1 1 は本発明の実施例のカラー画像形成装置の要部概略図である。本実施例は、光走査装置を 4 個並べ各々並行して像担持体である感光ドラム面上に画像情報を記録するタンデムタイプのカラー画像形成装置である。図 1 1 において、6 0 はカラー画像形成装置、1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 は各々実施例 1 ～ 9 に示したいずれかの構成を有する光走査装置、2 1 , 2 2 , 2 3 , 2 4 は各々像担持体としての感光ドラム、3 1 , 3 2 , 3 3 , 3 4 は各々現像器、5 1 は搬送ベルトである。

【 0 2 7 0 】

図 1 1 において、カラー画像形成装置 6 0 には、パーソナルコンピュータ等の外部機器 5 2 から R (レッド)、G (グリーン)、B (ブルー) の各色信号が入力する。これらの色信号は、装置内のプリンタコントローラ 5 3 によって、C (シアン)、M (マゼンタ)、Y (イエロー)、B (ブラック) の各画像データ (ドットデータ) に変換される。これらの画像データは、それぞれ光走査装置 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 に入力される。そして、これらの光走査装置からは、各画像データに応じて変調された光ビーム 4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4 が出射され、これらの光ビームによって感光ドラム 2 1 , 2 2 , 2 3 , 2 4 の感光面が主走査方向に走査される。

【 0 2 7 1 】

本実施例におけるカラー画像形成装置は光走査装置 (1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4) を 4 個並べ、各々が C (シアン)、M (マゼンタ)、Y (イエロー)、B (ブラック) の各色に対応し、各々平行して感光ドラム 2 1 , 2 2 , 2 3 , 2 4 面上に画像信号 (画像情報) を記録し、カラー画像を高速に印字するものである。

【 0 2 7 2 】

本実施例におけるカラー画像形成装置は上述の如く 4 つの光走査装置 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 により各々の画像データに基づいた光ビームを用いて各色の潜像を各々対応する感光ドラム 2 1 , 2 2 , 2 3 , 2 4 面上に形成している。その後、記録材に多重転写して 1 枚のフルカラー画像を形成している。

【 0 2 7 3 】

前記外部機器 5 2 としては、例えば C C D センサを備えたカラー画像読取装置が用いられても良い。この場合には、このカラー画像読取装置と、カラー画像形成装置 6 0 とで、カラーデジタル複写機が構成される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 2 7 4 】

