

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6132701号
(P6132701)

(45) 発行日 平成29年5月24日 (2017.5.24)

(24) 登録日 平成29年4月28日 (2017.4.28)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 26/12 (2006.01)

G O 2 B 26/12

G O 2 B 26/10 (2006.01)

G O 2 B 26/10

B

B 4 1 J 2/47 (2006.01)

B 4 1 J 2/47

1 O 1 D

H O 4 N 1/113 (2006.01)

H O 4 N 1/04

1 O 4 A

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2013-165061 (P2013-165061)
 (22) 出願日 平成25年8月8日 (2013.8.8)
 (65) 公開番号 特開2015-34870 (P2015-34870A)
 (43) 公開日 平成27年2月19日 (2015.2.19)
 審査請求日 平成28年7月8日 (2016.7.8)

(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 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
 審査官 鈴木 俊光

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】

第 1 及び第 2 の光源手段から出射する第 1 及び第 2 の光束の夫々を、互いに異なる第 1 及び第 2 の偏向面にて偏向する共通の偏向手段と、

該偏向手段により偏向された第 1 及び第 2 の光束の夫々を、第 1 及び第 2 の被走査面に集光する第 1 及び第 2 の結像光学系と、

前記第 1 及び第 2 の偏向面と前記第 1 及び第 2 の被走査面との間の第 1 及び第 2 の光路の夫々に設けられ、該第 1 及び第 2 の光路の夫々を副走査断面内で自身と交差するように折り曲げる複数の反射光学素子と、を有し、

前記第 1 及び第 2 の被走査面の夫々における有効画像領域の主走査方向での長さを W (mm)、副走査断面内における前記第 1 の被走査面と前記第 2 の被走査面との間隔を D_p (mm)、とするとき、

$$0.25 < D_p / W < 0.35$$

なる条件を満足し、

主走査断面内において、前記第 1 及び第 2 の結像光学系の夫々の後側主平面から前記第 1 及び第 2 の被走査面の夫々までの距離を S_k (mm)、前記第 1 及び第 2 の結像光学系の夫々の合成焦点距離を f (mm)、 $m = 1 - S_k / f$ 、とするとき、

$$0.1 < m < 0.3$$

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 2】

10

20

前記第 1 及び第 2 の光路の夫々は、前記第 1 及び第 2 の結像光学系の夫々において最も前記偏向手段に近い結像光学素子よりも前記第 1 及び第 2 の被走査面の側で自身と交差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】

前記第 1 及び第 2 の結像光学系の夫々において最も前記偏向手段に近い結像光学素子の夫々の主走査断面内での焦点距離を f_1 (mm) とするとき、

$$0.7 < f_1 / f < 0.9$$

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】

前記第 1 及び第 2 の結像光学系の夫々において最も前記偏向手段に近い結像光学素子の夫々の肉厚を t (mm) とするとき、

$$0.15 < 2t / Dp < 0.25$$

なる条件を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 5】

主走査断面内において、前記第 1 及び第 2 の偏向面に入射する前記第 1 及び第 2 の光束の夫々の収束度は互いに同じであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 6】

前記偏向手段は 4 つの偏向面を備えており、該 4 つの偏向面の夫々の外接円半径を R_5 (mm) とするとき、

$$0.14 < R_5 / Dp < 0.20$$

なる条件を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 の結像光学系の夫々は、2 つの結像光学素子から成ることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 8】

前記偏向手段は、第 3 及び第 4 の光源手段から出射する第 3 及び第 4 の光束の夫々を前記第 1 及び第 2 の偏向面にて偏向しており、前記第 1 及び第 3 の光束は前記第 1 の結像光学系において最も前記偏向手段に近い共通の第 1 の結像光学素子を通過し、第 2 及び第 4 の光束は前記第 2 の結像光学系において最も前記偏向手段に近い共通の第 2 の結像光学素子を通過することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 9】

前記第 1 及び第 3 の光束の夫々は、前記第 1 の結像光学素子を通過した後に互いに異なる結像光学素子を通過し、第 2 及び第 4 の光束の夫々は、前記第 2 の結像光学素子を通過した後に互いに異なる結像光学素子を通過することを特徴とする請求項 8 に記載の光走査装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の光走査装置と、該光走査装置により前記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 11】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 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】

【技術分野】

【0001】

本発明は光走査装置に関し、レーザービームプリンタやデジタル複写機、マルチファン

10

20

30

40

50

クションプリンタ等の画像形成装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来、カラー画像を形成するカラー画像形成装置用の光走査装置においては、装置全体の小型化を目的として、光偏向器を複数の被走査面に対応する複数の光束で共用した構成が提案されている（特許文献1）。

【0003】

この構成においては、限られたスペースの中でレンズやミラー等の光学部品を光束に干渉させないように配置するために、光偏向器と複数の被走査面の夫々との間の光路を折り返しミラーにより折り曲げている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-317790号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、特許文献1の光走査装置において、副走査断面内での複数の被走査面同士の間隔を狭くして更に小型化を図るために光偏向器側の結像レンズを更に光偏向器に近づけようとしても、光偏向器の基板やレンズ突き当て用の壁部が存在するため困難である。この時、基板を更に小さくする方法や、壁部の厚さを薄くする方法なども考えられるが、基板サイズを小さくすると光偏向器の回転軸の倒れ精度が劣化し、壁部を薄くすると組立時の強度が保てずレンズが倒れ易くなってしまふ。

20

【0006】

なお、複数の折り返しミラーにより折り曲げられた光束を光偏向器側の結像レンズに近づけて小型化を図る方法も考えられるが、従来の光走査装置では光偏向器側の結像レンズの肉厚が厚いため、光束と干渉し易くなってしまふ。

