

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-11981
(P2016-11981A)

(43) 公開日 平成28年1月21日(2016.1.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
G03G 15/09 (2006.01)	G03G 15/09 A	2H031
G03G 15/08 (2006.01)	G03G 15/08 507X	2H077
	G03G 15/08 501D	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2014-132213 (P2014-132213)	(71) 出願人	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22) 出願日	平成26年6月27日(2014.6.27)	(74) 代理人	100098626 弁理士 黒田 壽
		(72) 発明者	近藤 慧之輔 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	津田 清典 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	高橋 裕 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】 現像装置、プロセスカートリッジ及び画像形成装置

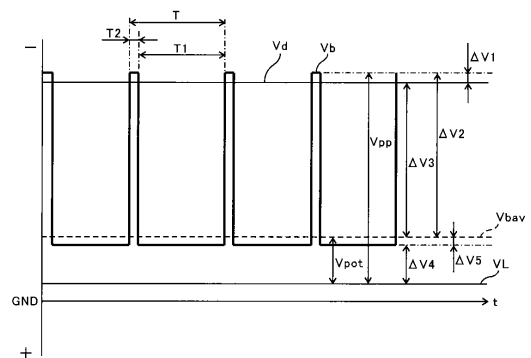
(57) 【要約】

【課題】 周期的な濃度変動を抑制しつつ、周辺白抜けの発生や粒状度の悪化も抑制できる二成分方式の現像装置、並びにこの現像装置を備えた画像形成装置及びプロセスカートリッジを提供する。

【解決手段】

潜像担持体と現像剤担持体とを備え、現像担持体が、磁界発生手段と現像スリーブとを有し、現像スリーブに対して現像電圧を印加する現像スリーブ電圧印加手段を備える現像装置において、現像スリーブ電圧印加手段は、周波数が2.0[kHz]以下の交流成分を含む現像電圧Vbを印加し、交流成分におけるトナーの正規帯電極性(マイナス極性)とは逆極性(プラス極性)側の成分のデューティ比が94[%]以上、かつ、交流成分におけるトナーの正規帯電極性とは逆極性側のピーク値が、前記潜像担持体表面上の潜像における現像部の電位VLよりもトナーの正規帯電極性側である。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

潜像を表面上に担持する潜像担持体と、トナーと磁性キャリアとからなる現像剤を表面上に担持して前記潜像に対して現像剤中のトナーを供給してトナー像を現像する現像剤担持体とを備え、前記現像担持体が、複数の磁極を有する磁界発生手段と、前記磁界発生手段を内包し、前記磁界発生手段の磁力により外周面に前記現像剤を吸着させる現像スリーブとを有し、前記現像スリーブに対して現像電圧を印加する現像スリーブ電圧印加手段を備える現像装置において、前記現像スリーブ電圧印加手段は、周波数が 2 . 0 [k H z] 以下の交流成分を含む現像電圧を印加し、前記交流成分におけるトナーの正規帯電極性とは逆極性側の成分のデュティ比が 9 4 [%] 以上、かつ、前記交流成分におけるトナーの正規帯電極性とは逆極性側のピーク値が、前記潜像担持体表面上の潜像における現像部の電位よりもトナーの正規帯電極性側であることを特徴とする現像装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 の現像装置において、前記現像スリーブの外周面に、円筒形状を形成するスリーブ素管の材料よりもトナーとの摩擦係数が小さい低摩擦表面層を設けることを特徴とする現像装置。

【請求項 3】

請求項 2 の現像装置において、前記低摩擦表面層は、テトラヘデラルアモルファスカーボンで構成されていることを特徴とする現像装置。

20

【請求項 4】

少なくとも潜像担持体と、該潜像担持体表面を帯電させるための帯電手段と、該潜像担持体上に静電潜像を形成するための潜像形成手段と、該静電潜像を現像してトナー像化するための現像手段とを複数、又は 1 つ有する画像形成装置において、前記複数又は 1 つの現像手段のうち少なくとも 1 つとして、請求項 1 乃至 3 のいずれか一の現像装置を用いることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 5】

