

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、前記光源から出射した光を光束に変換する第1の光学素子と、前記第1の光学素子を通過した光束を主走査方向に長手の線状に結像させる第2の光学素子と、前記第2の光学素子を通過した光束を主走査方向に偏向するポリゴンミラーと、前記ポリゴンミラーで偏向された光束を被走査面上にスポット状に結像させる第3の光学素子とを備える走査光学装置であって、

前記第3の光学素子は対向する一対のレンズ面を有する単レンズよりなり、各レンズ面は、主走査方向に非球面形状で、副走査方向の曲率が、光軸の軸上から主走査方向の外側に向かって連続的かつ対称に変化し、主走査方向について光軸を含む副走査面に關し対称であり、

前記第3の光学素子を基準として前記光源と同じ側に走査開始位置の同期を取るための検出素子に光束を導くための同期検出光路を有し、

前記ポリゴンミラーの内接円の半径をR、前記ポリゴンミラーのミラー面数をN、前記ポリゴンミラーにより偏向された光束が前記被走査面と直交するときに前記ポリゴンミラーから出射する方向である基準出射線と前記ポリゴンミラーへ入射する光束とがなす角を

[rad]、光束が前記ポリゴンミラーにより偏向されて前記同期検出光路へ向かう方向と前記基準出射線とがなす角を_{b_d}[rad]、走査終了端における前記ポリゴンミラーで偏向された光束と前記基準出射線とがなす角を_{eos}[rad]、前記ポリゴンミラーの回転中心と前記ポリゴンミラーに入射する光束の中心との距離をh、前記ポリゴンミラーのミラー面上での主走査方向の光束幅を走査終了端と同期検出光路へ向かうときとでそれぞれ_{b_eos},_{b_ba}とするとき、hは、

$$R(\sin((\alpha + \theta_{eos})/2) - \cos((\alpha + \theta_{eos})/2) \times \tan(\beta/N)) + (b_{eos}/2) \times \cos((\alpha + \theta_{eos})/2) < h$$

および

$$h < R(\sin((\alpha + \theta_d)/2) + \cos((\alpha + \theta_d)/2) \times \tan(\beta/N)) - (b_{bd}/2) \times \cos((\alpha + \theta_d)/2)$$

を満足し、

前記第3の光学素子は、入射側のレンズ面の第1光軸が前記基準出射線に対して主走査面内でなす角を₁[deg]、前記第1光軸と出射側のレンズ面の第2光軸が主走査面内でなす角を₂[deg]、前記第1光軸と前記入射側のレンズ面の交点が前記基準出射線に対して主走査面内でシフトするシフト量をD₁[mm]、前記第2光軸と前記出射側のレンズ面の交点が前記第1光軸に対して主走査面内でシフトするシフト量をD₂[mm]として、

$$\begin{aligned} -0.59 &< \theta_1 < 0 \\ -0.46 &< \theta_2 < 0.2 \\ -0.6 &< D_1 < 0.43 \\ -0.17 &< D_2 < 0.16 \end{aligned}$$

のすべてを満足することを特徴とする走査光学装置。

【請求項 2】

前記第3の光学素子の前記レンズ面の主走査面内の近軸曲率半径を、前記ポリゴンミラーの側から順にR₁, R₂としたとき、R₁およびR₂が、

0 < R₁, 0 < R₂を満足することを特徴とする請求項1に記載の走査光学装置。

【請求項 3】

光束が前記基準出射線を通るときの前記ポリゴンミラーのミラー面から前記第3の光学素子の出射側のレンズ面の距離をC₁、前記被走査面上における最大走査幅をC₂として、

$$C_1 / C_2 < 0.25$$

を満足することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の走査光学装置。

【請求項 4】

請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の走査光学装置を搭載したことを特徴とす

る画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子写真方式の画像形成装置などに用いられる走査光学装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光源から出射された光束をポリゴンミラーにより偏向して被走査面上に走査する走査光学装置においては、光束がポリゴンミラーの反射面に当たる位置が偏向方向によって異なる、いわゆるサグが発生し、このサグが被走査面上における像面湾曲などの画像の劣化の原因となることが知られている。

10

【0003】

特許文献1においては、このサグによる影響を小さくするため、光源からの光束がポリゴンミラーに入射する位置（ポリゴンミラーの回転中心と第1光学系との光軸との距離 h ）を所定値以内にすることで、サグを、基準偏向主光線に対して対称に近い状態にしている（0016参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第3072061号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、本願の発明者等の検討によれば、サグを基準偏向主光線に対して対称に近い状態にせず、一方に偏らせてても、像面湾曲などの光学的特性を良好にしうることが見出された。

【0006】

そこで、本発明は、像面湾曲を小さくして良好な画像を露光することが可能な走査光学装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記した目的を達成するため、本発明は、光源と、光源から出射した光を光束に変換する第1の光学素子と、第1の光学素子を通過した光束を主走査方向に長手の線状に結像させる第2の光学素子と、第2の光学素子を通過した光束を主走査方向に偏向するポリゴンミラーと、ポリゴンミラーで偏向された光束を被走査面上にスポット状に結像させる第3の光学素子とを備える走査光学装置を提供する。

