

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6212528号  
(P6212528)

(45) 発行日 平成29年10月11日 (2017.10.11)

(24) 登録日 平成29年9月22日 (2017.9.22)

(51) Int.Cl.	F I
<b>G O 2 B 26/12 (2006.01)</b>	G O 2 B 26/12
<b>G O 2 B 26/10 (2006.01)</b>	G O 2 B 26/10 F
<b>B 4 1 J 2/47 (2006.01)</b>	G O 2 B 26/10 B
<b>H O 4 N 1/113 (2006.01)</b>	B 4 1 J 2/47 1 O 1 D
<b>G O 2 B 13/00 (2006.01)</b>	H O 4 N 1/04 1 O 4 A
請求項の数 15 (全 23 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2015-218575 (P2015-218575)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成27年11月6日 (2015.11.6)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-90593 (P2017-90593A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成29年5月25日 (2017.5.25)	(74) 代理人	100094112
審査請求日	平成29年4月12日 (2017.4.12)		弁理士 岡部 譲
早期審査対象出願		(74) 代理人	100096943
			弁理士 臼井 伸一
		(74) 代理人	100101498
			弁理士 越智 隆夫
		(74) 代理人	100107401
			弁理士 高橋 誠一郎
		(74) 代理人	100106183
			弁理士 吉澤 弘司
		(74) 代理人	100128668
			弁理士 齋藤 正巳
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光走査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1及び第2の偏向面により光束を偏向して第1及び第2の被走査面を主走査方向に走査する偏向器と、

前記第1及び第2の偏向面により偏向される光束を前記第1及び第2の被走査面に導光する第1及び第2の結像光学系と、

副走査断面内において前記第1の偏向面に光束を斜入射させる入射光学系とを備え、

前記第1の結像光学系は、光軸を含む副走査断面内における入射面の曲率半径の絶対値が出射面の曲率半径の絶対値よりも小さい第1の光学素子を有し、

前記第1の光学素子の入射面は、光軸を含む副走査断面内において、該入射面に入射する光束を、前記偏向器を含む主走査断面から離れる方向に反射させることを特徴とする光走査装置。

【請求項 2】

前記第1の光学素子の入射面及び出射面は、副走査断面内において正の屈折力を有することを特徴とする請求項1に記載の光走査装置。

【請求項 3】

副走査断面内において、前記第1の偏向面に対する光束の入射角を  $\theta$ 、前記第1の光学素子の入射面の曲率半径の絶対値を  $R_1$  とするとき、

【数 1】

$$R_z > \frac{360.7}{\pi |\beta|}$$

なる条件を満たすことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光走査装置。

【請求項 4】

副走査断面内における前記第 1 の偏向面に対する光束の入射角の絶対値は、2 度以上であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の光走査装置。

【請求項 5】

前記第 1 の光学素子の前記入射面は、光軸を含む副走査断面内において、該入射面に入射する光束を、前記偏向器を含む主走査断面から離れる方向に反射させるようにチルトしていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の光走査装置。

10

【請求項 6】

前記第 1 の光学素子の入射面及び出射面は、副走査断面内におけるチルト角が主走査方向において変化する面であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の光走査装置。

【請求項 7】

前記第 1 の光学素子の入射面及び出射面の光軸を含む副走査断面内におけるチルト角の絶対値は、8 度以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の光走査装置。

20

【請求項 8】

前記第 1 の光学素子の入射面及び出射面の光軸を含む副走査断面内におけるチルト角の差の絶対値は、6 度以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の光走査装置。

【請求項 9】

前記第 1 の光学素子は、前記第 1 の結像光学系を構成する光学素子のうち、光路上で前記第 1 の被走査面に最も近い位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の光走査装置。

【請求項 10】

前記第 1 の光学素子は、プラスチックから成ることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の光走査装置。

30

【請求項 11】

主走査方向における座標を Y、副走査方向における座標を Z、とし、副走査断面内において、離心率を k、非球面係数を  $G_{mn} Y^m$ 、前記第 1 の光学素子の入射面の光軸上での曲率半径を r、該入射面の曲率半径の変化係数を  $D_i$  とし、該入射面の副走査断面内における形状 S を

$$S = \frac{\frac{Z^2}{r'}}{1 + \sqrt{1 - (1+k)\left(\frac{Z}{r'}\right)^2}} + \sum_{n=1}^{16} \sum_{m=0}^{16} G_{mn} Y^m Z^n,$$

$$r' = r \left( 1 + \sum_{i=1}^{16} D_i Y^i \right)$$

40

【数 2】

なる式で定義するとき、非球面係数  $G_{mn} Y^m$  の項を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の光走査装置。

【請求項 12】

前記非球面係数  $G_{mn} Y^m$  は、m の値によって変化することを特徴とする請求項 11 に記載の光走査装置。

50

## 【請求項 1 3】

第 1 及び第 2 の偏向面により光束を偏向して第 1 及び第 2 の被走査面を主走査方向に走査する偏向器と、

前記第 1 及び第 2 の偏向面により偏向される光束を前記第 1 及び第 2 の被走査面に導光する第 1 及び第 2 の結像光学系と、

副走査断面内において前記第 1 の偏向面に光束を斜入射させる入射光学系とを備え、

前記第 1 の結像光学系は、光軸を含む副走査断面内における入射面の曲率半径の絶対値が出射面の曲率半径の絶対値よりも小さい第 1 の光学素子を有し、

前記第 1 の光学素子の入射面及び出射面は、副走査断面内において正の屈折力を有することを特徴とする光走査装置。

10

## 【請求項 1 4】

請求項 1 乃至 1 3 のいずれか一項に記載の光走査装置と、該光走査装置によって前記第 1 及び第 2 の被走査面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、現像された前記トナー像を被転写材に転写する転写器と、転写された前記トナー像を前記被転写材に定着させる定着器とを備えることを特徴とする画像形成装置。

## 【請求項 1 5】

請求項 1 乃至 1 3 のいずれか一項に記載の光走査装置と、外部機器から出力され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するプリンタコントローラとを備えることを特徴とする画像形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

20

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光走査装置に関し、特に、レーザービームプリンタ、デジタル複写機やマルチファンクションプリンタ等の画像形成装置に好適である。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、各色に対応して設けられた複数の光源から射出された複数の光束を、単一の回転多面鏡により偏向し、各光束に対応して設けられた複数の結像光学系を用いて、各感光ドラムを走査する光走査装置を備えたタンデム型のカラー画像形成装置が実用化されている。

30

## 【0003】

上記のような光走査装置を用いる場合、ある色に対応する感光ドラムを走査するための第 1 の結像光学系に含まれる結像レンズの表面等で反射されたフレア光が、別の色に対応する感光ドラムを走査するための第 2 の結像光学系へ入射してしまうことがある。それにより、本来走査したい感光ドラムとは異なる感光ドラムを走査してしまい、スジや濃度ムラといった画像不良を招くという問題が生じてしまう。

## 【0004】

そのような問題を解決するためには、結像レンズの表面に反射防止膜を蒸着することが考えられる。しかしながら、それにより反射フレア光の低減は可能であるが、近年では、光走査装置の軽量化やコストダウンのために、結像レンズとしてプラスチックレンズが多用されており、そのようなプラスチック結像レンズの表面に反射防止膜を蒸着することは困難である。

40

## 【0005】

そこで特許文献 1 は、ハウジングに反射フレア光を遮光する遮光部材を設けることによって、ある色に対応する感光ドラムを走査するための第 1 の結像光学系によって反射されたフレア光が、別の色に対応する感光ドラムへの到達を防止する光走査装置を開示している。

しかしながら、特許文献 1 に開示されている光走査装置では、結像レンズ等が所望の位置からずれて組み付けられた場合に、反射フレア光の光路が変化し、遮光部材を通過してしまう懸念がある。これを防止するためには、遮光部材の開口部を可能な限り狭めること

50

が考えられるが、その場合、本来の感光ドラムを走査するための実光束をも遮光してしまう虞がある。

【 0 0 0 6 】

また、特許文献 2 は、遮光部材とフレア光を発生させる結像レンズの光学面との間に正の屈折力を有する結像光学素子を配置している光走査装置を開示している。それにより、遮光部材に到達する反射フレア光を収束光束とし、結像レンズ等の組付誤差による遮光部材上での反射フレア光の通過位置の変化を低減している。

しかしながら、一つの結像光学系に着目した場合、正の屈折力を有する 2 つの結像光学素子が設けられているため、その結像光学系の副走査倍率は高くなる。結果として、結像レンズ等の組付誤差による結像性能の劣化がより悪化する懸念が生じる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 4 0 5 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 9 - 1 9 2 6 8 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

