

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4366147号
(P4366147)

(45) 発行日 平成21年11月18日 (2009.11.18)

(24) 登録日 平成21年8月28日 (2009.8.28)

(51) Int.Cl.	F I
G O 2 B 26/10 (2006.01)	G O 2 B 26/10 D
B 4 1 J 2/44 (2006.01)	B 4 1 J 3/00 D
H O 4 N 1/113 (2006.01)	H O 4 N 1/04 1 O 4 A

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-308329 (P2003-308329)	(73) 特許権者	000113263
(22) 出願日	平成15年9月1日 (2003.9.1)		H O Y A 株式会社
(65) 公開番号	特開2004-118182 (P2004-118182A)		東京都新宿区中落合2丁目7番5号
(43) 公開日	平成16年4月15日 (2004.4.15)	(74) 代理人	100098235
審査請求日	平成17年9月15日 (2005.9.15)		弁理士 金井 英幸
(31) 優先権主張番号	特願2002-258085 (P2002-258085)	(72) 発明者	竹内 修一
(32) 優先日	平成14年9月3日 (2002.9.3)		東京都板橋区前野町2丁目36番9号 ベンタックス株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	是枝 大輔
			東京都板橋区前野町2丁目36番9号 ベンタックス株式会社内
		審査官	吉田 英一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査光学系及びプリンター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源から発せられた平行なレーザービームを偏向器によって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させることにより、前記スポット光を前記走査対象面上で主走査方向に沿って走査させる走査光学系であって、

前記光源と前記偏向器との間の光路上に、光学素子を備え、

前記光学素子は、

前記光源から発せられる平行なレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光束を透過させる中央領域と、

前記中央領域の外側に入射する光束の一部を透過させるとともに透過後の光束が前記中央領域を透過した光束に対して所定の第1の位相差を付与するように作用する第1外側領域と、

前記中央領域及び前記第1外側領域に入射する光束を除く光束の一部を透過させるとともに透過後の光束が前記中央領域を透過した光束に対して所定の第2の位相差を付与するように作用する第2外側領域と

を有し、

前記各外側領域は、前記中央領域から前記主走査方向における両側に向かって順に、配置されており、

前記第1の位相差は、整数をNとしたとき、 $(2N - 1)$ [rad]であるとともに、

10

20

前記第 2 の位相差は、整数を M としたとき、 $2M$ [rad] である
ことを特徴とする走査光学系。

【請求項 2】

前記第 1 外側領域は、前記中央領域の外側においてこれと隣接している
ことを特徴とする請求項 1 記載の走査光学系。

【請求項 3】

前記第 2 外側領域は、前記第 1 外側領域の外側においてこれと隣接している
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の走査光学系。

【請求項 4】

前記光学素子は、前記第 1 及び第 2 外側領域を複数組備えている
ことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載の走査光学系。

10

【請求項 5】

前記各第 1 及び第 2 外側領域は、前記中央領域から離れる方向に向かって、交互に配置
されている
ことを特徴とする請求項 4 記載の走査光学系。

【請求項 6】

前記各外側領域のうちの互いに同じ位相差を光束に付与する領域同士は、前記中央領域
を挟む両側における対称位置に、配置される
ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の走査光学系。

20

【請求項 7】

前記第 1 外側領域のうちの前記レーザービームが入射する領域の面積の総和を S' とし、
前記レーザービームにおけるビーム中心軸に直交する断面の面積を S としたとき、以下
の条件式(3)、

$$0.03 < (S' / S) < 0.3 \quad \text{---(3)}$$

を満足する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の走査光学系。

【請求項 8】

前記結像光学系は、反射面を含む光学系である
ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れかに記載の走査光学系。

30

【請求項 9】

前記光学素子は、開口絞りとしての遮蔽部分を有し、その開口部分に、前記中央領域及
び前記各外側領域を、有する
ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れかに記載の走査光学系。

【請求項 10】

光源から発せられた平行なレーザービームを偏向器によって動的に偏向するとともに動
的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収
束させることにより、前記スポット光を前記走査対象面上で主走査方向に沿って走査させ
る走査光学系を、備えるプリンターであって、

前記光源と前記偏向器との間の光路上に、光学素子を備え、

前記光学素子は、

40

前記光源から発せられる平行なレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光
束を透過させる中央領域と、

前記中央領域の外側に入射する光束の一部を透過させるとともに透過後の光束が前記中
央領域を透過した光束に対して所定の第 1 の位相差を付与するように作用する第 1 外側領
域と、

前記中央領域及び前記第 1 外側領域に入射する光束を除く光束の一部を透過させると
ともに透過後の光束が前記中央領域を透過した光束に対して所定の第 2 の位相差を付与す
るように作用する第 2 外側領域と

を有し、

前記各外側領域は、前記中央領域から前記主走査方向における両側に向かって順に、配

50

置されており、

前記第 1 の位相差は、整数を N としたとき、 $(2N - 1)$ [rad] であるとともに、

前記第 2 の位相差は、整数を M としたとき、 $2M$ [rad] である

ことを特徴とするプリンター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、感光ドラムの表面に静電潜像を形成するための走査光学系と、このような走査光学系が内部に組み込まれたプリンターとに、関する。

【背景技術】

【0002】

周知のように、レーザービームプリンターやファクシミリやコピー機などの印刷装置には、走査光学系が組み込まれている。走査光学系は、画像情報に従って変調されたレーザービームを回転多面鏡によって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって感光ドラムの表面上に収束させることにより、感光ドラムを走査する。走査された感光ドラムの表面（走査対象面）には、複数のドットが静電潜像として描画される。

【0003】

一般に、走査対象面に入射するレーザービームの強度分布は、完全なガウス分布とはなっておらず、レーザービームの光路中に設けられた開口（アパーチャー）での回折現象により、メインビームの周囲にメインビームより光量の低い幾つかの光の輪（サイドローブ）を有していることが、知られている。また、このサイドローブの強度が、メインビームの中心強度の約 6 % を超えると、サイドローブが感光ドラムを感光させて、黒スジと呼ばれる印字不良をハーフトーン印字時に発生させることも、知られている（特許文献 1 参照）。但し、結像光学系が理想的な状態では、サイドローブの強度は、メインビームの中心強度の 4 % 程度であるため、黒スジは発生しない。

