(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2023-158934
(P2023-158934A)
(43)公開日　令和5年10月31日(2023.10.31)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
G03G 21/00 (2006.01)		G03G	21/00	512	2H200
G03G 15/00 (2006.01)		G03G	15/00	303	2H270
G03G 15/16 (2006.01)		G03G	15/16		2H300
G03G 15/01 (2006.01)		G03G	15/01	114A	
		G03G	15/01	Z	

審査請求　未請求　請求項の数　17　ＯＬ　（全28頁）

(21)出願番号　特願2022-69005(P2022-69005)
(22)出願日　令和4年4月19日(2022.4.19)

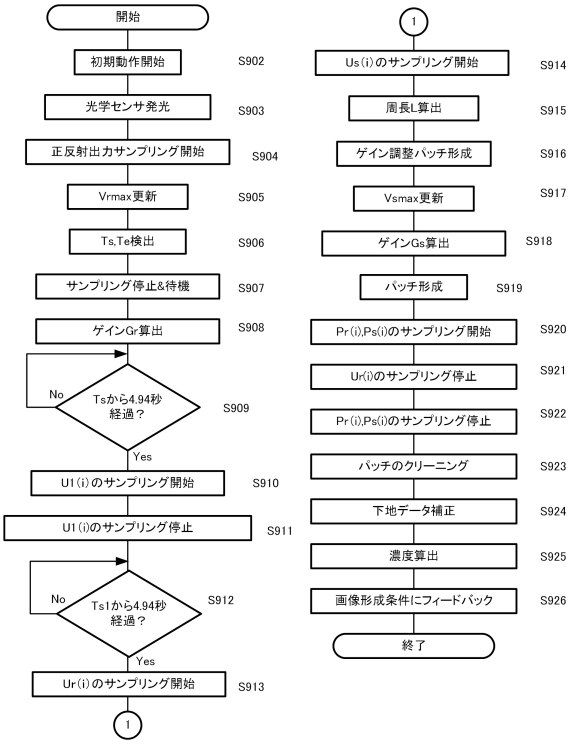
(71)出願人　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100123559
弁理士　梶 俊和
(74)代理人　100177437
弁理士　中村 英子
(72)発明者　内山 明彦
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
キヤノン株式会社内
(72)発明者　齊藤 秀次
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
キヤノン株式会社内

Ｆターム（参考）　2H200　FA02 FA09 GA12 GA23
GA34 GA47 GA49 GA50

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　画像形成装置

(57)【要約】
【課題】画像形成装置の画像濃度制御において、クリーニングニップ部の摩擦力を低減すること。
【解決手段】ＣＰＵは、光学センサによりパッチに発光素子から光を照射して反射光を検知するパッチ測定工程（Ｓ９１９～Ｓ９２５）と、光学センサにより中間転写ベルトの表面に光源から光を照射して反射光を検知する下地測定工程（Ｓ９１６～Ｓ９１８）と、を実行可能に制御し、下地測定工程が実行される場合において、第１領域とは異なる中間転写ベルトの領域である第２領域にニップ部にトナーを供給するためのゲイン調整用パッチを形成する（Ｓ９１６）。
【選択図】図９



【特許請求の範囲】
【請求項１】
無端形状の像担持体と、
前記像担持体上にトナー像を形成する形成手段と、
前記像担持体の表面及び前記像担持体上に形成された前記トナー像に光を照射する光源と、
前記光源から前記像担持体又は前記像担持体上に形成された前記トナー像に前記光を照射することによって前記像担持体又は前記像担持体上に形成された前記トナー像により反射される反射光を検知する第１検知手段と、
前記像担持体上に当接してニップ部を形成し、前記ニップ部において前記像担持体上のトナーを除去する除去手段と、
前記像担持体上における前記第１検知手段により検知可能な第１領域に形成された第１トナー像によって反射された前記反射光を検知した結果に基づいて、転写材に画像形成を行う際の画像形成条件を制御する制御手段と、
を備える画像形成装置であって、
前記制御手段は、前記第１検知手段により前記第１トナー像に前記光源から光を照射して前記反射光を検知する第１測定と、前記第１検知手段により前記像担持体の表面に前記光源から光を照射して前記反射光を検知する第２測定と、を実行可能に制御し、前記第２測定が実行される場合において、前記第１領域とは異なる前記像担持体の領域である第２領域に前記ニップ部にトナーを供給するための第２トナー像を形成するように制御することを特徴とする画像形成装置。
【請求項２】
前記第２領域は、前記第１領域とは前記像担持体の移動方向に直交する方向において異なる領域であることを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。
【請求項３】
前記第１測定においては、前記第１検知手段が前記第１トナー像の濃度を測定するために前記反射光を検知することを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。
【請求項４】
前記第２測定においては、前記第１検知手段が前記像担持体の表面の状態を測定するために前記反射光を検知することを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。
【請求項５】
前記制御手段は、前記第１測定の前に前記第２測定が実行されるように制御することを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。
【請求項６】
前記第１検知手段は、前記像担持体又は前記像担持体上のトナー像に光を照射する前記光源と、前記像担持体又は前記像担持体上のトナー像からの正反射光を受光する第１受光部と、前記第１受光部により受光された正反射光の光量に応じた電圧を設定された第１ゲインで増幅して出力する第１アンプ部と、前記像担持体又は前記像担持体上のトナー像からの乱反射光を受光する第２受光部と、前記第２受光部により受光された乱反射光の光量に応じた電圧を設定された第２ゲインで増幅して出力する第２アンプ部と、を有し、
前記制御手段は、前記第２測定が開始されると、前記像担持体の状態を測定する前に前記第２トナー像を形成し、
前記第２トナー像は、前記像担持体上における前記第１検知手段により検知可能な位置に形成され、前記第２ゲインを調整するための第３トナー像を含むことを特徴とする請求項１から請求項５のうちのいずれか１項に記載の画像形成装置。
【請求項７】
前記制御手段は、前記像担持体の移動方向に直交する方向における前記除去手段の長さに対応する前記像担持体上の領域に、前記第２トナー像を形成することを特徴とする請求項６に記載の画像形成装置。
【請求項８】

前記制御手段は、前記除去手段の長さの７０％以上に対応する前記像担持体上の領域に、前記第２トナー像を形成することを特徴とする請求項７に記載の画像形成装置。
【請求項９】
前記画像形成装置が設置された環境の状態を検知する第２検知手段と、
画像形成が終了してからの経過時間を計測する計測手段と、
を備え、
前記制御手段は、前記第２検知手段による検知結果及び／又は前記経過時間に基づいて、前記第２トナー像の態様を変更することを特徴とする請求項８に記載の画像形成装置。
【請求項１０】
前記第２検知手段は、絶対湿度を検知し、
前記像担持体と前記除去手段との間に働く摩擦力は、前記絶対湿度の値が大きくなるほど大きくなり、前記経過時間が長くなるほど大きくなることを特徴とする請求項９に記載の画像形成装置。
【請求項１１】
前記制御手段は、前記摩擦力が大きくなるほど、前記第２トナー像の濃度を高くする、及び／又は、前記第２トナー像に用いる色の数を増やすことを特徴とする請求項１０に記載の画像形成装置。
【請求項１２】
前記形成手段は、静電潜像が形成される感光体と、前記静電潜像をトナーにより現像しトナー像を形成する現像手段と、を有し、
前記像担持体は、前記感光体上に形成された前記トナー像が転写される中間転写体であることを特徴とする請求項１１に記載の画像形成装置。
【請求項１３】
前記制御手段は、前記第２測定を行う前に、前記像担持体の移動方向における１周分の長さを測定する第３測定を行うことを特徴とする請求項１２に記載の画像形成装置。
【請求項１４】
前記像担持体は、前記移動方向における一部の領域に、前記第１検知手段による検知結果が前記一部の領域を除く他の領域と光学的に異なる領域を有し、
前記制御手段は、前記第３測定を行う前に、前記一部の領域の位置を特定するための第４測定を行うことを特徴とする請求項１３に記載の画像形成装置。
【請求項１５】
前記形成手段は、静電潜像が形成される感光体と、前記静電潜像をトナーにより現像しトナー像を形成する現像手段と、を有し、
前記像担持体は、前記感光体上に形成された前記トナー像が転写される転写材を担持する転写材担持体であることを特徴とする請求項１１に記載の画像形成装置。
【請求項１６】
前記制御手段は、前記第２測定を行う前に、前記像担持体の移動方向における１周分の長さを測定する第３測定を行うことを特徴とする請求項１５に記載の画像形成装置。
【請求項１７】
前記像担持体は、前記移動方向における一部の領域に、前記第１検知手段による検知結果が前記一部の領域を除く他の領域と光学的に異なる領域を有し、
前記制御手段は、前記第３測定を行う前に、前記一部の領域の位置を特定するための第４測定を行うことを特徴とする請求項１６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、画像形成装置に関し、例えば、カラー画像形成装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来から、複写機やレーザプリンタなどの電子写真方式のカラー画像形成装置として、

中間転写体方式が知られている。中間転写体方式のカラー画像形成装置では、感光ドラム上に形成されたトナー像を、中間転写体上に１次転写し、さらに転写材上へと２次転写する。このとき、中間転写体上には転写材上に転写しきれなかったトナーが、残留トナーとして残るため、残留トナーをクリーニングする必要がある。クリーニング手段としては、ゴム等の弾性材料にて形成された板状クリーニング部材（クリーニングブレード）が、しばしば用いられる。そして、クリーニングブレードのエッジを中間転写体に当接させて残留トナーを掻き落とし除去する。このクリーニングブレード方式は、構成が簡単かつ低コストであり、残留トナーの除去性能も優れており、広く実用化されている。

【０００３】

一方、中間転写体方式のカラー画像形成装置では、使用するにつれ、中間転写体の表面に窒素酸化物、トナー樹脂等が付着することによって、中間転写体の表面の摩擦係数が大きくなる。これにより、クリーニングブレードのエッジ部と中間転写体との当接部分であるクリーニングニップ部の摩擦力も大きくなる。この摩擦力が大きくなると、クリーニングブレードのスティック－スリップ運動が生じ、それを原因としたクリーニング不良、異音（ブレード鳴き）、異常振動（ビビリ）が発生する。この状態が継続すると、最終的にクリーニングブレードのエッジ部や中間転写体の表面の破損などに起因した画像不良が発生する恐れがある。こうした課題を解決するために、例えば特許文献１では、潤滑剤としてのトナー像を定期的にクリーニングニップ部に供給する方法が提案されている。

【０００４】

また、カラー画像形成装置には、市場からは常に出力画像の高画質化が求められている。一般に、カラー画像形成装置は、環境の変化や、長時間の使用により装置各部に変動があると、得られる画像の濃度や階調特性が変動する。このような変動は、出力画像のカラーバランスを崩し画像の品質（画質ともいう）を大きく低下させてしまう。したがって、高画質の画像を得るためには、常に一定の濃度と階調特性を保つための調整手段をカラー画像形成装置に設ける必要がある。

【０００５】

そこで、次のような方法で、画像形成装置において安定した濃度と階調特性が得られるようにしている。まず、カラー画像形成装置が備える各色のトナーを用いて所定の画像形成条件でパッチと呼ばれる試験トナー像を中間転写体上に形成する。形成したパッチのトナー乗り量（単位面積当たりのトナー重量）を光学センサ等で検知して濃度関連情報（濃度や色度など）を得る。そして、パッチを形成したときの画像形成条件と、得られたパッチの濃度関連情報と、の関係から画像形成条件にフィードバックをかける画像濃度制御を行う。これにより、安定した濃度と階調特性の画像が得られるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開２００１－２８２０１０号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

しかしながら、従来の画像濃度制御においては、パッチを形成する前に、像担持体である中間転写体の周長測定や、表面状態の測定等の準備動作を行う必要があるため、トナー像を形成しない状態での中間転写体の周回が、通常の画像形成時よりも多く発生する。特に、この画像濃度制御が、高温高湿環境下等のクリーニングニップ部の摩擦力が大きくなる状態で行われると、クリーニングブレードがスティック－スリップ運動し易い状況になってしまう。

【０００８】

本発明は、このような状況のもとでなされたもので、画像形成装置の画像濃度制御において、クリーニングニップ部の摩擦力を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】
上述した課題を解決するために、本発明は、以下の構成を備える。
（１）無端形状の像担持体と、前記像担持体上にトナー像を形成する形成手段と、前記像担持体の表面及び前記像担持体上に形成された前記トナー像に光を照射する光源と、前記光源から前記像担持体又は前記像担持体上に形成された前記トナー像に前記光を照射することによって前記像担持体又は前記像担持体上に形成された前記トナー像により反射される反射光を検知する第１検知手段と、前記像担持体上に当接してニップ部を形成し、前記ニップ部において前記像担持体上のトナーを除去する除去手段と、前記像担持体上における前記第１検知手段により検知可能な第１領域に形成された第１トナー像によって反射された前記反射光を検知した結果に基づいて、転写材に画像形成を行う際の画像形成条件を制御する制御手段と、を備える画像形成装置であって、前記制御手段は、前記第１検知手段により前記第１トナー像に前記光源から光を照射して前記反射光を検知する第１測定と、前記第１検知手段により前記像担持体の表面に前記光源から光を照射して前記反射光を検知する第２測定と、を実行可能に制御し、前記第２測定が実行される場合において、前記第１領域とは異なる前記像担持体の領域である第２領域に前記ニップ部にトナーを供給するための第２トナー像を形成するように制御することを特徴とする画像形成装置。
【発明の効果】
【００１０】
本発明によれば、画像形成装置の画像濃度制御において、クリーニングニップ部の摩擦力を低減することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】実施例１、２の画像形成装置の概略構成を示す縦断面図
【図２】実施例１、２の中間転写ベルト及びインプリント加工金型の拡大模式図
【図３】実施例１、２の光学センサの概略構成図
【図４】実施例１、２のトナーの分光反射率を示したグラフ
【図５】実施例１、２の光学センサの照射光を照射したときの反射光の様子を示す図
【図６】実施例１、２のブラックトナーから光学センサへの反射光の様子を示す図
【図７】実施例１、２の中間転写ベルトのインプリント重複部の拡大模式図
【図８】実施例１、２のインプリント重複部近傍の正反射出力の様子を示すグラフ
【図９】実施例１の画像濃度制御工程を示すフローチャート
【図１０】実施例１の画像濃度制御工程の各種タイミングの関係を示す図
【図１１】実施例１のサンプリングデータのずらし量の関係を示す図
【図１２】実施例１のゲイン調整パッチと潤滑用トナー像を示す図
【図１３】実施例１のパッチ測定におけるパッチの構成を示す図
【図１４】実施例１のパッチと測定スポットとの関係を示す図
【図１５】実施例２の制御部と潤滑用トナー像の別の構成を示す図
【発明を実施するための形態】
【００１２】
以下、本発明を実施するための形態を、実施例により図面を参照しながら詳しく説明する。
【実施例１】
【００１３】
以下、図１～図１４を用いて、実施例１に係る画像形成装置について詳しく説明する。ただし、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に特定的な記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。
【００１４】
［画像形成装置］
図１に、実施例１の、転写材にカラーの画像を形成する画像形成装置の一例を示し、上