そこで本発明は、第 1 の結像光学系の第 1 の光学素子の組付誤差等による位置の変化があっても、該第 1 の光学素子によって反射されたフレア光が第 2 の結像光学系に入射することを防止することができる光走査装置を提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る光走査装置は、第 1 及び第 2 の偏向面により光束を偏向して第 1 及び第 2 の被走査面を主走査方向に走査する偏向器と、第 1 及び第 2 の偏向面により偏向される光束を第 1 及び第 2 の被走査面に導光する第 1 及び第 2 の結像光学系と、副走査断面内において第 1 の偏向面に光束を斜入射させる入射光学系と、を備え、第 1 の結像光学系は、光軸を含む副走査断面内における入射面の曲率半径の絶対値が出射面の曲率半径の絶対値よりも小さい第 1 の光学素子を有し、第 1 の光学素子の入射面は、光軸を含む副走査断面内において、該入射面に入射する光束を、偏向器を含む主走査断面から離れる方向に反射させることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、第 1 の結像光学系の第 1 の光学素子の組付誤差等による位置の変化があっても、該第 1 の光学素子によって反射されたフレア光が第 2 の結像光学系に入射することを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】第一実施形態に係る光走査装置の主走査断面図。

【図 2】第一実施形態に係る光走査装置の結像光学系の副走査断面図。

40

【図 3】第一実施形態に係る光走査装置の結像光学系の一部の副走査断面図。

【図 4】( a ) 比較例 1 における第二結像レンズの副走査断面図、( b ) 比較例 2 における第二結像レンズの副走査断面図。

【図 5】第一実施形態に係る光走査装置の第二結像レンズにおいて、第二結像レンズに入射する光束の副走査方向の面頂点からの入射高さの変化  $z$ 、及び光束の入射高さが変化したことによる、光束の入射位置における第二結像レンズの光学面の法線角度の変化を示した図。

【図 6】第二結像レンズが 0 . 7 mm だけ副走査方向下方へシフトした時の、第一実施形態に係る光走査装置の結像光学系の一部の副走査断面図。

【図 7】第二実施形態に係る光走査装置の結像光学系の一部の副走査断面図。

50

【図 8】第二結像レンズが 0.7 mm だけ副走査方向下方へシフトした時の、第二実施形態に係る光走査装置の結像光学系の一部の副走査断面図。

【図 9】本発明の実施形態に係る光走査装置を搭載したカラー画像形成装置の模式的要部副走査断面図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態に係る光走査装置について図面に基づいて説明する。なお、以下に示す図面は、本発明を容易に理解できるようにするために、実際とは異なる縮尺で描かれている場合がある。

【0013】

なお、以下の説明において、主走査方向は、偏向器の回転軸及び結像光学系の光軸に垂直な方向に対応し、副走査方向は、偏向器の回転軸に平行な方向に対応する。また、主走査断面は、副走査方向に垂直な断面に対応し、副走査断面は、主走査方向に垂直な断面に対応する。

【0014】

[第一実施形態]

図 1 は、第一実施形態に係る光走査装置 100 の主走査断面図を示している。図 2 は、第一実施形態に係る光走査装置 100 の結像光学系の副走査断面図を示している。ただし、図 1 では、折り返しミラー M1、M2、M3、M'1、M'2、M'3 による光路の折り返しを展開しており、また、各折り返しミラーを省略していることに注意されたい。

【0015】

光走査装置 100 は、光源 1A、1B、1C、1D、カップリングレンズ 2A、2B、2C、2D、シリンダカルレンズ 3A、3B、3C、3D、副走査絞り 41 及び主走査絞り 42 を備えている。また、光走査装置 100 は、偏向器 5、第一結像レンズ 61、62、第二結像レンズ（第 1 の光学素子）7A、7B、7C、7D、防塵ガラス 9A、9B、9C、9D、及び折り返しミラー M1、M2、M3、M'1、M'2、M'3 を備えている。

なお、本実施形態では、光源 1A 乃至 1D、カップリングレンズ 2A 乃至 2D、シリンダカルレンズ 3A 乃至 3D、副走査絞り 41 及び主走査絞り 42 によって、入射光学系が構成される。

また、本実施形態では、第一結像レンズ 61、62、第二結像レンズ 7A 乃至 7D、防塵ガラス 9A 乃至 9D、及び折り返しミラー M1 乃至 M'3 によって、結像光学系が構成される。

【0016】

光源 1A 及び 1B はそれぞれ、出射した光束と主走査断面とがなす角が所定の角度 - 2.7° 及び + 2.7° となるように配置される。以後、この態様を、偏向器 5 の第一反射面 51 に対して所定の角度 - 2.7° 及び + 2.7° で斜入射する、と記載する（副走査斜入射光学系）。

同様に、光源 1C 及び 1D はそれぞれ、出射した光束と主走査平面とがなす角が所定の角度 + 2.7° 及び - 2.7° となるように配置される。以後、この態様を、偏向器 5 の第二反射面 52 に対して所定の角度 + 2.7° 及び - 2.7° で斜入射する、と記載する。

【0017】

副走査絞り 41 には、各光源に対応した 4 つの開口が設けられている。また、主走査絞り 42 には、光源 1A、1B に対応した 1 つの開口、及び光源 1C、1D に対応した 1 つの開口の、計 2 つの開口が設けられている。

なお、本実施形態では、カップリングレンズ 2A 乃至 2D 及びシリンダカルレンズ 3A 乃至 3D の 2 種類の光学素子を用いている。しかしながら、これに限らず、主走査方向と副走査方向とで異なるパワーを有するアナモフィックコリメータレンズ等の 1 種類の光学素子を用いても構わない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 8 】

図 1 に示されているように、光源 1 A 及び 1 B から出射した光束はそれぞれ、カップリングレンズ 2 A 及び 2 B により略平行光束に変換された後、シリンドリカルレンズ 3 A 及び 3 B に入射し、副走査方向にのみ屈折される。なお、ここで、略平行光束とは、弱発散光束、弱収束光束及び平行光束を含むものとする。

そして、シリンドリカルレンズ 3 A 及び 3 B を通過した光束は、副走査絞り 4 1 により副走査方向に沿って光束形状（副走査方向の光束の幅）が規制され、主走査絞り 4 2 により主走査方向に沿って光束形状（主走査方向の光束の幅）が規制される。そして、規制された光束は、偏向器の第一反射面（第 1 の偏向面）5 1 上に、副走査方向にのみ集光され、主走査方向に長い線像として結像される。

10

## 【 0 0 1 9 】

同様に、図 1 に示されているように、光源 1 C 及び 1 D から出射した光束はそれぞれ、カップリングレンズ 2 C 及び 2 D により略平行光束に変換された後、シリンドリカルレンズ 3 C 及び 3 D に入射し、副走査方向にのみ屈折される。

そして、シリンドリカルレンズ 3 C 及び 3 D を通過した光束は、副走査絞り 4 1 により副走査方向に沿って光束形状（副走査方向の光束幅）が規制され、主走査絞り 4 2 により主走査方向に沿って光束形状（主走査方向の光束幅）が規制される。そして、規制された光束は、偏向器の第二反射面（第 2 の偏向面）5 2 上に、副走査方向にのみ集光され、主走査方向に長い線像として結像される。

## 【 0 0 2 0 】

20

そして、光源 1 A から出射し、第一反射面 5 1 により反射偏向された光束 R A は、図 2 に示されるように、第一結像レンズ 6 1、第二結像レンズ 7 A、折り返しミラー M 1 及び防塵ガラス 9 A を介して、被走査面 8 A 上に光スポットとして結像される（導光される）。

同様に、光源 1 B から出射し、第一反射面 5 1 により反射偏向された光束 R B は、第一結像レンズ 6 1、折り返しミラー M 2、第二結像レンズ 7 B、折り返しミラー M 3 及び防塵ガラス 9 B を介して、被走査面 8 B 上に光スポットとして結像される（導光される）。

偏向器 5 が、不図示のモータにより図中矢印方向へ回転することで、被走査面 8 A 及び 8 B 上を光スポットが 7 a 方向へ走査し、静電潜像が形成される。

## 【 0 0 2 1 】

30

また、光源 1 C から出射し、第二反射面 5 2 により反射偏向された光束 R C は、第一結像レンズ 6 2、折り返しミラー M ' 2、第二結像レンズ 7 C、折り返しミラー M ' 3 及び防塵ガラス 9 C を介して、被走査面 8 C 上に光スポットとして結像される（導光される）。

同様に、光源 1 D から出射し、第二反射面 5 2 により反射偏向された光束 R D は、第一結像レンズ 6 2、第二結像レンズ 7 D、折り返しミラー M ' 1 及び防塵ガラス 9 D を介して、被走査面 8 D 上に光スポットとして結像される（導光される）。

偏向器 5 が、不図示のモータにより図中矢印方向へ回転することで、被走査面 8 C 及び 8 D 上を光スポットが 7 b 方向へ走査し、静電潜像が形成される。

## 【 0 0 2 2 】

40

なお、本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 をタンデム型のカラー画像形成装置に用いる場合には、4 つの被走査面 8 A、8 B、8 C 及び 8 D の位置にそれぞれ、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの異なる 4 色用の感光ドラムが配置されることになる。

## 【 0 0 2 3 】

第一結像レンズ 6 1 及び 6 2 はそれぞれ、光束 R A、R B 及び光束 R C、R D が通過するように、偏向器 5 を挟んで対称に配置されている。

また、各光路に個別に配置された第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D のうち、第二結像レンズ 7 A 及び 7 B は、同一の形状からなり、互いに光路に対して副走査方向に反転して配置されている。同様に、第二結像レンズ 7 C 及び 7 D は、同一の形状からなり、互いに光路に対して副走査方向に反転して配置されている。

