

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6061703号
(P6061703)

(45) 発行日 平成29年1月18日 (2017. 1. 18)

(24) 登録日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 N 21/47 (2006. 01)

GO 1 N 21/47

F

GO 3 G 15/16 (2006. 01)

GO 3 G 15/16

請求項の数 21 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2013-15922 (P2013-15922)
 (22) 出願日 平成25年1月30日 (2013. 1. 30)
 (65) 公開番号 特開2013-191835 (P2013-191835A)
 (43) 公開日 平成25年9月26日 (2013. 9. 26)
 審査請求日 平成28年1月19日 (2016. 1. 19)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-28288 (P2012-28288)
 (32) 優先日 平成24年2月13日 (2012. 2. 13)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 110000718
 特許業務法人中川国際特許事務所
 (72) 発明者 中川 健
 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 金子 大輔
 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 ▲高▼場 正光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学センサ及び画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被照射面に光を照射する発光素子と、前記発光素子から照射され、前記被照射面で反射した反射光のうちの散乱反射光を受光する受光素子と、前記発光素子と前記受光素子とが同じ実装面上に配置された回路基板と、前記回路基板に取り付けられたハウジングと、を有し、前記発光素子及び前記受光素子の光軸が前記実装面に直交する光学センサにおいて

、
前記回路基板は前記実装面が前記被照射面を含む平面に対して傾斜しており、前記発光素子の発光面と、前記受光素子の受光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さのうち、前記受光素子の受光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さの方が短くなり、

前記ハウジングは、第1の遮光壁と第2の遮光壁を備え、

前記第1の遮光壁と第2の遮光壁は、前記回路基板に設けられた穴と嵌合しており、

前記発光素子から照射された光を前記被照射面に導く導光路は、前記第1の遮光壁と前記第2の遮光壁によって形成され、

前記ハウジングの前記被照射面と対向する面は前記被照射面を含む平面と平行であることを特徴とする光学センサ。

【請求項 2】

前記発光素子から照射された光は、レンズを透過することなく前記被照射面に入射することを特徴とする請求項1に記載の光学センサ。

【請求項 3】

10

20

前記被照射面で反射した反射光は、レンズを透過することなく前記受光素子に入射することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光学センサ。

【請求項 4】

前記実装面に平行で前記発光素子と前記受光素子の配列方向に交差する方向に関して、前記穴の幅は前記受光素子の幅よりも広いことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の光学センサ。

【請求項 5】

前記被照射面から反射した反射光は、偏光板を透過して前記受光素子に入射することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の光学センサ。

【請求項 6】

前記被照射面から反射した反射光は、保護カバーを透過して前記受光素子に入射することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の光学センサ。

【請求項 7】

前記ハウジングと前記第 1 の遮光壁によって、前記受光素子に光を導く受光導光路が形成されており、

前記受光素子の光軸の方向と、前記受光導光路に導かれる光の光軸の方向は異なることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の光学センサ。

【請求項 8】

被照射面に光を照射する発光素子と、前記発光素子から照射され、前記被照射面で反射した反射光を受光する第 1 及び第 2 の受光素子と、前記発光素子と前記第 1 及び第 2 の受光素子とが同じ実装面上に配置された回路基板と、前記回路基板に取り付けられたハウジングと、を有し、前記発光素子、前記第 1 及び第 2 の受光素子の光軸が前記実装面に直交する光学センサにおいて、

前記第 1 の受光素子は前記反射光のうちの正反射光を受光し、前記第 2 の受光素子は前記反射光のうちの散乱反射光を受光し、

前記回路基板は前記実装面が前記被照射面を含む平面に対して傾斜しており、前記発光素子の発光面と、前記第 1 の受光素子の受光面と、前記第 2 の受光素子の受光面から前記平面に対して下ろしたそれぞれの垂線の長さのうち、前記第 2 の受光素子の受光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さの方が短くなり、

前記ハウジングは、第 1 の遮光壁と第 2 の遮光壁を備え、

前記第 1 の遮光壁と前記第 2 の遮光壁は、前記回路基板に設けられた穴と嵌合しており、

前記第 1 の遮光壁は、前記発光素子と前記第 1 の受光素子との間に配置され、前記第 2 の遮光壁は、前記発光素子と前記第 2 の受光素子との間に配置され、

前記ハウジングの前記被照射面と対向する面は前記被照射面を含む平面と平行であることを特徴とする光学センサ。

【請求項 9】

前記発光素子から照射された光を前記被照射面に導く導光路は、前記第 1 の遮光壁と前記第 2 の遮光壁によって形成されることを特徴とする請求項 8 に記載の光学センサ。

【請求項 10】

前記発光素子から照射された光は、レンズを透過することなく前記被照射面に入射することを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の光学センサ。

【請求項 11】

前記被照射面で反射した反射光は、レンズを透過することなく前記第 1 の受光素子又は前記第 2 の受光素子に入射することを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の光学センサ。

【請求項 12】

前記実装面に平行で、前記発光素子と前記第 1 の受光素子と第 2 の受光素子の配列方向に交差する方向に関して、前記穴の幅は前記第 1 の受光素子及び前記第 2 の受光素子の幅よりも広いことを特徴とする請求項 8 乃至 11 の何れか 1 項に記載の光学センサ。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

前記ハウジングと前記第1の遮光壁によって、前記第1の受光素子に光を導く第1の受光導光路が形成され、前記ハウジングと前記第2の遮光壁によって、前記第2の受光素子に光を導く第2の受光導光路が形成されており、

前記第1の受光素子の光軸の方向と、前記第1の受光導光路に導かれる光の光軸の方向は異なり、前記第2の受光素子の光軸の方向と、前記第2の受光導光路に導かれる光の光軸の方向は異なることを特徴とする請求項8乃至12の何れか1項に記載の光学センサ。

【請求項 14】

前記発光素子、前記第1及び第2の受光素子は、前記発光素子、前記第1の受光素子、前記第2の受光素子の順で一列に並んで配置され、前記発光素子の発光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さを L_1 、前記第1の受光素子の受光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さを L_2 、前記第2の受光素子の受光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さを L_3 としたとき、

$$L_3 < L_2 < L_1$$

を満たすことを特徴とする請求項8に記載の光学センサ。

【請求項 15】

前記平面に対する前記回路基板の実装面の角度を k とすると、

$$k < 22^\circ$$

を満たすことを特徴とする請求項14に記載の光学センサ。

【請求項 16】

前記発光素子、前記第1及び第2の受光素子は、前記第1の受光素子、前記発光素子、前記第2の受光素子の順で一列に並んで配置され、前記発光素子の発光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さを L_1 、前記第1の受光素子の受光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さを L_2 、前記第2の受光素子の受光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さを L_3 としたとき、

$$L_3 < L_1 < L_2$$

を満たすことを特徴とする請求項8に記載の光学センサ。

【請求項 17】

前記平面に対する前記回路基板の実装面の角度を k とすると、

$$k < 40^\circ$$

を満たすことを特徴とする請求項16に記載の光学センサ。

【請求項 18】

請求項1乃至17のいずれか1項に記載の光学センサと、前記被照射面を備え、前記光学センサにより前記被照射面上のトナーを検知することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 19】

前記光学センサからの出力に基づいて、前記被照射面上のトナーの濃度を検知することを特徴とする請求項18に記載の画像形成装置。

【請求項 20】

前記光学センサからの出力に基づいて、被照射面上をトナーが通過したタイミングを検知することを特徴とする請求項18に記載の画像形成装置。

【請求項 21】

前記被照射面は、トナー像が形成される無端ベルトであることを特徴とする請求項14または請求項20に記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子からの光をトナーが付着される測定対象物の被照射面に照射し、その反射光を受光素子によって検知する光学センサ及びこれを具備する画像形成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、コンピュータネットワーク技術の進展により、画像出力端末としてのプリンタが急速に普及しており、近年では、出力画像カラー化の進展に伴い、カラープリンタの画質の安定性向上や、カラープリンタ相互間のカラー画質の均一化などの要求が高まっている。

【0003】

特に、色の再現性や各色間の重ね合わせ精度に関しては、設置環境変化や経時変化、或いは機差によらない高度な安定性が求められている。しかし、電子写真方式の画像形成装置は、装置の置かれた環境条件の変化や感光体、現像剤の経時劣化、装置内の温度変化により画像濃度及びカラーレジストレーションが変動するので、初期設定のままでは、そのような高い要求値を満たすことが出来ない。

10

【0004】

そこで、画像濃度及びカラーレジストレーションを最適に保つフィードバック制御を行うトナー検知装置を用いることが一般的である。このフィードバック制御は、以下のように行われる。試験用のトナー画像（以下、「テストパターン」という）を、例えば感光体、中間転写体、転写搬送ベルト等の循環移動体上に形成し、そのテストパターンの濃度及び相対位置をトナー検知装置としての光学センサで計測する。

【0005】

その計測結果とテストパターンを形成したときの条件から、実際の印刷の際の画像濃度及びカラーレジストレーションが適切になるように画像濃度及びカラーレジストレーションを制御する。その因子として、例えば、潜像形成時の露光パターン、露光書き出し位置、画像形成倍率、現像バイアス、帯電バイアス等を制御する。

20

【0006】

このようなトナー検知装置としてテストパターンに光を照射して反射される光から光学的にトナー量またはトナー画像の位置を測定するセンサが多く用いられている。照射光としては赤外光を用いる場合が多く、赤外光を用いた場合、トナーの着色材の種類によって反射特性が異なる。

【0007】

具体的には赤外光を吸収する黒トナーと、赤外光を反射する色トナーとでは同じトナー量でも得られる光学的な反射光の光量が異なるため、両者ともに精度良く行うための工夫が行われている。色トナー、黒トナーのどちらであっても精度良く検知するために例えば特許文献1には正反射光と散乱反射光（散乱反射光）を検出するセンサを用いてトナー量（すなわち現像剤濃度）を検知する方法についての開示がある。

30

【0008】

特許文献1には、光学素子として、測定対象物の被照射面に光を照射する発光素子（LED）、及び、正反射光を受光するための受光素子、及び、散乱反射光を受光するための受光素子をそれぞれ1つずつ有する光学センサが記載されている。各発光素子及び受光素子は所謂砲弾型の光学素子で、発光部または受光部を備える半導体チップと砲弾型のレンズ部と、回路基板に接続されるリードフレームとが設けられている。この砲弾型の光学素子はリードフレームを折り曲げる角度を変えることで素子の向きをある程度自由に変更可能である。このため、特許文献1では、各光学素子をハウジングに嵌合して各光学素子の向きが所望の向きとなるようにしている。

40

【0009】

しかし、砲弾型の光学素子は、素子の向きを変更できるようある程度長いリードフレームがあったり、レンズ部があるが故に、半導体チップから回路基板まで一定の体積を必要とし、センサの小型化という観点では不利である。

【0010】

そこで、センサ自体を小型にするため、特許文献2には回路基板表面に実装するタイプのチップ部品である光学素子を用いる光学センサが開示されている。このように、回路基板の表面（実装面）上に直接実装するタイプの光学素子を用いた場合、リードフレームやレンズ部がないため、回路基板上に光学素子を直接実装する際に必要とされる体積は大幅に

50

少なくなりセンサを小型化することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2006-267644号公報

【特許文献2】特開2006-208266号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかし、特許文献2に記載されたような、チップ部品の光学素子を回路基板の表面（実装面）上に直接実装した光学センサは、回路基板とは別のハウジングに光学素子を嵌合して固定できない。このため、回路基板内や回路基板とハウジングの間を光が漏れることにより外乱光が発生し易く、遮光を工夫する必要がある。

【0013】

そこで、本発明は、光学素子を回路基板の表面（実装面）上に実装した光学センサにおける遮光性を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

前記目的を達成するための本発明に係る光学センサの代表的な構成は、被照射面に光を照射する発光素子と、前記発光素子から照射され、前記被照射面で反射した反射光のうちの散乱反射光を受光する受光素子と、前記発光素子と前記受光素子とが同じ実装面上に配置された回路基板と、前記回路基板に取り付けられたハウジングと、を有し、前記発光素子及び前記受光素子の光軸が前記実装面に直交する光学センサにおいて、前記回路基板は前記実装面が前記被照射面を含む平面に対して傾斜しており、前記発光素子の発光面と、前記受光素子の受光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さのうち、前記受光素子の受光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さの方が短くなり、前記ハウジングは、第1の遮光壁と第2の遮光壁を備え、前記第1の遮光壁と第2の遮光壁は、前記回路基板に設けられた穴と嵌合しており、前記発光素子から照射された光を前記被照射面に導く導光路は、前記第1の遮光壁と前記第2の遮光壁によって形成され、前記ハウジングの前記被照射面と対向する面は前記被照射面を含む平面と平行であることを特徴とする。