下方向も示す。図１に示す画像形成装置１００は、像担持体である中間転写体を用いた中間転写体方式のタンデム型フルカラー画像形成装置１００であり、図１はその概略構成を示す縦断面図である。図１に示す画像形成装置１００は形成手段である４個の画像形成部、すなわちイエロー（Ｙ）、マゼンタ（Ｍ）、シアン（Ｃ）、ブラック（Ｂｋ）の各色のトナー像をそれぞれ形成する画像形成部ＳＹ、ＳＭ、ＳＣ、ＳＢｋを上流から下流に並べて配置している。ここで、上流、下流とは、後述する中間転写ベルト１４の移動方向（回転方向、回動方向ともいう）における上流、下流をいう。画像形成部ＳＹ、ＳＭ、ＳＣ、ＳＢｋの上方には、ローラ１３、１９、３０に掛け渡された中間転写体である中間転写ベルト１４が配設されている。中間転写ベルト１４の構成については後述する。以降、特定の色の画像形成に用いられる部材について説明する場合を除き、符号の添え字であるＹ、Ｍ、Ｃ、Ｂｋを省略する。

【００１５】

各画像形成部Ｓは、ドラムユニット１０と現像ユニット８とからなる一体型のプロセスカートリッジを備えている。このうち、ドラムユニット１０は、それぞれＯＰＣ（有機光半導体）感光層を有する感光体である感光ドラム１と、弾性ゴムからなるクリーニングブレード９と、帯電ローラ２と、を含んでいる。また、現像ユニット８は、現像手段である現像ローラ５と、負極性に帯電する非磁性一成分のトナー３と、トナー塗布ローラ６と、トナー塗布ブレード７と、を含んでいる。

【００１６】

各画像形成部ＳＹ、ＳＭ、ＳＣ、ＳＢｋの下方には、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から構成される露光装置１１を備えている。露光装置１１は、画像データに基づいて変調された走査ビーム１２Ｙ、１２Ｍ、１２Ｃ、１２Ｂｋを感光ドラム１Ｙ、１Ｍ、１Ｃ、１Ｂｋ上に照射して、静電潜像を形成する。実施例１では画像データは、各色それぞれ８ビットデータ、すなわち００Ｈ～ＦＦＨ（Ｈは１６進法表示を意味する）の２５６レベルで表される。画像データＦＦＨが最も高い画像濃度の画像（以下、ベタ画像という）を表わし、画像データが小さくなるにつれて画像濃度は低くなり、００Ｈで非画像（以下、ベタ白画像という）となる。

【００１７】

中間転写ベルト１４の内側には、中間転写ベルト１４を上方から感光ドラム１Ｙ、１Ｍ、１Ｃ、１Ｂｋに押圧する１次転写ローラ４Ｙ、４Ｍ、４Ｃ、４Ｂｋが配設されている。これら１次転写ローラ４には、電源（不図示）から定電流制御された正極性の電圧が印加され、感光ドラム１上（感光体上）に形成されたトナー像が中間転写ベルト１４上（像担持体上）に転写される（以下、１次転写という）。２次転写ローラ２０は、中間転写ベルト１４上に形成されたトナー像を転写材Ｐに転写する（以下、２次転写という）。２次転写ローラ２０には電源（不図示）から定電流制御された正極性の電圧が印加される。

【００１８】

中間転写ベルト１４を支える３つのローラ１３、１９、３０のうち、ローラ１３は駆動ローラ兼２次転写対向ローラで、中間転写ベルト１４を矢印Ｒ１４方向に駆動搬送しつつ、転写材Ｐを介して、２次転写ローラ２０と２次転写ニップ部を形成している。ローラ３０は補助ローラで、２次転写ニップ部近傍の転写材Ｐと中間転写ベルト１４表面が所定の角度を保ち、転写材Ｐと中間転写ベルト１４上のトナー像との間の異常放電を抑制している。ローラ１９はテンションローラで、中間転写ベルト１４を所定のテンションで張架している。

【００１９】

中間転写ベルト１４を挟んで、ローラ１９の対向には、除去手段であるクリーニングブレード２２が配置される。クリーニングブレード２２は、中間転写ベルト１４上に当接してニップ部を形成し、ニップ部において中間転写ベルト１４上のトナーを除去する。クリーニングブレード２２は、２次転写において転写材Ｐに転写されないで中間転写ベルト１４上に残ったトナー（以下、転写残トナーという）をクリーニングするための弾性ブレードとしてのウレタンゴムの板ブレードからなる。クリーニングブレード２２はローラ１９

に対して位置決めされているので、ローラ１９の移動に対しても所定の角度と進入量とが保たれる。実施例１では、画像形成可能な長手幅は例えば２１４ｍｍなので、クリーニングブレード２２の長手幅は２２０ｍｍとしている。ここで、長手幅とは長手方向における長さをいい、長手方向とはローラ１９の回転軸方向をいう。定着装置２１は、定着ローラ２１ａと加圧ローラ２１ｂとから構成され、転写材Ｐ上に形成された未定着のトナー像を溶融固着する。

【００２０】

［制御部］

画像形成装置１００は制御部２９を有し、図１の左側に制御部２９の詳細な構成を示す。画像形成装置１００の制御部２９は、ＣＰＵ２４、ＲＡＭ２５、ＲＯＭ２６、不揮発性ＲＡＭ２７、パターン発生部２８、タイマー４０を有している。ＣＰＵ２４には、露光装置１１のほか、ＲＡＭ２５、ＲＯＭ２６、不揮発性ＲＡＭ２７、パターン発生部２８などが接続されている。ＲＯＭ２６は、読み出し専用の記憶部（メモリ）であり、ＣＰＵ２４が画像形成装置１００を制御するためのプログラムや各種データが書き込まれている。ＲＡＭ２５は読み書き可能なメモリであり、ＲＯＭ２６内のデータが展開されたり、画像濃度制御のためのデータが保存されたりする。パターン発生部２８は、後述の画像濃度制御のためのパッチの画像データを発生させる。不揮発性ＲＡＭ２７は画像形成装置１００の電源が遮断されても記録内容が保持される読み書き可能なメモリである。タイマー４０は、ＣＰＵ２４が画像形成装置１００の各種のタイミング制御を行う際に用いられる。

【００２１】

［画像形成動作］

画像形成動作が開始されると、感光ドラム１や中間転写ベルト１４等は所定のプロセススピード（ここでは１６０ｍｍ／ｓ）でそれぞれ矢印方向に回転を始める。感光ドラム１は所定の帯電電圧が印加された帯電ローラ２によって一様に帯電される。続いて、露光装置１１からの走査ビーム１２によって画像信号に基づく静電潜像が形成される。このときの各色の静電潜像は、後に４色が中間転写ベルト１４上で重ね合わされてフルカラー画像となるように、各色所定のタイミングで形成される。露光された感光ドラム１がさらに回転すると、感光ドラム１上の静電潜像は現像電圧が印加された現像ローラ５によってそれぞれ可視化（現像）される。そして、感光ドラム１Ｙ、１Ｍ、１Ｃ、１Ｂｋ上には、Ｙ、Ｍ、Ｃ、Ｂｋのトナー像がそれぞれ形成される。感光ドラム１Ｙ上のトナー像がさらに回転すると、転写電圧が印加された１次転写ローラ４Ｙによってイエロー色のトナー像が中間転写ベルト１４上に転写される。そして、中間転写ベルト１４が搬送されて行くのに同期して、Ｍ、Ｃ、Ｂｋのトナー像が１次転写ローラ４Ｍ、４Ｃ、４Ｂｋによる転写電圧の印加によって中間転写ベルト１４上へ順次、転写され、中間転写ベルト１４上には４色のトナー像が形成される。

【００２２】

給紙カセット１５に積載されている転写材Ｐは、半月状の給紙ローラ１６により給紙され、分離ローラ１７によって１枚に分離されて、レジストレーション（以下、レジストという）ローラ１８まで搬送されて、一旦停止される。一旦停止された転写材Ｐは、中間転写ベルト１４上に形成された４色のトナー像が２次転写ニップ部に到達するタイミングに同期して、レジストローラ１８によって２次転写ニップ部に搬送（供給）される。そして、２次転写ローラ２０と２次転写対向ローラ１３との間の電圧印加によって中間転写ベルト１４上のフルカラーのトナー像が転写材Ｐ上に転写される。トナー像が転写された転写材Ｐは、中間転写ベルト１４から分離されて定着装置２１に送られる。そして、ここで定着ローラ２１ａと加圧ローラ２１ｂとによる加熱、加圧を受けて転写材Ｐ表面にはトナー像が溶融固着され、定着された転写材Ｐは排出トレー３１上に排出される。

【００２３】

１次転写において、中間転写ベルト１４に転写されないで感光ドラム１上に残った転写残トナーは、クリーニングブレード９によって除去される。２次転写において転写材Ｐに転写されないで中間転写ベルト１４上に残った転写残トナーは、クリーニングブレード２

２のエッジ部と中間転写ベルト１４との当接部であるクリーニングニップ部３２（ニップ部）において除去され、廃トナー容器３３に回収される。光学センサ２３については後述する。

【００２４】

［中間転写ベルト構成］

図２（ａ）は中間転写ベルト１４の断面方向から見た拡大模式図である。中間転写ベルト１４は無端形状であり、基層１４１と、表層１４２と、からなる。実施例１では、表層１４２がクリーニングブレード２２と接し、基層１４１はローラ１３、１９、３０と接する。基層１４１はポリエチレンナフタレート樹脂からなる基材に、カーボンを導電剤として分散させ、体積抵抗率が、例えば１×１０^{10}Ω・ｃｍになるように調整している。また、基層１４１の層厚は７０μｍ、色は例えば黒色としている。なお、実施例１の構成ではポリエチレンナフタレート樹脂を基材に、カーボンを導電剤として採用したが、この構成に限定されるものではない。

【００２５】

表層１４２はアクリル樹脂からなる基材に、電気抵抗調整剤として例えば酸化亜鉛を分散している。また、層厚は３μｍ程度としている。表層１４２は、耐摩耗性、耐クラック性など強度の観点から硬化性材料の中でも樹脂材料（硬化性樹脂）が望ましく、特に不飽和二重結合含有アクリル共重合体を硬化させて得られるアクリル樹脂が望ましい。なお、アクリル樹脂は透明なため、中間転写ベルトとしては黒色になる。

【００２６】

長期使用に伴うクリーニングブレード２２表面の耐摩耗性を向上させるため、中間転写ベルト１４の表面、具体的には表層１４２に、微細な凹凸形状１４２ａを施している。なお、図２（ａ）では一部の凹凸形状にのみ符号を付している。微細凹凸形状１４２ａの加工方法として、研磨加工や、切削加工、インプリント加工などが一般的に知られているが、実施例１の構成では加工コストや生産性、形状の精度等の観点からインプリント加工を採用した。

【００２７】

インプリント加工では、まず中間転写ベルト１４を、炭素工具鋼鋼材製の中子に圧入する。図２（ｂ）は中間転写ベルト１４の表面に微細凹凸形状１４２ａを形成するためのインプリント加工金型Ｇの拡大模式図である。インプリント加工金型Ｇ（以下、金型Ｇという）は、円柱の円周方向に平行に、間隔ｐ＝７．０μｍの等間隔で、凸の先端幅ｖ＝２．０μｍ、高さｈ＝２．０μｍになるように、切削加工により凸Ｇ１が設けられている。なお、図２（ｂ）では見やすくするため１つの凸にのみ符号Ｇ１を付している。金型Ｇは、ヒータ（不図示）により、基層１４１の基材であるポリエチレンナフタレートのガラス転移温度よりも５～１５℃高い、１３０℃の温度に加熱されている。金型Ｇに中間転写ベルト１４を当接させた状態で、中子を周速度２６４ｍｍ／ｓで１回転させて、金型Ｇを従動回転させたのち、金型Ｇを離間することによって、表面をインプリント加工された中間転写ベルト１４を得る。これにより、実施例１の中間転写ベルト１４は、黒色で、かつ表面の凸部は鏡面になっている。

【００２８】

インプリント加工後の中間転写ベルト１４の表面形状を、キーエンス社製レーザ顕微鏡ＶＫ－Ｘ２５０を用いて観察すると、間隔ｗ＝７．５μｍ、深さｄ＝１．０μｍ程度の凹形状の溝が形成されていることが確認された。これらの微細凹凸形状１４２ａにより、中間転写ベルト１４とクリーニングブレード２２との間の摩擦力が低下し、その結果、長期にわたってクリーニングブレード２２の摩耗が抑制される。

【００２９】

［光学センサ］

図１に示すように、画像形成部ＳＢｋの下流側には、中間転写ベルト１４を介してローラ３０に対向するように、光学センサ２３が配置されている。光学センサ２３は、光源から中間転写ベルト１４又は中間転写ベルト１４上に形成されたトナー像に光を照射するこ

とによって中間転写ベルト１４又は中間転写ベルト１４上に形成されたトナー像により反射される反射光を検知する第１検知手段として機能する。これにより、トナー乗り量を検知することができる。ここで、トナー乗り量とは、単位面積当たりのトナーの重量である。光学センサ２３は、ローラ３０の長手方向（回転軸方向）の略中央に配置され、ＣＰＵ２４に接続されている。なお、トナー乗り量と濃度関連情報（濃度や色度）とは相関関係があるので、以後、これらの用語を同じ意味で使うことがある。

