

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6641634号
(P6641634)

(45) 発行日 令和2年2月5日(2020.2.5)

(24) 登録日 令和2年1月8日(2020.1.8)

(51) Int.Cl.		F 1			
G03G	15/00	(2006.01)	G03G	15/00	303
G03G	15/02	(2006.01)	G03G	15/02	102
G03G	15/06	(2006.01)	G03G	15/06	101

請求項の数 13 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2016-55750 (P2016-55750)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成28年3月18日 (2016.3.18)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2017-173357 (P2017-173357A)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(43) 公開日	平成29年9月28日 (2017.9.28)	(74) 代理人	100098626
審査請求日	平成31年1月22日 (2019.1.22)		弁理士 黒田 壽
		(72) 発明者	金子 悟士
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	越智 照通
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	平井 秀二
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成装置及び画像形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

潜像担持体、前記潜像担持体の表面を帯電させる帯電手段、帯電後の前記表面に潜像を書き込む潜像書込手段、及び現像剤担持体に担持した現像剤によって前記潜像を現像する現像手段を有する作像手段と、

前記作像手段による作像動作中に、前記帯電手段による帯電強度を帯電変動パターンデータに基づいて周期的に変動させつつ、前記現像剤担持体に印加する現像バイアスを現像変動パターンデータに基づいて周期的に変動させる周期変動手段とを備える画像形成装置において、

前記帯電変動パターンデータに基づいて前記帯電強度を周期変動させ、且つ前記現像変動パターンデータに基づいて前記現像バイアスを周期変動させながら、前記潜像担持体上にテストトナー像を作像し、このテストトナー像の前記潜像担持体の表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果と、前記帯電変動パターンデータ又はこれと相関関係にある相関パターンデータとに基づいて、前記潜像書込手段による潜像書込強度を周期変動させるための書込変動パターンデータを構築する構築処理を実施し、ユーザーの命令に基づく画像動作中に、前記潜像書込強度を前記書込変動パターンデータに基づいて周期変動させるように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

【請求項2】

請求項1の画像形成装置において、
前記構築処理にて、前記テストトナー像たる第三テストトナー像を作像して前記書込変動

10

20

パターンデータを構築するのに先立って、前記現像バイアス、前記帯電強度及び前記潜像書込強度の三つを何れも周期変動させずに作像した第一テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果に基づいて前記現像変動パターンデータを構築した後に、前記三つのうち前記現像バイアスだけを前記現像変動パターンデータに基づいて周期変動させながら作像した第二テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果に基づいて前記帯電変動パターンデータを構築するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 3】

請求項 2 の画像形成装置において、
前記第二テストトナー像として、前記第一テストトナー像よりも画像濃度の低いものを形成するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

10

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 の画像形成装置において、
前記構築処理にて、第三テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果と、前記帯電変動パターンデータ、又は前記相関パターンデータたる前記現像変動パターンデータとに基づいて前記書込変動パターンデータを構築するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 5】

請求項 2 又は 3 の画像形成装置において、
前記構築処理にて、第三テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果と、前記相関パターンデータたる前記第二テストトナー像の画像濃度ムラパターン、又は前記相関パターンデータたる前記第一テストトナー像の画像濃度ムラパターンとに基づいて前記書込変動パターンデータを構築するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

20

【請求項 6】

請求項 2 又は 3 の画像形成装置において、
前記構築処理にて、第三テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果を、前記帯電変動パターンデータ、又は前記相関パターンデータたる前記現像変動パターンデータに基づいて補正した結果に基づいて、前記書込変動パターンデータを構築するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

30

【請求項 7】

請求項 2 又は 3 の画像形成装置において、
前記構築処理にて、第三テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果を、前記相関パターンデータたる前記第二テストトナー像の画像濃度ムラパターン、又は前記相関パターンデータたる前記第一テストトナー像の画像濃度ムラパターンに基づいて補正した結果に基づいて、前記書込変動パターンデータを構築するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 8】

請求項 2 乃至 7 の何れかの画像形成装置において、
前記潜像担持体として感光体を用い、前記潜像書込手段として光照射によって前記感光体に静電潜像を書き込むものを用い、且つ、前記潜像書込強度として、前記潜像書込手段による単位面積当たりの光照射量を周期変動させるように前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

40

【請求項 9】

請求項 2 乃至 8 の何れかの画像形成装置において、
回転に伴って画像濃度を周期変動させてしまう回転体の回転姿勢を検知する回転姿勢検知手段を設け、前記回転体の一回転周期における特定のタイミングを前記回転姿勢検知手段による検知結果に基づいて把握し、把握結果に基づいて前記現像変動パターンデータ、前記帯電変動パターンデータ、前記書込変動パターンデータをそれぞれ構築し、且つ、ユーザーの命令に基づく画像形成動作中に、前記回転姿勢検知手段による検知結果に基づいて

50

前記現像バイアス、前記帯電強度、前記潜像書込強度をそれぞれ周期変動させるように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 10】

請求項 9 の画像形成装置において、
前記第一テストトナー像、前記第二テストトナー像、前記第三テストトナー像のそれぞれとして、前記表面移動方向の長さが前記回転体の周長以上であるものを作像するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 11】

請求項 9 又は 10 の画像形成装置において、
前記回転体の交換を検知する交換検知手段を設け、
前記交換検知手段によって交換が検知されたことに基づいて前記構築処理を実施するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

10

【請求項 12】

請求項 2 乃至 11 の何れかの画像形成装置において、
環境を検知する環境検知手段を設け、
前記環境検知手段によって環境変動を検知した結果に基づいて前記構築処理の開始タイミングを決定するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 13】

潜像担持体の表面を帯電させる工程、帯電後の前記表面に潜像を書き込む工程、及び現像剤担持体に担持した現像剤によって前記潜像を現像する工程を具備する作像工程と、
前記作像工程にて実施する工程であって、且つ前記潜像担持体を帯電させる工程における帯電強度を帯電変動パターンデータに基づいて周期的に変動させつつ、前記現像剤担持体に印加する現像バイアスを現像変動パターンデータに基づいて周期的に変動させる出力変動工程とを実施する画像形成方法において、
前記帯電変動パターンデータに基づいて前記帯電強度を周期変動させ、且つ前記現像変動パターンデータに基づいて前記現像バイアスを周期変動させながら、前記潜像担持体上にテストトナー像を作像する工程と、このテストトナー像の前記潜像担持体の表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果と、前記帯電変動パターンデータ又はこれと相関関係にある相関パターンデータとに基づいて、前記潜像を書き込む工程における潜像書込強度を周期変動させるための書込変動パターンデータを構築する工程とを具備する構築処理を実施し、ユーザーの命令に基づく画像形成動作中に、前記潜像書込強度を前記書込変動パターンデータに基づいて周期変動させることを特徴とする画像形成方法。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は画像形成装置及び画像形成方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、作像手段による作像動作中に、潜像担持体を帯電させる帯電手段による帯電強度を周期的に変動させつつ、現像手段の現像剤担持体に印加する現像バイアスを周期的に変動させる画像形成装置が知られている。

40

【0003】

例えば、特許文献 1 に記載の画像形成装置は、帯電強度や現像バイアスを周期変動させながら、潜像担持体に潜像を形成するとともに潜像を現像してトナー像を作像するようになっている。具体的には、この画像形成装置は、潜像担持体たる感光体に形成した静電潜像を、現像装置の現像剤担持体たる現像ローラに担持した現像剤によって現像してトナー像を得る。その際、感光体の外形歪みなどに起因して感光体と現像ローラとの間の現像ギャップを感光体の回転に伴って変動させてしまうことによって生ずる画像のベタ部における周期的な濃度変動を抑えるために、次のような制御を行う。即ち、ロータリーエンコーダーによって感光体の回転姿勢を検知した結果と、所定の現像変動パターンデータとに基

50

づいて現像バイアスを周期変動させる。この周期変動により、現像ギャップを変動させることに起因するベタ部の周期的な濃度変動を抑える。更に、感光体を一様帯電させるために帯電部材に印加する帯電バイアスを、次のように周期変動させる。即ち、感光体の回転姿勢を検知した結果と、所定の帯電変動パターンデータとに基づいて、帯電バイアスを周期変動させる。この周期変動により、現像バイアスを周期変動させることに起因する画像の中間調部の周期的な濃度変動を抑える。以上のようにして、画像のベタ部の周期的な濃度変動と、中間調部の周期的な濃度変動とを抑えることができるとされている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、この画像形成装置では、現像バイアスと帯電バイアスとを周期変動させてもなお、画像に周期的な濃度変動を発生させてしまうことがあった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述した課題を解決するために、本発明は、潜像担持体、前記潜像担持体の表面を帯電させる帯電手段、帯電後の前記表面に潜像を書き込む潜像書込手段、及び現像剤担持体に担持した現像剤によって前記潜像を現像する現像手段を有する作像手段と、前記作像手段による作像動作中に、前記帯電手段による帯電強度を帯電変動パターンデータに基づいて周期的に変動させつつ、前記現像剤担持体に印加する現像バイアスを現像変動パターンデータに基づいて周期的に変動させる周期変動手段とを備える画像形成装置において、前記帯電変動パターンデータに基づいて前記帯電強度を周期変動させ、且つ前記現像変動パターンデータに基づいて前記現像バイアスを周期変動させながら、前記潜像担持体上にテストトナー像を作像し、このテストトナー像の前記潜像担持体の表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果と、前記帯電変動パターンデータ又はこれと相関関係にある相関パターンデータとに基づいて、前記潜像書込手段による潜像書込強度を周期変動させるための書込変動パターンデータを構築する構築処理を実施し、ユーザーの命令に基づく画像動作中に、前記潜像書込強度を前記書込変動パターンデータに基づいて周期変動させるように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、画像中に発生する周期的な濃度変動を従来よりも抑えることができるという優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施形態に係る複写機を示す概略構成図。

【図2】同複写機の画像形成部を拡大して示す拡大構成図。

【図3】同画像形成部におけるY用の感光体及び帯電装置を拡大して示す拡大構成図。

【図4】同感光体を拡大して示す拡大斜視図。

【図5】同画像形成部におけるY用の感光体回転センサーからの出力電圧の経時変化を示すグラフ。

【図6】同画像形成部におけるY用の現像装置を同感光体の一部とともに示す構成図。

【図7】同複写機の電気回路の要部を示すブロック図。

【図8】同複写機の光学センサーユニットに搭載されたY用の反射型フォトセンサーを示す拡大構成図。

【図9】同光学センサーユニットに搭載されたK用の反射型フォトセンサーを示す拡大構成図。

【図10】同画像形成部の中間転写ベルトに転写された各色のパッチパターン像を示す平面模式図。

【図11】プロセスコントロール処理で構築されるトナー付着量と現像バイアスとの関係の近似直線式を示すグラフ。

10

20

30

40

50

【図12】同画像形成部の中間転写ベルトに転写された各色の第一テストトナー像を示す平面模式図。

【図13】第一テストトナー像のトナー付着量の周期変動と、スリーブ回転センサー出力と、感光体回転センサー出力との関係を示すグラフ。

【図14】平均波形を説明するためのグラフ。

【図15】現像変動パターンデータを構築する際に用いるアルゴリズムの原理を説明するためのグラフ。

【図16】作像時における各出力のタイミングを示すタイミングチャート。

【図17】スリーブ回転周期で切り出した切り出し波形の平均波形や、これを再現用に変換した再現波形におけるトナー付着変動量の経時変化を示すグラフ。

10

【図18】出力画像の画像濃度における目標画像濃度からのずれ量である画像濃度ずれ量と、入力画像濃度(=目標画像濃度)との関係を示すグラフ。

【図19】、感光体の全域のうち、帯電装置で様に帯電させたままの地肌部の電位や、地肌部に対する光書込を実施した静電潜像の電位と、光書込の際におけるLDパワー[%]との関係を示すグラフ。

【図20】同複写機の制御部によって実施される構築処理の処理フローを示すフローチャート。

【図21】第一変形例に係る複写機の制御部110によって実施される構築処理の処理フローを示すフローチャート。

【図22】第二変形例に係る複写機の制御部110によって実施される構築処理の処理フローを示すフローチャート。

20

【図23】第三変形例に係る複写機の制御部110によって実施される構築処理の処理フローを示すフローチャート。

【図24】テストトナー像を検知する他の態様を説明するための説明図。

【図25】本発明が適用可能であって、且つ実施形態と異なる態様の複写機の第一例を示す概略構成図。

【図26】本発明が適用可能であって、且つ実施形態と異なる態様の複写機の第二例を示す概略構成図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

30

以下、本発明を適用した画像形成装置として、電子写真方式のフルカラー複写機(以下、単に複写機という)の実施形態について説明する。

まず、実施形態に係る複写機の基本的な構成について説明する。図1は、実施形態に係る複写機を示す概略構成図である。同図において、複写機は、記録シートに画像を形成する画像形成部100、画像形成部100に対して記録シート5を供給する給紙装置200、原稿の画像を読み取るスキャナ300などを備えている。また、スキャナ300の上部に取り付けられた原稿自動搬送装置(ADF)400なども備えている。画像形成部100には、記録シート5を手差しでセットするための手差しトレイ6や、画像形成済みの記録シート5をスタックするためのスタックトレイ7などが設けられている。

【0009】

40

図2は、画像形成部100を拡大して示す拡大構成図である。画像形成部100には、転写体たる無端状の中間転写ベルト10を具備する転写ユニットが設けられている。転写ユニットの中間転写ベルト10は、3つの支持ローラ14, 15, 16に張架された状態で、それら支持ローラの何れか1つの回転駆動により、図中時計回り方向に無端移動せしめられる。支持ローラ14, 15, 16のうちの第1支持ローラ14と第2支持ローラ15との間で移動するベルト部分のおもて面には、イエロー(Y)、シアン(C)、マゼンタ(M)、ブラック(K)の4つの作像ユニットが対向している。また第2支持ローラ15と第3支持ローラ16との間で移動するベルト部分のおもて面には、中間転写ベルト10上に形成されたトナー像の画像濃度(単位面積あたりのトナー付着量)を検知するための光学センサーユニット150が対向している。

50

【0010】

図1において、作像ユニット18Y, 18C, 18M, 18Kの上方には、レーザー書込装置21が設けられている。このレーザー書込装置21は、スキャナ300で読み取られた原稿の画像情報、あるいは外部のパーソナルコンピュータから送られてくる画像情報に基づいて、書込光を出射する。具体的には、画像情報に基づいて、レーザー制御部によって半導体レーザーを駆動して書込光を出射する。そして、その書込光により、各作像ユニット18Y, 18C, 18M, 18Kに設けられた潜像担持体たるドラム状の感光体20Y, 20C, 20M, 20Kを露光走査して感光体に静電潜像を形成する。なお、書込光の光源としては、レーザーダイオードに限るものではなく、例えばLEDであってもよい。

10

【0011】

図3は、Y用の感光体20Y及び帯電装置70Yを拡大して示す拡大構成図である。帯電装置70Yは、感光体20Yに当接して連れ回る帯電ローラ71Yと、帯電ローラ71Yに当接して連れ回る帯電クリーニングローラ75Yと、後述する回転姿勢検知センサーとを有している。

【0012】

図4は、Y用の感光体20Yを拡大して示す拡大斜視図である。感光体20Yは、円柱状の本体部20aY、本体部20aYの回転軸線方向の両端側にそれぞれ配設された大径のフランジ部20bY、軸受けに回転自在に支持される回転軸部20cYなどを有している。

20

【0013】

2つのフランジ部20bYの端面からそれぞれ突出している回転軸部材20cYの一方は、感光体回転センサー76Yを貫いており、感光体回転センサー76Yから突出している部分が軸受けによって受けられている。感光体回転センサー76Yは、回転軸部材20cYに固定されて回転軸部材20cYと一体的に回転する遮光部材77Yや、透過型フォトセンサー78Yなどを具備している。遮光部材77Yは、回転軸部材20cYの周面における所定の箇所において法線方向に突出する形状になっており、感光体20Yが所定の回転姿勢になったときに、透過型フォトセンサー78Yの発光素子と受光素子との間に介在する。これにより、受光素子が受光しなくなることで、透過型フォトセンサー78Yからの出力電圧値が大きく低下する。つまり、透過型フォトセンサー78Yは、感光体20Yが所定の回転姿勢になると、そのことを検知して出力電圧値を大きく低下させる。