【0015】

また、本発明に係る光学センサの別の代表的な構成は、被照射面に光を照射する発光素子と、前記発光素子から照射され、前記被照射面で反射した反射光を受光する第1及び第2の受光素子と、前記発光素子と前記第1及び第2の受光素子とが同じ実装面上に配置された回路基板と、前記回路基板に取り付けられたハウジングと、を有し、前記発光素子、前記第1及び第2の受光素子の光軸が前記実装面に直交する光学センサにおいて、前記第1の受光素子は前記反射光のうちの正反射光を受光し、前記第2の受光素子は前記反射光のうちの散乱反射光を受光し、前記回路基板は前記実装面が前記被照射面を含む平面に対して傾斜しており、前記発光素子の発光面と、前記第1の受光素子の受光面と、前記第2の受光素子の受光面から前記平面に対して下ろしたそれぞれの垂線の長さのうち、前記第2の受光素子の受光面から前記平面に対して下ろした垂線の長さの方が短くなり、前記ハウジングは、第1の遮光壁と第2の遮光壁を備え、前記第1の遮光壁と前記第2の遮光壁は、前記回路基板に設けられた穴と嵌合しており、前記第1の遮光壁は、前記発光素子と前記第1の受光素子との間に配置され、前記第2の遮光壁は、前記発光素子と前記第2の受光素子との間に配置され、前記ハウジングの前記被照射面と対向する面は前記被照射面を含む平面と平行であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、光学素子を回路基板の表面（実装面）上に実装した光学センサにおける遮光性を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明に係るトナー検知装置を具備した画像形成装置の構成を説明する断面説明図である。

【図2】本発明に係る画像形成装置の制御系の構成を説明するブロック図である。

【図3】本発明に係るトナー検知装置の実施形態1Aの構成を説明する斜視説明図である。

【図4】本発明に係るトナー検知装置の実施形態1Aの構成を説明する断面説明図である。

【図5】(a)、(b)は本発明に係るトナー検知装置の実施形態1Aの構成を説明する分解斜視図及び組立斜視図である。 10

【図6】本発明に係るトナー検知装置の電気回路構成を説明する図である。

【図7】本発明に係るトナー検知装置の実施形態1Aの構成を説明する断面説明図である。

【図8】(a)は本発明に係るトナー検知装置の発光素子の照射角度に対する発光強度を示す図、(b)は本発明に係るトナー検知装置の発光素子の照射角度に対する受光素子の受光感度を示す図である。

【図9】実施形態1A、比較例1B、実施形態2A、及び、比較例2Bの各種特性を説明する図である。

【図10】比較例1Bのトナー検知装置の構成を説明する断面説明図である。 20

【図11】実施形態1Aにおいて測定対象物の反射面を含む平面に対する回路基板の傾斜角度に対する正反射光を受光する第1の受光素子と、散乱反射光を受光する第2の受光素子とのそれぞれの相対感度を示す図である。

【図12】発光素子の照射強度、受光素子の正反射光と散乱反射光の受光強度の基準レベルを設定する光学センサの構成を示す断面説明図である。

【図13】本発明に係るトナー検知装置の実施形態2Aの構成を説明する断面説明図である。

【図14】実施形態2Aにおいて測定対象物の反射面を含む平面に対する回路基板の傾斜角度に対する正反射光を受光する第1の受光素子と、散乱反射光を受光する第2の受光素子とのそれぞれの相対感度を示す図である。 30

【図15】比較例2Bのトナー検知装置の構成を説明する断面説明図である。

【図16】本発明に係るトナー検知装置の実施形態3の構成を説明する断面説明図である。

【図17】本発明に係るトナー検知装置の実施形態4の構成を説明する断面説明図である。

【図18】本発明に係るトナー検知装置を具備した他の画像形成装置の構成を説明する断面説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図により本発明に係るトナー検知装置としての光学センサを具備した画像形成装置の実施形態を具体的に説明する。 40

【実施例1】

【0020】

先ず、図1～図12を用いて本発明に係るトナー検知装置を具備した画像形成装置の実施例1の各実施形態の構成について説明する。

【0021】

[実施形態1A]

<画像形成装置>

図1に示すように、本実施形態では、第1ステーションをイエローY色のトナー画像形成用のステーション、第2ステーションをマゼンタM色のトナー画像形成用のステーショ 50

ンとする。更に、第3ステーションをシアンC色のトナー画像形成用のステーション、第4ステーションをブラックK色のトナー画像形成用のステーションとしている。

【0022】

第1ステーションにおいて、101Yは像担持体としての感光ドラムである。感光ドラム101Yは金属円筒上に感光して電荷を生成するキャリア生成層、発生した電荷を輸送する電荷輸送層などからなる機能性有機材料が複数層積層されたものである。最外層は電氣的導電性が低くほぼ絶縁体である。

【0023】

帯電手段として帯電ローラ102Yが感光ドラム101Yに当接され、該感光ドラム101Yの回転に伴ない、従動回転しながら感光ドラム101Yの表面を均一に帯電する。

10

【0024】

帯電ローラ102Yには直流電圧もしくは交流電圧を重ねた電圧が印加され、帯電ローラ102Yと、感光ドラム101Yの表面との当接ニップ部から上下流側の微小な空気ギャップで放電が発生することにより感光ドラム101Yは帯電される。

【0025】

感光ドラム101Yの表面上の転写残トナーをクリーニングするクリーニングユニット104Y、及び現像手段としての現像装置108Yは、現像ローラ105Y、非磁性一成分のトナー107Y、規制ブレード113Yを有している。

【0026】

上述の感光ドラム101Y、帯電ローラ102Y、クリーニングユニット104Y、現像ローラ105Y、トナー107Y、規制ブレード113Y及び現像装置108Yは、画像形成装置47から着脱自在な一体型のプロセスカートリッジ109Yとなっている。

20

【0027】

103Yは露光装置であり、レーザ光を多面鏡によって走査させるスキャナユニットまたはLED(Light Emitting Diode; 発光ダイオード)アレイを有して構成される。そして、画像信号に基づいて変調された露光光線114Yを感光ドラム101Yの表面上に照射する。

【0028】

また、帯電ローラ102Y、現像ローラ105Y、一次転写ローラ119Yは、帯電バイアス電源112Y、現像バイアス電源115Y、一次転写バイアス電源116Yにそれぞれ接続されている。帯電バイアス電源112Yは帯電ローラ102Yへの電圧供給手段である。現像バイアス電源115Yは現像ローラ105Yへの電圧供給手段である。一次転写バイアス電源116Yは一次転写ローラ119Yへの電圧供給手段である。

30

【0029】

以上がイエローY色のトナー画像形成用の第1ステーションの構成である。第2、第3、第4ステーションも同様の構成を有しており、第1ステーションと同様の機能を有する部品は同一の符号を付して、当該符号の末尾にステーションごとにマゼンタ色を示すM、シアン色を示すC、ブラック色を示すKを付与している。また、以下、代表的にY, M, C, Kを省略して数字のみの符号で各部材を説明する場合もある。

【0030】

測定対象物としてのトナー画像が形成される無端ベルトからなる中間転写ベルトとしてのベルト120は、その張架部材として二次転写対向ローラ118、テンションローラ124、補助ローラ132の3本のローラにより支持されている。テンションローラ124は図示しないバネ等の付勢手段によりベルト120を張る方向の力が加えられており、ベルト120に適当なテンション力が維持されるようになっている。

40

【0031】

二次転写対向ローラ118は、駆動源からの回転駆動を受けて回転し、該二次転写対向ローラ118の外周に巻かれたベルト120が回転する。ベルト120は感光ドラム101に対して順方向に略同速度で移動する。

【0032】

また、ベルト120は、図1の矢印a方向に回転し、一次転写ローラ119はベルト120を挟

50

んで感光ドラム101と反対側に配置されて、ベルト120の移動に伴い従動回転する。光学センサとしてのトナー検知装置131はテンションローラ124に対向する位置に設けられ、ベルト120上（測定対象物上）のテストパターン10を検知する。テストパターン10が検知されるタイミングを測定することにより、画像形成時の画像位置精度を高めるレジストレーション制御を行ったり、テストパターン10のトナー濃度を検知することにより画像の濃淡を制御する。

【0033】

一次転写ローラ119のベルト120の回転方向下流側には除電部材117が配置されている。補助ローラ132、テンションローラ124、二次転写対向ローラ118及び除電部材117は電氣的に接地されている。

10

【0034】

< 画像形成動作 >

次に画像形成装置47の画像形成動作について説明する。画像形成装置47は待機状態から印刷指令を受けると画像形成動作がスタートする。感光ドラム101やベルト120等は所定のプロセススピードで図1の矢印方向に回転を始める。感光ドラム101は帯電ローラ102に帯電バイアス電源112によって一様に帯電され、続いて露光装置103からの露光光線114によって画像情報に従った静電潜像が形成される。

【0035】

現像装置108内のトナー107は、規制ブレード113によって負極性に帯電されて現像ローラ105に塗布される。そして、現像ローラ105には、現像バイアス電源115より、-300Vのバイアス電圧が供給される。そして、感光ドラム101が回転して該感光ドラム101の表面上に形成された静電潜像が現像ローラ105に到達すると、静電潜像は負極性のトナーによって可視化される。

20

【0036】

感光ドラム101の表面上には第一色目（本実施形態ではイエローY）のトナー画像（トナー像）が形成される。他のマゼンタM、シアンC、ブラックKの各ステーションも同様に動作する。そして、各色の一次転写位置間の距離に応じて、各色毎、一定のタイミングでコントローラからの書き出し信号を遅らせながら、露光による静電潜像を各感光ドラム101上に形成する。そして、それぞれの一次転写ローラ119にトナーと逆極性のDC（直流）バイアス電圧を印加する。以上の工程により、ベルト120上に順次、各色のトナー画像を転写していき、ベルト120上に多重トナー画像が形成される。

30

【0037】

その後、トナー画像の作像に合わせて、シートカセット123に積載されているシート129は、給送ローラ121によりピックアップされて図示しない搬送ローラによりレジストレーションローラ対122まで搬送される。そして、シート129はベルト120上のトナー画像に同期してレジストレーションローラ対122によって、ベルト120と二次転写ローラ128との当接部である転写ニップ部へ搬送される。

【0038】

二次転写ローラ128には二次転写バイアス電源133により、トナーと逆極性のバイアスが印加され、ベルト120上に担持された4色の多重トナー画像は一括してシート129上に二次転写される。

40

【0039】

一方、二次転写を終えた後、ベルト120上に残留した二次転写残トナーは、ベルト120に当接配置された残トナー帯電ローラ134により帯電される。

【0040】

帯電を受けた二次転写残トナーはベルト120上に乗ったまま画像形成ステーションへと移動し、感光ドラム101に逆転写されて、その画像形成ステーションのクリーニングユニット104に設けられた廃トナー容器内に回収される。

【0041】

二次転写終了後のシート129は加熱ローラ125と加圧ローラ126とを有する定着装置へと

50

搬送され、該定着装置において加熱、加圧されて未定着トナー画像が定着された後、画像形成装置47の外へと排出される。

【0042】

図2に画像形成装置47の制御系の構成を説明するブロック図を示した。図2において、ホストコンピュータ40は画像形成装置47に対して印刷指令を出し、印刷画像の画像データをインターフェースボード41に転送する役割を担う。インターフェースボード41はホストコンピュータ40からの画像データを露光データに変換し、DCコントローラ42に印刷指令を出す。DCコントローラ42は低圧電源43から電力供給されて動作し、印刷指令を受け取ると各種センサ53の状態を監視しながら画像形成シーケンスをスタートさせる。

【0043】

DCコントローラ42には図示しないCPU（中央演算装置）、メモリ等が搭載されており、予めプログラムされた動作を行う。具体的にはメインモータ、現像装置108、感光ドラム101の駆動装置等の各種駆動装置56の動作を各種センサ53の出力や内部のタイマーに同期して制御する。更にカラーモード、モノモードを識別して黒現像装置の現像離間装置61、色現像装置の現像離間装置60の動作を制御する。また、DCコントローラ42は高圧電源44に設けられた複数の高圧電源の印加電圧、電流をモニタしながら予めプログラムされた制御電圧、制御電流、タイミングで高圧電源44の制御を行う。

【0044】

高圧電源44には画像形成を司る各種の機能部品が接続される。各画像形成ステーションに設けられた帯電ローラ102は高圧電源44から高圧電圧の給電を受けて各画像形成ステーションの感光ドラム101と当接または近接して該感光ドラム101の表面を均一な電位に帯電する役割を担う。この帯電電位の制御は高圧電源44内で生成する高圧電圧をDCコントローラ42が制御することにより行われる。同様に各画像形成ステーションに設けられた現像ローラ105、各画像形成ステーションに設けられた転写ローラ119にも高圧電圧が高圧電源44から給電され、その印加電圧、印加電流は適切な転写特性が得られるようDCコントローラ42で制御される。

【0045】

また、加熱ローラ125に接続された電力制御装置57を制御して該加熱ローラ125の温度が所定の温度を維持するよう電力制御を行う。

【0046】

<キャリブレーション>

次に画像形成装置47のキャリブレーション（自動補正制御）について説明する。キャリブレーションには大きく分けてレジストレーション制御とトナー画像濃度制御の2種類がある。これらの制御は、ベルト120上に試験用のトナー画像からなるテストパターン10を形成し、このテストパターン10を後述するトナー検知装置（光学センサ）131で検知することで行う。まず、レジストレーション制御について説明する。

【0047】

レジストレーション制御は、ベルト120上（被照射面上）に少なくとも2列の各色毎に色ずれ検出用のトナー画像からなるテストパターン10を形成する。そして、図1に示されたように、ベルト120の下流部の両サイドに設けられた少なくとも2つの後述するトナー検知装置（光学センサ）131により、テストパターン10がトナー検知装置131の位置に到達したことを検出し、DCコントローラ42へ出力する。