【 図 1 】 本発明の実施例 1 の主走査断面図

【 図 2 】 本発明の実施例 1 のデフォーカスとスポット径の特性図

【 図 3 】 本発明の実施例 1 の偏向面の倒れによるピッチムラ図

【 図 4 】 本発明の実施例 2 の主走査断面図

【 図 5 】 本発明の実施例 2 における副走査方向の像面湾曲図

【 図 6 】 本発明の実施例 3 の主走査断面図および副走査断面図

【 図 7 】 本発明の実施例 3 における像面湾曲図

【 図 8 】 本発明の実施例 4 の光走査装置の要部概略図

【 図 9 】 本発明の実施例 4 の主走査断面図

【 図 1 0 】 本発明の画像形成装置の実施例を示す副走査断面図

【 図 1 1 】 本発明の実施例のカラー画像形成装置の要部概略図

【 図 1 2 】 従来の光走査装置の要部概略図

【 図 1 3 】 本発明の実施例 5 のデフォーカスとスポット径の特性図

【 図 1 4 】 本発明の実施例 7 の主走査断面図および副走査断面図

【 図 1 5 】 本発明の実施例 7 のデフォーカスとスポット径の特性図

【 図 1 6 】 本発明の実施例 7 の主走査断面図

10

20

30

40

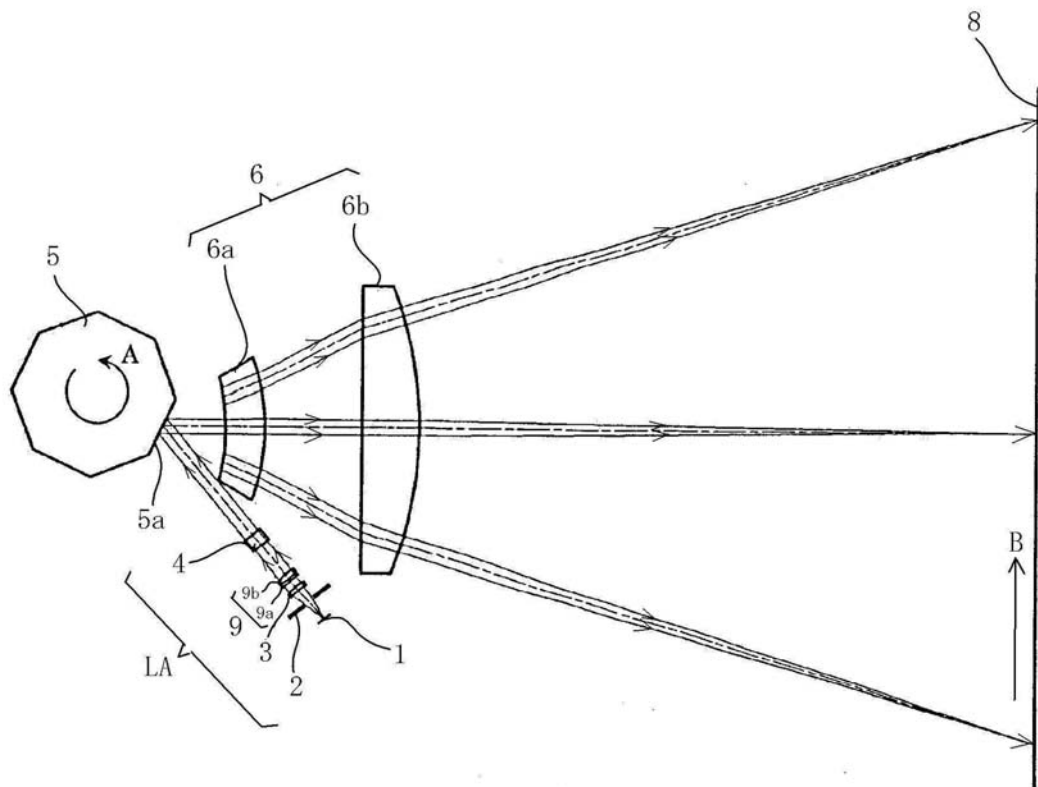
50

【符号の説明】

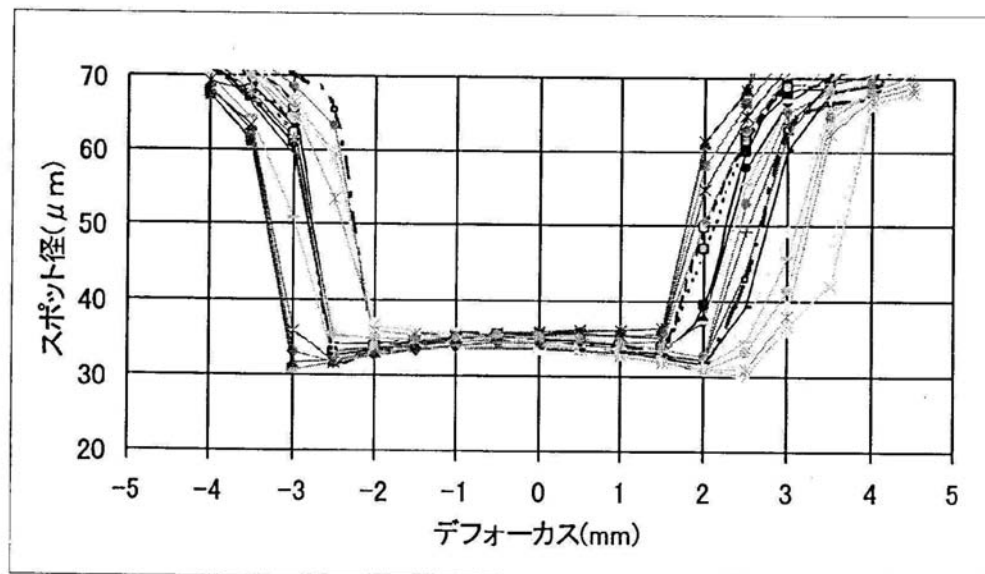
【 0 2 7 5 】

1	光源手段（半導体レーザー）	
8 1	光源手段（マルチ半導体レーザー）	
2	開口絞り	
3	球面レンズ	
9	貼り合わせレンズ部	
4	レンズ系（シリンドリカルレンズ）	
5	偏向手段（回転多面鏡）	
6 , 1 6 , 2 6 , 3 6	結像光学系	10
6 a , 1 6 a , 2 6 a , 3 6 a	第 1 の走査レンズ	
6 b , 1 6 b , 2 6 b , 3 6 b	第 2 の走査レンズ	
8	被走査面（感光体ドラム）	
L A	入射光学系	
1 1、1 2、1 3、1 4	光走査装置	
2 1、2 2、2 3、2 4	像担持体（感光ドラム）	
3 1、3 2、3 3、3 4	現像器	
5 1	搬送ベルト	
4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4	レーザビーム（光束）	
5 2	外部機器	20
5 3	プリンタコントローラ	
6 0	カラー画像形成装置	
1 0 0	光走査装置	
1 0 1	感光ドラム	
1 0 2	帯電ローラ	
1 0 3	光ビーム	
1 0 4	画像形成装置	
1 0 7	現像装置	
1 0 8	転写ローラ	
1 0 9	用紙カセット	30
1 1 0	給紙ローラ	
1 1 1	プリンタコントローラ	
1 1 2	転写材（用紙）	
1 1 3	定着ローラ	
1 1 4	加圧ローラ	
1 1 5	モータ	
1 1 6	排紙ローラ	
1 1 7	外部機器	