この走査光学装置において、第3の光学素子は対向する一対のレンズ面を有する単レンズよりなり、各レンズ面は、主走査方向に非球面形状で、副走査方向の曲率が、光軸の軸上から主走査方向の外側に向かって連続的かつ対称に変化し、主走査方向について光軸を含む副走査面に関し対称である。

そして、走査光学装置は、第3の光学素子の光軸を基準として光源と同じ側に走査開始位置の同期を取るための検出素子に光束を導くための同期検出光路を有する。

また、走査光学装置は、ポリゴンミラーの内接円の半径を R 、ポリゴンミラーのミラー面数を N 、ポリゴンミラーにより偏向された光束が被走査面と直交するときにポリゴンミラーから出射する方向である基準出射線とポリゴンミラーへ入射する光束とがなす角を $[r_{ad}]$ 、光束がポリゴンミラーにより偏向されて同期検出光路へ向かう方向と基準出射線とがなす角を $b_d [r_{ad}]$ 、走査終了端におけるポリゴンミラーで偏向された光束と基準出射線とがなす角を $e_{os} [r_{ad}]$ 、ポリゴンミラーの回転中心とポリゴンミラーに入射する光束の中心との距離を h 、ポリゴンミラーのミラー面上での主走査方向の光束幅を走査終了端と同期検出光路へ向かうときとでそれぞれ $b_{e_{os}}$ 、 b_{b_d} とするとき、 h

40

50

が、次の(1)式、

$$R(\sin((\alpha + \theta_{eos})/2) - \cos((\alpha + \theta_{eos})/2) \times \tan(\beta/N)) + (b_{eos}/2) \times \cos((\alpha + \theta_{eos})/2) < h$$

および

$$h < R(\sin((\alpha + \theta_{bd})/2) + \cos((\alpha + \theta_{bd})/2) \times \tan(\beta/N)) - (b_{bd}/2) \times \cos((\alpha + \theta_{bd})/2) \quad \dots \dots (1)$$

を満足する。

さらに、第3の光学素子は、入射側のレンズ面の第1光軸が基準出射線に対して主走査面内でなす角を α_1 [deg]、第1光軸と出射側のレンズ面の第2光軸が主走査面内でなす角を α_2 [deg]、第1光軸と入射側のレンズ面の交点が基準出射線に対して主走査面内でシフトするシフト量を D_1 [mm]、第2光軸と出射側のレンズ面の交点が第1光軸に対して主走査面内でシフトするシフト量を D_2 [mm] として、

$$\begin{aligned} -0.59 &< \alpha_1 & \dots \dots (2) \\ -0.46 &< \alpha_2 & \dots \dots (3) \\ -0.6 & D_1 < 0.43 & \dots \dots (4) \\ -0.17 & D_2 & 0.16 & \dots \dots (5) \end{aligned}$$

のすべてを満足する。

【0008】

このように、本発明の走査光学装置によれば、第1光軸が基準出射線に対して主走査面内でなす角(レンズチルト量) α_1 が上記(2)式を満たし、第1光軸と出射側のレンズ面の第2光軸とが主走査面内でなす角(チルト量) α_2 が上記(3)式を満たし、第1光軸と入射側のレンズ面の交点が基準出射線に対して主走査面内でシフトするシフト量 D_1 が上記(4)式を満たし、第2光軸と出射側のレンズ面の交点が第1光軸に対して主走査面内でシフトするシフト量 D_2 (5)式を満たすことで、ポリゴンミラーのサグが基準出射線に対して対称に近くなく、一方に偏っていたとしても、(2)~(5)の範囲で入射側のレンズ面と出射側のレンズ面に主走査方向の偏りを持たせることで、サグによる偏りを補正し、良好な光学的特性を実現することができる。また、(1)式を満足することで、第3の光学素子を基準として光源と同じ側に同期検出光路を設けても、主走査方向の全走査範囲でケラレが生じることなく、走査を行うことが可能である。

【0009】

前記した装置においては、第3の光学素子の前記レンズ面の主走査面内の近軸曲率半径を、前記ポリゴンミラーの側から順に R_1 , R_2 としたとき、 R_1 および R_2 が、 $0 < R_1, 0 < R_2$ を満足することが望ましい。

【0010】

これによれば、第3の光学素子の主走査方向の端部の厚みを大きくすることができ、第3の光学素子の製造が容易になる。

【0011】

前記した装置においては、光束が基準出射線を通るときのポリゴンミラーのミラー面から第3の光学素子の出射側のレンズ面の距離を C_1 、被走査面上における最大走査幅を C_2 として、

$$C_1 / C_2 < 0.25$$

を満足することが望ましい。

【0012】

本発明の走査光学装置においては、このように、ポリゴンミラーのミラー面から第3の光学素子の出射側のレンズ面の距離 C_1 を相対的に小さくすることができ、光学系全体のコンパクト化を図ることができる。

【0013】

また、本発明は、上記の各走査光学装置を搭載した画像形成装置として実現することができる。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【0014】

本発明の走査光学装置または画像形成装置によれば、像面湾曲を小さくして良好な画像を露光することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】一実施形態に係る画像形成装置の断面図である。

【図2】走査光学装置の主走査断面図である。

【図3】レンズ面に対する主走査方向と副走査方向を説明する斜視図である。

【図4】ポリゴンミラーの拡大図である。

【図5】実施例1に係る光学系の諸特性およびレンズの定数を示す表である。

10

【図6】実施例1についての像面湾曲のグラフである。

【図7】実施例1についてのリニアリティ特性および f 特性のグラフである。

【図8】各実施例および比較例のシフト量およびチルト量と主像面湾曲の大きさなどの各特性を示す表である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