【0048】

DCコントローラ42はトナー検知装置131からの出力に基づいてテストパターン10の通過タイミングを検出する。そして、それを所定のタイミングと比較することにより、各色間の主走査方向と副走査方向の相対的な色ずれ量や主走査方向の倍率、相対的な傾き等を計算する。その結果に応じて、各色の相対的な色ずれ量が小さくなるよう出力する画像の色ずれ補正を行う。

【0049】

画像のずれは以下のようにして補正する。画像のズレは露光装置103の露光タイミング

10

20

30

40

50

を制御することで補正できる。具体的には、D Cコントローラ42が走査速度が所定の値で且つ露光光量が所定の値になるよう露光装置103の制御を行うと同時に書き出しタイミングを調整することで色ずれを補正する。例えば、多面鏡タイプの露光装置103をもつ画像形成装置47の場合、画像形成の際にはD Cコントローラ42は露光装置103からの書き出し基準パルスのカウントして画像先端信号を生成してインターフェースボード41に送る。

【 0 0 5 0 】

その信号に同期して露光データが1ライン（多面鏡の1面）毎にインターフェースボード41からD Cコントローラ42を経由して露光装置103に送られる。D Cコントローラ42への画像先端信号を出すタイミングを画像形成ステーション毎に数ドット程度の時間分変化させることで、それぞれのラインの書き出しタイミングを数ドット変化させることが出来る。このため、シート129の搬送方向と直交する主走査方向での書き出し位置の調整が出来る。また、例えば、1ライン分書き出しタイミングを遅らせるとシート129の搬送方向側に画像全体を1ラインシフト出来るので1ライン単位でシート129の搬送方向である副走査方向での書き出し位置の調整も可能である。

【 0 0 5 1 】

更に画像形成ステーション間で露光装置103に設けられたスキャナの多面鏡であるポリゴンミラーの回転位相差を制御することで副走査方向に1ライン以下の位置合わせも可能となる。更に、露光データのオン/オフの基準となるクロック周波数を変えたと主走査倍率の補正を行なうことが出来る。

【 0 0 5 2 】

このように、各画像形成ステーション間の色ずれに関して、上述のようにトナー検知装置（光学センサ）131の出力に基づいて相対色ずれ量を検出する。そして、この相対色ずれ量に基づいて露光装置を制御して画像形成（露光開始）タイミングや露光の基準クロックを調整することで、色ずれ量（レジストレーション）を補正することができる。

【 0 0 5 3 】

< トナー画像濃度制御 >

次にトナー画像濃度制御について説明する。電子写真方式の画像形成装置47の課題として、画像形成装置47を使用する温湿度条件や各色の画像形成ステーションの使用度合いにより、トナー画像濃度が変動する。この変動を補正するために、テストパターン10のトナー画像濃度の検出し、所望の特性が得られるよう作像因子の制御を行う。トナー画像濃度の計測のためにベルト120の外周面上に各色の検出用のトナー画像からなるテストパターン10を形成し、これをトナー検知装置131で読み取る。

【 0 0 5 4 】

トナー画像濃度検知を開始すると、D Cコントローラ42内のC P U（中央演算装置）は、帯電電圧、現像電圧、露光光量等の濃度因子を特定の値に設定し、テストパターン10の印字を開始する。テストパターン10の生成はホストベースのプリンタであればパーソナルコンピュータ（P C）によって生成され、D Cコントローラ42内のC P Uによって制御される所定のタイミングで露光制御装置を経て露光装置103によって作像される。また、テストパターン10はD Cコントローラ42によって生成される場合もある。

【 0 0 5 5 】

このようにして、ベルト120の外周面上に形成されたテストパターン10は後述するトナー検知装置（光学センサ）131で検知される。そして、トナー検知装置からの出力をD Cコントローラ42で処理する。トナー検知装置131の受光光量信号は、A / D（アナログ/デジタル）変換された後、D Cコントローラ42内へ出力され、D Cコントローラ42内のC P Uで処理され、トナー画像濃度に対応した値が算出される（トナーの濃度を検知する）。この結果を元に各トナー画像濃度因子を決定する。場合によって新しい設定のトナー画像濃度因子で上述のトナー画像濃度検知を繰り返し、各トナー画像濃度因子を最適化する。

【 0 0 5 6 】

これらのトナー画像濃度因子の設定結果は、D Cコントローラ42内のメモリに格納され

10

20

30

40

50

、通常作像時や、次のトナー画像濃度検知時に用いられる。

【 0 0 5 7 】

このように高圧条件やレーザーパワーといった画像形成プロセス条件をトナー検知装置からの出力に基づいて調整する（トナー画像濃度検知結果をフィードバックする）。これによって各色の最大濃度を所望の値に調整し、且つ適正な現像設定にすることで白地部に不要なトナーが付着する「かぶり」と呼ばれる不良が発生することを防いでいる。また上述のトナー画像濃度制御を行うことで各色のカラーバランスを一定に保つことと同時に、トナーの載り過ぎによる色重ねした文字の飛び散りや、定着不良を防止する意味も大きい。

【 0 0 5 8 】

10

< トナー検知装置 >

次に、テストパターン10を検知するトナー検知装置（光学センサ）131について説明する。

【 0 0 5 9 】

本実施形態のトナー検知装置131はベルト120を介してテンションローラ124に対向して図1の奥行き方向（テンションローラ124の軸方向）に2個並んで配置されている。

【 0 0 6 0 】

次に図4に本実施形態のトナー検知装置131の断面図を示して説明する。トナー検知装置131は、トナー107が付着される測定対象物となるベルト120の外周面の被検知部（被照射面）Dに光を照射する発光素子3を有する。更に、被検知部Dからの正反射光を受光する第1の受光素子4と、被検知部Dからの散乱反射光を受光する第2の受光素子5と、を有する。

20

【 0 0 6 1 】

発光素子3は、LED（発光ダイオード）で構成され、回路基板2の表面（実装面2a）上に直接実装される。本実施形態の発光素子3はローム社製の赤外発光ダイオードSIM-030STを用いているが、その他の発光素子でも良い。また、受光素子4、5は発光素子3から発光される光の波長に対して感度があるフォトダイオードである。本実施形態の受光素子4、5はローム社製の赤外発光ダイオードSML-810TBを用いているが、その他のフォトダイオードやフォトトランジスタ等の光学素子を用いても良い。これらの発光素子3、受光素子4、5は、回路基板2の同じ実装面2a上に直接実装（固定）される。

30

【 0 0 6 2 】

発光素子3から出射された光は、ハウジング1の導光路21内を光軸線6の方向を進み、ベルト120の外周面の被検知部Dに照射される。ベルト120の外周面の被検知部Dで反射された正反射光は概ね光軸線7の方向を進み、ハウジング1の導光路22（受光導光路）内に導かれて正反射光計測用の受光素子4に到達して検知される。

【 0 0 6 3 】

一方、ベルト120の外周面の被検知部D上にトナー画像からなるテストパターン10がある場合は、発光素子3から出射された照射光は、ベルト120の外周面の被検知部D上のテストパターン10により散乱反射される。そして、その一部は光軸線7の方向に反射して受光素子4へ到達し、他の一部は光軸線8の方向に反射して散乱反射光計測用の受光素子5に到達して検知される。

40

【 0 0 6 4 】

また、上述したように、発光素子3及び受光素子4、5は、砲弾型の光学素子のように素子から延設されたリードピンを回路基板に固定（実装）するタイプではない。つまり、半導体チップ部品を回路基板2の表面（実装面2a）上に直接実装する（実装面2a上に載せた状態で固定する）所謂ベアチップタイプの部品である。このため、砲弾型のリードピンを回路基板2に固定するタイプの素子と異なり、発光素子3、受光素子4、5の姿勢を自由に変えることはできない。

【 0 0 6 5 】

このため、発光素子3の発光面3aと、第1の受光素子4の受光面4aと、第2の受光

50

素子 5 の受光面 5 a は、回路基板 2 に実装する際に発生する誤差はあるものの、基本的には、実装した回路基板 2 の表面（実装面 2 a）に平行または略平行である。換言すれば、発光面 3 a の法線 14 を発光素子 3 の光軸（光学的中心線）、受光面 4 a の法線 15 を第 1 の受光素子 4 の光軸（光学的中心線）、受光面 5 a の法線 16 を第 2 の受光素子 5 の光軸（光学的中心線）とする。そうすると、発光素子 3、第 1 の受光素子 4、第 2 の受光素子 5 のそれぞれの光軸は回路基板 2 の表面（実装面 2 a）に直交または略直交する。

【 0 0 6 6 】

発光素子 3、受光素子 4、5 は、回路基板 2 の表面に実装されて回路基板 2 上に形成された配線パターンに各端子が電氣的に接続されて固定されている。回路基板 2 には一般的な紙フェノール基板、ガラスエポキシ基板等を好適に用いることが出来る。

10

【 0 0 6 7 】

図 5 に本実施形態のトナー検知装置 131 の斜視図を示した。図 5（a）は後述するハウジング 1 を回路基板 2 に固定する前の状態を表している。回路基板 2 の表面には公知のリフロー法によって発光素子 3、受光素子 4、5 が実装されている。

【 0 0 6 8 】

発光素子 3 及び受光素子 4、5 であるチップ部品はダイボンディングによって回路基板 2 へ実装される。その後、チップ表面側から回路基板 2 上の配線パターンに、金線またはアルミ線でボンディング接続する。尚、チップ表面にアレイ状に並んだ突起状の端子からなる接合用バンプを構成して回路基板 2 上にフリップチップ実装を行う形態でも良い。図 5（a）に示すように、回路基板 2 上に実装された発光素子 3 及び受光素子 4、5 は、一

20

列に並ぶ（配列方向）。

【 0 0 6 9 】

また、回路基板 2 には、発光素子 3、受光素子 4、5 の光学素子以外にも図示しないチップ部品が実装されており、発光素子 3 へ印加する電流制御、受光素子 4、5 によって光電変換された電流を電圧に変換して増幅する機能を有する回路が設けられている。

【 0 0 7 0 】

図 6 にトナー検知装置 131 の回路構成の一例を示す。LED からなる発光素子 3 と、フォトトランジスタからなる受光素子 4、5 を有して構成される。発光素子 3 をベルト 120 の外周面に対して発光し、該ベルト 120 の外周面からの反射光を受光素子 4、5 で受け取る。受光素子 4、5 からの検出電流は、 I/V （電流 / 電圧）変換回路によって電圧 V_1 に

30

変換され、図 2 に示す DC コントローラ 42 に設けられた CPU の AD 変換ポートに入力され、アナログの電圧値がデジタルデータに変換されて演算に用いられる。

【 0 0 7 1 】

また、発光素子 3 のオン / オフ及び光量調整は、DC コントローラ 42 内に設けられた CPU の PWM 制御（パルス幅制御）によって、図 6 の入力端子に入力される LED 駆動電流を可変させることにより行う。

【 0 0 7 2 】

< ハウジング 1 の構成 >

次にトナー検知装置のハウジング 1 の構成について説明する。図 5（b）はハウジング 1 が回路基板 2 に固定された状態のトナー検知装置 131 を示す斜視図である。図 5（b）に示すように、回路基板 2 にはハウジング 1 が固定されている。ハウジング 1 は遮光性が高い黒色の樹脂モールド製である。

40

【 0 0 7 3 】

ハウジング 1 には発光素子 3 の出射孔である導光路（第 1 導光路）21 が設けられ、受光素子 4、5 の受光孔である導光路（第 2 導光路）22、導光路（第 3 導光路）23 がそれぞれ設けられている。ハウジング 1 の導光路 21 を形成する部分は、被検知部 D へ照射する光を規制する絞りとして機能し、ハウジング 1 の導光路 22、23 を形成する部分は、被検知部 D からの反射光を規制する絞りとして機能する。これらの絞りにより、トナー検知装置 131 の光照射方向、受光方向が決まる。

【 0 0 7 4 】

50

ここで、発光素子 3 の発光面 3 a の重心点と、導光路 21 の重心点とを結ぶ直線を発光素子 3 の光軸線 6 と定義する。尚、この光軸線 6 は、発光面 3 a の法線 14 である発光素子 3 の光軸（光学的中心線）とは異なる。

【 0 0 7 5 】

即ち、光軸線 6 は、発光素子 3 から被検知部 D へ照射される照射光の光軸（中心光線）である。同様に正反射光の受光素子 4 の受光面 4 a の重心点と、導光路（第 2 導光路）22 の重心点とを結ぶ直線を正反射光の受光素子 4 の光軸線 7 と定義する。尚、この光軸線 7 は、受光面 4 a の法線 15 である第 1 の受光素子 4 の光軸（光学的中心線）とは異なる。

【 0 0 7 6 】

即ち、光軸線 7 は、被検知部 D で反射し、受光素子 4 へ入射する反射光の光軸（中心光線）である。同様に散乱反射光の受光素子 5 の受光面 5 a の重心点と、導光路（第 3 導光路）23 の重心点とを結ぶ直線を散乱反射光の受光素子 5 の光軸線 8 と定義する。即ち、光軸線 8 は、被検知部 D で反射し、受光素子 5 へ入射する反射光の光軸（中心光線）である。尚、この光軸線 8 は、受光面 5 a の法線 15 を第 2 の受光素子 5 の光軸（光学的中心線）とは異なる。