潜像を担持する潜像担持体と、該潜像担持体上の潜像を現像する現像手段とを備える画像形成装置における少なくとも該潜像担持体と該現像手段とを 1 つのユニットとして共通の保持体に保持させて画像形成装置本体に対して一体的に着脱可能に構成したプロセスカートリッジにおいて、上記現像手段として、請求項 1 乃至 3 のいずれか一の現像装置を用いたことを特徴とするプロセスカートリッジ。

30

【請求項 6】

潜像を担持する潜像担持体と、該潜像担持体上の潜像を現像する現像手段とを備える画像形成装置における少なくとも該潜像担持体と該現像手段とを 1 つのユニットとして共通の保持体に保持させて画像形成装置本体に対して一体的に着脱可能に構成したプロセスカートリッジを複数又は 1 つ備えた画像形成装置において、前記複数又は 1 つのプロセスカートリッジのうち少なくとも 1 つに請求項 1 乃至 3 いずれか一の現像装置を用いたことを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、複写機、ファクシミリ、プリンタ等の画像形成装置に用いられる現像装置並びにこれを備えたプロセスカートリッジ及び画像形成装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、潜像担持体の表面に形成した潜像を現像装置で顕像化する現像装置が知られている。例えば、潜像担持体に形成された潜像を顕像化するために、現像剤としてトナーとキャリアとからなる二成分現像剤を用いた二成分方式の現像装置がある。二成分方式の現像装置では、現像剤担持体を構成する現像スリーブの表面の一部と潜像担持体の表面の一部

50

とが対向して現像領域を形成する。そして、現像スリーブ内に配置された磁界発生手段の磁界によって現像スリーブ上に形成した磁気ブラシを現像領域で潜像担持体に接触または近接させ、潜像担持体の表面の潜像にトナーを付着させて可視像化している。

【 0 0 0 3 】

この種の現像装置では、現像電圧が印加された現像スリーブの表面電位と、潜像担持体の表面電位との電位差によって現像スリーブから潜像担持体にトナーが移動する。現像スリーブに現像電圧を印加する構成としては、直流成分のみの電圧を印加する構成（以下、「DCバイアス現像」と呼ぶ）と、交流成分を含む電圧を印加する構成（以下、「ACバイアス現像」と呼ぶ）（特許文献1等）とが知られている。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

本発明者らが鋭意検討を重ねたところ、DCバイアス現像では、作像した画像に現像スリーブの円周の長さに対応した周期的な濃度変動が生じることが分かった。これは、製造誤差等により現像スリーブが偏芯していることで、現像スリーブを回転させると、潜像担持体と現像スリーブとの隙間（以下、「現像ギャップ」と呼ぶ）が現像スリーブの回転周期に応じて変動するためと考えられる。

一方、ACバイアス現像では、DCバイアス現像に比べて上記周期的な濃度変動が改善されることを確認した。しかし、従来のACバイアス現像では、交流成分の周波数により、DCバイアス現像と比して周辺白抜けが悪化したり、粒状度が悪化したりすることが分かった。具体的には、周波数が高いほど周辺白抜けが悪化する傾向があり、周波数が低いほど粒状度が悪化する傾向があった。

ここで、「周辺白抜け」は、高濃度部と低濃度部との境界付近の画像が抜けて白くなる不具合である。また、「粒状度」は画像のざらつきを評価する値であって、値が小さい程、画質が良いことになる。

【 0 0 0 5 】

本発明は以上の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、周期的な濃度変動を抑制しつつ、周辺白抜けの発生や粒状度の悪化も抑制できる二成分方式の現像装置、並びにこの現像装置を備えた画像形成装置及びプロセスカートリッジを提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

前記目的を達成するために、本発明は、潜像を表面上に担持する潜像担持体と、トナーと磁性キャリアとからなる現像剤を表面上に担持して前記潜像に対して現像剤中のトナーを供給してトナー像を現像する現像剤担持体とを備え、前記現像担持体が、複数の磁極を有する磁界発生手段と、前記磁界発生手段を内包し、前記磁界発生手段の磁力により外周面に前記現像剤を吸着させる現像スリーブとを有し、前記現像スリーブに対して現像電圧を印加する現像スリーブ電圧印加手段を備える現像装置において、前記現像スリーブ電圧印加手段は、周波数が 2.0 [kHz] 以下の交流成分を含む現像電圧を印加し、前記交流成分におけるトナーの正規帯電極性とは逆極性側の成分のデューティ比が 94 [%] 以上、かつ、前記交流成分におけるトナーの正規帯電極性とは逆極性側のピーク値が、前記潜像担持体表面上の潜像における現像部の電位よりもトナーの正規帯電極性側であることを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、周期的な濃度変動を抑制しつつ、周辺白抜けの発生や粒状度の悪化も抑制できるという優れた効果がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 本実施形態に係る複写機の概略構成図。