【0007】

本発明の目的は、複数の被走査面に対応する複数の光束を偏向する共通の偏向手段を有する光走査装置において、装置全体の小型化を実現することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明に係る光走査装置は、第1及び第2の光源手段から出射する第1及び第2の光束の夫々を、互いに異なる第1及び第2の偏向面にて偏向する共通の偏向手段と、該偏向手段により偏向された第1及び第2の光束の夫々を、第1及び第2の被走査面に集光する第1及び第2の結像光学系と、前記第1及び第2の偏向面と前記第1及び第2の被走査面との間の第1及び第2の光路の夫々に設けられ、該第1及び第2の光路の夫々を副走査断面内で自身と交差するように折り曲げる複数の反射光学素子と、を有し、前記第1及び第2の被走査面の夫々における有効画像領域の主走査方向での長さを W (mm)、副走査断面内における前記第1の被走査面と前記第2の被走査面との間隔を Dp (mm)、とするとき、

40

$$0.25 < Dp / W < 0.35$$

なる条件を満足し、主走査断面内において、前記第1及び第2の結像光学系の夫々の後側主平面から前記第1及び第2の被走査面の夫々までの距離を Sk (mm)、前記第1及び第2の結像光学系の夫々の合成焦点距離を f (mm)、 $m = 1 - Sk / f$ 、とするとき、

$$0.1 < m < 0.3$$

なる条件を満足することを特徴とする。

また、本発明に係る画像形成装置は、上記光走査装置を有することを特徴とする。

【0009】

（作用）

50

被走査面から結像光学系を介して偏向手段に向かう逆光路を考えると、主走査断面内で結像光学系を出射して偏向手段に向かう光束は、従来のような平行光束ではなく発散光束となることで、この結像光学系の屈折力を従来より弱くできる。これは、主走査断面内で、この結像光学系における結像光学素子の屈折力の曲率が小さくなる（曲率半径が大きくなる）ことに対応する。これにより、結像光学系における結像光学素子の偏向手段側への接近化が可能となり、かつ結像光学素子と光路を折り曲げられた光束との干渉を避けることができる（複数の反射型光学素子 M2、M3 の結像光学素子側への接近化が可能）。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、入射光束として所定の収束度を備える収束光束を用い小型化に適した光走査装置およびそれを用いた画像形成装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】(A)は本発明の実施形態に係る光走査装置の副走査断面図、(B)は主走査方向の展開図、(C)は偏向手段近傍の主走査断面図である。

【図2】本発明の実施形態に係る光走査装置の収束度とレンズ形状の関係を説明する図である。

【図3】(A)は本発明の実施形態に係る光走査装置のジッターの発生を説明する図、(B)は収束系における走査光学系の説明図である。

【図4】本発明の実施形態に係る光走査装置の収束度とジッターとの関係を説明する図である。

【図5】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要部概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【0013】

《第1の実施形態》

(画像形成装置)

図5は、本発明の実施形態に係る光走査装置を搭載した画像形成装置の要部概略図である。本実施形態は、光走査装置（光結像光学系）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5において、60はカラー画像形成装置、12は各々実施形態1に示した光走査装置、21、22、23、24は各々像担持体である感光体としての感光ドラム、31、32、33、34は各々現像器、51は搬送ベルトである。

【0014】

なお、図5においては、感光体の感光面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（不図示）、現像器で現像されたトナー像を被転写材（記録材）に転写する転写器（不図示）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している。

【0015】

図5において、カラー画像形成装置60には、パーソナルコンピュータ等の外部機器52からR（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）のコードデータとして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53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12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41、42、43、44が射出され、これらの光ビームによって感光ドラム21、22、23、24の感光面が主走査方向に走査される。

【0016】

本実施形態におけるカラー画像形成装置は、光走査装置 12 から C (シアン)、M (マゼンタ)、Y (イエロー)、B (ブラック) の各色に対応した走査光を出射している。そして各々平行して感光ドラム 21、22、23、24 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。

【0017】

本実施形態におけるカラー画像形成装置は、上述の如く光走査装置 12 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 21、22、23、24 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。

【0018】

外部機器 52 としては、例えば CCD 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 60 とで、カラーデジタル複写機が構成される。

【0019】

尚、光走査装置の上方に感光ドラムを配置した構成のカラー画像形成装置としてもよい。その場合においても同様にカラー画像形成装置のコンパクト化を達成することが可能である。

【0020】

(光走査装置)

図 1 (A) は本発明の実施形態に係る光走査装置の副走査断面図、(B) は主走査方向の展開図、(C) は偏向手段近傍の主走査断面図である。ここで、以下の本実施形態の説明において、結像光学系もしくは結像光学素子の光軸または軸上とは、被走査面の中心を通り、被走査面に垂直方向の軸のことである。副走査方向 (Z 方向) とは、偏向手段の回転軸と平行な方向である。主走査断面とは、副走査方向を法線とする断面である。主走査方向 (Y 方向) とは、偏向手段で偏向走査される光束を主走査断面に投射した方向である。副走査断面とは、主走査方向を法線とする断面である。

【0021】

図 1 (B) 中、1 は副走査方向に 2 個離間して設けられる光源手段 (第 1 及び第 3 の光源手段) であり、例えば半導体レーザー等より成っている。3 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。2 はアナモフィックレンズであり、光源手段 1 から出射された発散光束を主走査断面内において弱収束光に変換し、副走査断面内において後述する光偏向器 5 の偏向面 5a に主走査方向を長手の線像として結像させるように変換している。なお、アナモフィックレンズ 2 を主走査断面内及び副走査断面内において弱収束光に変換するコリメータレンズと、副走査方向のみにパワーを有するシリンドリカルレンズの 2 枚の構成としても良い。