【 0 0 7 7 】

ここで、発光素子 3 から発せられた光がベルト 120 の外周面に照射されずにハウジング 1 内側や回路基板 2 内を伝わって受光素子 4 , 5 に届いてしまう場合、その光は外乱光（迷光）となるので、計測誤差が増え好ましくない。

【 0 0 7 8 】

特許文献 1 に記載された砲弾型の光学素子であればレンズ部があるので指向性が高い。また、光学素子の向きを所定の向きに決めるためにリードフレームを曲げて光学素子をハウジングの装着部に嵌合させている。このため、発光素子から出射する光の方向または受光素子に入射する光の方向を規制でき、外乱光の発生または外乱光を受光し難い。またハウジングの装着部に嵌合させることにより、意図しない方向への発光や意図しない方向からの受光も発生し難い構成となっている。

【 0 0 7 9 】

しかしながら、発光素子 3 や受光素子 4 , 5 をハウジング 1 に嵌合させることなく回路基板 2 の実装面上に実装し、その周りをハウジング 1 で覆う構成だと、回路基板 2 とハウジング 1 との境界部分から光が漏れ易い。更に、光学素子やハウジングにレンズ等の集光光学素子が無い（レンズを介した発光、受光でない）。このため、発光素子からはレンズ等を透過していない、指向性の低い光が発せられ、ハウジングの第 1 導光路内でいろんな方向へ光が発せられることになる。このため回路基板 2 とハウジング 1 との境界部分へも光が向かい易い。

【 0 0 8 0 】

また、受光側でも、レンズ等が無い場合、ハウジングの第 2 導光路内または第 3 導光路内に入った光であれば、いろんな方向からの光を受光し易く（指向性が低い）、その分外乱光が第 2 導光路内または第 3 導光路内に入った場合はそれを検知し易い。このため、ハウジング内の各導光路の遮光を工夫する必要がある。

【 0 0 8 1 】

そこで、図 4 に示すように、ハウジング 1 の回路基板 2 側の固定面から壁部（遮光壁）1 a が突出している。そして、ハウジング 1 が回路基板 2 に固定される際は、該回路基板 2 に貫通して設けられたスリット穴 19 にハウジング 1 の壁部（遮光壁）1 a が挿入し嵌合する。これにより、発光素子 3 から発せられた光がベルト 120 の外周面に照射されずにハウジング 1 内または回路基板 2 内を伝わって受光素子 4 , 5 に届き外乱光（迷光）となることを防ぐ役割を担う。

【 0 0 8 2 】

この壁部 1 a 及びスリット穴 19 は、図 4 に示すように、発光素子 3 と受光素子 4 との間、及び、受光素子 4 と受光素子 5 との間に設けられている。従って、壁部（遮光壁）1 a がスリット穴 19 に嵌合することにより、ハウジング 1 内の導光路 21 と導光路 22（受光導光

10

20

30

40

50

路)との間、及び、導光路22(受光導光路)と導光路23(受光導光路)との間をより確実に遮光する(光が行き来することを遮る)。

【0083】

また、回路基板2の実装面2aは、図7に示すように、ベルト120の外周面からなる反射面(被照射面)を含む平面(稜線120a)に対して、散乱反射光計測用の受光素子5がベルト120に近づく方向に傾斜角度 k をもって配置される。図5に示すように、回路基板2には穴20が開けられており、図示しないビス等の固定具によって画像形成装置47のステー等に固定される。

【0084】

<トナー検知装置の配置>

図3は本実施形態のトナー検知装置131の画像形成装置47での配置を説明する斜視図である。

【0085】

テンションローラ124にベルト120が巻き付いた部分にトナー検知装置131が対向している。トナー検知装置131はテンションローラ124に巻き付いたベルト120の外周面で半円筒状の曲面に向いており、発光素子3及び受光素子4, 5のそれぞれの光軸線6, 7, 8はテンションローラ124の回転軸中心に向くように配置されている。

【0086】

図4は発光素子3の光軸線6及び受光素子4, 5の光軸線7, 8を含む平面における断面図である。図3に示すように、テンションローラ124は図3の矢印R方向に従動回転され、ベルト120と共に回転している。ベルト120上にはトナー画像からなるテストパターン10が形成され、図3の矢印a方向に移動している。トナー検知装置131の発光素子3からの光が照射されるベルト120の外周面上の被検知部Dをテストパターン10が通過するようにキャリブレーション実行時にテストパターン10がベルト120上に形成される。

【0087】

<トナー画像濃度の検知原理>

次に、トナー検知装置131でのテストパターン10のトナー画像濃度の検知原理について以下に説明する。発光素子3から出射された光はテストパターン10の下地となるベルト120の材質固有の屈折率と表面状態に応じて決まる所定の反射率で反射され、受光素子4, 5で検知される。

【0088】

ベルト120上にテストパターン10が形成されると、トナーがある部分ではテストパターン10の下地となるベルト120が隠され、該ベルト120からの正反射光量が減少する。黒色トナーの場合には、テストパターン10のトナー量増加と共に正反射光の受光素子4の受光量は減少する。この減少比率を基にテストパターン10の濃度を求める。

【0089】

トナーが黒色以外の色トナー(イエロー、マゼンタ、シアン)の場合には、トナー量増加と共に、テストパターン10の下地となるベルト120からの正反射光量は同等に減少する。しかし、トナーからの散乱反射光は増加し、その和が正反射光の受光素子4の受光量となる。

【0090】

その中から正味の正反射光量を算出するために別途、散乱反射光のみを計測する受光素子5を配置する。そして、正反射光量と散乱反射光量との和からなる受光素子4の受光量から、散乱反射光のみを計測する受光素子5の受光量を差し引く。これにより正味の正反射光量を算出することが出来る。これにより、黒色以外の色トナーであってもテストパターン10の濃度を計測することが出来る。

【0091】

測定対象物であるベルト120の使用度合いによってテストパターン10の下地となるベルト120の外周面の表面状態が変動することで反射光量も変動してしまう。このため、ベルト120の外周面上にテストパターン10を形成したときの反射光量を、該ベルト120の外周面

10

20

30

40

50

上にテストパターン10が無いときの反射光量に基づいて規格化することが好ましい。このような規格化を行うことで発光素子3の光量のバラツキや被検知部Dにおける照射スポットの大きさのバラツキ、受光素子4, 5の感度のバラツキ、導光路21, 22, 23上に汚れ等が多少あっても十分な検知精度を確保出来る。

【0092】

上記キャリブレーションに用いられるテストパターン10は画像形成装置47のトナー107を使用するものである。このため、その使用量はなるべく少ないことが好ましい。

【0093】

このためにはテストパターン10をなるべく小さくすることが好ましい。小さいテストパターン10であってもセンサが十分応答して読み取るためにはセンサの空間分解能と時間分解能を高める必要がある。時間分解能は検出回路の時定数が関係し、一般的にセンサの感度が良ければ良いほど高速な応答が期待出来るため、感度を上げることは重要である。

【0094】

また、発光素子3として採用されるLEDは、発光によって内部の半導体チップが昇温し、光出力が変動するドリフト現象があることが知られている。センサの感度が高いと同じベルト120を検知する場合にもLEDの駆動電流を下げて使うことが出来、ドリフト現象が収束する(影響が無視出来るようになる)時間が短くなり、キャリブレーションにかかる時間が短縮出来好ましい。

【0095】

<トナー検知装置の回路基板の傾斜>

次に図7を用いて、本発明の特徴的部分である回路基板2の実装面2aの傾斜角度 k 、及び、トナー検知装置131の各光軸線6~8の角度と回路基板2の実装面2aの傾斜角度 k との関係について説明する。

【0096】

上述したように、トナー検知装置131はベルト120の外周面の被検知部Dからの正反射光及び散乱反射光を検知する構成である。

【0097】

ここで、発光素子3から被検知部Dへ照射される照射光の光軸は光軸線6であり、光軸線6は、ベルト120の法線17の方向に対して角度 E で入射し、該ベルト120によって反射される。

【0098】

正反射光の検知に関して、正反射光の光軸線7と、ベルト120の法線17との間の角度 $R1$ と角度 E とは同じである。また角度 E を変えるとテストパターン10のトナー量つまり濃度によって正反射光量が変わり、一般的に角度 E を小さくすると、より高い濃度まで計測出来るようになる。しかし、角度 E が小さ過ぎると、発光素子3と受光素子4との間隔が短くなり、導光路21, 22の設計や配置が難しくなるという問題がある。このため、角度 E は $5^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 程度にすることが好ましく、本実施形態では、角度 E は 15° に設定している。

【0099】

また、散乱反射光の検知に関して、発光素子3からの照射光がベルト120で反射した正反射光が散乱反射光側の受光素子5に入ると、散乱反射光を正しく計測出来なくなる。このため、散乱反射光側の受光素子5に入る散乱反射光の光軸線8と光軸線7との間の角度をある程度確保する必要がある。つまり、光軸線8とベルト120の稜線120aとの間の角度 $R2$ は、 $(90^{\circ} - \text{角度 } E)$ に近い値を避ける必要がある。

【0100】

更に、回路基板2上の各素子の実装精度、画像形成装置47への取り付け精度等の各種バラツキを考慮しても、該角度 $R2$ は、ある程度の余裕を持って散乱反射光側の受光素子5に正反射光が入らない角度に設定しておくことが好ましい。また、角度 E が $5^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 程度である場合、受光素子5を発光素子3と受光素子4との間に配置することは難しい。つまり、 $(\text{角度 } R2) > (90^{\circ} - \text{角度 } E)$ とすることは難しい。従って、該角

10

20

30

40

50

度 R_2 を $35^\circ \sim 60^\circ$ 程度に設定することが好ましく、本実施形態では角度 R_2 は 45° に設定している。

【0101】

一方で、本実施形態のように、ペアチップ型の発光素子3を用い、且つ、発光面3aと導光路21との関係で光軸線6が決まる構成であると、光軸線6と発光面3aとの角度によって、その発光強度が変化し易い。このことについて説明する。

【0102】

図7において、14は発光素子3の発光面3a（或いは発光素子3の裏側の回路基板2への取付面）に対する法線である。発光素子3の発光面3aの法線14と、光軸線6とが成す角度 L は、トナー検知装置131の照射光量を左右する角度である。

10

【0103】

図8(a)は発光素子3の発光面3aの法線14と、光軸線6とが成す角度 L と、該発光素子3のベルト120の外周面の被検知部Dに照射される発光強度との関係を示す図である。図8(a)の縦軸は発光素子3の発光面3aの法線14と光軸線6とが一致した（角度 $L = 0$ ）ピーク時の発光強度を100%として規格化されている。図8(a)の横軸は発光素子3の光軸線6が法線14と一致する角度 $L = 0$ を中心として発光素子3の発光面3aの法線14と、光軸線6とが成す角度 L を変化させたものである。

【0104】

図8(a)に示すように、発光素子3の発光面3aの法線14と、光軸線6とが成す角度 L の絶対値が大きくなると、該発光素子3のベルト120の外周面の被検知部Dに照射される発光強度が大きく低下することが分かる。発光素子3の発光面3aの法線14と、光軸線6とが成す角度 L の絶対値が大きいとLEDに流す電流に対して使っている光の量が少なくなり効率が悪くセンサ全体の感度が悪くなる。

20

【0105】

受光素子4, 5も同様に光軸線7, 8と受光面4a, 5aとの角度によって、その受光感度が変化し易い。図7において正反射光受光用の受光素子4の受光面4aの法線15の方向に対して正反射光の光軸線7とのなす角度を p_1 とする。

【0106】

図8(b)は受光素子4に一定の光を照射し、照射する角度 p_1 を変化させたときの光電流の変化を表す図である。図8(b)の縦軸は受光素子4の受光面4aの法線15と光軸線7とが一致した（角度 $p_1 = 0$ ）ピーク時の光電流値（受光感度）を100%として規格化されている。図8(b)の横軸は受光素子4の光軸線7が法線15と一致する角度 $p_1 = 0$ を中心として受光素子4の受光面4aの法線15と、光軸線7とが成す角度 p_1 を変化させたものである。受光素子4の受光面4aの法線15の方向に対して正反射光の光軸線7とのなす角度 p_1 が大きい角度で使用すると同じ光量を受光しても光電流が減少するため、センサの感度が悪くなる。

30

【0107】

図7において散乱反射光受光用の受光素子5の受光面5aの法線16の方向に対して散乱反射光の光軸線8とのなす角度 p_2 も前述と同様に大きくなるとセンサの感度が悪くなる。

40

【0108】

このように、発光素子3は、発光面3aの法線14と光軸線6とが一致し、受光素子4, 5は、受光面4aの法線15、受光面5aの法線16とがそれぞれ光軸線7, 8と一致するのが最も理想的な配置である。

【0109】

しかしながら、上述したように、発光素子3、受光素子4, 5を共通の回路基板2の表面に直接実装する構成である。これにより、発光素子3、受光素子4, 5の姿勢を自由に定めることはできず、法線14, 15, 16は略平行になり、場合によっては必要な検知精度を確保することができない。

【0110】

50

そこで、受光感度が低下した場合に、電気回路の増幅率を上げて信号のダイナミックレンジを確保することも考えられる。しかし、電気回路の増幅率を上げると、一般的に時定数が大きくなり、受光素子4, 5からの出力値が本来の値に収束するまでに時間を要するようになる。その結果、時間的な応答性が悪化してしまい、テストパターン10がより高速で移動する測定条件では必要な応答性が得られない虞がある。

