

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 6 部門第 2 区分
 【発行日】平成 29 年 2 月 9 日 (2017.2.9)

【公開番号】特開 2015-125210 (P2015-125210A)
 【公開日】平成 27 年 7 月 6 日 (2015.7.6)
 【年通号数】公開・登録公報 2015-043
 【出願番号】特願 2013-268340 (P2013-268340)
 【国際特許分類】

G 0 2 B 26/10 (2006.01)

B 4 1 J 2/44 (2006.01)

H 0 4 N 1/113 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 26/10 B

B 4 1 J 3/00 D

H 0 4 N 1/04 1 0 4 A

【手続補正書】
 【提出日】平成 28 年 12 月 21 日 (2016.12.21)
 【手続補正 1】
 【補正対象書類名】特許請求の範囲
 【補正対象項目名】全文
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項 1】

複数の発光点を有する光源と、
 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、
 前記光源から出射した光束を前記偏向器に導く光学素子と、
 前記光学素子から出射して前記偏向器に導かれる光束の一部を制限する絞りと、
 を有し、

前記光源から前記絞りまでの距離を L_x (mm)、前記光学素子の焦点距離を f_{col} (mm)、前記複数の発光点のうち前記光学素子の光軸から主走査方向に最も離れた発光点と前記光軸との主走査方向における距離を y_{LD} (mm)、とするとき、

【数 1】

$$\left| \frac{(L_x - 2f_{col})y_{LD}}{f_{col}} \right| \geq 0.2$$

なる条件を満たし、

前記絞りに設けられた開口の主走査方向における幅を D_y (mm)、前記光源から出射する光束のファーストフィールドパターンの半値全角を FFP_y (度)、とするとき、

【数 2】

$$\tan\left(\frac{FFP_y}{2}\right) \geq \frac{D_y}{2f_{col}}$$

なる条件を満たし、

主走査断面内において前記光源から出射する光束のマーギナル光線と最も強度が高い光線との成す角度 θ_y (度) を

【数 3】

$$\phi_y = \tan^{-1} \left(\frac{0.5D_y + \frac{(L_x - 2f_{\text{col}})y_{\text{LD}}}{f_{\text{col}}}}{f_{\text{col}}} \right)$$

なる式で定義するとき、

【数 4】

$$\exp \left(-4 \left(\ln 2 \right) \left(\frac{\phi_y}{\text{FFP}_y} \right)^2 \right) \geq 0.27$$

なる条件を満たすことを特徴とする光走査装置。

【請求項 2】

前記複数の発光点の夫々の光量を互いに異なる調整量で調整する制御手段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】

前記絞りと前記偏向器との間に配置され、光束を透過光と反射光とに分離する分離手段を有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】

前記反射光の光量を検出する検出手段を有し、前記偏向器は前記透過光を偏向することを特徴とする請求項 3 に記載の光走査装置。

【請求項 5】

$$\frac{\text{FFP}_y}{10^\circ}$$

なる条件を満たす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】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光走査装置と、該光走査装置によって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 7】

請求項 1 乃至 5 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。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】光走査装置及びそれを有する画像形成装置

【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や複写機などの画像出力部における光走査装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、レーザービームプリンタや複写機などの画像出力部における光走査装置において、樹脂モールド成型での結像光学素子の製造による低コスト化、面発光型の半導体レーザー（VCSEL）による高速化、及び、小スポット化による高精細化が進んでいる。

【 0 0 0 3 】

モールド成型での結像光学素子の製造では、生産性の向上のために同一の部品を複数個同時に製造するため、同一部品間に性能のばらつきが生じ、特にピント方向のばらつきが大きくなる。

【 0 0 0 4 】

スポット径は錯乱円と同義であるため、高精細化のために小スポット化を進めるとことは、深度幅の縮小を意味する。そのため僅かなピントズレが許容深度を越える原因となり、特に軸外は軸上に比べ収差の影響を受け更に深度幅の縮小に繋がる。

【 0 0 0 5 】

さらに、高速化のためのマルチビーム化による課題としては、次のようなものがある。半導体レーザーは一般的に出射方向に垂直な方向においてガウス分布型の強度分布（ファーフールドパターン：FFP）を持つ。複数の発光点の位置によっては、被走査面上のスポット径を制御するために配置される絞りによりFFPのけられ具合が変わる。光軸から離れた発光点ほどその影響は大きいため、絞りを通過する各発光点からの光束の強度分布は非対称となる。この非対称性の増大は、スポット径の肥大化、深度幅の狭小化を招く。特に、面発光型の半導体レーザーは従来の端面発光型の半導体レーザーに比べてFFPが狭くなる傾向があるため、強度分布が非対称になりやすい。

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 は、スポット径を維持し深度幅を確保する方法として、単一の発光点において、走査光学装置内に配置されている絞りの開口の大きさを入射する光束の幅（FFPの $1/e^2$ 強度スライス）に対して所定の比率になるように制御する方法が開示されている。

【 0 0 0 7 】

特許文献 2 は、2次元配列のマルチビームにおいて、発光点の位置と絞り位置とコリメータの焦点距離の関係を絞りの開口の大きさと入射する光束の幅の比率が所定の比率になるように制御する方法が開示されている。特許文献 2 に開示されている技術では、マルチビームのビーム間で絞りにおいて光束のけられ具合が同一になるようにすることで、マルチビーム間のスポット径と深度幅を同一にすることができる。また、従来の2～4ビームのマルチビームのような発光点が軸上近傍にある場合は、絞り位置が比較的広範囲におけるために絞りを任意の位置に置くことが可能である。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開平 1 1 - 3 1 1 7 4 8 号公報

【 特許文献 2 】 特許第 3 1 7 0 7 9 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

特許文献 1 に開示されている技術では、単一の発光点でさらに、絞りを通過した光束は対称な強度分布を有することが前提の技術であり、マルチビームの外側にある発光点のように絞りを通過した光束が非対称な強度分布を有する光学系に関してなんら技術的な考察がなされていない。

近年では高速化のために8ビーム以上のマルチビームを使用することがあり、発光点位置が軸上から離れている系において、特許文献 2 に記載の構成では、絞りをコリメータの像側の焦点位置近傍に配置する必要がある。走査光学装置において、マルチビームの場合、偏向器に入射する光線の角度が、走査系のピントズレによる、各発光点間の書き出し位置のズレに影響を与えるため、絞りは偏向器近傍に配置する必要がある。そのため、多ビームの場合、特許文献 2 に記載の構成では絞りの配置は制限されてしまい、絞り位置を偏向器近傍に配置することが困難となる。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記の課題を解決するために、マルチビームにおいて、絞り端部での強度が

所定の強度以上になるように光学部品の焦点距離を制御し、深度幅を確保しつつ、低コスト化、高精細化、高速化を同時に実現する光走査装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明の光走査装置は、複数の発光点を有する光源と、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、前記光源から出射した光束を前記偏向器に導く光学素子と、前記光学素子から出射して前記偏向器に導かれる光束の一部を制限する絞りと、を有し、前記光源から前記絞りまでのを L_x (mm)、前記光学素子の焦点距離を f_{col} (mm)、前記複数の発光点のうち前記光学素子の光軸から主走査方向に最も離れた発光点と前記光軸との主走査方向における距離を y_{LD} (mm)、とするとき、

【数1】

$$\left| \frac{(L_x - 2f_{col})y_{LD}}{f_{col}} \right| \geq 0.2$$

なる条件を満たし、前記絞りに設けられた開口の主走査方向における幅を D_y (mm)、前記光源から出射する光束のファーストフィールドパターンの半値全角を FFP_y (度)、とすとき、