【特許文献 1】特開平 09 - 080333 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、結像光学系の光学面に微視的なうねりがあると、うねりの部分をレーザービームが通過した際に、サイドローブの強度が変化する。その変化によってサイドローブの強度が閾値を超えてしまうと、ハーフトーン印字時に黒スジが発生するという問題があった。

【0005】

そこで、本発明の課題は、結像光学系の光学面に或る程度の微視的なうねりが生じている場合でも、サイドローブの強度が閾値を超えることをできるだけ抑制することができる走査光学系と、このような走査光学系が内部に組み込まれたプリンターとを、提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明による走査光学系、及び、本発明によるプリンターの内部に組み込まれた走査光学系は、以下のような構成を採用した。

【0007】

すなわち、この走査光学系は、光源から発せられた平行なレーザービームを偏向器によって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させることにより、前記スポット光を前記走査対象面上で主走査方向に沿って走査させる走査光学系であって、前記光源と前記偏向器との間の光路上に、光学素子を備え、前記光学素子は、前記光源から発せられる平行なレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光束を透過させる中央領域と、前記中央領域の

10

20

30

40

50

外側に入射する光束の一部を透過させるとともに透過後の光束が前記中央領域を透過した光束に対して所定の第1の位相差を付与するように作用する第1外側領域と、前記中央領域及び前記第1外側領域に入射する光束を除く光束の一部を透過させるとともに透過後の光束が前記中央領域を透過した光束に対して所定の第2の位相差を付与するように作用する第2外側領域とを有し、前記各外側領域は、前記中央領域から前記主走査方向における両側に向かって順に、配置されており、前記第1の位相差は、整数をNとしたとき、 $(2N - 1)$ [rad]であるとともに、前記第2の位相差は、整数をMとしたとき、 $2M$ [rad]であることを、特徴としている。

【0008】

このように構成されると、第1及び第2外側領域をそれぞれ透過した後の光束の第1及び第2の位相差状態が、適宜設定され、且つ、第1及び第2外側領域の大きさが、適宜選択されていれば、走査対象面に入射するレーザービームのサイドローブの強度を、メインビームの中心強度の2%弱にまで抑えることができる。従って、サイドローブの強度が、結像光学系の光学面の微視的なうねりに因って数%程度上昇したとしても、閾値を超えることがない。その結果、ハーフトーン印字時の黒スジの発生が抑えられる。

【0009】

なお、本発明による走査光学系及びプリンターでは、光学素子は、中央領域から外側に向かって順に第1及び第2外側領域を有していても良い。

【0010】

また、本発明による走査光学系及びプリンターでは、第1外側領域が、自身を透過するレーザービームに対し、以下の条件式(1)、

$$\cos \theta \geq 0 \quad \text{--- (1)}$$

を満たす位相差 θ [rad]を付与することが好ましく、整数をNとしたとき、その位相差が $\times (2N - 1)$ [rad]に近くなるほど、サイドローブ低減の効果がある。

【0011】

また、本発明による走査光学系及びプリンターでは、第2外側領域が、自身を透過するレーザービームに対し、以下の条件式(2)、

$$0.9 \leq \cos \theta' \leq 1 \quad \text{--- (2)}$$

を満たす位相差 θ' [rad]を付与することが好ましく、エネルギーの利用効率および製造時の加工容易性の観点からすると、整数をMとしたとき、その位相差 θ' が $2 \times M$ [rad]であることが望ましい。

【0012】

また、本発明による走査光学系及びプリンターでは、光学素子は、第1及び第2外側領域を1組備えていても良いし、複数組備えていても良い。複数組備えている場合には、各第1及び第2外側領域を、中央領域から離れる方向に向かって交互に配置することができる。さらに、交互に配置する場合においては、第2外側領域が最も外側に配置されることが望ましい。

【0013】

ところで、各第1外側領域が、条件式(1)を満たす位相差をレーザービームに対して付与するとともに、各第2外側領域が、条件式(2)を満たす位相差をレーザービームに対して付与する場合、第1外側領域の面積の総和は、適切に設定されることが望ましい。例えば、第1外側領域のうちのレーザービームが入射する領域の面積の総和を S' とし、レーザービームにおけるビーム中心軸に直交する断面の面積を S としたとき、以下の条件式(3)、

$$0.03 < S' / S < 0.3 \quad \text{--- (3)}$$

を満足するように、設定することができる。なお、このような設定条件において、下限を下回るとサイドローブを低減させる効果が小さくなり、逆に、上限を上回るとサイドローブを効果的に低減できるものの、メインビームの中心強度の減少量が大きくなる。

【0014】

なお、本発明による走査光学系において、偏向器は、回転多面鏡であっても良いし、ガ

10

20

30

40

50

ルバノミラーであっても良い。

【発明の効果】

【0015】

以上に説明したように、本発明によれば、結像光学系の光学面に或る程度の微視的なうねりが生じている場合でも、サイドローブが閾値を超えることをできるだけ抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、図面に基づいて、本発明を実施するための形態を説明する。なお、以下に説明する第1乃至第3の実施形態は、本発明による走査光学系を、レーザービームプリンターに適用した例を示すものである。

10

【実施形態1】

【0017】

<レーザービームプリンターの概略構成>

まず、このレーザービームプリンターの概略構成を、図1の側面構成図に基づいて説明する。このレーザービームプリンターは、外部のパソコン等に接続されて使用されるとともに、このパソコン等から送信されてきた印字データ（画像データを含む）を、連続紙（ファンフォールド紙）P上に印字するものである。

【0018】

図1において、この感光ドラム12の周囲には、時計回りに、帯電部13、反射ミラー11、現像部14、及び、転写部15が順に設けられている。そして、感光ドラム12が図中時計回りに回転すると、まず、帯電部13が感光ドラム12の表面を帯電させる。次に、反射ミラー11が、レーザースキャニングユニット（LSU）10から印字データに応じて出射された走査光（変調光）を、感光ドラム12に向けて反射し、この感光ドラム12の表面に静電潜像を形成する。次に、現像部14がこの静電潜像にトナーを付着させて、トナー像として顕像化する。次に、転写部15が、ファンフォールド紙P上にこのトナー像を転写する。