【0111】

また、一般的にはトナー画像からなるテストパターン10からの散乱反射光を検知する受光素子5に入ってくる光の量が、ベルト120からの正反射光を検知する受光素子4に入ってくる光の量よりも弱小である。

【0112】

これは散乱反射光が全方向に散乱するため、散乱反射光のうち導光路23を通り受光素子5に入射する散乱反射光の比率が極めて小さくなることや、受光素子5とベルト120との距離が離れると極度に光量が減ることに起因する。

【0113】

一方、正反射光は反射する方向が散乱反射光よりも大幅に限定される。このため、ベルト120の反射率が多少低くても受光素子4を正しい位置に配置すれば受光出来る割合が大きく、且つ受光素子4とベルト120との距離が離れることによる減衰も散乱反射光と比較すれば少ない。

【0114】

このように、そもそも受光可能な光量が散乱反射光の方が正反射光よりも低い。このため、正反射光の受光素子4の受光感度が落ちるよりも、受光素子5による散乱反射光の受光感度が落ちる方がトナー検知装置131の検知精度に対して悪影響を及ぼし易い。

【0115】

本実施形態は、上述したような、ベルト120の外周面の被検知部Dと光軸線6、光軸線7、光軸線8との角度を維持しつつ、トナー検知装置131の検知精度を良好にするためのものである。

【0116】

そこで、本実施形態では、回路基板2の実装面2aをベルト120の外周面の被検知部Dを含む平面（稜線120a）に対して所定角度 k だけ傾斜（所定角度傾斜）して配置する。

【0117】

これについて説明する。図3～図5及び図7に示すように、本実施形態では、発光素子3と、第1及び第2の受光素子4, 5とが同一平面上で且つ同一直線上に互いに所定の離間間隔を有して同一の回路基板2上（回路基板上）に配置される。

【0118】

図4及び図7に示すように、発光素子3の発光面3aと、第1の受光素子4の受光面4aと、第2の受光素子5の受光面5aからベルト120の外周面により構成された反射面（被照射面）を含む平面（稜線120a）に対して垂線を下ろす。そして、それぞれの垂線の長さを L_1 , L_2 , L_3 とする。

【0119】

そして、そのうち、第2の受光素子5の受光面5aからベルト120の外周面からなる反射面（被照射面）を含む平面（稜線120a）に対して下ろした垂線の長さ L_3 が最短となるようにする。これは、回路基板2の実装面2aをベルト120の外周面の被検知部Dを含む平面（稜線120a）に対して所定角度 k だけ傾斜（所定角度傾斜）して配置することで行う。

【0120】

本実施形態では、発光素子3の発光面3aからベルト120の外周面の被検知部（被照射面）Dを含む平面（稜線120a）に対して下ろした垂線の長さを L_1 とする。そして、第1の受光素子4の受光面4aから該ベルト120の外周面の被検知部（被照射面）Dを含む平面（稜線120a）に対して下ろした垂線の長さを L_2 とする。そして、第2の受光素子

10

20

30

40

50

5の受光面5aから該ベルト120の外周面の被検知部Dを含む平面(稜線120a)に対して下ろした垂線の長さを L_3 とする。そのとき、 $\{L_3 < L_2 < L_1\}$ となるように、発光素子3と、第1及び第2の受光素子4, 5とを配置している。

【0121】

図11は、本実施形態において回路基板2の実装面2aの傾斜角度 k に対する受光素子4が受光する正反射光の受光感度と、受光素子5が受光する散乱反射光の受光感度を示す図である。図11に示すグラフは、受光素子4, 5の傾きによる該受光素子4, 5の単体でのそれぞれの感度に加えて、発光素子3の発光強度変化を加味したものである。

【0122】

ここで、図11に示す感度とは、図12に示す構成の受光感度を1として基準レベルとしたものである。

10

【0123】

図12は発光素子3の照射強度、受光素子4, 5の正反射光と散乱反射光の受光強度の基準レベルを設定する光学センサの構成を示す断面説明図である。図12に示すように、発光素子3、受光素子4, 5の被検知部Dからの距離は10mmである(つまり、 $L_6 = L_7 = L_8 = 10\text{mm}$)。また、発光素子3の発光面3aの法線は光軸線6に、受光素子4の受光面4aの法線は光軸線7に、受光素子5の受光面5aの法線は光軸線8に一致する。

【0124】

散乱反射光軸角となる受光素子5に入る散乱反射光の光軸線8と、ベルト120の稜線120aとの間の角度 R_2 は 45° 、発光素子3の照射光軸角となる発光素子3の光軸線6と、ベルト120の法線17との間の角度 E は 15° 。そして、正反射光軸角となる受光素子4に入る正反射光の光軸線7と、ベルト120の法線17との間の角度 R_1 は 15° である。

20

【0125】

このような、図12に示す光学センサにおける発光素子3の発光面3aから被検知部Dでの照射強度を「1」とする。更に、そのときの正反射光の受光素子4での受光強度を「1」とする。更に、そのときの散乱反射光の受光素子5での受光強度を「1」とする。これにより、それぞれの基準レベルを設定している。

【0126】

図11に示すように、受光素子4による正反射光の受光感度は回路基板2の実装面2aの傾斜角度 k が大きくなるに従って低下する。これは、回路基板2の実装面2aの傾斜角度 k が大きくなるに従って発光素子3の発光強度が小さくなり、その影響を受けるからである。

30

【0127】

一方、回路基板2の実装面2aの傾斜角度 k を大きくすると、受光素子5による散乱反射光の感度が徐々に上昇する。特に、回路基板2の実装面2aの傾斜角度 k が 15° のときに受光素子5による散乱反射光の感度がピークに達し、回路基板2の実装面2aの傾斜角度 k が 15° を超えると受光素子5による散乱反射光の感度が徐々に低下する。

【0128】

このことから、ベルト120の外周面(反射面)の被検知部(被照射面)Dを含む平面(稜線120a)に対する回路基板2の実装面2aの傾斜角度 k を0度よりも大きく、且つ22度以下の角度で設定することが好ましい。このように、 k が $0^\circ < k \leq 22^\circ$ であれば、回路基板2の実装面2aを傾斜させない場合($k = 0^\circ$)と比べ散乱反射光の受光感度を上げることができる。

40

【0129】

一方で、正反射光の受光感度については、回路基板2の実装面2aを傾斜させない場合($k = 0^\circ$)と比べて下がるが、上述したように散乱反射光と比べて十分に多くの光量をとれているので、実際は問題なく使用することが可能である。

【0130】

次に、実施例1との比較例1Bについて説明する。

50

【 0 1 3 1 】

[比較例 1 B]

図10に比較例 1 B のトナー検知装置131の断面図を示した。上述した実施形態 1 A と同様に構成されるものは同一の符号を付して説明を省略する。本比較例 1 B では回路基板 2 はベルト120の外周面の稜線120 a と平行に配置されている。

【 0 1 3 2 】

比較例 1 B では発光素子 3 の照射光軸角度となる発光素子 3 の光軸線 6 と、ベルト120の法線17との間の角度 E を 15° 、散乱反射光軸角度となる受光素子 5 に入る散乱反射光の光軸線 8 とベルト120の稜線120 a との間の角度 R_2 を 45° とした。回路基板 2 の実装面 2 a の傾斜角度 k は 0° である。発光素子 3 からの出射光の光軸線 6 の角度 L は 15° 、正反射光の受光素子 4 への入射角度 p_1 は 15° 、散乱反射光の受光素子 5 への入射角度 p_2 は 45° となる。

10

【 0 1 3 3 】

[実施形態 1 A と比較例 1 B との比較]

次に、図 7 に示す実施形態 1 A と、図10に示す比較例 1 B とを比較する。実施形態 1 A のように、散乱反射光の受光素子 5 がベルト120に近づく側に回路基板 2 を傾けることで、受光素子 5 に入る散乱反射光の光軸線 8 と、受光素子 5 の受光面の法線16との間の角度 p_2 を比較例 1 B と比べて小さくすることが出来る。

【 0 1 3 4 】

これにより、受光素子 5 に入る散乱反射光をより受光感度が高い角度で光を受光させることが出来、散乱反射光の受光感度を向上させることが出来る。また、受光素子 5 がベルト120に近づくことで距離による光の減衰も少なくなり受光素子 5 による散乱反射光の受光感度を向上させることが出来る。同様に、光軸線 7 と、受光素子 4 の受光面の法線15との間の角度 p_1 を比較例 1 B と比べて小さくすることができ、受光素子 5 自体の受光感度を向上させることが出来る。

20

【 0 1 3 5 】

一方、発光素子 3 がベルト120から離れる側に回路基板 2 を傾けると、発光素子 3 からの出射光の光軸線 6 と、発光素子 3 の発光面 3 a の法線14との間の角度 L が大きくなり、且つ発光素子 3 のベルト120からの距離が遠くなるため光量が減少する。

【 0 1 3 6 】

発光素子 3 の距離がベルト120から離れて光量が低下する分と、散乱反射光の受光素子 5 がベルト120に近づいて感度が上昇する分については、発光素子 3 から受光素子 5 に至る光路上で足し合わせた光路長は大きくは変わらない。従って、発光素子 3 のベルト120からの距離による変化分は少ない。

30

【 0 1 3 7 】

一方、発光素子 3 の光軸線 6 の角度 L と、受光素子 5 の光軸線 8 の角度 p_2 については、発光素子 3 は光軸線 6 の角度 L に対する変化率が少ない発光側での発光強度が低下する。このため、受光側の受光素子 5 の光軸線 8 の角度 p_2 が変わることによる受光感度上昇の方が改善率が高くトータルで感度が良くなる。

【 0 1 3 8 】

この感度改善効果は、回路基板 2 上の散乱反射光を受光する受光素子 5 と、ベルト120との離間距離 L_3 が、該回路基板 2 上の発光素子 3 とベルト120との離間距離 L_1 よりも小さくなるようにする。これは、回路基板 2 をベルト120の稜線120 a に対して傾けることにより達成される。

40

【 0 1 3 9 】

回路基板 2 の平面（実装面 2 a）の延長線31と、ベルト120の稜線120 a の延長線32との間の傾斜角度 k は、発光素子 3 の光軸線 6 と、ベルト120の法線17との間の角度 E と同程度の角度とすることが感度の上では最も好ましい。該傾斜角度 k を角度 E の 2 倍以上傾けると感度の改善効果がなくなるため該傾斜角度 k は角度 E の 2 倍未満にすることが好ましい。

50

【0140】

実施形態1Aでは発光素子3の照射光軸角となる発光素子3の光軸線6と、ベルト120の法線17との間の角度 E を 15° 、散乱反射光軸角となる受光素子5に入る散乱反射光の光軸線8と、ベルト120の稜線120aとの間の角度 R_2 を 45° とした。回路基板2の傾斜角度 k を 15° にしたところ、発光素子3からの光軸線6の角度 L は 30° 、正反射光の受光素子4への入射角度 p_1 は 0° 、散乱反射光の受光素子5への入射角度 p_2 は 30° となった。

【0141】

正反射光の光軸線7と、ベルト120の法線17との間の角度 R_1 は、発光素子3の光軸線6と、ベルト120の法線17との間の角度 E と略同じであることが好ましい。このため、前記角度 E と、受光素子5の光軸線8と、ベルト120の稜線120aとの間の角度 R_2 と、回路基板2の平面の延長線31と、ベルト120の稜線120aの延長線32との間の傾斜角度 k を決める。そして、発光素子3もしくは正反射光用の受光素子4とベルト120との離間距離 L_1 、 L_2 を決めれば、その他の角度 R_1 、 L 、 p_1 、 p_2 及びベルト120と散乱反射光の受光素子5との離間距離 L_3 等は自ずと決まる。

【0142】

図9に実施形態1A、比較例1B、後述する実施形態2A、及び、比較例2Bのトナー検知装置131の特性を説明する表を示した。ここで、図9に示す L_7 は、図7に示す正反射光の受光素子4からベルト120までの光軸線7上の距離であり、実施形態1Aでは 10 mm とした。回路基板2上の3つの光学素子の中で並び順が中央にある正反射光の受光素子4とベルト120までの離間距離 L_2 を維持したまま回路基板2に傾斜角度 $k = 15^\circ$ の角度を設けた。

【0143】

図9に示す L_6 は、図7に示す発光素子3からベルト120までの光軸線6上の距離であり、実施形態1Aでは 11.5 mm であった。図9に示す L_8 は、図7に示す散乱反射光の受光素子5からベルト120までの光軸線8上の距離であり、実施形態1Aでは 11.5 mm であった。正反射光の受光素子4に入ってくる光量の感度は十分高く問題はなかった。

【0144】

散乱反射光の受光素子5に入ってくる光量の感度は、上述した図12に示す光学センサの感度である基準レベルの 0.24 倍であった。

【0145】

図9に比較例1Bのトナー検知装置131の特性を説明する表を示した。ここで、図9に示す L_7 は、図10に示す正反射光の受光素子4からベルト120までの光軸線7上の距離であり、比較のために前記実施形態1Aと同様に 10 mm とした。

【0146】

図9に示す L_6 は、図10に示す発光素子3からベルト120までの光軸線6上の距離であり、比較例1Bでは 10.0 mm であった。図9に示す L_8 は、図10に示す散乱反射光の受光素子5からベルト120までの光軸線8上の距離であり、比較例1Bでは 13.7 mm であった。

