

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6045455号
(P6045455)

(45) 発行日 平成28年12月14日(2016.12.14)

(24) 登録日 平成28年11月25日(2016.11.25)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B	26/10	(2006.01)	G02B	26/10	E
HO4N	1/113	(2006.01)	HO4N	1/04	104A
B41J	2/47	(2006.01)	B41J	2/47	101D
G02B	13/00	(2006.01)	G02B	13/00	
G02B	13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

請求項の数 11 (全 27 頁)

(21) 出願番号

特願2013-161329 (P2013-161329)

(22) 出願日

平成25年8月2日(2013.8.2)

(65) 公開番号

特開2015-31824 (P2015-31824A)

(43) 公開日

平成27年2月16日(2015.2.16)

審査請求日

平成28年4月19日(2016.4.19)

早期審査対象出願

(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 100126240

弁理士 阿部 琢磨

(74) 代理人 100124442

弁理士 黒岩 創吾

(72) 発明者 石原 和幸

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 富岡 雄一

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

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】

光源からの光束を偏向して被走査面を主走査方向に走査する偏向器と、該偏向器により偏向された光束を前記被走査面に導光する单一の結像光学素子と、を備え、

前記結像光学素子の光軸上において、前記偏向器の偏向面から前記結像光学素子の出射面までの距離を T₂、該出射面から前記被走査面までの距離を S_k、前記結像光学素子の厚さを d、前記結像光学素子の結像係数を K、とするとき、

$$0.15 \quad T_2 / S_k \quad 0.3$$

$$0.03 \quad d / K \quad 0.08$$

なる条件を満足し、

10

前記偏向器により走査角度で偏向された光束が入射する、前記被走査面での主走査方向における像高 Y を

$$Y = (K / B) \times \tan(B \times)$$

なる式で表すとき、前記走査角度が最大となるときの前記像高 Y において

$$0.3 \quad B \quad 0.6$$

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】

前記走査角度が最大となるときの前記像高 Y において

$$0.45 \quad B \quad 0.6$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の光走査装置。

20

【請求項 3】

前記走査角度 θ が最大となるとき、

$$0.07 \tan^2(B \times \theta) = 0.5$$

なる条件を満足する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】

$\tan^2(B \times \theta)$ に応じて前記光源の発光を制御する制御部を更に備え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】

前記結像光学素子の部分倍率ずれが全像高で 2 % 以内になるように、前記光源の発光を制御する制御部を更に備え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。 10

【請求項 6】

前記結像光学素子の主走査断面内の焦点距離を f_m とするとき、

$$0.8 Sk / f_m = 1.2$$

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】

$$0.9 Sk / f_m = 1.1$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項6に記載の光走査装置。

【請求項 8】

$$0.15 T_2 / Sk = 0.27$$

20

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至7の何れか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 9】

$$0.04 d / K = 0.07$$

なる条件を満足する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、該光走査装置により前記被走査面上に形成される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】

30

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、例えば、レーザービームプリンタ（LBP）やデジタル複写機、マルチファンクションプリンタ（多機能プリンタ）等の画像形成装置に好適なものである。

【背景技術】

40

【0002】

従来、光走査装置及びそれを用いた画像形成装置においては、装置の低コスト化及び小型化が求められている。特許文献 1 では、光走査装置が備える結像光学系のコストを低減するために、結像光学系を 1 枚の結像レンズ（結像光学素子）のみで構成することが提案されている。また、特許文献 2 では、1 枚の結像レンズのみを備える光走査装置において、被走査面上での走査速度が非等速になるように構成することにより、結像レンズの肉厚を従来よりも薄くしつつ、像面湾曲を補正して良好な結像性能を達成することが提案されている。

【先行技術文献】**【特許文献】**

50

【0003】

【特許文献1】特開2011-81382号公報

【特許文献2】特開2007-156174号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、特許文献1及び2に記載の光走査装置においては、良好な結像性能を達成するために、結像レンズを偏向器から十分に離して配置する必要があるため、結像レンズの幅が大きくなってしまう。そのため、光走査装置を十分に小型化できず、また結像レンズ1枚当たりの製造コストが高くなってしまう。

10

【0005】

そこで本発明の目的は、1枚の結像光学素子のみで構成される結像光学系を備える光走査装置において、結像光学素子の良好な結像性能を達成しつつ、低コスト化及び小型化を実現することである。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

上記目的を達成するための、本発明の一側面としての光走査装置は、光源からの光束を偏向して被走査面を主走査方向に走査する偏向器と、該偏向器により偏向された光束を前記被走査面に導光する単一の結像光学素子と、を備え、前記結像光学素子の光軸上において、前記偏向器の偏向面から前記結像光学素子の出射面までの距離をT2、該出射面から前記被走査面までの距離をSk、前記結像光学素子の厚さをd、前記結像光学素子の結像係数をK、とするとき、 $0.15 \leq T2/Sk \leq 0.3$ 、 $0.03 \leq d/K \leq 0.08$ なる条件を満足し、前記偏向器により走査角度で偏向された光束が入射する、前記被走査面での主走査方向における像高Yを $Y = (K/B) \times \tan(B \times \theta)$ なる式で表すとき、前記走査角度が最大となるときの前記像高Yにおいて $0.3 \leq B \leq 0.6$ なる条件を満足することを特徴とする。

20

【0007】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付の図面を参照して説明される好ましい実施形態によって明らかにされる。

【発明の効果】

30

【0008】

本発明によれば、1枚の結像光学素子のみで構成される結像光学系を備える光走査装置において、結像光学素子の良好な結像性能を達成しつつ、低コスト化及び小型化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】**【0009】**

【図1】実施例1に係る光走査装置の要部断面図。

【図2】実施例1における $Y = K$ に対する部分倍率ずれを示す図。

【図3】実施例1における電気補正後の部分倍率ずれを示す図。

【図4】実施例1における各像高でのスポットプロファイルを示す図。

40

【図5】実施例1における各像高での主走査方向のLSF径を示す図。

【図6】実施例1における被走査面上での像面湾曲を示す図。

【図7】実施例1における収束度と結像性能との関係を説明するための図。

【図8】実施例2における $Y = K$ に対する部分倍率ずれを示す図。

【図9】実施例2における電気補正後の部分倍率ずれを示す図。

【図10】実施例2における各像高での主走査方向のLSF径を示す図。

【図11】実施例2における被走査面上での像面湾曲を示す図。

【図12】実施例3に係る光走査装置の要部断面図。

【図13】実施例3における $Y = K$ に対する部分倍率ずれを示す図。

【図14】実施例3における電気補正後の部分倍率ずれを示す図。

50

【図15】実施例3における各像高での主走査方向のLSF径を示す図。

【図16】実施例3における被走査面上での像面湾曲を示す図。

【図17】実施例4におけるY=Kに対する部分倍率ずれを示す図。

【図18】実施例4における電気補正後の部分倍率ずれを示す図。

【図19】実施例4における各像高での主走査方向のLSF径を示す図。

【図20】実施例4における被走査面上での像面湾曲を示す図。

【図21】実施例5におけるY=Kに対する部分倍率ずれを示す図。

【図22】実施例5における電気補正後の部分倍率ずれを示す図。

【図23】実施例5における各像高での主走査方向のLSF径を示す図。

【図24】実施例5における被走査面上での像面湾曲を示す図。

【図25】比較例に係る光走査装置の要部断面図。

【図26】本発明の実施形態に係る画像形成装置の要部概略図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本発明の好ましい実施形態について、添付の図面を参照しながら詳細に説明する。各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明を省略する。

【0011】

なお、以下の説明において、主走査方向とは、偏向器の回転軸と結像光学系の光軸とに垂直な方向（偏向器により光束が偏向される方向）であり、副走査方向とは、偏向器の回転軸に平行な方向である。また、主走査断面とは、主走査方向と結像光学系の光軸方向とを含む断面（副走査方向に垂直な断面）であり、副走査断面とは、主走査方向に垂直な断面である。

【0012】

【実施例1】

以下、本発明の実施例1に係る光走査装置について詳細に説明する。図1は、本実施例に係る光走査装置の要部断面図であり、図1(a)は主走査断面を、図1(b)は副走査断面を、それぞれ示している。

【0013】

本実施例において、光源1から出射した光束は、開口絞り2によって橜円形状に整形されてカップリングレンズ3に入射する。カップリングレンズ3を通過した光束は、略平行光に変換されて、アナモフィックレンズ4に入射する。なお、略平行光とは、弱収束光及び弱発散光を含むものである。アナモフィックレンズ4は、主走査断面内において正の屈折力を有しており、入射する光束を主走査断面内において収束光に変換している。また、アナモフィックレンズ4は、副走査断面内において偏向器5の偏向面5aの近傍に光束を集光しており、主走査方向に長い線像を形成している。

【0014】

そして、アナモフィックレンズ4を通過した光束は、偏向器5の偏向面5aにて反射偏向され、結像光学素子としての結像レンズ6に入射する。本実施例においては、単一の結像光学素子（結像レンズ6）のみで結像光学系が構成されている。結像レンズ6を通過した光束は、被走査面（感光面）7上に導光される。この時、結像レンズ6は、主走査断面内及び副走査断面内の両方において、被走査面7の近傍にスポット状の像を形成している。本実施例に係る光走査装置は、偏向器5を不図示の駆動部により矢印A方向に一定速度で回転させ、被走査面7上を主走査方向に光走査することにより、被走査面7上に静電潜像を形成している。

【0015】

光源1としては、例えば半導体レーザーを用いることができ、その発光部は1個でも複数個でもよい。本実施例では、開口絞り2として橜円絞りを採用しているが、これに限らず矩形絞り等を採用してもよい。また、本実施例においては、入射光学系を構成するカップリングレンズ3とアナモフィックレンズ4とを個別に設けているが、それぞれの光学的

10

20

30

40

50

機能を統合した単一の光学素子により入射光学系を構成してもよい。なお、本実施例では、偏向器5として4つの偏向面を有する回転多面鏡（ポリゴンミラー）を採用しているが、偏向面の数を5つ以上にしてもよい。

【0016】

結像レンズ6は、入射面（第1面）6a及び出射面（第2面）6bの2つの光学面（レンズ面）を有しており、主走査断面内において、偏向面5aにて偏向された光束が被走査面7上を所望の走査特性で走査するように構成されている。また、結像レンズ6は、副走査断面内においては、偏向面5aの近傍と被走査面7の近傍とを共役の関係にすることと、面倒れ補償（偏向面5aが倒れた際の被走査面7上で副走査方向の走査位置ずれを低減すること）を行っている。

10

【0017】

なお、本実施例に係る結像レンズ6は、射出成形によって形成されたプラスチックモールドレンズであるが、結像レンズ6としてガラスモールドレンズを採用してもよい。モールドレンズは、非球面形状の成形が容易であり、かつ大量生産に適しているため、結像レンズ6としてモールドレンズを採用することで、その生産性及び光学性能の向上を図ることができる。