【数2】

$$\tan\left(\frac{FFP_y}{2}\right) \geq \frac{D_y}{2f_{col}}$$

なる条件を満たし、主走査断面内において、前記光源から出射する光束のマーギナル光線と最も強度が高い光線との成す角度を ϕ_y (度)を

【数3】

$$\phi_y = \tan^{-1} \left(\frac{0.5D_y + \frac{(L_x - 2f_{col})y_{LD}}{f_{col}}}{f_{col}} \right)$$

となる式で定義するとき、

【数4】

$$\exp\left(-4\left(\ln 2\right)\left(\frac{\phi_y}{FFP_y}\right)^2\right) \geq 0.27$$

なる条件を満たすことを特徴とする光走査装置。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば深度幅を確保しつつ、低コスト化、高精細化、高速化を同時に実現する光走査装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1の実施例に係る走査光学装置を表す概略図

【図2】図1の光源から絞りまでの部分を抜き出し、簡略化した拡大図

【図3】絞り4の端部における最も低い強度に対する、スポット径の肥大率と深度幅の減少率を表すグラフ

【図4】絞り4における強度に対するスポット径の肥大率を表したグラフ

【図5】絞り4における強度分布を表した図

【図6】第1の実施例の変形例の絞り4における強度分布を表した図

【図 7】本発明の第 2 の実施例に係る走査光学装置を表す概略図

【図 8】第 2 の実施例の絞り 4 における強度分布を表した図

【図 9】本発明の第 3 の実施例に係る走査光学装置を表す概略図

【図 10】第 3 の実施例の主走査絞り 105 における強度分布を表した図

【図 11】本発明の走査光学装置を有する画像形成装置の概略図

【図 12】本発明の走査光学装置を有するカラー画像形成装置の概略図

【発明を実施するための形態】

【0014】

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。

尚、以下の説明において、主走査方向とは偏向器の回転軸（または揺動軸）及び結像光学系の光軸に垂直な方向（偏向器で光束が反射偏向（偏向走査）される方向）である。副走査方向とは偏向器の回転軸（または揺動軸）と平行な方向である。主走査断面とは結像光学系の光軸と主走査方向とを含む平面である。副走査断面とは結像光学系の光軸を含み主走査断面に垂直な断面である。副走査方向の露光分布の作成は、主走査露光毎に、感光体を副走査方向に移動（回転）させることによって達成している。

【実施例 1】

【0015】

以下、図 1 から図 6 を参照して、本発明の第 1 の実施例による、発明の詳細について説明する。

【0016】

図 1 は本発明の第 1 の実施例に係る走査光学装置を表す概略図である。図 2 は図 1 の光源から絞りまでの部分を抜き出し、簡略化した拡大図である。図 3 は絞り 4 の端部における最も低い強度に対する、スポット径の肥大率と深度幅の減少率を表すグラフである。図 4 は絞り 4 における強度に対するスポット径の肥大率を表したグラフである。図 5 は絞り 4 における強度分布を表した図である。図 6 は第 1 の実施例の変形例で（a）は設計上の絞り 4 における強度分布を表した図であり、（b）は公差が発生した場合の絞り 4 における強度分布を表したものである。

【0017】

図 1 において、1 は複数の発光点が 1 次元的に配列された光源であり、発光点のそれぞれは、出射方向に垂直な方向において一様でない強度分布を有する光を出射する光源である。光源 1 は、例えば、端面発光型のレーザーや面発光型の半導体レーザーである VCSEL により構成される。2 は正のパワーを有する光学素子（コリメータレンズ）であり、光源 1 より出射された光束を略平行な光束に変換している。ここで略平行とは、若干の発散光束もしくは若干の収束光束の場合を含むことを意図し、マージナル光線の角度差が 5 度以下のことである。

【0018】

3 はシリンドリカルレンズであり、副走査方向（副走査断面内）のみに有限のパワー（屈折力）を有している。4 は開口絞りであり、集光レンズ 2 から出射した光束を最適なビーム形状に成形している。5 は光偏向器であり、モーター等の駆動手段（不図示）により一定方向（図中 A の方向）に一定速度で回転している。6、7 は主走査断面内と副走査断面内とで異なるパワーを有する結像レンズ（アナモフィックレンズ）である。10 は被走査面であり、感光ドラムなどの感光体であり、図中の矢印 B の方向に光が走査している。

【0019】

本実施例において、半導体レーザーなどの光源 1 より出射した光束はコリメータレンズなどの光学素子 2 によって略平行な光束に変換される。続いて、シリンドリカルレンズ 4 によって副走査断面内において偏向面近傍で収束する光束に変換される。そして、開口絞りなどの絞り 3 により光束径が制限され、その後、ポリゴンミラーなどの偏向器 5 に入射する。

【0020】

続いて、偏向器 5 により偏向された光束がアナモフィックレンズ 6、7 を通り、感光ド

ラムなどの被走査面 10 を等速度で走査する第 2 の光学系がある。偏向器 5 は A の方向に回転しており、被走査面 10 を B の方向に走査している。

【 0 0 2 1 】

本発明の走査光学装置は、それぞれが一様でない強度分布を持った光を発光する複数の発光点を有する光源と、光源から発光した光束が入射する正のパワーを有する光学素子と、光学素子より出射した光束の一部を制限する絞りと、絞りを通じた光束を偏向する偏向器と、を有する。また、走査光学装置は、光源 1 から絞り 4 までの距離 (mm) を L_x 、光学素子 2 の焦点距離 (mm) を f_{col} 、光学素子 2 の光軸から主走査方向に最も遠い位置にある光源 1 の発光点における、光学素子 2 の光軸と光源 1 の交点からの主走査方向の距離 (mm) を y_{LD} とするとき、

【 数 5 】

$$\left| \frac{(L_x - 2f_{col})y_{LD}}{f_{col}} \right| \geq 0.2 \quad (1)$$

を満たす。さらに、本発明の走査光学装置は、絞り 4 の主走査方向の直径 (mm) を D_y 、光源 1 の発光点から出射される光のファーストフィールドパターンの半値全角 (度) を FFP_y とするとき、

【 数 6 】

$$\tan\left(\frac{FFP_y}{2}\right) \geq \frac{D_y}{2f_{col}} \quad (2)$$

を満たし、主走査方向に最も離れた発光点は、

【 数 7 】

$$\exp\left(-4(\ln 2)\left(\frac{\phi_y}{FFP_y}\right)^2\right) \geq 0.27 \quad (3)$$

を満たすことを特徴とする。ただし、 ϕ_y は光源 1 の発光点における主走査断面内でのマージナル光線と最も強度が 高い 光線との成す角度 (度) であり、

【 数 8 】

$$\phi_y = \tan^{-1}\left(\frac{0.5D_y + \frac{(L_x - 2f_{col})y_{LD}}{f_{col}}}{f_{col}}\right) \quad (4)$$

と定義される。

【 0 0 2 2 】

表 1 に本実施例における入射光学系の諸特性、表 2 に本実施例における走査光学系の諸特性を示す。

【 0 0 2 3 】

各レンズ面と光軸との交点を原点とし、光軸方向を X 軸とし、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。

【 0 0 2 4 】

光学素子 2 は回転対称なレンズで、収差補正のために非球面形状を有するガラスモデルレンズである。その形状は次式で表される。

【数 9】

$$x = \frac{\frac{\sqrt{y^2+z^2}}{R}}{1 + \sqrt{1 - (1+k) \left(\frac{\sqrt{y^2+z^2}}{R} \right)^2}} + C_2(y^2+z^2) + C_4(y^2+z^2)^2 + C_6(y^2+z^2)^3 \quad (5)$$