【００３０】

光学センサ２３は、図３に示すように、発光部であるＬＥＤなどの発光素子２３１、フォトダイオード、ＣｄＳなどの受光素子２３２、２３３、ホルダー２３４、回路部２３５によって構成されている。発光素子２３１は、中間転写ベルト１４の表面及び中間転写ベルト１４上に形成されたトナー像に光を照射する光源である。ＣＰＵ２４は、駆動回路２３６を制御することで発光素子２３１の発光強度を制御する。第１受光部である受光素子２３２は、受光量に応じた電流をＩＶ変換部２３７に出力する。第２受光部である受光素子２３３は、受光量に応じた電流をＩＶ変換部２３８に出力する。ＩＶ変換部２３７は、入力された電流を電圧に変換してゲイン調整アンプ部２３９に出力する。ＩＶ変換部２３８は、入力された電流を電圧に変換してゲイン調整アンプ部２４０に出力する。第１アンプ部であるゲイン調整アンプ部２３９は、入力された電圧を所定のゲイン（第１ゲイン）で増幅してアナログの信号２４１をＣＰＵ２４のＡ／Ｄ（アナログーデジタル変換）ポートに出力する。第２アンプ部であるゲイン調整アンプ部２４０は、入力された電圧を所定のゲイン（第２ゲイン）で増幅してアナログの信号２４２をＣＰＵ２４のＡ／Ｄ（アナログーデジタル変換）ポートに出力する。なお、ゲイン調整アンプ部２３９、２４０におけるゲインはＣＰＵ２４によって調整され設定される。

【００３１】

受光素子２３２は、中間転写ベルト１４表面で照射光と同じ角度で反射されるいわゆる正反射光を検知する位置に設けられている。一方、受光素子２３３は、中間転写ベルト１４からの乱反射光を検知する位置に設けられている。この構成において、光学センサ２３は、中間転写ベルト１４上に形成されたパッチＴに対し、発光素子２３１から光を照射する。光学センサ２３は、パッチＴにより反射された反射光を、受光素子２３２で受けたものを正反射出力、受光素子２３３で受けたものを乱反射出力として、受光量に応じた信号を出力する。具体的には、光学センサ２３は、正反射出力として信号２４１をＣＰＵ２４に出力し、乱反射出力として信号２４２をＣＰＵ２４に出力する。以降、ＣＰＵ２４に出力された信号２４１を正反射出力、信号２４２を乱反射出力ともいう。

【００３２】

実施例１における各トナーの分光反射率は図４のようになっている。図４は、横軸に波長（ｎｍ）、縦軸に反射率（％）を示すグラフである。図４において、ピッチが広い破線はパッチＴがイエロー（Ｙ）の場合を示し、実線はパッチＴがマゼンタ（Ｍ）の場合を示し、ピッチが狭い破線はパッチＴがシアン（Ｃ）の場合を示し、一点鎖線はパッチＴがブラック（Ｂｋ）の場合を示している。分光反射率とは、波長を変えながら物体に光を照射したときの反射率の変化を示したものである。図４の矢印で示した領域（７６０ｎｍ～１０００ｎｍ）は近赤外領域であり、近赤外領域の反射率はカラートナーに関しては色によらずほぼ同一で高い反射率（８０％以上）になっている。そして、この領域の反射率は、Ｙ、Ｍ、Ｃの色によらずトナー乗り量の変化に応じて同一の変化を示す。そこで、実施例１の光学センサ２３の発光素子２３１としては、８５０ｎｍ付近の近赤外光を発するＬＥＤを用いた。なお、ブラック（Ｂｋ）の場合、分光反射率は１０％未満と低く、これは近赤外領域の光がブラックのパッチＴによって吸収されていることを示す。

【００３３】

次に、この光学センサ２３でパッチＴを検知したときに検出される反射光の特性について詳述する。図５（ａ）に示すように、中間転写ベルト１４上に照射された光は、中間転写ベルト１４表面によって反射され、受光素子２３２及び受光素子２３３で検知される。ただし、実施例１の中間転写ベルト１４は黒色で、かつ表面の凸部は鏡面になっているた

め、中間転写ベルト１４に照射した近赤外光はほとんどが正反射の反射光となり、大部分は受光素子２３２によって検知され、受光素子２３３にはほとんど検知されない。ここで、正反射光量を矢印の数に対応させて表現している。一方、図５（ｂ）に示すように、中間転写ベルト１４上にブラックのトナー（以下、ブラックトナーという）ｔｎ１のパッチが形成されると、中間転写ベルト１４からの正反射光量が減少する。これは、図４の分光反射率からもわかるように、ブラックのトナーｔｎ１は近赤外の照射光を吸収し、さらにパッチ自身で下地である中間転写ベルト１４の表面を隠すからである。

【００３４】

このときのパッチのトナー乗り量と正反射光量との関係は、図５（ｃ）に示すように一対一の関係となる。図５（ｃ）は、横軸にトナー乗り量を示し、縦軸に正反射光量を示す。図５（ｃ）はトナー乗り量が多くなるほど正反射光量が減少することを示している。また、トナー乗り量が所定量となるまでは正反射光量が急激に減少し、その後トナー乗り量が増えても正反射光量の減少の度合いは緩やかになることも示している。この関係付けをあらかじめ行っておけば、正反射光量からパッチのトナー乗り量を求めることができる。すなわち、ＣＰＵ２４は、光学センサ２３の検知結果に基づいてパッチのトナー乗り量を求めることができる。

【００３５】

一方、Ｙ、Ｍ、Ｃといったカラーのトナー（以下、カラートナーという）のパッチに近赤外光を照射すると、図４の分光反射率からもわかるとおり、ブラックトナーとは異なり照射光を反射する。このときの反射はほとんどが乱反射である。その結果、図６（ａ）に示すように受光素子２３２が検知する正反射光は、トナー乗り量の増加と共に減少する「下地で正反射された光」と、トナー乗り量の増加と共に増加する「トナーにより乱反射された光」との和になる。図６（ａ）のｔｎ２はカラートナーを示す。また、カラートナーｔｎ２から放射状に示された矢印群は乱反射光を示している。

【００３６】

したがって、トナー乗り量と正反射光量との関係は、図６（ｂ）に示すようになる。図６（ｂ）は、横軸にトナー乗り量を示し、縦軸に反射光量を示す。また、図６（ｂ）において、太実線は光学センサ２３による検知光を示し、細実線は受光素子２３２により検知した正反射成分を示し、破線は受光素子２３３により検知した乱反射成分を示す。図６（ｂ）に示すように、正反射の特性である細実線と乱反射の特性である破線の和、すなわち太実線のような負性特性となる。負性特性とは、トナー乗り量が増加するにつれて反射光量が減少するものの、トナー乗り量がある程度以上増加すると再び正反射光量が増加し始める特性をいう。これは、トナー乗り量を検知するために必要なトナー乗り量と正反射光量とが一対一の関係になっていないことを示している。すなわち、同じ反射光量を検知したとしても、その反射光量に相当するトナー乗り量が複数得られることを示している。そこで、パッチを検知したときの受光素子２３２が検知する正反射光の中から乱反射成分を取り除き、正反射成分のみを取り出す必要がある。実施例１では、受光素子２３３で検知した乱反射光から、受光素子２３２で検知した正反射光に含まれる乱反射光の成分を算出する。そして、受光素子２３２で検知した正反射光から算出した乱反射成分を差し引くことで、本来の正反射成分のみを取り出している。その結果、トナー乗り量と正反射光量の関係は図６（ｂ）の正反射成分（細実線）に示すような一対一の関係が得られるようになる。

【００３７】

［インプリント重複部での光学特性］

図７に中間転写ベルト１４の表面の一部を拡大した概略図を記す。また、図７には、中間転写ベルト１４の周回方向（移動方向）Ｈ（図１のＲ１４方向でもある）を示し、周回方向Ｈに直交する方向Ｉも示す。なお、方向Ｉは、ローラ１３、１９、３０の回転軸方向（上述した長手方向）でもある。インプリント加工された中間転写ベルト１４は周回方向Ｈに対して垂直なＩ方向においては周期的である凸部１４３と凹部１４４を持つ。インプリント加工が開始される位置（以下、開始位置という）１４５からＨ方向にインプリント

加工が開始され、インプリント加工が終了する位置（以下、終了位置という）１４６まで行われる。インプリント加工の終了位置１４６は開始位置１４５を５～１０ｍｍ程度超えた位置に配置するため、後述する光学的特異領域としてのインプリント重複部（以後ＩＯ部）１４７が形成される。なお、中間転写ベルト１４の周回方向Ｈにおいて、インプリント加工が重ならない領域、すなわちＩＯ部１４７を除いた領域をインプリント非重複部１４８という。

【００３８】

ＩＯ部１４７における凹部１４４は高い確率でＩ方向にズレが生じる。これはインプリント加工中に中間転写ベルト１４がＩ方向に動いてしまうことに起因する。このズレが生じると、インプリント非重複部１４８に対してＩＯ部１４７では、全面に対して凸部１４３の割合が減少する。ここで、全面とは、周回方向Ｈにおいてはインプリント非重複部１４８、方向Ｉにおいては中間転写ベルト１４の長さ全域にわたることを意味する。また、ＩＯ部１４７では、２回インプリント加工がおこなわれているため凹部１４４の深さがより深くなる。これらの理由より、ＩＯ部１４７ではインプリント非重複部１４８と比べて光を照射したときの正反射方向への反射光量が減少する。すなわち、中間転写ベルト１４は、移動方向における一部の領域に、光学センサ２３による検知結果が一部の領域を除く他の領域と光学的に異なる領域を有している。

【００３９】

図８（ａ）は中間転写ベルト１４のほぼ１周分の正反射出力を示している。図８（ａ）は、横軸に中間転写ベルト１４の周回方向Ｈにおける位置［ｍｍ］を示し、縦軸に正反射出力を電圧値［Ｖ］で示している。また、横軸には、ＩＯ部１４７及びインプリント非重複部１４８も示している。正反射出力は、中間転写ベルト１４の位置によって正反射出力が変動し、特にＩＯ部１４７付近において大きく減少している。ＩＯ部１４７付近（５００ｍｍ～６００ｍｍ）の正反射出力を拡大したものが図８（ｂ）である。図８（ｂ）のグラフの横軸、縦軸は図８（ａ）と同様である。正反射出力電圧は、中間転写ベルト１４全周でおおまかに２．５Ｖ程度なのに対し、この落ち込み箇所（ＩＯ部１４７）では、１．３Ｖ程度まで落ち込んでいる。このようにＩＯ部１４７は、インプリント非重複部１４８とは光学特性が異なる光学的特異領域となっている。

【００４０】

光学センサ２３の検知精度のためには、トナーが乗っていないときの出力とトナーが乗ったときの正反射出力との差が大きい、すなわちダイナミックレンジが広いことが望ましい。そのため、ＩＯ部１４７付近のように正反射出力が下がってしまうと、ダイナミックレンジが狭くなってノイズの影響を受けやすくなり、トナー乗り量の検知精度の低下を招く。したがって、パッチのトナー乗り量を精度よく検知するためには、パッチの形成位置はＩＯ部１４７を避ける必要がある。

【００４１】

［画像濃度制御工程］

実施例１における画像濃度制御工程は以下のような工程からなる。

１．ＩＯ部検出工程（光学的特異領域検出工程）（第４測定）

２．ベルト周長測定工程（周長測定工程）（第３測定）

３．下地測定工程（第２測定）

４．パッチ測定工程（試験トナー像測定工程）（第１測定）

ここで、ベルト周長とは、中間転写ベルト１４の周回方向Ｈにおける長さ（１周分の長さ）をいい、下地とは中間転写ベルト１４の表面（表層１４２）をいう。実施例１でＣＰＵ２４は、第１測定であるパッチ測定工程と、第２測定である下地測定工程と、を実行可能に制御する。ＣＰＵ２４は、下地測定工程が実行される場合において、後述する第１領域とは異なる中間転写ベルト１４の領域である第２領域にニップ部にトナーを供給するために第２トナー像（後述するゲイン調整用パッチＴ１）を形成するように制御する。パッチ測定工程は、光学センサ２３により第１トナー像（後述するパッチＴ２）に光源から光を照射して反射光を検知する工程である。下地測定工程は、光学センサ２３により中間転写

ベルト１４の表面に光源から光を照射して反射光を検知する工程である。
【００４２】
以下、図９のフローチャートと図１０の各種タイミングの関係を表す図を用いて画像濃度制御工程を説明する。なお、図１０において、（ｉ）はベルト周長が設計上許容できる範囲の下限値である場合、（ｉｉ）はベルト周長がいわゆる称呼寸法（称呼値、理想値、公称値）である場合を示す。図１０（ｉｉｉ）は、ベルト周長が上限値である場合を示し、横軸はタイミング（ある時刻）を示す。なお、タイミングは周回する中間転写ベルト１４上の位置に対応しており、図１０の横軸は中間転写ベルト１４上の位置ともいえる。図１０において、右下がりのハッチングはＩＯ部１４７を示し、網目のハッチングはマージンを示す。さらに図１０には、上述した１～４の各工程も示す。
【００４３】
（ＩＯ部検出工程）
上述したように、パッチのトナー乗り量を精度よく検知するためには、パッチの形成位置は、ＩＯ部１４７上を避ける必要があるため、最初にＩＯ部１４７の位置検出を行う。まず、ＣＰＵ２４は、画像形成装置１００本体の電源投入又は電源投入時からの経過時間、印刷枚数（画像形成枚数）、環境変化、ホストコンピュータやユーザからの指示等の適当なタイミングを検出する。これにより、ＣＰＵ２４はステップ（以下、Ｓとする）９０２以降の画像濃度制御工程を開始する。
【００４４】
Ｓ９０２でＣＰＵ２４は、所定のプロセススピード（例えば１６０ｍｍ／ｓ）で感光ドラム１や中間転写ベルト１４の回転、感光ドラム１の帯電といった、画像形成装置１００本体の初期動作を開始する。Ｓ９０３でＣＰＵ２４は、駆動回路２３６を制御して光学センサ２３の発光素子２３１を所定の光量で発光させる。Ｓ９０４でＣＰＵ２４は、正反射出力のサンプリングを開始する。Ｓ９０３における光学センサ２３の発光開始とともに、光学センサ２３の正反射出力のアナログの信号２４１は、ＣＰＵ２４内のＡ／Ｄコンバータによって１０ビットのデジタルデータに変換されて、所定間隔で、例えば０．１ｍｍ間隔でサンプリングされる。以下、０．１ｍｍ間隔のことを０．１ｍｍステップともいう。光学センサ２３は、上述したように正反射光と乱反射光とを検知することができる。しかし、正反射光の方が中間転写ベルト１４の表面状態の変化を敏感に反映するので、ＩＯ部１４７の検出には正反射出力が用いられる。このとき、ゲイン調整アンプ部２３９に設定される正反射出力のゲインＧｒ０は、出力が確実に飽和しないように、最大出力の１／２程度に設定される。具体的には、実施例１の光学センサ２３は最大出力が５Ｖなので、２．５Ｖ程度になるようにＣＰＵ２４で設定している。
【００４５】
Ｓ９０５でＣＰＵ２４は、サンプリングを行いながら、正反射出力の変化をモニタし、正反射出力の最大値Ｖｒｍａｘの更新を続け、更新される度に逐次ＲＡＭ２５に最大値Ｖｒｍａｘを上書き保存する。Ｓ９０６でＣＰＵ２４は、正反射出力が図８（ｂ）に示すような局所的な落ち込みで、閾値Ｖｔを下回ったタイミングｔ１と、閾値Ｖｔを上回ったタイミングｔ２の検出を行う。ＣＰＵ２４は、検出したタイミングｔ１をＩＯ部１４７の開始タイミングＴｓ、タイミングｔ２をＩＯ部１４７の終了タイミングＴｅとしてＲＡＭ２５に格納する。一方、最大値Ｖｒｍａｘの更新は継続する。中間転写ベルト１４の周長はこの時点では確定していないため、称呼値の８００ｍｍと、ベルト周長公差による最大周長変動量±５ｍｍと、を考慮した、８０５ｍｍ分の最大値Ｖｒｍａｘの更新を行うことで、ベルト一周分の最大値を求めることができる。Ｓ９０７でＣＰＵ２４は、最大値Ｖｒｍａｘの更新を８０５ｍｍ分行うと、正反射出力のサンプリングを停止して、再びＩＯ部１４７が検知位置に到達するまで待機する。Ｓ９０６で求めた開始タイミングＴｓは、以後の工程の基準とする。
【００４６】
Ｓ９０８でＣＰＵ２４は、正反射出力用のゲインＧｒを算出する。開始タイミングＴｓが定まると、ＣＰＵ２４は、ＲＡＭ２５に格納しているゲインＧｒ０のときの正反射出力