【0018】

本実施例に係る光走査装置の構成を表1に示す。

【0019】

【表1】

20

光源波長	入射光学系構成・結像光学系配置		結像レンズデータ	
	λ(nm)	dcg(mm)	6a面	6b面
レーザーカバーガラス肉厚	dcg(mm)	0.25000	R	1.37825E+02 -9.76141E+01
レーザーカバーガラス屈折率	n0	1.51052	Ky	0.00000E+00 0.00000E+00
発光点～開口絞り	d0(mm)	17.03000	B2u	0.00000E+00 0.00000E+00
発光点～カップリングレンズ第1面	d1(mm)	18.33000	B4u	-3.25357E-05 -1.37466E-05
カップリングレンズ第1面曲率半径	R1(mm)	∞	B6u	7.96200E-08 -3.18584E-09
カップリングレンズ第2面曲率半径	R2(mm)	-15.21639	B8u	-8.99197E-11 4.34223E-11
カップリングレンズ第2面非球面係数	C4	0.00000	B10u	2.00389E-14 -3.77244E-14
カップリングレンズ肉厚	d2(mm)	3.00000	B12u	2.66311E-17 -5.34786E-18
カップリングレンズ屈折率	n1	1.76167	B2l	0.00000E+00 0.00000E+00
カップリングレンズ第2面～アナモフィックレンズ第1面	d3(mm)	13.52000	B4l	-4.80349E-05 -2.25543E-05
アナモフィックレンズ第1面副走査曲率半径	Rs3(mm)	26.99300	B6l	1.37181E-07 1.30793E-08
アナモフィックレンズ第1面主走査曲率半径	Rm3(mm)	908.49673	B8l	-2.04346E-10 3.94222E-12
アナモフィックレンズ第2面副走査曲率半径	Rs4(mm)	∞	B10l	1.02767E-13 3.89839E-14
アナモフィックレンズ第2面主走査曲率半径	Rm4(mm)	∞	B12l	1.06588E-17 -1.03781E-16
アナモフィックレンズ肉厚	d4(mm)	6.00000	r	-1.50770E+01 -5.78350E+00
アナモフィックレンズ屈折率	n2	1.51052	kz	0.00000E+00 0.00000E+00
アナモフィックレンズ第2面～軸上偏向面(5a)	d5(mm)	49.15000	E2u	-5.01550E-03 4.08621E-04
軸上偏向面(5a)～結像レンズ第1面(6a)	d6(mm)	12.00000	E4u	4.69724E-05 -6.20656E-06
結像レンズ肉厚(6a～6b)	d(mm)	5.80000	E6u	-1.83818E-07 3.33578E-08
結像レンズ屈折率	n3	1.52397	E8u	3.40073E-10 -8.34965E-11
結像レンズ第2面(6b)～被走査面(7)	Sk(mm)	102.20000	E10u	-3.38532E-13 6.82989E-14
結像レンズ主走査焦点距離	fm(mm)	109.98882	E12u	1.85260E-16 5.80874E-18
結像レンズの光軸のY偏心量	△Y(mm)	0.00000	E14u	0.00000E+00 0.00000E+00
入射光学系回転多面鏡主走査入射角	α	90.00000	E2l	-4.93988E-03 5.19482E-04
惑光ドラム面上印字範囲	W(mm)	±107	E4l	6.47965E-05 -6.32869E-06
最大走査角度	θ _{Max}	±52.598	E6l	-3.92962E-07 3.83646E-08
軸上像高での結像係数	K	105.00000	E8l	1.02815E-09 -1.64185E-10
走査特性係数	B	0.58824	E10l	-1.05983E-12 3.10730E-13
ポリゴンミラー面数	men	4	E12l	2.09726E-16 -2.21980E-16
ポリゴンミラー中心位置(光軸方向)	PX(mm)	-5.57090	E14l	0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラー中心位置(主走査)	PY(mm)	-4.42910	M0.2	0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラー外接円半径	Rpol	10.00000	M1.2	-2.23544E-04 -1.76172E-04
開口絞り径(主走査×副走査)	楕円(mm)	1.72 × 4.2	M0.3	0.00000E+00 0.00000E+00
※屈折率は、波長790nmに対しての屈折率				

30

母線

子線

【0020】

本実施例に係る結像レンズ6のレンズ面の形状xは、レンズ面と光軸との交点を原点とし、光軸方向の軸をX軸、主走査断面内において光軸と直交する軸をY軸、副走査断面内において光軸と直交する軸をZ軸、とするとき、以下の式によって定義される。

$$x = X + S \quad \dots (1)$$

【0021】

40

【数1】

$$X = \frac{\frac{Y^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (1 + K_y) \left(\frac{Y}{R}\right)^2}} + \sum_{n=1}^6 B_{2n} Y^{2n} \quad \cdots (2)$$

【0022】

【数2】

$$S = \frac{\frac{Z^2 / r'}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_z) \left(\frac{Z}{r'}\right)^2}} + \sum_{j=0}^1 \sum_{h=2}^4 M_{jh} Y^j Z^h}{\cdots (3)} \quad 10$$

【0023】

【数3】

$$r' = r \left(1 + \sum_{n=1}^7 E_{2n} Y^{2n} \right) \quad \cdots (4)$$

【0024】

なお、式(2)は、主走査断面(XY断面)内でのレンズ面の形状(母線形状)を示し、式(3)は、任意の像高Yにおける副走査断面(ZX断面)内でのレンズ面の形状(子線形状)を示している。この時、式(4)に示したように、レンズ面の子線形状の曲率半径r'はYの値に応じて変化している。式(2)及び式(4)においては、Y=0の場合をupper、Y=0の場合をlower、として各々の非球面係数を設定しており、upperがi=u、lowerがi=1、として各非球面係数を表1に示している。

20

【0025】

次に、本発明の効果を説明するための比較例として、従来の光走査装置について説明する。

【0026】

図25は、比較例に係る光走査装置の要部断面図であり、図25(a)は主走査断面を、図25(b)は副走査断面を、それぞれ示している。比較例の本実施例に対して異なる点は、結像レンズ6の配置及び構成と、カップリングレンズ3とアナモフィックレンズ4とが一体化されて成るアナモフィックレンズ8を備えている点と、である。ただし、カップリングレンズ3とアナモフィックレンズ4とを一体化するか否かは本発明には影響しないため、以下、結像レンズ6の配置及び構成についてのみ説明する。

30

【0027】

比較例において、等速(等角速度)で回転する偏向器5によって偏向された光束は、結像レンズ6を通過して被走査面7上を等速度で走査している。ここで、比較例においては、被走査面7上での光束の等速性(リニアリティ)と結像性能とを両立するために、結像レンズ6を偏向器5の偏向面5aから十分に離間して配置している。さらに、比較例では、アナモフィックレンズ8により、光源1からの光束を主走査断面内において強い収束光に変換することで、偏向器5から被走査面7までの距離を短くしている。

40

【0028】

しかしながら、比較例では、結像レンズ6を偏向器5から十分に離間させる必要があるため、結像レンズ6の肉厚や主走査方向の幅が増大してしまう。ここで、被走査面7上での光束の等速性と結像性能とを両立するために、結像レンズ6を偏向器5の偏向面5aから十分に離間させることの必要性について説明する。

【0029】

単一の結像レンズ6のみを用いて、被走査面7上において良好に像を形成しつつ等速性を確保するためには、主走査断面内でのレンズ面の形状を、比較例のように軸上像高(Y=0)と軸外像高(Y≠0)とで大きく異ならせる必要がある。この結像レンズ6を偏向

50

器 5 に近づけて配置した場合、結像レンズ 6 を通過する光束の瞳内において、主走査断面内での面形状変化がより急峻になる。そのため、比較例において、等速性を確保しつつ結像レンズ 6 を偏向器 5 に近づけた場合、主走査断面内でのコマ収差が増大し、結像性能の劣化を引き起こしてしまう。

【 0 0 3 0 】

以上より、比較例において等速性と結像性能とを両立するためには、結像レンズ 6 を偏向器 5 から十分に離間して配置する必要があり、結果として結像レンズ 6 を十分に小型化できなくなってしまう。

【 0 0 3 1 】

以下、本実施例に係る結像レンズ 6 の配置及び構成について詳細に説明する。

10

【 0 0 3 2 】

本実施例に係る結像レンズ 6 は、それを通過する光束が被走査面 7 上で等速性を持たないような走査特性を有している。結像レンズ 6 にこのような走査特性を持たせることで、結像レンズ 6 を偏向器 5 に近接して配置することを可能にし、かつ、結像レンズ 6 の小径化及び光走査装置の小型化を実現している。

【 0 0 3 3 】

本実施例に係る結像レンズ 6 の走査特性は、以下の式(5)で表される。

【 0 0 3 4 】

【 数 4 】

$$Y = \frac{K}{B} \tan(B\theta) \quad \cdots (5)$$

20

【 0 0 3 5 】

ただし、式(5)においては、偏向器 5 による走査角度(走査画角)を θ 、走査角度で偏向された光束の被走査面 7 上での主走査方向の集光位置(像高)を Y [mm]、軸上像高における結像係数を K [mm]、としている。なお、本実施例において、軸上像高は、光軸上の像高($Y = 0$)を指し、走査角度 $\theta = 0$ に対応する。また、軸外像高は、光軸外の像高($Y > 0$)を指し、走査角度 $\theta > 0$ に対応している。さらに、最軸外像高とは、走査角度 θ が最大(最大走査画角)となる時の像高を指す。

【 0 0 3 6 】

30

ここで、結像係数 K は、結像レンズ 6 に平行光が入射する場合の走査特性(f 特性) $Y = f \theta$ における f に相当する係数である。すなわち、結像係数 K は、結像レンズ 6 に平行光以外の光束が入射する場合にも、 f 特性と同様に集光位置 Y と走査角度 θ とを比例関係にするための係数であり、結像レンズ 6 に平行光が入射する場合は、 $K = f$ となる。 表 1 に示したように、本実施例においては、軸上像高における結像係数 $K = 105$ である。

【 0 0 3 7 】

なお、式(5)における B は、本実施例にかかる結像レンズ 6 の走査特性を決定するための係数(以下、走査特性係数と称する)であり、表 1 に示したように、本実施例においては、 $B = 0.588$ である。例えば、 $B = 0$ のときの式(5)は、 $Y = K \theta$ となるため、従来の光走査装置に用いられる結像レンズの走査特性 $Y = f \theta$ に相当する。また、 $B = 1$ のときの式(5)は、 $Y = K \tan(\theta)$ となるため、撮像装置(カメラ)などに用いられるレンズの射影特性 $Y = f \tan(\theta)$ に相当する。すなわち、式(5)において、走査特性係数 B を $0 < B < 1$ の範囲で設定することで、射影特性 $Y = f \tan(\theta)$ と f 特性 $Y = f \theta$ との間の走査特性を得ることができる。

40

【 0 0 3 8 】

ここで、式(5)を走査角度 θ で微分すると、次式(6)に示すように走査角度 θ に対する被走査面 7 上での光束の走査速度が得られる。

【 0 0 3 9 】

【数5】

$$\frac{dY}{d\theta} = \frac{K}{\cos^2(B\theta)} \quad \cdots (6)$$

【0040】

さらに、式(6)を軸上像高における速度 $dY/d\theta = K$ で除すると、次式(7)に示すようになる。

【0041】

【数6】

$$\frac{\frac{dY}{d\theta}}{K} - 1 = \frac{1}{\cos^2(B\theta)} - 1 = \tan^2(B\theta) \quad \cdots (7)$$