なお、Rは曲率半径、kは離心率、 C_i ($i = 2, 4, 6$) は非球面係数である。

【0025】

アナモフィックレンズ6、アナモフィックレンズ7における各レンズ面の主走査断面の非球面形状は、

【数10】

$$x = \frac{y^2/R}{1 + (1 - (1+k)(y/R)^2)^{1/2}} + \sum_{i=4}^{16} B_i y^i \quad (6)$$

なる式で表される。

なお、Rは曲率半径、kは離心率、 B_i ($i = 4, 6, 8, 10 \dots$) は非球面係数である。

【0026】

ここで、Yのプラス側とマイナス側で係数が異なる場合は、プラス側の係数には添字uを附し、マイナス側終了側の係数には添字lを附している。

また、アナモフィックレンズ6の入射面と射出面、およびアナモフィックレンズ7の入射面における各レンズ面の副走査断面の非球面形状は、

【数11】

$$S = \frac{z^2/r'}{1 + (1 - (z/r')^2)^{1/2}} \quad (7)$$

なる式で表される。Sは母線上の任意の点において母線の面法線を含み主走査断面と垂直な面内に定義される子線形状である。

【0027】

ここで、副走査断面の曲率半径 r' は、レンズ面のY座標により連続的に変化し、

【数12】

$$r' = r \left(1 + \sum_{j=2}^{10} D_j y^j \right) \quad (8)$$

で表される。

【0028】

アナモフィックレンズ7の出射面における副走査断面の非球面形状は、

【数13】

$$S = \frac{z^2/r'}{1 + (1 - (z/r')^2)^{1/2}} \quad (9)$$

なる式で表される。Sは母線上の任意の点において母線の面法線を含み主走査断面と垂直な面内に定義される子線形状である。

【0029】

ここで、副走査断面の曲率半径 r' は、レンズ面のY座標により連続的に変化し、

【数14】

$$\frac{1}{r'} = \frac{1}{r} + \sum_{j=2}^{10} D_j y^j \quad (10)$$

で表される。

【 0 0 3 0 】

(7) 式から (1 0) 式において r は光軸上における副走査断面の曲率半径、 D_j ($j = 2, 4, 6, 8, 10 \cdots$) は副走査断面の曲率半径の変化係数である。

【 0 0 3 1 】

ここで、 Y のプラス側とマイナス側で係数が異なる場合は、プラス側の係数には添字 u を附し、マイナス側終了側の係数には添字 1 を附している。

また、副走査断面は非球面形状でありレンズ面の Y 座標により連続的に変化しており、 Y の 1 0 次関数で表される形状となっている。

ただし、表 1、2 において、「 $E - x$ 」は、「 $1 0 - x$ 」を意味している。

【 0 0 3 2 】

【表 1】

光源1の諸特性					
発光点の数	N (個)	32			
配列	(次元)	1			
ピッチ	pitch (mm)	0.05			
波長	λ (nm)	670			
主走査方向の半値全角	FFPy(°)	10			
副走査方向の半値全角	FFPz(°)	10			
主走査方向の傾き	Ytilt(°)	0			
副走査方向の傾き	Ztilt(°)	0			
屈折率					
光学素子2	N2	1.58			
シリンダリカルレンズ3	N3	1.53			
光学素子2、シリンダリカルレンズ3の形状				光学素子2の非球面係数	
		主走査方向	副走査方向	入射面	出射面
光学素子2の入射面の曲率	r2a (mm)	-100	-100	K	0
光学素子2の出射面の曲率	r2b (mm)	16.62	16.62	C2	0
シリンダリカルレンズ3の入射面の曲率	r3a (mm)	∞	-30.26	C4	-2.30E-05
シリンダリカルレンズ3の出射面の曲率	r3b (mm)	∞	∞	C6	-5.84E-08
焦点距離					
光学素子2	fcol (mm)	25			
シリンダリカルレンズ3	fcyl (mm)	57			
検知光学系、配置					
光源1～レンズ入射面2a	d0 (mm)	22.8			
レンズ入射面2a～レンズ出射面2b	d1 (mm)	3.98			
レンズ出射面2b～レンズ入射面3a	d2 (mm)	17.22			
レンズ入射面3a～レンズ出射面3b	d3 (mm)	3			
レンズ出射面3b～絞り4	d4 (mm)	33			
絞り4～ポリゴン偏向面5a	d5 (mm)	22.5			
光源1～ポリゴン偏向面5a	d total1 (mm)	102.5			

【 0 0 3 3 】

【表 2】

fθ 係数走査角、画角			アナモフィックレンズ6 母線形状			アナモフィックレンズ6 子線形状		
fθ 係数	k(mm/rad)	200		入射面6a	出射面6b		入射面6a	出射面6b
走査幅	W(mm)	335		光源側	光源側		光源側	光源側
最大画角	θ(deg)	48	R	-7.12389E+01	-4.14980E+01	r	-1.00000E+03	-1.00000E+03
波長、屈折率			ku	2.17680E+00	6.42947E-02	D2u	0	0
使用波長	λ (nm)	670	B4u	3.69128E-06	2.77878E-06	D4u	0	0
アナモフィックレンズ6 屈折率	N1	1.5273	B6u	8.27275E-11	1.17980E-09	D6u	0	0
アナモフィックレンズ7 屈折率	N2	1.5273	B8u	1.95630E-13	2.10270E-13	D8u	0	0
走査光学系、配置			B10u	3.54758E-17	2.07452E-16	D10u	0	0
ポリゴン偏向面5a～レンズ入射面6a	d6(mm)	26.5		反光源側	反光源側		反光源側	反光源側
レンズ入射面6a～レンズ出射面6b	d7(mm)	9.6	kl	2.17680E+00	6.42947E-02	D2l	0	0
レンズ出射面6b～レンズ入射面7a	d8(mm)	67.9	B4l	3.69128E-06	2.77878E-06	D4l	0	0
レンズ入射面7a～レンズ出射面7b	d9(mm)	5.5	B6l	8.27275E-11	1.17980E-09	D6l	0	0
レンズ出射面7b～被走査面8	d10(mm)	126.74	B8l	1.95630E-13	2.17551E-13	D8l	0	0
ポリゴン偏向面5a～被走査面8	d total2(mm)	236.24	B10l	3.54758E-17	2.02442E-16	D10l	0	0
入射角(入射光学系)			アナモフィックレンズ7 母線形状			アナモフィックレンズ7 子線形状		
主走査方向 入射角	α(deg)	70		入射面7a	出射面7b		入射面7a	出射面7b
				光源側	光源側		光源側	光源側
			R	-8.24438E+02	7.68000E+02	r	-1.00000E+02	-2.36478E+01
			ku	0	-5.89704E+02	D2u	0	7.00884E-05
			B4u	0	-2.57008E-07	D4u	0	-1.56168E-08
			B6u	0	2.17131E-11	D6u	0	2.15646E-12
			B8u	0	-1.47843E-11	D8u	0	-1.68590E-16
			B10u	0	4.78126E-20	D10u	0	5.61186E-21
				反光源側	反光源側		反光源側	反光源側
			kl	0	-5.89704E+02	D2l	2.45000E-06	1.25282E-04
			B4l	0	-2.57008E-07	D4l	-1.68000E-10	-1.52826E-08
			B6l	0	2.17131E-11	D6l	0	2.83271E+12
			B8l	0	-1.47843E-11	D8l	0	-3.04294E-16
			B10l	0	4.78126E-20	D10l	0	1.06411E-20