の最大値Ｖｒｍａｘを用い、正反射出力用のゲイン調整を行う。すなわち、光学センサ２３の最大出力５Ｖに対して、マージンを持たせた調整目標４Ｖを１０ビットデータにしたＶｒｔｇｔ（＝３２７７ｄｅｃ）、５Ｖの１０ビットデータ４０９６ｄｅｃを使い、

Ｇｒ＝Ｖｒｔｇｔ／Ｖｒｍａｘ×Ｇｒ０

で、以後の測定用の正反射出力用のゲインＧｒを算出しＲＡＭ２５に格納する。

【００４７】

（ベルト周長測定工程）

ＣＰＵ２４は、ベルト周長を測定するため、開始タイミングＴｓから中間転写ベルト１４の周長の称呼値８００ｍｍの１０ｍｍ（マージン）手前から正反射出力のサンプリングを再開する。ここで、プロセススピードは１６０ｍｍ／ｓであるため、開始タイミングＴｓから７９０ｍｍが移動する時間は、４．９４（　７９０ｍｍ／１６０ｍｍ／ｓ）秒となる。このため、Ｓ９０９でＣＰＵ２４は、タイマー４０を参照することにより、開始タイミングＴｓから４．９４秒が経過したか否かを判断し、経過していないと判断した場合、処理をＳ９０９に戻し、経過したと判断した場合、処理をＳ９１０に進める。Ｓ９１０でＣＰＵ２４は、光学センサ２３の正反射出力ゲインをＧ０からＧｒに変更して、正反射出力のサンプリングを開始する。ここで得られるデータを、正反射出力データＵ１（ｉ）（ｉ≧０、正の整数）とする。ｉは、中間転写ベルト１４上のサンプリングの位置を表し、ポイントともいう。また、正反射出力ゲインをＧ０にして正反射出力データＵ１（ｉ）のサンプリングを開始したタイミングをタイミングＴｓ１とする（図１０参照）。

【００４８】

図１０に示すように、（ｉｉｉ）のベルト周長上限でもＩＯ部１４７のデータをサンプリングできるように、ＩＯ部１４７の最大幅は１０ｍｍ、正反射出力データＵ１（ｉ）のサンプリング幅は２５ｍｍとした。上述したように、サンプリングは０．１ｍｍステップで行われるため、正反射出力データＵ１（ｉ）として、ｉが０から２５０までの２５１個のデータが得られる。Ｓ９１１でＣＰＵ２４は、正反射出力データＵ１（０）～Ｕ１（２５０）のデータを、ＲＡＭ２５に格納してサンプリングを停止する。Ｓ９１２でＣＰＵ２４は、中間転写ベルト１４が再びもう１周回したか否か、すなわち、タイマー４０を参照することにより、タイミングＴｓ１から４．９４秒が経過したか否かを判断する。Ｓ９１２でＣＰＵ２４は、タイミングＴｓ１から４．９４秒が経過していないと判断した場合、処理をＳ９１２に戻し、経過したと判断した場合、処理をＳ９１３に進める。タイミングＴｓ１から４．９４秒が経過したタイミングをタイミングＴｓ２とする（図１０参照）。

【００４９】

Ｓ９１３でＣＰＵ２４は、タイミングＴｓ２から、正反射出力のサンプリングを再開し、サンプリングデータＵｒ（ｉ）としてＲＡＭ２５に格納していく。Ｓ９１４でＣＰＵ２４は、光学センサ２３のゲイン調整アンプ部２４０のゲイン（乱反射出力ゲインという）を初期値Ｇｓ０に設定して、乱反射出力データＵｓ（ｉ）のサンプリングも開始する。

【００５０】

Ｓ９１５でＣＰＵ２４は、サンプリングした正反射出力データＵｒ（ｉ）を４０ｍｍ分サンプリングし、中間転写ベルト１４の周長Ｌを算出する。正反射出力データＵｒ（ｉ）としては、ｉが０から４００までの４０１個のデータが得られる。算出にはＲＡＭ２５に格納されている正反射出力データＵ１（０）～Ｕ１（２５０）と、正反射出力データＵｒ（０）～Ｕｒ（４００）と、を用いる。正反射出力データＵ１（ｉ）は周長測定工程におけるＩＯ部１４７前後のサンプリングデータで、正反射出力データＵｒ（ｉ）はその次の周回のＩＯ部１４７前後のサンプリングデータである。正反射出力データＵ１（ｉ）、Ｕｒ（ｉ）は、中間転写ベルト１４の表面から反射された正反射光の測定値であり、中間転写ベルト１４の表面状態を反映したものである。そこで、以下の方法でサンプリングデータのずれ量を算出する。Ｘは後述するずらし量である。

【００５１】

実施例１では、以下の式で定義されるＩ（Ｘ）を用いる。

【数１】

$$I(X)=\sum_{i=0}^{250}|U1(i)-Ur(i+X)|$$

Ｉ（Ｘ）は、１周目の正反射出力データＵ１（ｉ）と、測定位置を「ずらし量」Ｘポイントだけずらした２周目の正反射出力データＵｒ（ｉ＋Ｘ）と、の差の絶対値を、１周目の測定開始位置から２５０ポイント（２５ｍｍ）まで積算した値を示している。なお、ずらし量Ｘの計算範囲はＸ＝０，１，２，…，１５０とする。

【００５２】

まず、ＣＰＵ２４は、Ｘ＝０のときの積算値Ｉ（０）を計算して、結果をＲＡＭ２５に格納する。次にＣＰＵ２４は、Ｘの値を１つ増分し、Ｘ＝１のときの積算値Ｉ（１）を同様の計算し、ＲＡＭ２５に格納する。以上の工程をＸが１５０になるまで行う。すなわち、ＣＰＵ２４は、Ｉ（１５０）まで算出する。なお、Ｉ（１５０）を算出する際、ｉ＝２５０のとき、正反射出力データＵ１（２５０）、正反射出力データＵｒ（４００（＝２５０＋１５０））が用いられる。

【００５３】

次にＣＰＵ２４は、Ｉ（Ｘ）が最小となるときのＸの値を求める。中間転写ベルト１４の表面状態は一様ではないため、同一の地点から検出された測定値は極めて類似している上に、測定値の変化のパターンには周期性がない。そのため、Ｉ（Ｘ）が最小となるときのずらし量Ｘが、正反射出力データＵ１（ｉ）と正反射出力データＵｒ（ｉ）の同一サンプリング位置に対するずれ量となる。したがって、Ｕｒ（ｉ）をずらし量Ｘだけずらせば、正反射出力データＵ１（ｉ）の同一サンプリング位置のデータとすることができる。

【００５４】

この様子を図１１に示す。図１１は、横軸に位置（又はポイント）を示し、縦軸に正反射出力データを示す。また、図１１には、正反射出力データＵ１（ｉ）のサンプリングの開始位置、正反射出力データＵｒ（ｉ）のサンプリングの開始位置も示している。図１１は、あるポイント区間における正反射出力データＵ１（ｉ）と正反射出力データＵｒ（ｉ）をプロットしたものである。ここでは、ずらし量Ｘ＝５９のときに正反射出力データＵ１（ｉ）と正反射出力データＵｒ（ｉ＋Ｘ）のサンプリングデータが一致してＩ（Ｘ）が最小になることを示している。

【００５５】

正反射出力データＵｒ（０）は、タイミングＴｓ１から４．９４秒後（７９０．４ｍｍ後）にサンプリングを開始しているので、実施例１における中間転写ベルト１４の周長Ｌ［ｍｍ］は

Ｌ＝７９０．４＋Ｘ×０．１

で、算出することができる。なお、実施例１では、０．１ｍｍステップでサンプリングが行われる。ＣＰＵ２４は算出した周長ＬをＲＡＭ２５に格納する。

【００５６】

（下地測定工程）

下地測定工程とは、中間転写ベルト１４上にパッチを形成する前の中間転写ベルト１４の表面（下地）の状態を測定する工程である。ＣＰＵ２４は、下地測定工程が開始されると、中間転写ベルト１４の状態を測定する前にゲイン調整用トナー像を形成する。具体的には、Ｓ９１６でＣＰＵ２４は、最初に光学センサ２３の乱反射出力のゲイン調整を行うため、ゲイン調整用トナー像（以下、ゲイン調整用パッチＴ１という）を形成する。ＣＰＵ２４は、所定のタイミングで、ゲイン調整用パッチＴ１がＩＯ部１４７の進行方向に対して後方に形成されるようにゲイン調整用パッチＴ１の画像形成のための各色の基準信号（Ｙ－Ｔｏｐ、Ｍ－Ｔｏｐ、Ｃ－Ｔｏｐ）を発生させる。なお、乱反射出力の無いブラックＢｋのパッチは調整する必要がないので形成しない。そして、ＣＰＵ２４は、各色の基準信号を基にパターン発生部２８から発生させた各色のゲイン調整用パッチＴ１の画像デ

ータを露光装置１１に送る。乱反射出力を精度よく検知するためには、ダイナミックレンジが広くなる最適のゲイン設定をする必要がある。そこで、ゲイン調整用パッチＴ１の画像データは、乱反射光量が最も多くなるＦＦＨ（ベタ画像）とする。そして、ＣＰＵ２４は、走査ビーム１２Ｙ、１２Ｍ、１２Ｃによって、感光ドラム１Ｙ、１Ｍ、１Ｃそれぞれの上にゲイン調整用パッチＴ１の潜像を形成する。

【００５７】

（乱反射出力のゲイン調整のためのゲイン調整パッチ）

ゲイン調整用パッチＴ１は、クリーニングブレード２２への潤滑用トナー像も兼ねている。図１２は、Ｓ９１６で中間転写ベルト１４上に形成されるゲイン調整用パッチＴ１を示す図であり、ＩＯ部１４７及び周回方向Ｈも示している。図１２に示すように、主走査方向幅は画像形成可能幅Ｗｇで、副走査方向の幅は７ｍｍとしている。ここで、主走査方向幅とは主走査方向における長さをいい、主走査方向とは周回方向Ｈに直交する方向でありローラ１３、１９、３０の回転軸方向である。また、副走査方向とは主走査方向に直交する方向をいい、周回方向Ｈに相当する。このときのゲイン調整用パッチＴ１の形成位置は、タイミングＴｅから中間転写ベルト１４の称呼長（８００ｍｍ）２周分とし、公差を見込んでＩＯ部１４７の１０ｍｍ後方になるようにした。図１０には、破線で「ゲイン調整パッチ始点」として示している。そうすることで、図１０（ｉｉｉ）に示すように、ベルト周長上限でもゲイン調整用パッチＴ１はＩＯ部１４７上に形成されない。ここで、第２トナー像であるゲイン調整用パッチＴ１は、光学センサ２３により検知されるゲイン調整用パッチとしての部分Ｔ１ａ（破線枠内）とすると、潤滑用トナー像としての部分Ｔ１ａ、Ｔ１ｂを含んでいる。部分Ｔ１ｂは、光学センサ２３により検知されない部分であり、潤滑用トナー像としての機能を有している。第３トナー像である部分Ｔ１ａは、中間転写ベルト１４上における光学センサ２３により検知可能な第１領域に形成され、第２ゲインを調整するためのトナー像である。ゲイン調整用パッチＴ１は、部分Ｔ１ａと部分Ｔ２ａとを含む。なお、部分Ｔ１ｂは、第１領域とは異なる中間転写ベルト１４の領域である第２領域に形成される。

【００５８】

Ｓ９１７でＣＰＵ２４は、最大値Ｖｓｍａｘを更新する。ＣＰＵ２４は、ベルト周長測定工程から開始した正反射出力データＵｒ（ｉ）、Ｕｓ（ｉ）のサンプリングを継続しながら、乱反射出力データＵｓ（ｉ）の変化をモニタする。そして、ＣＰＵ２４は、乱反射出力の最大値Ｖｓｍａｘの更新を続け、更新される度に逐次ＲＡＭ２５に最大値Ｖｓｍａｘを上書き保存する。