次に、本発明の一実施形態について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。以下の説明においては、まず、本発明の画像形成装置の一例としてのレーザプリンタ100の概略構成について図1を参照して説明した後、走査光学装置の詳細構成を説明する。

【0017】

20

<レーザプリンタの概略構成>

図1に示すように、レーザプリンタ100は、用紙Sを給紙するためのフィーダ部20や、用紙Sに画像を形成するための画像形成部80などを本体ケーシング30内に備えている。ここで、画像形成部80は、走査光学装置10、現像部および転写部を構成するプロセスカートリッジ50、定着部60などで構成されている。なお、以下の説明においては、図1の紙面の左方向を「後」、右方向を「前」、上下方向を「上下」、手前方向を「左」、奥方向を「右」とする。

【0018】

フィーダ部20は、本体ケーシング30内の底部に着脱自在に装着される給紙トレイ21と、給紙トレイ21内の前部に配置された用紙押圧板22とを備えている。また、フィーダ部20は、給紙トレイ21の前端部の上方に配置された給紙ローラ23および給紙パット24と、給紙ローラ23に対し用紙Sの搬送方向の下流側に配置された紙粉取りローラ25, 26を備えている。さらに、フィーダ部20は、紙粉取りローラ25, 26に対して用紙Sの搬送方向の下流側に配置されたレジストローラ27を備えている。

30

【0019】

このフィーダ部20では、給紙トレイ21内に収容された用紙Sは、用紙押圧板22によって給紙ローラ23側に寄せられる。そして、給紙ローラ23と給紙パット24との間に挟まれた用紙Sは、給紙ローラ23の回転により、紙粉取りローラ25, 26およびレジストローラ27を経由して画像形成部80に搬送される。

【0020】

40

走査光学装置10は、本体ケーシング30内の上部に配置されており、図1に図示しないレーザ発光部、ポリゴンミラー5、 f レンズ6、反射鏡11, 12, 13を備えている。走査光学装置10では、レーザビームが一点鎖線で示す経路を通って、プロセスカートリッジ50内にある感光体ドラム51の表面(周面)上に高速走査にて照射される。

【0021】

プロセスカートリッジ50は、本体ケーシング30に対して着脱自在に装着されることで、走査光学装置10の下方に配設される。このプロセスカートリッジ50は、感光体ドラム51、スコロトロン型帶電器52、転写ローラ53、現像ローラ54、層厚規制ブレード55、供給ローラ56およびトナーホッパ57を備えている。

【0022】

50

このプロセスカートリッジ 50 では、スコロトロン型帶電器 52 で帶電された感光体ドラム 51 の表面が走査光学装置 10 からのレーザビームで露光されることにより、感光体ドラム 51 の表面に静電潜像が形成される。そして、この静電潜像に、トナーホッパ 57 内の現像剤であるトナーが供給ローラ 56 および現像ローラ 54 を介して供給されることで、感光体ドラム 51 の表面にトナー像（現像剤像）が形成される。その後、感光体ドラム 51 と転写ローラ 53 との間で用紙 S が搬送される際に、転写ローラ 53 に転写バイアスが印加されることで、感光体ドラム 51 の表面に担持されたトナー像が転写ローラ 53 によって用紙 S の表面に転写され、こうして用紙 S の表面に画像が形成される。

【0023】

定着部 60 は、用紙 S に転写されたトナー像を熱定着させるための加熱ローラ 61 と、この加熱ローラ 61 との間に用紙 S を挟んで押圧する加圧ローラ 62 とを備えている。この定着部 60 は、プロセスカートリッジ 50 から搬送される用紙 S の搬送方向下流側に配置されている。定着部 60 で熱定着された用紙 S は、用紙 S の搬送方向に回転する一対の排出口ローラ 71 によって本体ケーシング 30 外の排紙トレイ 72 上に排出される。

10

【0024】

<走査光学装置の詳細構成>

図 2 に示すように、走査光学装置 10 は、入射光学系 14、ポリゴンミラー 5、第 3 の光学素子の一例としての f レンズ 6 を有し、これらにより、入射光学系 14 から出射されたレーザ光を感光体ドラム 51 の被走査面 51A にスポット状に集光し、走査するよう構成されている。

20

【0025】

入射光学系 14 は、半導体レーザ 1、第 1 の光学素子の一例としてのコリメートレンズ 2、開口絞り 3、第 2 の光学素子の一例としてのシリンドリカルレンズ 4 を備えて構成されている。

【0026】

半導体レーザ 1 は、一または複数の光源を有し、複数の光源を有する場合には、副走査方向（主走査方向に直交する方向。図 2 では紙面奥行き方向。図 3 も参照。）に複数の発光素子が並んで配置されている（図示せず）。なお、副走査方向にずれて配置される複数の発光素子は、必要に応じ、主走査方向にも多少ずらして配置することができる。