【0034】

図2を用いて、発明の効果の詳細に説明する。

図2において、光学素子2を主平面位置での薄肉レンズとし、シリンドリカルレンズ3は主走査方向にパワーを持たないので、説明を簡略化するために省いているが、光学的にはほぼ等価なものと考えてよい。

【0035】

21は光源1の中心点であり、光学素子2の光軸と光源1の交点に位置している。この点は、実際に発光点がなくとも、基準点として扱う点であるため、仮想発光点として扱ってもよい。

22は光源1の端部発光点であり、中心点21から最も離れた位置に存在する発光点である。この点は実際の発光点である。

23は光学素子2の焦点であり、像側の焦点位置である。

【0036】

240は強度中心線であり、発光点21から出射した最も強度の高い光線である。241は光線であり、発光点21から出射したマージナル光線であり、主走査方向の正側にある光線である。242は光線であり、発光点21から出射したマージナル光線であり、主走査方向の負側にある光線である。

【0037】

250は強度中心線であり、端部発光点22から出射した最も強度の高い光線である。251は光線であり、端部発光点22から出射したマージナル光線であり、主走査方向の正側にある光線である。252は光線であり、端部発光点22から出射したマージナル光線であり、主走査方向の負側にある光線である。

【0038】

初めに、本発明の走査光学装置の特徴である式(1)、

【数15】

$$\left| \frac{(L_x - 2f_{\text{col}})y_{\text{LD}}}{f_{\text{col}}} \right| \geq 0.2 \quad (1)$$

について説明する。ここで、 L_x は光源1から絞り4までの距離(mm)、 f_{col} は光学素子2の焦点距離(mm)、 y_{LD} は光学素子2の光軸から主走査方向に最も遠い位置にある光源1の発光点における、光学素子2の光軸と光源1の交点からの主走査方向の距離(mm)である。

【0039】

光源1の端部発光点22より出射した強度中心線250は、光学素子2で屈折する。その後、焦点23を通過する。そして、絞り4に到達する。

【0040】

この時、強度中心線250の絞り4の中心からのずれ量 y は次式により求められる。

【数16】

$$\Delta y = \frac{(L_x - 2f_{col})y_{LD}}{f_{col}} \quad (11)$$

ここで、 L_x は光源1から絞り4までの距離(mm)、 f_{col} は光学素子2の焦点距離(mm)、 y_{LD} は主走査方向に最も遠い位置にある光源の発光点における、光学素子2の光軸と光源1の交点からの主走査方向の距離(mm)である。

【0041】

強度中心線250の絞り4の中心からのずれ量 y は、光学素子2と絞り4が離れているほど大きく、端部発光点22が中心点21より離れているほど大きくなる。ずれ量 y が大きくなればなるほど絞り4を通過した後の強度分布の非対称さが大きくなり、後に説明する図3のようにスポット径の肥大(図3a)と深度減少(図3b)につながる。特に、本発明は、このずれ量 y が0.2以上である構成において、スポット径の肥大を抑え、深度幅を確保する効果を顕著に得ることができる。

【0042】

走査光学装置において、一般的に使用されている4ビームの場合、例えば、発光点のピッチが100 μm のとき、中心点21から端部発光点22までの距離 y_{LD} は150 μm である。

【0043】

この時、本実施例における、光学素子2の焦点距離25mmと光源1から絞り4までの距離80mmを用いて計算すると、式(1)は0.18となり、0.2よりも小さな値となっている。ところが、本実施例のように、高速化対応のために、発光点を32個有する光源1を使用するとき、その発光点のピッチを50 μm にしたとしても、中心点21から端部発光点22までの距離 y_{LD} は775 μm となる。この場合、本実施例における、光学素子2の焦点距離25mmと光源1から絞り4までの距離80mmを用いて計算すると、式(1)よりずれ量 y は0.93となり、0.2よりも大きくなる。

【0044】

続いて、式(2)、

【数17】

$$\tan\left(\frac{FFP_y}{2}\right) \geq \frac{D_y}{2f_{col}} \quad (2)$$

について説明する。ここで、 D_y は絞りの主走査方向の直径(mm)、 FFP_y は光源の発光点から出射される光のファースフィールドパターンの半値全角(度)、 f_{col} は光学素子2の焦点距離(mm)である。この式は、光源1の中心点21から出射された光束に対する条件式である。

【0045】

絞り4を通過する光束の強度分布が、光束の進行方向に対して垂直な方向において一様である場合を理想的な系として考えた場合、その時は絞り4における光束の端部強度は中心強度に対して100%である。

【0046】

これに対して、半導体レーザーを使用する限り、射出する光束はファースフィールドパタ

ーン（FFP）と呼ばれる強度分布を有する。一般的に、従来の端面発光型の半導体レーザーでは、FFPの半値全角（強度が50%になる放射角度の全幅）は10度より大きい。それに対して、本実施例で使用しているような面発光型の半導体レーザーの場合、構造上の性質からFFPの半値全角は10度以下であることが多く、端面発光型の半導体レーザーに比べて、面発光型の半導体レーザーの方がFFPの半値全角は狭くなりやすい。

【0047】

そのため、光学素子2のFナンバーが小さくなるにつれて、絞り上での端部強度も小さくなっていく。絞り上での端部強度が小さくなっていくと、図4に示したように、スポット径が徐々に肥大化していく。

【0048】

通常、絞りの大きさが決まると、光学系のFナンバーは決まるため、スポット径は一義的に決まる。ところが、絞りにおける端部強度が変わると、有効なFナンバーが変わるため、絞りを通過する光束の端部強度の違いによってスポット径に影響を与える。

【0049】

図4より、スポット径の肥大を5%まで許容する場合、絞り端部におけるFFPの強度を50%以上確保する必要がある。

【0050】

本実施例において、絞り4における光束の端部強度を50%以上確保するためには、次式を満たす必要がある。

【数18】

$$\tan\left(\frac{\text{FFP}_y}{2}\right) \geq \frac{1}{2F_{no}} = \frac{D_y}{2f_{col}} \quad (12)$$

ここで、 FFP_y は光源1から出射される主走査方向の半値全角（°）、 F_{no} は光学素子2のFナンバー、 D_y は絞り4の主走査方向における直径（mm）である。

【0051】

本実施例において、 FFP_y は10°、 D_y は4mm、 f_{col} は25mmであるので、式(2)の左辺は0.087、式(2)の右辺は0.080となり、式(2)を満たす。本実施例において、軸上のスポット径は、強度分布が一様な理想的な場合のスポット径は、46.9μmである。それに対し、FFPを考慮した場合は、49.1μmとなる。この時、肥大量は4.69%である。以上のように、式(2)を満たすように走査光学装置を構成することで、光源1の中心点21より出射した光束のスポット径の理想的な系からの、光学素子2の光軸から主走査方向に最も遠い位置にある光源1の発光点からの光束のスポット径の肥大量は5%以内に抑えられる。

【0052】

最後に、式(3)、

【数19】

$$\exp\left(-4(\ln 2)\left(\frac{\phi_y}{\text{FFP}_y}\right)^2\right) \geq 0.27 \quad (3)$$

について説明する。ここで、 ϕ_y は光源1の発光点における主走査方向のマージナル光線と最も強度が高い光線との成す角度（度）であり、

【数20】

$$\phi_y = \tan^{-1}\left(\frac{0.5D_y + \frac{(L_x - 2f_{col})y_{LD}}{f_{col}}}{f_{col}}\right) \quad (4)$$