【0147】

比較例1Bでは、正反射光の受光素子4に入ってくる光量の感度は十分高く問題はなかった。散乱反射光の受光素子5に入ってくる光量の感度は、基準レベルの 0.21 倍であった。

【0148】

以上により、実施形態1Aと比較例1Bとの比較において、実施形態1Aの受光素子5による散乱反射光の感度は実施形態1Aに対して約 1.3% の高い結果が得られた。前述したように、実施形態1Aの散乱反射光の受光素子5に入ってくる光量の感度は、基準レベルの約 0.24 倍（実際には $0.23868\dots$ 倍）であった。比較例1Bの散乱反射光の受光素子5に入ってくる光量の感度は、基準レベルの約 0.21 倍（実際には $0.21053\dots$ 倍）であった。そして、 $(0.23868) / (0.21053) = 1.1337$

10

20

30

40

50

... (= 約 1 1 3 %) であるから約 1 3 % の改善となった。

【 0 1 4 9 】

以上説明したように、本実施例では、回路基板 2 に設けられた穴 19 にハウジング 1 の壁部 1 a が挿入される構成とした。これにより、発光素子 3 から発せられた光がベルト 120 の外周面に照射されずにハウジング 1 内または回路基板 2 内を伝わって受光素子 4 , 5 に届き外乱光 (迷光) となることを防ぎ、遮光性を向上させることができる。

【 0 1 5 0 】

尚、遮光性を向上させるための構成としては、回路基板 2 に設けられたスリット穴 19 にハウジング 1 の壁部 1 a が挿入される構成であれば良く、回路基板 2 に発光素子 3、受光素子 4 , 5 の全てを実装している必要はない。即ち、回路基板 2 の実装面上に、発光素子 3 と、受光素子 4 , 5 のどちらか一方と、を少なくとも有し、これら発光素子 3 と受光素子 4 , 5 との間に、スリット穴 19 に嵌合した壁部 1 a を備えていれば良い。

【 0 1 5 1 】

また、上記構成に加えて、実施形態 1 A では、回路基板 2 を傾けることにより、散乱反射光の受光素子 5 への入射角度 p_2 が小さくなって入射角度が改善され、正反射光に比べて光量を確保し難い散乱反射光の受光感度が高くなった。これにより散乱反射光の受光出力を向上させることができ、光センサ全体の感度を向上させることができる。

【 実施例 2 】

【 0 1 5 2 】

次に図 13 ~ 図 15 を用いて本発明に係るトナー検知装置を具備した画像形成装置の実施例 2 の各実施形態の構成について説明する。尚、前記実施例 1 と同様に構成したものは同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 1 5 3 】

[実施形態 2 A]

図 13 に実施形態 2 A のトナー検知装置 131 の断面図を示した。実施形態 2 A では、回路基板 2 上に配置される光学素子となる発光素子 3、受光素子 4 , 5 の一直線上の並びが前記実施例 1 とは異なる。実施形態 2 A では、図 13 の一番左側が正反射光用の受光素子 4 であり、一番右側が散乱反射光用の受光素子 5 であり、発光素子 3 が受光素子 4 , 5 の間に配置されている。

【 0 1 5 4 】

この壁部 1 a 及びスリット穴 19 は、図 13 に示すように、発光素子 3 と受光素子 4 との間、及び、発光素子 3 と受光素子 5 との間に設けられている。従って、壁部 (遮光壁) 1 a がスリット穴 19 に嵌合することにより、ハウジング 1 内の導光路 21 と導光路 22 との間、及び、導光路 21 と導光路 23 との間をより確実に遮光する (光が行き来することを遮る) 。

【 0 1 5 5 】

実施形態 2 A では、発光素子 3 の発光面 3 a からベルト 120 の外周面からなる反射面 (被照射面) を含む平面 (稜線 120 a) に対して下ろした垂線の長さを L_1 とする。そして、第 1 の受光素子 4 の受光面 4 a から該ベルト 120 の外周面からなる反射面 (被照射面) を含む平面 (稜線 120 a) に対して下ろした垂線の長さを L_2 とする。そして、第 2 の受光素子 5 の受光面 5 a から該ベルト 120 の外周面からなる反射面 (被照射面) を含む平面 (稜線 120 a) に対して下ろした垂線の長さを L_3 とする。そのとき、 $\{ L_3 < L_1 < L_2 \}$ となるように、発光素子 3 と、第 1 及び第 2 の受光素子 4 , 5 とを配置した一例である。

【 0 1 5 6 】

実施形態 2 A では発光素子 3 の照射光軸角度となる発光素子 3 の光軸線 6 とベルト 120 の法線 17 との間の角度 E を 15° 、散乱反射光軸角度となる受光素子 5 に入る散乱反射光の光軸線 8 とベルト 120 の稜線 120 a との間の角度 R_2 を 45° とした。回路基板 2 の平面 (実装面 2 a) とベルト 120 の稜線 120 a との間の傾斜角度 k は 15° である。

【 0 1 5 7 】

発光素子 3 から出射する光軸線 6 と、発光素子 3 の発光面 3 a の法線 14 との間の角度

10

20

30

40

50

Lは0°である。正反射光の受光素子4への入射角度となる正反射光の受光素子4への光軸線7と、受光素子4の受光面4aの法線15との間の角度 p_1 は30°である。散乱反射光の受光素子5への入射角度となる散乱反射光の受光素子5への光軸線8と、該受光素子5の受光面5aの法線16との間の角度 p_2 は30°である。

【0158】

図9に実施形態2Aのトナー検知装置131の特性を説明する表を示した。ここで、図9に示すL6は、図13に示す発光素子3からベルト120までの光軸線6上の距離であり、比較のために前記比較例1Bと同様に10mmとした。

【0159】

図9に示すL7は、図13に示す正反射光の受光素子4からベルト120までの光軸線7上の距離であり、実施形態2Aでは11.5mmであった。図9に示すL8は、図13に示す散乱反射光の受光素子5からベルト120までの光軸線8上の距離であり、実施形態2Aでは11.5mmであった。

【0160】

実施形態2Aでは、正反射光の受光素子4に入ってくる光量の感度は十分高く問題はなかった。散乱反射光の受光素子5に入ってくる光量の感度は、基準レベルの0.52倍であった。

【0161】

実施形態2Aにおいても前記実施形態1Aと同様に、回路基板2の平面(実装面2a)とベルト120の稜線120aとの間の傾斜角度 k を15°に設定した。これにより、発光素子3から出射する光軸線6と、発光面3aの法線14との間の角度 L が0°となり、照射強度のピークで 사용할ことが出来る。そして、出射側の光量が増加したことが前記比較例1Bと比較して感度改善に寄与している。

【0162】

実施形態2Aの感度改善効果は、発光素子3とトナー検知装置131のベルト120上の被検知部Dとを結ぶ光軸線6と、該発光素子3の発光面3aの法線14との間の角度 L が小さくなる方向に回路基板2を傾けて配置したことにより達成される。

【0163】

また、上記効果に加えて、散乱反射光の受光素子5への入射角度となる散乱反射光の受光素子5への光軸線8と、該受光素子5の受光面5aの法線16との間の角度 p_2 を30°に低減出来た。このため、散乱反射光の受光素子5での受光感度が向上したことの重ね合わせによりトナー検知装置131全体の感度が大幅に向上した。

【0164】

散乱反射光の受光素子5がベルト120に近づく側に回路基板2の平面(実装面2a)と、ベルト120の稜線120aとの間の傾斜角度 k を設定する。これにより、受光素子5に入る散乱反射光の光軸線8と、ベルト120の稜線120aとの間の角度 R_2 が同じ場合に、散乱反射光の受光素子5への光軸線8と、該受光素子5の受光面5aの法線16との間の角度 p_2 を小さくすることが出来る。これにより受光素子5による散乱反射光の感度がより高い角度で光を受光させることが出来、散乱反射光の受光感度を向上させることが出来る。

【0165】

また、受光素子5がベルト120に近づくことで、受光素子5とベルト120との離間距離による光の減衰も少なくなり受光素子5による散乱反射光の受光感度を向上させることが出来る。更に、発光素子3から出射する光軸線6と、該発光素子3の発光面3aの法線14との間の角度 L が小さくなり、発光素子3の発光強度が強い部分の光がハウジング1の導光路21から出ていくため、照射光量が増加する。この両方の効果が重なりトータルでトナー検知装置131の感度が良くなる。

【0166】

この効果は、回路基板2上に一直線上に配置される光学素子となる発光素子3、受光素子4、5は、図13に示すように、ベルト120から近い順に、散乱反射光測定用の受光素子

10

20

30

40

50

5、発光素子3、正反射光測定用の受光素子4の順に配置する。そして、散乱反射光測定用の受光素子5をベルト120に近づける方向に回路基板2を傾斜させる。或いは、発光素子3とトナー検知装置131の被検知部Dとを結ぶ光軸線6と、発光素子3の発光面3aの法線14との間の角度 L が小さくなる方向に回路基板2を傾斜させたことにより達成出来た。

【0167】

図14は回路基板2上に一直線上に配置される光学素子となる発光素子3、受光素子4、5が、図13に示す実施形態2Aの並び順で、発光素子3の光軸線6と、ベルト120の法線17との間の角度 E を 15° とした。更に、受光素子4に入る正反射光の光軸線7と、ベルト120の法線17との間の角度 $R1$ を 15° とした。更に、受光素子5に入る散乱反射光の光軸線8と、ベルト120の稜線120aとの間の角度 $R2$ を 45° とした。図14は、この構成で、回路基板2の平面（実装面2a）と、ベルト120の稜線120aとの間の傾斜角度 k を変化させたときに受光素子4による正反射光の受光感度と、受光素子5による散乱反射光の受光感度との変化を示す図である。

【0168】

図14に示すように、回路基板2の平面（実装面2a）とベルト120の稜線120aとの間の傾斜角度 k を傾けるほど、受光素子5に入る散乱反射光の感度は良くなり、傾斜角度 k が 40 度程度でピークとなる。ピークが 45 度でないのは、 15 度以上傾くと発光素子3の発光強度が下がっていくからである。そして、傾斜角度 k が 40 度を超えると、受光素子5に入る散乱反射光の感度は徐々に低下する。

【0169】

一方、受光素子4に入る正反射光の受光感度は、回路基板2の傾斜角度 k を傾けるほど低下する。これは、光軸線6に対する発光素子3の発光面3aの傾きが大きくなり、発光強度が落ちること、及び、光軸線7に対する受光素子4の受光面4aの傾きが大きくなり、感度が落ちることによる。ここで、発明者等の鋭意検討によれば、正反射光量を精度良く検知できるのは、傾斜角度 k が 40 度程度までであり、 40 度を超えると受光素子4の受光感度が下がり過ぎてしまうことが分かっている。

【0170】

受光素子4に入る正反射光の感度の低下を考慮すれば、回路基板2の実装面2aのベルト120の外周面（反射面）の被検知部Dを含む平面（稜線120a）に対する傾斜角度 k を 0 度よりも大きく、且つ 40 度以下の角度で設定することが好ましい。即ち、傾斜角度 k は、 $0^\circ < k < 40^\circ$ であると良い。

【0171】

実施形態2Aでは、図13に示すように、散乱反射光の受光素子5への入射角度 $p2$ が小さくなって入射角度が改善されることにより散乱反射光の受光出力が向上する。このため、正反射光に比べ光量を確保し難い散乱反射光の受光感度が高くなり、光センサ全体の感度が大幅に向上する。他の構成は実施形態1Aと同様に構成され、同様の効果を得ることが出来る。

【0172】

[比較例2B]

図15に比較例2Bのトナー検知装置131の断面図を示した。前記実施例1と同様に構成したものは同一の符号を付して説明を省略する。比較例2Bでは回路基板2が散乱反射光側の受光素子5がベルト120から離れる側に傾斜して設置された一例である。

【0173】

比較例2Bでは、発光素子3の光軸線6とベルト120の法線17との間の角度 E を 15° 、受光素子5に入る散乱反射光の光軸線8とベルト120の稜線120aとの間の角度 $R2$ を 45° とした。回路基板2の平面（実装面2a）とベルト120の稜線120aとの間の傾斜角度 k は -15° である。

【0174】

発光素子3から出射する光軸線6と、発光面3aの法線14との間の角度 L は 30° で

10

20

30

40

50

ある。正反射光の受光素子 4 への光軸線 7 と、該受光素子 4 の受光面 4 a の法線 15 との間の角度 p_1 は 0° である。散乱反射光の受光素子 5 への光軸線 8 と、該受光素子 5 の受光面 5 a の法線 16 との間の角度 p_2 は 60° である。

【0175】

図 9 に比較例 2 B のトナー検知装置 131 の特性を説明する表を示した。ここで、図 9 に示す L 6 は、図 15 に示す発光素子 3 からベルト 120 までの光軸線 6 上の距離であり、比較のために実施形態 2 A 及び比較例 1 B と同様に 10 mm とした。

【0176】

図 9 に示す L 7 は、図 15 に示す正反射光の受光素子 4 からベルト 120 までの光軸線 7 上の距離であり、比較例 2 B では 8.7 mm であった。

【0177】

図 9 に示す L 8 は、図 15 に示す散乱反射光の受光素子 5 からベルト 120 までの光軸線 8 上の距離であり、比較例 2 B では 17.3 mm であった。