【0022】

図 1 (B) で、光源手段 1 に関し、第 1 の光源手段からの光束 R a に対する開口絞り 3、アナモフィックレンズ 2 の各要素は、副走査断面内で上方側より偏向手段へ光束を入射させる入射光学系 L A を構成している。そして、入射光学系 L A によって、偏向手段で偏向される光束は副走査断面内で下方側に向かう第 1 の光源手段からの光束 R a となる (図 1 (A))。一方、第 3 の光源手段からの光束 R b に対する入射光学系 L B も同じ構成で、光偏向器への副走査方向の入射の向きが逆 (副走査断面内で下方側より偏向手段へ光束を入射) になるだけである。偏向手段で偏向される光束は副走査断面内で上方側に向かう光束 R b となり、第 1 の光路を形成する。

【0023】

5 は偏向手段としての光偏向器であり、外接円半径 $R_5 = 10 \text{ mm}$ の 4 面より成るポリゴンミラーより成っている。この光偏向器 5 は、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。

【0024】

本実施形態の光走査装置は、光偏向器 5 を挟み対向する走査ユニット S R (2 つの結像

10

20

30

40

50

光学系を１組として備える）、ＳＬ（同様に２つの結像光学系を異なる１組として備える）を備える。そして、光源手段１と同様に副走査方向に２個離間して設けられる光源手段（第２及び第４の光源手段）を備える。そして、偏向手段で偏向される光束は副走査断面内で下方側に向かう第２の光源手段からの光束 $R'a$ となる（図１（Ａ））。

【００２５】

一方、第４の光源手段からの光束 Rb に対する入射光学系 LB も同じ構成で、光偏向器への副走査方向の入射の向きが逆（副走査断面内で下方側より偏向手段へ光束を入射）になるだけである。偏向手段で偏向される光束は副走査断面内で上方側に向かう光束 $R'b$ となり、第２の光路を形成する。

【００２６】

これにより、１つの光偏向器５により４本の光束 Ra 、 Rb 、 $R'a$ 、 $R'b$ を偏向走査する。そして、夫々の光束が対応する被走査面である感光ドラム面 $8A(Bk)$ 、 $8B(C)$ 、 $8C(M)$ 、 $8D(Y)$ を走査する。

【００２７】

ここで、走査ユニット SR において、偏向手段である光偏向器（４面ポリゴンミラー）５の偏向面 $5a$ で偏向反射した偏向光束 Ra は、結像レンズ $6A$ 、 $7A$ を通過後、折り返しミラー $M1$ により折り返され、被走査面である感光ドラム $8A(Bk)$ に導かれる。このような結像光学素子としての結像レンズ $6A$ 、 $7A$ 、反射型光学素子としての反射ミラー $M1$ を介して感光ドラム $8A(Bk)$ に導かれる結像光学系を第１の結像光学系とする。

【００２８】

また、光偏向器５の偏向面 $5a$ で偏向反射した偏向光束 Rb は、結像レンズ $6A$ を通過後、反射ミラー $M2$ で折り返され、結像レンズ $7B$ を通過し、反射ミラー $M3$ により折り返される。そして、結像レンズ $6A$ を通過した自分自身の光束と副走査断面内で交差した後、被走査面である感光ドラム $8B(C)$ に到達している。

【００２９】

ここで、結像レンズ $6A$ を通過した自分自身の光束と交差する位置は、結像光学系を構成する光学的に最も偏向手段に近い第１の結像光学素子としての結像レンズ $6A$ よりも被走査面側（感光ドラム $8B(C)$ 側）である。そして、反射ミラー $M2$ 、 $M3$ 及び $M'2$ 、 $M'3$ は、前記第１及び第２の光路（感光ドラム $8B$ 及び $8C$ に向かう光路）の夫々を副走査断面内で自身と交差するように折り曲げる。

【００３０】

このような結像光学素子としての結像レンズ $6A$ 、 $7B$ 、反射光学素子としての反射ミラー $M2$ 、 $M3$ を介して感光ドラム $8A(Bk)$ に導かれる結像光学系を第２の結像光学系とする。

【００３１】

一方、結像光学系 SL においても結像光学系 SR と同じ光路の取り回し方を行っている。すなわち、共通の光偏向器５の偏向面 $5'a$ で偏向反射した偏向光束 $R'a$ は、結像レンズ $6'A$ 、 $7'A$ を通過後、折り返しミラー $M'1$ により折り返され、被走査面である感光ドラム $8D(Y)$ に導かれる。また、光偏向器５の偏向面 $5'a$ で偏向反射した偏向光束 $R'b$ は、結像レンズ $6'A$ を通過後折り返しミラー $M'2$ で折り返され結像レンズ $7'B$ を通過し、折り返しミラー $M'3$ により折り返され、被走査面である感光ドラム $8C(M)$ に導かれる。

【００３２】

ここで、以下の説明において、光偏向器５に最も遠い被走査面 $8A$ 、 $8D$ に結像する光学系（被走査面を走査する光学系）を結像光学系 SA （上記第１の結像光学系）、 SD と称する。また光偏向器５に最も近い被走査面 $8B$ 、 $8C$ に結像する光学系（被走査面を走査する光学系）を結像光学系 SB （上記第２の結像光学系）、 SC と称す。

【００３３】

また、上記光偏向器５に最も近いとは、光学的に該光偏向器５の偏向面に最も近いこと

10

20

30

40

50

を称し、また光偏向器 5 に最も遠いとは、光学的に該光偏向器 5 の偏向面から最も遠いことを称す。本実施形態における 2 つの結像光学系 S R、S L の構成及び光学的作用は互いに同じであるので、以下結像光学系 S R で説明する。