30

【0027】

コリメートレンズ 2 は、半導体レーザ 1 から出射したレーザ光を光束に変換するレンズである。この光束は、平行光、収束光および僅かに広がる光のいずれでもよい。

【0028】

開口絞り 3 は、コリメートレンズ 2 で作られた光束の径を規定する開口を有する部材である。

【0029】

シリンドリカルレンズ 4 は、コリメートレンズ 2 および開口絞り 3 を通過した光束をポリゴンミラー 5 のミラー面 5A 上またはその近傍において、主走査方向に長手の線状に結像させるレンズである。

40

【0030】

ポリゴンミラー 5 は、複数のミラー面 5A が、回転軸 5B から等距離に配置された部材であり、図 1 では、4 つのミラー面 5A を有するものを例示している。ポリゴンミラー 5 は、回転軸 5B を中心に一定速度で回転され、シリンドリカルレンズ 4 を通過した光束を主走査方向に偏向する。なお、この光束が偏向される方向が主走査方向である。

【0031】

f レンズ 6 は、走査光学装置 10 に 1 つのみ設けられている。f レンズ 6 は、ポリゴンミラー 5 で反射されることで偏向された光束を被走査面 51A 上にスポット状に結像させ、かつ、ポリゴンミラー 5 のミラー面 5A の面倒れを補正している。f レンズ 6 は、ポリゴンミラー 5 により等角速度で偏向された光束を、被走査面 51A 上に等速で走査させるような f 特性を有している。f レンズ 6 は、対向する一対の入射側（ポリゴン

50

ミラー 5 側) のレンズ面 L 1 と出射側(被走査面 5 1 A 側)のレンズ面 L 2 を有している。これらのレンズ面 L 1, L 2 は、主走査面内において非球面形状で、共にトーリック面である。そして、レンズ面 L 1, L 2 の副走査面(主走査方向に直交する断面)内の曲率は、有効部内において第 1 光軸 A 1、第 2 光軸 A 2 の軸上から主走査方向の外側に向って連続的かつ対称に変化している。

【0032】

本実施形態において、レンズ面 L 1, L 2 の表現形式は特に問わない。例えば、レンズ面 L 1, L 2 は、主走査方向(y)および副走査方向(x)について 2 变数多項式で表し、

【数 1】

$$z_j = f(x, y) = \sum_m \sum_n (a_{m,n}) x^m y^n \quad \dots \quad (6)$$

$a_{m,n}$: 係数

により表すことができる。

【0033】

レンズ面 L 1 は、光軸(第 1 光軸 A 1)を含む副走査面 P L 1(図 3 参照)に関し、対称な形状をしている。また、レンズ面 L 2 は、光軸(第 2 光軸 A 2)を含む副走査面 P L 2(図 3 参照)に関し、対称な形状をしている。これにより、レンズ面 L 1, L 2 を、容易に製造することができる。レンズ面 L 1, L 2 は、例えば、これらの表面形状を反転させた金型を用い、プラスチック射出成形やガラスモールドにより製造できるが、レンズ面 L 1, L 2 が第 1 光軸 A 1、第 2 光軸 A 2 を含む副走査面 P L 1, P L 2 に関し対称であることで、この金型製作の際に行う補正や、金型および製品の形状検査が容易になる。

【0034】

f レンズ 6 の光軸(第 1 光軸 A 1、第 2 光軸 A 2)を基準に半導体レーザ 1 と同じ側には、走査開始位置の同期を取るための検出素子 8 が配置されている。一実施形態に係る走査光学装置 10 において、ポリゴンミラー 5 は、図 2 における反時計回りに回転し、図 2 の下から上に向けて光束を走査する。ポリゴンミラー 5 で偏向される光束の主走査方向の走査端のうち、開始端(図において、s o s で示した方向)のさらに外側には、ポリゴンミラー 5 で反射された光束が検出素子 8 へ向かう同期検出光路 P_{bd} が設けられている。検出素子 8 は、同期検出光路 P_{bd} を通った光束が入射できるように配置されている。

【0035】

そして、ポリゴンミラー 5 のミラー面 5 A に主走査方向に長手の線状に入射した光束はポリゴンミラー 5 で偏向された後、f レンズ 6 により集光されて、被走査面 5 1 A 上で、スポット状の像を形成する。

【0036】

ポリゴンミラー 5 で光束を偏向する光学系のレイアウトを決定する際には、偏向光の主走査方向における開始端、終了端(図 2 に e o s で示した方向)および同期検出光路 P_{bd} の方向のいずれにも入射光学系 1 4 からの光をポリゴンミラー 5 で反射できる条件を満たさなければならない。

【0037】

本実施形態のように、同期検出光路 P_{bd} が f レンズ 6 の光軸を基準として半導体レーザ 1 と同じ側にある場合、入射光学系 1 4 からの光束がポリゴンミラー 5 の回転軸 5 B とあまり近い位置で入射する関係にあると、同期検出光路 P_{bd} の方向に光束を反射できず、光束がミラー面 5 A から外れてしまうおそれがある。そのため、ポリゴンミラー 5 の回転軸(回転中心) 5 B とポリゴンミラー 5 に入射する光束の中心との距離 h は、適切な範囲に設定する必要がある。そこで、図 2 および図 4 に示すように、本実施形態では、ポリゴンミラー 5 の内接円の半径を R、ポリゴンミラー 5 のミラー面数を N、ポリゴンミラー 5 により偏向された光束が被走査面 5 1 A と直交するときにポリゴンミラー 5 から出射する方向である基準出射線 D L とポリゴンミラー 5 へ入射する光束とがなす角を [rad]