30

【0014】

図5は、Y用の感光体回転センサー76Yからの出力電圧の経時変化を示すグラフである。なお、感光体回転センサー76Yからの出力電圧は、具体的には、透過型フォトセンサー78Yからの出力電圧のことである。図示のように、感光体20Yが回転しているとき、大半の時間は、感光体回転センサー76Yから6[V]の電圧が出力される。但し、感光体20Yが一周する毎に、感光体回転センサー76Yからの出力電圧が一瞬だけ0[V]付近まで大きく低下する。これは、感光体20Yが一周する毎に、遮光部材77Yが透過型フォトセンサー76Yの発光素子と受光素子との間に介在して、受光素子が光を受光しなくなるからである。このように出力電圧が大きく低下するタイミングは、感光体20Yが所定の回転姿勢になったタイミングである。以下、このタイミングを基準姿勢タイミングという。

40

【0015】

図3において、帯電装置70Yの帯電クリーニングローラ75Yは、導電性の芯金、これの周面に被覆された弾性層などを具備している。弾性層は、メラミン樹脂を微細発泡させたスポンジ状の部材からなり、帯電ローラ(71Y)に当接しながら回転する。そして、回転に伴って、帯電ローラ71Yに付着している残トナーなどのゴミを本体部から除去することで、異常画像の発生を抑えている。

【0016】

図2において、4つの作像ユニット18Y, 18C, 18M, 18Kは、使用するトナ

50

ーの色が異なる点の他に、互いにほぼ同様の構成になっている。Yトナー像を作像するY用の作像ユニット18Yを例にすると、これは、感光体20Y、帯電装置70Y、現像装置80Yなどを有している。

【0017】

感光体20Yの表面は、帯電装置60によって負極性に一様帯電せしめられる。このようにして一様に帯電した感光体20Yの表面のうち、レーザー書込装置21によってレーザー光が照射された部分は、電位を減衰させて静電潜像となる。

【0018】

図6は、Y用の現像装置80YをY用の感光体20Yの一部とともに示す構成図である。現像装置80Yは、磁性キャリアと非磁性トナーとを含有する二成分現像剤を用いて現像を行う二成分現像方式のものであるが、磁性キャリアを含有しない一成分現像剤を用いる一成分現像方式のもので採用してもよい。この現像装置80Yは、現像ケース内に設けられた攪拌部と現像部とを具備している。攪拌部においては、二成分現像剤（以下、単に現像剤という）が三本のスクリュウ部材によって攪拌搬送されて現像部に供給される。

10

【0019】

現像部では、自らの周面の一部を、現像装置本体ケースの開口を通じて感光体20Yに対して所定の現像ギャップGを介して対向させながら回転駆動する現像スリーブ81Yが配設されている。現像剤担持体たる現像スリーブ81Yは、マグネットローラを自らに連れ回らせないように内包している。

【0020】

攪拌部の供給スクリュウ84Y、回収スクリュウ85Y、及び現像部の現像スリーブ81Yは、互いに水平方向に延在する姿勢で平行配設されている。これに対し、攪拌部の攪拌スクリュウ86Yは、同図の紙面に直交する方向における手前側から奥側に向けて上り勾配となる傾斜姿勢になるように配設されている。

20

【0021】

攪拌部の供給スクリュウ84Yは、自らの回転に伴って、現像剤を図の紙面の直交する方向における奥側から手前側に向けて搬送しながら現像部の現像スリーブ81Yに供給する。現像スリーブ81Yに供給されずに現像装置内における前記方向の手前側の端部まで搬送されてきた現像剤は、供給スクリュウ84Yの直下に配設された回収スクリュウ85Y上に落とされる。

30

【0022】

攪拌部の供給スクリュウ84Yによって現像スリーブ81Yに供給された現像剤は、スリーブに内包されるマグネットローラの発する磁力の作用によって現像スリーブ81Yの表面に汲み上げられる。現像スリーブ81Yの表面に汲み上げられた現像剤は、マグネットローラの発する磁力によって穂立ち状態となって磁気ブラシを形成する。そして、現像スリーブ81Yの回転に伴って、規制ブレード87Yの先端と現像スリーブ81Yとの間に形成された規制ギャップを通過して層厚が規制された後に、感光体20Yに対向する現像領域まで搬送される。

【0023】

現像領域では、現像スリーブ81Yに印加されている現像バイアスにより、現像剤中のトナーのうち、感光体20Y上の静電潜像に対向するトナーに対し、静電潜像に向かう静電気力を付与する現像ポテンシャルが作用する。また、現像剤中のトナーのうち、感光体20Y上の地肌部に対向するトナーに対し、スリーブ表面に向かう静電気力を付与する地肌ポテンシャルが作用する。これらの結果、トナーが感光体20Y上の静電潜像に転移して静電潜像を現像する。このようにして、感光体20Y上にYトナー像が形成される。このYトナー像は、感光体20Yの回転に伴って、後述するY用の一次転写ニップに進入する。

40

【0024】

現像スリーブ81Yの回転に伴って現像領域を通過した現像剤は、マグネットローラの磁力の弱まる領域まで搬送されることで、現像スリーブ81Yの表面から離れて攪拌部の

50

回収スクリーユ 85 Y 上に戻される。回収スクリーユ 85 Y は、現像スリーブ 81 Y から回収した現像剤を、自らの回転に伴って同図の紙面に直交する方向の奥側から手前側に向けて搬送する。そして、現像装置内の同方向における手前側の端部まで搬送した現像剤を、攪拌スクリーユ 86 Y に受け渡す。

【0025】

回収スクリーユ 85 Y から攪拌スクリーユ 86 Y に受け渡された現像剤は、回収スクリーユ 86 Y の回転に伴って、前記方向の手前側から奥側に向けて搬送される。その過程で、透磁率センサーからなるトナー濃度センサー（後述する図 7 における 82 Y）によってトナー濃度が検知され、その検知結果に応じて適量のトナーが補給される。この補給は、後述する制御部がトナー濃度センサーによる検知結果に応じてトナー補給装置を駆動させることによって行われる。適量のトナーが補給された現像剤は、前記方向における奥側の端部まで搬送されて供給スクリーユ 84 に受け渡される。

10

【0026】

現像領域のスリーブ回転方向の長さである現像領域長さ L は、現像スリーブ 81 Y の直径、現像ギャップ G、規制ギャップなどによって変化する。現像領域長さ L が大きくなるほど現像領域で感光体 20 Y 上の静電潜像にトナーが接触する機会が増えるため、現像効率が上昇する。このため、現像領域長さ L を大きくすることで、高速印刷に対応できるようになるが、大きくし過ぎるとトナー飛散、トナー固着、感光体回転ロックなどの不具合を引き起こす可能性が高くなる。このため、現像領域長さ L については、装置仕様の特性に応じた適切な値に設定することが望ましい。

20

【0027】

Y 用の作像ユニット 18 Y における Y トナー像の作像について説明したが、C、M、K 用の作像ユニット 18 C、M、K においては、Y と同様のプロセスにより、感光体 20 C、20 M、20 K の表面に C トナー像、M トナー像、K トナー像が形成される。

【0028】

図 2 において、中間転写ベルト 10 のループ内側には、Y、C、M、K 用の一次転写ローラ 62 Y、62 C、62 M、62 K が配設されており、Y、C、M、K 用の感光体 20 Y、20 C、20 M、20 K との間に中間転写ベルト 10 を挟み込んでいる。これにより、中間転写ベルト 10 のおもて面と、Y、C、M、K 用の感光体 20 Y、20 C、20 M、20 K とが当接する Y、C、M、K 用の一次転写ニップが形成されている。そして、一次転写バイアスが印加される Y、C、M、K 用の一次転写ローラ 62 Y、62 C、62 M、62 K と、感光体 20 Y、20 C、20 M、20 K との間には、それぞれ一次転写電界が形成されている。

30

【0029】

中間転写ベルト 10 のおもて面は、ベルトの無端移動に伴って Y、C、M、K 用の一次転写ニップを順次通過していく。その過程で、感光体 20 Y、20 C、20 M、20 K 上の Y トナー像、C トナー像、M トナー像、K トナー像が中間転写ベルト 10 のおもて面に順次重ね合わせて一次転写される。これにより、中間転写ベルト 10 のおもて面には 4 色重ね合わせトナー像が形成される。

【0030】

40

中間転写ベルト 10 の下方には、第 1 張架ローラ 22 と第 2 張架ローラ 23 とによって張架される無端状の搬送ベルト 24 が配設されており、何れか一本の張架ローラの回転駆動に伴って図中反時計回り方向に無端移動せしめられる。そして、そのおもて面を、中間転写ベルト 10 の全域のうち、第 3 支持ローラ 16 に対する掛け回し箇所に対接させて二次転写ニップを形成している。この二次転写ニップの周辺においては、接地された第 2 張架ローラ 23 と、二次転写バイアスが印加される第 3 支持ローラ 16 との間に二次転写電界が形成されている。

【0031】

図 1 において、画像形成部 100 には、給紙装置 200 や手差しトレイ 6 から給送されてくる記録シート 5 を、二次転写ニップ、後述する定着装置 25、排出口ローラ対 56 に順

50

次搬送するための搬送路48が設けられている。また、給紙装置200から画像形成部100に給送された記録シート5を、搬送路48の入口まで搬送するための給送路49も設けられている。なお、搬送路48の入口には、レジストローラ対47が配設されている。

【0032】

プリントジョブが開始されると、給紙装置200又は手差しトレイ6から繰り出された記録シート5が搬送路48に向けて搬送されて、レジストローラ対47に突き当たる。そして、レジストローラ対47は、適切なタイミングで回転駆動を開始することで、記録シート5を二次転写ニップに向けて送り込む。二次転写ニップでは、中間転写ベルト10上の4色重ね合わせトナー像が記録シート5に密着する。そして、二次転写電界やニップ圧の作用により、4色重ね合わせトナー像が記録シート5の表面に二次転写されてフルカラートナー像になる。

10

【0033】

二次転写ニップを通過した記録シート5は、搬送ベルト24によって定着装置25に向けて搬送される。そして、定着装置25内で加圧及び加熱されることで、その表面にフルカラートナー像が定着せしめられる。その後、記録シート5は、定着装置25から排出された後、排出口ローラ対56を経由してスタックトレイ7上にスタックされる。

【0034】

図7は、本複写機の電気回路の要部を示すブロック図である。同図において、制御手段としての制御部110は、CPU、RAM、ROM、不揮発性メモリーなどを有している。この制御部110には、Y、C、M、K用の現像装置80Y、80C、80M、80Kのトナー濃度センサー82Y、82C、82M、82Kが電氣的に接続されている。これにより、制御部110は、Y、C、M、Kの現像装置80Y、80C、80M、80Kに収容されているY現像剤、C現像剤、M現像剤、K現像剤のトナー濃度を把握することができる。

20

【0035】

制御部110には、Y、C、M、K用のユニット脱着センサー17Y、17C、17M、17Kも電氣的に接続されている。脱着検知手段としてのユニット脱着センサー17Y、17C、17M、17Kは、作像ユニット18Y、18C、18M、18Kが画像形成部100から取り外されたことを検知したり、画像形成部100に装着されたことを検知したりすることができる。これにより、制御部110は、画像形成部100に対する作像ユニット18Y、18C、18M、18Kの脱着があったことを把握することができる。

30

【0036】

また、制御部110には、Y、C、M、K用の現像電源11Y、11C、11M、11Kも電氣的に接続されている。制御部110は、現像電源11Y、11C、11M、11Kに制御信号をそれぞれ個別に出力することで、現像電源11Y、11C、11M、11Kから出力される現像バイアスの値を個別に調整することができる。つまり、Y、C、M、K用の現像スリーブ81Y、81C、81M、81Kに印加する現像バイアスの値をそれぞれ個別に調整することができる。

【0037】

また、制御部110には、Y、C、M、K用の帯電電源12Y、12C、12M、12Kも電氣的に接続されている。制御部110は、帯電電源12Y、12C、12M、12Kに対して制御信号をそれぞれ個別に出力することで、帯電電源12Y、12C、12M、12Kから出力される帯電バイアスにおける直流電圧の値を個別に制御することができる。つまり、Y、C、M、K用の帯電ローラ71Y、71C、71M、71Kに印加する帯電バイアスの直流電圧の値をそれぞれ個別に調整することができる。

40

【0038】

また、制御部110には、Y、C、M、K用の感光体20Y、20C、20M、20Kについてそれぞれ所定の回転姿勢になったことを個別に検知するための感光体回転センサー76Y、76C、76M、76Kも電氣的に接続されている。制御部110は、感光体回転センサー76Y、76C、76M、76Kからの出力に基づいて、Y、C、M、K用

50

の感光体 20Y, 20C, 20M, 20K についてそれぞれ所定の回転姿勢になったことを個別に把握することができる。

【0039】

また、制御部 110 には、現像装置 80Y, 80C, 80M, 80K のスリーブ回転センサー 83Y, 83C, 83M, 83K も電氣的に接続されている。回転姿勢検知手段たるスリーブ回転センサー 83Y, 83C, 83M, 83K は、感光体回転センサー 76Y, 76C, 76M, 76K と同様の構成により、現像スリーブ 81Y, 81C, 81M, 81K について所定の回転姿勢になったことを検知するものである。つまり、制御部 110 は、スリーブ回転センサー 83Y, 83C, 83M, 83K からの出力に基づいて、現像スリーブ 81Y, 81C, 81M, 81K について所定の回転姿勢になったタイミングを個別に把握することができる。

10

【0040】

また、制御部 110 には、書込制御部 125、環境センサー 124、光学センサーユニット 150、プロセスモーター 120、転写モーター 121、レジストモーター 122、給紙モーター 123 など電氣的に接続されている。環境センサー 124 は、機内の温度や湿度を検知するものである。また、プロセスモーター 120 は、作像ユニット 18Y, 18C, 18M, 18K の駆動源になっているモーターである。また、転写モーター 121 は、中間転写ベルト 10 の駆動源になっているモーターである。また、レジストモーター 122 は、レジストローラ対 47 の駆動源になっているモーターである。また、給紙モーター 123 は、給紙装置 200 の給紙カセット 201 から記録シート 5 を送り出すためのピックアップローラ 202 の駆動源になっているモーターである。また、書込制御部 125 は、画像情報に基づいてレーザー書込装置 21 の駆動を制御するものである。なお、光学センサーユニット 150 の役割については後述する。

20

【0041】

本複写機においては、環境変動などにかかわらず画像濃度を長期間に渡って安定化させるために、所定のタイミングでプロセスコントロール処理と呼ばれる制御を定期的実施する。プロセスコントロール処理では、Y 用の感光体 20Y に複数のパッチ状 Y トナー像からなる Y パッチパターン像を作像し、それを中間転写ベルト 10 に転写する。複数のパッチ状 Y トナー像のそれぞれは、Y トナー付着量を検知するためのトナー付着量検知用トナー像である。制御部 110 は、感光体 20C, 20M, 20K にも、同様に C, M, K パッチパターン像を作像してそれらを重ね合わさないように中間転写ベルト 10 に転写する。そして、それらのパッチパターン像における各トナー像のトナー付着量を、光学センサーユニット 150 によって検知する。次いで、それらの検出結果に基づいて、作像ユニット 18Y, 18C, 18M, 18K についてそれぞれ現像バイアス Vb の基準値である現像バイアス基準値などの作像条件を個別に調整する。

30

【0042】

光学センサーユニット 150 は、中間転写ベルト 10 のベルト幅方向に所定の間隔を置いて並ぶ 4 つの反射型フォトセンサーを有している。それぞれの反射型フォトセンサーは、中間転写ベルト 10 や中間転写ベルト 10 上のパッチ状トナー像の光反射率に応じた信号を出力する。4 つの反射型フォトセンサーのうち、3 つは、Y トナー付着量、C トナー付着量、M トナー付着量に応じた出力をするように、ベルト表面上における正反射光及び拡散反射光の両方をとらえて、それぞれの光量に応じた出力を行う。

40

【0043】

図 8 は、光学センサーユニット 150 に搭載された Y 用の反射型フォトセンサー 151Y を示す拡大構成図である。Y 用の反射型フォトセンサー 151Y は、光源としての LED 152Y と、正反射光を受光する正反射型受光素子 153Y と、拡散反射光を受光する拡散反射型受光素子 154Y とを具備している。正反射型受光素子 153Y は、Y パッチ状トナー像の表面で得られる正反射光の光量に応じた電圧を出力する。また、拡散反射型受光素子 154Y は、Y パッチ状トナー像の表面で得られる拡散反射光の光量に応じた電圧を出力する。制御部 110 は、それらの電圧に基づいて、Y パッチ状トナー像の Y トナ

50

ー付着量を算出することができる。Y用の反射型フォトセンサー151Yについて説明したが、C、M用の反射型フォトセンサー151C、151Mも、Y用と同様の構成になっている。