20

【0019】

このファンフォールド紙Pは、レーザービームプリンターの供給口Aから排出口Bまで引き通された連続紙であり、その両側縁には、一定ピッチで送り孔（図示略）が開けられている。トラクタ16は、この送り孔に嵌合する突起16aが多数形成されたベルトコンベアであり、この突起16aによって、ファンフォールド紙Pを感光ドラム12の回転周速と同一速度で搬送する。

30

【0020】

このトラクタ16によって搬送されるファンフォールド紙Pの下流側には、このファンフォールド紙Pを両面側から挟み込んで圧接するヒートロール17及びプレスロール18が設けられている。このヒートロール17は、その内部に発熱用のハロゲンランプ19を内蔵しており、図示せぬモータによってファンフォールド紙Pの搬送速度と同一の回転周速で回転駆動される。一方、プレスロール18は、一定圧力でヒートロール17に圧接しており、ヒートロール17の回転により回転駆動される。従って、ファンフォールド紙Pのトナー像が転写されている部分がこのヒートロール17とプレスロール18との間を通過すると、トナーが熱と圧力によって押し潰されてファンフォールド紙P上に溶着されて、トナー像が定着されるのである。

40

【0021】

<LSUの光学構成>

次に、LSU10に内蔵されている走査光学系について、説明する。図2は、走査光学系の概略的な光学構成図である。図2に示されるように、この走査光学系は、レーザー光源1、コリメートレンズ（コリメータ）2、位相シフト素子3、開口絞り4、シリンドリカルレンズ5、ポリゴンミラー6及びf レンズ群7を、備えている。

【0022】

50

レーザー光源 1 から発散光として射出されるレーザービームは、コリメートレンズ 2 を透過することによって断面楕円形の平行光束に変換された後、位相シフト素子 3 , 開口絞り 4 及びシリンドリカルレンズ 5 を順に経て、等角速度で回転するポリゴンミラー 6 の反射面によって動的に偏向される。ポリゴンミラー 6 により偏向されたレーザービームは、結像光学系である f レンズ群 7 (焦点距離 135 . 5 mm) を構成する第 1 乃至第 3 レンズ 7 a ~ 7 c を順に透過することにより、走査対象面 S 上を露光するスポット光として収束され、ポリゴンミラー 6 の回転に伴って感光ドラム 12 の表面 (走査対象面) S 上を主走査方向に沿って等速度に走査する。スポット光は、走査対象面 S 上に線状の軌跡 (走査線) を描くが、走査対象面 S 自体が、主走査方向に直交する副走査方向へ等速度で移動されるので、走査対象面 S 上には、複数の走査線が等間隔に形成される。また、このように走査対象面 S 上で繰り返し走査されるレーザービームは、図示せぬ変調器 (又はレーザー光源 1 そのもの) により、画像情報に従ってオンオフ変調されているので、走査対象面 S 上には、複数のドットからなる二次元状の画像が描画される。

10

【 0 0 2 3 】

なお、シリンドリカルレンズ 5 を透過したレーザービームは、主走査方向においては、平行光束のままポリゴンミラー 6 で反射され、f レンズ群 7 の収束パワーによって走査対象面 S 上にて収束されるが、副走査方向においては、シリンドリカルレンズ 5 の収束パワーによってポリゴンミラー 6 の反射面近傍で一旦収束され、発散光として f レンズ群 7 に入射し、f レンズ群 7 の収束パワーによって再び走査対象面 S 上に収束される。このとき、ポリゴンミラー 6 の反射面近傍と走査対象面 S とが f レンズ群 7 によって副走査方向において光学的に共役となっているために、ポリゴンミラー 6 の各反射面の僅かな傾き (いわゆる「面倒れ」) による走査対象面 S 上の走査位置の副走査方向へのずれが、補正される。

20

【 0 0 2 4 】

< 位相シフト素子 >

次に、位相シフト素子 3 について、説明する。この位相シフト素子 3 は、コリメートレンズ 2 から射出されるレーザービームの一部光束に対して位相差を付与する光学素子であり、レーザービームのビーム中心軸に対して直交するように配置される矩形の透明平板である。

【 0 0 2 5 】

図 3 (a) は、位相シフト素子 3 の正面図である。図 3 (a) に示されるように、この位相シフト素子 3 を構成する透明平板の一側面 (正面) は、その中心に位置する円形の中央領域 3 a と、この中央領域 3 a が内接する輪帯状の第 1 領域 3 b と、この第 1 領域 3 b が内接する開口円を内部中心に有する矩形の第 2 領域 3 c とに、区分されている。

30

【 0 0 2 6 】

中央領域 3 a は、レーザー光源 1 からコリメートレンズ 2 を介して入射するレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光束を透過させる領域である。一方、第 1 及び第 2 領域 3 b , 3 c は、入射してくるレーザービームの一部を透過させるとともに、中央領域 3 a を透過する光束との間に所定の位相差をもたせるようにその光束に対して作用する領域である。

40

【 0 0 2 7 】

より具体的には、第 1 領域 3 b は、自身を透過する光束に対して所定の位相差を持たせるために、光軸方向の厚みを中央領域 3 a の厚みよりも僅かな量だけ増量又は減量されている。また、第 2 領域 3 c は、自身を透過する光束に対して所定の位相差を持たせるために、光軸方向の厚みを中央領域 3 a の厚みよりも僅かな量だけ増量又は減量され、或いは、中央領域 3 a の光軸方向の厚みと同じ厚みにされている。

【 0 0 2 8 】

これら第 1 及び第 2 領域 3 b , 3 c における光軸方向の厚みの増量又は減量 d [nm] は、その材質の屈折率を n 、レーザービームの波長を λ [nm]、目的とする位相差を ϕ [rad] とすると、
$$d = \frac{\phi}{2\pi(n-1)}$$
 によって決定されている。