50

なお、図 1 に示されているように、被走査面 8 A 及び 8 B に光束を集光する結像光学系と被走査面 8 C 及び 8 D に光束を集光する結像光学系とで、座標系の定義が異なることに注意されたい。

【 0 0 2 4 】

次に、本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 が備える各光学系の諸特性を表 1 に示す。なお、ここで、「 $E \pm x$ 」は、「 $1 0 \pm x$ 」を示している。また、特に表記していない係数については、全て 0 である。

【 0 0 2 5 】

【表 1】

表 1

入射光学系構成・結像光学系配置				結像光学系レンズ面データ					
光源波長	$\lambda$ (nm)	n	790	第1結像レンズ61, 62			第2結像レンズ7A~7D		
発光点数	n	2	2	入射面	出射面	入射面	出射面	入射面	出射面
レーザーカーバガラス肉厚	deg(mm)	0.25000	0.25000	R	-5.42327E+01	-3.59576E+01	-4.00000E+03	R	3.73662E+02
レーザーカーバガラス屈折率	n0	1.51052	1.51052	K	-4.77416E+00	-1.24764E+00	0.00000E+00	K	-9.80481E+01
光源1の発光点~コリメータレンズ2第1面	d0(mm)	23.33500	23.33500	B2	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	B2	0.00000E+00
コリメータレンズ2第1面曲率半径	R1(mm)	$\infty$	$\infty$	B4	3.35780E-07	5.80106E-07	0.00000E+00	B4	-2.48270E-07
コリメータレンズ2第2面曲率半径	R2(mm)	-19.04573	-19.04573	B6	3.78618E-09	1.86177E-09	0.00000E+00	B6	2.47191E-11
コリメータレンズ2肉厚	d1(mm)	3.00000	3.00000	B8	-3.82234E-12	8.49208E-13	0.00000E+00	B8	-1.74993E-15
コリメータレンズ2屈折率	n1	1.76167	1.76167	B10	8.78140E-16	-1.54397E-15	0.00000E+00	B10	5.97661E-20
コリメータレンズ2第2面~シンドリカルレンズ3第1面	d2(mm)	7.04500	7.04500	B12	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	B12	0.00000E+00
シンドリカルレンズ3第1面副走査方向曲率半径	Rs3(mm)	68.48089	68.48089	r	3.00000E+01	3.00000E+01	4.00000E+01	r	-1.22300E+02
シンドリカルレンズ3第1面主走査方向曲率半径	Rm3(mm)	$\infty$	$\infty$	k	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	k	0.00000E+00
シンドリカルレンズ3第2面副走査方向曲率半径	Rs4(mm)	$\infty$	$\infty$	D1	0.00000E+00	8.38763E-04	0.00000E+00	D1	1.63324E-04
シンドリカルレンズ3第2面主走査方向曲率半径	Rm4(mm)	$\infty$	$\infty$	D2	0.00000E+00	-2.19941E-06	7.31782E-05	D2	1.48791E-04
シンドリカルレンズ3肉厚	d3(mm)	3.00000	3.00000	D3	0.00000E+00	3.09407E-06	0.00000E+00	D3	1.15381E-07
シンドリカルレンズ3屈折率	n2	1.52397	1.52397	D4	0.00000E+00	-7.17059E-07	0.00000E+00	D4	-2.95108E-08
シンドリカルレンズ3第2面~副走査絞り41	d4(mm)	3.42100	3.42100	D5	0.00000E+00	-3.21330E-09	0.00000E+00	D5	-1.55040E-11
副走査絞り41~主走査絞り42	d5(mm)	69.13565	69.13565	D6	0.00000E+00	1.36244E-09	0.00000E+00	D6	4.01476E-12
主走査絞り42~軸上偏向反射面51, 52	d6(mm)	57.06335	57.06335	D7	0.00000E+00	-6.24002E-12	0.00000E+00	D7	-4.57398E-16
軸上偏向反射面51, 52~第1結像レンズ61, 62入射面	d7(mm)	26.00000	26.00000	D8	0.00000E+00	1.03652E-12	0.00000E+00	D8	-4.80489E-16
第1結像レンズ61, 62肉厚	d8(mm)	7.80000	7.80000	D9	0.00000E+00	6.44169E-15	0.00000E+00	D9	8.88424E-20
第1結像レンズ61, 62屈折率	n3	1.52397	1.52397	D10	0.00000E+00	-1.93439E-15	0.00000E+00	D10	2.87488E-20
第1結像レンズ61, 62出射面~第2結像レンズ7A~7D入射面	d9(mm)	66.20000	66.20000	D11	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	D11	0.00000E+00
第2結像レンズ7A~7D肉厚	d10(mm)	4.30000	4.30000	D12	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	D12	0.00000E+00
第2結像レンズ7A~7D屈折率	n4	1.52397	1.52397	D13	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	D13	0.00000E+00
第2結像レンズ7A~7D出射面~防塵ガラス9A~9D入射面	d11(mm)	47.60000	47.60000	G0.1			3.20000E-02	G0.1	-5.60000E-02
防塵ガラス9A~9D肉厚	d12(mm)	1.80000	1.80000	G1.1			-2.28635E-04	G1.1	-2.15261E-04
防塵ガラス9A~9D屈折率	n5	1.51052	1.51052	G2.1			1.49972E-05	G2.1	2.35632E-05
防塵ガラス9A~9D出射面~被走査面8A~8D	d13(mm)	96.30000	96.30000	G3.1			-2.04294E-08	G3.1	-9.53275E-09
入射光学系偏向器5主走査方向入射角	$\alpha$ (deg)	78.00000	78.00000	G4.1			7.30926E-10	G4.1	-2.21106E-09
入射光学系偏向器5副走査方向入射角	$\beta$ (deg)	2.70000	2.70000	G5.1			7.21351E-12	G5.1	1.30626E-12
有効走査角度	$\gamma$ (deg)	$\pm 40.62792$	$\pm 40.62792$	G6.1			-6.01610E-13	G6.1	3.42314E-13
有効走査幅	Ym(mm)	$\pm 156$	$\pm 156$	G7.1			-4.16035E-16	G7.1	4.35080E-16
偏向器5面数	men	4	4	G8.1			1.60474E-17	G8.1	-1.04186E-16
偏向器5外接円半径	Rpol(mm)	10.00000	10.00000	G9.1			-3.63394E-20	G9.1	-7.63876E-20
偏向器5中心位置(結像光学系光軸方向)	PX(mm)	-5.92900	-5.92900	G10.1			2.83397E-21	G10.1	7.82718E-21
偏向器5中心位置(偏向走査方向)	PY(mm)	3.91500	3.91500	G11.1			0.00000E+00	G11.1	0.00000E+00
開口絞り径(主走査絞り42×副走査絞り41)	矩形(mm)	3.94×2.77	3.94×2.77	G12.1			0.00000E+00	G12.1	0.00000E+00
※屈折率は、波長790nmに対する屈折率				G13.1			0.00000E+00	G13.1	0.00000E+00

【0026】

第一結像レンズ61及び62、第二結像レンズ7A乃至7Dの各光学面においては、母線形状(主走査断面内の形状)は、以下の式(1)で表される。

10

20

30

40

50



【 0 0 2 7 】

【 数 1 】

$$X = \frac{\frac{Y^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \left( \frac{Y}{R} \right)^2}} + \sum_{i=2}^6 B_{2i} Y^{2i} \quad \dots (1)$$

【 0 0 2 8 】

なお、式 ( 1 ) では、各光学面と光軸との交点を原点とし、光軸方向を X 軸、主走査方向において光軸と直交する軸を Y 軸、副走査方向において光軸と直交する軸を Z 軸としている。

10

また、R は曲率半径、K は離心率、 $B_4$ 、 $B_6$ 、 $B_8$ 、 $B_{10}$  及び  $B_{12}$  は 4 次、6 次、8 次、10 次及び 12 次の母線の非球面係数である。

【 0 0 2 9 】

また、第一結像レンズ 6 1 及び 6 2、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の各光学面の子線形状 ( 副走査断面内の形状 ) は、以下の式 ( 2 ) で表される。

【 0 0 3 0 】

【 数 2 】

$$S = \frac{\frac{Z^2}{r'}}{1 + \sqrt{1 - (1 + k) \left( \frac{Z}{r'} \right)^2}} + \sum_{n=1}^{16} \sum_{m=0}^{16} G_{mn} Y^m Z^n, \quad \dots (2)$$

$$r' = r \left( 1 + \sum_{i=1}^{16} D_i Y^i \right)$$

20

【 0 0 3 1 】

ここで、子線曲率半径  $r'$  は、光軸上 (  $Y = 0$  ) における子線の曲率半径  $r$  に対して主走査方向の位置  $Y$  に従って変化しており、 $D_1$  乃至  $D_{13}$  は子線曲率半径  $r'$  の変化係数である。

30

【 0 0 3 2 】

式 ( 2 ) において、 $G_{mn} Y^m$  は、 $n$  次の子線の非球面係数である。従って、子線の非球面係数は、 $m$  が 0 でない項を含む場合は、主走査方向の位置  $Y$  に従って変化することとなる。本実施形態においては、結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面及び出射面は、Z の 1 次の非球面項を有している。すなわち、結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面及び出射面は、副走査斜入射光学系であるために生じる波面収差劣化及び走査線の曲りを補正するために、主走査方向の位置  $Y$  に従って各レンズ面の副走査方向のチルト量が変化するチルト変化面となっている。