【 図 2 】 同複写機の作像部の概略構成図。

10

20

30

40

50

【図 3】同複写機の現像装置の説明図。

【図 4】同複写機の現像装置の説明図。(a)は、現像カバーを取り外した状態の現像装置の上面図、(b)は、現像装置の側面図、(c)は、現像装置の側方断面図。

【図 5】同複写機の現像装置内における現像剤の長手方向の動きと、現像剤の堆積の状態とを示す概略図。

【図 6】本発明に係る現像装置の現像スリーブに印加される現像バイアスの波形の説明図。

【図 7】従来の AC バイアス現像の現像バイアス V_b の波形の一例を示す説明図。

【図 8】実験例 1 の結果を示すグラフ。

【図 9】実験例 2 の結果を示すグラフ。

10

【図 10】実験例 3 の結果を示すグラフ。

【図 11】プラス側デューティ比の値を変化させたときの粒状度と濃度ムラとの値を確認した実験結果を示すグラフ。

【図 12】DC バイアス現像及び本発明に係る AC バイアス現像の現像ギャップに対するトナーの付着量の関係を示すグラフ。

【図 13】本発明に係る現像装置が備える現像ローラの断面説明図。

【図 14】低摩擦膜の膜厚のムラに起因する濃度ムラが生じる推定メカニズムを説明する現像領域近傍の模式図、(a)は膜厚が薄い場合の説明図、(b)膜厚が厚い場合の説明図。

【図 15】DC バイアス現像での現像ギャップとトナー付着量との関係を示すグラフ。

20

【図 16】摩擦係数測定装置の概略構成図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明を適用した画像形成装置としてのタンデム型カラー複写機（以下、複写機 500 という）の実施形態について説明する。

図 1 は、複写機 500 の概略構成図である。複写機 500 は、画像形成装置の本体部としてのプリンタ部 100 の上方に、原稿読込部 4 及び原稿搬送部 3 を備え、プリンタ部 100 の下方に給紙部 7 を備える。原稿搬送部 3 は、原稿読込部 4 に原稿を搬送し、原稿読込部 4 は搬送されてきた原稿の画像情報を読み込む。給紙部 7 は、記録媒体である転写紙 P を収容する記録媒体収容部であり、転写紙 P が収容される給紙カセット 26 と、給紙カセット 26 内の転写紙 P をプリンタ部 100 に向けて送り出す給紙ローラ 27 とを備える。図 1 中の一点鎖線は、複写機 500 内での転写紙 P の搬送経路を示す。

30

【0010】

プリンタ部 100 の上部は、出力画像が形成された転写紙 P が積載される排紙トレイ 30 となっている。プリンタ部 100 は、各色（イエロー、マゼンタ、シアン、ブラック）のトナー像を形成する作像部としての四つの作像ユニット 6（Y, M, C, K）と、中間転写ユニット 10 とを備える。各作像ユニット 6（Y, M, C, K）は、各色トナー像が形成される像担持体としてのドラム状の感光体 1（Y, M, C, K）、及び、各感光体（Y, M, C, K）の表面上に形成された静電潜像を現像する現像手段としての現像装置 5（Y, M, C, K）を備える。

40

図 1 に示すように、中間転写ユニット 10 の中間転写ベルト 8 に対向するように、各色（イエロー、マゼンタ、シアン、ブラック）に対応した作像ユニット 6（Y, M, C, K）が並設されている。

【0011】

中間転写ユニット 10 は、中間転写ベルト 8 や一次転写バイアスローラ 9（Y, M, C, K）を備える。中間転写ベルト 8 は、各感光体 1（Y, M, C, K）の表面上に形成された各色トナー像が重ねて転写され、表面上でカラートナー像が形成される中間転写体である。また、一次転写バイアスローラ 9（Y, M, C, K）は、各感光体 1（Y, M, C, K）の表面上に形成されたトナー像を中間転写ベルト 8 に転写する一次転写手段である。