と定義される。式(3)は、光源1の主走査方向に最も遠い位置にある発光点である端部発光点22から出射された光束に対する条件式である。光源1の端部発光点22から出射した光線250は絞り4において、式(11)で示した y だけ絞り4の中心からずれる。そのため、図5のように、中心点21から出射した光束の絞り4を通過する強度分布が絞り中心に対して対称であるのに対して、端部発光点22から出射した光束の絞り4を通過する強度分布は絞り中心に対して非対称になる。図5に示した最低強度 I_{min} は、次式(13)で求めることができる。

【0053】

【数21】

$$I_{min} = \exp \left(-4(\ln 2) \left(\frac{\phi_y}{FFP_y} \right)^2 \right) \quad (13)$$

ここで、 y は前記光源1の発光点22における主走査方向のマージナル光線と最も強度が高い光線との成す大きい側の角度(度)であり、式(4)で表される。最低強度 I_{min} が小さくなると、絞り端部での強度が小さくなり有効なFnoが大きくなるので光学的に暗くなるため、図3のようにスポット径の肥大(図3(a))が生じ、深度幅の減少(図3(b))を招く。

【0054】

ピント変動によりスポット径も変動するため、許容深度に収めるためには例えば、60 μ m以下の小スポットタイプの走査系では発光点間隔による深度の減少を10%程度以下に抑える必要がある。深度の減少を10%以内に抑えるためには、図3(b)より、最低強度 I_{min} を27%以上確保する必要がある。更に、深度減少量を5%以内に抑えるために、図3(b)より最低強度 I_{min} を38%以上確保することがより好ましい。

【0055】

そのため、式(13)より、次式(14)を満たすように、光学系の構成を決める必要がある。

【数22】

$$I_{min} = \exp \left(-4(\ln 2) \left(\frac{\phi_y}{FFP_y} \right)^2 \right) \geq 0.27 \quad (14)$$

【0056】

本実施例において、 FFP_y は10°、 D_y は4mm、 f_{col} は25mm、 L_x は80mm、 y_{LD} は0.775mmであるので、最低強度 I_{min} は28.8%となり、式(3)を満たす。

この時、ゼロ像高における、中心点21より出射された光束のスポット径は49.1 μ mであり、端部発光点22より出射された光束のスポット径は49.6 μ mである。従って、スポット径の肥大量は、1.01%である。

【0057】

また、ゼロ像高における、中心点21より出射された光束の深度幅は、60 μ mスライスで6.62mmであり、端部発光点22より出射された光束の深度幅は、5.98mmである。従って、深度幅の減少量は、9.67%である。

【0058】

以上のように、式(3)を満たすように走査光学装置を構成することで、光源1の端部発光点22より出射された光束の深度は、中心点21より出射された光束の深度に対して、10%以内の減少に抑えることが出来る。

【0059】

さらに好ましくは、部品や組立て時の公差も考慮した場合には、式(14)は式(15)のようにすればよい。

【数 2 3】

$$I_{\min} = \exp \left(-4(\ln 2) \left(\frac{\phi_y}{\text{FFP}_y} \right)^2 \right) \geq 0.40 \quad (15)$$

【0060】

図6(a)に示したように、設計上の分布において最低強度 I_{\min} を 41.9% とすることによって、製造時の公差によって図6(b)のように最低強度 I_{\min} を 29.9% にすることができ、式(15)を公差も含めて達成することができる。従って、部品や組立てのばらつきが発生した場合においても深度幅の確保ができてより好ましい。

【0061】

本発明において、光源1より出射した光束で、中心点21からより離れた位置の発光点から出射した光束ほど絞り4を通過した後の強度分布が非対称になるために、絞り4通過後の光量が発光点ごとに異なる。発光点毎に被走査面10における光量をそろえるためには、発光点毎に光量調整を行う必要がある。その場合、光源1もしくは走査光学装置の一部に備えられた光量を測定する手段を用いて、発光点ごとの光量を測定し、光源1の発光量もしくは発光時間をそれぞれ異なる調整量で任意に調整するとよい。

【0062】

また、光源1の製造時及び組み付け時に強度中心線240が光学素子2の光軸に対して傾く可能性がある。その際は、光学素子2の光軸に平行になるように、光源1を調整する。

【0063】

上記の特徴的な構成を備えることによって、深度幅を確保しつつ、低コスト化、高精細化、高速化を同時に実現する走査光学装置を実現することができる。

【実施例2】

【0064】

以下、図7、8を参照して、本発明の第2の実施例による、発明の詳細について説明する。

【0065】

図7は本発明の第2の実施例に係る走査光学装置を表す概略図である。図8は絞り4における強度分布を表した図である。

本実施例の第1の実施例との差異は、スポット径が異なることである。

【0066】

表3に本実施例における入射光学系の諸特性を示す。走査光学系の諸特性及び非球面式は、実施例1と同様である。

ただし、表4において、「E-x」は、「10^{-x}」を意味している。

【0067】

【表 3】

光源1の諸特性					
発光点の数	N(個)	32			
配列	(次元)	1			
ピッチ	pitch (mm)	0.05			
波長	λ (nm)	670			
主走査方向の半値全角	FFPy($^{\circ}$)	7.5			
副走査方向の半値全角	FFPz($^{\circ}$)	7.5			
主走査方向の傾き	Ytilt($^{\circ}$)	0			
副走査方向の傾き	Ztilt($^{\circ}$)	0			
屈折率					
光学素子2	N2	1.58			
シリンドリカルレンズ3	N3	1.53			
光学素子2、シリンドリカルレンズ3の形状				光学素子2の非球面係数	
		主走査方向	副走査方向	入射面	出射面
光学素子2の入射面の曲率	r2a (mm)	-165	-165	K	0
光学素子2の出射面の曲率	r2b (mm)	27.53	27.53	C2	0
シリンドリカルレンズ3の入射面の曲率	r3a (mm)	∞	-30.26	C4	-5.47E-06
シリンドリカルレンズ3の出射面の曲率	r3b (mm)	∞	∞	C6	-5.56E-10
焦点距離					
光学素子2	fcol (mm)	41			
シリンドリカルレンズ3	f cyl (mm)	57			
検知光学系、配置					
光源1～レンズ入射面2a	d0 (mm)	39.14			
レンズ入射面2a～レンズ出射面2b	d1 (mm)	3.56			
レンズ出射面2b～レンズ入射面3a	d2 (mm)	58.8			
レンズ入射面3a～レンズ出射面3b	d3 (mm)	3			
レンズ出射面3b～絞り4	d4 (mm)	33			
絞り4～ポリゴン偏向面5a	d5 (mm)	22.5			
光源1～ポリゴン偏向面5a	d total1 (mm)	160			

【0068】

表3に示した入射光学系の諸特性より、本実施例における、光学素子2の焦点距離41mmと光源1から絞り4までの距離136.5mmを用いて計算すると、式(1)の左辺の値は1.03となり、0.2よりも大きく、式(1)の条件を満たす。

【0069】

続いて、本実施例において、FFPyは7.5°、Dyは5mm、fcolは41mmであるので、式(2)の左辺の値は0.066、式(2)の右辺の値は0.061となり、式(2)の条件を満たす。

【0070】

本実施例において、軸上のスポット径は、強度分布が一様な理想的な場合のスポット径は、37.43μmである。それに対し、FFPを考慮した場合は、39.26μmとなる。この時、肥大量は4.89%である。以上のように、式(2)の条件を満たすように構成することで、光源1の中心点21より出射された光束のスポット径の理想的な系からの肥大量は5%以内に抑えられる。