50

【 0 0 2 9 】

第 1 の実施形態では、中央領域 3 a を透過した後の光束に対し、第 1 領域 3 b を透過した後の光束が持つ位相差 ϕ は、半波長 ($\lambda / 2$ [nm]) の光路長差に相当する π [rad] に、設定されている。また、中央領域 3 a を透過した後の光束に対し、第 2 領域 3 c を透過した後の光束が持つ位相差 ϕ' は、0 [rad] に設定されている。なお、これらは、 $\cos \phi = -1$ 、 $\cos \phi' = 1$ となり、条件式 (1) 及び (2) を満足している。

【 0 0 3 0 】

従って、位相シフト素子 3 の側面図である図 3 (b) に示されるように、第 1 の実施形態では、第 1 領域 3 b は、光軸方向の厚みを中央領域 3 a の厚みよりも僅かな量だけ増されているとともに、第 2 領域 3 c は、中央領域 3 a の光軸方向の厚みと同じになっている。すなわち、位相シフト素子 3 全体は、円環体 (母線が矩形である回転体) 状の突出部 3 d が透明平板と一体に形成されたものとなっている。但し、図 3 (b) では、第 1 領域 3 b の光軸方向の厚みは誇張されており、実際には、位相シフト素子 3 の正面は殆ど平坦である。

【 0 0 3 1 】

なお、上述した円環体状の突出部 3 d は、金型を用いた成型やエッチングによって透明平板とともに一体形成されても良いが、別体に形成されても良い、別体の場合には、この突出部 3 d は、蒸着などにより透明平板に施されたコーティング、若しくは透明平板に貼り付けられたフィルムとして、構成され得る。

【 0 0 3 2 】

ところで、位相シフト素子 3 に入射してくるレーザービームの断面は、上述したように、コリメートレンズ 2 によって楕円形状に整形される (図 3 (a) の破線を参照) とともに、その長軸が主走査方向に、その短軸が副走査方向に向けられる。第 1 の実施形態では、位相シフト素子 3 に入射してくるレーザービームの断面形状における長軸の半径は、1.35 mm に設定されており、その短軸の半径は、0.5 mm に設定されている。また、図 3 (b) に示されるように、第 1 領域 3 b の径方向の幅は、0.05 mm であり、その内径は、1.90 mm である。このため、位相シフト素子 3 へ入射した光束は、中央領域 3 a 並びに第 1 及び第 2 領域 3 b, 3 c の何れかを透過することとなる。

【 0 0 3 3 】

図 3 (c) は、レーザービームが位相シフト素子 3 を透過する前後での波面の状態を示す概念図である。この図 3 (c) に示されるように、中央領域 3 a を透過した光束の波面を基準とすると、第 1 領域 3 b を透過した光束には、 π [rad] の位相差が付与され、第 2 領域 3 c を透過した光束には、0 [rad] の位相差が付与される。従って、第 1 の実施形態では、コリメートレンズ 2 からのレーザービームのうち、大部分の光束 (中央領域 3 a 及び第 2 領域 3 c に入射するの光束) は、透明平板をそのまま透過するとともに、ほんの一部の光束 (第 1 領域 3 b に入射する光束) だけが、 π [rad] の位相差を付与される。

【 0 0 3 4 】

< 開口絞り >

次に、開口絞り 4 について、説明する。この開口絞り 4 は、図 4 に示されるように、主走査方向に長手方向を向けたスリット 4 a が開口 (アパーチャ) として穿たれている平板である。

【 0 0 3 5 】

< 第 1 の実施形態の機能 >

以下、以上のように構成される第 1 の実施形態の走査光学系によって走査対象面 S 上で走査されるレーザービームの強度分布を、位相シフト素子 3 がなかったときと、位相シフト素子 3 があったときと、六分の一波長 ($\lambda / 6$ [nm]) の光路差に相当する $\pi / 3$ [rad] の位相差を付与するように設定された位相シフト素子が仮にあったときとで比較して説明する。

【 0 0 3 6 】

図 5 は、走査対象面 S に入射するレーザービームの強度分布を、そのビーム中心軸から

主走査方向へ 0.25 mm までの範囲において、示したグラフである。このグラフでは、各地点の強度は、ビーム中心軸上での最大強度値に対する比率によって表示されている。また、図 6 は、図 5 のグラフにおける強度比率が 0% から 10% までの範囲を拡大して示したグラフである。そして、これら図 5 及び図 6 では、破線によって示される曲線が、位相シフト素子 3 がなかったときの強度分布を示し、実線によって示される曲線が、位相シフト素子 3 があったときの強度分布を示し、二点鎖線によって示される曲線が、位相差を $\pi/3\text{ [rad]}$ にするように設定された位相シフト素子が仮にあったときの強度分布を示す。

【0037】

位相シフト素子 3 がなかったとき（図 5 及び図 6 の破線参照）は、サイドローブの強度は、メインビームから離れるに従って徐々に弱くなっており、メインビームに隣接するサイドローブの強度は、 4% 強となっている。

10

【0038】

また、位相差を $\pi/3\text{ [rad]}$ にするように設定された位相シフト素子が仮にあったとき（図 5 及び図 6 の二点鎖線参照）も、サイドローブの強度は、メインビームから離れるに従って徐々に弱くなっており、メインビームに隣接するサイドローブの強度は、 3.5% 程度となっている。

【0039】

これらに対し、位相シフト素子 3 があったとき（図 5 及び図 6 の実線参照）は、サイドローブの強度は、ほぼ平均的であり、何れも、 2% 弱となっている。

20

【0040】

従って、 f レンズ群 7 の各レンズ 7a ~ 7c のレンズ面に多少の微視的なうねりがあり、サイドローブの強度が、数%程度だけ上昇したとしても、感光ドラム 12 に感光される強度の閾値を、超えることは少ない。

【0041】

ところで、位相シフト素子 3 を正面から見たとき（図 3(a)）において、第 1 領域 3b のうちのレーザービームが入射する領域の面積 S' は、レーザービームの断面の面積 S に対し、適切に設定されることが望ましい。第 1 の実施形態では、 S' は 0.08 であり、 S は 2.12 であるので、 S'/S は 0.04 である。従って、第 1 の実施形態の走査光学系は、上記条件式(3)を満足している。