10

20

30

40

50

、光束がポリゴンミラー5により偏向されて同期検出光路P_{bd}へ向かう方向と基準出射線DLとがなす角をθ_{bd}[rad]、走査終了端におけるポリゴンミラー5で偏向された光束と基準出射線DLとがなす角をθ_{eos}[rad]、ポリゴンミラー5のミラー面5A上の主走査方向の光束幅を走査終了端と同期検出光路P_{bd}へ向かうときとでそれぞれb_{eos}, b_{bd}とするとき、hは、

$$R(\sin((\theta + \theta_{eos})/2) - \cos((\theta + \theta_{eos})/2) \times \tan(\theta/N)) + (b_{eos}/2) \times \cos((\theta + \theta_{eos})/2) < h$$

および

$$h < R(\sin((\theta + \theta_{bd})/2) + \cos((\theta + \theta_{bd})/2) \times \tan(\theta/N)) - (b_{bd}/2) \times \cos((\theta + \theta_{bd})/2) \quad \dots (1)$$

10

を満足するように設定されている。なお、hがこの(1)式を満たす場合、ポリゴンミラー5の反射位置のサグの基準出射線DLに関する対称性が、比較的低くなる。

【0038】

ところで、図1に示すように、ミラー面5Aでの反射点からレンズ面L1までの距離や、レンズ面L2から被走査面51Aまでの距離は、被走査面51A上の像高yによって変化する。また、入射光学系14からの光束がポリゴンミラー5のミラー面5Aに当たる位置は偏向方向によって異なるため、被走査面51A上では、像面湾曲などの画像の歪みが発生する。

【0039】

この画像の歪みを良好に補正するため、本実施形態の走査光学装置10においては、fレンズ6が、入射側のレンズ面L1の第1光軸A1が基準出射線DLに対して主走査面内でなす角をθ₁[deg]、第1光軸A1と出射側のレンズ面L2の第2光軸A2が主走査面内でなす角をθ₂[deg]、第1光軸A1と入射側のレンズ面L1の交点O1が基準出射線DLに対して主走査面内でシフトするシフト量をD₁[mm]、第2光軸A2と出射側のレンズ面L2の交点O2が第1光軸A1に対して主走査面内でシフトするシフト量をD₂[mm]として、

$$\begin{aligned} -0.59 &< \theta_1 < 1.0 \quad \dots (2) \\ -0.46 &< \theta_2 < 2.0 \quad \dots (3) \\ -0.6 & D_1 < 0.43 \quad \dots (4) \\ -0.17 & D_2 < 0.16 \quad \dots (5) \end{aligned}$$

20

30

のすべてを満足している。なお、θ₁、θ₂のプラスの方向は、図2における時計回りの方向(基準出射線DLから半導体レーザ1に向かって回る方向)であり、D₁、D₂のプラスの方向は、図2における上方向(基準出射線DLに直交し、半導体レーザ1がある側とは反対の方向)である。

【0040】

また、fレンズ6のレンズ面L1, L2の主走査面内の近軸曲率半径を、ポリゴンミラー5の側から順にR₁, R₂としたとき、R₁およびR₂が、0 < R₁, 0 < R₂を満足している。言い換えると、レンズ面L1が交点O1で主走査面内においてポリゴンミラー5側に凸であり、レンズ面L2が交点O2でポリゴンミラー5側に主走査面内において凸(レンズ表面の形状としては凹)となっている。

40

このような条件を満たすことによって、fレンズ6の主走査方向の端部の厚み(レンズ面L1とレンズ面L2の距離)を大きくすることができ、fレンズ6の製造が容易になる。

【0041】

そして、fレンズ6は、上記のような条件を満たすことにより、光束が基準出射線DLを通るときのポリゴンミラー5のミラー面5Aからfレンズ6の出射側のレンズ面L2の距離C₁を小さくすることができ、走査光学装置10をコンパクト化することができる。この距離C₁は、例えば、下記の実施例においては、被走査面51A上における最大走査幅(画像を形成する幅)C₂との比でいうと、C₁/C₂ = 0.21とすることができた。走査光学装置10をコンパクトにするには、C₁/C₂は、0.25より小さいの

50

が好ましい。

【0042】

次に、本発明において、像面湾曲が小さく良好な画像を露光するためのシフト量D1、D2、チルト量1、2の範囲を確認した実施例について説明する。

【実施例】

【0043】

実施例においては、f レンズ6の一対のレンズ面L1、L2を共にトーリック面とした。実施例に係る走査光学装置10のf レンズ6の主走査方向のレンズ面形状を表す多項式は、f レンズ6のレンズ面L1、L2と光軸A1、A2との交点を原点とし、光軸方向をz軸、主走査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、

【数2】

$$z = \frac{c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + cc)c_y^2 y^2}} + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} + A_{12} y^{12} \quad \dots \quad (7)$$

なる式で表わされる。ここで、 c_y 、 cc 、 A_4 、 \dots 、 A_{12} は定数である。

【0044】

また、f レンズ6のレンズ面L1（入射面）およびレンズ面L2（出射面）は、副走査方向と対応する子線方向が、

【数3】

$$s = \frac{x^2 / r'}{1 + \sqrt{1 - (x / r')^2}} \quad \dots \quad (8)$$

なる式で表わされるものである。

【0045】

ここで、レンズ面L1、L2の座標yにおける副走査方向の曲率半径r'は、光軸上の副走査方向の曲率半径の逆数を c_x として

$$r' = 1 / c_x (1 + B_2 y^2 + B_4 y^4 + B_6 y^6 + B_8 y^8 + B_{10} y^{10} + B_{12} y^{12}) \quad \dots \quad (9)$$