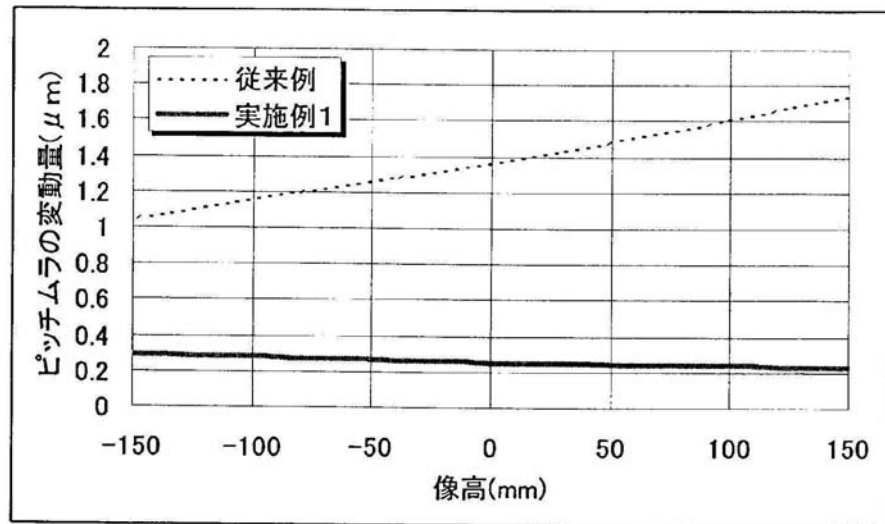
【図 1】



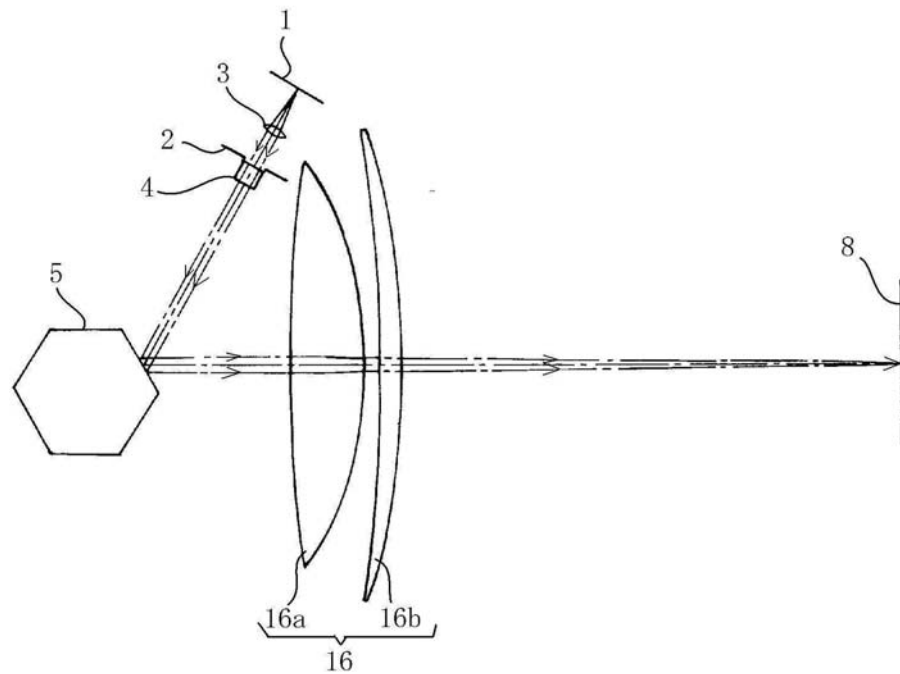
【図 2】



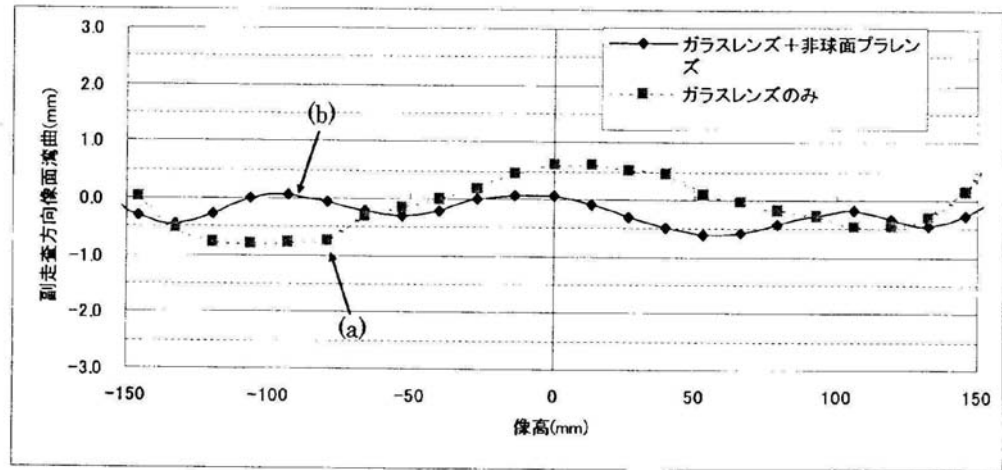
【図 3】