30

【0042】

なお、上記の説明では、第 1 領域 3b は、輪帯状に形成されている（図 3(a)参照）が、これに限られるものではなく、例えば、矩形や多角形の環状に形成されていても良い。そのうえ、上記の説明のように、レーザービームの断面形状を円形ではなく楕円状にすることによって、第 1 領域 3b にレーザービームが入射しない部分が存在する場合には、第 1 領域 3b を、その部分を持たないように形成することもできる。この場合、第 1 領域 3b は、互いに離れた幾つかの部分から構成されることとなる。

【0043】

また、上記の説明では、位相シフト素子 3 と開口絞り 4 とが別体であるとしたが、これらは、一体に構成されたものであっても良い。例えば、位相シフト素子 3 と開口絞り 4 とが接着されることによって一体に構成されたものであっても良いし、図 7 に示されるように、上記スリット 4a と等価な開口が形成された透過率 0% のフィルム（若しくはコーティング）を、上記位相シフト素子 3 における突出部 3d のない側面に貼り付けたものであっても良い。

40

【0044】

さらに、上記の説明では、 f レンズ群 7 を結像光学系として有するいわゆる透過型の走査光学系に対して本発明を適用した例を示したが、図 8 に示されるような f ミラー 7' を結像光学系として有するいわゆる反射型の走査光学系に対して本発明を適用することもできる。なお、反射型の走査光学系では、透過型に比べると、結像光学系の光学面の微視的なうねりに因るサイドローブ強度の増加量が大きい。そのため、反射型の走査光学系

50

では、ハーフトーン印字時の黒スジがより発生し易くなる。そこで、反射型の走査光学系に本発明を適用することによる、サイドローブを低減し、黒スジの発生をより少なくすることができる。

【実施形態 2】

【0045】

第2の実施形態は、位相シフト素子の第2領域が光束に付与する位相差が第1の実施形態のものと異なる他は、第1の実施形態と同じ構成を有する。従って、以下では、第1の実施形態との相違点のみについて、説明する。

【0046】

図9(a)は、第2の実施形態の位相シフト素子8の正面図であり、図9(b)は、この位相シフト素子8の側面図であり、図9(c)は、この位相シフト素子8をレーザービームが透過する前後での波面の状態を示す概念図である。

【0047】

図9(a)に示されるように、第2の実施形態の位相シフト素子8も、第1の実施形態の位相シフト素子3と同様に、中央領域8aと、この中央領域8aが内接する輪帯状の第1領域8bと、この第1領域8bが内接する開口円を内部中心に有する矩形の第2領域8cとを、有する。

【0048】

但し、第1の実施形態とは異なり、中央領域8aを透過した後の光束に対し、第2領域8cを透過した後の光束が持つ位相差 ϕ は、一波長(λ [nm])の光路長差に相当する $-\pi$ [rad]に設定されている。これは、 $\cos \phi = 1$ となり、条件式(2)を満足している。なお、中央領域8aを透過した後の光束に対し、第1領域8bを透過した後の光束が持つ位相差 ϕ は、第1の実施形態と同様に、半波長($\lambda/2$ [nm])の光路長差に相当する $-\pi/2$ [rad]に、設定されている。よって、これは、 $\cos \phi = -1$ となり、条件式(1)を満足している。

【0049】

従って、図9(b)に示されるように、第2の実施形態では、第1領域8bの光軸方向の厚みは、中央領域8aの厚みよりも僅かな量 d [nm]だけ薄くなっているとともに、第2領域8cの光軸方向の厚みは、第1領域8bの厚みが減らされている分の2倍の量 $2d$ [nm]だけ、中央領域8aの厚みよりも薄くなっている。つまり、位相シフト素子8全体は、段状の突出部8dが透明平板と一体に形成されたものとなっている。但し、図9(b)では、第1及び第2領域8b、8cの光軸方向の厚みは誇張されており、実際には、位相シフト素子8の正面は殆ど平坦である。

【0050】

そして、図9(c)の概念図に示されるように、中央領域8aを透過した光束を基準とすると、第1領域8bを透過した光束には、半波長($\lambda/2$ [nm])の光路長差に相当する $-\pi/2$ [rad]だけ、位相差が付与され、第2領域8cを透過した光束には、一波長(λ)の光路長差に相当する $-\pi$ [rad]だけ、位相差が付与される。従って、中央領域8aと第2領域8cを透過した光束は同位相となり、第1領域8bに入射した光束のみに、 $-\pi/2$ [rad]の位相差が付与されることになる。このため、図9の位相シフト素子8は、図3の位相シフト素子3と同等に機能することになる。すなわち、第2の実施形態の位相シフト素子8を走査光学系に用いても、図5及び図6と同じ結果が得られる。

【0051】

なお、図9の位相シフト素子8も、図3の位相シフト素子3と同様に、開口絞り4と一体に構成されていても良い。また、図9の位相シフト素子8は、図8のような反射型の走査光学系に用いられても良い。さらに、位相差をつける方向が逆向きでも良い。

【実施形態 3】

【0052】

第3の実施形態は、光束に位相差を付与する領域を4つ備えた位相シフト素子を用いている他は、第1の実施形態と同じ構成を有する。従って、以下では、第1の実施形態との相違点のみについて、説明する。

【 0 0 5 3 】

図 1 0 (a) は、第 3 の実施形態の位相シフト素子 9 の正面図であり、図 1 0 (b) は、この位相シフト素子 9 の側面図であり、図 1 0 (c) は、この位相シフト素子 9 をレーザービームが透過する前後での波面の状態を示す概念図である。

【 0 0 5 4 】

第 3 の実施形態の位相シフト素子 9 も、光軸に対して直交するように配置される矩形の透明平板である。この位相シフト素子 9 を構成する透明平板の一側面（正面）は、図 1 0 (a) に示されるように、その中心に位置する円形の中央領域 9 a と、この中央領域 9 a が内接する輪帯状の第 1 領域 9 b と、この第 1 領域 9 b が内接する輪帯状の第 2 領域 9 c と、この第 2 領域 9 c が内接する輪帯状の第 3 領域 9 d と、この第 3 領域 9 d が内接する開口円を内部中心に有する矩形の第 4 領域 9 e とに、区分されている。