【００５９】

Ｓ９１８でＣＰＵ２４は、ゲインＧｓを算出する。ＣＰＵ２４は、ゲイン調整用パッチＴ１が光学センサ２３の検知位置を通過したと判断すると、以後、正反射出力データＵｓ（ｉ）は用いないので、サンプリングを停止する。またＣＰＵ２４は、ＲＡＭ２５に格納しているゲインＧｓ０のときの乱反射出力の最大値Ｖｓｍａｘを使い、乱反射出力用のゲイン調整を行う。すなわち、光学センサ２３の最大出力５Ｖに対して、マージンを持たせた調整目標４Ｖを１０ビットデータにしたＶｓｔｇｔ（＝３２７７ｄｅｃ）、５Ｖの１０ビットデータ４０９６ｄｅｃを使い、

$$Gs = Vstgt / Vsmax \times Gs0$$

で、以後の測定用の乱反射出力用のゲインＧｓを算出し、ＲＡＭ２５に格納する。なお、正反射出力データＵｒ（ｉ）のサンプリングとＲＡＭ２５への格納は、次のパッチ測定工程の途中まで継続する。ゲイン調整用パッチＴ１は光学センサ２３の検知位置を通過した後、潤滑剤としてクリーニングニップ部３２へ到達する。

【００６０】

（パッチ測定工程）

Ｓ９１９でＣＰＵ２４は、パッチ測定工程における、各色のパッチの形成を行う。ＣＰＵ２４は、タイミングＴｓ２を基準に、確定した中間転写ベルト１４の周長Ｌを考慮した所定のタイミングで、パッチの画像形成のための各色の基準信号（Ｙ－Ｔｏｐ、Ｍ－Ｔｏ

ｐ、Ｃ－Ｔｏｐ、Ｂｋ－Ｔｏｐ）を発生させる。そして、ＣＰＵ２４は、各色の基準信号を基にパターン発生部２８から発生させた各色のパッチの画像データを露光装置１１に送る。そして、感光ドラム１Ｙ、１Ｍ、１Ｃ、１Ｂｋそれぞれの上に回転方向に沿って、所定の画像データで例えば１７個のパッチ群の潜像をそれぞれ形成する。各色のパッチはそれぞれ図１３（ａ）に示すようにＦＦＨのベタ黒部と８Ｈ、１０Ｈ、２０Ｈ、３０Ｈ、４０Ｈ、５０Ｈ、６０Ｈ、７０Ｈ、８０Ｈ、９０Ｈ、Ａ０Ｈ、Ｂ０Ｈ、Ｃ０Ｈ、Ｄ０Ｈ、Ｅ０Ｈ、Ｆ０Ｈの画像データで構成される。これらは、色毎にＰＹ１～ＰＹ１７、ＰＭ１～ＰＭ１７、ＰＣ１～ＰＣ１７、ＰＢｋ１～ＰＢｋ１７と呼ぶことにする。１つのパッチは、例えば一辺１０ｍｍの正方形としている。

【００６１】

これらのパッチの潜像は、現像ユニット８Ｙ、８Ｍ、８Ｃ、８Ｂｋによって、所定の現像電圧でそれぞれ現像され、感光ドラム１Ｙ、１Ｍ、１Ｃ、１Ｂｋ上にそれぞれ形成される。パッチＰＹ１～ＰＹ１７、ＰＭ１～ＰＭ１７、ＰＣ１～ＰＣ１７、ＰＢｋ１～ＰＢｋ１７は、感光ドラム１Ｙ、１Ｍ、１Ｃ、１Ｂｋと１次転写ローラ４Ｙ、４Ｍ、４Ｃ、４Ｂｋとの間の所定の１次転写電圧の印加により中間転写ベルト１４上に転写される。このときのパッチの転写位置は、前の周回でゲイン調整用パッチＴ１を形成した位置（図１２参照）に重ならないように、ゲイン調整用パッチＴ１の形成位置の例えば５ｍｍ後方を始点とする。中間転写ベルト１４上には、光学センサ２３の測定位置に対応した場所に図１３（ｂ）のようなパッチＴ２が形成される。なお、各色のパッチ群の間はパッチ１個分（１ｍｍ）の間隔を開けている。ＣＰＵ２４は、中間転写ベルト１４上における光学センサ２３により検知可能な位置（第１領域）に形成された第１トナー像であるパッチＴ２によって反射された反射光を検知した結果に基づいて、転写材Ｐに画像形成を行う際の画像形成条件を制御する。

【００６２】

下地測定工程において、ゲイン調整用パッチＴ１（部分Ｔ１ａ）を含む潤滑用トナー像（部分Ｔ１ａ、Ｔ１ｂ）がクリーニングニップ部３２に到達すると、クリーニングブレード２２と中間転写ベルト１４との間の摩擦力が急激に低下する。このため、中間転写ベルト１４が滑ることがある。そのため、ＩＯ部１４７が本来よりも早く光学センサ２３の検知位置に到達する可能性があるので、パッチ測定工程のサンプリングを本来ＩＯ部１４７が到達するタイミングよりも１０ｍｍ早く開始する。Ｓ９２０でＣＰＵ２４は、タイミングＴｓ２から（Ｌ（ｍｍ）－１０（ｍｍ））／１６０（ｍｍ／ｓ）で算出したタイミングＴｓ３で、サンプリングを開始する（図１０参照）。Ｓ９２０で開始したサンプリングによって得られるデータを、正反射出力データＰｒ（ｉ）、乱反射出力データＰｓ（ｉ）とする。ＣＰＵ２４は、光学センサ２３の正反射出力データＰｒ（ｉ）、ゲインＧｓに設定した乱反射出力データＰｓ（ｉ）をＲＡＭ２５内にそれぞれ格納する。なお、このとき、正反射出力データＵｒ（ｉ）の測定も引き続き行われている。

【００６３】

Ｓ９２１でＣＰＵ２４は、タイミングＴｓ２から周長Ｌにマージン４０ｍｍを加えた区間で正反射出力データＵｒ（ｉ）を測定すると、正反射出力データＵｒ（ｉ）のサンプリングを終了する。タイミングＴｓ２を始点とするこの区間については、図１０にも「Ｕｒ（ｉ）サンプリング（Ｌ＋４０）ｍｍ」として白抜き両矢印で示している。Ｓ９２２でＣＰＵ２４は、正反射出力データＰｒ（ｉ）、乱反射出力データＰｓ（ｉ）のサンプリングについて、タイミングＴｓ３から中間転写ベルト１４の周長Ｌにマージン５０ｍｍを加えた区間で測定すると、サンプリングを終了する。タイミングＴｓ３を始点とするこの区間については、図１０にも「Ｐｒ（ｉ）、Ｐｓ（ｉ）サンプリング（Ｌ＋５０）ｍｍ」として白抜き両矢印で示している。

【００６４】

Ｓ９２３でＣＰＵ２４は、測定が終わったパッチＴ２、すなわちＰＹ１～ＰＹ１７、ＰＭ１～ＰＭ１７、ＰＣ１～ＰＣ１７、ＰＢｋ１～ＰＢｋ１７のトナー像を、クリーニングブレード２２によってクリーニングする。

【００６５】
Ｓ９２４でＣＰＵ２４は、すべてのサンプリングが終了したため、下地データの補正を行う。下地測定時の最初のＩＯ部１４７付近の正反射出力データＵｒ（０）～Ｕｒ（４００）と、中間転写ベルト１４の次の周回でのＩＯ部１４７付近の正反射出力データＵｒ（ｎ）～Ｕｒ（ｎ＋５００）を使い、以下の式を用いて下地測定時のスリップ量を算出する。Ｊ（Ｘ）は上でずらし量Ｘを求めたＩ（Ｘ）と同様の式である。ｎは、タイミングＴｓ２から（Ｌ－１０）ｍｍ進んだ点、ずらし量Ｘの計算範囲はＸ＝０，１，２，…，１００とする。
【数２】

$$J(X)=\sum_{i=0}^{400}\left|Ur(i)-Ur(n+i+X)\right|$$

$$n=10\times(L-10)$$

スリップが発生していないときはＸ＝１００でＪ（Ｘ）は最小になる。スリップが発生した場合は、０＜Ｘ＜１００でＪ（Ｘ）が最小になり、このときのスリップ量は（１００－Ｘ）［０．１ｍｍ］となる。
【００６６】
そこで、Ｊ（Ｘ）が最小になったときのＸが０＜Ｘ＜１００の場合（スリップが発生した場合）、下地データの補正を行う。スリップが発生すると予想されるのは、光学センサ２３により検知されたゲイン調整用パッチＴ１がクリーニングニップ部３２に到達したタイミングである。そこで、実施例１では、スリップが発生すると予想される区間（以下、予想スリップ区間という）を、タイミングＴｓ２を基準としてＳ～Ｓ＋２００とした。Ｓとスリップ発生範囲（２００）は、メカ的な寸法とマージンから設定した。スリップ量は（１００－Ｘ）［０．１ｍｍ］なので、スリップが発生すると、本来Ｓ～Ｓ＋２００の区間のサンプリングで得られた２０１個のデータは、（１０１＋Ｘ）個に減ってしまう。パッチのトナー乗り量を精度よく算出するためには、中間転写ベルト１４上の下地の測定位置と、パッチの測定位置と、を一致させる必要がある。そのため、減ってしまったサンプリングデータを、以下の方法で補間する。
【００６７】
（スリップ発生により減った分のデータの補間）
例えば、スリップ量が３ｍｍ（Ｘ＝７０）とすると、本来２０１個サンプリングされるデータが１７１個に減っている。ここで、表１は補間方法を説明する表である。
【表１】

補間方法

	0	1	2	…	198	199	200
(1)	S	S+0.85	S+1.7	…	S+168.3	S+169.15	S+170
(2)	Ur (S)	Ur (S+0.85)	Ur (S+1.7)	…	Ur (S+168.3)	Ur (S+169.15)	Ur (S+170)
(3)	Uc (S)	Uc (S+1)	Uc (S+2)	…	Uc (S+198)	Uc (S+199)	Uc (S+200)

表１の１行目には、スリップが発生していない場合の中間転写ベルト１４上のサンプリングの区間に相当するポイント（０～２００）を示す。表１の２行目には１行目のポイントに、後述する（１）の処理を施したポイントを示す。表１の３行目には２行目のポイントに対応する、後述する（２）の処理を施した正反射出力データＵｒ（Ｓ）を示す。表１の４行目には２行目のポイントに対応する、後述する（３）の処理を施した正反射出力データＵｃ（Ｓ）を示す。
【００６８】
まず表１の（１）に示すように、サンプリングデータが減ってしまったＳ～Ｓ＋１７０の区間を、本来のＳ～Ｓ＋２００の区間の２０１ポイントに均等に割りつける。すなわち

、Ｓに０．８５（＝１７０÷２００）×ｊ（ｊは０以上の整数）を足していく。具体的には、ポイント０はＳ、ポイント１はＳ＋０．８５、ポイント２はＳ＋１．７、・・・、ポイント２０はＳ＋１７、・・・、ポイント２００はＳ＋１７０、のように対応させていく。このとき、Ｓ～Ｓ＋１７０のポイントには小数になるポイントが発生する。下地データである正反射出力データＵｒ（ｉ）の添え字もＳ～Ｓ＋１７０をＳ～Ｓ＋２００の区間に変えると、（２）のようになる。

【００６９】

（２）のうち、例えばポイント２０は、Ｓ＋１７となるため、ポイント１７のデータを用いればよい。しかし、（２）のうち、小数になっているポイントのデータはサンプリングされていないため、これらのデータを、サンプリングされているデータを使って算出していく。例えば、正反射出力データＵｒ（Ｓ＋０．８５）は、Ｓ＋０．８５を含む区間のデータ、Ｕｒ（Ｓ）とＵｒ（Ｓ＋１）を使って下の式のような内挿補間をすることで求めることができる。

【数３】

$$Uc(S+1)=Ur(S+0.85)=\frac{Ur(S+1)-Ur(S)}{(S+1)-S}\times\{(S+0.85)-S\}+Ur(S)$$

【００７０】

以下同様にして、Ｕｒ（Ｓ＋１．７）～Ｕｒ（Ｓ＋１７０）を求めて（３）に示すように対応するＵｃ（ｉ）に代入していく。ここで、Ｕｃ（ｉ）は、数３の補間を行ったあとの正反射出力データであり、ｉはＳ～Ｓ＋２００である。具体的には、Ｕｃ（Ｓ）＝Ｕｒ（Ｓ）、Ｕｃ（Ｓ＋１）＝Ｕｒ（Ｓ＋０．８５）、・・・、Ｕｃ（Ｓ＋１９９）＝Ｕｒ（Ｓ＋１６９．１５）、Ｕｃ（Ｓ＋２００）＝Ｕｒ（１７０）となる。

【００７１】

これにより、補正後の下地データＵｒ’（ｉ）は、ずらし量Ｘを使って、

Ｕｒ’（ｉ）＝Ｕｒ（ｉ）　ｉ＝０，・・・，Ｓ－１

Ｕｒ’（ｉ）＝Ｕｃ（ｉ）　ｉ＝Ｓ，・・・，（Ｓ＋２００）

Ｕｒ’（ｉ）＝Ｕｒ（ｉ－（１００－Ｘ））

ｉ＝（Ｓ＋２０１），・・・，１０×Ｌ＋４００

となる。以上により、スリップが発生した場合でも、スリップが発生していないときの下地データに補正される。

【００７２】

正反射出力データＰｒ（ｉ）、乱反射出力データＰｓ（ｉ）のサンプリングは、正反射出力データＵｒ（０）から（Ｌ－１０）ｍｍ進んだところから開始している。このため、スリップしなければ中間転写ベルト１４上のＵｒ（０）と同じ位置を測定したデータは、正反射出力データＰｒ（１００）、乱反射出力データＰｓ（１００）となる。ここにスリップを考慮すると、正反射出力データＰｒ（Ｘ）、正反射出力データＰｓ（Ｘ）となる。そこで、補正後の正反射出力データＰｒ’（ｉ）＝Ｐｒ（ｉ＋Ｘ）、補正後の乱反射出力データＰｓ’（ｉ）＝Ｐｓ（ｉ＋Ｘ）を定義する。また、正反射出力データＰｒ（ｉ）と乱反射出力データＰｓ（ｉ）を、それぞれＸだけずらした正反射出力データＰｒ’（ｉ）、乱反射出力データＰｓ’（ｉ）を定義する。これにより、補正後の下地データＵｒ’（ｉ）と補正後の正反射出力データＰｒ’（ｉ）、乱反射出力データＰｓ’（ｉ）の中間転写ベルト１４上の測定位置を一致させることができる。このとき、ｉ＝０，・・・，１０×Ｌ＋５００－Ｘである。