【図 4】

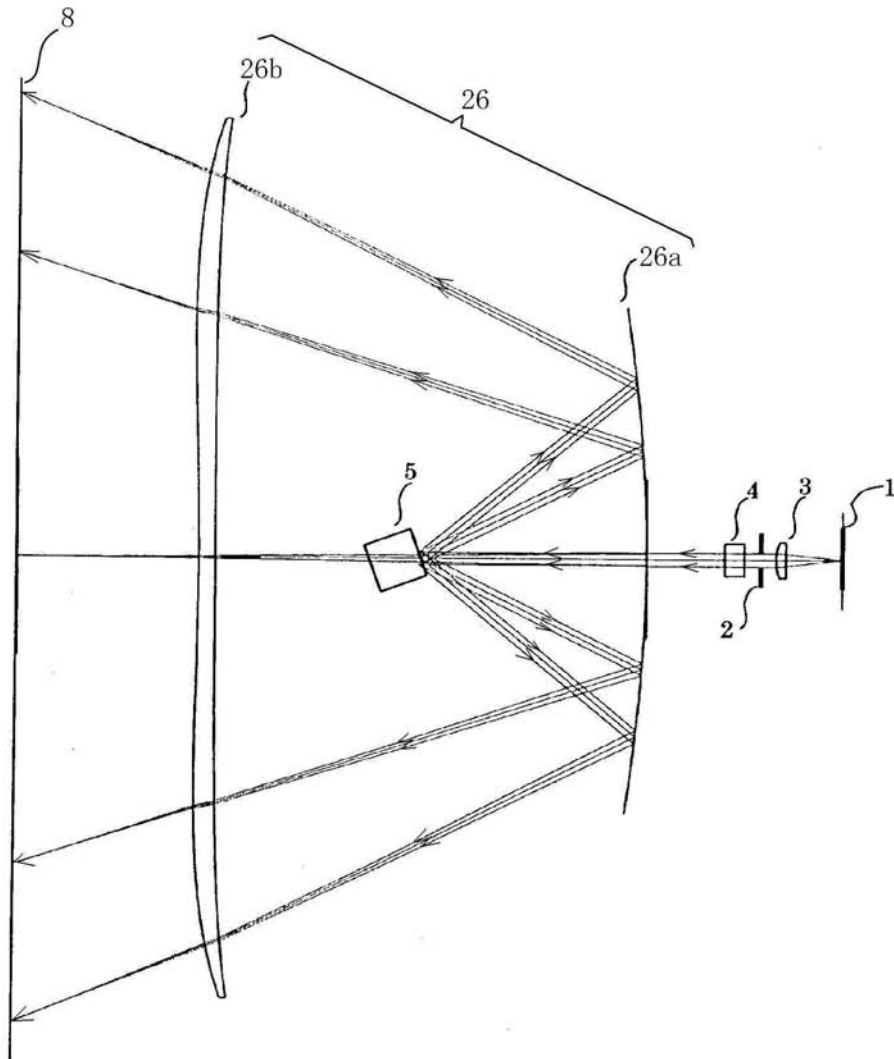


【図 5】

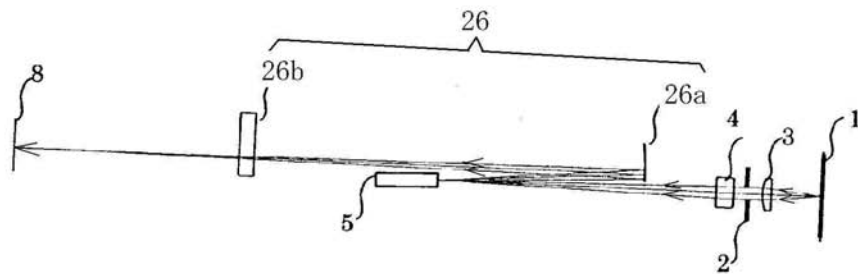


【図 6】

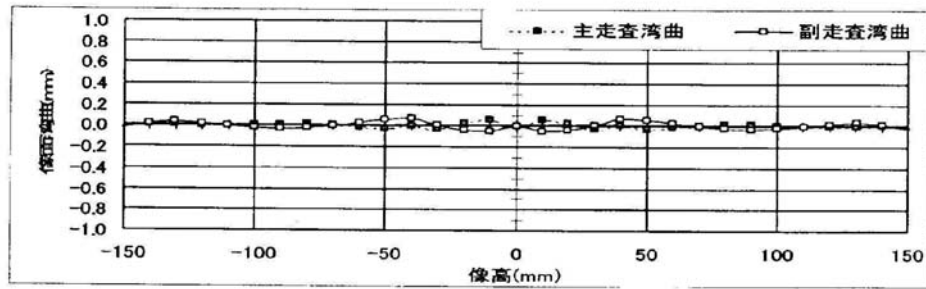
(A)