なる式で表わされる。ここで、 c_x 、 B_2 、 \dots 、 B_{12} は定数である。

【0046】

上記の(7)～(9)式で表されるレンズにおいて、実施例1の光学系の諸特性およびレンズの各定数は、図5に示す通りである。

実施例2～4、6～9（図8参照）は、レンズシフト量D1、レンズチルト量1、レンズ面L2のシフト量D2、レンズ面L2のチルト量2の一部の値を0に拘束するか否かを設定した上で、ORACLE社CODE VやZEMAX社ZEMAXにより、主方向、副方向の像面湾曲、f特性、リニアリティ特性が良好となるように設計したものである。また、実施例1においては、レンズシフト量D1、レンズチルト量1、レンズ面L2のシフト量D2、レンズ面L2のチルト量2のすべてを自由にして、設計をした。

また、実施例5においては、レンズ面L2のチルト量2を-0.081に拘束し、実施例10においては、レンズ面L1のチルト量1を-0.588に拘束し、レンズ面L2のチルト量2を0.200に拘束した上で同様の設計を行った。

さらに、比較例1においては、レンズ面L1のシフト量D1を-0.700、チルト量1を0、レンズ面L2のチルト量2を-0.515に拘束し、比較例2においては、レンズ面L1のチルト量1を-0.645、レンズ面L2のシフト量D2を-0.201、チルト量2を0.300に拘束した上で同様の設計を行った。

【0047】

なお、何れの実施例、比較例においても、ポリゴンミラー5の内接円の半径 $R = 7.0$ mm、ミラーの面数 $N = 4$ とした。また、 $h = 5.6$ mm、 $b_{bd} = -60.96$ deg、 $b_{eos} = 47.75$ deg とした。

このとき、 $b_{bd} = 1.870$ mm、 $b_{eos} = 5.006$ mm であり、(1)式は

$$R(\sin((+ eos)/2) - \cos((+ eos)/2) \times \tan(/N)) + (b_{eos}/2) \times \cos((+ eos)/2) = 4.909 < h$$

$$R(\sin((+ bd)/2) + \cos((+ bd)/2) \times \tan(/N)) - (b_{bd}/2) \times \cos((+ bd)/2) = 7.626 > h$$

となり、 h は(1)式を満たす。

10

【0048】

上記の設計の結果、得られた光学系の像面湾曲、 f 特性およびリニアリティ特性を実施例1について図示したグラフが、図6であり、これらの特性のPV値(Peak to Valey: 山と谷の値の差)と、各実施例および比較例のレンズシフト量D1、レンズチルト量 1、レンズ面L2のシフト量D2、レンズ面L2のチルト量 2の値をまとめたのが図8である。

20

【0049】

図8に示すように、実施例1～10においては、前記した(1)式を満たす h により、サゲが基準出射線DLに対して比較的非対称になるが、D1, D2, 1, 2を適切に与えることにより、この非対称性によって発生する像面湾曲、 f 特性、リニアリティ特性の光学特性を補正することができ、主像面湾曲および副像面湾曲のPV値がいずれも3 mm以内に収めることができた。ちなみに、特許文献1における実施例1～4(同文献の図2～図7を参照)では、いずれも像面湾曲のPV値が3 mmを大きく超えていることからも、本実施例の光学性能が優れていることが理解されるはずである。

20

【0050】

比較例1のように、D1および2がそれぞれ式(4)、(3)を満たさない場合や、比較例2のように1、D2および2がそれぞれ式(2)、(3)、(5)を満たさない場合には、最適な設計を行っても主像面湾曲PVが3 mmを超てしまうことが分かった。

30

【0051】

以上に本発明の実施形態について説明したが、本発明は、本発明の趣旨に反しない限り前記した実施形態には限定されることは当然である。例えば、ポリゴンミラーの面数は4面である場合に限られず、6面であっても構わない。