なお、結像レンズ 7 A 乃至 7 D の光軸上における副走査方向のチルト角は、入射面で 1 . 8 度、出射面で - 3 . 2 度となっている。

40

【 0 0 3 3 】

本実施形態においては、結像レンズ 7 A 乃至 7 D は、入射光束が形状定義の原点近傍を通過するように副走査方向に 4 . 6 4 mm 偏芯して配置されている。結像レンズ 7 A 乃至 7 D は、上述のように、光軸上においても副走査方向にチルト角を有するため、形状定義の原点と面頂点 ( 最も光軸方向に突出した点 ) とは一致していない。

なお、上述のように、第二結像レンズ 7 A 及び 7 B は、同一の形状からなり、互いに光路に対して副走査方向に反転して配置されており、同様に、第二結像レンズ 7 C 及び 7 D は、同一の形状からなり、互いに光路に対して副走査方向に反転して配置されている。

また、本実施形態において、第一結像レンズ 6 1 及び 6 2、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D は、全てプラスチックモールドレンズである。

50

## 【 0 0 3 4 】

次に、本実施形態の効果について説明する。

## 【 0 0 3 5 】

本実施形態の光走査装置 1 0 0 では、偏向器 5 を挟んで両側に結像光学系を配置し、同一の偏向器 5 の異なる反射面（第一反射面 5 1 及び第二反射面 5 2 ）により複数の感光ドラムが走査される。そのような光走査装置では、一方の結像光学系の結像レンズの光学面によって反射されたフレア光が、他方の結像光学系に入射してしまう場合があり、その際、本来走査すべきでない感光ドラムへフレア光が到達することで画像不良が引き起こされてしまう。

## 【 0 0 3 6 】

10

そこで、本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 では、第一結像レンズ 6 1 及び 6 2 は、表 1 にあるように、各光学面（すなわち、入射面及び出射面）が偏向器 5 側に凸になるように構成されている。それにより、第一結像レンズ 6 1 及び 6 2 の各光学面によって反射されたフレア光が、偏向器 5 の副走査方向の上方及び / 又は下方を通過するようになり、偏向器 5 を挟んで配置された、互いに他方の結像光学系に入射しないように構成されている。

## 【 0 0 3 7 】

図 3（a）及び（b）は、第一実施形態に係る光走査装置 1 0 0 の結像光学系の一部の副走査断面図を示している。

## 【 0 0 3 8 】

20

図 3（a）及び（b）に示されているように、本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 では、例えば、第二結像レンズ 7 D は、入射面及び出射面によって反射されたフレア光がそれぞれ、偏向器 5 の副走査方向上方及び下方へ向かうように構成されている。それにより、偏向器 5 を挟んで逆側（すなわち、第一結像レンズ 6 1 側）の結像光学系に、第二結像レンズ 7 D によって反射されたフレア光が入射しないように構成されている。

なお、第二結像レンズ 7 A、7 B 及び 7 C についても、上記の第二結像レンズ 7 D と同様に構成されている。

## 【 0 0 3 9 】

第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D によって反射されるフレア光の進行方向は、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面及び出射面の副走査方向のチルト角によって変更可能である。

30

## 【 0 0 4 0 】

例えば、比較例 1 として、入射面をよりプラス方向、出射面をよりマイナス方向へチルトさせる場合を考える。すなわち、入射面と出射面のチルト角の相対差が大きくなる場合である。ここで、チルト角の正負に関しては、レンズの入射面が、副走査断面内において、レンズを通過する光束の進行方向に沿って、出射面に近接するようにチルトしている場合を正（プラス）としている。

## 【 0 0 4 1 】

図 4（a）は、比較例 1 における、第二結像レンズ 7 D の副走査断面図を示している。

## 【 0 0 4 2 】

40

図 4（a）に示されているように、比較例 1 のように、入射面と出射面のチルト角の相対差が大きくなると、第二結像レンズ 7 D の副走査方向に沿った形状非対称性が大きくなる。具体的には、副走査方向上端における肉厚  $D_u$  と副走査方向下端における肉厚  $D_l$  の差が大きくなる。

この肉厚差が大きくなると、肉厚の薄い側と厚い側とで冷却時間の差が大きくなるために、成形安定性が悪化する懸念がある。

そのため、入射面及び出射面の光軸上における副走査方向のチルト角の間の差の絶対値は、6 度以下にするのが好ましい。

## 【 0 0 4 3 】

なお、本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 では、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の光学面の副走査方向に沿った幅は 1 0 mm 程度である。

50

従って、入射面と出射面の光軸上における副走査方向のチルト角の相対差を6度以下とすることで、副走査両端部における肉厚差を1mm程度に抑えることができ、成形安定性への悪影響を小さくすることができる。

【0044】

次に、比較例2として、入射面及び出射面の光軸上における副走査方向のチルト角が、共にプラスである場合を考える。

この場合、第二結像レンズ7A乃至7Dの入射面及び出射面それぞれによって反射されたフレア光が共に、偏向器5を挟んで逆側に配置された結像光学系に入射しないように、偏向器5の副走査方向上方を通過するように、第二結像レンズ7A乃至7Dは設計される。

10

【0045】

図4(b)は、比較例2における、第二結像レンズ7Dの副走査断面図を示している。

【0046】

図4(b)に示されているように、比較例2の場合、第二結像レンズ7Dの入射面及び出射面の光軸上における副走査方向のチルト角が共にプラスである。そのため、第二結像レンズ7Dの副走査下端の肉厚の中心点(すなわち、入射面と出射面の間の距離の中点)Bに対して、第二結像レンズ7Dの副走査上端の肉厚の中心点Aが光軸方向に大きくずれることになる。

そのため、第二結像レンズ7Dが出射面側へ回転しようとする回転モーメントが生じ易くなり、第二結像レンズ7Dの姿勢が安定し難くなる。また、第二結像レンズ7Dの成形安定性にも悪影響を与える懸念がある。

20

これは、入射面及び出射面の光軸上における副走査方向のチルト角が、共にマイナスである場合も同様である。

【0047】

上記の問題を回避するために、入射面及び出射面の光軸上における副走査方向のチルト角の絶対値はそれぞれ、8度以下にするのが好ましい。

例えば、第二結像レンズ7Dの入射面のチルト角を+8度とすると、第二結像レンズ7Dの副走査下端の肉厚の中心点Bに対する副走査上端の肉厚の中心点Aの光軸方向のずれ量が最も大きくなる第二結像レンズ7Dの出射面のチルト角は+8度である。

そのときの光軸方向のずれ量は、第二結像レンズ7Dの光学面の副走査方向に沿った幅が10mm程度であるとする、1.4mm程度となる。すなわち、レンズ中心から肉厚の中心点A及び肉厚の中心点Bまでの光軸方向のずれ量はそれぞれ、0.7mm程度となるため、成形安定性への悪影響を小さくすることができる。

30

また、第二結像レンズ7A乃至7Dの中心肉厚は薄くとも4mm程度であり、すなわち、肉厚の中心点Bに対する肉厚の中心点Aの光軸方向のずれ量は、中心肉厚の半分以下であり、回転モーメントの発生も抑えることができる。

【0048】

もし、カップリングレンズ2A乃至2D等の光束RA乃至RDが通過する各光学素子の位置が組付誤差等のために変化すると、光束RA乃至RDが第二結像レンズ7A乃至7Dに入射する高さが変化してしまう。そのため、第二結像レンズ7A乃至7Dによって反射されるフレア光の光路も変化する。また、もちろん、第二結像レンズ7A乃至7D自体の組付誤差による位置の変化によっても、反射フレア光の光路は変化する。

40

その結果、第二結像レンズ7A乃至7Dにおいて、反射フレア光が偏向器5を挟んで逆側に配置された結像光学系に入射しないように、入射面及び出射面の副走査方向のチルト角を設定しても、組付誤差等の影響による位置変化によって入射してしまう可能性がある。

【0049】

そこで、本実施形態においては、第二結像レンズ7A乃至7Dの各光学面の副走査断面内における曲率半径についても条件を課している。

具体的には、第二結像レンズ7A乃至7Dの入射面の副走査断面内における曲率半径の

50

絶対値が、出射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値よりも小さくなるように、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D を設計する。

これにより、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等による位置の変化があっても、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D によって反射されたフレア光が偏向器 5 を挟んで逆側に配置された結像光学系に入射することを効果的に防止することができる。

【 0 0 5 0 】

以下に、各光学面の副走査断面内における曲率半径の絶対値に関する、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の具体的な設計について詳細に説明する。

【 0 0 5 1 】

まず、組付誤差等による位置の変化が無い場合における、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の面頂点からの入射高さを Z とする。そして、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等により、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の面頂点からの入射高さが z だけ変化したとする。また、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面又は出射面の副走査断面内における曲率半径を r とする。

このとき、光束 R A 乃至 R D の入射高さが変化したことによる、光束 R A 乃至 R D の入射位置における第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面又は出射面の法線角度の変化は、以下の式 ( 3 ) のように表される。