【００７３】

図９のフローチャートの説明に戻る。Ｓ９２５でＣＰＵ２４は、各測定データから各パッチに対応する測定値とそのパッチの下地に対応する測定値を抽出して、パッチの濃度関

連情報として濃度を求める。中間転写ベルト１４上に形成したＦＦＨのトナーパッチが光学センサ２３の検知位置に到達すると、トナーの色にかかわらず図１４（ａ）のように正反射光量が変化する。図１４は、横軸に時間を示し、縦軸に正反射光量を示す。光学センサ２３は、中間転写ベルト１４の表面にパッチがないときの正反射光量（以下、下地レベルという）が最大でＶｒｔｇｔ（＝３２７７ｄｅｃ）程度になるように調整されている。この状態で、ＦＦＨのパッチが光学センサ２３ａの検知位置に来ると、正反射光量はＶｒｔｇｔの１／４程度まで減る。このとき、正反射光量がＶｒｔｇｔの１／２になった点１２１をパッチの先端とし、点１２２をパッチの後端とすると、点１２１と点１２２との間の時間から算出されるパッチの長さが、実際のパッチの長さと良く一致する。そこで、実施例１では正反射光量が下地レベルからＶｒｔｇｔ／２になった時点をパッチの先端としている。なお、図８で説明したように、ＩＯ部１４７においても、同様の正反射光量の低下が発生する。

【００７４】

図１３（ｂ）のパッチＰＹ１、ＰＭ１、ＰＣ１、ＰＢｋ１はそれぞれ画像データＦＦＨのベタ画像で、これらがパッチデータを抽出するための基準パッチとなる。まず、ＣＰＵ２４はｉ＝１とし、ＲＡＭ２５に格納されている正反射光の正反射出力データＰｒ（ｉ）がＶｒｔｇｔ／２（＝１６３８ｄｅｃ）以下であるか調べる。Ｐｒ（ｉ）＞Ｖｔｇｔ／２のときはｉを１増やし、次の正反射出力データＰｒ（ｉ）を調べる。正反射出力データＰｒ（ｉ）にはパッチの測定データの前にＩＯ部１４７の測定データが必ず含まれている。このため、ＣＰＵ２４は、最初にＰｒ（ｉ）≦Ｖｒｔｇｔ／２となったときは、ＩＯ部１４７の測定データであると判断して無視する。そして、正反射出力データＰｒ（ｉ）が一旦Ｖｒｔｇｔ／２を超えて、再びＰｒ（ｉ）≦Ｖｒｔｇｔ／２となったときのｉ（＝ｍとする）をパッチの先端と判定する。

【００７５】

図１４（ｂ）はパッチＰＹ１と光学センサ２３の測定領域（以下、測定スポットという）ＲＹ（ｘ）の関係を示したものである。図１４（ｂ）に示すように、パッチＰＹ１の先端と判定されたときの測定スポットＲＹ（ｍ）は完全にパッチＰＹ１の中には入っていない。このときの測定値は、パッチＰＹ１の濃度を反映していない。パッチＰＹ１の濃度を反映するのは、測定スポットＲＹ（ｘ）が完全にパッチＰＹ１の中に入ってからとなる。実施例１では、測定スポットＲＹ（ｘ）が十分にパッチＰＹ１内に入る、パッチＰＹ１の先端及び後端からそれぞれパッチＰＹ１内に２ｍｍ入った中央部分６ｍｍを、パッチＰＹ１の濃度を反映している領域としている。したがって、１個目のパッチＰＹ１ならばｍ＋２０～ｍ＋７９のポイントのデータが有効なデータとなる。すなわち、測定スポットＲＹ（ｍ＋２０）～ＲＹ（ｍ＋７９）によって測定された正反射出力データＰｒ（ｍ＋２０）～Ｐｒ（ｍ＋７９）と乱反射出力データＰｓ（ｍ＋２０）～Ｐｓ（ｍ＋７９）が、１個目のパッチＰＹ１の濃度を反映するデータになる。

【００７６】

そこで、濃度相関データｓ（ｉ）、Ｓ９２０で得られた正反射出力データＰｒ（ｉ）、正反射出力データＰｓ（ｉ）、Ｓ９２１までに得られたＵｒ（ｉ）のデータを使って、例えば、

$$s(i) = (Pr(i) - \alpha \times Ps(i)) / Ur(i)$$

$$D(i) = f(s(i))$$

の式を用いて各測定ポイントの濃度データＤ（ｉ）を求める。αは所定の係数で、ｆ（ｘ）は濃度相関データｓ（ｉ）を、濃度データＤ（ｉ）に対応付ける式やテーブルの変換手段である。濃度相関データｓ（ｉ）は、これ以外の式やテーブルを用いて算出する方法でもよい。Ｄ（ｉ）は、濃度データ以外の例えばＣＩＥ表色系における色度差ΔＥ等他の指標としてもよい。

【００７７】

これらの濃度データＤ（ｉ）をポイントｉの領域（ｍ＋２０）～（ｍ＋７９）の範囲で算出した後、例えば平均して１個目のパッチＰＹ１の濃度ＤＹ１を得ることができる。

【００７８】
Ｙの残りのパッチＰＹ２～ＰＹ１７の濃度ＤＹ２～ＤＹ１７は、以下のように各濃度データを平均して求める。
ＰＹ２：Ｄ（ｍ＋１２０）～Ｄ（ｍ＋１７９）
ＰＹ３：Ｄ（ｍ＋２２０）～Ｄ（ｍ＋２７９）
～
ＰＹ１６：Ｄ（ｍ＋１５２０）～Ｄ（ｍ＋１５７９）
ＰＹ１７：Ｄ（ｍ＋１６２０）～Ｄ（ｍ＋１６７９）
【００７９】
Ｙのパッチが終わるｉ＞ｍ＋１６７９になると、同様にしてＣ、Ｍ、Ｂｋの各基準パッチの先端が光学センサ２３により検知される。そして、各パッチの濃度ＤＹ１～ＤＹ１７、ＤＭ１～ＤＭ１７、ＤＣ１～ＤＣ１７、ＤＢｋ１～ＤＢｋ１７が算出されてＲＡＭ２５に格納される。
【００８０】
図９のフローチャートの説明に戻る。Ｓ９２６でＣＰＵ２４は、各色の画像データに対するパッチの濃度を算出すると、算出した濃度に基づいて、所定の濃度、階調特性になるように画像形成条件にフィードバックを行い、画像濃度制御工程を終了する。
【００８１】
［潤滑用のトナー像形成タイミングの妥当性］
画像濃度制御工程の中で潤滑用のトナー像（以下、潤滑用トナー像という）は、上述した、
１．ＩＯ部検出工程
２．ベルト周長測定工程
３．下地測定工程
４．パッチ測定工程
のいずれの工程中に形成してもクリーニングニップ部３２へ潤滑性を与える効果が得られる。本実施例においては、３．下地測定工程で潤滑用のトナー像を形成することが特に好ましい。その理由を以下に説明する。
【００８２】
ＩＯ部検出工程では、ＩＯ部１４７の位置が特定できていないため、潤滑用トナー像が中間転写ベルト１４のどの位置に形成されるか把握できない。そのため、潤滑用トナー像がクリーニングニップ部３２に到達したときに、光学センサ２３の検知位置にＩＯ部１４７が到達するような位置関係になってしまうと、スリップによりＩＯ部１４７での信号の落ち込み量が減る場合がある。これにより、ＩＯ部１４７の位置を誤検知してしまったり、ＩＯ部１４７の幅を誤検知して、後のパッチ形成位置がＩＯ部１４７に重なってしまったりする恐れがある。ＩＯ部検出工程では、正反射出力のゲイン調整にかかるダウンタイムを削減するため、飽和の起こらない最大出力の１／２にゲインを設定していることも、スリップした場合の誤検知を起こりやすくしている。これを避けるためには、潤滑用トナー像がクリーニングニップ部３２を通過してからＩＯ部検出工程を行う必要があるため、余分な中間転写ベルト１４の回転が発生してしまう。
【００８３】
ベルト周長工程中に、潤滑用トナー像がクリーニングニップ部３２に到達すると、中間転写ベルト１４が滑って、ベルト周長を短く誤検知してしまう可能性がある。このベルト周長の誤検知は後のパッチの濃度算出で下地とパッチとの形成位置の不一致を起こし、濃度算出における精度の低下を招く恐れがある。
【００８４】
パッチ測定工程中に、潤滑用トナー像を形成すると、画像濃度制御工程の最終盤に潤滑用トナー像を形成することになる。潤滑用トナー像はできるだけ早いタイミングでクリーニングニップ部３２に送りたいため、パッチ測定工程よりは少しでも形成タイミングを早めたい。

以上の考察から、たとえ中間転写ベルト１４のスリップが発生しても、補正が可能な下地測定工程中に形成することが潤滑用トナー像形成の最適なタイミングとなる。

【００８５】

なお、潤滑用トナー像の形成位置は、実施例１のようなＩＯ部１４７の１０ｍｍ後方以外にも、パッチ測定工程時のパッチの形成位置を調整すれば、下地測定工程の別の位置に形成することも可能である。ただし、実施例１のような構成の画像形成装置１００の場合、潤滑用トナー像がクリーニングニップ部３２に到達するタイミングは、パッチ測定工程時のパッチの露光開始タイミングよりも早くなるようにする必要がある。中間転写ベルト１４のスリップが感光ドラム１の回転に影響を与え、パッチの潜像やトナー像が乱れる可能性があるためである。また、潤滑用トナー像がクリーニングニップ部３２に到達するときの長手幅が中間転写ベルト１４の移動方向に直交する方向におけるクリーニングブレード２２の長さに対応する中間転写ベルト１４上の領域に、ゲイン調整用パッチＴ１を形成する。潤滑用トナー像として機能するゲイン調整用パッチＴ１がクリーニングニップ部３２に到達するときの長手幅は、効果的な潤滑性を得るためには、クリーニングニップ部３２の長手幅の例えば７０％以上あることが望ましい。

【００８６】

以上説明してきたように、実施例１では、画像濃度制御工程中に潤滑用トナー像を形成することで中間転写体のクリーニングニップ部の摩擦力を低減することができる。さらに、潤滑用トナー像を下地測定工程中に形成することにより、不必要なダウンタイムやパッチの濃度算出精度の低下を発生させることなく、効果的にクリーニングニップ部の摩擦力を低下させることができる。さらに潤滑用トナー像にゲイン調整パッチを含む構成とすることで、トナーの消費量も最小限に抑えることができる。

【００８７】

以上、実施例１によれば、画像形成装置の画像濃度制御において、クリーニングニップ部の摩擦力を低減することができる。

【実施例２】

【００８８】

以下、実施例２に係る画像形成装置１００について説明する。なお、実施例１と同様の構成、作用のものは同一の番号を付し説明は省略する。実施例１では画像濃度制御時には常に潤滑剤としてのトナー像を形成していたが、実施例２ではクリーニングニップ部における摩擦力を予測し、それに応じて潤滑用トナー像を変えることを特徴とする。ここで、潤滑用トナー像とは、図１２で説明したゲイン調整用パッチＴ１の部分Ｔ１ｂを指し、部分Ｔ１ａは、ゲイン調整アンプ部２４０のゲインＧｓの調整に用いられる。摩擦力の予測には、画像形成装置１００が置かれている環境（絶対湿度）データと、画像濃度制御を実行するまで放置されていた時間を用いる。

【００８９】

図１５（ａ）に示すように、実施例２の画像形成装置１００は、画像形成装置１００が設置されている環境の状態を検知する第２検知手段である環境センサ４１を備えている。ここで、環境の状態とは、温度及び／又は湿度、水分量（絶対水分量）等である。温度及び／又は湿度は、相対的な値として検知されても絶対的な値として検知されてもよく、実施例２では、環境センサ４１は例えば絶対湿度を検知する。なお、環境センサ４１は、例えば定着装置２１や電源装置（不図示）のような熱を発生させる装置の影響を受けない位置に配置される。また、ＣＰＵ２４は、画像形成装置１００が放置された時間を計測する計測手段であるタイマー４０により計測している。ＣＰＵ２４は、環境センサ４１による検知結果及び／又は経過時間に基づいて、ゲイン調整用パッチＴ１、言い換えれば潤滑用トナー像の態様を変更する。ここで潤滑用トナー像の態様とは、形成するトナー像の色（Ｙ、Ｍ、Ｃ）や色数、トナー乗り量（濃度）、形状のうち少なくとも１つを含む。

【００９０】

表２は、絶対湿度（ｇ／ｋｇ（ＤＡ））及び放置時間から予測される摩擦力の関係を表した表である。表２の１列目には絶対湿度の値（＜６（ｇ／ｋｇ（ＤＡ））、８等）を示

し、２列目以降は放置時間（＜１（時間）、３等）を示し、各放置時間に対して、１列目の各絶対湿度に対する摩擦力（Ａ～Ｅ）を示している。ここで、摩擦力について、Ａでは摩擦力が最も高く、Ｄでは摩擦力が低くなっていることを示している。すなわち、摩擦力はＡからＢ、Ｃ・・・となるにつれて低くなることを示している。摩擦力は、所定の放置時間に着目すると、絶対湿度が大きくなるほど高く（大きく）なる。また、摩擦力は、所定の絶対湿度に着目すると、放置時間が長いほど高く（大きく）なる。

【表２】

摩擦力予測表

	<1(時間)	3	5	7	9<
<6(g/kg(DA))	E	E	E	E	D
8	D	D	D	D	C
10	D	D	C	C	C
12	C	C	C	B	B
14	C	C	B	B	B
16	B	B	B	A	A
18	B	B	A	A	A
20<	A	A	A	A	A

【００９１】

この摩擦力に応じて、

摩擦力Ａでは、ベタの潤滑用トナー像が３色分必要

摩擦力Ｂでは、ベタの潤滑用トナー像が１色分必要

摩擦力Ｃでは、４０Ｈの画像データの潤滑用トナー像が３色分必要

摩擦力Ｄでは、４０Ｈの画像データの潤滑用トナー像が１色分必要

摩擦力Ｅでは、潤滑用トナー像不要

と設定されている。すなわち、ＣＰＵ２４は、摩擦力が大きくなるほど、潤滑用トナー像（ゲイン調整用パッチＴ１）の濃度を高くする、及び／又は、潤滑用トナー像に用いる色の数を増やす。例えば、画像形成装置１００が、絶対湿度１４ｇ／ｋｇ（ＤＡ）の環境下で５時間放置された場合、表２から摩擦力は「Ｂ」と予測され、ベタの潤滑用トナー像が１色分必要と判断される。また例えば、絶対湿度が２０ｇ／ｋｇ（ＤＡ）で放置時間が９時間以上ならば摩擦力はＡと予測されるため、ベタの潤滑用トナー像が３色分形成されることになる。