50

【 0 0 1 2 】

プリンタ部 1 0 0 は、中間転写ベルト 8 上のカラートナー像を転写紙 P 上に転写するための二次転写バイアスローラ 1 9 を備える。また、給紙ローラ 2 7 によって送り出された転写紙 P の搬送を一度停止し、中間転写ベルト 8 と二次転写バイアスローラ 1 9 とが対向する二次転写ニップに搬送するタイミングを調整するレジストローラ対 2 8 を備える。さらに、プリンタ部 1 0 0 は、二次転写ニップの上方に転写紙 P 上の未定着トナー像を定着する定着装置 2 0 を備える。

また、プリンタ部 1 0 0 内の排紙トレイ 3 0 の下方、且つ、中間転写ユニット 1 0 の上方には、各色のトナー容器 1 1 (Y , M , C , K) が配置されている。各色のトナー容器 1 1 (Y , M , C , K) は、各現像装置 5 (Y , M , C , K) に供給する各色 (イエロー、マゼンタ、シアン、ブラック) のトナーを収容する。

10

【 0 0 1 3 】

図 2 は、四つの作像ユニット 6 (Y , M , C , K) のうちの一つの拡大説明図である。

プリンタ部 1 0 0 に設置される四つの作像ユニット 6 (Y , M , C , K) は、作像プロセスに用いられるトナーの色が異なる点以外は、ほぼ同一構造で動作もほぼ同様である。よって、以下の説明、及び、説明に用いる図面では、対応する色を示す符号「 Y , M , C , K 」を適宜省略して説明する。

【 0 0 1 4 】

図 2 に示すように、作像ユニット 6 は、感光体 1 及び現像装置 5 を一体的に支持するプロセスカートリッジとなっており、このプロセスカートリッジは複写機 5 0 0 本体に対して着脱可能となっている。これにより、現像装置 5 を備えた複写機 5 0 0 本体での現像装置 5 の交換性が容易となり、複写機 5 0 0 のメンテナンス性が向上する。

20

図 2 に示すように、作像ユニット 6 は、感光体 1 の周囲に現像装置 5 、感光体クリーニング装置 2 、潤滑剤塗布装置 4 1 、及び、帯電装置 4 0 を備える (図 1 では、感光体 1 の周囲の装置として現像装置 5 のみを表示) 。本実施形態の作像ユニット 6 では、感光体クリーニング装置 2 は、クリーニングブレード 2 a によってクリーニングする構成であり、帯電装置 4 0 は帯電ローラ 4 a によって帯電する構成である。

【 0 0 1 5 】

画像形成時には、感光体 1 上で、作像プロセス (帯電工程、露光工程、現像工程、転写工程、クリーニング工程) が行われ、感光体 1 上に所望のトナー像が形成される。本実施形態では、作像部を作像ユニット 6 として、感光体 1 、帯電装置 4 0 、現像装置 5 及び感光体クリーニング装置 2 を一体化して複写機 5 0 0 の装置本体に着脱自在に設置されるプロセスカートリッジとしている。作像部としては、感光体 1 、帯電装置 4 0 、現像装置 5 及び感光体クリーニング装置 2 のそれぞれを画像形成装置本体に対して着脱自在に設置できるように構成してもよい。この構成の場合、それぞれが、寿命に達したときに、新品のものに交換される。

30

【 0 0 1 6 】

以下、本実施形態の複写機 5 0 0 における通常のカラ画像形成時の動作について説明する。

まず、原稿搬送部 3 の原稿台に原稿がセットされた状態で、不図示のスタートボタンが押されると、原稿は、原稿搬送部 3 の搬送ローラによって原稿台から搬送されて、原稿読込部 4 のコンタクトガラス上に載置される。そして、原稿読込部 4 で、コンタクトガラス上に載置された原稿の画像情報が光学的に読み取られる。