【0071】

最後に、光源1の端部発光点22から出射した光線250は絞り4において、式(11)で示したyだけ絞り4の中心からずれる。そのため、図8のように、中心点21から出射した光束の絞り4を通過する強度分布が絞り中心に対して対称であるのに対して、端部発光点22から出射した光束の絞り4を通過する強度分布は非対称になる。本実施例において、FFPyは7.5°、Dyは5mm、fcolは41mm、Lxは136.5mm、yLDは0.775mmであるので、最低強度Iminは30.0%となり、式(3)の条件を満たす。

【0072】

この時、ゼロ像高における、中心点21より出射された光束のスポット径は39.26μmであり、端部発光点22より出射された光束のスポット径は39.85μmである。従って、スポット径の肥大量は、1.50%である。

【0073】

また、ゼロ像高における、中心点 2 1 より出射された光束の深度幅は、50 μ m スライスで 4.18 mm であり、端部発光点 2 2 より出射された光束の深度幅は、3.87 mm である。従って、深度幅の減少量は、7.42 % である。以上のように、式 (3) の条件を満たすように構成することで、光源 1 の端部発光点 2 2 より出射された光束の深度は、中心点 2 1 より出射された光束の深度に対して、10 % 以内の減少に抑制することができる。

【0074】

本発明において、光源 1 より出射された光で、中心点 2 1 より離れた位置の発光点から出射した光束ほど絞り 4 を通過した後の強度分布が非対称になるために、絞り 4 を通過した後の光量が発光点ごとに異なる。発光点毎に被走査面 1 0 における光量をそろえるために、発光点毎に光量調整を行う必要がある。その場合、光源 1 もしくは走査光学装置の一部に備えられた光量を測定する手段を用いて、発光点ごとの光量を測定し、光源 1 の発光量もしくは発光時間を任意に調整してもよい。

【0075】

以上のように、本実施例のように構成することで、深度幅を確保しつつ、低コスト化、高精細化、高速化を同時に実現する走査光学装置の提供することができる。

【0076】

上記実施例において、光源 1 は VCSEL に限定されず、条件式 (1) を満たす構成であれば、本発明の効果をより顕著に得ることができる。

【0077】

また、光源 1 の配列は 1 次元に限定されず、2 次元的な配列であっても、請求項 1 に記載の条件式 (1) を満たす構成であれば、本発明の効果をえられる。

【実施例 3】

【0078】

以下、図 9、10 を参照して、本発明の第 3 の実施例による発明の詳細について説明する。

図 9 は本発明の第 3 の実施例に係る走査光学装置を表す概略図である。図 10 は主走査絞り 1 0 6 における強度分布を表した図である。

本実施例の第 1 実施例との差異は、主走査絞り 1 0 5 と偏向器 1 1 0 の間に光束変換手段 1 0 7 を有することである。

【0079】

図 9 は、本発明の第 3 の実施例に係る走査光学装置 1 0 0 の概略図である。

走査光学装置 1 0 0 は、光源 1 0 1、開口絞り 1 0 2、コリメータレンズ 1 0 3 及びシリンドリカルレンズ 1 0 5 を備えている。また走査光学装置 1 0 0 は、開口絞り 1 0 6、光束変換手段 1 0 7、アナモフィックレンズ 1 0 8 及び光量検出手段 1 0 9 を備えている。

【0080】

さらに走査光学装置 1 0 0 は、偏向器 1 1 0、第一の f レンズ 1 1 1、第二の f レンズ 1 1 2、防塵手段 1 1 4 を備えている。

なお、被走査面 1 1 5 は、感光体の表面であってもよい。

【0081】

なお、以下の説明において、主走査方向とは偏向器 1 1 0 の回転軸及び第一の f レンズ 1 1 1 及び第二の f レンズ 1 1 2 の光軸に垂直な方向である。副走査方向とは、偏向器 1 1 0 の回転軸と平行な方向である。また、主走査断面とは第一の f レンズ 1 1 1 及び第二の f レンズ 1 1 2 の光軸と主走査方向とを含む平面である。副走査断面とは第一の f レンズ 1 1 1 及び第二の f レンズ 1 1 2 の光軸を含み主走査断面に垂直な面である。副走査方向の露光分布の作成は、主走査露光毎に、感光体を副走査方向に移動 (回転) させることによって達成している。

【0082】

光源 1 0 1 は、複数の発光点を有しており、例えば端面発光型のレーザーや VCSEL

等の面発光型の半導体レーザーなどが用いられる。

開口絞り102は、光源101より出射した光束の副走査方向の光束径を制限する。

【0083】

コリメータレンズ103は、正のパワーを有する光学素子であって、光源101より出射された光束を略平行な光束に変換する光学素子である。ここで略平行とは、若干の発散光束もしくは若干の収束光束の場合を含むことを意図し、マージナル光線の角度差が5度以下のことである。

【0084】

光源101、開口絞り102及びコリメータレンズ103によってレーザーユニット104が構成される。シリンドリカルレンズ105は、副走査断面内のみに有限のパワー（屈折力）を有している。開口絞り106は、コリメータレンズ103から出射された光束の主走査方向の光束径を制限する。

【0085】

シリンドリカルレンズ105からの光束は、光線分離素子（光線分離手段）107に入射する。光線分離素子107は、入射する光束幅に対して出射する光束幅を変換する手段であり、クサビプリズムやビームコンプレッサーなどが用いられる。なお本実施例では、光線分離素子107として、クサビプリズムを用いている。また、後述する光量検知のために、クサビプリズムの表面反射を利用して、入射した光の一部を反射させ、透過光と反射光とに分離する光線分離も行っている。アナモフィックレンズ108は、クサビプリズム107で反射された光束を集光し、集光された光束は、光量検出手段109で光量を検出する。光量検出手段109としてフォトダイオードやCMOSセンサなどが用いられ、検出された反射光の光量は、光源1の出射光量を制御するためにフィードバックされる。

【0086】

偏向器110は、モーター等の駆動手段（不図示）により一定方向（例えば、図中Aの方向）に一定速度で回転し、ポリゴンミラーなどで構成される。

【0087】

第一のf レンズ111及び第二のf レンズ112は、主走査断面内と副走査断面内とで異なるパワーを有する結像レンズ（アナモフィックレンズ）などの走査光学素子である。第一のf レンズ111及び第二のf レンズ112により、f 特性を決定する走査光学手段113が構成される。防塵手段114は、不図示のハウジング内部へのゴミ等の侵入を防ぐために設けられており、ガラス板などが用いられる。被走査面115は、感光体ドラムなどの表面であり、図中Bの方向に走査される。

【0088】

発光制御手段116は、光量検知手段109から得られた光量の情報から得られた発光タイミングの情報を元に、光源101の発光光量を決定し、光源手段101の発光を制御する。

【0089】

次に、走査光学装置100の動作について説明する。

まず、光源101の複数の発光点から出射した複数の光束はそれぞれ、副走査方向の光束を制限する開口絞り102を通過し、コリメータレンズ103によって略平行な光束に変換される。そして、シリンドリカルレンズ105によって副走査断面内において偏向器110の偏向面近傍で収束する光束に変換される。その後、主走査方向の光束を制限する開口絞り106を通過し、クサビプリズム107により、光束の一部が反射され、残りは透過する。なお、本第3実施例では、光束は29.28度の入射角度で、クサビプリズム107に入射している。

【0090】

クサビプリズム107によって反射された光束は、アナモフィックレンズ108に入射し、光量検出手段109に入射する。一方、クサビプリズム107を透過した光束は、A方向に回転している偏向器110に入射する。