10

【 0 0 5 5 】

中央領域 9 a は、レーザー光源 1 からコリメートレンズ 2 を介して入射するレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光束を透過させる領域である。一方、第 1 乃至第 4 領域 9 b ~ 9 e は、入射してくるレーザービームの一部を透過させるとともに、中央領域 9 a を透過する光束との間に所定の位相差をもたせるようにその光束に対して作用する領域である。

【 0 0 5 6 】

第 3 の実施形態では、中央領域 9 a を透過した後の光束に対し、第 1 領域 9 b 及び第 3 領域 9 d を透過した後の光束が持つ位相差 ϕ_1 は、半波長 ($\lambda / 2$ [nm]) の光路長差に相当する [rad] に、設定されている。また、中央領域 9 a を透過した後の光束に対し、第 2 領域 9 c 及び第 4 領域 9 e を透過した後の光束が持つ位相差 ϕ_2 は、0 [rad] に設定されている。なお、これらは、 $\cos \phi_1 = -1$ 、 $\cos \phi_2 = 1$ となり、条件式 (1) 及び (2) を満足している。

20

【 0 0 5 7 】

従って、図 1 0 (b) に示されるように、第 3 の実施形態では、第 1 領域 9 b 及び第 3 領域 9 d は、光軸方向の厚みを中央領域 8 a の厚みよりも僅かな量だけ増されているとともに、第 2 領域 9 c 及び第 4 領域 9 e は、中央領域 9 a の光軸方向の厚みと同じ厚みになっている。すなわち、位相シフト素子 9 全体は、一方の外径が他方の内径よりも小さい 2 つの円環体状の突出部が透明平板と一体に形成されたものとなっている。但し、図 1 0 (b) では、第 1 及び第 3 領域 9 b , 9 d の光軸方向の厚みは誇張されており、実際には、位相シフト素子 9 の正面は殆ど平坦である。

30

【 0 0 5 8 】

ところで、位相シフト素子 9 に入射してくるレーザービームの断面は、コリメートレンズ 2 によって楕円形状に整形される（図 1 0 (a) の破線を参照）とともに、その長軸が主走査方向に、その短軸が副走査方向に向けられる。第 3 の実施形態では、位相シフト素子 9 に入射してくるレーザービームの断面形状における長軸の半径は、1 . 3 5 mm に設定されており、その短軸の半径は、0 . 5 mm に設定されている。また、図 1 0 (b) に示されるように、第 1 領域 9 b の径方向の幅は、0 . 0 2 mm であり、その内径は、1 . 8 0 mm である。また、第 2 領域 9 c の径方向の幅は、0 . 0 8 mm であり、第 3 領域 9 d の径方向の幅は、0 . 0 3 mm である。このため、位相シフト素子 9 へ入射した光束は、中央領域 9 a 及び第 1 乃至第 4 領域 9 b ~ 9 e の何れかを透過することとなる。

40

【 0 0 5 9 】

そして、図 1 0 (c) に示されるように、中央領域 9 a を透過した光束の波面を基準とすると、第 1 領域 9 b 及び第 3 領域 9 d を透過した光束には、 ϕ_1 [rad] の位相差が付与され、第 2 領域 9 c 及び第 4 領域 9 e を透過した光束には、0 [rad] の位相差が付与される。従って、第 3 の実施形態では、コリメートレンズ 2 からのレーザービームのうち、大部分の光束（中央領域 9 a , 第 2 領域 9 c 及び第 4 領域 9 e に入射するの光束）は、透明平板をそのまま透過するとともに、ほんの一部の光束（第 1 領域 9 b 及び第 3 領域 9 d に入射する光束）だけが、 ϕ_1 [rad] の位相差を付与される。

【 0 0 6 0 】

50

< 第 3 の実施形態の機能 >

以下、以上のように構成される第 3 の実施形態の走査光学系によって走査対象面 S 上で走査されるレーザービームの強度分布を、位相シフト素子 9 がなかったときと、位相シフト素子 9 があったときとで比較して説明する。

【 0 0 6 1 】

図 1 1 は、走査対象面 S に入射するレーザービームの強度分布を、そのビーム中心軸から主走査方向へ 0 . 2 5 mm までの範囲において、示したグラフである。このグラフでは、各地点の強度は、ビーム中心軸上での最大強度値に対する比率によって表示されている。また、図 1 2 は、図 1 1 のグラフにおける強度比率が 0 % から 1 0 % までの範囲を拡大して示したグラフである。そして、これら図 1 1 及び図 1 2 では、破線によって示される曲線が、位相シフト素子 9 がなかったときの強度分布を示し、実線によって示される曲線が、位相シフト素子 9 があったときの強度分布を示す。

10

【 0 0 6 2 】

位相シフト素子 9 がなかったとき（図 1 1 及び図 1 2 の破線参照）は、サイドローブの強度は、メインビームから離れるに従って徐々に弱くなっており、メインビームに隣接するサイドローブの強度は、4 % 強となっている。

【 0 0 6 3 】

これに対し、位相シフト素子 9 があったとき（図 1 1 及び図 1 2 の実線参照）は、サイドローブの強度は、ほぼ平均的であり、何れも、2 % 弱となっている。

【 0 0 6 4 】

20

従って、f レンズ群 7 の各レンズ 7 a ~ 7 c のレンズ面に多少の微視的なうねりがあり、サイドローブの強度が、数 % 程度だけ上昇したとしても、感光ドラム 1 2 に感光される強度の閾値を、超えることは少ない。

【 0 0 6 5 】

ところで、位相シフト素子 3 を正面から見たとき（図 1 0 (a)）において、第 1 領域 9 b のうちのレーザービームが入射する領域の面積と第 3 領域 9 d のうちのレーザービームが入射する領域の面積との総和 S' は、レーザービームの断面の面積 S に対し、適切に設定されることが望ましい。第 3 の実施形態では、 S' は 0 . 0 8 であり、 S は 2 . 1 2 であるので、 S' / S は 0 . 0 4 である。従って、第 3 の実施形態の走査光学系は、上記条件式 (3) を満足している。