40

【 0 0 1 7 】

詳しくは、原稿読込部 4 は、コンタクトガラス上の原稿の画像に対して、照明ランプから発した光を照射しながら走査させる。そして、原稿にて反射した光を、ミラー群及びレンズを介して、カラーセンサに結像する。原稿のカラー画像情報は、カラーセンサにて R G B (レッド、グリーン、ブルー) の色分解光ごとに読み取られた後に、電気的な画像信号に変換される。さらに、R G B の色分解画像信号をもとにして画像処理部で色変換処理、色補正処理、空間周波数補正処理等の処理をおこない、イエロー、マゼンタ、シアン、

50

ブラックのカラー画像情報を得る。

【0018】

そして、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの各色の画像情報は、不図示の露光装置に送信される。そして、露光装置からは、各色の画像情報に基づいたレーザ光Lが、それぞれ、対応する感光体1(Y, M, C, K)上に向けて発せられる。

【0019】

一方、四つの感光体1(Y, M, C, K)は、不図示の駆動部によって図1及び図2中の時計回り方向に回転駆動される。そして、感光体1(Y, M, C, K)の表面は、帯電装置40の帯電ローラ4aとの対向部で、一様に帯電される(帯電工程)。これにより、感光体1(Y, M, C, K)の表面上には、帯電電位が形成される。その後、帯電された感光体1(Y, M, C, K)の表面は、不図示の露光装置から発せられたレーザ光Lが照射される位置に達する。

10

露光装置において、四つの光源から画像信号に対応したレーザ光Lが各色に対応してそれぞれ射出される。各レーザ光Lは、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの色成分ごとに別の光路を通過して、各感光体1(Y, M, C, K)の表面に照射される(露光工程)。

【0020】

露光工程について、イエローを例に挙げて説明すると、イエロー成分に対応したレーザ光Lは、図1中の紙面左側から一番目のイエロー用感光体1Y表面に照射される。このとき、イエロー成分のレーザ光Lは、高速回転するポリゴンミラーにより、イエロー用感光体1Yの回転軸方向(主走査方向)に走査される。このようにレーザ光Lが走査されることで、帯電装置40によって帯電された後のイエロー用感光体1Yの表面上には、イエロー成分に対応した静電潜像が形成される。

20

【0021】

同様に、マゼンタ成分に対応したレーザ光Lは、図1中の紙面左から二番目のマゼンタ用感光体1M表面に照射されて、マゼンタ成分に対応した静電潜像が形成される。シアン成分のレーザ光Lは、図1中の紙面左から三番目のシアン用感光体1C表面に照射されて、シアン成分の静電潜像が形成される。ブラック成分のレーザ光Lは、図1中の紙面左から四番目のブラック用感光体1K表面に照射されて、ブラック成分の静電潜像が形成される。

30

【0022】

その後、各色の静電潜像が形成された感光体1(Y, M, C, K)表面は、それぞれ、現像装置5との対向位置に達する。そして、この対向位置で、各色トナーとキャリアとからなる現像剤を収容する現像装置5(Y, M, C, K)から感光体1(Y, M, C, K)の表面上の潜像に各色トナーが供給されて、感光体1(Y, M, C, K)上の潜像が現像される(現像工程)。これにより、感光体1(Y, M, C, K)上に所望のトナー像が形成される。

【0023】

現像装置5との対向位置を通過した後の感光体1(Y, M, C, K)表面は、それぞれ、中間転写ベルト8との対向位置に達する。それぞれの対向位置には、中間転写ベルト8の内周面に当接するように一次転写パイアスローラ9(Y, M, C, K)が設置されている。この中間転写ベルト8を挟んで感光体1(Y, M, C, K)と一次転写パイアスローラ9(Y, M, C, K)とが対向することで、一次転写ニップを形成する。そして、この一次転写ニップで、各感光体1(Y, M, C, K)上に形成された各色のトナー像が中間転写ベルト8上に順次重ねて転写される(一次転写工程)。このとき、感光体1の表面上には、僅かながら未転写トナーが残存する。

40

【0024】

一次転写ニップを通過した後の感光体1の表面は、それぞれ、感光体クリーニング装置2との対向位置に達する。そして、感光体クリーニング装置2との対向位置で、感光体1上に残存する未転写トナーがクリーニングブレード2aによって掻き取られ、回収される

50

(感光体クリーニング工程)。

感光体クリーニング装置 2 との対向部を通過した感光体 1 の表面は、不図示の除電手段と対向する位置である除電位置に達して、この位置で感光体 1 の表面上の残留電荷が除去される。