【0091】

また、クサビプリズム107に入射した光束は、クサビの効果によって光束幅が変換されて、出射される。本実施例においては、入射光束幅は4.23mmであり、出射光束幅は4.03mmである。偏向器110に入射した光束は、偏向器110により偏向走査された後、第一のf レンズ111、第二のf レンズ112により被走査面上で結像され、防塵ガラス114を通過し、被走査面115を等速度で走査する。なお、偏向器110はA方向に回転しているので、偏向走査された光束は、被走査面115をB方向に走査する。

【0092】

次に本実施例における入射光学系の諸特性、走査光学系の諸特性をそれぞれ以下の表4乃至表5に示す。

【0093】

【表4】

光源101の諸特性				焦点距離			
発光点の数	N(個)	32				主走査方向	副走査方向
配列	(次元)	1		コリメータレンズ103	fcol (mm)	60.23	60.23
ピッチ	pitch(mm)	0.05		シリンダリカルレンズ105	feyl (mm)	93.81	93.81
波長	λ (nm)	680		アナモフィックレンズ108	fape (mm)	35.70	23.66
偏光器110の偏向面への入射偏向			p偏光	配置			
主走査方向の半値全角	FFPx(°)	7.93		光源101～副走査絞り102	d0 (mm)	15.91	
副走査方向の半値全角	FFPz(°)	7.93		副走査絞り102～光学素子103の入射面	d1 (mm)	42.53	
絞り形状				コリメータレンズ103の入射面～ コリメータレンズ103の出射面	d2 (mm)	3.59	
		主走査方向	副走査方向	コリメータレンズ103の出射面～ シリンダリカルレンズ105の入射面	d3 (mm)	10.54	
副走査絞り102		4.66	0.57	シリンダリカルレンズ105の入射面～ シリンダリカルレンズ105の出射面	d4 (mm)	6.00	
主走査絞り106		4.85	∞	シリンダリカルレンズ105の出射面～ 主走査絞り106	d5 (mm)	63.81	
屈折率				主走査絞り106～ クサビプリズム107の入射面	d6 (mm)	0.00	
コリメータレンズ103	N1	1.577		クサビプリズム107の入射面～ クサビプリズム107の出射面	d7 (mm)	2.08	
シリンダリカルレンズ105	N2	1.531		クサビプリズム107の出射面～ 偏向器110の偏向面	d8 (mm)	25.46	
クサビプリズム107	N3	1.531		クサビプリズム107の入射面～ アナモフィックレンズ108の入射面	d9 (mm)	20.00	
アナモフィックレンズ108	N4	1.488		アナモフィックレンズ108の入射面～ アナモフィックレンズ108の出射面	d10 (mm)	3.50	
光学素子形状				アナモフィックレンズ108の出射面～ 光量検知手段109	d11 (mm)	35.70	
		主走査方向	副走査方向	クサビプリズム107への入射角	A1 (deg)	29.28	
コリメータレンズ103の入射面の曲率半径	r1a (mm)	-155.00	-155.00	偏向器110の偏向面への入射角	A2 (deg)	70.00	
コリメータレンズ103の出射面の曲率半径	r1b (mm)	44.42	44.42				
シリンダリカルレンズ105の入射面の曲率半径	r2a (mm)	∞	-48.14				
シリンダリカルレンズ105の出射面の曲率半径	r2b (mm)	∞	∞				
クサビプリズム107	頂角(deg)	4					
アナモフィックレンズ108の入射面の曲率半径	r3a (mm)	∞	-32.00				
アナモフィックレンズ108の出射面の曲率半径	r3b (mm)	17.43	17.43				
コリメータレンズ103の非球面係数							
		入射面	出射面				
	K	0	0				
	C2	0	0				
	C4	0	-1.775E-06				
	C6	0	-3.7965E-10				

【0094】

【表 5】

f θ 係数走査角、画角			アナモフィックレンズ6 母線形状			アナモフィックレンズ6 子線形状		
f θ 係数	k(mm/rad)	200.18		入射面6a	出射面6b		入射面6a	出射面6b
走査幅	W(mm)	335		光源側	光源側		光源側	光源側
最大画角	θ (deg)	48	R	-7.12389E+01	-4.14980E+01	r	-1.00000E+03	-1.00000E+03
屈折率			ku	2.17680E+00	6.42947E-02	D2u	0	0
アナモフィックレンズ6の屈折率	N5	1.5273	B4u	3.69128E-06	2.77878E-06	D4u	0	0
アナモフィックレンズ7の屈折率	N6	1.5273	B6u	8.27275E-11	1.17980E-09	D6u	0	0
走査光学系、配置			B8u	1.95630E-13	2.10270E-13	D8u	0	0
偏向器110の偏向面～ アナモフィックレンズ111の入射面	d12 (mm)	26.50	B10u	3.54758E-17	2.07452E-16	D10u	0	0
アナモフィックレンズ111の入射面～ アナモフィックレンズ111の出射面	d13 (mm)	9.60		反光源側	反光源側		反光源側	反光源側
アナモフィックレンズ111の出射面～ アナモフィックレンズ112の入射面	d14 (mm)	67.90	kl	2.17680E+00	6.42947E-02	D2l	0	0
アナモフィックレンズ112の入射面～ アナモフィックレンズ112の出射面	d15 (mm)	5.50	B4l	3.69128E-06	2.77878E-06	D4l	0	0
アナモフィックレンズ112の出射面～ 被走査面115	d16 (mm)	126.67	B6l	8.27275E-11	1.17980E-09	D6l	0	0
偏向器110の偏向面～ 被走査面115	d total2(mm)	236.17	B8l	1.95630E-13	2.17551E-13	D8l	0	0
			B10l	3.54758E-17	2.02442E-16	D10l	0	0
			アナモフィックレンズ7 母線形状			アナモフィックレンズ7 子線形状		
				入射面7a	出射面7b		入射面7a	出射面7b
				光源側	光源側		光源側	光源側
			R	-8.24438E+02	7.68000E+02	r	-1.00000E+02	-2.36478E+01
			ku	0	-5.89704E+02	D2u	0	7.00884E-05
			B4u	0	-2.57008E-07	D4u	0	-1.56168E-08
			B6u	0	2.17131E-11	D6u	0	2.15646E-12
			B8u	0	-1.47843E-11	D8u	0	-1.68590E-16
			B10u	0	4.78126E-20	D10u	0	5.61186E-21
				反光源側	反光源側		反光源側	反光源側
			kl	0	-5.89704E+02	D2l	2.45000E-06	1.25282E-04
			B4l	0	-2.57008E-07	D4l	-1.68000E-10	-1.52826E-08
			B6l	0	2.17131E-11	D6l	0	2.83271E+12
			B8l	0	-1.47843E-11	D8l	0	-3.04294E-16
			B10l	0	4.78126E-20	D10l	0	1.06411E-20

【0095】

なお、表4及び5において、各レンズ面と光軸との交点を原点としたときの、光軸方向、主走査断面内において光軸と直交する軸、及び副走査断面内において光軸と直交する軸をそれぞれ、X軸、Y軸及びZ軸としている。また、表4乃至表5において、「E-x」は、「x10^{-x}」を意味している。

【0096】

この時、本実施例における、光学素子2の焦点距離60.23mmと光源101から主走査絞り106までの距離142.4mmを用いて計算すると、式(1)の左辺の値は0.28となり、0.2よりも大きくなり、式(1)の条件を満たす。