【0042】

式(7)は、軸上像高に対する各軸外像高での等速性のずれ量、すなわち軸上像高での部分倍率に対する軸外像高での部分倍率のずれ量（部分倍率ずれ）を表している。本実施例に係る光走査装置は部分倍率を有するため、 $B = 0$ の場合以外においては、軸上像高と軸外像高とで光束の走査速度が異なっていることになる。すなわち、軸外像高における走査位置（単位時間あたりの走査距離）は部分倍率ずれに応じて間延びしてしまうため、この部分倍率ずれを考慮せずに被走査面を走査した場合は、画像形成装置が形成する画像の劣化（印字性能の劣化）を招いてしまう。

【0043】

そこで、本実施例においては、不図示の制御部により、 $B = 0$ の場合に部分倍率ずれに応じて光源1の変調タイミング（発光タイミング）を制御し、電気的に走査位置を補正することで、等速性が確保できている場合と同様に良好な印字性能を得ている。

【0044】

また、式(7)の右辺すなわち部分倍率ずれを dBY 、最大走査角度を $\theta_{M_{ax}}$ とする時、次式(8)を満たすように結像レンズ6を構成することが望ましい。

【0045】

【数7】

$$0.07 \leq dBY = \tan^2(B\theta_{M_{ax}}) \leq 0.5 \quad \cdots (8)$$

【0046】

式(8)の下限値を下回った場合は、部分倍率ずれが小さくなり過ぎてしまい、結像レンズ6を偏向面5aに近づけた際に、良好な結像性能を確保できなくなる。また、式(8)の上限値を上回った場合は、部分倍率ずれが大きくなり過ぎてしまい、電気的な走査位置の補正が困難になってしまう。本実施例においては、表1に示したように最大画角 $\theta_{M_{ax}} = 52.6^\circ$ であるので、部分倍率ずれ $dBY = 0.36$ となり、式(8)を満足している。なお、部分倍率ずれ $dBY = 0.36$ の時は、最軸外像高における走査速度が、軸上像高における走査速度よりも、軸上像高における走査速度の36%だけ速くなる。

【0047】

また、被走査面7上での光束の結像性能の向上を図る上で、結像レンズ6に入射する光束の種類（収束光、発散光、又は平行光）、すなわち結像レンズ6に入射する光束の収束度を適切に選択することが重要となる。以下、結像レンズ6の光軸上における、主走査方向の焦点距離を f_m 、結像レンズ6の出射面6bから被走査面7までの距離を S_k 、として定義した収束度 S_k/f_m について詳細に説明する。

【0048】

図7は、収束度がどのように結像性能に寄与するのかを説明するための図である。図7

10

20

30

40

50

の光走査装置において、結像レンズは屈折率が 1 であるとした仮想的なレンズであり、屈折力を有するのはカップリングレンズとアナモフィックレンズのみとなっている。図 7 の光走査装置において、光源から出射した光束は、カップリングレンズを介して略平行光となり、さらにアナモフィックレンズによって、主走査断面内においては強い収束光に変換され、副走査断面内においては偏向面 5 a 近傍に集光される。R m は偏向面 5 a から主走査断面内における光束の集光位置までの距離を、T c は光軸上における偏向面 5 a から被走査面 7 までの距離を、それぞれ示している。

【 0 0 4 9 】

ここで、偏向面 5 a により偏向される光束は、主走査断面内において収束光となっているため、もしも結像レンズが配置されていない場合は被走査面 7 の後方の R m の位置に集光される。なお、光束が偏向面 5 a で偏向されることにより、その集光位置は偏向面 5 a を中心とする半径 R m の円弧状に変化している。これは、言い換えると、結像レンズが配置されていない場合は負の像面湾曲が生じるということを示している。そのため、主走査断面内において、被走査面 7 上の軸上像高から軸外像高までの全像高で像面湾曲を補正するためには、正の像面湾曲を発生させるように結像レンズを構成する必要がある。

【 0 0 5 0 】

結像レンズに像面湾曲を発生させる方法としては、結像レンズの入射面及び出射面のベンディングを行う方法が挙げられる。しかし、結像レンズに入射する光束の収束度合や発散度合が強過ぎる場合には、ベンディングによる補正量が大きくなるため、像面湾曲を十分に補正することができない。また、ベンディングの量が大きくなると、入射面と出射面との相対的な位置ずれによる結像性能の劣化が発生し易くなるため、製造上の観点からも好ましくない。

【 0 0 5 1 】

そこで、前述の収束度 S k / f m を、次式(9)を満たすように設定することが望ましい。これにより、被走査面 7 上での像面湾曲を補正することができ、結果として結像性能を向上させることができる。

【 0 0 5 2 】

【 数 8 】

$$0.8 \leq \frac{S_k}{f_m} \leq 1.2 \quad \cdots (9)$$

【 0 0 5 3 】

式(9)の下限値を下回った場合は、結像レンズによって強い正の像面湾曲を発生させる必要があるため、軸上像高に対する屈折力よりも軸外像高に対する屈折力を弱くする必要がある。その結果、式(7)で示した部分倍率ずれが大きくなり、電気的な走査位置の補正量が増大してしまう。また、式(9)の上限値を上回った場合は、結像レンズによって負の像面湾曲を発生させるために、結像レンズ 6 の主走査断面内の屈折力を強くすることが必要となり、結像レンズ 6 の薄肉化が困難になってしまう。

【 0 0 5 4 】

さらに、収束度 S k / f m を、次式(10)を満たすように設定することがより好ましい。

【 0 0 5 5 】

【 数 9 】

$$0.9 \leq \frac{S_k}{f_m} \leq 1.1 \quad \cdots (10)$$

【 0 0 5 6 】

式(10)を満たすように収束度 S k / f m を設定することで、結像レンズのレンズ面

10

20

40

50

のベンディング量をより少なくすることができ、結果としてより良好な結像性能を得ることができる。本実施例においては、表1に示したように $S_k = 102.2$ 、 $f_m = 109.98$ であるため、収束度 $S_k / f_m = 0.93$ となり、式(9)及び(10)を満たして良好な結像性能を得ている。

【0057】

次に、本実施例に係る光走査装置における具体的な結像性能及び印字性能を示す。

【0058】

図2は、本実施例に係る被走査面7上での走査位置を $Y = K$ の特性でフィッティングした際の、各像高における部分倍率ずれを示している。本実施例においては、式(5)に示した走査特性を結像レンズ6に与えたことで、図2に示したように、軸上像高から軸外像高に向かうにつれて徐々に部分倍率ずれが大きくなっている。その結果、軸外像高における等速性を確保するために、主走査断面内でのレンズ面形状に急峻な変化を与える必要が無くなるため、結像レンズ6に所望の走査特性を与えて良好な結像性能を得ることができる。10

【0059】

図3は、式(5)に示した走査特性に基づいて被走査面7上での走査位置を電気的に補正する前(図2)における軸上像高での部分倍率に対する、電気補正後の部分倍率ずれを示している。一般的に、 f 特性を有する結像光学系においては、部分倍率ずれの大きさが全像高で2%以内に収まつていれば、良好な印字性能を確保できる。本実施例では、図3を見てわかるように、電気補正後の部分倍率ずれが全像高において1%程度となっており、良好な印字性能を確保できている。20

【0060】

図4は、本実施例における被走査面7上の各像高でのスポットプロファイルを示している。図4では、 $Y = \pm 107\text{mm}$ 、 $\pm 70\text{mm}$ 、 0mm のそれぞれにおいて、被走査面7から結像レンズ6の光軸方向に $X = \pm 2\text{mm}$ 、 0mm だけデフォーカスした際のスポットプロファイルを示している。ここで、各スポットプロファイルの等高線は、スポットのピーク光量に対して50%、13.5%、5%、2%のそれぞれの位置に設定されている。一般的に、サイドロープが13.5%以上発生すると問題となるが、図4を見てわかるように、本実施例では各像高においてサイドロープの少ない良好なスポットプロファイルが得られていることがわかる。30

【0061】

図5は、式(7)から算出される、各像高における主走査方向の理想的なLSF(Line Spread Function)径と、本実施例に係るLSF径とを示している。ここで、主走査方向のLSF径とは、スポットプロファイルを各像高で副走査方向に積算した光量プロファイルを、その最大値に対して13.5%の位置でスライスした時の幅のことである。図5より、本実施例では、各像高においてほぼ無収差に近い良好なスポットプロファイルが得られていることが分かる。

【0062】

図6は、本実施例における被走査面7上での像面湾曲を示しており、図6(a)は主走査像面湾曲を、図6(b)は副走査像面湾曲を、それぞれ示している。図6より、本実施例では、被走査面7上における主走査像面湾曲及び副走査像面湾曲の両方が良好に補正されていることがわかる。40

【0063】

以上より、本実施例に係る光走査装置は、式(5)に示した走査特性を有することで、良好な結像性能及び印字性能を達成している。

【0064】

なお、式(5)において、次式(11)を満たすように走査特性係数Bを設定することが望ましい。

【0065】

【数10】

$$0.3 \leq B \leq 0.6 \quad \cdots (11)$$

【0066】

式(11)の下限値を下回った場合は、部分倍率ずれが小さくなり過ぎてしまい、結像レンズ6を偏向面5aに近づけた際に、良好な結像性能を確保できなくなる。また、式(11)の上限値を上回った場合は、部分倍率ずれが大きくなり過ぎてしまい、電気的な走査位置の補正が困難になってしまふ。

10

【0067】

さらに、走査特性係数Bを、次式(12)を満たすように設定することがより好ましい。

【0068】

【数11】

$$0.45 \leq B \leq 0.6 \quad \cdots (12)$$

【0069】

20

式(12)を満たすように走査特性係数Bを設定することで、より良好な結像性能を得ることができる。本実施例においては、前述したようにB=0.588としているので、電気的な走査位置の補正が容易となり、かつ良好な結像性能を確保できている。なお、本実施例では、全像高において式(11)及び式(12)を満たす構成を探っているが、少なくとも走査角度θが最大となる時の集光位置Y(最軸外像高)において式(11)又は式(12)を満たしていれば、本発明の効果を得ることができる。

【0070】

また、光軸上において、偏向面5aから結像レンズ6の出射面6bまでの距離をT2、結像レンズ6の出射面6bから被走査面7までの距離をSk、とする時、次式(13)を満たすように構成することが望ましい。

30

【0071】

【数12】

$$0.15 \leq \frac{T2}{Sk} \leq 0.3 \quad \cdots (13)$$

【0072】

式(13)の下限値を下回った場合は、結像レンズ6が偏向面5aに近づき過ぎてしまい、結像性能及び印字性能を確保することが困難になる。また、式(13)の上限値を上回った場合は、結像レンズ6が偏向面5aから離間し過ぎてしまうため、光走査装置が大型化してしまう。