【0034】

本実施形態における複数の結像光学系 S A、S B は、各々複数の結像光学素子としての結像レンズから構成され、最も偏向手段に近い結像レンズ 6 A は、複数の結像光学系 S A、S B で共用されている。また、被走査面に近い結像レンズ 7 A、7 B は、入射面と出射面の面頂点を結んだ線と外形中心線が異なるレンズ（偏心レンズ）を用いている。

【0035】

よって、走査ユニット S R に用いられる結像レンズ 7 A と 7 B とはレンズ光軸のずらし方の違う別形状のレンズとなる。また同様に、走査ユニット S L に用いられる結像レンズ 7' A と 7' B は、レンズ光軸のずらし方の違う別形状のレンズとなる。このようにすることで、結像レンズ 7 B（7 B'）の偏心により、結像レンズ 7 B（7 B'）と光束 R b（R b'）の干渉を避けることができる。但し、後述する収束度 m や K 係数や各レンズの焦点距離などといった光学パラメータを光束 R a と R b に対する光学系で同じにすることで、結像レンズ 7 A と 7 B は同じレンズとすることができる。

【0036】

また、本実施形態では、光偏向器 5 に最も近い被走査面 8 B に結像する結像光学系 S B の反射型光学素子としての折り返しミラーの枚数を必要最低限の 2 枚にしている。また、本実施形態では、光偏向器 5 から最も遠い被走査面 8 A に結像する結像光学系 S A（第 1 の結像光学系）の被走査面 8 A に最も近い結像レンズ 7 A を、被走査面 8 A に最も近い折り返しミラー M 1 より光偏向器 5 側に配置している。これにより、結像レンズ 7 A の主走査方向の長さを短くしている。

【0037】

一方、被走査面 8 A に最も近い結像レンズ 7 A を被走査面 8 A に最も近い折り返しミラー M 1 よりも被走査面 8 A 側に配置する構成も考えられるが、結像レンズ 7 A の主走査方向の長さが長くなり、装置全体が大型化してくるため好ましくない。よって、上述したような光学設計値及び配置にすることで、必要最小限の部品点数で、コストダウンと装置の小型化の両立を図っている。

【0038】

図 1（A）の 10 は光走査装置の筐体（光学箱）を示しており、点線 10' は従来装置の筐体の外周部を示している。本実施形態では、被走査面の間隔（光束の集光位置の間隔に等しい）D p を 58 mm とすることができ（従来装置に対して 11 mm 短縮）、光走査装置の横方向の長さも $11 \times 3 = 33$ mm 短縮することができた。一般的に、A4 サイズの画像を出力するカラー画像形成装置のドラム並び方向の長さは 400 ~ 500 mm 程度であることを考えると、1 割弱のコンパクト化を達成したことになる。

【0039】

なお、上述した被走査面の間隔（光束の集光位置の間隔に等しい）D p は、図 5 に示した感光ドラム 21、22、23、24 の回転と搬送ベルト 51 の移動との同期制御の容易化を図るため、複数の被走査面に対して等しくされている。

【0040】

ここで、図 1（B）は光偏向器 5 で同じ側に偏向走査される光束 R a、R b の内、光束 R a に対する結像光学系 S A の主走査断面図である。光束 R b に対する結像光学系 S B も同様な主走査断面図であるため、図示は省略する。図中、C0 は軸上光束の主光線の偏向反射点（基準点）である。副走査方向においては、光束 R a、R b は偏向反射点 C0 にて交差する。偏向反射点 C0 は結像光学系の基準点であり、偏向反射点 C0 から被走査面までの距離を以下、「結像光学系の光路長 L」と定義する。以下に、本実施形態における光走査装置のレンズ面形状及び光学配置を表 1、表 2 として示す。

【0041】

10

20

30

40

【表 1】

光源波長	λ (nm)	790	
アナモフィックレンズ2屈折率	n2	1.52781	
結像レンズ6A屈折率	n6A	1.52781	
結像レンズ7A屈折率	n7A	1.52781	
絞り径(楕円)	Y方向(主走査)	2.520	
	Z方向(副走査)	1.400	
主走査方向のレーザー斜入射角(度)		90	
副走査方向のレーザー斜入射角(度)		-3	
光線最大出射角(度)		±51.24	
ポリゴンミラー回転中心座標(mm)	X方向	-5.761	
	Y方向	4.238	
ポリゴンミラー面数		4	
ポリゴンミラー外接円径(mm)		φ20	
有効走査幅	W	220	
K θ 係数	K (rad/mm)	123	
光学配置			
	X方向	Y方向	Z方向
光源1	0.000	-113.764	5.962
絞り3	0.000	-76.894	4.030
アナモフィックレンズ2入射面	0.000	-73.899	3.873
アナモフィックレンズ2出射面	0.000	-70.903	3.716
結像レンズ6A入射面	13.500	-0.200	0.000
結像レンズ6A出射面	19.000	-0.200	0.000
結像レンズ7A入射面	56.700	-0.200	-1.638
結像レンズ7A出射面	60.700	-0.200	-1.638
被走査面8	133.800	-0.200	0.000