このようにして、感光体 1 の表面上で行われる一連の作像プロセスが終了し、次の作像動作に備える。

【0025】

上述したように作像プロセスは、四つの作像ユニット 6 (Y, M, C, K) で、それぞれ行われる。すなわち、図 1 中の四つの作像ユニット 6 の下方に配設された不図示の露光装置から、画像情報に基づいたレーザ光 L が、それぞれの作像ユニット 6 (Y, M, C, K) の感光体 1 上に向けて照射される。詳しくは、露光装置は、光源からレーザ光 L を発して、そのレーザ光 L を回転駆動されたポリゴンミラーで走査しながら、複数の光学素子を介して感光体 1 の表面上に照射する。その後、現像工程を経てそれぞれの感光体 1 の表面上に形成された各色のトナー像を、中間転写ベルト 8 上に重ねて転写する。こうして、中間転写ベルト 8 上にカラー画像が形成される。

10

【0026】

上述したように、四つの一次転写バイアスローラ 9 (Y, M, C, K) は、それぞれ、中間転写ベルト 8 を感光体 1 (Y, M, C, K) との間に挟み込んで一次転写ニップを形成している。一次転写バイアスローラ 9 (Y, M, C, K) に、トナーの極性とは逆極性の転写バイアスが印加される。

20

中間転写ベルト 8 は、図 1 中の矢印方向に表面移動して、各一次転写バイアスローラ 9 (Y, M, C, K) の一次転写ニップを順次通過する。こうして、感光体 1 (Y, M, C, K) 上の各色のトナー像が、中間転写ベルト 8 上に重ねて一次転写される。

【0027】

四つの感光体 1 (Y, M, C, K) 上の各色トナー像が重ねて転写され、カラートナー像を担持する中間転写ベルト 8 は、図 1 中の反時計方向に表面移動して、二次転写バイアスローラ 19 との対向位置に達する。この対向位置では、二次転写バックアップローラ 12 が、二次転写バイアスローラ 19 との間に中間転写ベルト 8 を挟み込んで二次転写ニップを形成している。

【0028】

30

一方、転写紙 P を収容する給紙カセット 26 から、給紙ローラ 27 により給送された転写紙 P が、搬送ガイドを通過した後に、レジストローラ対 28 に導かれ、レジストローラ対 28 に突き当たり、一度停止する。レジストローラ対 28 に突き当たった転写紙 P は、中間転写ベルト 8 上に形成されたカラートナー像が二次転写ニップに向かうタイミングに合わせて二次転写ニップに向けて搬送される。

詳しくは、給紙カセット 26 には、被転写材である転写紙 P が複数枚重ねて収納されている。そして、給紙ローラ 27 が図 1 中の反時計方向に回転駆動されると、一番上の転写紙 P がレジストローラ対 28 のローラニップに向けて給送される。レジストローラ対 28 に搬送された転写紙 P は、回転駆動を停止したレジストローラ対 28 のローラニップの位置で一旦停止する。そして、中間転写ベルト 8 上のカラー画像にタイミングを合わせて、レジストローラ対 28 が回転駆動されて、転写紙 P が二次転写ニップに向けて搬送される。

40

【0029】

そして、中間転写ベルト 8 上に形成されたカラートナー像は、二次転写ニップで転写紙 P 上に転写され、転写紙 P 上に所望のカラー画像が形成される (二次転写工程)。このとき、中間転写ベルト 8 上には、転写紙 P に転写されなかった未転写トナーが残存する。

【0030】

二次転写ニップを通過した中間転写ベルト 8 表面は、不図示の中間転写ベルトクリーニング装置との対向部に達する。この対向部で、中間転写ベルト 8 上に付着した未転写トナーが中間転写ベルトクリーニング装置に回収されて、中間転写ベルト 8 の表面が初期状態

50

に復帰する。このようにして、中間転写ベルト 8 の表面上で行われる一連の転写プロセスが終了する。

【 0 0 3 1 】

一方、二次転写ニップでカラートナー像が転写された転写紙 P は、定着装置 2 0 に搬送される。定着装置 2 0 では、定着ローラと加圧ローラとによって形成される定着ニップにて、熱と圧力とによってカラートナー像が転写紙 P 上に定着される（定着工程）。