【0044】

図9は、光学センサーユニット150に搭載されたK用の反射型フォトセンサー151Kを示す拡大構成図である。K用の反射型フォトセンサー151Kは、光源たるLED152Kと、正反射光を受光する正反射型受光素子153Kとを具備している。正反射型受光素子153Kは、Kパッチ状トナー像の表面で得られる正反射光の光量に応じた電圧を出力する。制御部110は、その電圧に基づいて、Kパッチ状トナー像のKトナー付着量を算出することができる。

10

【0045】

LED(152Y、C、M、K)としては、発光される光のピーク波長が950nmであるGaAs赤外発光ダイオードを用いている。また、正反射受光素子(153Y、C、M、K)や拡散反射受光素子(154Y、C、M)としては、ピーク受光感度が800nmであるSiフォトトランジスタなどを用いている。但し、ピーク波長やピーク受光感度は前述した値に限られるものではない。

【0046】

4つの反射型フォトセンサーと、中間転写ベルト10のおもて面との間には、5[mm]程度のギャップが設けられている。

【0047】

制御部110は、主電源の投入時や、所定時間経過した後の待機時、所定枚数以上のプリントを出力したあとの待機時など、所定のタイミングで、プロセスコントロール処理を実施する。そして、プロセスコントロール処理を開始すると、まず、通紙枚数、印字率、温度、湿度などの環境情報を取得した後、作像ユニット18Y、18C、18M、18Kにおけるそれぞれの現像特性を把握する。具体的には、それぞれの色について、現像と現像開始電圧を算出する。より詳しくは、感光体20Y、20C、20M、20Kを回転させながらそれぞれを一様に帯電せしめる。この帯電については、帯電電源12Y、12C、12M、12Kから出力する帯電バイアスとして、通常のプリント時とは異なるものを出力する。詳しくは、重畳バイアスからなる帯電バイアスの直流電圧及び交流電圧のうち、直流電圧の絶対値を一様な値ではなく、徐々に大きくしていく。このような条件で帯電させた感光体20Y、20C、20M、20Kに対し、レーザー書込装置21によるレーザー光の走査を施して、パッチ状Yトナー像、パッチ状Cトナー像、パッチ状Mトナー像、パッチ状Kトナー像用の静電潜像を複数形成する。それらを現像装置80Y、80C、80M、80Kによって現像することで、感光体20Y、20C、20M、20K上にY、C、M、Kパッチパターン像を作像する。なお、現像の際に、制御部110は、各色の現像スリーブ81Y、81C、81M、81Kに印加する現像バイアスの絶対値もそれぞれ徐々に大きくしていく。このとき、各パッチ状トナー像における静電潜像電位と、現像バイアスとの差分を現像ポテンシャルとしてRAMに記憶する。

20

30

【0048】

Y、C、M、Kパッチパターン像は、図10に示されるように、中間転写ベルト10上で重なり合わないよう、ベルト幅方向に並んでいる。具体的には、Yパッチパターン像YPPは、中間転写ベルト10の幅方向における一端部に転写される。また、Cパッチパターン像CPPは、ベルト幅方向において、Yパッチパターン像よりも少し中央側にずれた位置に転写される。また、Mパッチパターン像MPPは、中間転写ベルト10の幅方向における他端部に転写される。また、Kパッチパターン像KPPは、ベルト幅方向において、Kパッチパターン像よりも少し中央側にずれた位置に転写される。

40

【0049】

光学センサーユニット150は、互いにベルト幅方向の異なる位置でベルトの光反射特性を検知するY用の反射型フォトセンサー151Yを有している。また、C用の反射型フォトセンサー151C、K用の反射型フォトセンサー151K、M用の反射型フォトセン

50

サー 1 5 1 M も有している。

【 0 0 5 0 】

Y 用の反射型フォトセンサー 1 5 1 Y は、中間転写ベルト 1 0 の幅方向の一端部に形成された Y パッチパターン像 Y P P の Y パッチ状トナー像の Y トナー付着量を検知する位置に配設されている。また、第 C 用の反射型フォトセンサー 1 5 1 C は、ベルト幅方向において、Y パッチパターン像 Y P P の近くに位置する C パッチパターン像 C P P の C パッチ状トナー像の C トナー付着量を検知する位置に配設されている。また、M 反射型フォトセンサー 1 5 1 M は、中間転写ベルト 1 0 の幅方向の他端部に形成された M パッチパターン像 M P P の M パッチ状トナー像の M トナー付着量を検知する位置に配設されている。また、K 用の反射型フォトセンサー 1 5 0 c は、ベルト幅方向において、M パッチパターン像 M P P の近くに位置する K パッチパターン像 K P P の K パッチ状トナー像の K トナー付着量を検知する位置に配設されている。

10

【 0 0 5 1 】

制御部 1 1 0 は、光学センサーユニット 1 5 0 の 4 つの反射型フォトセンサーから順次送られてくる出力信号に基づいて、各色のパッチ状トナー像の光反射率を演算し、演算結果に基づいてトナー付着量を求めて R A M に格納していく。なお、中間転写ベルト 1 0 の走行に伴って光学センサーユニット 1 5 0 との対向位置を通過した各色のパッチパターン像は、クリーニング装置によってベルトおもて面からクリーニングされる。

【 0 0 5 2 】

制御部 1 1 0 は、次に、R A M に格納したトナー付着量と、それとは別に R A M に格納した各パッチトナー像における潜像電位のデータと現像バイアス V_b のデータとに基づいて、直線近似式 ($Y = a \times V_p + b$) を算出する。具体的には、図 1 1 に示されるように、y 軸をトナー付着量とし、且つ x 軸を現像ポテンシャルとする 2 次元座標における両者の関係を示す近似直線式である。そして、近似直線式に基づいて、目標のトナー付着量を実現する現像ポテンシャル V_p を求め、その現像ポテンシャル V_p を実現する現像バイアス V_b である現像バイアス基準値および帯電バイアス基準値、(および L D パワー) を求める。それらの結果については、不揮発メモリーに記憶する。このような現像バイアス基準値、並びに帯電バイアス基準値 (及び L D パワー) の算出及び記憶を、Y, C, M, K の各色についてそれぞれ行ってプロセスコントロール処理を終了する。その後、プリントジョブにおいては、Y, C, M, K についてそれぞれ、不揮発性メモリーに記憶している現像バイアス基準値に基づいた値の現像バイアス V_b を、現像電源 1 1 Y, 1 1 C, 1 1 M, 1 1 K から出力させる。また、不揮発性メモリーに記憶している帯電バイアス基準値に基づいた値の帯電バイアス V_d を、帯電電源 1 2 Y, 1 2 C, 1 2 M, 1 2 K から出力させたり、L D パワーをレーザー書込装置 2 1 から出力させたりする。

20

30

【 0 0 5 3 】

このようなプロセスコントロール処理を実施して目標のトナー付着量を実現する現像バイアス基準値、帯電バイアス基準値 (及び光書込強度 (後述する L D P)) を決定することで、Y, C, M, K の各色についてそれぞれ、画像全体の画像濃度を長期間に渡って安定化させることができる。しかしながら、感光体 2 0 Y, 2 0 C, 2 0 M, 2 0 K と、現像スリーブ 8 1 Y, 8 1 C, 8 1 M, 8 1 K との間の現像ギャップの変動 (以下、ギャップ変動という) に起因する頁内での周期的な画像濃度ムラを引き起こしてしまう。

40

【 0 0 5 4 】

この画像濃度ムラは、感光体 2 0 Y, 2 0 C, 2 0 M, 2 0 K の回転周期で発生するものと、現像スリーブ 8 1 Y, 8 1 C, 8 1 M, 8 1 K の回転周期で発生するものとが重畳されたものになる。具体的には、感光体 2 0 Y, 2 0 C, 2 0 M, 2 0 K の回転軸が偏心していると、それに起因して、感光体一周あたりでサインカーブ状の変動曲線となるギャップ変動が生ずる。これにより、感光体 2 0 Y, 2 0 C, 2 0 M, 2 0 K と、現像スリーブ 8 1 Y, 8 1 C, 8 1 M, 8 1 K との間に形成される現像電界にも、感光体一周あたりでサインカーブ状の変動曲線となる電界強度変動が生ずる。そして、この電界強度変動により、感光体一周あたりでサインカーブ状の変動曲線となる画像濃度ムラが発生する。ま

50

た、感光体表面の外形には、少なからず歪みがある。この歪みに応じた感光体一周あたりで同じパターンとなる特性の周期的なギャップ変動に起因する画像濃度ムラも発生する。更には、現像スリーブ 8 1 Y, 8 1 C, 8 1 M, 8 1 K の偏心や外形歪みによるスリーブ回転周期のギャップ変動に起因する周期的な画像濃度ムラも発生する。特に、感光体 2 0 Y, 2 0 C, 2 0 M, 2 0 K よりも小径な現像スリーブ 8 1 Y, 8 1 C, 8 1 M, 8 1 K の偏心や外形歪みによる画像濃度ムラは比較的短い周期で発生することから、目立ってしまう。

【 0 0 5 5 】

そこで、制御部 1 1 0 は、プリントジョブ時において、Y, C, M, K の各色についてそれぞれ、以下のような出力変化処理を実施する。即ち、制御部 1 1 0 は、Y, C, M, K の各色についてそれぞれ、感光体回転周期で発生する画像濃度ムラを相殺することが可能な現像電界強度変動を生じせしめるための現像バイアスの出力パターンデータを不揮発性メモリーに記憶している。また、現像スリーブ回転周期で発生する画像濃度ムラを相殺することが可能な現像電界強度変動を生じせしめるための現像変動パターンデータも不揮発性メモリーに記憶している。以下、前者の現像変動パターンデータを感光体周期用の現像変動パターンデータという。また、後者の現像変動パターンデータをスリーブ周期用の現像変動パターンデータという。

【 0 0 5 6 】

Y, M, C, K のそれぞれに個別に対応する 4 つの感光体周期用の現像変動パターンデータは、感光体一回転周期分のパターンであって、且つ感光体 2 0 Y, 2 0 C, 2 0 M, 2 0 K の基準姿勢タイミングを基準にしたパターンを表している。それらの現像変動パターンデータは、プロセスコントロール処理で決定された Y, C, M, K 用の現像バイアス基準値を基準にして現像電源 (1 1 Y, 1 1 C, 1 1 M, 1 1 K) からの現像バイアスの出力を変化させるためのものである。例えば、データテーブル方式のデータである場合には、基準姿勢タイミングから一周分以内の期間内において、所定の時間間隔毎の現像バイアス出力差分を示すデータ群を格納したものになっている。そのデータ群の先頭のデータが基準姿勢タイミングにおける現像バイアス出力差分を示しており、二番目、三番目、四番目・・・のデータが以降における所定の時間間隔毎の現像バイアス出力差分を示している。0、- 5、- 7、- 9・・・というデータ群からなる出力パターンは、基準姿勢タイミングから所定の時間間隔毎の現像バイアス出力差分を 0 [V]、- 5 [V]、- 7 [V]、- 9 [V]・・・にすることを表している。感光体回転周期で発生する画像濃度ムラを抑えるだけであれば、それらの値を現像バイアス基準値に重畳した値の現像バイアスを現像電源から出力させればよい。但し、本複写機では、現像スリーブ回転周期で発生する画像濃度ムラも抑えるので、感光体回転周期の画像濃度ムラを抑えるための現像バイアス出力差分と、現像スリーブ回転周期の画像濃度ムラを抑えるための現像バイアス出力差分とを重畳するようになっている。

【 0 0 5 7 】

Y, C, M, K のそれぞれに個別に対応する 4 つのスリーブ周期用の現像変動パターンデータは、現像スリーブ一回転周期分のパターンであって、且つ現像スリーブ 8 1 Y, 8 1 C, 8 1 M, 8 1 K の基準姿勢タイミングを基準にしたパターンを表している。それらの現像変動パターンデータは、基準値決定処理としてのプロセスコントロール処理で決定された Y, C, M, K 用の現像バイアス基準値を基準にして現像電源 (1 1 Y, 1 1 C, 1 1 M, 1 1 K) からの現像バイアスの出力を変化させるためのものである。データテーブル方式のデータの場合には、そのデータ群の先頭のデータが基準姿勢タイミングにおける現像バイアス出力差分を示しており、二番目、三番目、四番目・・・のデータが以降における所定の時間間隔毎の現像バイアス出力差分を示している。その時間間隔は、感光体周期用の現像変動パターンデータのデータ群が反映している時間間隔と同じになっている。

【 0 0 5 8 】

制御部 1 1 0 は、作像処理のときには、Y, C, M, K のそれぞれに個別に対応する感

10

20

30

40

50

光体周期用の現像変動パターンデータからのデータの読み込みを所定の時間間隔毎で行う。同時に、Y, C, M, Kのそれぞれに個別に対応するスリーブ周期用の現像変動パターンデータからのデータの読み込みも同じ時間間隔毎で行う。それぞれの読み込みについては、データ群の最後まで読み込んで基準姿勢タイミングが到来しない場合には、到来するまで読み込み値を最後のデータと同じ値にする。また、データ群の最後まで読み込む前に基準姿勢タイミングが到来した場合には、データの読み込み位置を最初のデータに戻す。なお、感光体周期用の現像変動パターンデータからのデータ読み込みについては、感光体回転センサー(76Y, 76C, 76M, 76K)から基準姿勢タイミング信号が送られてきたタイミングを基準姿勢タイミングとする。また、スリーブ周期用の現像変動パターンデータからのデータ読み込みについては、スリーブ回転センサー(83Y, 83C, 83M, 83K)から基準姿勢タイミング信号が送られてきたタイミングを基準姿勢タイミングとする。

10

【0059】

Y, C, M, Kについてそれぞれ、このようなデータの読み込みを行う過程で、感光体周期用の現像変動パターンデータから読み込んだデータと、スリーブ周期用の現像変動パターンデータから読み込んだデータとを加算して重畳値を求める。例えば、感光体周期用の現像変動パターンデータから読み込んだデータが-5[V]であり、スリーブ周期用の現像変動パターンデータから読み込んだデータが2[V]であった場合には、-5[V]と2[V]とを加算して重畳値を-3[V]として求める。そして、例えば現像バイアス基準値が-550[V]である場合には、重畳値の加算によって求められる-553[V]

20

【0060】

これにより、感光体20Y, 20C, 20M, 20Kと、現像スリーブ81Y, 81C, 81M, 81Kとの間の現像電界に、次の2つの電界強度変動を重畳した電界強度変動を相殺し得る電界強度変動を発生させる。即ち、感光体20Y, 20C, 20M, 20Kの偏心や外形歪みによる感光体回転周期で発生するギャップ変動に起因する電界強度変動、及び現像スリーブ81Y, 81C, 81M, 81Kの偏心や外形歪みによるスリーブ回転周期で発生する電界強度変動である。このようにすることで、感光体20Y, 20C, 20M, 20Kや、現像スリーブ81Y, 81C, 81M, 81Kの回転姿勢にかかわらず、ほぼ一定の現像電界を感光体と現像スリーブとの間に形成する。これにより、感光体回転周期で発生する画像濃度ムラと、スリーブ回転周期で発生する画像濃度ムラとの両方を抑えることができる。

30

【0061】

Y, C, M, Kのそれぞれに個別に対応する4つの感光体周期用の現像変動パターンデータや、4つのスリーブ周期用の現像変動パターンデータについては、構築処理を所定のタイミングで実施することによって構築する。この所定のタイミングは、工場出荷後の初めのプリントジョブに先立つタイミング(以下、初期起動タイミングという)、作像ユニット18Y, 18C, 18M, 18Kの交換を検知したタイミング(以下、交換検知タイミングという)、及び前回の構築処理を実施したときの環境と現状の環境との差である環境変動量が閾値を超えたタイミングである。初期起動タイミングや、環境変動量が閾値を超えたタイミングでは、Y, C, M, Kの全色についてそれぞれ、感光体周期用の現像変動パターンデータを構築する。また、スリーブ周期用の現像変動パターンデータも構築する。これに対し、交換検知タイミングでは、交換が検知された作像ユニットについてだけ、感光体周期用の現像変動パターンデータとスリーブ周期用の現像変動パターンデータとを構築する。このような構築が可能になるように、図7に示されるように、作像ユニット18Y, 18C, 18M, 18Kの交換をそれぞれ個別に検知するためのユニット着脱センサー17Y, 17C, 17M, 17Kが設けられている。

40

【0062】

なお、制御部110は、上記環境変動量としての環境の変動量として、環境たる絶対湿

50

度の変動量を用いる。そして、絶対湿度については、環境センサー 124 による温度の検知結果と、環境センサー 124 による相対湿度の検知結果とに基づいて算出する。前回の構築処理の際に、絶対湿度を算出して記憶しておく。そして、以降、環境センサー 124 による温湿度の検知結果に基づく絶対湿度の算出を定期的実施し、その値と、絶対湿度の記憶値との差（＝環境変動量）が所定の閾値を超えた場合に、新たな構築処理を実施する。