【 0 0 5 2 】

【 数 3 】

$$\Delta \phi = \frac{180}{\pi} \left( \arctan \left( \frac{Z + \Delta z}{r} \right) - \arctan \left( \frac{Z}{r} \right) \right) \cdots (3)$$

【 0 0 5 3 】

図 5 は、本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 の第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D において、上記の入射高さの変化 z 及び法線角度の変化を具体的に示している。

【 0 0 5 4 】

通常、r は小さくても数 1 0 m m であるのに対して、Z は大きくても数 m m、また z は Z よりもさらに小さいため、式 ( 3 ) は、以下の式 ( 4 ) のように近似することができる。

【 0 0 5 5 】

【 数 4 】

$$\Delta \phi \cong \frac{180 \Delta z}{\pi r} \cdots (4)$$

【 0 0 5 6 】

従って、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D によって反射されるフレア光の反射角の変化は、以下の式 ( 5 ) のように表すことができる。

【 0 0 5 7 】

【 数 5 】

$$\Delta \theta = 2 \Delta \phi = \frac{360 \Delta z}{\pi r} \cdots (5)$$

【 0 0 5 8 】

従って、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の面頂点からの入射高さの変化に伴った、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D によって反射されるフレア光の光路の変化は、光学面の曲率半径 r の絶対値が大きいほど小さくなる。

すなわち、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等による位置の変化による反射フレア光の光路変化への影響は、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の光学面の曲率半径 r の絶対値が大きいほど小さくすることができる。

しかしながら、被走査面 8 A 乃至 8 D 上に光束 R A 乃至 R D をスポットとして結像させるためには、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D は、副走査方向に正の屈折力を有さねばならない。そのため、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の光学面の曲率半径を大きくすることには限界がある。

#### 【 0 0 5 9 】

従って、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面及び出射面をベンディングさせることで、入射面と出射面間での曲率半径を調整することが有効である。

#### 【 0 0 6 0 】

第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の各光学面の子線形状が、Z の 3 次や 4 次の項（式（2）における  $n = 3、4$  の項）を含んでいる場合、入射面及び / 又は出射面は、副走査方向に

10

関して非円弧形状となる。  
入射面及び / 又は出射面が副走査方向に関して非円弧形状を有している場合には、入射面及び / 又は出射面の副走査断面内における曲率半径としては、副走査断面内での形状を円弧でフィッティングした時の曲率半径を用いる。

なお、フィッティング方法としては、一般的に良く知られている最小二乗法を用いればよい。また、この時のフィッティング領域としては、光束 R A 乃至 R D が入射面及び / 又は出射面を通過するときの副走査方向の通過範囲を用いればよい。

#### 【 0 0 6 1 】

本願発明者は、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値を出射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値より小さくするように設計することで、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等による位置の変化があっても、逆側に配置された結像光学系への反射フレア光の影響を効果的に低減することが可能であることを見出した。

20

#### 【 0 0 6 2 】

本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 におけるような副走査斜入射光学系においては、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面には副走査方向に角度を有する光束 R A 乃至 R D が入射する（斜入射する）。この斜入射の角度の大きさは、本実施形態のように第一結像レンズ 6 1、6 2 が副走査方向にほとんど屈折力を有していない場合には、偏向器 5 の反射面 5 1、5 2 へ入射する副走査方向の角度と略等しい。すなわち、本実施形態では、前述の通り、偏向器 5 の反射面 5 1、5 2 に対して、光束 R A 乃至 R D は副走査方向に 2 . 7 度

30

の角度で入射する。  
一方、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面において光束 R A 乃至 R D が副走査方向に屈折されるため、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の出射面に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の角度は小さくなる。具体的には、本実施形態では、1 . 2 度となる。

#### 【 0 0 6 3 】

また、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の光学面によって反射されたフレア光の偏向器 5 を挟んで逆側に配置された結像光学系への入射を防ぐためには、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の光学面に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の角度を大きくする事も有効である。これは、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の光学面に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の角度が大きいほど、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の光学面によって反射されるフレア

40

光の反射角度も大きくなるためである。すなわち、結果として、反射フレア光の光路が、逆側に配置された結像光学系から副走査方向に大きく離間するようになるためである。  
従って、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の光学面に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の角度を大きくすれば、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等による位置の変化によって反射フレア光の反射角度が多少変化しても、反射フレア光が逆側に配置された結像光学系に入射することを防止することができる。

#### 【 0 0 6 4 】

また、式（5）に示したとおり、光学面の副走査断面内における曲率半径  $r$  の絶対値が小さいほど、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等による位置の変化による反射フレア光の光路の変化は大きくなる。

50

また、上記のとおり、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の角度の方が、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の出射面に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の角度よりも大きい。

従って、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面の曲率半径  $r$  の絶対値は小さくし、その分、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の出射面の曲率半径  $r$  の絶対値は大きくする。それにより、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等による位置の変化があっても、反射フレア光が逆側に配置された結像光学系に入射することを防止することができる。

【 0 0 6 5 】

具体的には、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等による位置の変化に伴う反射フレア光の反射角の変化の絶対値  $|\beta|$  が偏向器 5 の反射面 5 1、5 2 への副走査方向の光線斜入射角度の絶対値  $|\theta|$  よりも小さくなるように、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の光学面の曲率半径  $r$  を設定する。これにより、反射フレア光が偏向器 5 を挟んで逆側に配置された結像光学系に入射することを防止することができる。

10

換言すると、これは、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等を考慮した上での、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面へ入射する光束の実質的な角度を 0 度よりも大きく維持することに相当する。

すなわち、本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 は、以下の式 ( 6 ) を満たすことが好ましい。

【 0 0 6 6 】

【 数 6 】

$$|\Delta\theta| < |\beta| \quad \dots (6)$$

20

【 0 0 6 7 】

通常、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等による、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の面頂点からの入射高さの変化  $z$  は、大きくても 0 . 7 mm 程度である。

従って、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値  $R_z$  は、式 ( 5 ) 及び式 ( 6 ) より、以下の式 ( 7 ) を満たすことが好ましい。

【 0 0 6 8 】

【 数 7 】

$$R_z > \frac{360 \cdot 0.7}{\pi |\beta|} \quad \dots (7)$$

30

【 0 0 6 9 】

本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 では、表 1 に示されているように、結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面の副走査断面内における曲率半径は 4 0 mm であり、出射面の副走査断面内における曲率半径は - 1 2 2 . 3 mm である。

従って、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値が出射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値より小さくなるように、本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 は設計されている。

40

また、上記の値を式 ( 7 ) に代入すると、式 ( 7 ) の左辺は  $R_z = 40$ 、右辺は  $(360 \times 0.7) / (\pi \times 2.7) = 29.71$  となり、本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 は、式 ( 7 ) を満たしていることがわかる。

上記から、本実施形態に係る光走査装置 1 0 0 では、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等によって位置が変化しても、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D によって反射されるフレア光の偏向器 5 を挟んで逆側に配置された結像光学系への入射を防止することができる。

【 0 0 7 0 】

上記のとおり、第一結像レンズ 6 1、6 2 が副走査方向にほとんど屈折力を有していない場合は、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方

50

向の角度は、偏向器 5 の反射面 5 1、5 2 への副走査方向の光線斜入射角度 と略等しい。

しかしながら、第一結像レンズ 6 1、6 2 が副走査方向に屈折力を有する場合には、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の角度は、一般には と一致しない。

#### 【 0 0 7 1 】

もし、第一結像レンズ 6 1、6 2 が副走査方向に負の屈折力を有する場合には、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の角度は よりも大きくなる。そのため、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値  $R_z$  は、式 ( 7 ) を満足していればよい。

10

しかしながら、第一結像レンズ 6 1、6 2 が大きい負の屈折力を有するように設計されると、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の正の屈折力をさらに大きくしなければならない。第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の正の屈折力が大きくなり過ぎると、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等による位置の変化に伴って、光学性能の悪化が顕著になる。

従って、結像光学系の副走査方向の横倍率を小さくする等のために、第一結像レンズ 6 1、6 2 を負の屈折力を有するように設計する場合は、通常は、その負の屈折力の絶対値が、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の副走査方向の屈折力の絶対値の半分以下になるようにする。そのため、やはり、 $R_z$  は、式 ( 7 ) を満足していればよい。

#### 【 0 0 7 2 】

一方で、もし、第一結像レンズ 6 1、6 2 が副走査方向に正の屈折力を有する場合には、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面に入射する光束 R A 乃至 R D の副走査方向の角度は よりも小さくなる。しかしながら、この場合、結像光学系の副走査方向の横倍率は大きくなってしまふ。もし、結像光学系の副走査方向の横倍率が大きくなると、光学素子の組付誤差等による結像光学系へ入射する光束の変位があった際に、光学性能の悪化が顕著になる。

20

従って、第一結像レンズ 6 1、6 2 を正の屈折力を有するように設計する場合は、通常は、その正の屈折力の絶対値が、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の副走査方向の屈折力の絶対値と同程度以下になるようにする。そのため、この場合も、 $R_z$  は、式 ( 7 ) を満足していればよい。

上記の第一結像レンズ 6 1、6 2 の屈折力の絶対値と第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の副走査方向の屈折力の絶対値との関係が、第一結像レンズ 6 1、6 2 が正の屈折力を有する場合と負の屈折力を有する場合で異なるのは、第一結像レンズ 6 1、6 2 が正の屈折力を有すると、相対的に第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の屈折力を小さくすることができるためである。