40

【0073】

さらに、次式(14)を満たすように構成することがより好ましい。

【0074】

【数13】

$$0.15 \leq \frac{T2}{Sk} \leq 0.27 \quad \cdots (14)$$

【0075】

50

式(14)を満たすように構成することで、より良好な結像性能及び印字性能を確保しつつ、光走査装置の小型化を達成することができる。本実施例においては、表1より $T_2 = d_6 + d = 17.8$ であることがわかるため、 $T_2 / S_k = 0.17$ となり、式(13)及び式(14)を満たして、結像性能及び印字性能を両立しつつ、光走査装置の小型化を達成している。

【0076】

さらに、結像レンズ6の光軸上での肉厚dと前述の結像係数Kとが、次式(15)を満たすように構成することが望ましい。

【0077】

【数14】

10

$$0.03 \leq \frac{d}{K} \leq 0.08 \quad \cdots (15)$$

【0078】

式(15)は、結像係数Kと結像レンズ6の肉厚dとを関係付ける式である。ここで、結像係数Kは、被走査面7上の走査幅(印字領域)の大きさ(A3やA4等)に応じて適切に設定する必要があり、走査幅が大きくなるにつれて結像係数Kも大きくなる。一般的に、単一の結像レンズのみを有する光走査装置において、A4サイズの印字領域を走査する際の結像係数は90~140であり、A3サイズの印字領域を走査する際の結像係数は180~220である。

20

【0079】

すなわち、式(15)は、走査幅の大きさに応じた適切な肉厚の条件を示していることになる。式(15)の下限値を下回った場合は、結像レンズ6のコバ厚が小さくなり過ぎてしまい、結像レンズ6の製造が困難になる。また、式(15)の上限値を上回った場合は、結像レンズ6の肉厚が厚くなり、結像レンズ6の製造コストが上がってしまう。

【0080】

さらに、次式(16)を満たすように構成することがより好ましい。

【0081】

【数15】

30

$$0.04 \leq \frac{d}{K} \leq 0.07 \quad \cdots (16)$$

【0082】

本実施例に係る光走査装置は、A4サイズの印字領域に対応し、 $d / K = 0.06$ であるため、式(15)及び式(16)を満たしており、結像レンズ6の肉厚が印字サイズに合わせて適切に設定されている。

【0083】

以上、本実施例に係る光走査装置によれば、良好な結像性能及び印字性能を確保しつつ、低コスト化及び小型化を達成することができる。

40

【0084】

[実施例2]

以下、本発明の実施例2に係る光走査装置について詳細に説明する。

【0085】

本実施例に係る光走査装置の構成は、実施例1に係る光走査装置の構成と略同一であるが、主走査断面内においてアナモフィックレンズ4に負の屈折力を附加することで、結像レンズ6に発散光を入射させているという点で実施例1とは異なる。そして、被走査面7上での正の像面湾曲を補正するために、負の像面湾曲を発生させるように結像レンズ6を構成している。

50

【0086】

本実施例に係る光走査装置の構成を表2に示す。

【0087】

【表2】

光源波長	λ (nm)	790	結像レンズデータ	
			6a面	6b面
レーザーカバーガラス肉厚	d _{cg} (mm)	0.25000	R	1.12482E+02 -9.13138E+01
レーザーカバーガラス屈折率	n ₀	1.51052	K _y	0.00000E+00 0.00000E+00
発光点～開口絞り	d _O (mm)	17.03000	B _{2u}	0.00000E+00 0.00000E+00
発光点～カップリングレンズ第1面	d _I (mm)	18.33000	B _{4u}	-3.35496E-05 -1.28268E-05
カップリングレンズ第1面曲率半径	R _I (mm)	∞	B _{6u}	7.60776E-08 -7.73488E-09
カップリングレンズ第2面曲率半径	R ₂ (mm)	-15.21639	B _{8u}	-7.34257E-11 4.05097E-11
カップリングレンズ第2面非球面係数	C ₄	0.00000	B _{10u}	-3.65549E-15 -2.54276E-14
カップリングレンズ肉厚	d ₂ (mm)	3.00000	B _{12u}	3.95283E-17 -8.22427E-18
カップリングレンズ屈折率	n _I	1.76167	B _{2l}	0.00000E+00 0.00000E+00
カップリングレンズ第2面～アナモフィックレンズ第1面	d ₃ (mm)	13.52000	B _{4l}	-4.61405E-05 -2.04719E-05
アナモフィックレンズ第1面副走査曲率半径	R _{s3} (mm)	26.99300	B _{6l}	1.39378E-07 1.48274E-08
アナモフィックレンズ第1面主走査曲率半径	R _{m3} (mm)	-500.00000	B _{8l}	-2.21765E-10 -6.94865E-12
アナモフィックレンズ第2面副走査曲率半径	R _{s4} (mm)	∞	B _{10l}	1.07745E-13 5.34285E-14
アナモフィックレンズ第2面主走査曲率半径	R _{m4} (mm)	∞	B _{12l}	4.21628E-17 -1.11447E-16
アナモフィックレンズ肉厚	d ₄ (mm)	6.00000	r	-2.57382E+01 -6.75366E+00
アナモフィックレンズ屈折率	n ₂	1.51052	k _z	0.00000E+00 0.00000E+00
アナモフィックレンズ第2面～軸上偏向反射面(5a)	d ₅ (mm)	49.15000	E _{2u}	-5.60162E-03 5.98926E-04
軸上偏向反射面(5a)～結像レンズ第1面(6a)	d ₆ (mm)	12.50000	E _{4u}	4.45262E-05 -6.86435E-06
結像レンズ肉厚(6a～6b)	d _l (mm)	7.00000	E _{6u}	-1.92213E-07 2.85804E-08
結像レンズ屈折率	n ₃	1.52397	E _{8u}	4.15189E-10 -7.22674E-11
結像レンズ第2面(6b)～被走査面(7)	S _k (mm)	105.50000	E _{10u}	-4.33308E-13 8.80508E-14
結像レンズ主走査焦点距離	f _m (mm)	97.33645	E _{12u}	1.66213E-16 -4.32626E-17
結像レンズの光軸のY偏心量	ΔY (mm)	0.08000	E _{14u}	0.00000E+00 0.00000E+00
入射光学系回転多面鏡主走査入射角	α	90.00000	E _{2l}	-3.48421E-03 7.24819E-04
感光ドーム面上印字範囲	W(mm)	± 107	E _{4l}	6.96891E-05 -4.90969E-06
最大走査角度	θ_{Max}	± 53.562	E _{6l}	-3.80845E-07 3.20408E-08
軸上像高での結像係数	K	106.00000	E _{8l}	9.18186E-10 -1.51934E-10
走査特性係数	B	0.50000	E _{10l}	-1.51129E-12 3.54085E-13
ポリゴンミラー一面数	men	4	E _{12l}	1.49392E-15 -3.56975E-16
ポリゴンミラー中心位置(光軸方向)	PX(mm)	-5.57090	E _{14l}	0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラー中心位置(主走査)	PY(mm)	-4.42910	M _{0.2}	0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラーア外接円半径	Rpol	10.00000	M _{1.2}	1.51614E-04 -1.54086E-05
開口絞り径(主走査×副走査)	楕円(mm)	1.72 × 4.2	M _{0.3}	0.00000E+00 0.00000E+00
※屈折率は、波長790nmに対しての屈折率			M _{1.3}	0.00000E+00 0.00000E+00
			M _{0.4}	2.20006E-03 2.39182E-03
			M _{1.4}	0.00000E+00 0.00000E+00

【0088】

また、実施例1と同様に、本実施例に係る光走査装置における具体的な結像性能及び印字性能を、図8～図11に示す。

【0089】

本実施例においては、軸上像高に対する主走査断面内での屈折力よりも軸外像高に対する主走査断面内での屈折力の方が大きく、実施例1よりも部分倍率ずれが小さい構成を採っている。図8に示したように、本実施例の最軸外像高における部分倍率ずれは $d/B/Y = 0.264$ となっている。また、本実施例においては、表2に示したように、走査特性係数 $B = 0.5$ であるため、式(11)及び式(12)を満たしつつ、実施例1よりも f 特性に近い走査特性を得ている。そのため、本実施例は、実施例1に比べて電気的な走査位置の補正量が小さくなり、電気補正がより容易な構成となっている。

【0090】

図9に示したように、本実施例における電気補正後の部分倍率ずれは最大でも 1.1% となっており、良好な印字性能を確保できていることがわかる。また、図10に示したように、理想的な LSF 径と本実施例に係る LSF 径とは各像高において略一致しているため、各像高において良好な結像性能を確保できていることがわかる。さらに、図11を見てわかるように、本実施例においても、被走査面7上における主走査像面湾曲及び副走査像面湾曲の両方が良好に補正されていることがわかる。

【0091】

なお、本実施例では、表2に示したように、 $S_k = 105.5$ 、 $f_m = 97.34$ であるため、収束度 $S_k/f_m = 1.08$ となり、式(9)及び(10)を満たして良好な結像性能を確保しつつ、結像レンズ6の肉厚を薄くすることを可能にしている。また、表2より $T_2 = d_6 + d = 19.5$ であることがわかるため、 $T_2/S_k = 0.18$ となり、式(13)及び式(14)を満たして、結像性能及び印字性能を両立しつつ、光走査装置

10

20

30

40

50

の小型化を達成している。さらに、表2に示したように、 $d = 7$ 、 $K = 106$ であり、 $d / K = 0.066$ となるため、本実施例においても式(15)及び式(16)を満たしており、結像レンズ6の肉厚が印字サイズに合わせて適切に設定されていることがわかる。

【0092】

以上、本実施例に係る光走査装置によれば、良好な結像性能及び印字性能を確保しつつ、低コスト化及び小型化を達成することができる。

【0093】

[実施例3]

以下、本発明の実施例3に係る光走査装置について詳細に説明する。図12は、本実施例に係る光走査装置の要部断面図であり、図12(a)は主走査断面を、図12(b)は副走査断面を、それぞれ示している。10

【0094】

本実施例に係る光走査装置は、実施例1及び2に係る光走査装置とは異なり、A3サイズの印字領域に対応する光走査装置である。また、本実施例に係るカップリングレンズ3のレンズ面は非球面形状を有しており、カップリングレンズ3で発生する球面収差の除去、及びマルチビーム使用時における像面湾曲の低減を可能にしている。ただし、カップリングレンズ3のレンズ面を非球面としても本発明には影響しないため、実施例1と同様の構成としてもよい。

【0095】

また、本実施例においては、実施例2と同様に、主走査断面内においてアナモフィックレンズ4に負の屈折力を付加することで、結像レンズ6に発散光を入射させている。ただし、本実施例に係るアナモフィックレンズ4の負の屈折力は、実施例2に係るアナモフィックレンズ4の負の屈折力よりも大きくなっている。そのため、本実施例においては、被走査面7上での正の像面湾曲を補正するために、実施例2よりも大きな負の像面湾曲を発生させるように結像レンズ6を構成している。20