【0063】

初期起動タイミングにおける構築処理では、まず、Yベタトナー像からなるY第一テストトナー像を感光体20Y上に作像する。また、Cベタトナー像、Mベタトナー像、Kベタトナー像からなるC第一テストトナー像、M第一テストトナー像、K第一テストトナー像を、感光体20C、感光体20M、感光体20K上に作像する。そして、それらの第一テストトナー像を、図12に示されるように、中間転写ベルト10に一次転写する。同図において、Y第一テストトナー像YITは、感光体20Yの回転周期で発生する画像濃度ムラを検知するためのものである。ベルト移動方向において、感光体20Yの周長よりも大きな長さで形成される。同様に、C第一テストトナー像CIT、M第一テストトナー像MIT、K第一テストトナー像KITも、ベルト移動方向の長さが感光体20C、20M、20Kの周長よりも大きくなっている。

【0064】

なお、図12では、便宜上、4つの第一テストトナー像（YIT、CIT、MIT、KIT）をベルト幅方向に一直線上に並べて形成した例を示している。しかし、実際には、個々の第一テストトナー像のベルト上における形成位置は、ベルト移動方向において最大で感光体周長と同じ値ほどずれる場合がある。これは、例えば、各色についてそれぞれ、第一テストトナー像の先端位置と、感光体の周方向における基準位置（基準姿勢タイミングで現像領域に進入する感光体表面位置）とを一致させるように、第一テストトナー像の作像を開始するからである。つまり、各色の第一テストトナー像は、その先端を感光体の周方向における基準位置に一致させるように作像される。

【0065】

第一テストトナー像として、ベタトナー像に代えて、中間調トナー像を形成してもよい。例えばドット面積率が70[%]である中間調トナー像を形成してもよい。

【0066】

また、制御部110は、構築処理をプロセスコントロール処理とセットで行うようになっている。具体的には、構築処理を実施する直前でプロセスコントロール処理を実施して各色についてそれぞれ現像バイアス基準値を決定しておく。そして、プロセスコントロール処理の直後に実施する構築処理において、各色についてそれぞれ、プロセスコントロール処理で決定しておいた現像バイアス基準値の条件で第一テストトナー像を現像する。このため、理論的には、第一テストトナー像は目標トナー付着量になるように作像されるが、実際には現像ギャップ変動によって微妙な濃度ムラが出現してしまう。

【0067】

第一テストトナー像の作像を開始してから（静電潜像の書き込みを開始してから）、第一テストトナー像の先端を光学センサーユニット150の反射型フォトセンサーによる検知位置に進入させるまでのタイムラグは、各色毎に異なった値である。但し、同じ色であれば、経時的に一定の値である（以下、この値を書込 - 検知タイムラグという）。

【0068】

制御部110は、各色についてそれぞれ書込 - 検知タイムラグを不揮発性メモリーに予め記憶している。そして、各色についてそれぞれ、第一テストトナー像の作像を開始した後、書込 - 検知タイムラグが経過した時点から、反射型フォトセンサーからの出力のサンプリングを開始する。このサンプリングについては、感光体回転一周に渡って、所定の時間間隔毎に繰り返し行う。その時間間隔は、出力変化処理において用いる出力パターンデータにおける個々のデータを読み込む時間間隔と同じ値である。制御部110は、各色についてそれぞれ、サンプリングデータに基づいて、トナー付着量（画像濃度）と時間（

10

20

30

40

50

又は感光体表面位置)との関係を示す濃度ムラグラフを構築し、その濃度ムラグラフから、二つのベタ濃度ムラパターンを抽出する。一つ目は、感光体回転周期で発生しているベタ濃度ムラパターンである。また、二つ目は、現像スリーブ回転周期で発生しているベタ濃度ムラパターンである。

【0069】

制御部110は、各色についてそれぞれ、上述したサンプリングデータに基づいて、感光体回転周期で発生しているベタ濃度ムラパターンを抽出すると、トナー付着量平均値(画像濃度平均値)を算出する。このトナー付着量平均値は、感光体回転一周における現像ギャップの変動の平均値をほぼ反映した値になる。そこで、制御部110は、そのトナー付着量平均値を基準にして、感光体回転周期のベタ濃度ムラパターンを相殺するための感光体周期出力パターンデータを構築する。具体的には、ベタ濃度パターンに含まれる複数のトナー付着量データにそれぞれ個別に対応するバイアス出力差分を算出する。そのバイアス出力差分は、トナー付着量平均値を基準にするものである。トナー付着量平均値と同じ値のトナー付着量データに対応するバイアス出力差分については、ゼロとして算出する。

10

【0070】

また、トナー付着量平均値よりも大きいトナー付着量データに対応するバイアス出力差分については、そのトナー付着量とトナー付着量平均値との差分に応じたプラス極性の値として算出する。プラス極性のバイアス出力差分であるので、マイナス極性の現像バイアスを現像バイアス基準値よりも低い値(絶対値の小さい値)に変化させるデータである。

20

【0071】

また、トナー付着量平均値よりも小さいトナー付着量データに対応するバイアス出力差分については、そのトナー付着量とトナー付着量平均値との差分に応じたマイナス極性の値として算出する。マイナス極性のバイアス出力差分であるので、マイナス極性の現像バイアスを現像バイアス基準値よりも高い値(絶対値の大きい値)に変化させるデータである。

【0072】

このようにして、個々のトナー付着量データに対応するバイアス出力差分を求め、それらを順に並べたデータを出力パターンデータたる感光体周期出力パターンデータとして構築する。

30

【0073】

また、制御部110は、各色についてそれぞれ、上述したサンプリングデータに基づいて、現像スリーブ回転周期で発生しているベタ濃度ムラパターンを抽出すると、トナー付着量平均値(画像濃度平均値)を算出する。このトナー付着量平均値は、現像スリーブ回転一周における現像ギャップの変動の平均値をほぼ反映した値になる。そこで、制御部110は、そのトナー付着量平均値を基準にして、現像スリーブ回転周期の濃度ムラパターンを相殺するためのスリーブ周期出力パターンデータを構築する。その具体的なやり方については、感光体回転周期の濃度ムラパターンを相殺するための感光体周期出力パターンデータを構築する方法と同様である。

【0074】

40

図13は、第一テストトナー像のトナー付着量の周期変動と、スリーブ回転センサー出力と、感光体回転センサー出力との関係を示すグラフである。グラフの縦軸はトナー付着量 $[10^{-3} \text{ mg/cm}^2]$ を示しており、これは、光学センサーユニット150の反射型フォトセンサー151からの出力電圧を、所定の変換式に基づいてトナー付着量に換算した数値である。第一テストトナー像には、中間転写ベルト移動方向において周期的な濃度ムラが発生していることがわかる。

【0075】

スリーブ周期用の現像変動データを構築するにあたっては、まず、スリーブ周期とは異なる周期変動成分を除去するために、トナー付着量の経時変動のデータをスリーブ回転周期毎に切り出して平均化処理を行う。具体的には、第一テストトナー像の長さは、現像

50

スリーブ周長の十倍以上の値になっていることから、トナー付着量の経時変動のデータは、現像スリーブ十周期分以上に渡って取得される。そのデータに基づく変動波形を、スリーブ基準姿勢タイミングを先頭にしてスリーブ一周期分毎に切り出していく。これにより、十個分の切り出し波形を得たら、図14に示されるようにスリーブ基準姿勢タイミングを同期させる状態でそれら切り出し波形を重ねて平均化処理を行って平均波形を解析する。十個分の切り出し波形を平均化した平均波形は、図14において太線で示されている。個々の切り出し波形はスリーブ回転周期と異なる周期変動成分を含んで暴れているが、平均波形をその暴れが低減されている。なお、本複写機では、十個分の切り出し波形で平均化処理を行っているが、スリーブ回転周期の変動成分が抽出できれば、他の方法を採用してもよい。

10

【0076】

本複写機では、感光体周期用の現像変動データについても、スリーブ周期用のものと同様に、感光体一回転周期で切り出した切り出し波形によって平均化処理を行い、その結果に基づいて構築している。平均波形に基づく現像変動データの構築については、次のようなアルゴリズムを用いてトナー付着量を現像バイアス変動量に変換することで実現することが可能である。即ち、例えば図15に示されるように、トナー付着量の検出波形に対して逆位相となる変動制御波形を与える現像バイアス変動を発生させることができるアルゴリズムである。

【0077】

以上のように、各色についてそれぞれ、構築処理において構築した感光体周期出力パターンデータ、及びスリーブ周期出力パターンデータを用いて、出力変化処理において現像バイアス V_b の現像電源(11Y, 11C, 11M, 11K)から出力を変化させる。具体的には、図16に示されるように、感光体周期用の現像変動パターンデータによる現像バイアス変動波形と、スリーブ周期用の現像変動パターンデータによる現像バイアス変動波形とを重畳した重畳波形に従って現像バイアスを周期変動させる。これにより、感光体回転周期で発生するベタ画像濃度ムラや、現像スリーブ回転周期で発生するベタ画像濃度ムラの発生を抑えることができる。

20

【0078】

ベタ部と中間調部とが混在する画像において、ベタ部の画像濃度は現像バイアス V_b と静電潜像の電位である潜像電位 V_l との差である現像ポテンシャルに大きな影響を受ける。これに対し、中間調部の画像濃度は現像ポテンシャルよりも、感光体の地肌部電位 V_d と現像バイアス V_b との差である地肌ポテンシャルに大きな影響を受けることがある。これは次に説明する理由による。即ち、ベタ部では、全てのドットが隣接するドットに周縁部を重ね合わせている。つまり、孤立ドットが存在しない。これに対し、中間調部では、孤立ドットが存在していたり、少数のドットの集合からなる少数ドット群が存在していたりする。それら孤立ドットや少数ドット群は、ベタ部よりもエッジ効果の影響を大きく受けることにより、ベタ部と同じ地肌ポテンシャルの条件下では、ベタ部よりも中間調部の方が感光体上の付着力が強く、ギャップ変動の影響を受けにくい。さらに、ベタ部よりも単位面積あたりのトナー付着量が多くなっており、ベタ時のトナー付着量変動量と比較すると、中間調部でのギャップ変動によるトナー付着量変動量は小さくなる。ベタトナー像からなる第一テストトナー像の濃度ムラパターンに基づいて構築した重畳出力パターンで現像バイアス V_b を変化させると、ベタ部については画像濃度ムラを抑えることができる代わりに、中間調部では過補正になる。そして、その過補正により、画像濃度ムラを中間調部に発生させてしまう。

30

40

【0079】

エッジ効果は、地肌ポテンシャルの影響を大きく受けることから、地肌ポテンシャルを調整することで、前述の過補正を修正することが可能である。地肌ポテンシャルを変化させるには、帯電バイアスの変化によって地肌部電位 V_d を変化させればよい。このように地肌部電位 V_d を変化させても、現像ポテンシャルについては、概ね一定に維持することが可能である。例えば、通常の地肌部電位 $V_d = -1100 [V]$ 、現像バイアス $V_b =$

50

- 700 [V]、潜像電位 $V_l = -50$ [V] という条件で、必要に応じて地肌部電位 V_d を -1000 [V] や、-1200 [V] に変化させたとする。このように変化させても、潜像書込強度を、-50 [V] 程度の飽和露光電位が得られる値に設定していれば、地肌部電位 V_d にかかわらず、潜像電位 V_l を概ね -50 [V] に維持することが可能である。このため、地肌部電位 V_d の変化によって地肌ポテンシャルを変化させても、現像ポテンシャル V_b については一定に維持することが可能なので、ベタ部の画像濃度に影響を与えることはない。

【0080】

そこで、制御部 110 は、上述した構築処理において、Y, C, M, K のそれぞれについて、感光体周期用の現像変動パターンや、スリーブ周期用の現像変動パターンに加えて、感光体周期用の帯電変動パターンや、スリーブ周期用の帯電変動パターンを構築する。具体的には、現像変動パターンを構築したら、Y 中間調トナー像からなる Y 第二テストトナー像を感光体 20Y 上に作像する。また、C 中間調トナー像, M 中間調トナー像, K 中間調トナー像からなる C 第二テストトナー像, M 第二テストトナー像, K 第二テストトナー像を、感光体 20C, 感光体 20M, 感光体 20K 上に作像する。それらの第二テストトナー像を作像する際、現像バイアス V_b を現像バイアス基準値、感光体周期用の現像変動パターン、感光体基準姿勢タイミング、スリーブ周期用の現像変動パターン、及びスリーブ基準姿勢タイミングに基づいて変化させる。この条件では、ベタ部における感光体回転周期やスリーブ回転周期の画像濃度ムラは抑えられるが、前述した 4 つの第二テストトナー像は中間調トナー像からなるので、現像バイアス V_b の過補正によって画像濃度ムラが発生する。制御部 110 は、その画像濃度ムラを検知するべく、光学センサーユニット 150 の 4 つの反射型フォトセンサーからの出力のサンプリングを所定の時間間隔で感光体一周期以上の時間において行う。

【0081】

その後、制御部 110 は、各色についてそれぞれ得たサンプリングデータに基づいて、感光体回転周期で発生している濃度ムラパターンを抽出する。そして、その濃度ムラパターンに基づいて第二テストトナー像のトナー付着量平均値（画像濃度平均値）を算出する。その後、中間調部について、前述のトナー付着量平均値を基準にして、感光体回転周期の濃度ムラパターンを相殺するための帯電バイアスの感光体周期用の出力変化パターンである帯電変動パターンデータを構築する。具体的には、濃度ムラパターンに含まれる複数のトナー付着量データにそれぞれ個別に対応するバイアス出力差分を算出する。そのバイアス出力差分は、トナー付着量平均値を基準にするものである。トナー付着量平均値と同じ値のトナー付着量データに対応するバイアス出力差分については、ゼロとして算出する。また、トナー付着量平均値よりも大きいトナー付着量データに対応するバイアス出力差分については、そのトナー付着量とトナー付着量平均値との差分に応じたプラス極性の値として算出する。プラス極性のバイアス出力差分であるので、マイナス極性の現像バイアスを現像バイアス基準値よりも低い値（絶対値の小さい値）に変化させるデータである。また、トナー付着量平均値よりも小さいトナー付着量データに対応するバイアス出力差分については、そのトナー付着量とトナー付着量平均値との差分に応じたマイナス極性の値として算出する。マイナス極性のバイアス出力差分であるので、マイナス極性の現像バイアスを現像バイアス基準値よりも高い値（絶対値の大きい値）に変化させるデータである。

【0082】

このようにして、個々のトナー付着量データに対応するバイアス出力差分を求め、それらを順に並べたデータを感光体周期用の帯電変動パターンデータとして構築する。

【0083】

次に、制御部 110 は、各色についてそれぞれ、上述したサンプリングデータに基づいて、現像スリーブ回転周期で発生している濃度ムラパターンを抽出した後、トナー付着量平均値（画像濃度平均値）を算出する。そして、そのトナー付着量平均値を基準にして、現像スリーブ回転周期の濃度ムラパターンを相殺するための帯電バイアス用のスリーブ周

期出力パターンデータであるスリープ周期用の帯電変動パターンデータを構築する。その具体的なやり方については、感光体周期用の帯電変動パターンデータを構築する方法と同様である。

【0084】

以上のようにして、帯電変動パターンデータを構築したら、感光体周期用の帯電変動パターンデータに含まれる個々のデータの順番をそれぞれ所定の番号分だけずらす。具体的には、感光体周期用の現像変動パターンデータにおける先頭データは、感光体の周面における全域のうち、感光体が基準の回転姿勢になったときに現像領域に進入する箇所に対応するものである。その箇所は、現像領域で帯電せしめられるのではなく、帯電ローラ（71Y, C, M, K）と感光体（20Y, C, M, K）との当接領域で帯電せしめられる。当接領域から現像領域に移動するまでにはタイムラグがあることから、そのタイムラグに相当する番号分だけ個々のデータの位置をずらすのである。例えば、250のデータからなるパターンデータである場合に、1番目から230番目までのデータの位置をそれぞれ20番ずつ後にずらすとともに、231番目から250番目までのデータを1番目から20番目のデータにする。スリープ周期用の帯電変動パターンデータも同様にして、各種のデータの位置を所定の番号分だけずらす。