30

#### 【 0 0 7 3 】

図 6 ( a ) 及び ( b ) は、第二結像レンズ 7 D が 0 . 7 m m だけ副走査方向下方ヘシフトした時の、第一実施形態に係る光走査装置 1 0 0 の結像光学系の一部の副走査断面図を示している。

#### 【 0 0 7 4 】

図 6 ( a ) 及び ( b ) からわかるように、結像レンズ 7 D が組付誤差等によって、副走査方向下方ヘシフトしたとしても、結像レンズ 7 D によって反射されたフレア光が偏向器 5 を挟んで逆側に配置された結像光学系へ入射しないことがわかる。

40

#### 【 0 0 7 5 】

上記のように、本実施形態では、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値が出射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値より小さくなるように、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D は設計されている。その場合、結果として、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面は、副走査方向に関して、偏向器 5 側へ凸となる。これは、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D は副走査方向に正の屈折力を有するためである。

#### 【 0 0 7 6 】

従って、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面は副走査方向に正の屈折力を有すること

50

になり、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの出射面に入射する光束R A乃至R Dの副走査方向の角度は、入射面に入射する光束R A乃至R Dの角度よりも小さくなる。

また、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの入射面に入射する光束R A乃至R Dの副走査方向の角度は、第二結像レンズ7 Dより光源側に配置される各光学素子の構成によって決定される。そのため、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの入射面に入射する光束R A乃至R Dの副走査方向の角度は、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの入射面及び出射面の屈折力の関係にはよらない。

従って、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの入射面の曲率半径の絶対値を出射面の曲率半径の絶対値より小さくする事で、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの組付誤差等による位置の変化があっても、逆側に配置された結像光学系への反射フレア光の影響を低減できる。

10

#### 【0077】

ここで、本実施形態とは異なり、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの入射面の曲率半径の絶対値が出射面の曲率半径の絶対値より大きい場合を考える。この場合、第二結像レンズ7 A乃至7 Dは、両凸レンズ又は平凸レンズ、若しくは偏向器5側へ凹面を向けたメニスカスレンズとなる。

#### 【0078】

第二結像レンズ7 A乃至7 Dが両凸レンズ又は平凸レンズである場合、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの入射面の副走査方向の屈折力は零または正であり、本実施形態よりも屈折力の絶対値は小さくなる。

そして、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの出射面に入射する光束R A乃至R Dの副走査方向の角度は、入射面に入射する光束R A乃至R Dの副走査方向の角度以下になる。

20

#### 【0079】

従って、第二結像レンズ7 A乃至7 Dが、入射面の曲率半径の絶対値が出射面の曲率半径の絶対値より大きい両凸レンズ又は平凸レンズの場合は、入射面に関しては、許容可能な組付誤差等による反射フレア光の光路変化について大きくマージンを残した状態になっている。

一方で、出射面に関しては、許容可能な組付誤差等による反射フレア光の光路変化が減少しているにもかかわらず、出射面の曲率半径の絶対値は小さく設定されている。そのため、結果として、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの組付誤差等による位置の変化により、逆側に配置された結像光学系への反射フレア光の影響が顕在化する虞がある。

30

#### 【0080】

一方で、第二結像レンズ7 A乃至7 Dが偏向器5側へ凹面を向けたメニスカスレンズである場合、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの入射面は、副走査方向に関して負の屈折力を有する。そのため、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの出射面に入射する光束R A乃至R Dの副走査方向の角度は、入射面に入射する光束R A乃至R Dの副走査方向の角度よりも大きくなる。

また、第二結像レンズ7 A乃至7 Dが正の屈折力を有するためには、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの出射面の正の屈折力を、第二結像レンズ7 A乃至7 Dが両凸レンズである場合に比べて、さらに大きくしなければならない。これは、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの出射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値をさらに小さくしなければならないことを意味する。

40

#### 【0081】

式(5)に示されているように、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの組付誤差等による位置の変化による、第二結像レンズ7 A乃至7 Dによって反射されたフレア光の反射角の変化は、光学面の副走査断面内における曲率半径に対して反比例の関係にある。すなわち、反射フレア光の反射角の変化は、副走査断面内における曲率半径の絶対値が小さくなるにつれて、非常に大きくなる。

従って、第二結像レンズ7 A乃至7 Dが偏向器5側へ凹面を向けたメニスカスレンズである場合、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの出射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値が小さくなり過ぎる。そのために、第二結像レンズ7 A乃至7 Dの組付誤差等による位

50



置の変化により、逆側に配置された結像光学系への反射フレア光の影響が顕在化する虞がある。

#### 【0082】

以上のことから、第二結像レンズ7A乃至7Dの組付誤差等による位置の変化があっても、逆側に配置された結像光学系への反射フレア光の影響を効果的に低減するためには、本実施形態のように、第二結像レンズ7A乃至7Dの入射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値を出射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値より小さくすることが好ましい。

#### 【0083】

以上説明したように、本実施形態に係る光走査装置100は、偏向器5を挟んで配置された二つの結像光学系を有している（両側走査光学系）。そして、一方の結像光学系の第二結像レンズ7A乃至7D（少なくとも一つの光学素子）の入射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値を出射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値よりも小さくするように、第二結像レンズ7A乃至7Dを設計する。それにより、第二結像レンズ7A乃至7Dの組付誤差等による位置の変化があっても、第二結像レンズ7A乃至7Dの光学面で反射されたフレア光の、逆側に配置された他方の結像光学系への影響を効果的に低減することができる。

10

また、第二結像レンズ7A乃至7Dの入射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値 $R_z$ が、偏向器5の反射面51、52への副走査方向の光線斜入射角度 $\theta$ について式(7)を満足するように、第二結像レンズ7A乃至7Dを設計する。それにより、第二結像レンズ7A乃至7Dの組付誤差等による位置の変化による、第二結像レンズ7A乃至7Dによって反射されたフレア光の光路変化を、許容可能な範囲に抑えることが可能である。

20

#### 【0084】

これまで、本発明を上記の第一実施形態を用いて説明したが、本発明はこの第一実施形態に限るものではなく、種々の変更が可能である。

例えば、第一実施形態に係る光走査装置100は、単一の偏向器5によって4つの被走査面8A乃至8Dを走査する構成とした。しかしながら、本発明の光走査装置は、二つの結像光学系が偏向器を挟んで互いに両側に配置されていればよく、2つ又は3つの被走査面を走査する構成であっても構わない。

また、本発明の光走査装置は、6枚の結像レンズを有している必要は無く、2枚又は4枚の結像レンズを有している構成でも構わない。その際には、光学面によって反射されるフレア光の影響を考慮すべき結像レンズの入射面及び/又は出射面に対して、本発明の構成を適用すればよい。

30

また、第一実施形態に係る光走査装置100は、個別の第二結像レンズ7A乃至7Dを有している構成としたが、第二結像レンズが副走査方向上下で異なる光学面を有するように、副走査方向に一体的に連結した多段レンズであっても構わない。

また、偏向器5の反射面51、52への副走査方向の光線斜入射角度 $\theta$ についても、適宜変更が可能である。例えば、第一実施形態に係る光走査装置100では、角度 $\theta$ は2.7度であるが、これに限らず、2度以上であればよい。

#### 【0085】

40

#### [第二実施形態]

図7(a)及び(b)は、本発明の第二実施形態に係る光走査装置の200の結像光学系の一部の副走査断面図を示している。

なお、第二実施形態に係る光走査装置200に関して、第一実施形態と同一の構成要素については、同一の符番を付している。

#### 【0086】

また、第二実施形態に係る光走査装置200が備える各光学系の諸特性を表2に示す。なお、ここで、「 $E \pm x$ 」は、「 $10^{\pm x}$ 」を示している。また、特に表記していない係数については、全て0である。