【0096】

本実施例に係る光走査装置の構成を表3に示す。

【0097】

【表3】

入射光学系構成・結像光学系配置			結像レンズデータ	
	λ (nm)	790	6a面	6b面
光源波長	dcg(mm)	0.25000	R	4.81584E+03 -9.57535E+01
レーザー光束カバーガラス肉厚	n0	1.51052	Ky	0.00000E+00 0.00000E+00
レーザー光束カバーガラス屈折率	d0(mm)	17.08500	B2u	0.00000E+00 0.00000E+00
発光点～開口絞り	d1(mm)	18.38500	B4u	-2.14942E-06 -1.14405E-06
発光点～カップリングレンズ第1面	R1(mm)	∞	B6u	1.06548E-09 -1.63119E-10
カップリングレンズ第1面曲率半径	R2(mm)	-15.23333	B8u	-1.75548E-13 1.89282E-13
カップリングレンズ第2面非球面係数	C4	2.56270E-05	B10u	2.92148E-17 6.21629E-17
カップリングレンズ肉厚	d2(mm)	3.00000	B12u	0.00000E+00 0.00000E+00
カップリングレンズ屈折率	n1	1.76167	B2l	0.00000E+00 0.00000E+00
カップリングレンズ第2面～アナモフィックレンズ第1面	d3(mm)	13.46500	B4l	-3.35241E-06 -2.00227E-06
アナモフィックレンズ第1面副走査曲率半径	Rs3(mm)	26.99300	B6l	3.36895E-09 6.70733E-10
アナモフィックレンズ第1面主走査曲率半径	Rm3(mm)	-528.39828	B8l	-3.26550E-12 -2.03693E-13
アナモフィックレンズ第2面副走査曲率半径	Rs4(mm)	∞	B10l	9.11915E-16 -7.25027E-16
アナモフィックレンズ第2面主走査曲率半径	Rm4(mm)	∞	B12l	0.00000E+00 0.00000E+00
アナモフィックレンズ肉厚	d4(mm)	6.00000	r	-4.50311E+01 -1.25397E+01
アナモフィックレンズ屈折率	n2	1.51052	kz	0.00000E+00 0.00000E+00
アナモフィックレンズ第2面～軸上偏向反射面(5a)	d5(mm)	49.15000	E2u	-7.38257E-04 -1.41428E-05
軸上偏向反射面(5a)～結像レンズ第1面(6a)	d6(mm)	30.00000	E4u	-8.29809E-07 -5.33307E-07
結像レンズ肉厚(6a～6b)	d(mm)	7.00000	E6u	4.72246E-09 3.39853E-10
結像レンズ屈折率	n3	1.52397	E8u	-6.37448E-12 3.68045E-13
結像レンズ第2面(6b)～被走査面(7)	Sk(mm)	213.00000	E10u	2.51341E-15 -5.52296E-16
結像レンズ主走査焦点距離	fm(mm)	179.37276	E12u	0.00000E+00 0.00000E+00
結像レンズの光軸のY偏心量	Δ Y(mm)	0.00000	E14u	0.00000E+00 0.00000E+00
入射光学系回転多面鏡主走査入射角	α	70.00000	E2l	-2.74633E-03 -3.04482E-04
感光ドラム面上印字範囲	W(mm)	±156	E4l	1.38717E-05 4.52558E-07
最大走査角度	θ Max	±40.644	E6l	-3.69885E-08 1.18074E-09
軸上像高での結像係数	K	207.00000	E8l	4.16772E-11 -6.02208E-12
走査特性係数	B	0.58824	E10l	-1.57401E-14 4.91506E-15
ポリゴンミラー面数	men	4	E12l	0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラー中心位置(光軸方向)	PX(mm)	-6.00655	E14l	0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラー中心位置(主走査)	PY(mm)	-3.74978	M0.2	0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラー外接円半径	Rpol	10.00000	M1.2	-1.12962E-04 -7.46337E-05
開口絞り径(主走査×副走査)	楕円(mm)	3.80×4.40	M0.3	0.00000E+00 0.00000E+00
※屈折率は、波長790nmに対しての屈折率				

10

20

30

【0098】

また、実施例1と同様に、本実施例に係る光走査装置における具体的な結像性能及び印字性能を、図13～図16に示す。

【0099】

本実施例の、軸上像高に対する主走査断面内での屈折力と軸外像高に対する主走査断面内での屈折力との差は、実施例2におけるその差よりも大きく、図13に示したように、最軸外像高における部分倍率ずれは $d \cdot B \cdot Y = 0.197$ となっている。つまり、本実施例では、実施例2よりも部分倍率ずれが小さい構成を探っている。そのため、本実施例は、実施例2に比べて電気的な走査位置の補正量が小さくなり、電気補正がより容易な構成となっている。また、本実施例においては、表3に示したように、走査特性係数 $B = 0.59$ であるため、式(11)及び式(12)を満たし、良好な結像性能及び印字性能を確保している。

【0100】

図14に示したように、本実施例における電気補正後の部分倍率ずれは最大でも0.7%となっており、良好な印字性能を確保できていることがわかる。また、図15に示したように、理想的なLSF径と本実施例に係るLSF径とは各像高において略一致しているため、各像高において良好な結像性能を確保できていることがわかる。さらに、図16を見てわかるように、本実施例においても、被走査面7上における主走査像面湾曲及び副走査像面湾曲の両方が良好に補正されていることがわかる。

40

【0101】

なお、本実施例では、表3に示したように、 $S_k = 213$ 、 $f_m = 179.37$ であるため、収束度 $S_k / f_m = 1.19$ となり、式(9)を満たして良好な結像性能を確保しつつ、結像レンズ6の肉厚を薄くすることを可能にしている。また、表3より $T_2 = d_6 + d = 37$ であることがわかるため、 $T_2 / S_k = 0.17$ となり、式(13)及び式(14)を満たして、結像性能及び印字性能を両立しつつ、光走査装置の小型化を達成している。さらに、本実施例においては、表3に示したように $d = 7$ 、 $K = 207$ であるため、 $d / K = 0.034$ となり、式(15)を満たしていることがわかる。本実施例に係る

50

光走査装置では、結像レンズ6の肉厚が印字サイズに合わせて適切に設定されており、かつ実施例1及び2よりも肉厚の薄さを追求した構成を採っている。

【0102】

以上、本実施例に係る光走査装置によれば、良好な結像性能及び印字性能を確保しつつ、低コスト化及び小型化を達成することができる。

【0103】

[実施例4]

以下、本発明の実施例4に係る光走査装置について詳細に説明する。

【0104】

本実施例に係る光走査装置の構成は、実施例3に係る光走査装置の構成と略同一であるが、実施例1と同様に主走査断面内においてアナモフィックレンズ4に正の屈折力を附加することで、結像レンズ6に収束光を入射させているという点で実施例3とは異なる。なお、本実施例に係るアナモフィックレンズ4の正の屈折力は、実施例1に係るアナモフィックレンズ4の正の屈折力よりも大きくなっている。

10

【0105】

本実施例に係る光走査装置の構成を表4に示す。

【0106】

【表4】

入射光学系構成・結像光学系配置			結像レンズデータ	
	λ (nm)	790	6a面	6b面
光源波長	λ (nm)	790	R	1.47243E+02 -8.24341E+02
レーザーカバーガラス肉厚	d _{cg} (mm)	0.25000	K _y	0.00000E+00 1.33133E+01
レーザーカバーガラス屈折率	n ₀	1.51052	B _{2u}	0.00000E+00 0.00000E+00
発光点～開口絞り	d ₀ (mm)	17.08500	B _{4u}	-1.24691E-06 -5.79789E-07
発光点～カッピングレンズ第1面	d ₁ (mm)	18.38500	B _{6u}	1.30588E-10 -1.58682E-10
カッピングレンズ第1面曲率半径	R ₁ (mm)	∞	B _{8u}	1.55839E-14 5.58243E-14
カッピングレンズ第2面曲率半径	R ₂ (mm)	-15.23333	B _{10u}	-3.96292E-18 -5.09999E-18
カッピングレンズ第2面非球面係数	C ₄	2.56270E-05	B _{12u}	0.00000E+00 0.00000E+00
カッピングレンズ肉厚	d ₂ (mm)	3.00000	B _{2l}	0.00000E+00 0.00000E+00
カッピングレンズ屈折率	n ₁	1.76167	B _{4l}	-1.24691E-06 -5.88546E-07
カッピングレンズ第2面～アナモフィックレンズ第1面副走査曲率半径	d ₃ (mm)	13.46500	B _{6l}	1.30588E-10 -1.43337E-10
アナモフィックレンズ第1面副走査曲率半径	R _{s3} (mm)	26.99300	B _{8l}	1.55839E-14 4.85970E-14
アナモフィックレンズ第1面主走査曲率半径	R _{m3} (mm)	686.29077	B _{10l}	-3.96292E-18 -3.95265E-18
アナモフィックレンズ第2面副走査曲率半径	R _{s4} (mm)	∞	B _{12l}	0.00000E+00 0.00000E+00
アナモフィックレンズ第2面主走査曲率半径	R _{m4} (mm)	∞	r	-3.76311E+01 -1.51753E+01
アナモフィックレンズ肉厚	d ₄ (mm)	6.00000	k _z	0.00000E+00 0.00000E+00
アナモフィックレンズ屈折率	n ₂	1.51052	E _{2u}	3.09061E-04 1.55923E-04
アナモフィックレンズ第2面～軸上偏向反射面(5a)	d ₅ (mm)	49.15000	E _{4u}	7.81797E-07 9.70295E-08
軸上偏向反射面(5a)～結像レンズ第1面(6a)	d ₆ (mm)	45.00000	E _{6u}	-3.02696E-10 -4.27306E-11
結像レンズ肉厚(6a～6b)	d ₆ (mm)	9.50000	E _{8u}	2.22290E-13 2.90940E-15
結像レンズ屈折率	n ₃	1.52397	E _{10u}	-5.96371E-17 0.00000E+00
結像レンズ第2面(6b)～被走査面(7)	S _k (mm)	195.50000	E _{12u}	0.00000E+00 0.00000E+00
結像レンズ主走査焦点距離	f _m (mm)	239.20466	E _{14u}	0.00000E+00 0.00000E+00
結像レンズの光軸のY偏心量	△Y(mm)	0.00000	E _{2l}	3.56826E-04 1.73693E-04
入射光学系回転多面鏡主走査入射角	α'	70.00000	E _{4l}	1.09793E-06 1.45969E-07
感光ドラム面上印字範囲	W(mm)	±156	E _{6l}	-4.32447E-10 -5.60970E-11
最大走査角度	θ _{Max}	±41.794	E _{8l}	4.28105E-13 3.23560E-15
軸上像高での結像係数	K	209.00000	E _{10l}	-6.60837E-17 0.00000E+00
走査特性係数	B	0.35714	E _{12l}	0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラー面数	men	4	E _{14l}	0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラー中心位置(光軸方向)	PX(mm)	-6.00655	E ₂₀	0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラー中心位置(主走査)	PY(mm)	-3.74978	M _{1.2}	0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラーア外接円半径	R _{pol}	10.00000	M _{0.3}	0.00000E+00 0.00000E+00
開口絞り径(主走査×副走査)	楕円(mm)	3.80 × 2.60	M _{1.3}	0.00000E+00 0.00000E+00
※屈折率は、波長790nmに対しての屈折率			M _{0.4}	1.81265E-06 1.85124E-05
			M _{1.4}	0.00000E+00 0.00000E+00