【0097】

続いて、本実施例において、FFPyは7.93°、Dyは主走査絞り106が傾いて配置されているため光束幅として考える必要がありその幅は4.23mm、fc_{o1}は60.23mmであるので、式(2)の左辺の値は0.069、式(2)の右辺の値は0.035となり、式(2)の条件を満たす。

【0098】

本実施例において、軸上のスポット径は、強度分布が一様な理想的な場合のスポット径は、47.24μmである。それに対し、FFPを考慮した場合は、47.29μmとなる。この時、肥大量は0.11%である。以上のように、式(2)の条件を満たすように構成することで、光源101の中心点より出射された光束のスポット径の理想的な系からの肥大量は5%以内に抑えられる。

【0099】

また、本実施例において、FFPyは7.93°、Dyは4.23mm、fc_{o1}は60.23mm、Lxは142.4、y_{LD}は0.775mmであるので、最低強度Im_inは74.4%となり、式(3)の条件を満たす。

【0100】

この時、ゼロ像高における、中心点21より出射された光束のスポット径は47.29μmであり、端部発光点22より出射された光束のスポット径は47.75μmである。従って、スポット径の肥大量は、0.97%である。また、ゼロ像高における、中心点21より出射された光束の深度幅は、60μmスライスで6.74mmであり、端部発光点

22より出射された光束の深度幅は、6.56mmである。従って、深度幅の減少量は、2.65%である。

【0101】

本実施例のように、光束変換手段107によって出射側の光束幅に対して入射側の光束幅が広がる場合においては、主走査絞り106における端部強度が小さくなるため、本発明のような構成をとることでより効果が発揮される。

【0102】

以上のように、請求項1に記載の式(3)を満たすように構成することで、光源101の端部発光点より出射された光束の深度は、中心点より出射された光束の深度に対して、10%以内の減少に抑制することが出来る。

【0103】

本発明において、光源101より出射された光で、中心点より外側に広がるにつれて主走査絞り106を通過した後の強度分布が非対称になるために主走査絞り106を通過した後の光量が発光点ごとに異なる。

【0104】

そのため、発光点毎に被走査面115における光量をそろえるために、発光点毎に光量調整を行う必要がある。

光量は光量検知手段109から得られた光量の情報から得られた発光タイミングの情報を元に、光源101の発光光量を発光制御手段116によって決定し、光源手段101の発光を制御する。

【0105】

以上のように、本実施例のように構成することで、深度幅を確保しつつ、低コスト化、高精細化、高速化を同時に実現する走査光学装置の提供することができる。

【0106】

上記実施例において、光源1はVCSELに限定されず、条件式(1)を満たす構成であれば、本発明の効果を得られる。

また、光源1の配列は1次元に限定されず、2次元的な配列であっても、請求項1に記載の条件式(1)を満たす構成であれば、本発明の効果を得られる。

【0107】

[画像形成装置]

図11は、本発明の画像形成装置の実施例を示す副走査方向の要部断面図である。図11において、符号1204は画像形成装置を示す。この画像形成装置1204には、パーソナルコンピュータ等の外部機器1217からコードデータDcが入力する。このコードデータDcは、装置内のプリンタコントローラ1211によって、画像データ(ドットデータ)Diに変換される。この画像データDiは、実施例1から3に示した構成を有する光走査ユニット(走査光学装置)1200に入力される。そして、この光走査ユニット1200からは、画像データDiに応じて変調された光ビーム1203が出射され、この光ビーム1203によって感光ドラム1201の感光面が主走査方向に走査される。

【0108】

静電潜像担持体(感光体)たる感光ドラム1201は、モーター1215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1201の感光面が光ビーム1203に対して、主走査方向と直交する副走査方向に移動する。感光ドラム1201の上方には、感光ドラム1201の表面を一様に帯電せしめる帯電ローラ1202が表面に当接するように設けられている。そして、帯電ローラ1202によって帯電された感光ドラム1201の表面に、前記光走査ユニット1200によって走査される光ビーム1203が照射されるようになっている。

【0109】

先に説明したように、光ビーム1203は、画像データDiに基づいて変調されており、この光ビーム1203を照射することによって感光ドラム1201の表面(感光体上)に静電潜像を形成せしめる。この静電潜像は、上記光ビーム1203の照射位置よりもさ

らに感光ドラム 1201 の回転方向の下流側で感光ドラム 1201 に当接するように配設された現像器 1207 によってトナー像として現像される。

【0110】

現像器 1207 によって現像されたトナー像は、感光ドラム 1201 の下方で、感光ドラム 1201 に対向するように配設された転写ローラ（転写器）1208 によって被転写材たる用紙 1212 上に転写される。用紙 1212 は感光ドラム 1201 の前方（図 11 において右側）の用紙カセット 1209 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 1209 端部には、給紙ローラ 1210 が配設されており、用紙カセット 1209 内の用紙 1212 を搬送路へ送り込む。

【0111】

以上のようにして、未定着トナー像を転写された用紙 1212 はさらに感光ドラム 1201 後方（図 11 において左側）の定着器へと搬送される。定着器は内部に定着ヒータ（図示せず）を有する定着ローラ 1213 とこの定着ローラ 1213 に圧接するように配設された加圧ローラ 1214 とで構成されており、転写部から搬送されてきた用紙 1212 を定着ローラ 1213 と加圧ローラ 1214 の圧接部にて加圧しながら加熱することにより用紙 1212 上の未定着トナー像を定着せしめる。更に定着ローラ 1213 の後方には排紙ローラ 1216 が配設されており、定着された用紙 1212 を画像形成装置の外に排出せしめる。

【0112】

プリンタコントローラ 1211 は、先に説明データの変換だけでなく、モーター 1215 を始め画像形成装置内の各部や、後述する光走査ユニット内のポリゴンモーターなどの制御を行う。

【0113】

[カラー画像形成装置]

図 12 は本発明の実施態様のカラー画像形成装置の要部概略図である。本実施例は、走査光学装置を 4 個並べ各々並行して像担持体である感光ドラム面上に画像情報を記録するタンデムタイプのカラー画像形成装置である。図 12 において、90 はカラー画像形成装置、11、12、13、14 は各々実施例 1 から 3 に示したいずれかの構成を有する走査光学装置、121、122、123、124 は各々像担持体としての感光ドラム、131、132、133、134 は各々現像器、91 は搬送ベルトである。

【0114】

図 12 において、カラー画像形成装置 90 には、パーソナルコンピュータ等の外部機器 92 から R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色信号が入力する。これらの色信号は、装置内のプリンタコントローラ 93 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、それぞれ走査光学装置 11、12、13、14 に入力される。そして、これらの走査光学装置からは、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 121、122、123、124 の感光面が主走査方向に走査される。

【0115】

本実施態様におけるカラー画像形成装置は走査光学装置（11、12、13、14）を 4 個並べ、各々が C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、B（ブラック）の各色に対応し、各々平行して感光ドラム 121、122、123、124 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。

【0116】

本実施態様におけるカラー画像形成装置は上述の如く 4 つの走査光学装置 11、12、13、14 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 121、122、123、124 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。

【0117】

前記外部機器 92 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 90 とで、カラーデジタル複写機が構成される。

【0118】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。また、本発明で使用される画像形成装置の記録密度は、特に限定されない。しかし、記録密度が高くなればなるほど、高画質が求められることを考えると、1200 dpi 以上の画像形成装置において本発明の実施例 1 から 3 の構成はより効果を発揮する。

【符号の説明】

【0119】

- 1 光源
- 2 光学素子
- 4 開口絞り
- 5 偏向器