【0178】

比較例 2 B では、正反射光の受光素子 4 に入ってくる光量の感度は十分高く問題はなかった。散乱反射光の受光素子 5 に入ってくる光量の感度は、基準レベルの 0.05 倍であった。

【0179】

比較例 2 B では、散乱反射光の受光素子 5 への光軸線 8 と、該受光素子 5 の受光面 5 a の法線 16 との間の角度 p_2 が 60° と大きくなった。このため、受光素子 5 による散乱反射光の受光感度がピーク時の 4 分の 1 程度まで低下したことで、受光素子 5 とベルト 120 との離間距離が大きくなってしまったため、光量の減衰が大きく寄与している。

【0180】

以上説明したように、本実施例によれば前記実施例 1 と同様に、回路基板 2 に設けられたスリット穴 19 にハウジング 1 の壁部 1 a が挿入される構成により、遮光性を向上させることができる。また、上記構成に加えて、実施形態 2 A では、回路基板 2 を傾けることで、散乱反射光の受光素子 5 への入射角度 p_2 が小さくなって入射角度が改善されることにより散乱反射光の受光出力が向上する。このため、正反射光に比べ光量を確保し難い散乱反射光の受光感度が高くなり、光センサ全体の感度が大幅に向上する。

【実施例 3】

【0181】

次に図 16 を用いて本発明に係るトナー検知装置を具備した画像形成装置の実施形態 3 の構成について説明する。尚、前記各実施例と同様に構成したものは同一の符号を付して説明を省略する。

【0182】

前記各実施例ではトナー検知装置 131 に偏光板を使用せずに受光素子 4, 5 の位置で正反射光と散乱反射光を分離するタイプのトナー検知装置 131 について例示した。本発明の効果は偏光板の有無に依らず発揮することが出来る。

【0183】

例えば、図 16 に示すように、回路基板 2 上に一直線上に配置される光学素子となる発光素子 3、受光素子 4, 5 の各導光路 21, 22, 23 のそれぞれの入口に偏光板 11, 12, 13 を設けた構成にも好適に用いることが出来る。12 は発光素子 3 側の偏光板である。11 は正反射光の受光素子 4 側の偏光板であり、偏光板 12 と同じ方向の偏光が通過する向きに偏光板 11 の方向が調整されている。

【0184】

散乱反射光の受光素子 5 側のフィルタ用の偏光板 13 は前記偏光板 11, 12 と 90° 異なる向きの偏光が通過する方向に向けられている。他の構成は前記各実施例と同様に構成され、同様の効果を得ることが出来る。

【実施例 4】

【0185】

10

20

30

40

50

次に図17を用いて本発明に係るトナー検知装置を具備した画像形成装置の実施形態4の構成について説明する。尚、前記各実施例と同様に構成したものは同一の符号を付して説明を省略する。

【0186】

前記各実施例のトナー検知装置131に加えて、図17に示したように、回路基板2上に一直線上に配置される光学素子となる発光素子3、受光素子4、5の各導光路21、22、23のそれぞれの入口側でベルト120と対向する面に保護カバー24を設けた。保護カバー24を設けることで、ベルト120から飛散したトナーがセンサ内部を汚染することを防止することが出来る。他の構成は前記各実施例と同様に構成され、同様の効果を得ることが出来る。

【実施例5】

【0187】

次に図18を用いて本発明に係るトナー検知装置を具備した画像形成装置の他の構成について説明する。

【0188】

前記各実施例では、感光ドラム101から中間転写ベルトとなるベルト120にトナー画像を一次転写した後、該ベルト120からシート129に二次転写する画像形成装置47の中間転写ベルトを測定対象物とした。そして、画像形成時の画像位置精度を高めるレジストレーション制御を行うために該ベルト120上のテストパターン10のトナー濃度を光学センサとしてのトナー検知装置131により検知する構成とした。

【0189】

本実施例では、図18に示すように、シート129を吸着搬送する無端ベルトからなるベルト120を測定対象物とした。そして、各感光ドラム101の表面上に形成されたトナー画像と、ベルト120により吸着搬送されるシート129との間で画像形成時の画像位置精度を高めるレジストレーション制御を行う。そのために測定対象物となるベルト120に形成された図示しないマークを検知して、ベルト120の位置及び速度を検知することも出来る。

【0190】

図18に示すように、本実施例の画像形成装置47は多色画像を形成する電子写真方式の画像形成装置47である。画像形成部では、像担持体となる感光ドラム101に光書込みによって静電潜像を形成し、この静電潜像をトナーにより現像してトナー画像化し、その現像したトナー画像を記録材となるシート129に転写して定着させる。

【0191】

通常、カラー画像をシート129上で再現するために減法混色の三原色であるY（イエロー）トナー、M（マゼンタ）トナー及びC（シアン）トナーの各色トナーを用いる。更に、文字や画像黒色部分の印字（印刷、画像形成）に用いられるK（ブラック）トナーの合計で4色のトナーを重ねて、フルカラー画像を形成することが行われている。

【0192】

画像形成装置47本体の下部にはシートカセット123が着脱自在に装着される。図2に示すDCコントローラ42がホストコンピュータ40より印刷命令を受けた後、所定のタイミングで給送ローラ121を回転駆動することによってシートカセット123内のシート129は一枚毎に取り出される。給送ローラ121により給送されたシート129はレジストレーションローラ対122まで搬送され、シート129の先端がレジストレーションローラ対122のニップ部に突き当てられて停止する。作像準備が整い、作像が開始されると、シート129は所定のタイミングでレジストレーションローラ対122によって感光ドラム101が対向する画像形成部に給送される。

【0193】

レジストレーションローラ対122はシート129の給送タイミングを調整すると共に、シート129の先端が搬送方向に対して垂直になるようにシート129の先端位置を合わせる機能も持つ。図18の右側からイエローの画像形成部である第1の画像形成ステーションが配置される。更にシート搬送方向下流側にイエローの画像形成部と同じ構成でマゼンタの画像形成部である第2の画像形成ステーションが配置される。更に、シアンの画像形成部である

10

20

30

40

50

第3の画像形成ステーション、ブラックの画像形成部である第4の画像形成ステーションの4つの画像形成ステーションが上記の順序で並んでいる。

【0194】

各色のトナー画像形成方法は特に限定されないが、例えば二成分現像法または非磁性一成分現像法等、公知の現像方法により行われる。以下、非磁性一成分の接触現像方法を用いた画像形成装置47の例について説明する。

【0195】

イエローの画像形成部である第1の画像形成ステーションにおいて、感光ドラム101Yの表面が高圧電源44から給電を受ける帯電ローラ102Yによって均一に帯電される。そして、露光装置103からの露光光線114Yを受けて感光ドラム101Yの表面に静電潜像が形成

10

【0196】

感光ドラム101Yの表面に形成された静電潜像には現像ローラ105Yが当接し、静電潜像に対応してトナーを現像し、トナー画像を得る。現像ローラ105Yには該現像ローラ105Yの表面にトナーを供給または剥ぎ取るための供給／剥ぎ取りローラ106Yが該現像ローラ105Yに対して周速差を持って当接しており、同時に現像ローラ105Y上のトナーを帯電させる役割も担っている。

【0197】

現像ローラ105Y上のトナーはトナー層厚を規制する規制ブレード113Yによってトナー層厚が規制されると共に、摺擦によって摩擦帯電され現像に適したトナーが感光ドラム101Yへ供給される。トナー画像は転写ローラ119Yによって測定対象物となるベルト120により搬送されるシート129に転写される。

20

【0198】

尚、各色の画像形成ユニットは、それぞれ形成するトナー画像の色が異なることを除けば、同一の構成、作用を有するものである。このため、以下、特に区別を要しない場合は、各色画像形成ユニットのいずれかに属する要素であることを示すためにY、M、C、Kの添え字は省略して説明する。

【0199】

各感光ドラム101と転写ローラ119との間には、駆動ローラ130とテンションローラ124とにより張架された静電吸着搬送ベルト（ETB）からなるベルト120が介在している。そして、該ベルト120は駆動ローラ130によって回動され、シート129を静電吸着して各色の画像形成ステーションへ搬送する。

30

【0200】

テンションローラ124はベルト120が弛まないようベルト120が張る方向に圧力をかけた状態で該ベルト120の移動に伴って従動回転する。ベルト120によるシート129の搬送によって感光ドラム101からシート129へのトナー画像の転写位置精度を高めて各色間のトナー画像のずれを小さくしている。

【0201】

感光ドラム101上に転写されずに残った転写残トナーを回収、清掃するためにクリーニングブレード110が感光ドラム101の表面に当接され、該クリーニングブレード110により回収された転写残トナーは廃トナー容器111に収納される。

40

【0202】

シート129は感光ドラム101から分離され、続いて次の画像形成ステーションに搬送される。イエローと同じ画像形成動作によりマゼンタ、シアン、ブラックの各色のトナー画像がイエローのトナー画像の上に順次転写され、加圧ローラ126と加熱ローラ125との定着ニップ部に搬送される。シート129上に形成されたトナー画像は定着ニップ部で加熱加圧を受けてトナーが溶融し、シート129と密着して永久画像となる。トナー画像が定着されたシート129は排出口ローラ127によって画像形成装置47外へと排出される。他の構成は、前記各実施例と同様に構成され、同様の効果を得ることが出来る。

【0203】

50

また、測定対象物として、感光ドラム101等の循環移動体にも適用可能である。

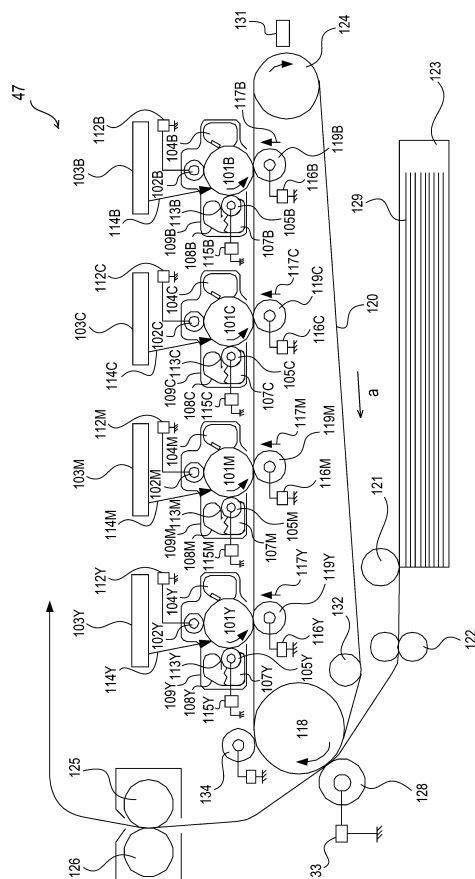
【符号の説明】

【 0 2 0 4 】

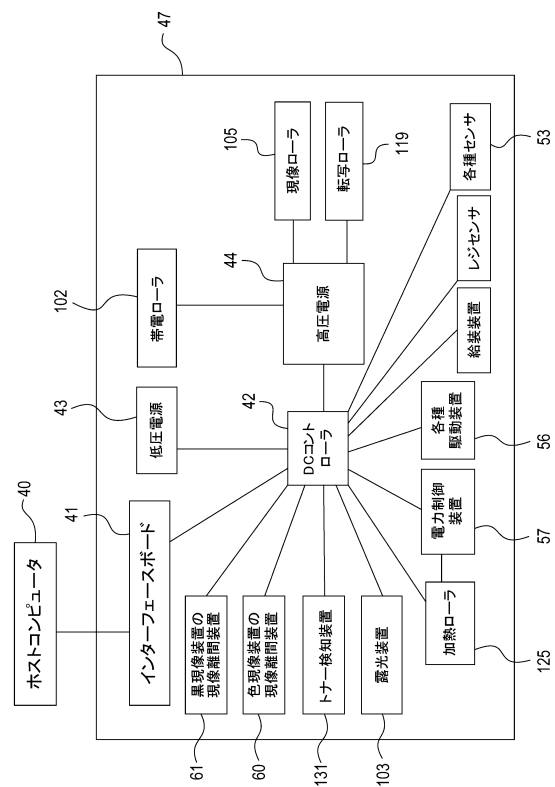
- 1 ...ハウジング
- 1 a ...遮光壁
- 2 ...回路基板
- 2 a ...実装面
- 3 ...発光素子
- 3 a ...発光面
- 4 ...正反射光の受光素子
- 4 a ...受光面
- 5 ...散乱反射光の受光素子
- 5 a ...受光面
- 120 ...ベルト（測定対象物）
- L 1 ...発光素子からベルトまでの離間距離（垂線の長さ）
- L 2 ...正反射光の受光素子からベルトまでの離間距離（垂線の長さ）
- L 3 ...散乱反射光の受光素子からベルトまでの離間距離（垂線の長さ）
- k ...回路基板の平面（実装面 2 a）とベルトの稜線との間の傾斜角度