#### 【0087】

50

【表 2】

表 2

光源波長 発光点数	入射光学系構成・結像光学系配置		結像光学系レンズ面データ			
	入射光学系		第1結像レンズ61、62		第2結像レンズ7A～7D	
	$\lambda$ (nm)	n	入射面	出射面	入射面	出射面
レーザークーバーガラス肉厚	dcg(mm)	0.25000	-5.23531E+01	-3.54848E+01	-4.00000E+03	3.62514E+02
レーザークーバーガラス屈折率	n0	1.51052	-5.06134E+00	-9.93004E-01	0.00000E+00	-9.31333E+01
光源1の発光点～コーメータレンズ2第1面	d0(mm)	23.32740	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
コーメータレンズ2第1面曲率半径	R1(mm)	$\infty$	6.71632E-07	1.61528E-06	0.00000E+00	-2.60040E-07
コーメータレンズ2第2面曲率半径	R2(mm)	-19.04573	3.42665E-09	2.24483E-09	0.00000E+00	2.89365E-11
コーメータレンズ2肉厚	d1(mm)	3.00000	-4.41970E-12	7.80639E-13	0.00000E+00	-2.27086E-15
コーメータレンズ2屈折率	n1	1.76167	1.89638E-15	-2.89472E-16	0.00000E+00	8.11097E-20
コーメータレンズ2第2面～シリンドリカルレンズ3第1面	d2(mm)	9.25297	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
シリンドリカルレンズ3第1面副走査方向曲率半径	Rs3(mm)	77.27361	2.00000E+01	1.70000E+01	3.50000E+01	-2.11214E+02
シリンドリカルレンズ3第1面主走査方向曲率半径	Rm3(mm)	$\infty$	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
シリンドリカルレンズ3第2面副走査方向曲率半径	Rs4(mm)	$\infty$	0.00000E+00	-8.48558E-05	6.62479E-05	2.39605E-04
シリンドリカルレンズ3第2面主走査方向曲率半径	Rm4(mm)	$\infty$	0.00000E+00	-4.04119E-07	0.00000E+00	-5.30523E-08
シリンドリカルレンズ3肉厚	d3(mm)	3.00000	0.00000E+00	1.45046E-09	0.00000E+00	1.23558E-11
シリンドリカルレンズ3屈折率	n2	1.52397	0.00000E+00	-1.11422E-12	0.00000E+00	-2.23885E-15
シリンドリカルレンズ3第2面～副走査絞り41	d4(mm)	5.00000	0.00000E+00	2.09529E-16	0.00000E+00	1.51176E-19
副走査絞り41～主走査絞り42	d5(mm)	92.41963	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
主走査絞り42～軸上偏向反射面51、52	d6(mm)	50.00000	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
軸上偏向反射面51、52～第1結像レンズ61、62入射面	d7(mm)	26.00000	0.00000E+00	-1.66229E-04	6.62479E-05	2.23030E-04
第1結像レンズ61、62肉厚	d8(mm)	7.80000	0.00000E+00	-4.18851E-07	0.00000E+00	-6.08377E-08
第1結像レンズ61、62屈折率	n3	1.52397	0.00000E+00	1.47415E-09	0.00000E+00	1.49563E-11
第1結像レンズ61、62出射面～第2結像レンズ7A～7D入射面	d9(mm)	69.20000	0.00000E+00	-4.88709E-13	0.00000E+00	-2.53121E-15
第2結像レンズ7A～7D肉厚	d10(mm)	4.40000	0.00000E+00	-5.15515E-16	0.00000E+00	1.62518E-19
第2結像レンズ7A～7D屈折率	n4	1.52397	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
第2結像レンズ7A～7D出射面～防塵ガラス9A～9D入射面	d11(mm)	47.50000	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
防塵ガラス9A～9D肉厚	d12(mm)	1.80000		3.82000E-02	-4.83677E-02	
防塵ガラス9A～9D屈折率	n5	1.51052		-8.87039E-05	-8.46500E-05	
防塵ガラス9A～9D出射面～被走査面8A～8D	d13(mm)	96.30000		8.54722E-06	1.66407E-05	
入射光学系偏向器5主走査方向入射角	$\alpha$ (deg)	75.00000		-3.57291E-08	-2.56727E-08	
入射光学系偏向器5副走査方向入射角	$\beta$ (deg)	2.50000		2.26355E-09	-1.69096E-10	
有効走査角度	$\gamma$ (deg)	$\pm 40.2619$		8.07315E-12	3.56633E-12	
有効走査幅	Ym(mm)	$\pm 156$		-6.01981E-13	8.52994E-14	
偏向器5面数	men	4		-1.90413E-16	3.50000E-16	
偏向器5外接円半径	Rpol(mm)	10.00000		1.54096E-17	-6.18518E-17	
偏向器5中心位置(結像光学系光軸方向)	PX(mm)	-5.89500		-3.31755E-20	-5.09558E-20	
偏向器5中心位置(偏向走査方向)	PY(mm)	3.93300		1.83111E-21	4.65582E-21	
開口絞り径(主走査絞り42×副走査絞り41)	矩形(mm)	4.00×3.00		0.00000E+00	0.00000E+00	

※屈折率は、波長790nmに対しての屈折率

【0088】

なお、第二実施形態に係る光走査装置200が備える各光学部材の表現式は、第一実施形態と同様である。

また、子線曲率半径 $r'$ の変化係数 $D_1$ 乃至 $D_{14}$ に関して、主走査方向Yのプラス側（反光源側、図1の上側）とマイナス側（光源側、図1の下側）とで係数が異なる場合は、

10

20

30

40

50

プラス側の係数には添字 u を付し、マイナス側の係数には添字 l を付している。

【 0 0 8 9 】

本実施形態に係る光走査装置 2 0 0 では、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D は、副走査方向に 4 . 8 mm だけ偏芯して配置されている。

【 0 0 9 0 】

表 2 に示されているように、本実施形態の第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面の副走査断面内における曲率半径は 3 5 mm、出射面の副走査断面内における曲率半径は - 2 1 1 . 2 mm である。

従って、本実施形態においても、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値が出射面の副走査断面内における曲率半径の絶対値よりも小さくなるように、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D は設計されている。

10

【 0 0 9 1 】

また、本実施形態に係る光走査装置 2 0 0 では、偏向器 5 の反射面 5 1、5 2 への副走査方向の光線斜入射角度は 2 . 5 度である。

従って、上記の値を式 ( 7 ) に代入すると、式 ( 7 ) の左辺は  $R_z = 35$ 、右辺は  $(360 \times 0.7) / (\pi \times 2.5) = 32.1$  となり、本実施形態に係る光走査装置 2 0 0 は、式 ( 7 ) を満たしていることがわかる。

【 0 0 9 2 】

以上のことから、本実施形態に係る光走査装置 2 0 0 においても、第一実施形態と同様に、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の組付誤差等による位置の変化があっても、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の光学面で反射されたフレア光の、逆側に配置された他方の結像光学系への影響を効果的に低減することができる。

20

【 0 0 9 3 】

図 8 ( a ) 及び ( b ) は、第二結像レンズ 7 D が 0 . 7 mm だけ副走査方向下方へシフトした時の、第二実施形態に係る光走査装置 2 0 0 の結像光学系の一部の副走査断面図を示している。

【 0 0 9 4 】

図 8 ( a ) 及び ( b ) からわかるように、結像レンズ 7 D が組付誤差等によって、副走査方向下方へシフトしたとしても、結像レンズ 7 D によって反射されたフレア光が偏向器 5 を挟んで逆側に配置された結像光学系へ入射しないことがわかる。

30

【 0 0 9 5 】

また、表 2 からわかるように、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面及び出射面それぞれの光軸上における副走査方向のチルト角は、2 . 2 度及び - 2 . 8 度である。

従って第二実施形態においても、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面と出射面の光軸上における副走査方向のチルト角の相対差は 6 度以下であり、第二結像レンズ 7 A 乃至 7 D の入射面及び出射面の光軸上における副走査方向のチルト角の絶対値は 8 度以下である。

【 0 0 9 6 】

図 9 は、本発明の実施形態に係る光走査装置を搭載したカラー画像形成装置 6 0 の模式的要部副走査断面図を示している。

40

【 0 0 9 7 】

カラー画像形成装置 6 0 は、光走査装置 1 1、像担持体 ( 感光体 ) としての感光ドラム 2 1、2 2、2 3、2 4、現像器 3 1、3 2、3 3、3 4、及び搬送ベルト 1 5 1 を備えている。

【 0 0 9 8 】

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 1 5 2 から R ( レッド )、G ( グリーン )、B ( ブルー ) の各色信号が出力される。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、入力したコードデータが Y ( イエロー )、M ( マゼンタ )、C ( シアン )、K ( 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、光走査装置 1 1 に入力される。

50

そして、光走査装置 11 からは、各画像データに応じて変調された光ビーム 141、142、143、144 が出射され、これらの光ビームによって感光ドラム 21 乃至 24 の感光面が主走査方向に走査される。

【0099】

カラー画像形成装置 60 では、光走査装置 11 により 4 本のビームを走査するが、各々のビームが Y (イエロー)、M (マゼンタ)、C (シアン)、K (ブラック) の各色に対応している。そして、各ビームによって、各々並行して設けられる感光ドラム 21 乃至 24 の各感光面上に、画像信号 (画像情報) に対応した静電潜像が形成される。そして、形成された静電潜像が現像器 31 乃至 34 により各々現像され、トナー像が形成される。その後、不図示の転写器により、トナー像が被転写材である被記録材に多重転写され、定着器 57 により、多重転写されたトナー像が被転写材に定着され、被記録材に 1 枚のフルカラー画像が形成される。

10

【0100】

外部機器 152 としては、例えば CCD センサー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 60 とで、カラーデジタル複写機が構成される。

【0101】

なお、カラー画像形成装置 60 では、単一の光走査装置 11 によって 4 つの感光ドラム 21 乃至 24 を走査しているが、本発明の実施形態に係る二つの光走査装置によって、2 つずつの感光ドラムを走査する構成にしても構わない。