定着装置 2 0 を通過した転写紙 P は、排紙ローラ対 2 5 のローラ間を経てプリンタ部 1 0 0 の外に排出される。排紙ローラ対 2 5 によって複写機 5 0 0 の装置本体外に排出された転写紙 P は、出力画像として、排紙トレイ 3 0 上に順次スタックされる。

このようにして、複写機 5 0 0 における画像形成装置としての一連の画像形成プロセスが完了する。

10

【 0 0 3 2 】

次に、図 3、図 4 を用いて作像ユニット 6 が備える現像装置 5 の構成及び動作について、さらに詳しく説明する。

図 3 は、本実施形態の現像装置 5 の説明図である。

現像装置 5 は、感光体 1 に対向する現像剤担持体としての現像ローラ 5 0 と、この現像ローラ 5 0 の下方に配置された現像剤規制部材としてのドクターブレード 5 2 と、現像剤搬送部材としての供給スクリュ 5 3 及び回収スクリュ 5 4 とを備えている。

【 0 0 3 3 】

現像ローラ 5 0 は、内部に固設された複数の磁石からなるマグネットローラ 5 5 と、このマグネットローラ 5 5 の周囲を回転する現像スリーブ 5 1 とから構成される。

20

現像スリーブ 5 1 は、マグネットローラ 5 5 を内包し、回転自在な非磁性材料からなる。マグネットローラ 5 5 は、複数の磁極として、第一磁極 P 1（S 極）、第二磁極 P 2（N 極）、第三磁極 P 3（S 極）、第四磁極 P 4（N 極）、及び、第五磁極 P 5（N 極）の五つの磁極を形成している。このマグネットローラ 5 5 の周囲を現像スリーブ 5 1 が回転することで、その回転にともない現像剤 G が現像ローラ 5 0 上を移動することになる。なお、図 3 中の「P 1」～「P 5」は、各磁極によって形成される磁場の現像スリーブ 5 1 の表面上における法線方向磁束密度（絶対値）の分布を示している。

【 0 0 3 4 】

ドクターブレード 5 2 は、感光体 1 と現像スリーブ 5 1 との対向部である現像領域に対して現像スリーブ 5 1 の表面移動方向上流側に位置を取り、現像スリーブ 5 1 の表面上に担持されて現像領域に向かう現像剤量を規制する。

30

供給スクリュ 5 3 と回収スクリュ 5 4 とは、現像装置 5 の内部で上下方向に配置され、図中矢印に示す方向へ回転することで長手方向（現像スリーブ 5 1 の回転軸の軸方向）に現像剤 G を搬送する。

【 0 0 3 5 】

また、現像装置 5 は、現像剤を収容する現像ケーシングとしてケーシング 5 8 を備えている。このケーシング 5 8 は、現像下ケース 5 8 a と、現像上ケース 5 8 b と、現像カバー 5 8 c とから構成され、現像ローラ 5 0 が感光体 1 と対向する現像領域において現像ローラ 5 0 の表面の一部が露出するように開口部としての現像開口部 5 8 e が形成されている。

40

このケーシング 5 8 によって形成される空間（供給搬送路 5 3 a、回収搬送路 5 4 a）内には、トナーとキャリアとからなる二成分の現像剤 G（添加剤等を添加する場合も含む）が充填されている。また、前記空間内には、この現像剤 G のトナー濃度を検出するための不図示のトナー濃度センサが備えられている。

また、供給スクリュ 5 3 と回収スクリュ 5 4 との間には仕切り部材 5 7 が配置され、供給搬送路 5 3 a と回収搬送路 5 4 a とを構成する壁面の一部を形成している。

【 0 0 3 6 】

図 4 は、現像装置 5 の説明図であり、図 4（a）は、図 3 に示す現像カバー 5 8 c を取り外した状態の現像装置 5 の上面図であり、図 4（b）は、現像装置 5 を図 3 中の矢印「A」方向から見た側面図である。また、図 4（c）は、供給スクリュ 5 3 と回収スクリュ