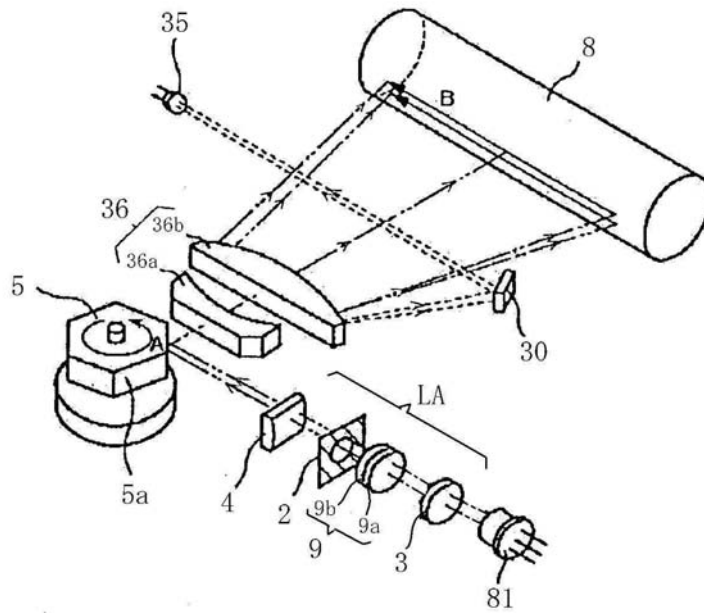
(B)