20

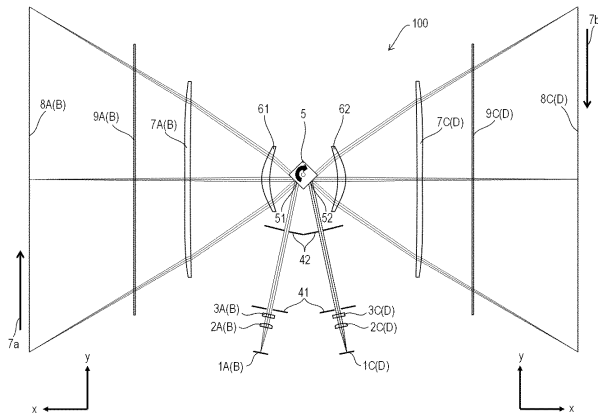
【符号の説明】

【0102】

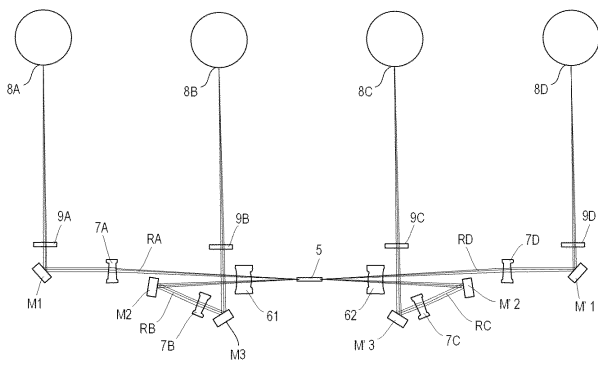
- 1 A、1 B、1 C、1 D 光源 (入射光学系)
- 2 A、2 B、2 C、2 D カップリングレンズ (入射光学系)
- 3 A、3 B、3 C、3 D シリンドリカルレンズ (入射光学系)
- 5 偏向器
- 41 副走査絞り (入射光学系)
- 42 主走査絞り (入射光学系)
- 51 第一の偏向面
- 52 第二の偏向面
- 61、62 第一結像レンズ (結像光学系)
- 7 A、7 B、7 C、7 D 第二結像レンズ (結像光学系、第一の光学素子)
- 8 A、8 B、8 C、8 D 被走査面
- 9 A、9 B、9 C、9 D 防塵ガラス (結像光学系)
- M1、M2、M3、M'1、M'2、M'3 折り返しミラー (結像光学系)

30

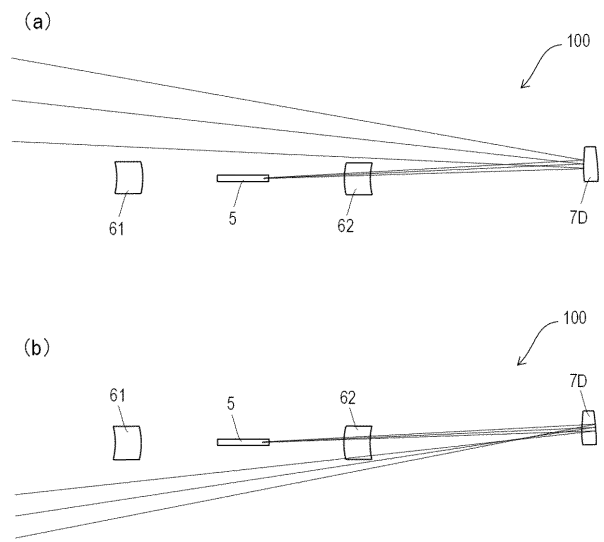
【図 1】



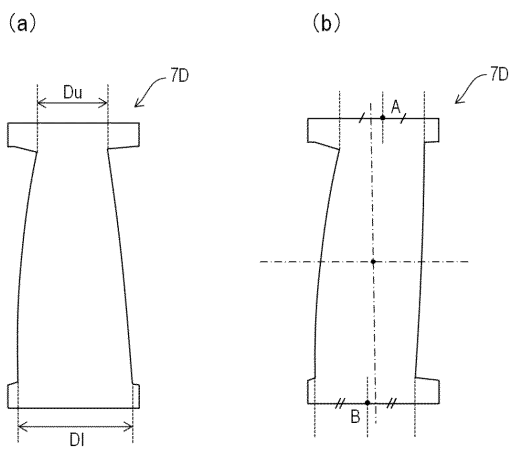
【図 2】



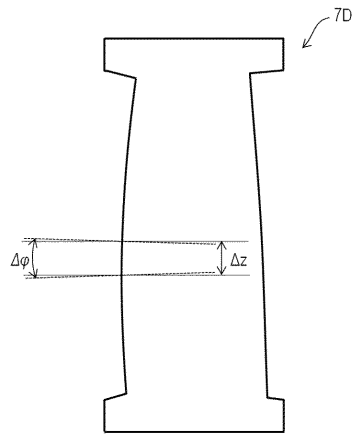
【図 3】



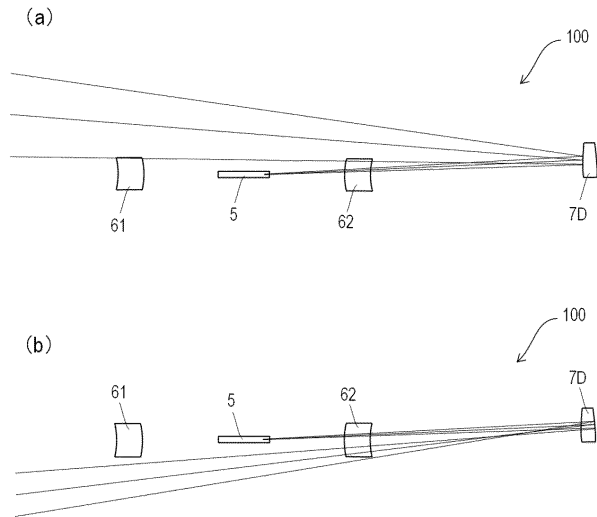
【図 4】



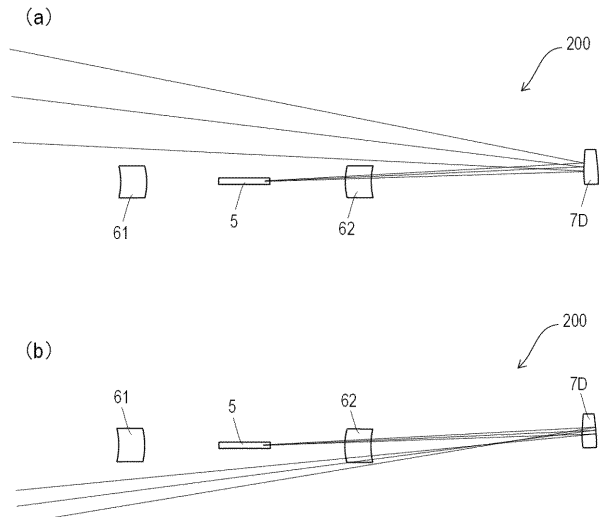
【図 5】



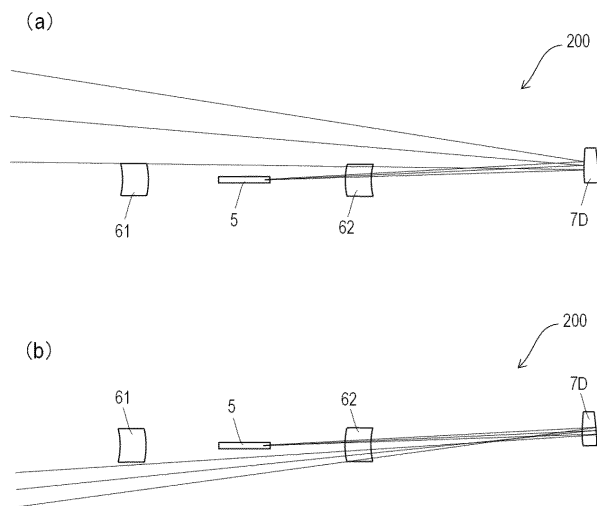
【図 6】



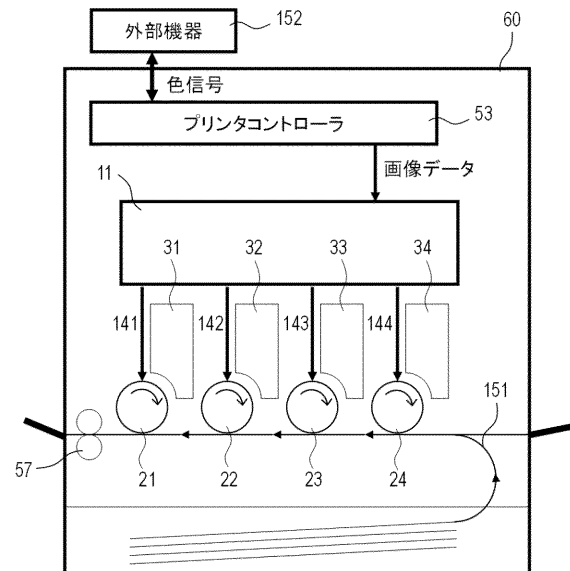
【図 7】



【図 8】



【図 9】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/00  
G 0 2 B 13/18

(74)代理人 100134393  
弁理士 木村 克彦

(74)代理人 100174230  
弁理士 田中 尚文

(72)発明者 黒川 周一  
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 鈴木 俊光

(56)参考文献 特開2010-256576(JP,A)  
特開2012-150161(JP,A)  
特開2011-123240(JP,A)  
特開2012-088612(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G 0 2 B 2 6 / 1 0 - 2 6 / 1 2  
B 4 1 J 2 / 4 7  
H 0 4 N 1 / 1 1 3