【００９２】

なお、摩擦力がＥと予測された場合、潤滑用トナー像は不要と判断されるが、これは潤滑用トナー像としての部分Ｔ１ｂが不要と判断されることを意味する。なお、摩擦力がＥと予測された場合に、乱反射出力用のゲインＧｓを算出する必要がない場合には、ゲイン調整用パッチとしての部分Ｔ１ａも不要としてもよい。また、摩擦力を予測する際には、環境センサ４１の検知結果のみに基づいてもよいし、経過時間のみに基づいてもよい。

【００９３】

表２の摩擦力予測表に従って、潤滑用トナー像を変えることで、種々の環境下と放置状況において必要最小限のトナー量の潤滑用トナー像を供給することができる。このように、実施例２では、ＣＰＵ２４は、潤滑用トナー像（Ｔ１ｂ）の態様を、絶対水分量と前回の画像形成からの経過時間の少なくとも一つに応じて変更する。

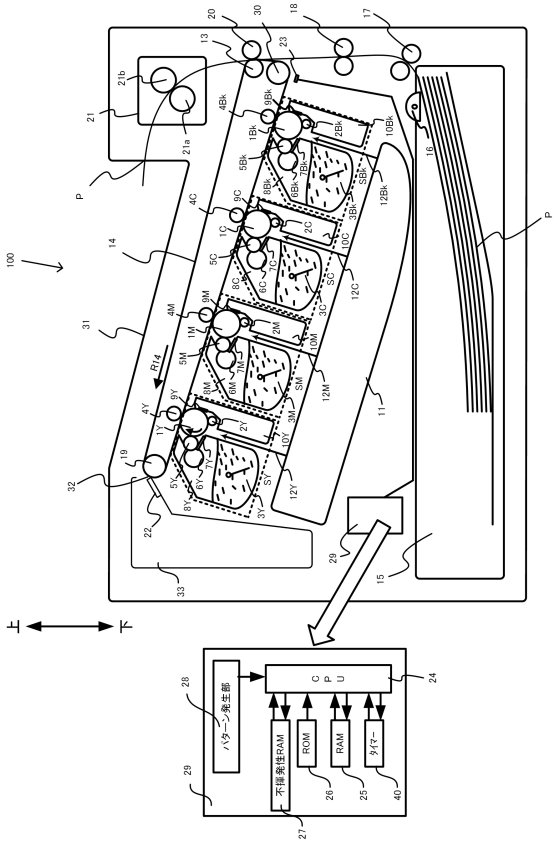
【００９４】

なお、本発明に係る画像形成装置は上述の各実施例に限定されるものではなく、その要

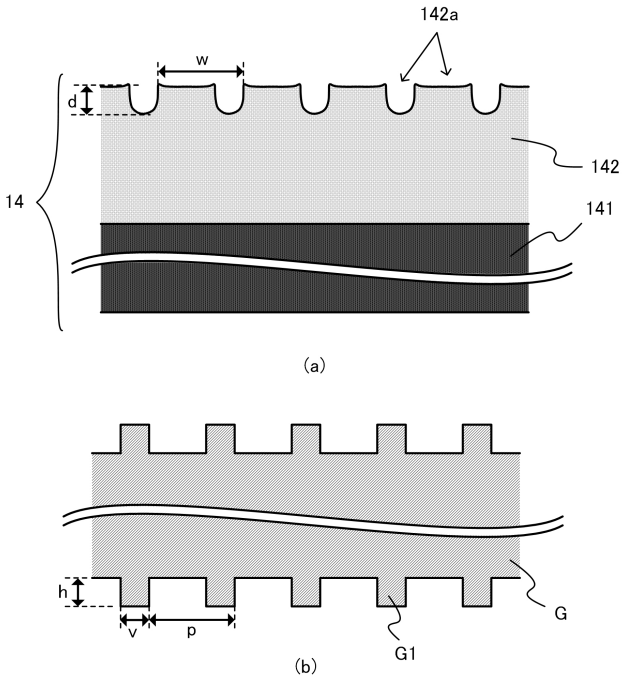
旨の範囲で種々に変更可能である。
１）パッチの下地として正反射光のみ測定していたが、乱反射光も合わせて測定して濃度算出に用いてもよい。
２）パッチは各色１７個以外でもかまわないし、画像データや並べ方、色順は任意に選ぶことができる。
３）パッチの形成位置は中央であったが、左右どちらかの端部に形成して光学センサもそれに合わせて取り付け位置を変えてもよい。
４）パッチの形成位置を両端にして、光学センサをそれに対応して２つに増やし、形成するパッチを左右に振り分けてもよい。
５）潤滑用トナー像は画像データでトナー乗り量を減らす以外に、図１５（ｂ）に示すように色毎に分割してもよい。
ここで、図１５（ｂ）はゲイン調整用パッチＴ３を示す図であり、ゲイン調整用パッチＴ３を除き、図１２と同様の図である。ゲイン調整用パッチＴ３は、光学センサ２３により検知されるゲイン調整用パッチとしての部分Ｔ３ａと、潤滑用トナー像としての部分Ｔ３ａ、Ｔ３ｂを含んでいる。部分Ｔ３ｂは、２つに分割されたイエローのパッチと、２つに分割されたシアンのバッチを含んでいる。このように、潤滑用トナー像は色毎に分割してもよい。
６）複数の光学センサを補助ローラの対向に長手方向に配置し、それに合わせてパッチの形成位置を複数にしてもよい。
７）インライン型のカラー画像形成装置以外にも従来よく知られている１つの感光ドラムに対して複数の現像装置を備えたカラー画像形成装置（例えばロータリー型）にも本発明は適用できる。
８）中間転写体方式以外にも、転写材担持体に担持した転写材に直接トナー像を転写して画像を形成する画像形成装置で、転写材担持体上に画像濃度制御用のパッチを形成する画像形成装置にも適用できる。
【００９５】
以上、実施例２によれば、画像形成装置の画像濃度制御において、クリーニングニップ部の摩擦力を低減することができる。
【符号の説明】
【００９６】
１４　　中間転写ベルト
２２　　クリーニングブレード
２３　　光学センサ
２４　　ＣＰＵ
２３１　　発光素子
Ｓ　　画像形成部

【図面】

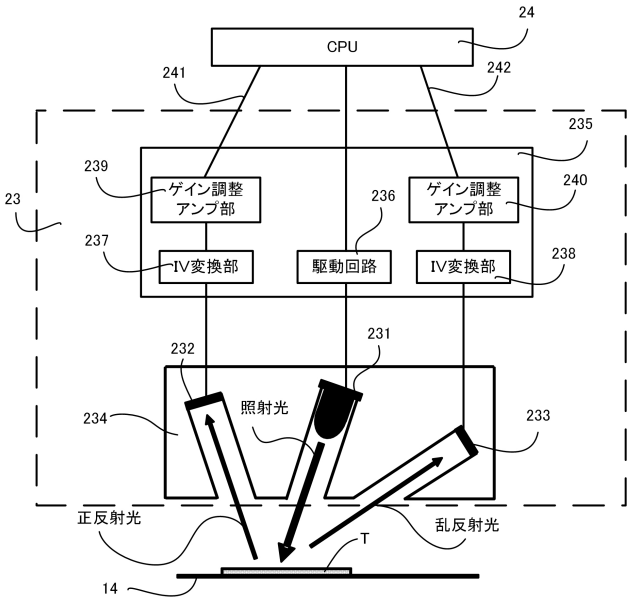
【図１】


CPU
不揮発性RAM
ROM
RAM
パターン発生部

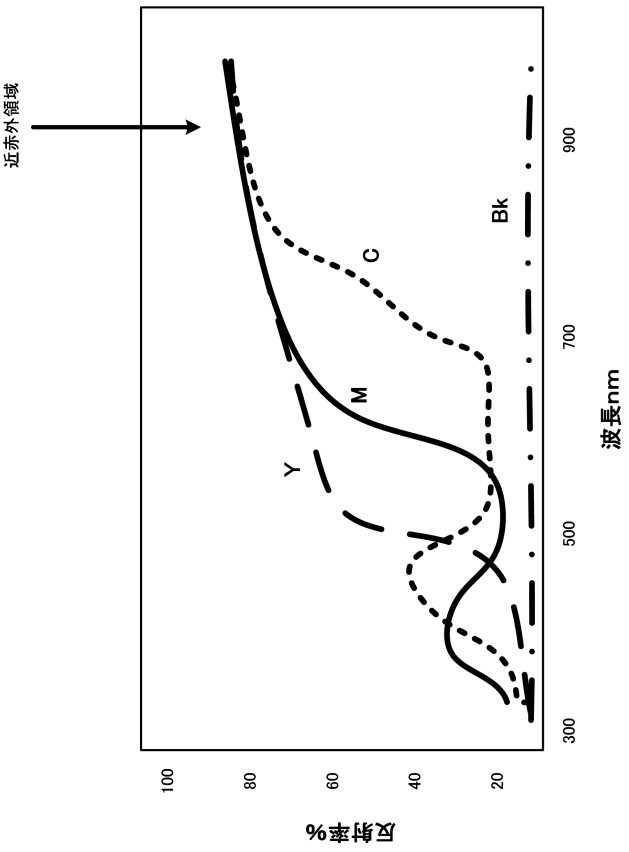
【図２】


142a
w
d
142
14
141
(a)
h
v
p
G
G1
(b)

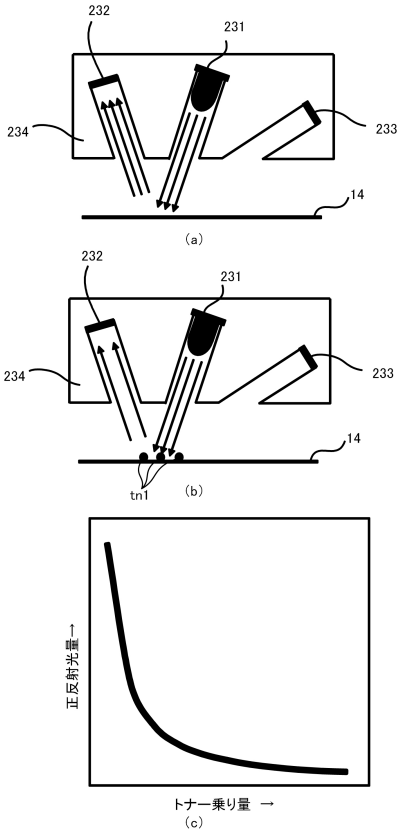
【図３】


CPU
241
242
235
239
ゲイン調整アンプ部
236
ゲイン調整アンプ部
240
23
237
IV変換部
駆動回路
IV変換部
238
232
231
照射光
234
233
正反射光
乱反射光
T
14

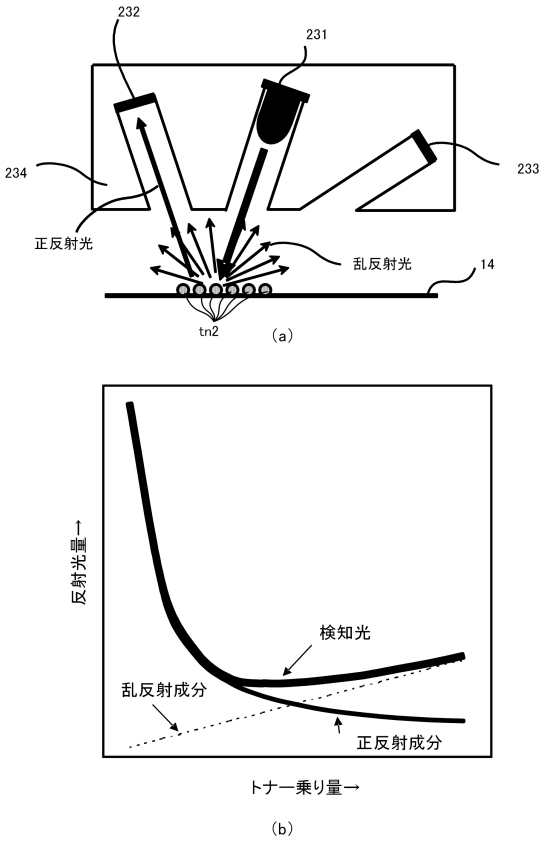
【図４】


近赤外領域
Bk
C
M
Y
900
700
500
300
波長nm
100
80
60
40
20
反射率%

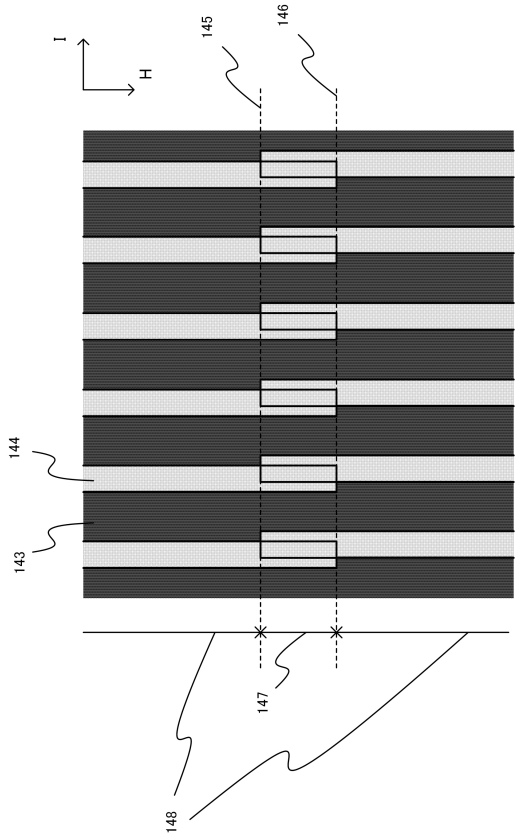
【図５】


232
231
234
233
14
(a)
232
231
234
233
14
tn1
(b)
正反射光量→
トナー乗り量 →
(c)