20

【0107】

本実施例では、表4に示したように、S k = 1 9 5 . 5 、 f m = 2 3 9 . 2 0 であり、収束度 S k / f m = 0 . 8 1 7 となるため、実施例1よりも収束度が小さい、すなわち収束性の強い光束が結像レンズ6に入射する構成となっている。本実施例においても、式(9)を満たしており、良好な結像性能を確保しつつ、結像レンズ6の肉厚を薄くすることを可能にしている。ここで、本実施例において、結像レンズ6に入射させる光束の収束度を実施例1よりも小さくしている理由を以下に説明する。

30

【0108】

本実施例においては、表4より T 2 = d 6 + d = 5 4 . 5 であることがわかるため、T 2 / S k = 0 . 2 7 9 となる。つまり、本実施例では、実施例1乃至3と比較して、より

40

50

被走査面 7 に近い位置に結像レンズ 6 が配置されている。これは、結像レンズ 6 を被走査面 7 により近づけて配置することで、副走査断面内における結像倍率を下げる事が可能となり、結果として主走査像面敏感度と副走査像面敏感度とのバランスをとることが出来るためである。

【 0 1 0 9 】

この時、収束度 $S k / f m$ を小さくしないと、被走査面 7 上の印字領域を走査するための走査角度（最大走査角度）がより大きくなり、結像レンズ 6 の大径化を招いてしまう。そのため、本実施例においては、他の実施例よりも収束度 $S k / f m$ を小さくしている。なお、本実施例においても式（13）を満たしており、結像性能及び印字性能を両立しつつ、光走査装置の小型化を達成している。なお、通常は収束度 $S k / f m$ を小さくすると部分倍率ずれも大きくなってしまうが、本実施例では結像レンズ 6 を被走査面 7 に近づけて配置しているため、部分倍率ずれを小さくすることを可能にしている。10

【 0 1 1 0 】

次に、実施例 1 と同様に、本実施例に係る光走査装置における具体的な結像性能及び印字性能を、図 17～図 20 に示す。

【 0 1 1 1 】

本実施例においては、図 17 に示したように、最軸外像高における部分倍率ずれは $d B Y = 0.072$ となっている。つまり、本実施例では、他の実施例よりも部分倍率ずれが小さい構成を探っている。そのため、本実施例は、他の実施例に比べて電気的な走査位置の補正量が小さくなり、電気補正がより容易な構成となっている。また、本実施例においては、表 4 に示したように、走査特性係数 $B = 0.36$ であるため、式（11）を満たしつつ、他の実施例よりも f 特性に近い走査特性を得ている。そのため、本実施例は、他の実施例に比べて電気的な走査位置の補正量が小さくなり、電気補正がより容易な構成となっている。20

【 0 1 1 2 】

図 18 に示したように、本実施例における電気補正後の部分倍率ずれは最大でも 1.3 % となっており、良好な印字性能を確保できていることがわかる。また、図 19 に示したように、理想的な LSF 径と本実施例に係る LSF 径とは各像高において略一致しているため、各像高において良好な結像性能を確保できていることがわかる。さらに、図 20 を見てわかるように、本実施例においても、被走査面 7 上における主走査像面湾曲及び副走査像面湾曲の両方が良好に補正されていることがわかる。30

【 0 1 1 3 】

なお、本実施例においては、表 4 に示したように、 $d = 9.5$ 、 $K = 209$ であり、 $d / K = 0.046$ となるため、式（15）及び式（16）を満たしており、結像レンズ 6 の肉厚が印字サイズに合わせて適切に設定されていることがわかる。

【 0 1 1 4 】

以上、本実施例に係る光走査装置によれば、良好な結像性能及び印字性能を確保しつつ、低コスト化及び小型化を達成することができる。

【 0 1 1 5 】

[実施例 5]

以下、本発明の実施例 5 に係る光走査装置について詳細に説明する。40

【 0 1 1 6 】

本実施例に係る光走査装置の構成は、実施例 4 に係る光走査装置の構成と略同一であり、本実施例においても、実施例 4 と同様に、主走査断面内においてアナモフィックレンズ 4 に正の屈折力を付加することで、結像レンズ 6 に収束光を入射させている。ただし、本実施例に係るアナモフィックレンズ 4 の正の屈折力は、実施例 4 に係るアナモフィックレンズ 4 の正の屈折力よりも小さくなっている。

【 0 1 1 7 】

本実施例に係る光走査装置の構成を表 5 に示す。

【 0 1 1 8 】

10

20

30

40

50

【表5】

入射光学系構成・結像光学系配置			結像レンズデータ	
			6a面	6b面
光源波長	λ (nm)	790	母線	R 1.95446E+02 -3.36241E+02
レーザー-カバーガラス肉厚	d _{cg} (mm)	0.25000		K _y 0.00000E+00 1.56919E+01
レーザー-カバーガラス屈折率	n ₀	1.51052		B _{2u} 0.00000E+00 0.00000E+00
発光点～開口絞り	d ₀ (mm)	17.08500		B _{4u} -1.21721E-06 -5.36056E-07
発光点～カップリングレンズ第1面	d ₁ (mm)	18.38500		B _{6u} 1.03691E-10 -1.94373E-10
カップリングレンズ第1面曲率半径	R ₁ (mm)	∞		B _{8u} 9.42811E-15 5.57633E-14
カップリングレンズ第2面曲率半径	R ₂ (mm)	-15.23333		B _{10u} -3.66316E-18 -1.02588E-17
カップリングレンズ第2面非球面係数	C ₄	2.56270E-05		B _{12u} 0.00000E+00 0.00000E+00
カップリングレンズ肉厚	d ₂ (mm)	3.00000		B _{2l} 0.00000E+00 0.00000E+00
カップリングレンズ屈折率	n ₁	1.76167		B _{4l} -1.32842E-06 -6.45515E-07
カップリングレンズ第2面～アナモフィックレンズ第1面	d ₃ (mm)	13.46500		B _{6l} 1.68496E-10 -1.31427E-10
アナモフィックレンズ第1面副走査曲率半径	R ₃ (mm)	26.99300		B _{8l} 3.32010E-15 3.81099E-14
アナモフィックレンズ第1面主走査曲率半径	R _{m3} (mm)	726.94820		B _{10l} -2.69925E-18 -3.74617E-18
アナモフィックレンズ第2面副走査曲率半径	R ₄ (mm)	∞		B _{12l} 0.00000E+00 0.00000E+00
アナモフィックレンズ第2面主走査曲率半径	R _{m4} (mm)	∞		
アナモフィックレンズ肉厚	d ₄ (mm)	6.00000	子線	r -6.42073E+01 -1.67881E+01
アナモフィックレンズ屈折率	n ₂	1.51052		k _z 0.00000E+00 0.00000E+00
アナモフィックレンズ第2面～軸上偏向反射面(5a)	d ₅ (mm)	49.15000		E _{2u} -4.56075E-04 5.36364E-05
軸上偏向反射面(5a)～結像レンズ第1面(6a)	d ₆ (mm)	43.00000		E _{4u} 2.19802E-06 1.54594E-07
結像レンズ肉厚(6a～6b)	d(mm)	9.50000		E _{6u} -2.13233E-09 -4.69246E-11
結像レンズ屈折率	n ₃	1.52397		E _{8u} 1.73592E-12 -6.17186E-15
結像レンズ第2面(6b)～被走査面(7)	S _k (mm)	197.50000		E _{10u} -5.22891E-16 -9.68623E-19
結像レンズ主走査焦点距離	f _m (mm)	237.22689		E _{12u} 0.00000E+00 0.00000E+00
結像レンズの光軸のY偏心量	ΔY (mm)	0.10000		E _{14u} 0.00000E+00 0.00000E+00
入射光学系回転多面鏡主走査入射角	α	70.00000		E _{2l} -3.59904E-04 7.70465E-05
感光ドラム面上印字範囲	W(mm)	± 156		E _{4l} 3.32675E-06 2.96233E-07
最大走査角度	θ_{Max}	± 41.230		E _{6l} -3.65733E-09 -1.67965E-10
軸上像高での結像係数	K	210.00000		E _{8l} 3.70292E-12 1.57270E-14
走査特性係数	B	0.45455		E _{10l} -1.31350E-15 1.10029E-18
ポリゴンミラー面数	men	4		E _{12l} 0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラー中心位置(光軸方向)	PX(mm)	-6.00655		E _{14l} 0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラー中心位置(主走査)	PY(mm)	-3.74978		M _{0.2} 0.00000E+00 0.00000E+00
ポリゴンミラーア外接円半径	R _{pol}	10.00000		M _{1.2} 0.00000E+00 0.00000E+00
開口絞り径(主走査×副走査)	楕円(mm)	3.80 × 2.60		M _{0.3} 0.00000E+00 0.00000E+00
※屈折率は、波長790nmに対しての屈折率				

【0119】

本実施例では、表5に示したように、 $S_k = 197.5$ 、 $f_m = 237.23$ であり、収束度 $S_k / f_m = 0.833$ となるため、実施例4よりも収束度が大きい、すなわち収束性の弱い光束が結像レンズ6に入射する構成となっている。本実施例においても、式(9)を満たしており、良好な結像性能を確保しつつ、結像レンズ6の肉厚を薄くすることを可能にしている。

【0120】

また、本実施例においては、表5より $T_2 = d_6 + d = 52.5$ であることがわかるため、 $T_2 / S_k = 0.266$ となる。つまり、本実施例では、実施例4よりも偏向面5aに近く、かつ実施例3よりも被走査面7に近い位置に結像レンズ6が配置されている。そのため、実施例4よりも結像レンズ6が小径化され、かつ実施例3よりも主走査像面敏感度と副走査像面敏感度とのバランスがとれた構成となっている。なお、本実施例においても式(13)及び式(14)を満たしており、結像性能及び印字性能を両立しつつ、光走査装置の小型化を達成している。

【0121】

次に、実施例1と同様に、本実施例に係る光走査装置における具体的な結像性能及び印字性能を、図21～図24に示す。

【0122】

本実施例においては、図21に示したように、最軸外像高における部分倍率ずれは $d_B Y = 0.125$ となっている。つまり、本実施例では、実施例1乃至3よりも部分倍率ずれが小さい構成を探っている。そのため、本実施例は、実施例4よりも結像性能が確保し易く、かつ実施例3よりも電気補正が容易な構成となっている。また、本実施例においては、表5に示したように、走査特性係数 $B = 0.45$ であるため、式(11)及び式(12)を満たし、良好な結像性能及び印字性能を確保している。

【0123】

図22に示したように、本実施例における電気補正後の部分倍率ずれは最大でも1.3%となっており、良好な印字性能を確保できていることがわかる。また、図23に示した

10

20

30

40

50

ように、理想的な LSF 径と本実施例に係る LSF 径とは各像高において略一致しているため、各像高において良好な結像性能を確保できていることがわかる。さらに、図 24 を見てわかるように、本実施例においても、被走査面 7 上における主走査像面湾曲及び副走査像面湾曲の両方が良好に補正されていることがわかる。