10

【0085】

ユーザーの命令に基づく画像を形成する際には、各色についてそれぞれ、構築処理で構築した感光体周期用の現像変動パターンデータやスリープ周期用の現像変動パターンデータに基づいて、現像電源からの現像バイアスVbの出力を変化させる。具体的には、感光体周期用の現像変動パターンデータと、感光体基準姿勢タイミングと、スリープ周期用の現像変動パターンデータと、スリープ基準姿勢タイミングとに基づいて重畳出力パターンデータ（重畳波形を再現するデータ）を構築する。そして、その重畳出力パターンデータと現像バイアス基準値とに基づいて、現像バイアスVbの出力値を変化させる。これにより、感光体回転周期やスリープ回転周期で発生するベタ部の画像濃度ムラを抑えることができる。

20

【0086】

以上のようにして、現像バイアスを変動させることと並行して、構築処理で構築した感光体周期用の帯電パターンデータやスリープ周期用の帯電変動パターンデータに基づいて、帯電電源からの帯電バイアスの出力を変化させる。具体的には、感光体周期用の帯電変動パターンデータと、感光体基準姿勢タイミングと、スリープ周期用の帯電変動パターンデータと、スリープ基準姿勢タイミングとに基づいて重畳出力パターンデータを構築する。そして、その重畳出力パターンデータと、プロセスコントロール処理で決定しておいた基準値たる帯電バイアス基準値とに基づいて、帯電電源からの帯電バイアスの出力を変化させる。これにより、現像バイアスVbの過補正に起因して、感光体回転周期やスリープ回転周期で発生する中間調部の画像濃度ムラを抑えることができる。

30

【0087】

図17は、スリープ回転周期で切り出した切り出し波形の平均波形や、これを再現用に変換した再現波形におけるトナー付着変動量の経時変化を示すグラフである。同図において、平均波形は、スリープ周期用の現像変動パターンデータを構築するために、濃度ムラパターンデータからスリープ回転周期で切り出した十個の切り出し波形を平均化したものである。この平均波形については、スリープ回転周期の20倍の周期で変動する正弦波を複数重ね合わせることでほぼ完全に再現することが可能である。しかし、現像バイアスの変動に伴う画像濃度変動は、バイアス変動周波数が高くなると追従性が悪くなる。

40

【0088】

その理由について説明する。感光体上の静電潜像の現像は、静電潜像が図6に示される現像領域長さLの範囲内に存在するときに行われる。静電潜像が現像領域に進入してから現像領域を抜け出るまでの時間内において、現像バイアスの出力値を微妙に変化させても、その変化に追従させて静電潜像の画像濃度を微妙に変化させることは非常に困難である。前記時間内の平均的なバイアス値が静電潜像の画像濃度に大きく影響し、瞬時のバイア

50

ス変化は画像濃度にそれほど影響しないからである。この現象を避けるために現像領域長さ L を小さくし過ぎると、必要な現像能力が得られなくなることから、現像バイアスの変動によって抑えることが可能な画像濃度の周期変動成分の周波数には上限がある。

【0089】

このような理由から、本複写機では、スリーブ回転周期の3倍の周波数を、抽出する周期変動成分の周波数の上限にしている。即ち、スリーブ回転周期の3倍の周期で変動する正弦波を複数重ね合わせることで平均波形を再現するようになっている。図16に示される再現波形は、そのような再現によって得られたものである。制御部110は、この再現波形に基づいて、感光体周期用の現像変動パターンデータや、スリーブ周期用の現像変動パターンデータを構築する。

10

【0090】

構築方法の具体的手順は、次の通りである。まず、制御部110は、平均波形に対して周波数解析を行う。周波数解析については、フーリエ変換(FFT)によって行ってもよいし、直交検波によって行ってもよい。本複写機では、直交検波によって行うようになっている。

【0091】

図14に示される平均波形は、次式で示されるように、スリーブ回転周期の整数倍の周波数で周期変動する正弦波の重ね合わせによって表現される。なお、次式において、 x は、前記正弦波の変動周波数の上限値である。

$$f(t) = A_1 \times \sin(\omega_1 t + \phi_1) + A_2 \times \sin(2 \times \omega_1 t + \phi_2) + A_3 \times \sin(3 \times \omega_1 t + \phi_3) + \dots + A_x \times \sin(x \times \omega_1 t + \phi_x) \quad 20$$

【0092】

この式は、次の式に変化することが可能である。

$$f(t) = \sum_{i=1}^x A_i \times \sin(i \times \omega_1 t + \phi_i)$$

：但し、 $i = 1 \sim x$ の自然数

【0093】

なお、各記号で示されるパラメータは次の通りである。

- ・ $f(t)$: トナー付着変動量の切り出し波形の平均波形 [$10^{-3} \text{ mg} / \text{cm}^2$]
- ・ A_i : 正弦波の振幅 [$10^{-3} \text{ mg} / \text{cm}^2$]
- ・ ω_1 : スリーブ又は感光体の角速度 [rad / s]
- ・ ϕ_i : 正弦波の位相 [rad]
- ・ t : 時間 [s]

30

【0094】

本複写機では、直交検波にて A_i および ϕ_i を算出して、周波数毎の濃度ムラ成分を算出する。そして、スリーブ周期用の現像変動パターンデータを構築するための再現波形や、感光体周期用の現像変動パターンデータを構築するための再現波形を、次式に基づいて構築する。

$$f_{1/2}(t) = \sum_{i=1}^3 A_i \times \sin(i \times \omega_1 t + \phi_i)$$

：但し $i = 1 \sim 3$

$i = 1$ は、スリーブ又は感光体の一回転周期である。

40

【0095】

現像変動パターンデータの構築について説明したが、帯電変動パターンデータについても、同様にして構築する。なお、感光体の回転周期で発生する画像濃度ムラの発生を抑えるための現像変動パターンデータや帯電変動パターンデータを構築する際には、次のようにして基準姿勢タイミングを考慮して、画像濃度ムラのパターンを解析する。即ち、第一テストトナー像や第二テストトナー像を作像する際の感光体の基準姿勢タイミングと、テストトナー像のトナー付着量を検知する際の感光体の基準姿勢タイミングとを考慮する。また、現像スリーブの回転周期で発生する画像濃度ムラの発生を抑えるための現像変動パターンデータや帯電変動パターンデータを構築する際には、次のようにして基準姿勢タイミングを考慮して、画像濃度ムラのパターンを解析する。即ち、第一テストトナー像や第

50

二テストトナー像を作像する際の現像スリーブの基準姿勢タイミングと、テストトナー像のトナー付着量を検知する際の現像スリーブの基準姿勢タイミングとを考慮する。

【0096】

図18は、出力画像の画像濃度における目標画像濃度からのずれ量である画像濃度ずれ量と、入力画像濃度(=目標画像濃度)との関係を示すグラフである。図中実線で示されるように、上述した出力変化処理を実施しない場合、即ち、現像バイアス及び帯電バイアスのそれぞれとして一定の値のものを出力し続けた場合には、入力画像濃度が高くなるほど、画像濃度ずれ量が大きくなる。つまり、出力変化処理を実施しない場合における画像濃度ムラは、低画像濃度部よりも高画像濃度部で顕著に発生する。

【0097】

図中の実線グラフ(出力変化処理を不実施)の特性に応じた現像変動パターンデータを構築し、この現像変動パターンデータに基づいて現像バイアスを周期変動させ、且つ、帯電バイアスやLDパワーについては周期変動させずに一定値を採用するとする。このような条件でプリントした画像においては、画像濃度ずれ量の特性が図中の破線グラフ(現像バイアスだけを変化)で示されるような特性になる。つまり、中画像濃度の画像や、高画像濃度の画像では、大きな画像濃度ずれが発生しない一方で、低画像濃度の画像では大きな画像濃度ずれが発生してしまう特性である。

【0098】

そこで、既に説明したように、構築処理において、次のようにして帯電変動パターンデータを構築するのである。即ち、現像変動パターンデータに基づいて現像バイアスを周期変動させ、且つ帯電バイアスやLDパワーについては周期変動させずに一定値にした条件で中間調トナー像からなる第二テストトナー像を形成する。そして、この第二テストトナー像の濃度ムラパターンを検知した結果に基づいて、帯電変動パターンを構築するのである。現像変動パターンデータに基づいて現像バイアスを周期変動させつつ、前述のようにして構築した帯電変動パターンに基づいて帯電バイアスを周期変動させることで、画像濃度ずれ量を次のような特性にすることができる。即ち、図中の点線グラフ(現像バイアス及び帯電バイアスを変化)で示される特性である。つまり、入力画像濃度にかかわらず、画像濃度ずれ量を小さな値に留めることができるようになる。

【0099】

なお、制御部110は、現像変動パターンデータとして、ベタ濃度ムラについての上記正弦波の振幅 A_i に基づいて算出した振幅 V_{b_i} を代入した $V_{b_i} \times \sin(i \times t + \theta_i)$ という式にしたものを不揮発性メモリに記憶している。以下、この式を現像変動パターン式という。プリントジョブ時には、この現像変動パターン式に基づいて、 $i = 1 \sim x$ の各現像バイアス V_{b_i} を算出する。そして、それらの算出結果をプロセスコントロール処理で求めておいた現像バイアス V_b の基準値で正規化したデータ群(基準値からの補正量のデータの集まり)を構築する。そして、そのデータ群(以下、現像変動パターンデータの正規化データ群という)に基づいて、現像バイアス V_b を周期変動させる。また、帯電変動パターンデータとしては、中間調濃度ムラについての上記正弦波の振幅 A_i に基づいて算出した振幅 V_{c_i} を代入した $V_{c_i} \times \sin(i \times t + \theta_i)$ という式にしたものを不揮発性メモリに記憶している。以下、この式を帯電変動パターン式という。プリントジョブ時には、この帯電変動パターン式に基づいて、 $i = 1 \sim x$ の各帯電バイアス V_{c_i} を算出する。そして、それらの算出結果をプロセスコントロール処理で求めておいた帯電バイアス V_c の基準値で正規化したデータ群を構築する。そして、そのデータ群(以下、帯電変動パターンデータの正規化データ群という)に基づいて、帯電バイアス V_b を周期変動させる。プリントジョブ時に、現像変動パターン式や帯電変動パターン式から正規化データ群を構築するのは、そのプリントジョブ時の線速に応じたデータにするためである。

【0100】

同じ個体の複写機であっても、作像ユニット(18Y~K)が交換されたり、前回の構築処理を実施してからの環境変動量が閾値を超えたりすると、図中の実線グラフ(出力変

10

20

30

40

50

化処理を不実施)の特性が図中矢印のように変動する。このように変動したにもかかわらず、新たに構築処理を実施することなく、それまでの現像変動パターンデータや帯電変動パターンデータに基づいて出力変化処理を実施すると、出力画像の画像濃度ずれ量の特性が図中矢印に示されるように変動する。これにより、許容範囲を超える画像濃度ずれを引き起こすおそれがある。そこで、既に説明したように、作像ユニット(18Y~K)が交換されたり、環境変動量が閾値を超えたりした場合に、新たに構築処理を実施するように、制御部110を構成しているのである。

【0101】

次に、本複写機の特徴的な構成について説明する。

本発明者らが行った実験では、出力変化処理で帯電変動パターンデータに基づいて帯電バイアスの出力を周期変動させても、画像に周期的な濃度変動を引き起こしてしまうことがあった。以下、その周期的な濃度変動を残留周期変動という。

【0102】

本発明者らは、この残留周期変動について鋭意研究を行った結果、残留周期変動は、帯電変動パターンデータに基づいて帯電バイアスを周期変動させることに起因していることが解った。

【0103】

図19は、感光体の全域のうち、帯電装置で一様に帯電させたままの地肌部の電位や、地肌部に対する光書込を実施した静電潜像の電位と、光書込の際におけるLDパワー[%]との関係を示すグラフである。同図において、LDパワー=0[%]に対応する感光体表面電位が地肌部の電位であり、LDパワー>0[%]に対応する感光体表面電位が静電潜像の電位である。地肌部に対して光書込が行われると、そのLDパワーに応じて感光体表面電位が減衰して減衰した感光体領域が静電潜像になる。そのときの光減衰特性は、図示のように、感光体の地肌部の電位(LDパワー=0%に対応する値)に応じて変化する。一方で、現像バイアスを変動させても、感光体の地肌部の電位を変動させることはない。このため、現像変動パターンデータに基づいて現像バイアスを周期変動させても、その周期変動によって感光体の地肌部の電位に影響を及ぼすことはない。

【0104】

ところが、帯電変動パターンデータに基づいて帯電バイアスを周期変動させると、それに応じて感光体の地肌部の電位を周期変動させることになり、この周期変動に応じて、感光体の静電潜像の電位を周期変動させてしまう。そして、このように静電潜像の電位を周期変動させることによって生ずる周期的な画像濃度ムラが、帯電バイアス周期変動に起因する残留周期変動である。

【0105】

図18において、現像バイアスや帯電バイアスを周期変動させない場合における画像濃度ずれ量と入力画像濃度との関係を示す実線グラフの変動幅(矢印の幅)の大きさに応じて、残留周期変動の幅(矢印の幅)が変化する。この残留周期変動の幅がある程度大きくなると、濃度ムラとして視認されてしまう。この残留周期変動の幅をある程度の大きさに留めるために、後述するLDパワー Ld_i' を求める式において、帯電バイアス V_{c_i} が閾値電圧 $V_{m_{ax}}$ を超える場合だけ、元のLDパワー Ld_i に対して次の値を加算している。即ち、閾値電圧 $V_{m_{ax}}$ と帯電バイアス V_{c_i} との差分に応じた値である。その内容については、後に詳述する。

【0106】

制御部110は、上述した構築処理にて、現像変動パターンデータ及び帯電変動パターンデータを構築したら、次のようにして、書込光量を変化させて画像濃度の残留周期変動を抑えるための書込変動パターンデータを構築する。即ち、まず、現像変動パターンデータに基づいて現像バイアスを周期変動させつつ、帯電変動パターンデータに基づいて帯電バイアスを周期変動させながら、中間調トナー像からなる第三テストトナー像を作像する。そして、この第三テストトナー像のトナー付着量を検知した結果に基づいて、残留周期変動を抑えるようにLDパワーを周期変動させるための書込変動パターンデータを構築す

10

20

30

40

50

る。制御部 110 は、書込変動パターンデータとして、中間調濃度ムラについての上記正弦波の振幅 A_i に基づいて算出した振幅 $L d_i'$ を代入した $L d_i' \times \sin(i \times t + \phi_i)$ という式にしたものを不揮発性メモリに記憶している。以下、この式を書込変動パターン式という。プリントジョブ時には、この書込変動パターン式に基づいて、 $i = 1 \sim x$ の各 LD パワー $L d_i'$ を算出する。そして、それらの算出結果を所定の基準値で正規化したデータ群を構築する。そして、そのデータ群（以下、書込変動パターンデータの正規化データ群という）に基づいて、LD パワーを周期変動させる。つまり、出力変化処理においては、現像変動パターンデータに基づいて現像バイアスを周期変動させつつ、帯電変動パターンデータに基づいて帯電バイアスを周期変動させることに加えて、書込変動パターンデータに基づいて LD パワーを周期変動させる。本発明者らが行った実験によれば、このように LD パワーを周期変動させることで、残留変動を抑え得ることができた。

【0107】

構築処理における書込変動パターンの構築の具体的な方法は次の通りである。即ち、まず、先行して構築しておいた現像変動パターン式に基づいて構築した正規化データ群に従って現像バイアス V_b を周期変動させる。加えて、先行して構築しておいた帯電変動パターン式に基づいて構築した正規化データ群に従って帯電バイアス V_c を周期変動させる。このようにして現像バイアス V_b 及び帯電バイアス V_c を周期変動させながら、中間調トナー像からなる第三テストトナー像を形成する。そして、その第三テストトナー像の濃度ムラ（残留周期変動）を検知した結果に対して周波数解析を行うことで、同結果から、感光体回転周期で発生している画像ムラパターンと、スリーブ回転周期で発生している濃度ムラパターンとを抽出する。そして、それぞれの濃度ムラパターンについて、各データを所定の変換アルゴリズムに代入して、感光体回転周期用の仮書込変動パターンデータと、スリーブ回転周期用の仮書込変動パターンデータとを構築する。その変換アルゴリズムは、所定の帯電バイアス及び所定の LD パワーを用いる条件で行われた実験に基づいて、濃度ムラパターンに含まれる複数の画像濃度データのそれぞれを所望の画像濃度が得られる LD パワーのデータに変換するものである。濃度ムラパターンに含まれる複数の画像濃度のそれぞれを変換アルゴリズムに基づいて LD パワーのデータに変換することで、複数の LD パワーのデータからなる仮書込変動パターンデータを構築することができる。その仮書込変動パターンデータは、中間調濃度ムラについての上記正弦波の振幅 A_i に基づいて算出した振幅 $L d_i$ を代入した $L d_i \times \sin(i \times t + \phi_i)$ という式にしたものである。