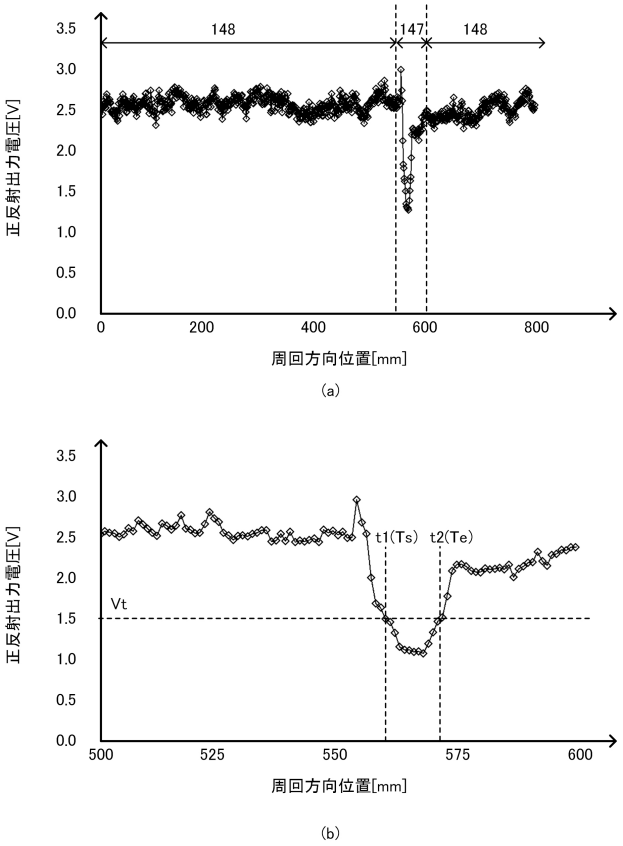
【図６】


232
231
234
233
正反射光
乱反射光
14
tn2
(a)
反射光量→
検知光
乱反射成分
正反射成分
トナー乗り量→
(b)

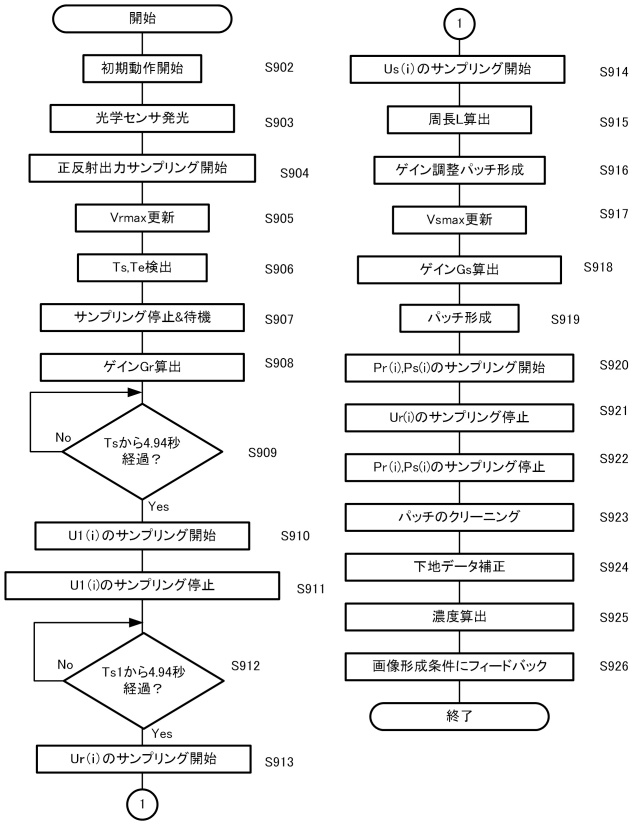
【図７】


I
H
145
146
144
143
147
148

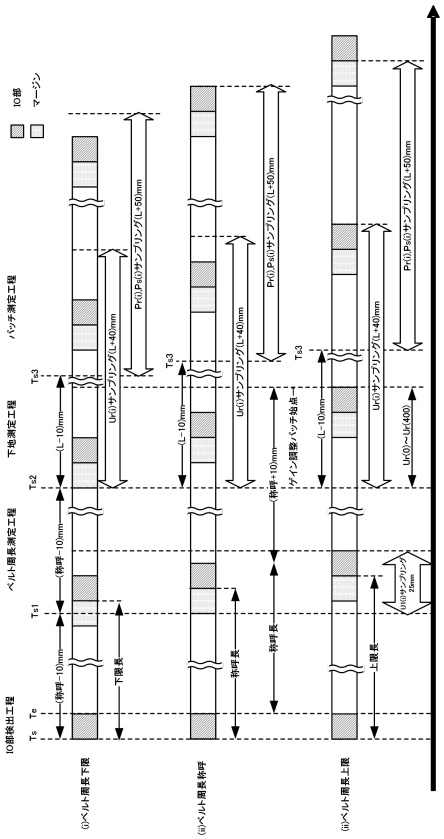
【図８】


148
147
148
正反射出力電圧[V]
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
0
200
400
600
800
周回方向位置[mm]
(a)
t1(Ts)
t2(Te)
Vt
500
525
550
575
600
周回方向位置[mm]
(b)

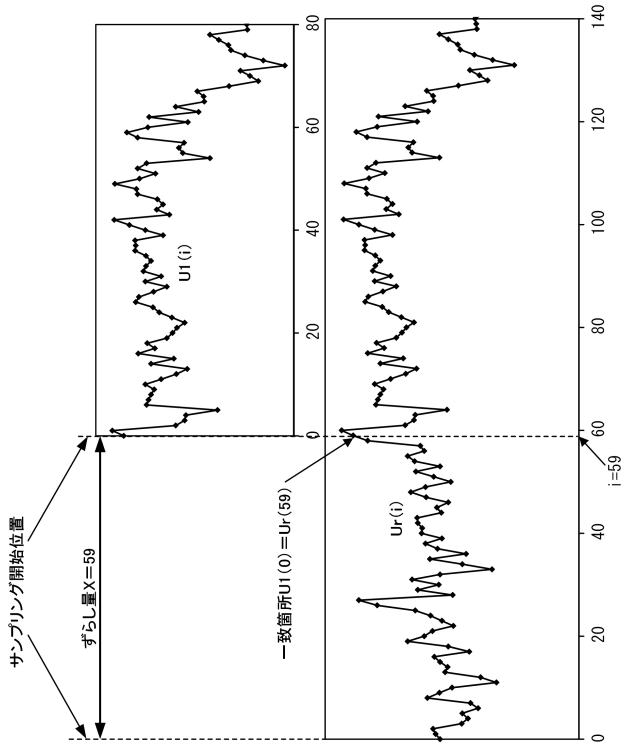
【図９】



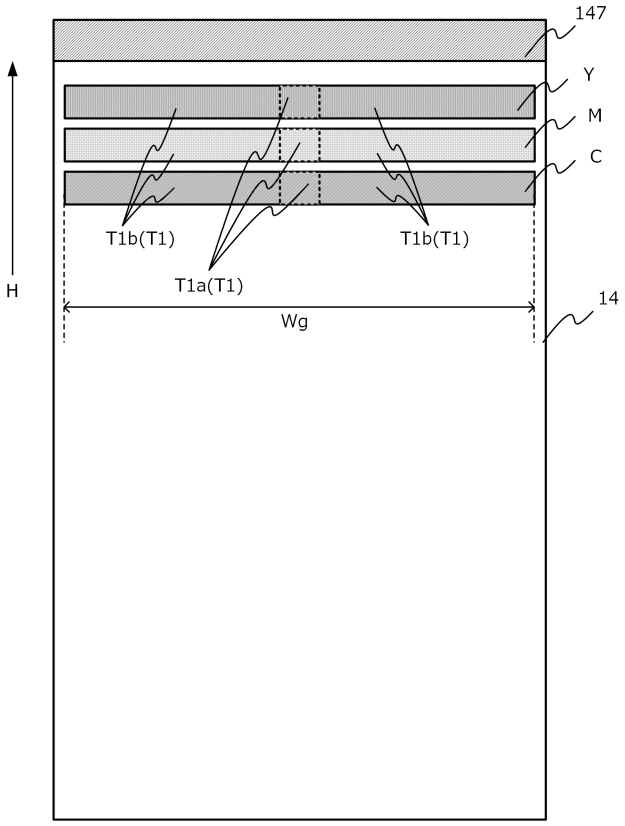
【図１０】



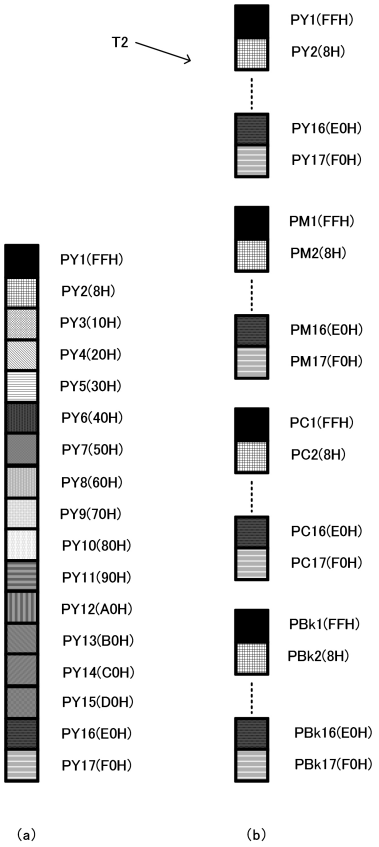
【図１１】



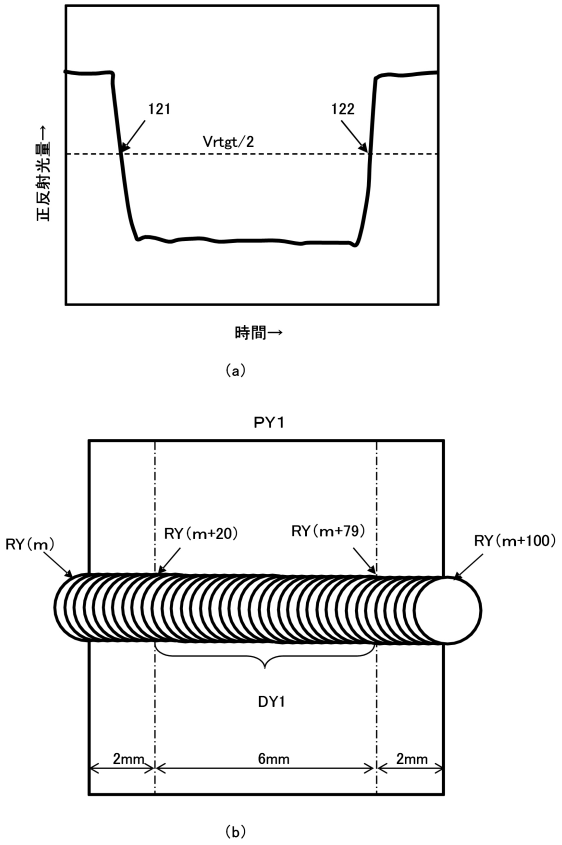
【図１２】



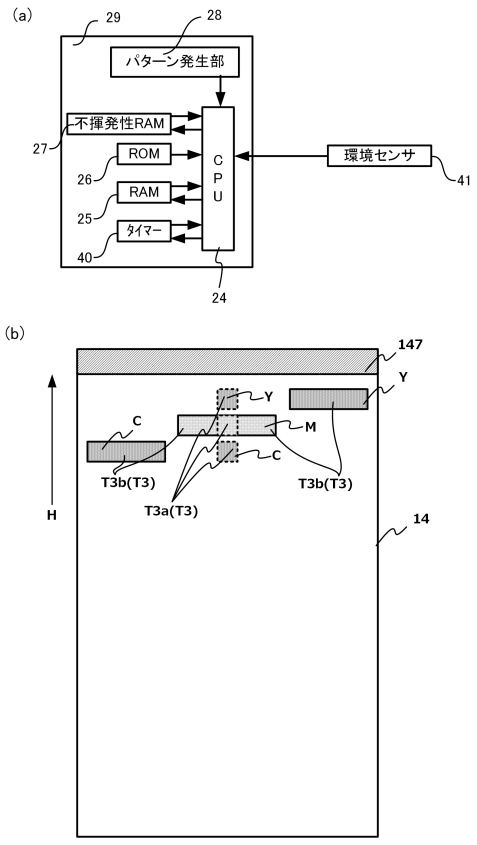
【図１３】


T2
PY1(FFH)
PY2(8H)
PY16(E0H)
PY17(F0H)
PM1(FFH)
PM2(8H)
PM16(E0H)
PM17(F0H)
PC1(FFH)
PC2(8H)
PC16(E0H)
PC17(F0H)
PBk1(FFH)
PBk2(8H)
PBk16(E0H)
PBk17(F0H)
PY1(FFH)
PY2(8H)
PY3(10H)
PY4(20H)
PY5(30H)
PY6(40H)
PY7(50H)
PY8(60H)
PY9(70H)
PY10(80H)
PY11(90H)
PY12(A0H)
PY13(B0H)
PY14(C0H)
PY15(D0H)
PY16(E0H)
PY17(F0H)
(a)
(b)

【図１４】


121
122
Vrtgt/2
正反射光量→
時間→
(a)
PY1
RY(m)
RY(m+20)
RY(m+79)
RY(m+100)
DY1
2mm
6mm
2mm
(b)

【図１５】


(a)
29
28
パターン発生部
不揮発性RAM
27
ROM
26
RAM
25
タイマー
40
CPU
24
環境センサ
41
(b)
147
Y
Y
C
M
C
T3b(T3)
T3a(T3)
T3b(T3)
H
14

フロントページの続き

Ｆターム（参考） GB22 GB23 HB12 HB22 JA02 JB06 JB42 JB50 JC03 JC07
JC09 JC10 JC12 JC13 JC15 JC16 JC20 LB02 LB09 LB13 LB39
LC03 MA02 MA14 MA20 MB04 PA10 PA12 PA19 PA22 PB18 PB25
PB27 PB28 PB35 PB39
2H270 LA18 LA24 LA28 LA29 LA41 LA70 LA99 LD02 LD03 LD09
LD10 LD14 LD15 MA13 MA40 MB16 MB18 MB19 MB20 MB25 MB28
MB29 MB32 MB40 MB41 MB43 RA14 RB01 RB04 RB07 RC05 RC10
RC14 RC18 ZC03 ZC04
2H300 EB02 EB04 EB07 EB09 EB12 EC02 EC05 EC09 EC15 EF02
EF03 EF06 EF08 EF16 EG02 EH16 EJ09 EK03 EL04 EL05 EL07
EL09 EL10 FF05 GG14 GG21 GG37 JJ02 KK03 KK05 KK13 KK14
MM10 MM23 NN01 NN02 NN04 QQ10 QQ13 QQ25 QQ28 RR19 RR36
RR37 RR38 RR39 RR40 RR43 RR44 RR45 RR50 TT03 TT04