30

【符号の説明】

【0052】

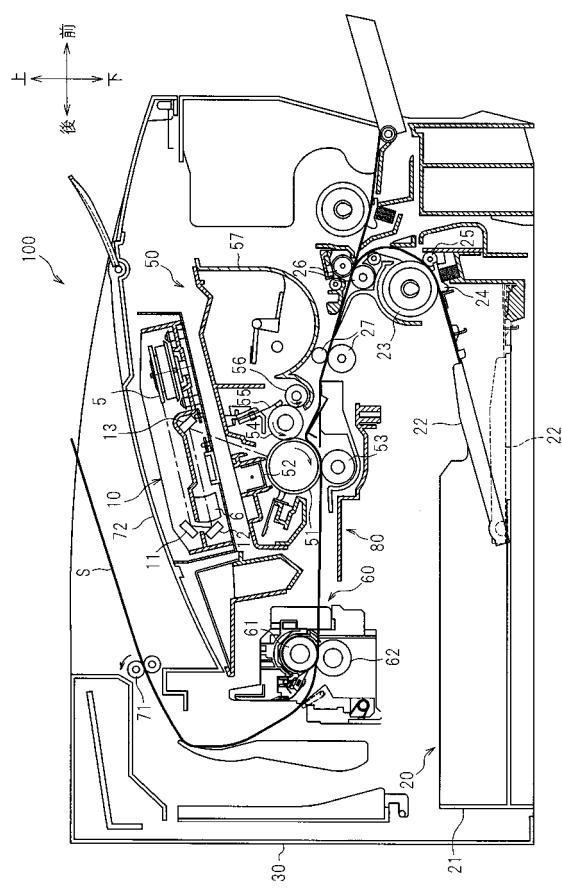
- | | |
|------|------------|
| 1 | 半導体レーザ |
| 2 | コリメートレンズ |
| 4 | シリンドリカルレンズ |
| 5 | ポリゴンミラー |
| 5 A | ミラー面 |
| 5 B | 回転軸 |
| 6 | f レンズ |
| 8 | 検出素子 |
| 10 | 走査光学装置 |
| 51 A | 被走査面 |
| 100 | レーザプリンタ |
| A1 | 第1光軸 |
| A2 | 第2光軸 |
| DL | 基準出射線 |
| L1 | レンズ面 |