10

【 0 0 4 2 】

【表 2】

20

レンズ形状データ						
主走査方向						
	アナモフィックレンズ2		結像レンズ6A		結像レンズ7A	
	入射面	出射面	入射面	出射面	入射面	出射面
R	∞	3.35881E+01	-9.09720E+01	-3.73894E+01	-2.97612E+02	4.78859E+02
K			-9.55723E+00	1.55239E-01		3.35465E+01
B4u			-2.99071E-06	6.46960E-06		-1.78051E-06
B6u			4.31446E-09	-1.31362E-09		4.49923E-10
B8u			-3.13400E-11	-2.65604E-11		-8.15082E-14
B10u			4.27358E-14	2.95832E-14		6.50316E-18
B12u						-1.14548E-22
B4l			-2.99071E-06	6.46960E-06		-1.69832E-06
B6l			4.31446E-09	-1.31362E-09		3.66180E-10
B8l			-3.13400E-11	-2.65604E-11		-4.77552E-14
B10l			4.27358E-14	2.95832E-14		5.04819E-19
B12l						2.46931E-22
C5	-5.2506E-03					
副走査方向						
	アナモフィックレンズ2		結像レンズ6A		結像レンズ7A	
	入射面	出射面	入射面	出射面	入射面	出射面
Rs	∞	1.89760E+01	5.00000E+01	5.00000E+01	5.98258E+01	-2.29360E+01
D2u					-1.44789E-05	2.81870E-06
D4u					6.27350E-09	-3.22353E-09
D6u					-1.41622E-12	1.80640E-12
D8u					2.77487E-16	-2.84519E-16
D10u					-6.81159E-20	-1.99961E-20
D2l					-1.39448E-05	2.00866E-06
D4l					1.58324E-10	-6.10271E-09
D6l					1.13258E-12	2.48977E-12
D8l					-2.68456E-16	-3.55230E-16
D10l					-2.63486E-20	-2.55342E-20
C3	-5.6520E-03					

30

40

【 0 0 4 3 】

本実施形態のアナモフィックレンズ2の入射面は、平面上に回折格子が形成された回折面、出射面は主走査方向と副走査方向で曲率半径の異なるアナモフィックな屈折面としている。アナモフィックレンズ2はプラスチック材料を用いた射出成形で成形されており、環境変動による屈折パワーの変化を半導体レーザーの波長変化による回折パワーの変化で補償する、所謂温度補償光学系としている。また、回折面は以下に表した位相関数により定義される。

$$= 2 \quad M / \quad (C_3 Z^2 + C_5 Y^2)$$

50

ここで、 ϕ は位相関数、 M は回折次数であり、本実施形態は 1 次回折光 ($M = 1$) を用いている。 λ は設計波長であり、本実施形態では $\lambda = 790 \text{ nm}$ である。

【0044】

結像レンズ 6 A、7 A のレンズ入射面、レンズ出射面の母線形状は、共に 1 2 次までの関数として表せる非球面形状により構成されている。結像レンズ 6 A、7 A のそれぞれのレンズ面と結像レンズ 6 A、7 A の光軸との交点を原点とし、光軸方向を X 軸、主走査断面内において光軸と直交する軸を Y 軸としたとき、主走査方向と対応する母線方向が、以下の式で表わされる。

【0045】

【数 1】

$$X = \frac{Y^2/R}{1 + \left(1 - (1 + K)(Y/R)^2\right)^{1/2}} + B_4 Y^4 + B_6 Y^6 + B_8 Y^8 + B_{10} Y^{10}$$

10

【0046】

(但し、 R は母線曲率半径、 K 、 B_4 、 B_6 、 B_8 、 B_{10} 、 B_{12} は非球面係数)

非球面係数 B_4 、 B_6 、 B_8 、 B_{10} 、 B_{12} は光走査装置の半導体レーザー 1 が配置されている側と半導体レーザー 1 が配置されていない側とで数値を異ならせる。 B_{4U} 、 B_{6U} 、 B_{8U} 、 B_{10U} 、 B_{12U} が半導体レーザー 1 が配置されている側の値、 B_{4L} 、 B_{6L} 、 B_{8L} 、 B_{10L} 、 B_{12L} が半導体レーザー 1 が配置されていない側の値である。そのことで、主走査方向に非対称な形状を表現することができる。

20

【0047】

また、副走査方向と対応する子線方向は、以下の式で表わされる。

【0048】

【数 2】

$$S = \frac{\frac{Z^2}{Rs^*}}{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{Z}{Rs^*}\right)^2}}$$

【0049】

S は、母線方向の各々の位置における母線の法線を含み主走査面と垂直な面内に定義される子線形状である。ここで、走査方向に光軸から Y 離れた位置における副走査方向の曲率半径 (子線曲率半径) Rs^* は、以下の式で表わされる。

30

$$1/Rs^* = 1/Rs + D_2 \times Y^2 + D_4 \times Y^4 + D_6 \times Y^6 + D_8 \times Y^8 + D_{10} \times Y^{10}$$

(但し、 Rs は光軸上の子線曲率半径、 D_2 、 D_4 、 D_6 、 D_8 、 D_{10} は子線変化係数)

こちらも主走査形状と同様に、非球面係数 $D_2 \sim D_{10}$ は光走査装置の半導体レーザー 1 が配置されている側 ($D_{2U} \sim D_{10U}$) と半導体レーザー 1 が配置されていない側 ($D_{2L} \sim D_{10L}$) とで数値を異ならせる。これにより、主走査方向に非対称な形状を表現することができる。なお、本実施形態では、面形状を上記定義式により関数を定義したが、本発明はこれに限定されるものではない。

40

【0050】

ところで、通常、副走査断面内において斜め方向から光束を入射させる光走査装置では、波面収差の捩れによりスポットが崩れる現象が見られる。本実施形態においては、各面のパワー配置、結像レンズ 7 A のシフト量を最適化することで、波面収差の捩れを低減している。すなわち、本実施形態の結像光学系 SA では、結像レンズ 7 A を面 P0 に対して -1.638 mm 副走査方向にシフトさせることで波面収差の補正を行っている。

【0051】

(収束光束)