【0108】

この仮書込変動パターン式によって求められる各 LD パワー $L d_i$ を所定の基準値で正規化したデータ群に基づいて LD パワーを周期変動させれば、残留周期変動をある程度まで低減することが可能である。しかし、それでも残留周期変動を効率良く除去することはできない。これは、上述した変換アルゴリズムを構築するための実験で採用された帯電バイアスと、プリント時に採用される帯電バイアスとが異なることに起因する。以下、前者の帯電バイアスを基準帯電バイアスという。基準帯電バイアスで感光体を帯電させる条件で画像濃度と LD パワーとの関係を調べた実験に基づいて上述した変換アルゴリズムを構築しているが、実際のプリント時には、周期変動させる帯電バイアスを殆どの期間で基準帯電バイアスとは異なる値にする。帯電バイアスと基準帯電バイアスとの差が大きくなると、差に起因する濃度ムラが目立ってくる（残留周期変動を除去し切れない）ので、その差を大きくしないために、帯電バイアスの値を補正することが望ましい。

【0109】

そこで、制御部 110 は、感光体周期用の仮書込変動パターン式によって求められる各 LD パワー $L d_i$ を所定の基準値で正規化してデータ群（以下、LD パワー仮データ群という）を構築する。また、帯電変動パターン式に基づいて帯電変動パターンの正規化データ群を構築する。スリーブ周期についても同様にして、LD パワー仮データ群と、帯電変動パターンの正規化データ群とを構築する。そして、それぞれの LD パワー仮データ群の LD パワー $L d_i$ を、次の補正式によって補正する。

10

20

30

40

50

- ・帯電バイアス V_{c_i} が所定の閾値電圧 $V_{m_{a_x}}$ よりも大きい場合

$$L_{d_i}' = L_{d_i} (1 + (V_{c_i} - V_{m_{a_x}}))$$

L_{d_i} は LD パワー、 L_{d_i}' は補正後の LD パワー、 α_i は L_{d_i}' の大きさを調整するための係数、 i は 1 ~ x

- ・帯電バイアス V_{c_i} が閾値電圧 $V_{m_{a_x}}$ 以下である場合

$$L_{d_i}' = L_{d_i}$$

【0110】

これにより、仮書込変動パターンデータに含まれる各 LD パワー（振幅） L_{d_i} のうち、対応する帯電バイアス（振幅） V_{c_i} が閾値電圧（振幅） $V_{m_{a_x}}$ よりも大きいものだけが、補正前よりも大きな値に補正される。このようにして、各 LD パワーのデータを必要に応じて補正した結果の集合からなるデータ群を構築する。そして、そのデータ群に基づいて、変動パターンデータとして、 $L_{d_i}' \times \sin(i \times t + \theta_i)$ という書込変動パターン式を構築して不揮発性メモリに記憶する。仮書込変動パターンデータを帯電変動パターンデータに基づいて補正することで、補正しない場合に比べて、残留周期変動をより低減することができる。プリントジョブ時には、書込変動パターン式に基づいて、 $i = 1 \sim x$ の各 LD パワー L_{d_i} を算出する。そして、それらの算出結果を所定の基準値で正規化したデータ群を構築する。そして、そのデータ群（以下、書込変動パターンデータの正規化データ群という）に基づいて、LD パワー L_{d_i} を周期変動させる。なお、感光体の光減衰特性によっては、対応する帯電バイアス V_{c_i} が閾値電圧 $V_{m_{a_x}}$ を超える LD パワー L_{d_i} だけを補正することに代えて、対応する帯電バイアス V_{c_i} が閾値電圧 $V_{m_{a_x}}$ 未満である LD パワー L_{d_i} だけを補正するようにしてもよい。

【0111】

図 20 は、制御部 110 によって実施される構築処理の処理フローを示すフローチャートである。制御部 110 は、構築処理を開始すると、まず、ベタトナー像からなる第一テストトナー像を形成した後（ステップ 1：以下、ステップを S と記す）、第一テストトナー像の濃度ムラパターンを検知する（S2）。そして、その濃度ムラパターンを相殺し得る画像濃度ムラパターンを発生させるための現像変動パターンデータを構築する（S3）。次に、構築したばかりの現像変動パターンデータに基づいて現像バイアスを周期変動させながら、中間調トナー像からなる第二テストトナー像を形成した後（S4）、第二テストトナー像の濃度ムラパターンを検知する（S5）。そして、その濃度ムラパターンを相殺し得る画像濃度ムラパターンを発生させるための帯電変動パターンデータを構築する（S6）。次に、現像変動パターンデータ（正規化データ群）に基づいて現像バイアスを周期変動させつつ、帯電変動パターンデータ（正規化データ群）に基づいて帯電バイアスを周期変動させる。この条件で、中間調トナー像からなる第三テストトナー像を形成する（S7）。そして、第三テストトナー像の濃度ムラパターン（残留周期変動）を検知する（S8）。次いで、その濃度ムラパターン、上記変換アルゴリズム、及び帯電変動パターンデータに基づいて、書込変動パターンデータを構築する（S9）。具体的には、濃度ムラパターンの各画像濃度のデータを変換アルゴリズムで変換して仮書込変動パターンデータを構築した後、仮書込変動パターンデータの各 LD パワーのデータを上述した規則に従って補正して書込変動パターンデータを構築する。その後、データ記憶手段（例えば不揮発メモリ）に記憶してあった古い現像変動パターンデータ、帯電変動パターンデータ、及び書込変動パターンデータのそれぞれを、構築したばかりの新しいものに更新する（S10）。以上の構築処理を、Y、C、M、K のそれぞれについて個別に実施する。

【0112】

ユーザーの命令に基づく画像を形成する際には、感光体周期用の書込変動パターンデータと、スリーブ周期用の書込変動パターンデータと、感光体基準姿勢タイミングと、スリーブ基準姿勢タイミングとに基づいて、次のような重畳変動パターンデータを構築する。即ち、感光体回転周期の潜像変動波形（書込光量変動波形）と、スリーブ回転周期の潜像変動波形とを重畳した重畳変動波形を発生させる重畳変動パターンデータである。そして、その重畳変動パターンデータを制御部 110 から書込制御部 125 に逐次送信する。書

10

20

30

40

50

込制御部 125 は、重畳変動パターンデータに基づいて書込光量を周期変動させる。このような処理を Y, C, M, K のそれぞれについて個別に行う。

【0113】

かかる構成では、現像バイアスや帯電バイアスを周期変動させてもなお残ってしまう残留周期変動を有効に抑えることができる。

【0114】

なお、現像バイアスを大きく周期変動させるほど、それに起因して中間調トナー像の画像濃度変動を大きくするので、現像変動パターンデータはある程度の精度で帯電変動パターンデータに相関する。つまり、現像変動パターンデータは、帯電変動パターンデータに対する相関パターンデータである。よって、仮書込変動パターンデータを帯電変動パターンデータに基づいて補正することに代えて、現像変動パターンデータに基づいて補正して、書込変動パターンデータを構築してもよい。

【0115】

次に、実施形態に係る複写機の一部の構成を他の構成に変形した変形例について説明する。なお、以下に特筆しない限り、以下に説明する各変形例に係る複写機の構成は、実施形態と同様である。

[第一変形例]

構築処理においては、ベタトナー像からなる第一テストトナー像の画像濃度ムラパターンの振幅が大きくなるほど、現像変動パターンデータとして振幅の大きなものが構築される。そして、現像変動パターンデータの振幅が大きくなるほど、中間調トナー像からなる第二テストトナー像の画像濃度ムラパターンの振幅が大きくなることから、帯電変動パターンデータとして振幅の大きなものが構築される。よって、第一テストトナー像の画像濃度ムラパターンや、第二テストトナー像の画像濃度ムラパターンは、帯電変動パターンデータと一定の相関関係にある相関パターンデータである（但し、位相が帯電変動パターンとは逆になる）

【0116】

そこで、第一変形例に係る複写機の制御部 110 は、仮書込変動パターンデータを帯電変動パターンデータで補正することに代えて、第二テストトナー像の画像濃度ムラパターンに基づいて補正する。具体的には、まず、第三テストトナー像の画像濃度ムラパターンを検知した結果に基づいて、感光体周期用の仮書込変動パターン式と、スリーブ周期用の仮書込変動パターン式とを構築する。次いで、第二テストトナー像の画像濃度ムラパターンから、感光体周期の濃度ムラパターンと、スリーブ周期の濃度ムラパターンとを周波数解析によって抽出する。そして、抽出したそれぞれを振幅はそのままにして逆位相のもの（以下、逆位相変換濃度ムラパターンという）に変換する。その後、感光体周期用の仮書込変動パターン式に基づいて算出される各 LD パワー（振幅） $L d_i$ のそれぞれを、感光体周期の逆位相変換濃度ムラパターンの式に基づいて算出される画像濃度（振幅） C_i のそれぞれに基づいて、次のように補正する。

・画像濃度 C_i が所定の閾値濃度 C_{max} よりも大きい場合

$$L d_i' = L d_i (1 + (C_i - C_{max}))$$

$L d_i$ は LD パワー、 $L d_i'$ は補正後の LD パワー、 A_i は A_i の大きさを調整するための係数、 i は 1 ~ x

・画像濃度 C_i が閾値濃度 C_{max} 以下である場合

$$L d_i' = L d_i$$

【0117】

これにより、仮書込変動パターンデータに含まれる各 LD パワー（振幅） $L d_i$ のうち、対応する画像濃度（振幅） C_i が閾値濃度（振幅） C_{max} よりも大きいものだけが、補正前よりも大きな値に補正される。このようにして、各 LD パワーのデータを必要に応じて補正した結果の集合からなる書込変動パターンデータを構築する。仮書込変動パターンデータを第二テストトナー像の濃度ムラパターンに基づいて補正することで、補正しない場合に比べて、残留周期変動をより低減することができる。なお、感光体の光減衰特性

によっては、対応する画像濃度（振幅） C_i が閾値濃度（振幅） C_{max} を超えるLDパワー（振幅） Ld_i だけを補正することに代えて、対応する画像濃度（振幅） C_i が閾値濃度（振幅） C_{max} 未満であるLDパワー（振幅） Ld_i だけを補正するようにしてもよい。

【0118】

図21は、第一変形例に係る複写機の制御部110によって実施される構築処理の処理フローを示すフローチャートである。同図におけるS1～S8、S10の工程については、図20におけるS1～S8、S10の工程と同様である。第一変形例に係る複写機の制御部110は、S9の工程において、まず、第三テストトナー像の濃度ムラパターンに基づいて、仮書込変動パターンデータを構築する。次いで、第二テストトナー像の濃度ムラパターンを逆位相変換濃度ムラパターンに変換する。その後、仮書込変動パターンデータの各LDパワーを上述した規則に従って補正して、書込変動パターンデータを構築する。

【0119】

なお、第二テストトナー像の濃度ムラパターンに基づく補正によって書込変動パターンデータを構築することに代えて、第一テストトナー像の濃度ムラパターンに基づく補正によって書込変動パターンデータを構築してもよい。

【0120】

[第二変形例]

仮書込変動パターンデータを帯電変動パターンデータ等に基づいて補正することに代えて、第三テストトナー像の濃度ムラパターンを帯電変動パターンデータ等に基づいて補正することによっても、適切な書込変動パターンデータを構築することが可能である。

【0121】

そこで、第二変形例に係る複写機では、仮書込変動パターンデータを帯電変動パターンデータに基づいて補正することに代えて、第三テストトナー像の濃度ムラパターン検出結果の振幅を帯電変動パターンデータに基づいて補正する。このような補正によって書込変動パターンデータを構築する。具体的には、まず、第三テストトナー像の濃度ムラパターンから、感光体周期の濃度ムラパターンと、スリーブ周期の濃度ムラパターンとを周波数解析によって抽出する。また、第二テストトナー像の濃度ムラパターンから、感光体周期の濃度ムラパターンと、スリーブ周期の濃度ムラパターンとを周波数解析によって抽出する。次に、第三テストトナー像における感光体周期の濃度ムラパターンに含まれる各画像濃度（周期成分の振幅） C_{3i} を、第二テストトナー像における感光体周期の濃度ムラパターンに含まれる各画像濃度（周期成分の振幅）に基づいて次のように補正する。

・画像濃度（振幅） C_{2i} が所定の閾値濃度（振幅） C_{max} よりも大きい場合

$$C_{3i}' = C_{3i} (1 + (C_{2i} - C_{max}))$$

C_{3i} は第三テストトナー像の画像濃度（振幅）、 C_{3i}' は第三テストトナー像の補正後の画像濃度（振幅）、 k は C_{3i} の大きさを調整するための係数、 i は1～ x

・画像濃度（振幅） C_{2i} が閾値濃度（振幅） C_{max} 以下である場合

$$C_{3i}' = C_{3i}$$

【0122】

このように、第三テストトナー像の各画像濃度（振幅） C_{3i} を、第二テストトナー像の濃度ムラパターンに含まれる各画像濃度（振幅） C_{2i} に基づいて補正することによって、第三テストトナー像についての補正後の濃度ムラパターンを得る。その後、第三テストトナー像についての補正後の濃度ムラパターンに含まれる各画像濃度（振幅） C_{3i} を変換アルゴリズムでLDパワー Ld_i に変換することで、書込変動パターンデータを構築する。

【0123】

なお、第三テストトナー像の濃度ムラパターンに含まれる各画像濃度（振幅） C_{3i} を、第二テストトナー像の濃度ムラパターンに含まれる各画像濃度（振幅） C_{2i} に基づいて補正することに代えて、次のように補正してもよい。即ち、第三テストトナー像の濃度ムラパターンに含まれる各画像濃度（振幅） C_{3i} を、第一テストトナー像の濃度ムラパ

ターンに含まれる各画像濃度（振幅） C_{1i} に基づいて補正してもよい。

【0124】

図22は、第二変形例に係る複写機の制御部110によって実施される構築処理の処理フローを示すフローチャートである。同図におけるS1～S8、S11の工程については、図20におけるS1～S8、S10の工程と同様である。第二変形例に係る複写機の制御部110は、図22のS9の工程において、まず、第三テストトナー像の濃度ムラパターンを第二テストトナー像の濃度ムラパターンに基づいて補正する。このときの補正の具体的な方法については既に述べた通りである。その後、制御部110は、補正後の濃度ムラパターンに基づいて書込変動パターンデータを構築する（S10）。

【0125】

[第三変形例]

第三テストトナー像の濃度ムラパターンを第二テストトナー像の濃度ムラパターンに基づいて補正することに代えて、帯電変動パターンデータに基づいて補正することによっても、適切な書込変動パターンデータを構築することが可能である。

【0126】

そこで、第三変形例に係る複写機では、第三テストトナー像の濃度ムラパターンを帯電変動パターンデータに基づいて補正することで、書込変動パターンデータを構築する。具体的には、まず、第三テストトナー像の濃度ムラパターンから、感光体周期の濃度ムラパターンと、スリーブ周期の濃度ムラパターンとを周波数解析によって抽出する。そして、第三テストトナー像における感光体周期の濃度ムラパターンの各画像濃度（振幅） C_{3i} を、感光体周期用の帯電変動パターン式に基づく各帯電バイアス（振幅） V_{ci} に基づいて次のようにして補正する。

・帯電バイアス（振幅） V_{ci} が所定の閾値電圧（振幅） V_{max} よりも大きい場合

$$C_{3i}' = C_{3i} (1 + (V_{ci} - V_{max}))$$

C_{3i} は第三テストトナー像の画像濃度、 C_{3i}' は第三テストトナー像の補正後の画像濃度、 k は C_{3i} の大きさを調整するための係数、 i は1～ x

・帯電バイアス（振幅） V_{ci} が閾値電圧（振幅） V_{max} 以下である場合

$$C_{3i}' = C_{3i}$$

【0127】

このように、第三テストトナー像の濃度ムラパターンの各画像濃度（振幅） C_{3i} を、帯電変動パターン式に基づく各帯電バイアス（振幅） V_{ci} に基づいて補正することによって、第三テストトナー像についての補正後の濃度ムラパターンを得る。その後、第三テストトナー像についての補正後の濃度ムラパターンに含まれる各画像濃度 C_{3i}' を変換アルゴリズムでLDパワー Ld_i に変換することで、書込変動パターンデータを構築する。

【0128】

なお、第三テストトナー像の濃度ムラパターンの各画像濃度（振幅） C_{3i} を、帯電変動パターンデータに基づいて補正することに代えて、次のように補正してもよい。即ち、第三テストトナー像の濃度ムラパターンの各画像濃度（振幅） C_{3i} を、現像変動パターンデータに基づいて補正してもよい。