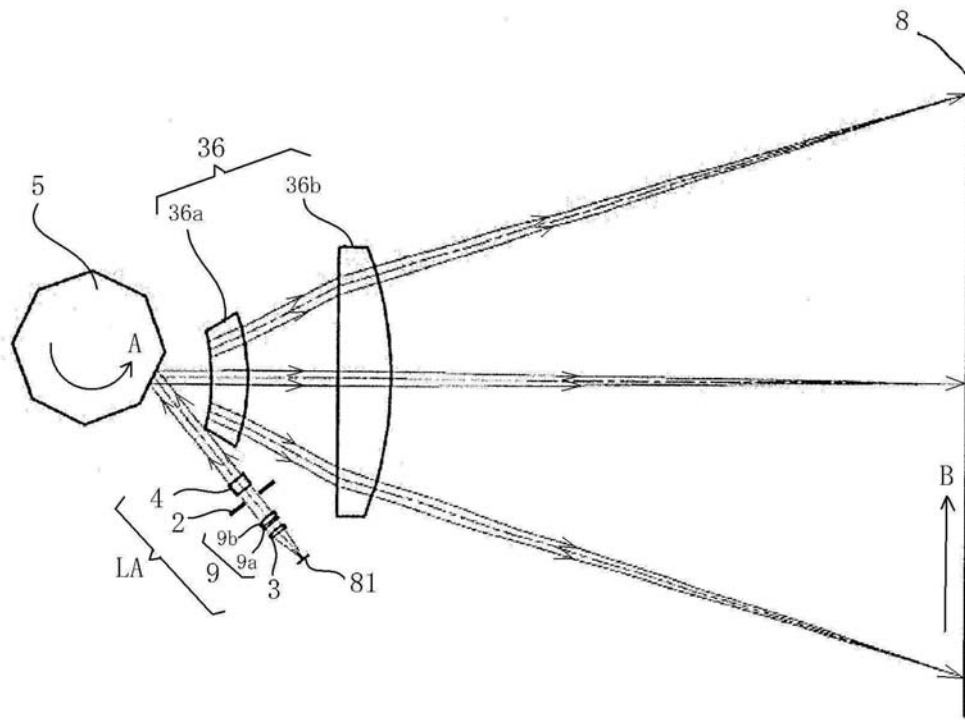
【図 7】



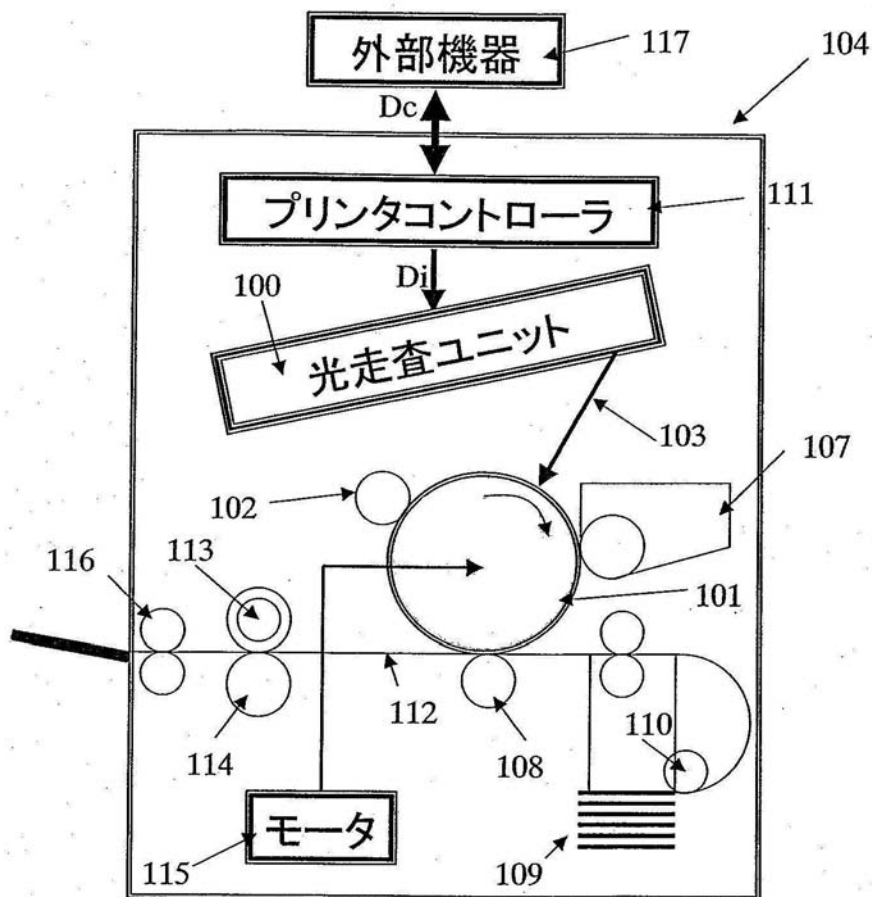
【図 8】



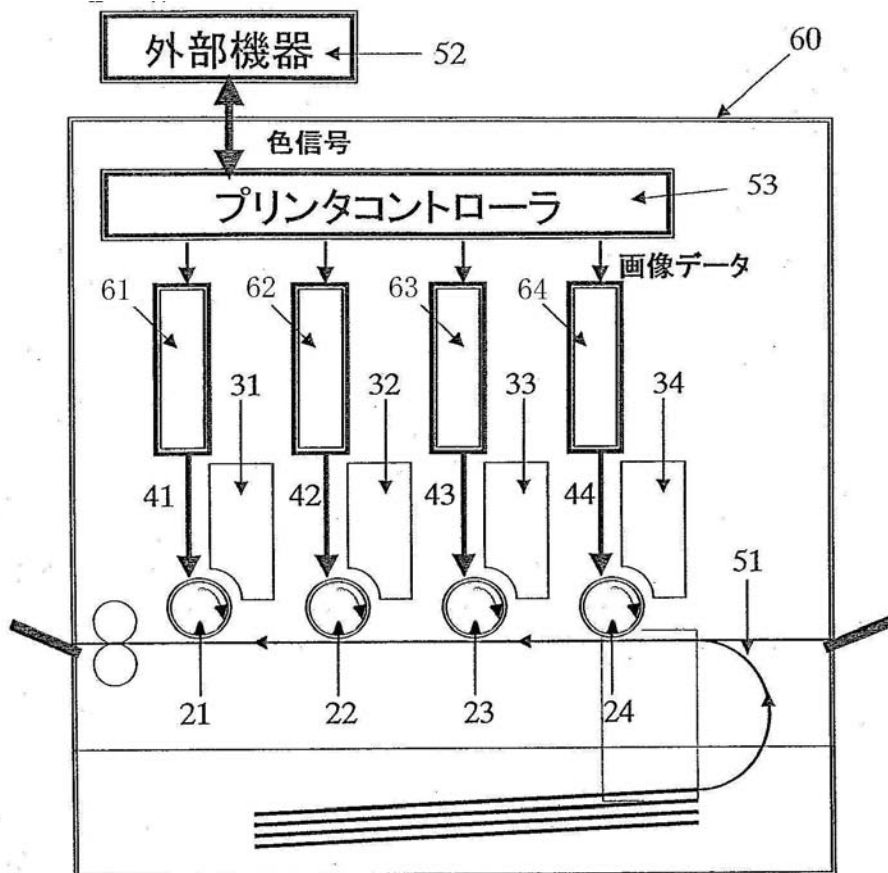
【図 9】



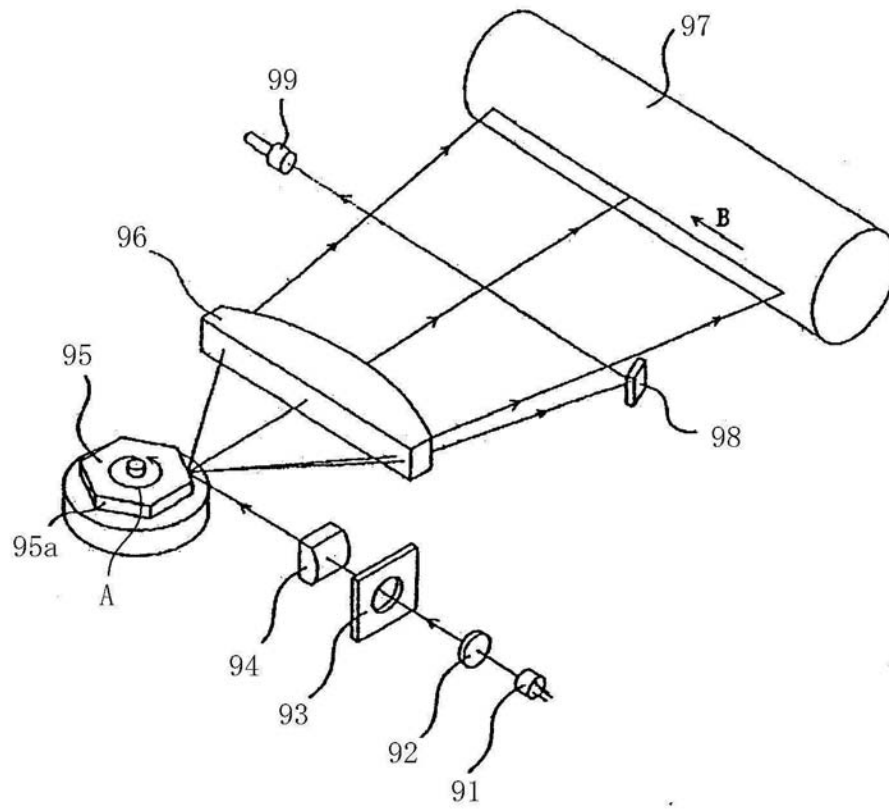
【図 10】



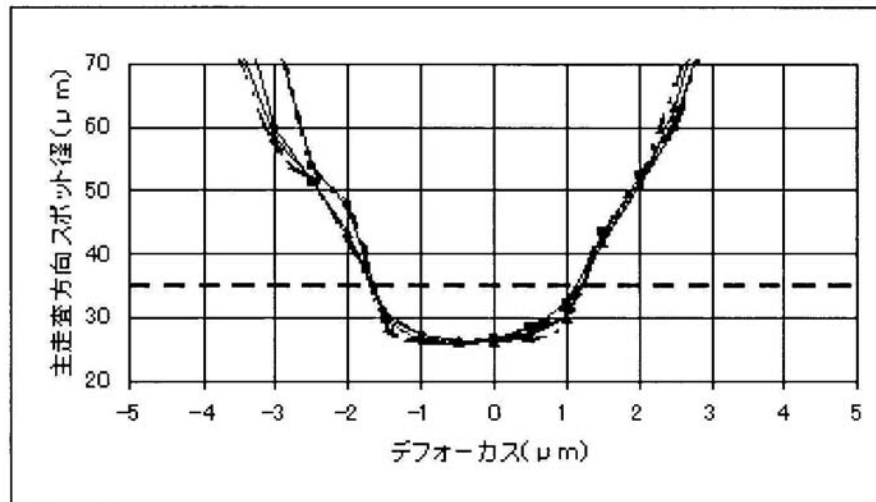