本実施形態では、結像光学素子としての結像レンズ 6 A に入射する光束を主走査断面内

50

で収束光束とすることで、以下に述べるように結像レンズ 6 A の主走査方向の屈折力（パワー）を弱めレンズの肉厚を低減している。更に、本実施形態では、偏向手段としての光偏向器 5 の偏向面が平面であることから、光偏向器への入射光束を収束光束とし、光偏向器 5 に向かう全ての入射光束を主走査断面内で同じ収束度 m の収束光束とする。これにより、すべての結像光学系の光路長 L を短縮することで、カラー画像形成装置の小型化を図っている。

【0052】

（収束光束によるレンズ肉厚低減）

以下、収束光束によるレンズ肉厚低減の効果について説明を行う。偏向手段で偏向されて結像光学素子としての結像レンズに入射する光束を主走査断面内で収束光束とすることは、被走査面から結像光学素子を介して偏向手段に向かう逆光路を考えると、以下のようになる。すなわち、主走査断面内で結像光学素子を出射して偏向手段に向かう光束は、従来のような平行光束ではなく発散光束となる。これにより、結像光学素子の曲率は緩くなって、中心肉厚を維持するとき主走査端部の肉厚が厚くなる場所、主走査端部の肉厚を必要最低限にすれば中心肉厚を減らせることとなる。

10

【0053】

（収束度 m ）

ここで、被走査面から結像光学素子を介して偏向手段に向かう逆光路を考えるとときの結像光学素子に逆光路で入射する光束の中心光線の結像光学素子の光軸に対する入射角度、出射角度 とすると、 $\tan \theta_i / \tan \theta_o$ は収束の度合いを示すこととなる。この収束の度合いを収束度 m として、以下のように定義する。

20

【0054】

$$m = 1 - S_k / f$$

S_k ：主走査断面内における結像光学素子の後側主平面から被走査面までの距離（mm）

f ：結像光学素子の主走査断面内の焦点距離（mm）

また、結像光学系が複数の結像光学素子で構成される場合は、以下の式が成立する。

【0055】

$$m = 1 - S_k / f$$

S_k ：主走査断面内における結像光学系の後側主平面から被走査面までの距離（mm）

f ：結像光学系の主走査断面内の合成焦点距離（mm）

30

ここで、前記収束度 m は、以下の条件を満たすことが好ましい。

【0056】

$$0.1 < m < 0.3 \quad \dots \text{（式 A）}$$

式 A の下限値を超えると従来装置に対する本発明の効果が顕著とはならない。一方、式 A の上限値を超えると、以下に述べる収束系（又は発散系）特有の心ジッターの問題が生じて好ましくない。すなわち、収束度 m を強くするとレンズの肉厚を薄くする効果はあるが、図 3（A）に示すジッター Y （収束系面偏心ジッター）が問題となる。つまり、収束系においては、製造誤差などにより光偏向器の偏向面 5 a がシフト偏心した場合、被走査面 8 A 上で光束が集光する位置のずれが発生する（特許文献 2）。これは、収束系（又は発散系）特有の問題であり、入射光学系が平行光であれば原理的に発生しない。

40

【0057】

収束系面偏心ジッターの発生原理を説明する図 3（A）において、光偏向器 5 の偏向面 5 a 及びシフト偏心した偏向面 5 b からの反射光束の主光線のみを示している。ここで 2 本の主光線 R_{ap0} と R_{ap1} は、走査結像系 S A に入射する前は主走査断面内で平行である。この 2 本の平行な主光線は、結像光学系 S A の焦点位置 13 A にて主走査断面内で交わることになる。一方、被走査面は走査結像系の焦点位置 13 A より光偏向器 5 側の位置 8 A であるため、被走査面 8 A 上では図に示した Y だけずれた位置に結像する。

【0058】

図 3（B）は偏向面 5 a で反射した光束（主光線と 2 本のマージナル光線）を描いたものであり、このように被走査面 8 A 上で集光する。なお、収束度 $m = 0$ の時、即ち入射光

50

束が主走査断面内で平行光である場合は、8 Aと13 Aが一致する為、偏向面5 aがシフト偏心したとしてもジッターは発生しない。

【0059】

図4は、図2で示した各収束度の結像光学系において、偏向面を10 μmシフト偏心した際に発生する各像高Yでの収束系面偏心ジッター Yの量をプロットしたグラフである。前述したように、平行光束ではジッターはゼロであり、収束度mが強くなるに従いジッター量も大きくなっていく。

【0060】

このジッターは、偏向面各面の偏心量が異なる時、画像モアレとして画像不良を起こしてしまう。この対策としては、偏心量を抑えた光偏向器を製造することが挙げられるが、加工精度にも限界があり、また偏心量の小さいポリゴンミラーを選別するなどの方法と取った場合、明らかにコストアップを招いてしまう。通常の加工方法では、ポリゴンの面偏心相対量は10 μm程度である。

【0061】

ここで、ジッター量 Yは通常10 μm程度であれば許容されるため、(式A)を満足する収束度mにおいては、許容レベル内の画質が保たれることとなる。本実施形態では $m = 0.199$ の弱収束光束とし、結像レンズ6 Aは平行光束が入射する場合と比較して、結像レンズ6 Aの出射面を偏向手段側に2.7 mmシフトすることができた。これにより、結像レンズ6 Aの偏向手段側への接近化が可能となり、かつ結像レンズ6 Aと光路を折り曲げられた光束との干渉を避けることができる(折り曲げミラーM2、M3の結像光学素子側への接近化が可能)。

【0062】

更に本実施形態では、光偏向器5の偏向面が平面であることを前提に、光偏向器5への二つの入射光学系LA、LBの収束度mを同じにした。なお、収束度mの符号により、光偏向器に入射する光束は次の3つの場合に分けられることとなる。すなわち、 $m = 0$ のとき主走査方向において光偏向器に平行光束が入射し、 $m < 0$ のとき主走査方向において、光偏向器に発散光束が入射し、 $m > 0$ のとき主走査方向において、光偏向器に収束光束が入射する。