【0129】

図23は、第三変形例に係る複写機の制御部110によって実施される構築処理の処理フローを示すフローチャートである。同図におけるS1～S8、S11、S12の工程については、図22におけるS1～S8、S10、S11の工程と同様である。第三変形例に係る複写機の制御部110は、図23のS9の工程において、S6で構築した帯電変動パターンデータに基づいて、その逆位相のデータである逆位相変換帯電パターンデータを構築する。そして、S10の工程において、第三テストトナー像の濃度ムラパターンを、逆位相変換帯電パターンデータに基づいて補正する。このときの補正の具体的な方法については既に述べた通りである。その後、制御部110は、補正後の濃度ムラパターンに基づいて書込変動パターンデータを構築する（S11）。

10

20

30

40

50

【0130】

[第四変形例]

第四変形例に係る複写機では、帯電バイアス（振幅） V_{c_i} に基づいて第三テストトナー像の濃度ムラパターンの各画像濃度 C_{3_i} を次のようにして補正する。

・帯電バイアス（振幅） V_{c_i} が閾値電圧（振幅） V_{max} よりも大きい場合

$$D_{3_i}' = D_{3_i} (1 + (V_{c_i} - V_{max}))$$

D_{3_i} は第三テストトナー像の画像濃度、 D_{3_i}' は第三テストトナー像の補正後の画像濃度、 k は D_{3_i} の濃度を調整するための係数、 i は $1 \sim x$

・帯電バイアス（振幅） V_{c_i} が閾値電圧（振幅） V_{max} 以下である場合

$$D_{3_i}' = D_{3_i}$$

10

【0131】

これまで、光学センサーユニット150として、Y、C、M、Kのトナー像におけるトナー付着量のそれぞれを個別に検知するための四つの反射型フォトセンサーを設けたものを用いる例について説明したが、反射型フォトセンサーの数は色と同数に限られない。例えば、図24に示されるように、1つの反射型フォトセンサー151によってY、C、M、Kのトナー像のトナー付着量を検知するようにしてもよい。

【0132】

また、実施形態等では、感光体20上のトナー像を中間転写ベルト10に転写してから記録シートに転写する例について説明したが、図25に示されるように、感光体上のトナー像を記録シートに直接転写する構成にも、本発明の適用が可能である。

20

【0133】

また、実施形態等では、Yトナー像、Cトナー像、Mトナー像、Kトナー像のそれぞれに個別に対応するY、C、M、K用の感光体を設けた例について説明したが、二色以上のトナー像を一つの感光体で形成する構成にも、本発明の適用が可能である。例えば、図26に示されるように、各色に共通する感光体20を一つだけ設けた構成でもよい。この構成では、公転軸を中心にしてY、C、M、K用の現像装置80Y、80C、80M、80Kを公転させるリボルバー現像装置180を、各色に共通の感光体20の側方に配設している。感光体20にY、C、M、K用の静電潜像を順次書き込んでいく過程で、リボルバー現像装置180を必要に応じて公転させながら、それらの静電潜像を現像する。中間転写ベルト10を四周以上に渡って周回移動させる過程で、前述の現像によって得られるYトナー像、Cトナー像、Mトナー像、Kトナー像を各周回で重ね合わせて中間転写ベルト10に一次転写する。そして、その重ね合わせの一次転写によって得られた四色重ね合わせトナー像を記録シートに二次転写する。

30

【0134】

本発明の適用は、実施形態、変形形態、第一変形例、第二変形例に係る複写機に限定されるものではなく、種々の変形や変更が可能である。たとえば、本発明が適用可能な画像形成装置として、複写機の代わりに、プリンタ、ファクシミリ、複合機などを例示することが可能である。また、カラー画像を形成する画像形成装置ではなく、モノクロ画像しか形成することのできないモノクロ画像形成装置にも、本発明の適用が可能である。また、記録シートの片面だけに画像を形成する構成ではなく、必要に応じて両面に画像を形成する構成の画像形成装置にも、本発明の適用が可能である。記録シートとしては、普通紙、OHPシート、カード、ハガキ、厚紙、封筒などを例示することができる。

40

【0135】

以上に説明したものは一例であり、本発明は、次の態様毎に特有の効果を奏する。

[態様A]

態様Aは、潜像担持体（例えば感光体20）、前記潜像担持体の表面を帯電させる帯電手段（例えば帯電ローラ71）、帯電後の前記表面に潜像を書き込む潜像書込手段（例えばレーザー書込装置21）、及び現像剤担持体（例えば現像スリーブ81）に担持した現像剤によって前記潜像を現像する現像手段（例えば現像装置80）を有する作像手段（例えば作像ユニット18）と、前記作像手段による作像動作中に、前記帯電手段による帯電

50

強度を帯電変動パターンデータに基づいて周期的に変動させつつ、前記現像剤担持体に印加する現像バイアスを現像変動パターンデータに基づいて周期的に変動させる周期変動手段（例えば制御部110）とを備える画像形成装置（例えば複写機）において、前記帯電変動パターンデータに基づいて前記帯電強度を周期変動させ、且つ前記現像変動パターンデータに基づいて前記現像バイアスを周期変動させながら、前記潜像担持体上にテストトナー像を作像し、このテストトナー像の前記潜像担持体の表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果と、前記帯電変動パターンデータ又はこれと相関関係にある相関パターンデータとに基づいて、前記潜像書込手段による潜像書込強度を周期変動させるための書込変動パターンデータを構築する構築処理を実施し、ユーザーの命令に基づく画像形成動作中に、前記潜像書込強度を前記書込変動パターンデータに基づいて周期変動させるように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。

10

【0136】

態様Aにおいて、第三テストトナー像には、現像バイアス及び帯電強度のそれぞれを周期変動させてもなお残ってしまう周期的な画像濃度変動（残留周期変動）が発生する。この画像濃度変動を検知した結果に基づいて構築した書込変動パターンデータに従って潜像書込強度を周期変動させることで、現像バイアス及び帯電強度のそれぞれを周期変動させてもなお残ってしまう周期的な画像濃度変動（残留周期変動）を抑えることができる。

【0137】

[態様B]

態様Bは、態様Bにおいて、前記構築処理にて、前記テストトナー像たる第三テストトナー像を作像して前記書込変動パターンデータを構築するのに先立って、前記現像バイアス、前記帯電強度及び前記潜像書込強度の三つを何れも周期変動させずに作像した第一テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果に基づいて前記現像変動パターンデータを構築した後に、前記三つのうち前記現像バイアスだけを前記現像変動パターンデータに基づいて周期変動させながら作像した第二テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果に基づいて前記帯電変動パターンデータを構築するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。かかる構成では、構築処理にて、高画像濃度のトナー像の周期的な濃度変動を抑え得る現像変動パターンデータを構築することができる。更に、その後、現像変動パターンデータに基づいて現像バイアスを周期変動させることに起因する低画像濃度のトナー像の周期的な濃度変動を抑え得る帯電変動パターンデータを構築することができる。

20

30

【0138】

[態様C]

態様Cは、態様Bにおいて、前記第二テストトナー像として、前記第一テストトナー像よりも画像濃度の低いものを形成するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。かかる構成では、構築処理にて、第二テストトナー像の濃度ムラパターンを、現像変動パターンデータに基づいて現像バイアスを周期変動させることに起因する低画像濃度のトナー像の濃度ムラパターンとして検知することができる。

【0139】

[態様D]

態様Dは、態様B又はCにおいて、前記構築処理にて、第三テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果と、前記帯電変動パターンデータ、又は前記相関パターンデータたる前記現像変動パターンデータとに基づいて前記書込変動パターンデータを構築するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。かかる構成では、残留周期変動を抑え得るパターンで潜像書込強度を適切に周期変動させ得る書込変動パターンデータを構築することができる。

40

【0140】

[態様E]

態様Eは、態様B又はCにおいて、前記構築処理にて、第三テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果と、前記相関パターンデータたる

50

前記第二テストトナー像の画像濃度ムラパターン、又は前記相関パターンデータたる前記第一テストトナー像の画像濃度ムラパターンとに基づいて前記書込変動パターンデータを構築するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。かかる構成においても、残留周期変動を抑え得るパターンで潜像書込強度を適切に周期変動させ得る書込変動パターンデータを構築することができる。

【0141】

[態様F]

態様Fは、態様B又はCにおいて、前記構築処理にて、第三テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果を、前記帯電変動パターンデータ、又は前記相関パターンデータたる前記現像変動パターンデータに基づいて補正した結果に基づいて、前記書込変動パターンデータを構築するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。かかる構成においても、残留周期変動を抑え得るパターンで潜像書込強度を適切に周期変動させ得る書込変動パターンデータを構築することができる。

10

【0142】

[態様G]

態様Gは、態様B又はCにおいて、前記構築処理にて、第三テストトナー像の前記表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果を、前記相関パターンデータたる前記第二テストトナー像の画像濃度ムラパターン、又は前記相関パターンデータたる前記第一テストトナー像の画像濃度ムラパターンに基づいて補正した結果に基づいて、前記書込変動パターンデータを構築するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。かかる構成においても、残留周期変動を抑え得るパターンで潜像書込強度を適切に周期変動させ得る書込変動パターンデータを構築することができる。

20

【0143】

[態様H]

態様Hは、態様B～Gの何れかにおいて、前記潜像担持体として感光体を用い、前記潜像書込手段として光照射によって前記感光体に静電潜像を書き込むものを用い、且つ、前記潜像書込強度として、前記潜像書込手段による単位面積当たりの光照射量を周期変動させるように前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。光照射量を周期変動させることで、本発明者らが実験によって明らかにしたように、現像バイアス及び帯電強度のそれぞれを周期変動させてもなお残ってしまう周期的な画像濃度変動を従来よりも抑えることができる。

30

【0144】

[態様I]

態様Iは、態様B～Hの何れかにおいて、回転に伴って画像濃度を周期変動させてしまう回転体（例えば感光体20、現像スリーブ81）の回転姿勢を検知する回転姿勢検知手段（例えば感光体回転センサー76、スリーブ回転センサー83）を設け、前記回転体の一回転周期における特定のタイミングを前記回転姿勢検知手段による検知結果に基づいて把握し、把握結果に基づいて前記現像変動パターン、前記帯電変動パターン、前記潜像変動パターンをそれぞれ構築し、且つ、ユーザーの命令に基づく画像形成動作中に、前記回転姿勢検知手段による検知結果に基づいて前記現像バイアス、前記帯電強度、前記潜像書込強度をそれぞれ周期変動させるように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。かかる構成では、回転体の回転周期で発生する画像濃度の周期変動を抑えることができる。

40

【0145】

[態様J]

態様Jは、態様Iにおいて、前記第一テストトナー像、前記第二テストトナー像、前記第三テストトナー像のそれぞれとして、前記表面移動方向の長さが前記回転体の周長以上であるものを作像するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。かかる構成では、第一テストトナー像、第二テストトナー像、第三テストトナー像のそ

50

れぞれとして、回転体の回転周期で発生する画像濃度ムラパターンをその回転周期の全域に渡って検知し得るものを作像することができる。

【0146】

[態様 K]

態様 K は、態様 B ~ J の何れかにおいて、前記回転体の交換を検知する交換検知手段（例えばユニット着脱センサー 17）を設け、前記交換検知手段によって交換が検知されたことに基づいて前記構築処理を実施するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。かかる構成では、回転体の交換によって不適切になってしまった現像変動パターン、帯電変動パターン、及び潜像変動パターンのそれぞれを適切なものに更新することができる。

10

【0147】

[態様 L]

態様 L は、態様 B ~ K の何れかにおいて、環境を検知する環境検知手段（例えば環境センサー 124）を設け、前記環境検知手段によって環境変動を検知した結果に基づいて前記構築処理の開始タイミングを決定するように、前記周期変動手段を構成したことを特徴とするものである。かかる構成では、環境変動によって不適切になってしまった現像変動パターン、帯電変動パターン、及び潜像変動パターンのそれぞれを適切なものに更新することができる。

【0148】

[態様 M]

態様 M は、潜像担持体の表面を帯電させる工程、帯電後の前記表面に潜像を書き込む工程、及び現像剤担持体に担持した現像剤によって前記潜像を現像する工程を具備する作像工程と、前記作像工程にて実施する工程であって、且つ前記潜像担持体を帯電させる工程における帯電強度を帯電変動パターンデータに基づいて周期的に変動させつつ、前記現像剤担持体に印加する現像バイアスを現像変動パターンデータに基づいて周期的に変動させる出力変動工程とを実施する画像形成方法において、前記帯電変動パターンデータに基づいて前記帯電強度を周期変動させ、且つ前記現像変動パターンデータに基づいて前記現像バイアスを周期変動させながら、前記潜像担持体上にテストトナー像を作像する工程と、このテストトナー像の前記潜像担持体の表面移動方向における画像濃度ムラパターンを検知した結果と、前記帯電変動パターンデータ又はこれと相関関係にある相関パターンデータとに基づいて、前記潜像書込手段による潜像書込強度を周期変動させるための書込変動パターンデータを構築する工程とを具備する構築処理を実施し、ユーザーの命令に基づく画像動作中に、前記潜像書込強度を前記書込変動パターンデータに基づいて周期変動させることを特徴とするものである。

20

30

【符号の説明】

【0149】

- 17 : ユニット着脱センサー（交換検知手段）
- 20 : 感光体（潜像担持体、回転体）
- 21 : レーザー書込装置（潜像書込手段）
- 71 : 帯電ローラ（帯電手段）
- 76 : 感光体回転センサー（回転姿勢検知手段）
- 80 : 現像装置（現像手段）
- 81 : 現像スリーブ（現像剤担持体、回転体）
- 83 : スリーブ回転センサー（回転姿勢検知手段）
- 110 : 制御部（周期変動手段の一部）
- 124 : 環境センサー（環境検知手段）
- 125 : 書込制御部（周期変動手段の他の一部）