30

【 0 0 6 6 】

なお、図 1 0 の位相シフト素子 9 も、図 3 の位相シフト素子 3 と同様に、開口絞り 4 と一体に構成されていても良い。また、図 1 0 の位相シフト素子 9 は、図 8 のような反射型の走査光学系に用いられても良い。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 7 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態であるレーザービームプリンターの概略的な構成図

【図 2】レーザービームプリンターに内蔵される走査光学系の概略的な光学構成図

【図 3】位相シフト素子の (a) 正面図、(b) 側面図及び (c) 透過光の波面の概念図

【図 4】開口絞りの正面図

40

【図 5】位相シフト素子があるとき、位相シフト素子がないとき、 $\pi / 3$ の位相差を付与する位相シフト素子が仮にあるときのレーザービームの強度分布を示すグラフ

【図 6】図 5 のグラフの一部を拡大したグラフ

【図 7】位相シフト素子及び開口絞りを一体形成した例を示す説明図

【図 8】本発明が適用された反射型走査光学系の概略的な構成図

【図 9】第 2 の実施形態の位相シフト素子の (a) 正面図、(b) 側面図及び (c) 透過光の波面の概念図

【図 1 0】第 3 の実施形態の位相シフト素子の (a) 正面図、(b) 側面図及び (c) 透過光の波面の概念図

【図 1 1】位相シフト素子があるとき、位相シフト素子がないときのレーザービームの強

50

度分布を示すグラフ

【図 1 2】図 1 1 のグラフの一部を拡大したグラフ

【符号の説明】

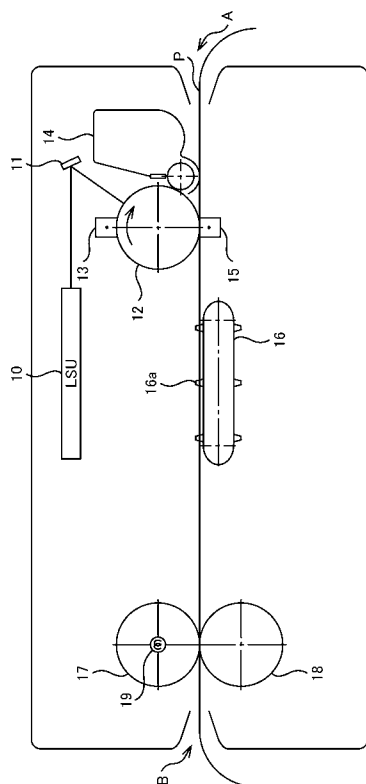
【 0 0 6 8 】

- 1 レーザー光源
- 2 コリメートレンズ
- 3 位相シフト素子
- 3 a 中央領域
- 3 b 第 1 領域
- 3 c 第 2 領域
- 4 開口絞り
- 4 a スリット (アパーチャ)
- 5 シリンドリカルレンズ
- 6 ポリゴンミラー
- 7 f レンズ群
- 8 位相シフト素子
- 8 a 中央領域
- 8 b 第 1 領域
- 8 c 第 2 領域
- 9 位相シフト素子
- 9 a 中央領域
- 9 b 第 1 領域
- 9 c 第 2 領域
- 9 d 第 3 領域
- 9 e 第 4 領域