【0124】

なお、本実施例においては、表 5 に示したように、 $d = 9.5$ 、 $K = 210$ であり、 $d/K = 0.045$ となるため、式(15)及び式(16)を満たしており、結像レンズ 6 の肉厚が印字サイズに合わせて適切に設定されていることがわかる。

【0125】

以上、本実施例に係る光走査装置によれば、良好な結像性能及び印字性能を確保しつつ、低コスト化及び小型化を達成することができる。 10

【0126】

[画像形成装置]

図 26 は、本発明の実施形態に係る画像形成装置 104 の要部概略図（副走査断面図）である。画像形成装置 104 は、上述した各実施例のいずれかにおける光走査装置（光走査ユニット）100 を備えている。

【0127】

図 26 に示すように、画像形成装置 104 には、パーソナルコンピュータ等の外部機器 117 からコードデータ Dc が入力される。このコードデータ Dc は、装置内のプリンタコントローラ 111 によって、画像信号（ドットデータ）Di に変換される。この画像信号 Di は、上述した各実施例のいずれかにおける光走査ユニット 100 に入力される。そして、この光走査ユニット 100 からは、画像信号 Di に応じて変調された光束 103 が射出され、この光束 103 によって感光ドラム 101 の感光面（被走査面）が主走査方向に走査される。なお、プリンタコントローラ 111 は、前述したデータの変換だけでなく、後述するモータ 115 などの画像形成装置内の各部の制御を行う。 20

【0128】

静電潜像担持体（感光体）としての感光ドラム 101 は、モータ 115 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 101 の感光面が光束 103 に対して副走査方向に移動する。感光ドラム 101 の上方には、感光面を一様に帯電せしめる帯電ローラ 102 が感光面に当接するように設けられている。そして、帯電ローラ 102 によって帯電された感光面上に、光走査ユニット 100 からの光束 103 が照射されるように構成されている。 30

【0129】

先に説明したように、光束 103 は、画像信号 Di に基づいて変調されており、この光束 103 を照射することによって感光面上に静電潜像が形成される。この静電潜像は、光束 103 の照射位置よりもさらに感光ドラム 101 の回転方向の下流側で感光面に当接するように配設された現像器 107 によって、トナー像として現像される。

【0130】

現像器 107 によって現像されたトナー像は、感光ドラム 101 の下方で、感光ドラム 101 に対向するように配設された転写ローラ（転写器）108 によって、被転写材としての用紙 112 上に転写される。用紙 112 は感光ドラム 101 の前方（図 26 において右側）の用紙カセット 109 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 109 端部には、給紙ローラ 110 が配設されており、これにより用紙カセット 109 内の用紙 112 が搬送路へ送り込まれる。 40

【0131】

以上のようにして、未定着トナー像が転写された用紙 112 は、さらに感光ドラム 101 後方（図 26 において左側）の定着器へと搬送される。定着器は、内部に定着ヒーター（図示せず）を有する定着ローラ 113 と、この定着ローラ 113 に圧接するように配設された加圧ローラ 114 とで構成されている。この定着器は、転写ローラ 108 から搬送されてきた用紙 112 を定着ローラ 113 と加圧ローラ 114 との圧接部にて加圧しながら 50

加熱することにより、用紙 112 上の未定着トナー像を定着させる。さらに、定着ローラ 113 の後方には排紙ローラ 116 が配設されており、トナー像が定着された用紙 112 は画像形成装置 104 の外に排出される。

【0132】

[変形例]

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0133】

例えば、上述した各実施例に係る光走査装置において、結像レンズ 6 と被走査面 7 との間の光路上に反射部材（反射ミラー）を配置することで、結像レンズ 6 を通過した光束を折り曲げて被走査面上に導光するように構成してもよい。また、副走査断面内において、光源 1 からの光束を偏向面 5a に対して斜め方向から入射させるように、入射光学系を構成してもよい。

【符号の説明】

【0134】

1 光源

5 偏向器

5a 側面

6 結像光学系（結像光学素子）

6a 入射面

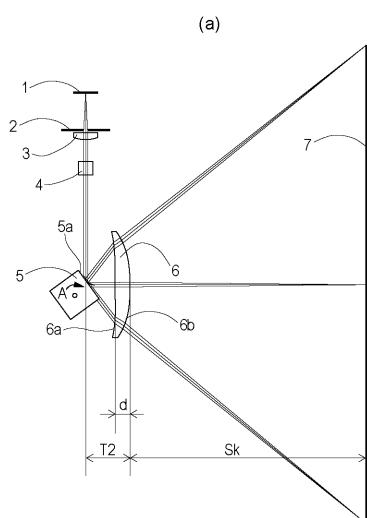
6b 出射面

7 被走査面

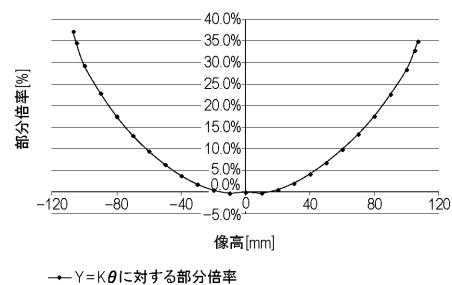
10

20

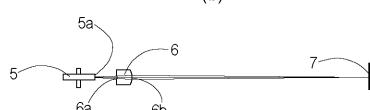
【図 1】



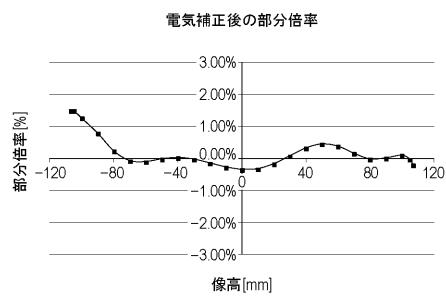
【図 2】



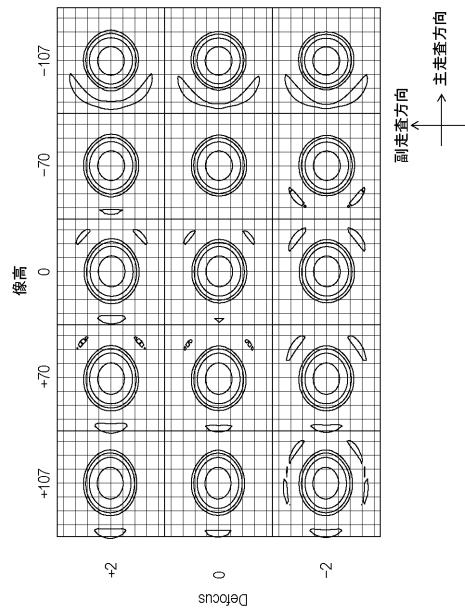
(b)



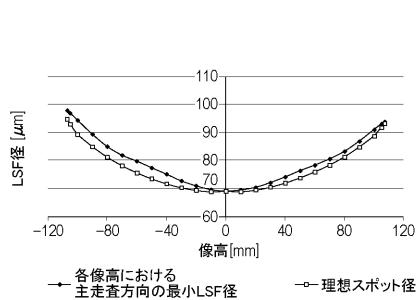
【図3】



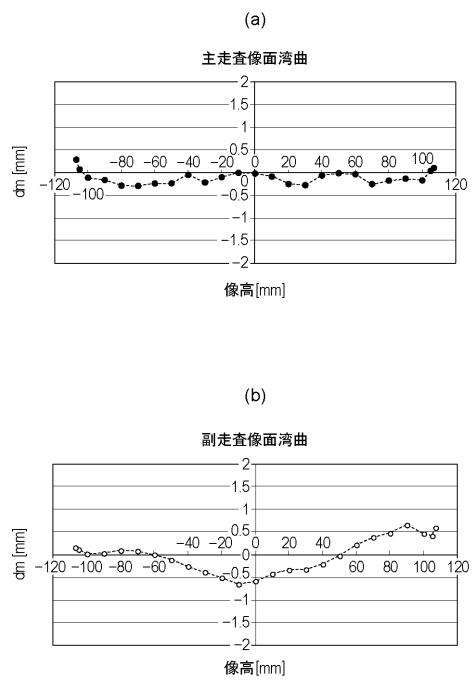
【図4】



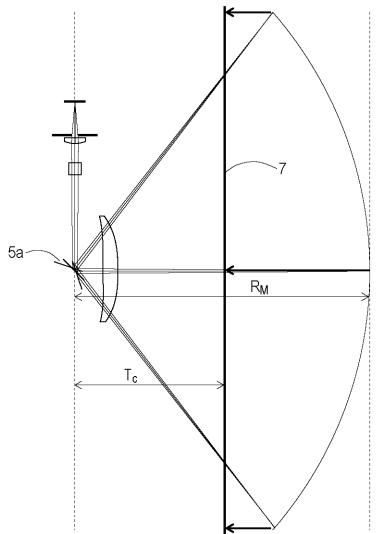
【図5】



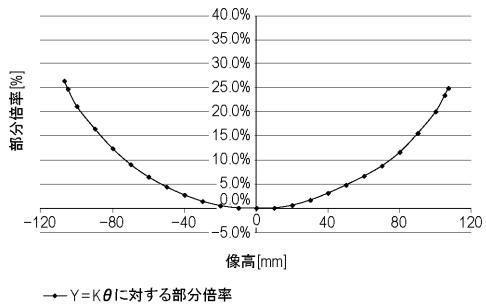
【図6】



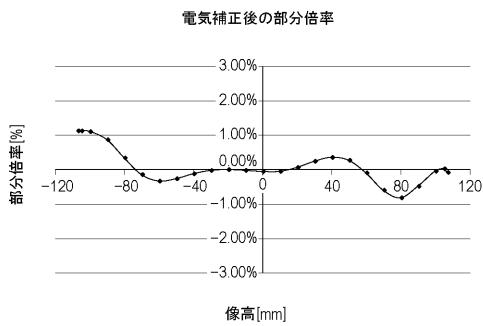
【図7】



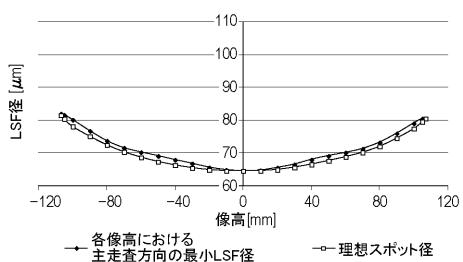
【図8】



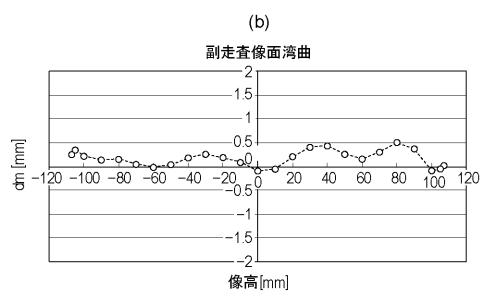
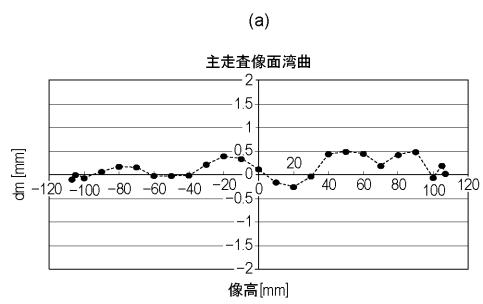
【図9】