【0063】

図2は、収束度mを振って設計した時の、主走査方向の主たるパワーを持つ結像レンズ6 Aの肉厚tの変化を説明する図である。図の右から左に行くに従い、 $m = 0.00$ 、 $m = 0.105$ 、 $m = 0.199$ 、 $m = 0.293$ と収束度を増している。 $m = 0.199$ は表1、表2の数値実施形態で示した結像レンズである。

【0064】

従来例である平行系($m = 0.00$)の時の肉厚 $t = 8.0$ (mm)であるのに対し、収束度mを増していくと $t = 7.0$ (mm)、 $t = 5.5$ (mm)、 $t = 5.0$ (mm)とレンズ肉厚を低減することが可能である。入射光学系に主走査方向のパワーを付ければ付けるほど、走査光学系の主走査方向のパワーを減らせることができ、曲率半径の大きなレンズとなる。

【0065】

(結像レンズ肉厚tと被走査面間隔Dp)

ここで、鋭意検討した結果、装置の小型化に関連する被走査面間隔Dpと、小型化の達成に関連する結像レンズ肉厚tについて、以下の式を満足するように構成することが好ましいことが判明した。

【0066】

$$0.15 < 2t / Dp < 0.25 \quad \dots (式B)$$

(式A)を満足する収束度において、結像レンズ6 Aの中心肉厚tの2倍と被走査面の間隔Dpの比は以下になる。

$$2t / Dp = 2 \times 7.0 / 58 = 0.24 \quad (m = 0.105 \text{ の時})$$

$$2t / Dp = 2 \times 5.5 / 58 = 0.19 \quad (m = 0.199 \text{ の時})$$

$2t/Dp = 2 \times 5.0 / 58 = 0.17$ ($m = 0.293$ の時)

図1(C)は、光偏向器5及び結像レンズ6A近傍の主走査断面を示している。従来装置と同じ光偏向器の基板やレンズの突き当て壁としても、肉厚が薄くなった結像レンズ6A(6'A)と光路を折り曲げられた紙面上方からの光束が干渉しないことが見て取れる。

【0067】

(有効画像領域Wと被走査面間隔Dp)

また、本実施形態では、被走査面における主走査方向の有効画像領域をW(mm)、複数の被走査面の副走査断面内の間隔(光束の集光位置の間隔)をDp(mm)としたとき、以下の式を満足するような狭い被走査面間隔の時に有効に作用する。

【0068】

$0.25 < Dp/W < 0.35$ ・・・(式C)

(式C)の下限値を超えると、収束度mを非常に強くしないと、結像レンズ6Aと光路を折り曲げられた光束の干渉を避けることができず、上述したジッターによる劣化が無視できなくなるため好ましくない。また、(式C)の上限値を超えると、そもそも被走査面間隔Dpが広がって画像形成装置そのものをコンパクトにすることができないため好ましくない。本実施形態では、 $Dp = 58$ (mm)、 $W = 220$ (mm)であるため、 $Dp/W = 0.26$ であり(式C)を満足する。

【0069】

(結像光学素子と結像光学系との焦点距離の比)

また、結像光学素子と結像光学系との焦点距離の比に関して、以下の条件を満たすことが好ましい。

【0070】

$0.7 < f1/f < 0.9$ ・・・(式D)

(式D)の下限値を超えると、結像光学素子としての結像レンズ6Aの主走査パワーが大きくなり、その結果、曲率半径が小さくなってレンズ肉厚が増してしまう。また、(式D)の上限値を超えると、結像レンズ7Aの軸上負パワーが弱くなり、主走査端部の肉厚を確保しようとするとき中心肉厚が増してしまう。その結果、レンズの材料コストアップと共に樹脂成形時間が長くなり、トータルのレンズコストアップにつながる。よって、(式D)内になるように2枚の結像レンズのパワー比を設定すれば、結像レンズ6A及び7Aともに最適な肉厚のレンズとして設計することができ、その結果コストダウンにつながる。

【0071】

ところで、走査像高Y(mm)に対する走査画角(rad)の比K(K係数、 $Y = K$)は、平行光入射の場合、結像光学系の主走査焦点距離と同じ数値になるが、収束系の場合、Kよりも結像光学系の主走査焦点距離が長くなる。本実施形態においては、 $K = 123$ (mm/rad)であるのに対し、結像光学系の主走査焦点距離は $f = 152.16$ (mm)と長い。本実施形態では、結像光学素子としての結像レンズ6Aの主走査焦点距離 $f1 = 117.02$ (mm)、結像レンズ7Aの主走査焦点距離 $f2 = -349.67$ (mm)であり、 $f1/f = 0.769$ であり、式Dを満足する。

【0072】

(偏向面の外接円半径R5と被走査面間隔Dp)

また、偏向面の外接円半径R5と被走査面間隔Dpに関して、以下の式を満たすことが好ましい。

【0073】

$0.14 < R5/Dp < 0.20$ ・・・(式E)

(式E)の下限値を超えるとポリゴンミラーの反射面が小さすぎて、広角走査することが難しく、光偏向器から被走査面までの距離Lが長くなってしまう。(式E)の上限値を超えると被走査面の間隔Dpに対しポリゴンミラーが大きいため、結像レンズと光束の干渉が生じ易くなる。よって、(式E)内になるように、偏向面であるポリゴンミラー面の

10

20

30

40

50

外接円半径 R_5 を設定することで、広角走査による小型化と結像レンズと光束の干渉の回避の両立を図ることができる。本実施形態では、 $R_5 / D_p = 0.172$ で (式 E) を満足する。