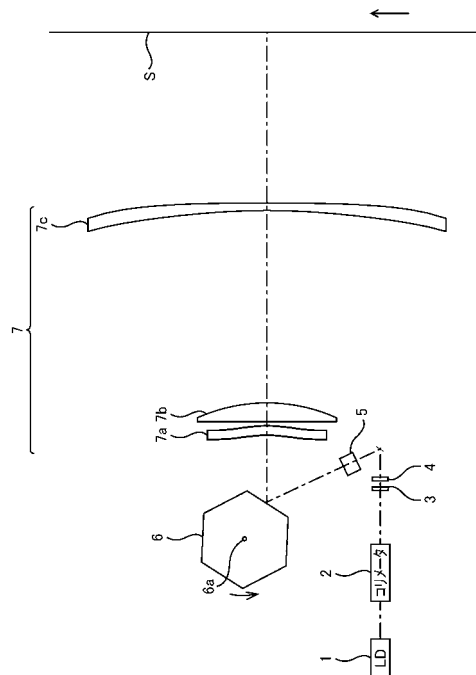
10

20

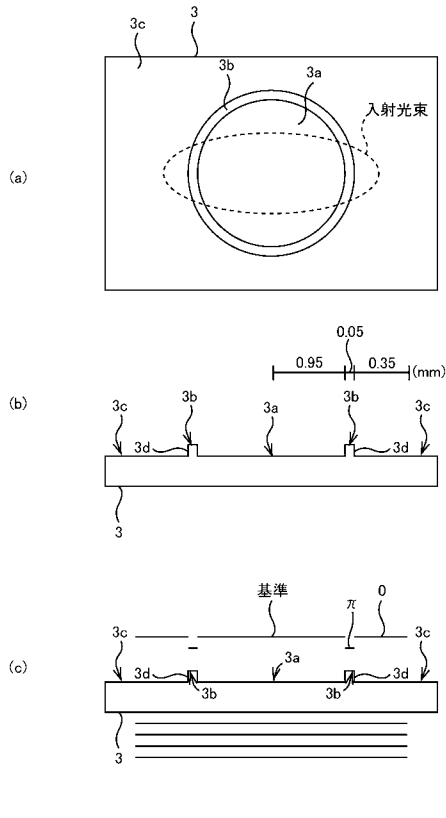
【図 1】



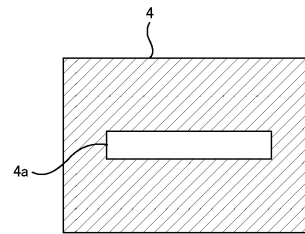
【図 2】



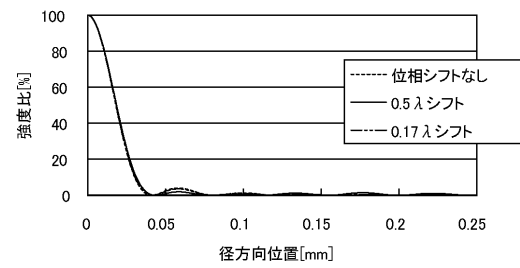
【図 3】



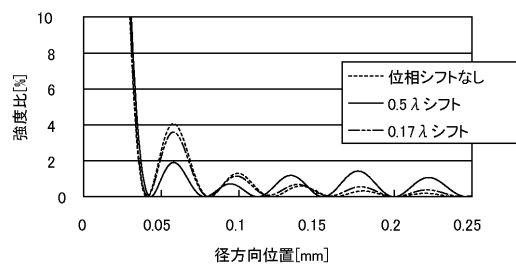
【図 4】



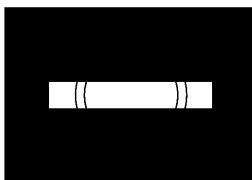
【図 5】



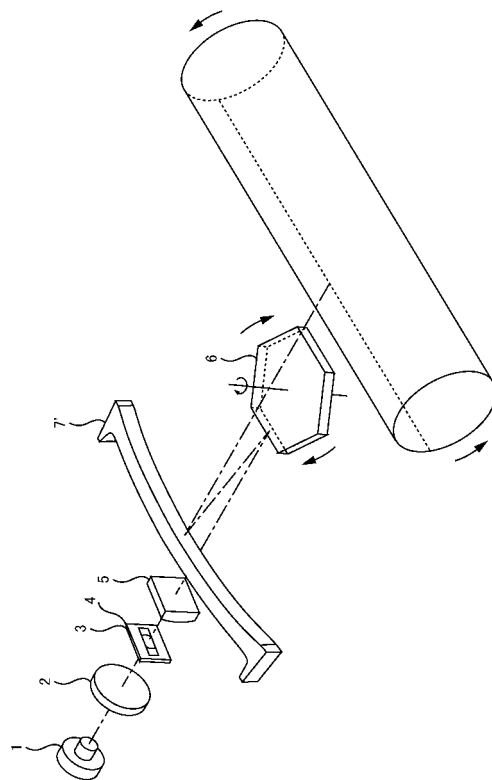
【図 6】



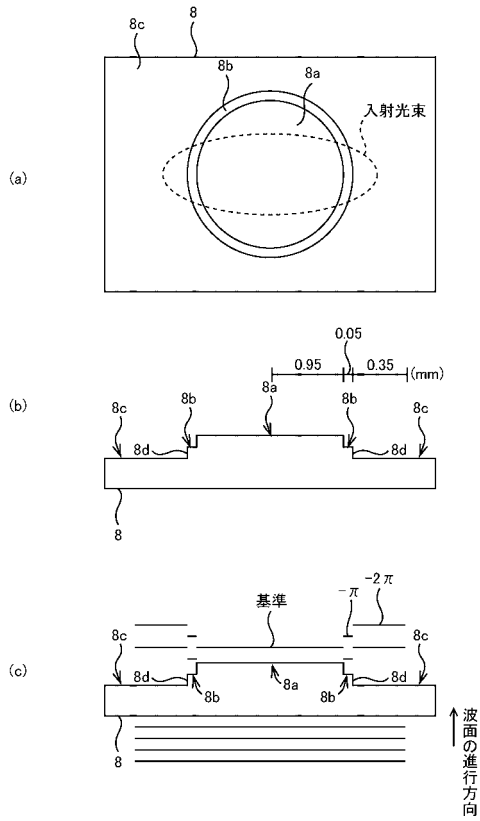
【図 7】



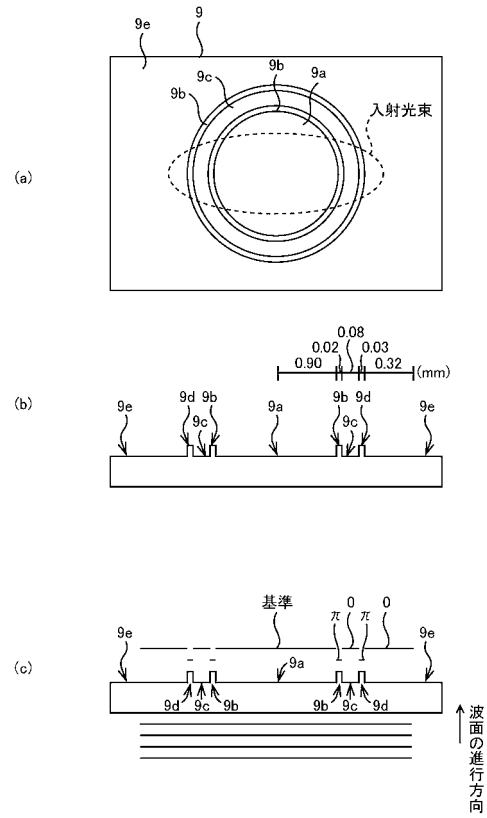
【図 8】



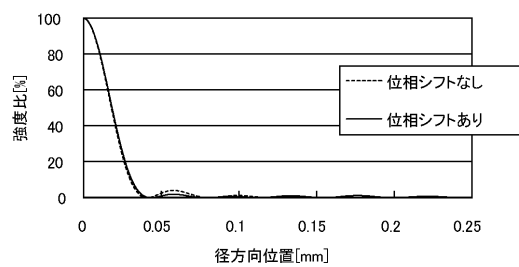
【図 9】



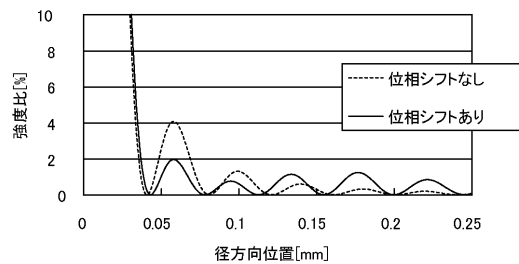
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-249950(JP,A)
特開平08-136861(JP,A)
特開平04-123017(JP,A)
特開2001-255480(JP,A)
特開平05-281484(JP,A)
特開平07-175002(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 26/10
B41J 2/44
H04N 1/113