40

【先行技術文献】

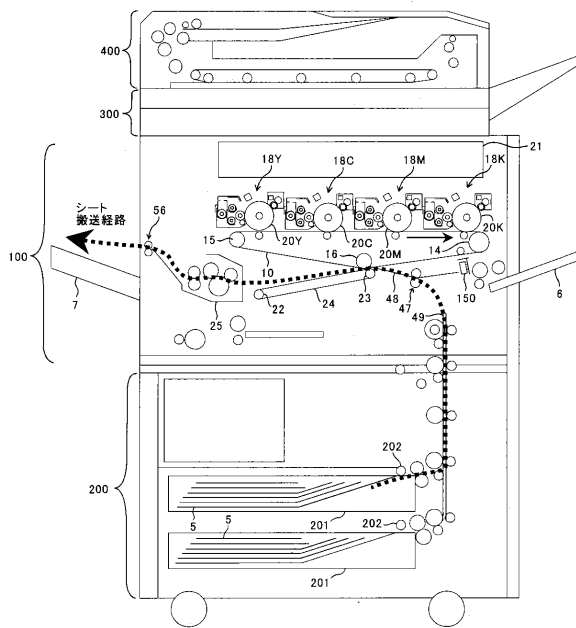
【特許文献】

【0150】

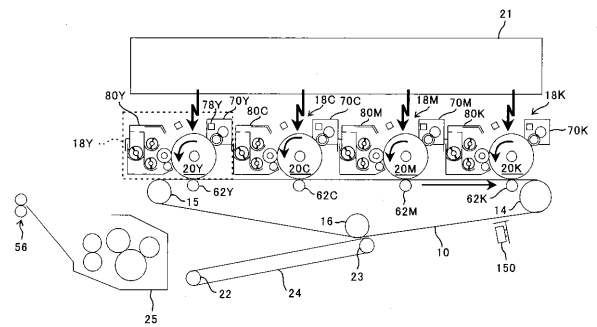
50

【特許文献1】特開2012-163645号公報

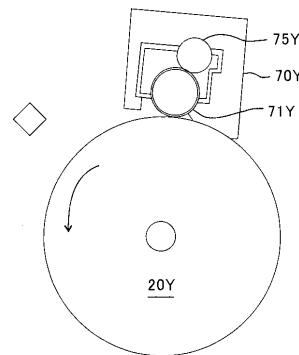
【図1】



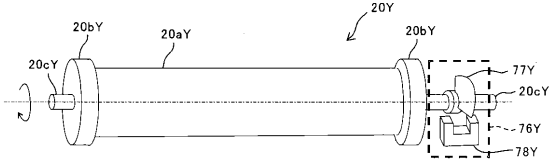
【図2】



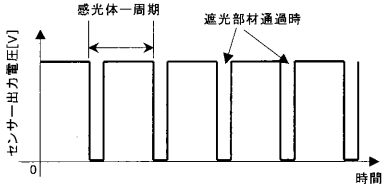
【図3】



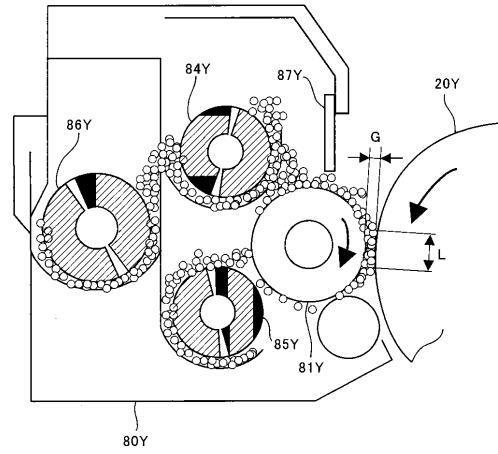
【図4】



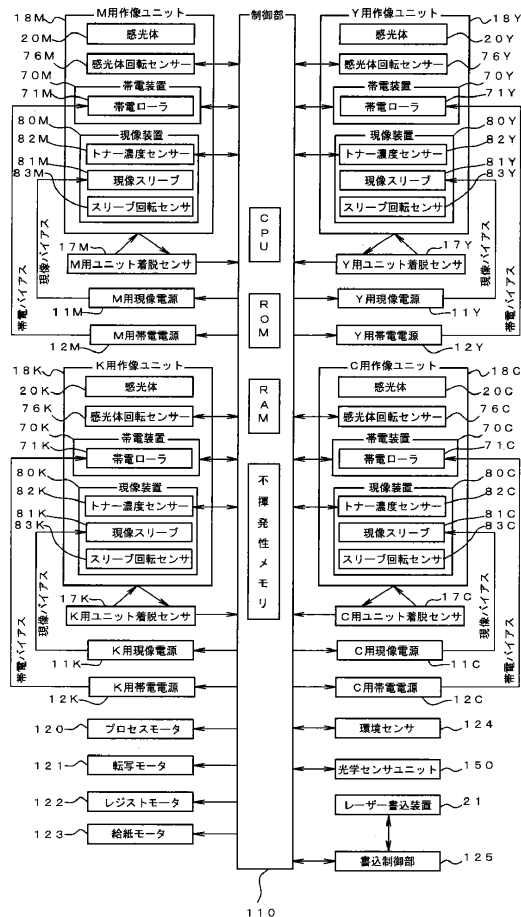
【図5】



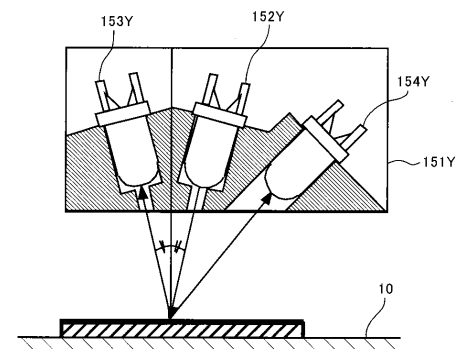
【図6】



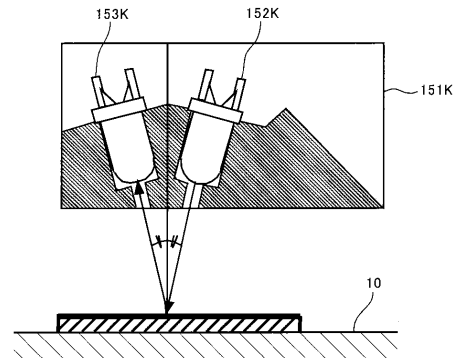
【図7】



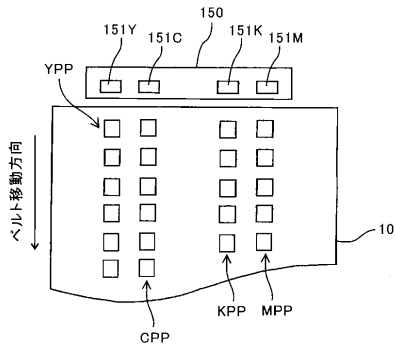
【図8】



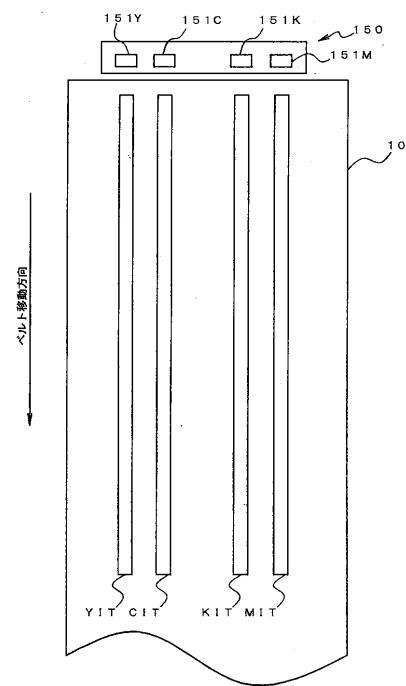
【図9】



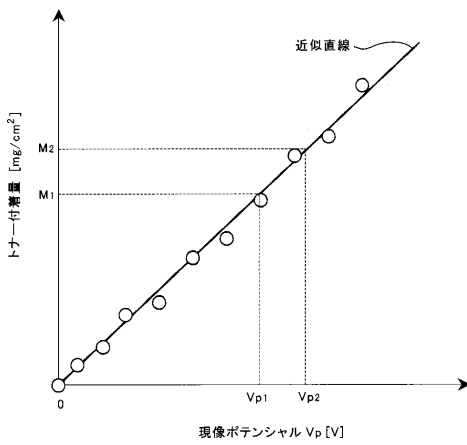
【図10】



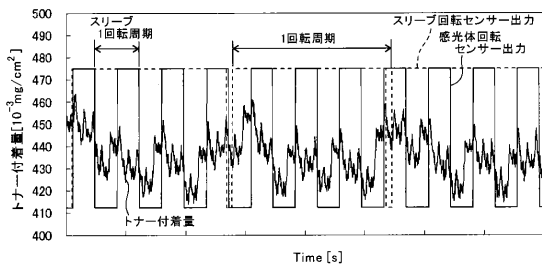
【図12】



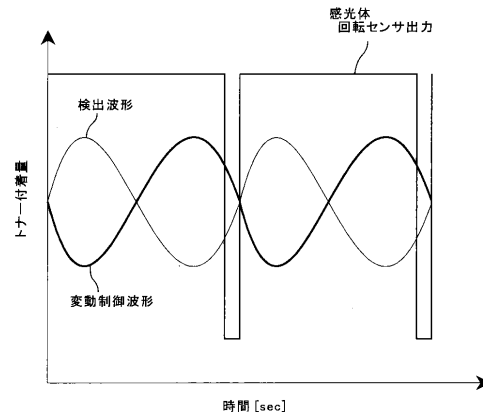
【図11】



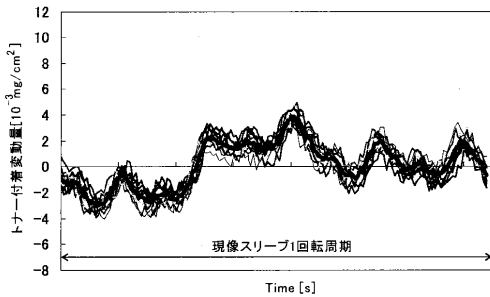
【図13】



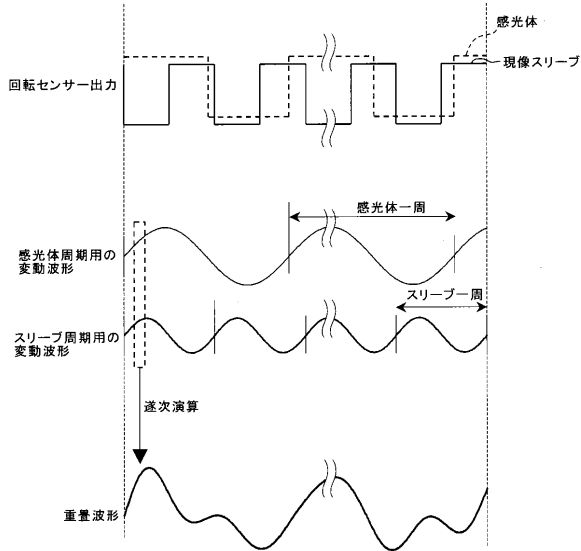
【図15】



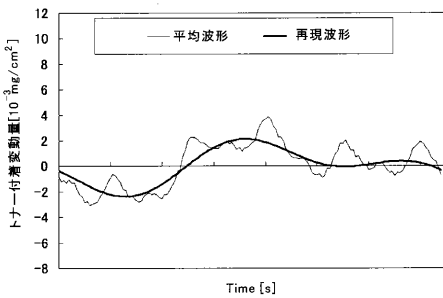
【図14】



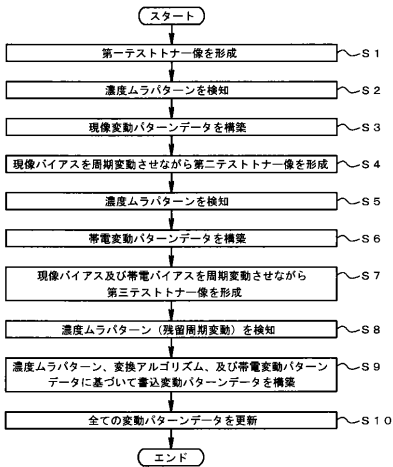
【図16】



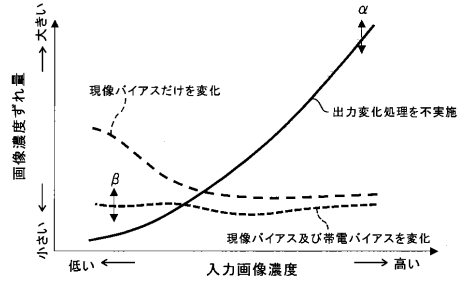
【図17】



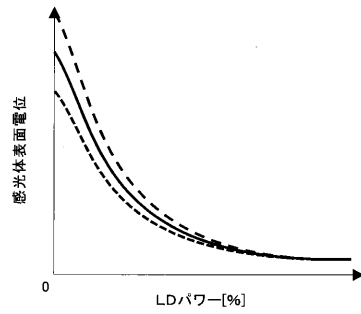
【図20】



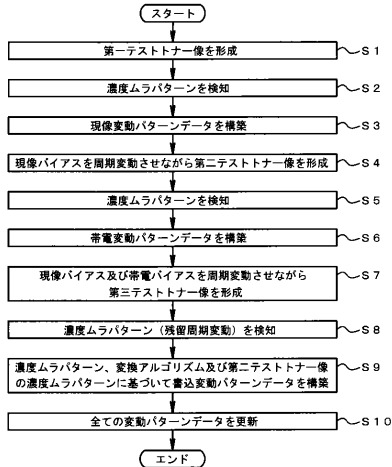
【図18】



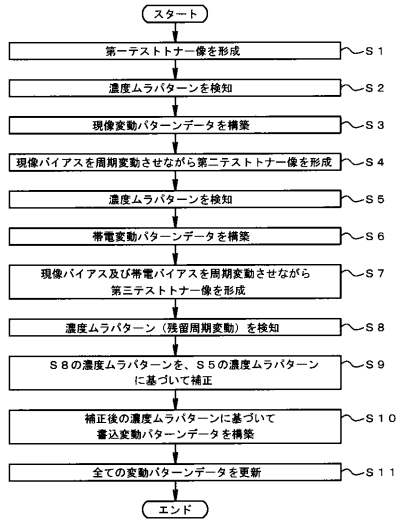
【図19】



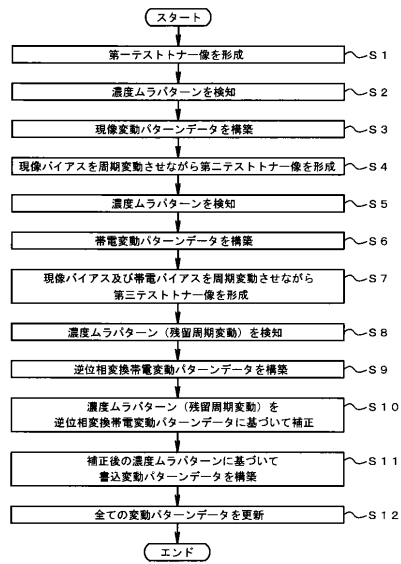
【図21】



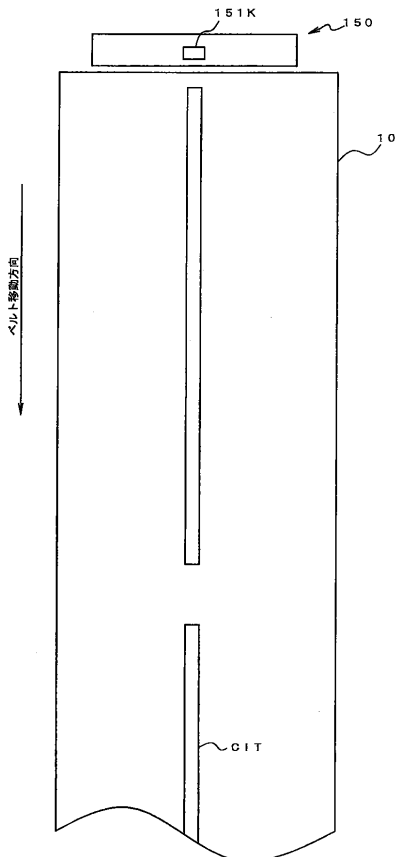
【図 2 2】



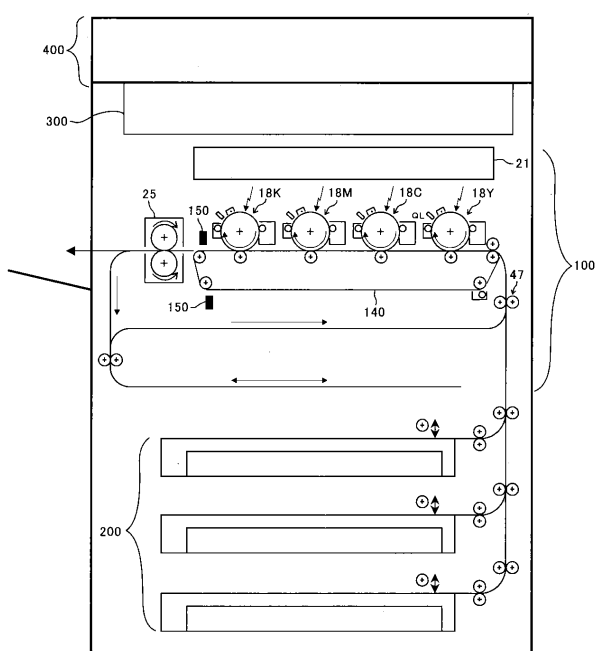
【図 2 3】



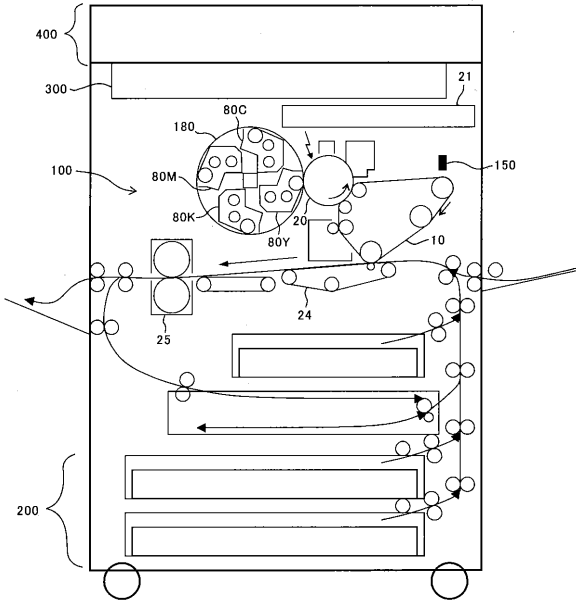
【図 2 4】



【図 2 5】



【 26 】



フロントページの続き

審査官 田代 憲司

- (56)参考文献 特開2016-001214(JP,A)
特開2014-222270(JP,A)
特開2013-190681(JP,A)
特開2012-163645(JP,A)
特開2007-101665(JP,A)
特開2006-330188(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0273813(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03G 15/00
G03G 15/02
G03G 15/04
G03G 15/06
G03G 21/00