【図 11】



【図 12】

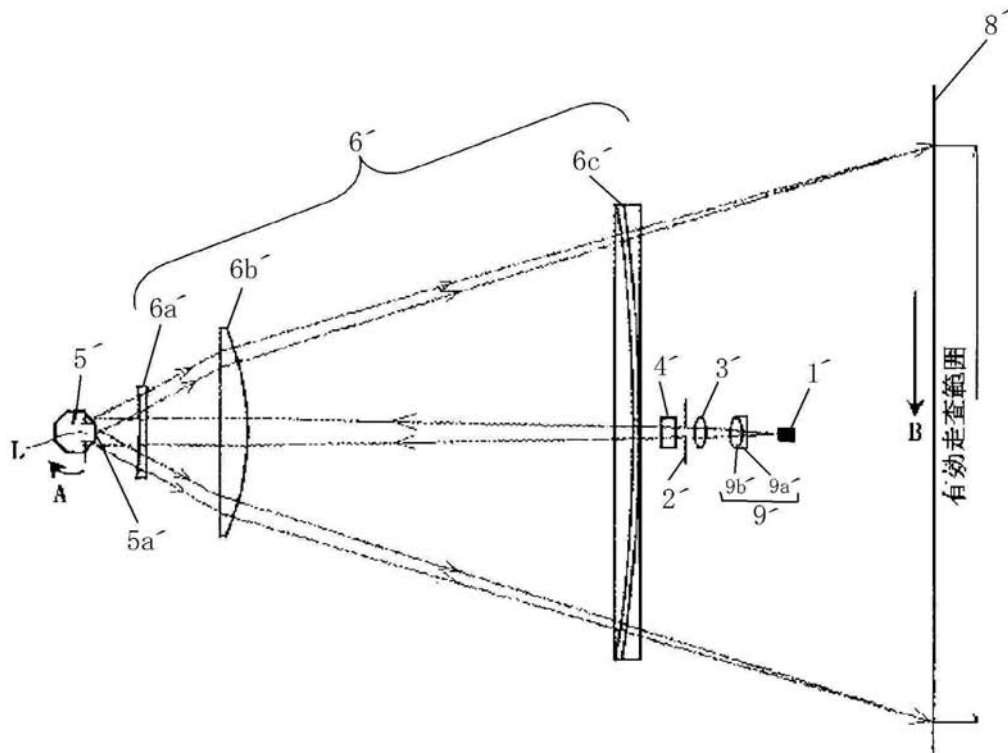


【図 13】

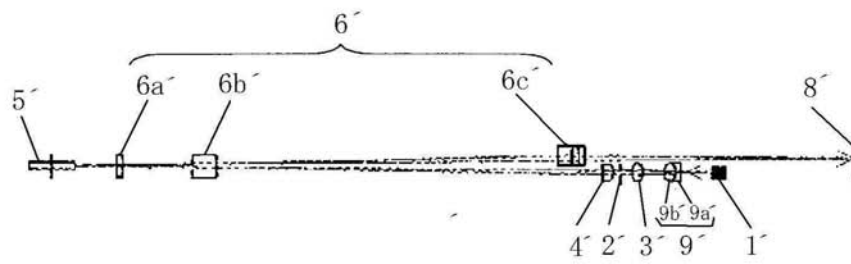


【図 14】

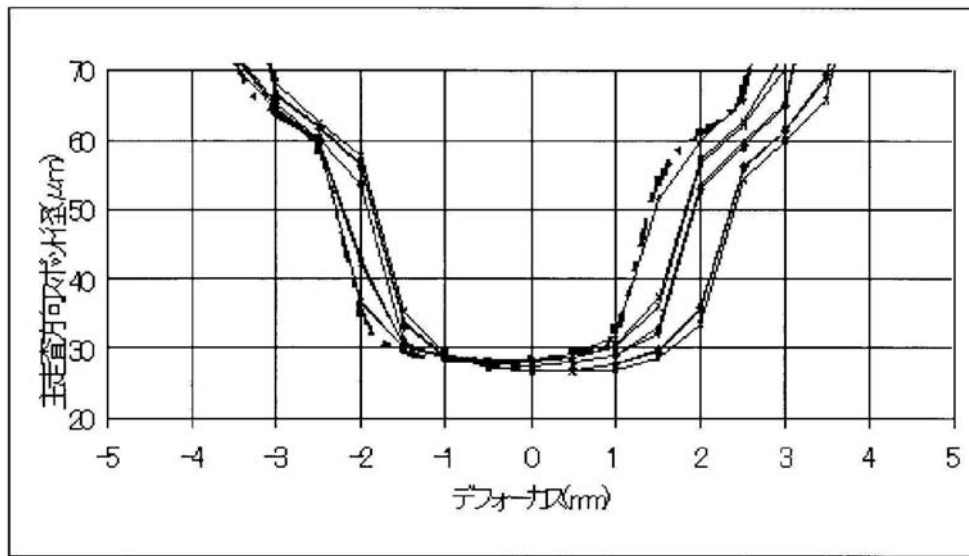
(A)



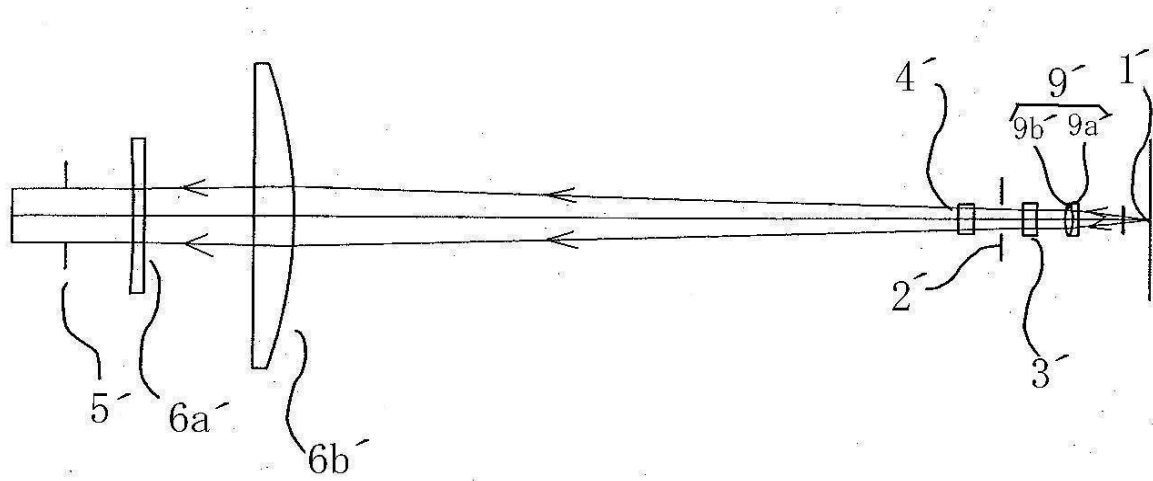
(B)



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 瀧澤 徳司
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 山村 浩

(56)参考文献 特開2002-303810(JP,A)
特開平8-160330(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 26/10