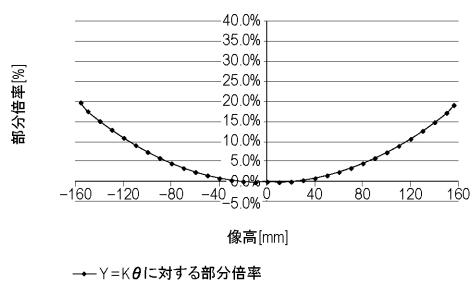
【図10】



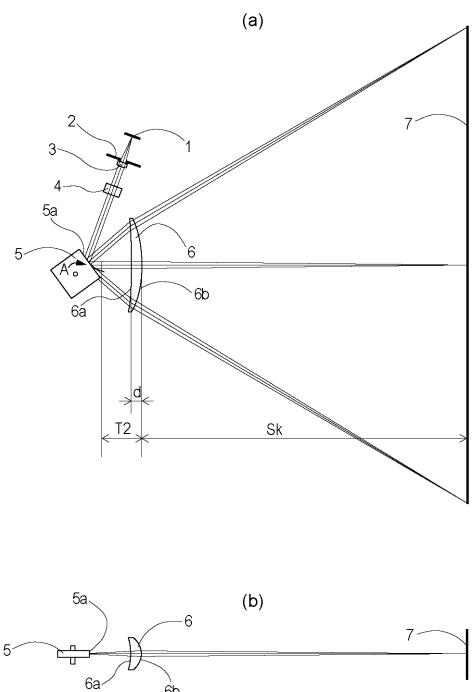
【図11】



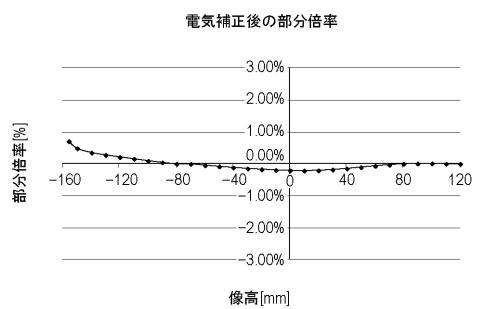
【図13】



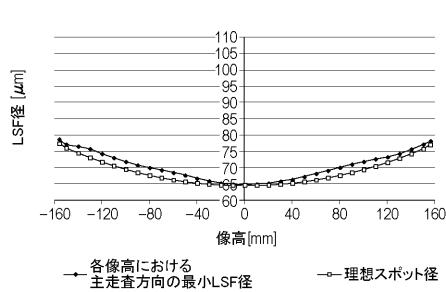
【図12】



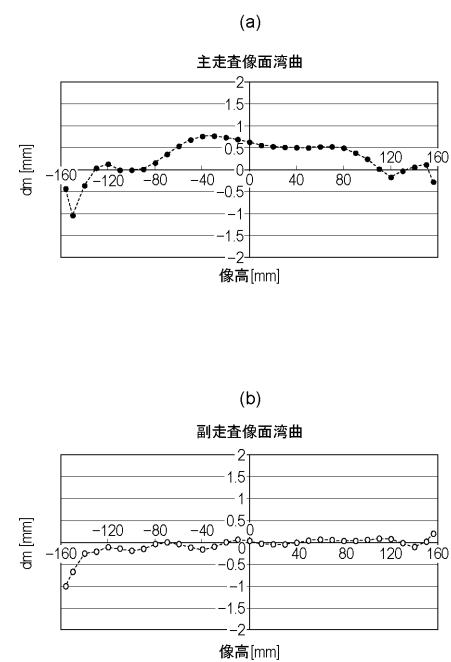
【図14】



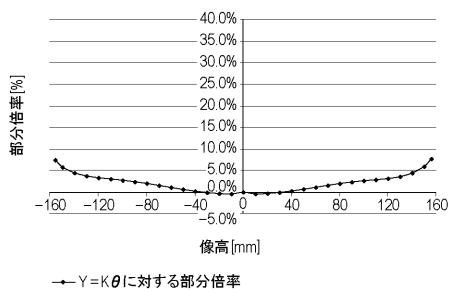
【図15】



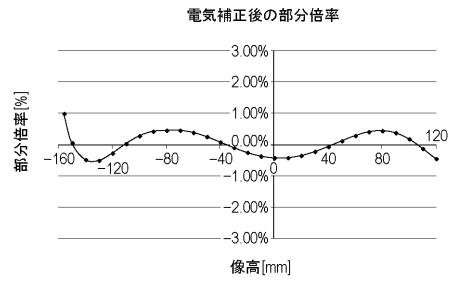
【図16】



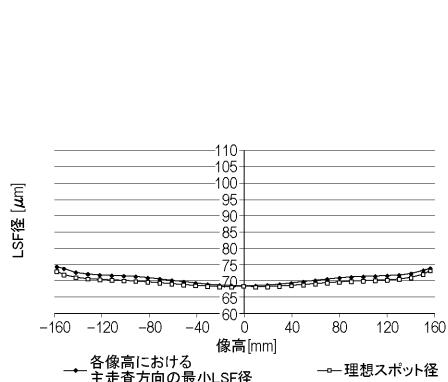
【図17】



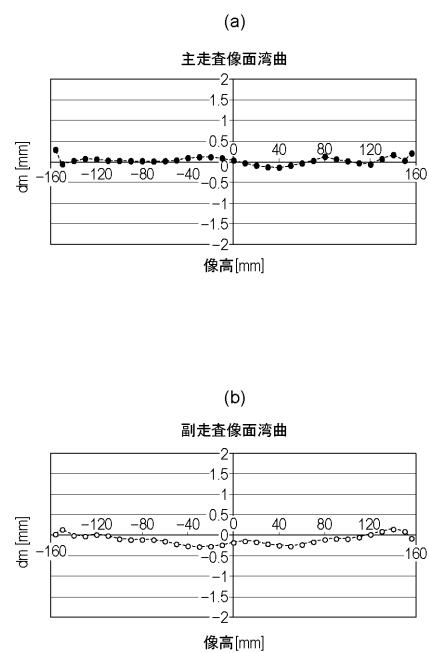
【図18】



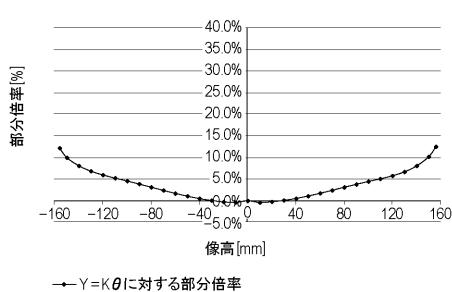
【図19】



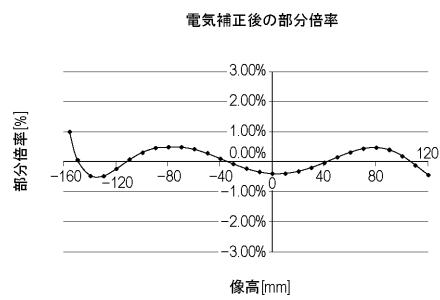
【図20】



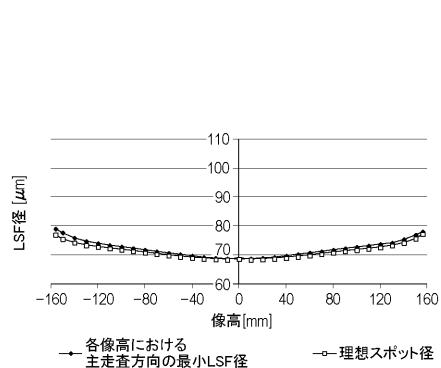
【図21】



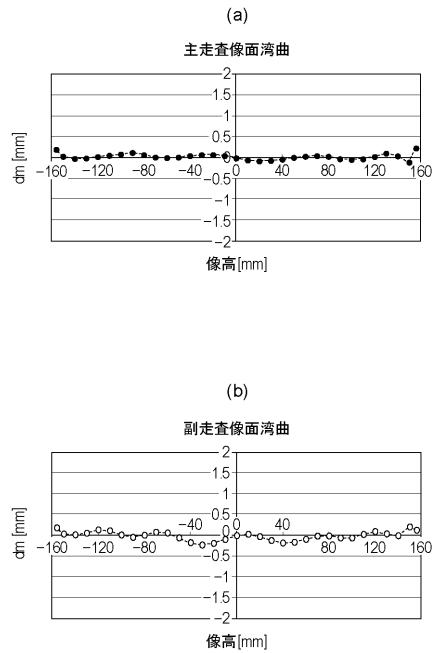
【図22】



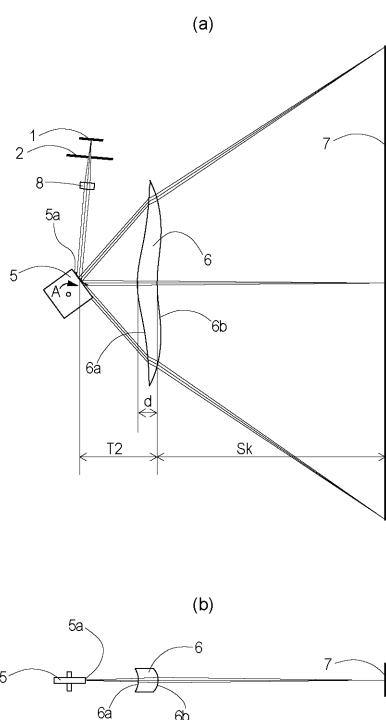
【図23】



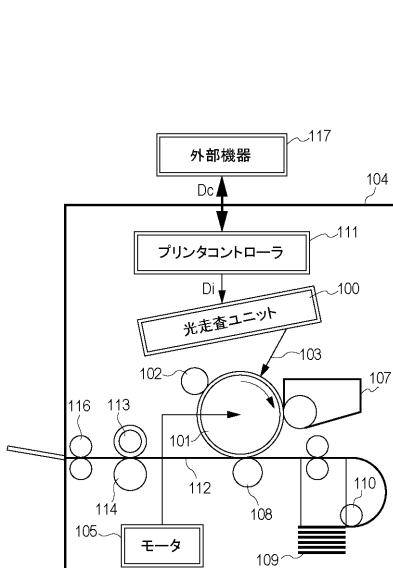
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

(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 山本 貴一

(56)参考文献 特開平04-050908(JP,A)
特開昭61-190312(JP,A)
特開2009-192563(JP,A)
特開2008-197453(JP,A)
特開平10-090620(JP,A)
特開平11-098389(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 26/10, 26/12
G02B 13/00, 13/18
B41J 2/47
H04N 1/113