10

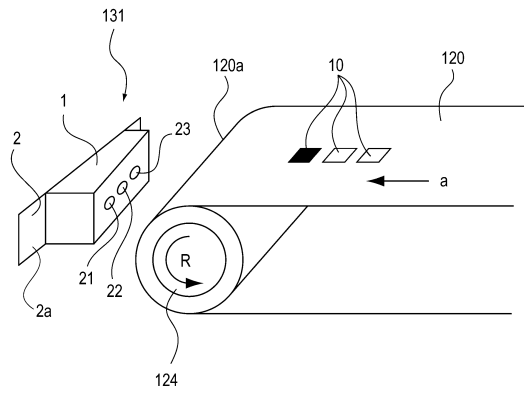
【 図 1 】



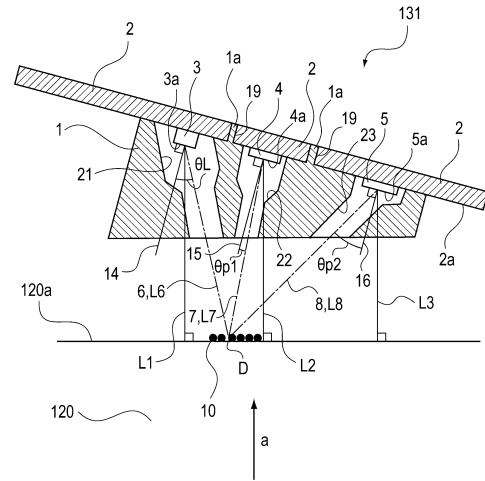
【圖 2】



【図 3】

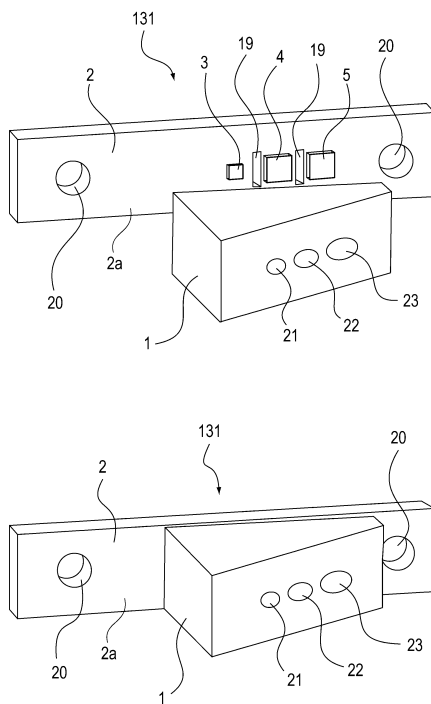


【図 4】

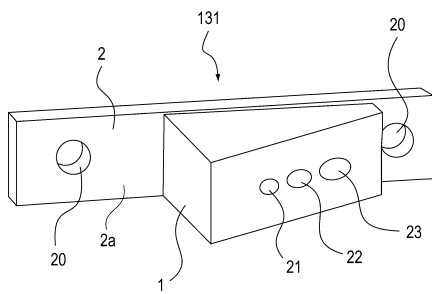


【図 5】

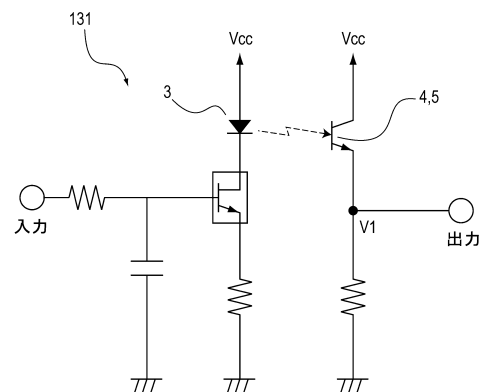
(a)



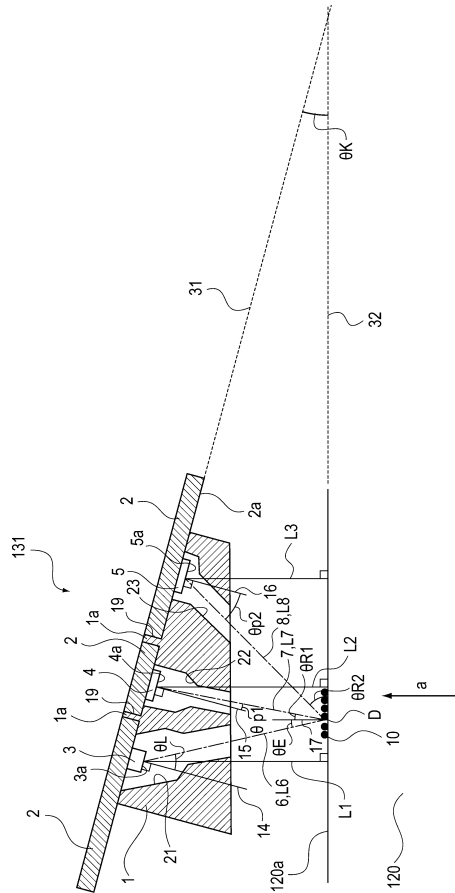
(b)



【図 6】



【 図 7 】

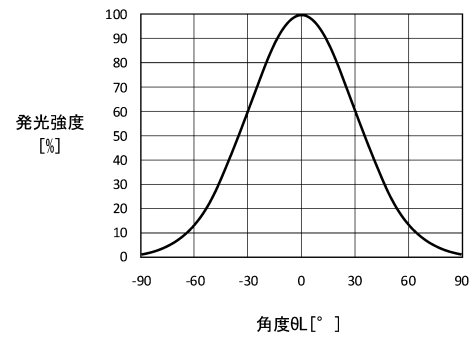


【圖 9】

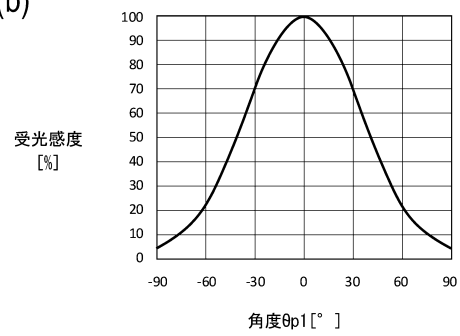
| | 實施形態1A | 實施形態2A | 比較例1B | 比較例2B |
|-------------------------|--------|--------|-------|-------|
| $\theta_E(^{\circ})$ | 15 | 15 | 15 | 15 |
| $\theta_{R1}(^{\circ})$ | 15 | 15 | 15 | 15 |
| $\theta_{R2}(^{\circ})$ | 45 | 45 | 45 | 45 |
| $\theta_K(^{\circ})$ | 15 | 15 | 0 | -15 |
| $\theta_L(^{\circ})$ | 30 | 0 | 15 | 30 |
| $\theta_{P1}(^{\circ})$ | 0 | 30 | 15 | 0 |
| $\theta_{P2}(^{\circ})$ | 30 | 30 | 45 | 60 |
| L6(mm) | 11.5 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| L7(mm) | 10.0 | 11.5 | 10.0 | 8.7 |
| L8(mm) | 11.5 | 11.5 | 13.7 | 17.3 |
| 正反射光の 受光感度 | OK | OK | OK | OK |
| 散乱反射光の 受光感度(倍) | 0.24 | 0.52 | 0.21 | 0.05 |

【 図 8 】

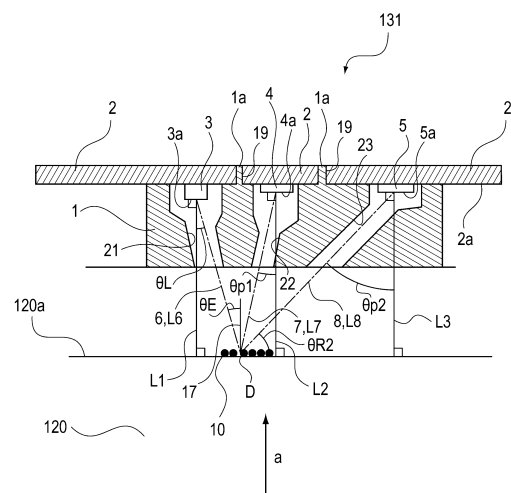
(a)



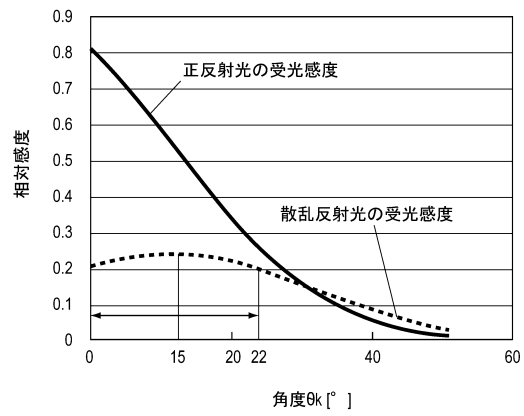
(b)



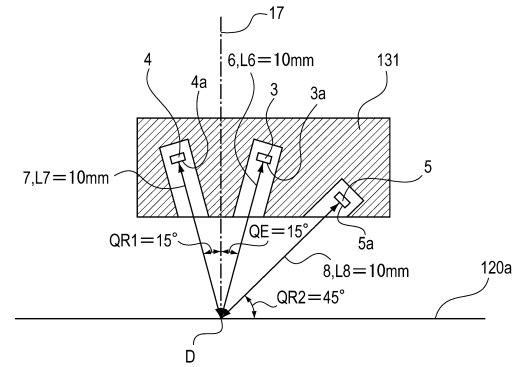
【 図 1 0 】



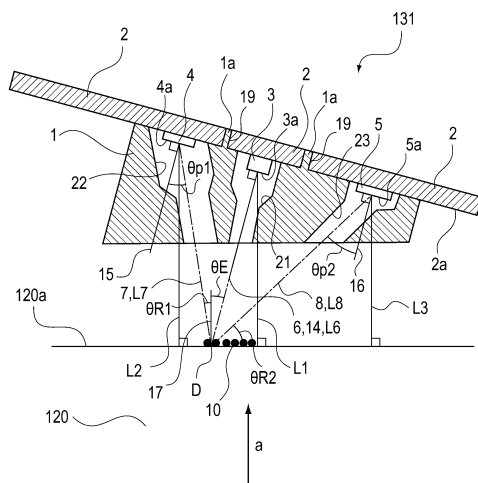
【図 1 1】



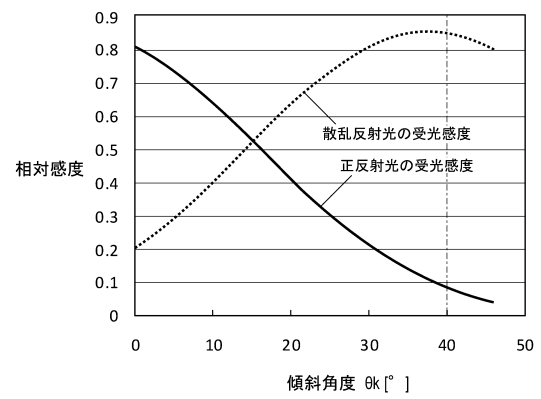
【図 1 2】



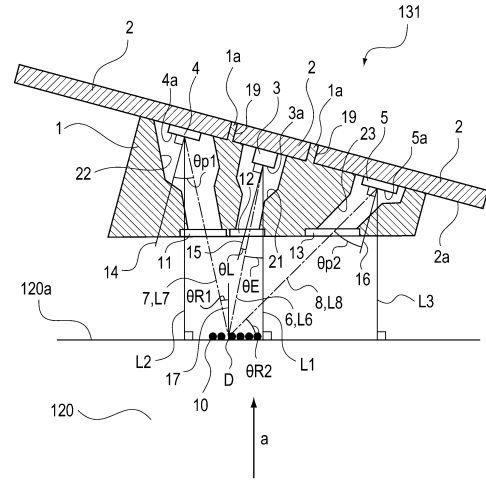
【図 1 3】



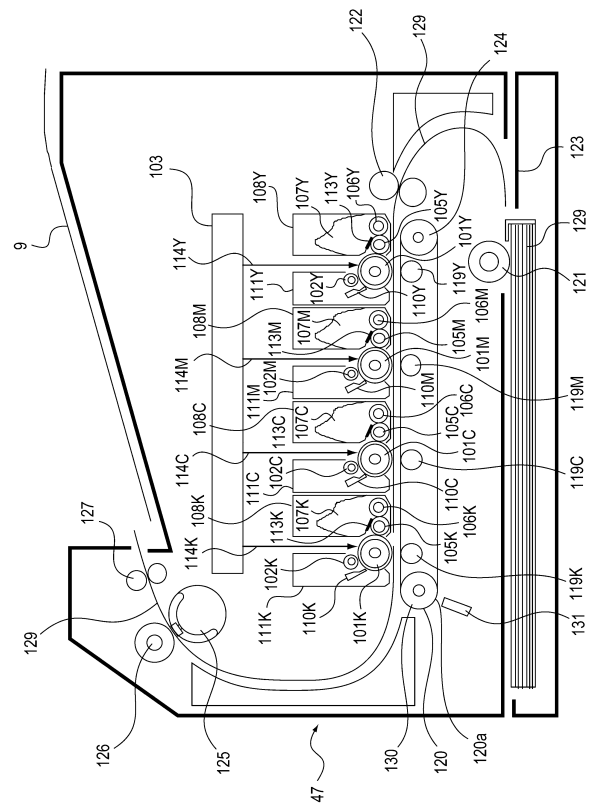
【図 1 4】



【 図 1 6 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-150690(JP,A)
特開2006-208266(JP,A)
特開2008-261864(JP,A)
特開2004-110018(JP,A)
特開2004-361406(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/00 - G01N 21/61
G03G 15/01