【0074】

(変形例)

以上、本発明の実施形態について述べたが、本発明はこれに限定されず、本発明の同一性の範囲内で種々の変形が可能である。

【0075】

(変形例1)

上述した実施形態では、光偏向器の偏向面に対し、副走査断面内において光束を斜め方向から入射させる斜入射光学系について説明してきたが、本発明はこれに限られない。例えば、偏向手段としてのポリゴンミラーを副走査方向に上下2段に重ねて、それぞれのポリゴンミラーの偏向面に対し、副走査断面内において光束を垂直に入射させるものであっても良い。

【0076】

(変形例2)

上述した実施形態では、結像光学系が2枚の結像レンズ(結像光学素子)を備える構成としたが、本発明はこれに限らず、結像光学系が3枚以上の複数個の結像レンズもしくは1枚だけの結像レンズを備える構成としても良い。また、光路を折り曲げられた光束を2枚の反射型光学素子としての折り返しミラーで形成したが、3枚以上の反射型光学素子としての折り返しミラーを用いても良い。但し、一般的に折り返しミラーの枚数が多くなればなるほど、ミラーに付着するゴミやキズなどにより画像に筋が出やすくなることや、ミラーの振動による走査線のバンディングが生じること、コストが上がってしまうことが別途考慮されるべきである。

【0077】

(変形例3)

また、上述した実施形態では、偏向手段の偏向面が平面である前提で偏向手段に入射する光束の収束度 m を全て同じ値としたが、異なる値にすることもできる。また、偏向手段の偏向面が平面でなく、主走査断面内で屈折力を有する場合には、偏向手段に入射する光束を平行光束とすることもできる。

【0078】

(変形例4)

また、上述した実施形態では、最も光偏向器に近い結像レンズの光偏向器から遠ざかる側のスペースに光路を折り曲げられた光束を通過させたが、光偏向器との間のスペースに光路を折り曲げられた光束を通過させることもできる。

【符号の説明】

【0079】

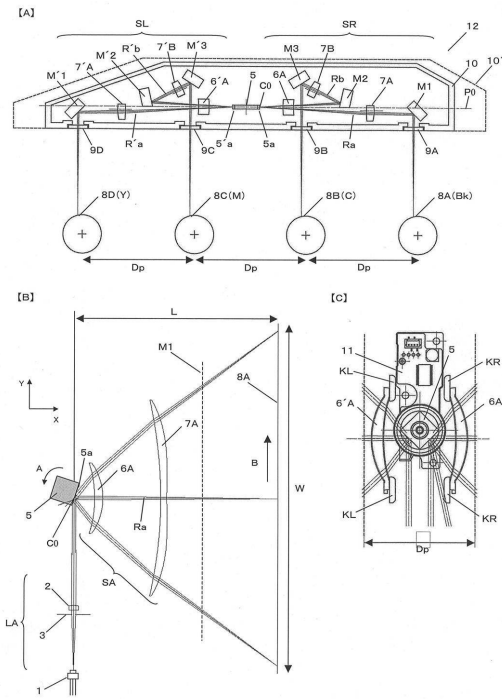
5・・・光偏向器(偏向手段)、6A、7B・・・結像レンズ(結像光学素子)、8A・・・被走査面(感光ドラム面)、M2M3・・・折り返しミラー(反射型光学素子)

10

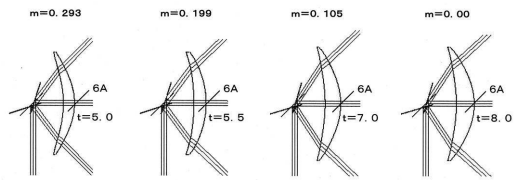
20

30

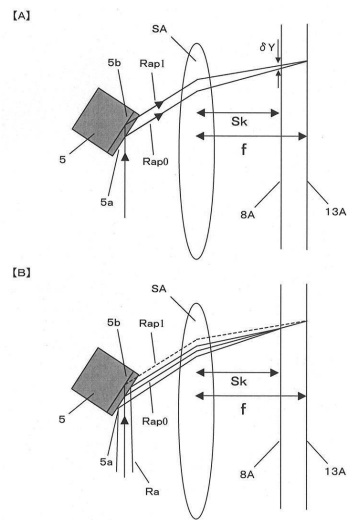
【図 1】



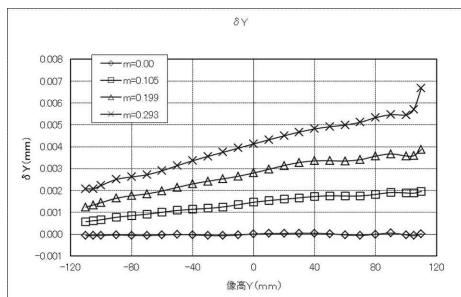
【図 2】



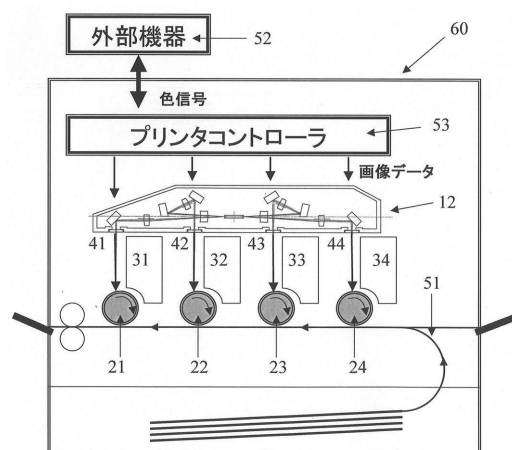
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 0 1 3 7 5 4 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 9 9 0 5 1 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 9 2 9 1 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 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		