40

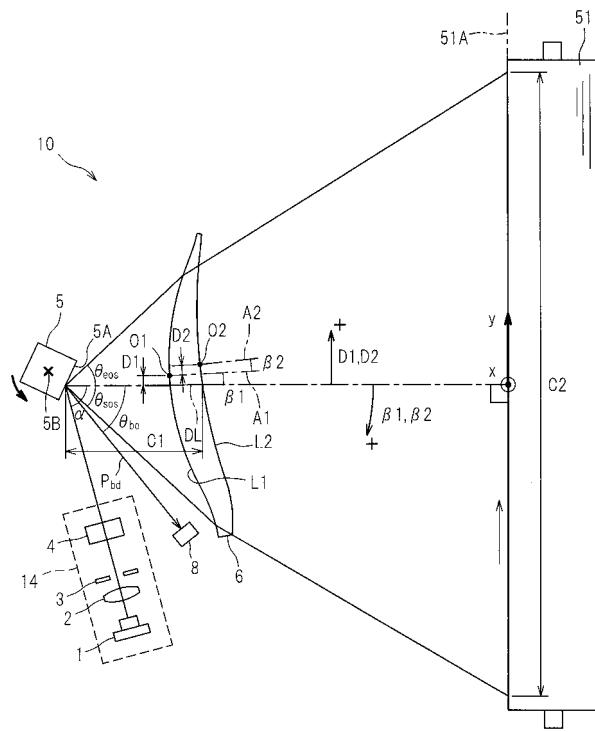
50

L 2 レンズ面

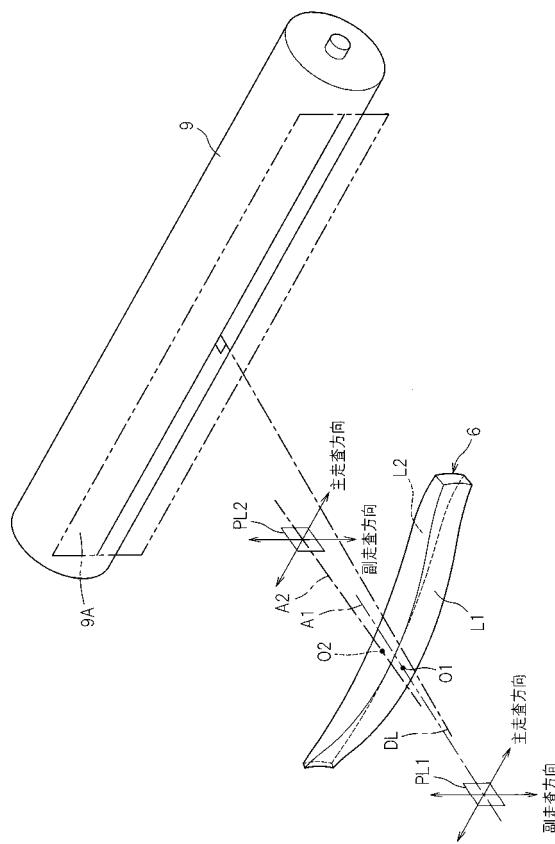
【図1】



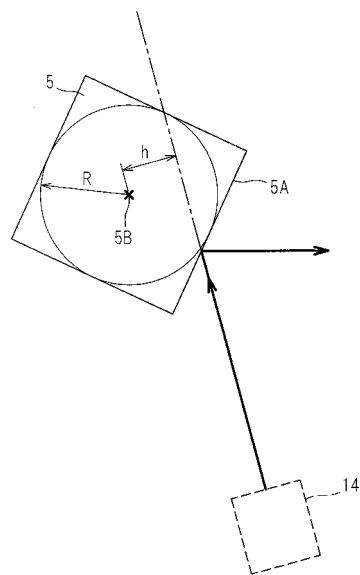
【図2】



【図3】



【図4】

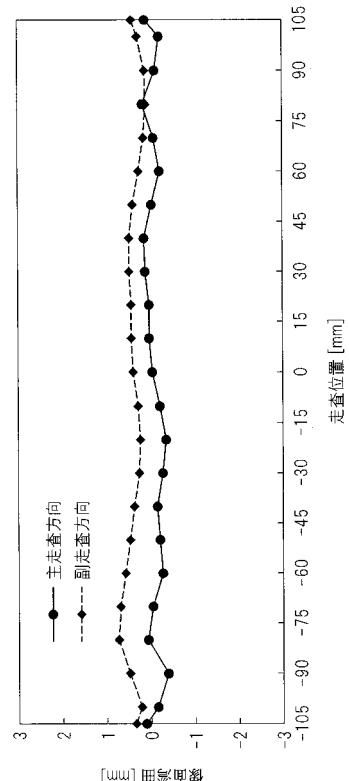


【図5】

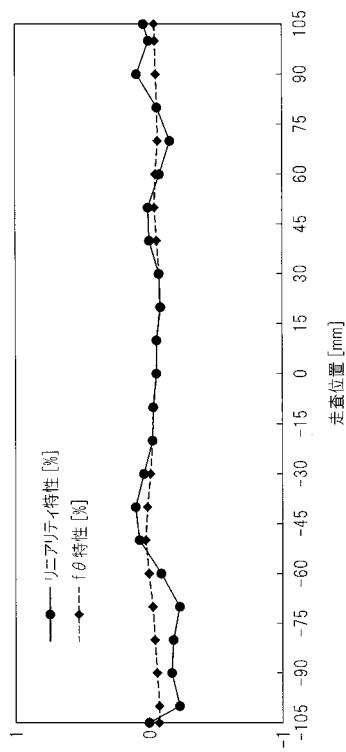
実施例1

使用波長	λ [nm]	788
$f\theta$ レンズ屈折率	n	1.503
ポリゴンミラーへの入射角度	α [deg]	90
ポリゴンミラーから $f\theta$ レンズ	e [mm]	32.7
$f\theta$ レンズ中心厚	d [mm]	13.5
$f\theta$ レンズから被走査面	f_b [mm]	98.0
$f\theta$ 係数	k [mm]	126
最大走査範囲	[mm]	± 105
ポリゴンミラー最大走査角度	θ_{eos} [deg]	47.75
ポリゴンミラーから自然収束点	f_c [mm]	256.6
同期検出光路へ向う方向と基準出射線とがなす角	θ_{bd} [deg]	-60.96
レンズの定数		
	第1面(入射面)	第2面(出射面)
Cy	1.49E-02	6.26E-03
cc	-1.68E+01	-1.03E+02
A ₄	-2.05E-06	-2.92E-06
A ₆	1.36E-09	1.15E-09
A ₈	-5.37E-13	-3.28E-13
A ₁₀	1.18E-16	5.18E-17
A ₁₂	-1.09E-20	-2.94E-21
Cx	-7.94E-02	-1.06E-01
B ₂	1.34E-03	5.05E-04
B ₄	1.22E-07	-4.30E-07
B ₆	-1.09E-09	2.28E-10
B ₈	7.75E-13	-1.22E-13
B ₁₀	-2.15E-16	4.22E-17
B ₁₂	2.34E-20	-5.42E-21
レンズシフト量	D ₁ [mm]	-0.265
レンズチルト量	β_1 [deg]	-0.185
レンズ面シフト量	D ₂ [mm]	0.042
レンズ面チルト量	β_2 [deg]	-0.245

【図6】



【図7】



【図8】

	D1 [mm]	β_1 [deg]	D2 [mm]	β_2 [deg]	主像面溝幅PV [nm]	副像面溝幅PV [nm]	$f\theta$ 特性PV [%]	リニアティ特性PV [%]	判定
実施例1	-0.265	-0.185	0.012	-0.245	0.56	0.61	0.110	0.353	OK
実施例2	0.000	-0.303	-0.019	-0.090	1.07	1.04	0.098	0.273	OK
実施例3	-0.490	0.000	0.140	-0.384	1.36	0.69	0.096	0.344	OK
実施例4	-0.182	-0.250	0.000	-0.193	0.57	0.71	0.128	0.149	OK
実施例5	-0.017	-0.291	-0.018	-0.081	1.02	1.25	0.092	0.266	OK
実施例6	0.000	-0.279	0.020	-0.091	1.13	1.07	0.082	0.251	OK
実施例7	0.000	0.000	0.144	0.087	2.74	1.52	0.065	0.267	OK
実施例8	-0.520	0.000	0.160	-0.401	1.35	0.67	0.074	0.471	OK
実施例9	-0.600	0.000	0.149	-0.453	1.55	0.52	0.100	0.326	OK
実施例10	0.429	-0.588	0.170	0.200	2.74	1.78	0.066	0.192	OK
最大値	0.429	0.000	0.160	0.200					
最小値	-0.600	-0.588	-0.170	-0.453					
比較例1	-0.700	0.000	0.100	-0.515	3.74	0.49	0.160	0.27	NG
比較例2	0.560	-0.645	-0.201	0.300	3.24	1.53	0.060	0.21	NG

フロントページの続き

(72)発明者 中村 佳史

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 プラザー工業株式会社内

F ター&ム(参考) 2C362 AA03 BA04 BA86 BB14

2H045 AA01 CA33 CA88

2H087 KA18 KA19 LA22 NA11 PA01 PA17 PB01 RA06 RA32

5C072 AA03 BA04 DA02 DA04 HA02 HA09 HA13 XA05