50

54 との各々の回転軸に沿って切断した現像装置 5 の切断面を、図 4 中の矢印「A」方向から見た側方断面図である。

図 4 (c) に示すように、供給スクリュ 53 及び回収スクリュ 54 は、回転軸に螺旋状の羽部を設けたスクリュ部材であり、回転することにより、その回転軸の軸方向に現像剤 G を搬送する。詳しくは、供給スクリュ 53 は、現像剤 G を長手方向に搬送しながら現像ローラ 50 に現像剤 G を供給し、回収スクリュ 54 は、現像剤 G を補給されたトナーと混合攪拌しながら搬送する。

【0037】

現像装置 5 のケーシング 58 内の空間のうち、供給スクリュ 53 が配置された供給搬送路 53a と、回収スクリュ 54 が配置された回収搬送路 54a とは仕切り部材 57 によって空間的に仕切られている。また、仕切り部材 57 は、軸線方向に直交する断面（図 3 で説明図を示す断面）における端部が現像ローラ 50 の表面に対向し、近接して配置されることにより、現像ローラ 50 の表面上から現像剤 G の離脱を促す分離板としても機能する。仕切り部材 57 の分離板としての機能により、現像ローラ 50 に担持されて現像領域を通過した現像剤 G が、供給搬送路 53a に到達することを防止し、回収搬送路 54a 内へ向けて滞りなく移動させることができる。

【0038】

現像装置 5 では、二成分の現像剤 G を用いているため、現像装置 5 内におけるトナー消費に応じて、現像装置の一部に設けられたトナー補給口 59 から現像装置 5 内に適宜にトナーが補給される。補給されたトナーは、現像装置 5 内の現像剤 G とともに、現像剤搬送部材である回収スクリュ 54 及び供給スクリュ 53 によって搬送されつつ、攪拌・混合される。このように、現像剤搬送部材によって攪拌・混合された現像剤 G は、その一部が現像剤担持体である現像スリーブ 51 の表面に供給され、その表面に担持される。現像スリーブ 51 の表面に担持された現像剤 G は、現像スリーブ 51 の下方に設置されたドクターブレード 52 によって適量に規制された後に、現像領域に到達する。現像領域では、現像スリーブ 51 の表面上の現像剤 G 中のトナーが感光体 1 の表面上の潜像に付着する。

【0039】

本実施形態の現像装置 5 内には、現像剤 G が一定量充填されている。現像剤 G は、ポリエステル樹脂を主成分とするトナー（平均粒径 $5.8 [\mu\text{m}]$ ）と磁性微粒子であるキャリア（平均粒径 $35 [\mu\text{m}]$ ）とを、トナー濃度が $7 [\text{wt}\%]$ となるように均一混合したものである。そして、並列に配置された供給スクリュ 53 と回収スクリュ 54 とを $600 \sim 800 [\text{rpm}]$ で回転させることによって、現像剤 G を搬送しつつ、トナーとキャリアとの混合を行い、トナーに対する帯電付与を行っている。また、供給スクリュ 53 と回収スクリュ 54 とを回転させることによって、トナー補給口 59 から補給される新品のトナーを現像剤 G の中で攪拌し、現像剤 G 内でのトナーの含有率が均一になるように混合する。

【0040】

均一混合された現像剤 G は現像スリーブ 51 に近接して平行に設けられた供給スクリュ 53 によって長手方向に搬送されながら、現像スリーブ 51 に内包されたマグネットローラ 55 の第五磁極 P5 の磁力によって現像スリーブ 51 の外周表面に受け渡される。現像スリーブ 51 の表面に受け渡された現像剤 G は、現像スリーブ 51 が図 3 中矢印に示すように、反時計回り方向に回転することによって現像領域に到達する。

詳細は、後述する現像スリーブ電源 151 から現像スリーブ 51 に現像電圧が印加されることにより、現像領域では現像スリーブ 51 と感光体 1 との間に現像電界が形成される。この現像電界により、現像領域では現像スリーブ 51 の表面上の現像剤 G 中のトナーが感光体 1 の表面上の潜像に供給され、感光体 1 上の潜像が現像される。

【0041】

現像領域を通過した後の現像スリーブ 51 の表面上の現像剤 G は、現像スリーブ 51 の回転に伴って現像装置 5 内の回収搬送路 54a に回収されるようになっている。詳しくは、現像スリーブ 51 の表面から離脱した現像剤 G は、仕切り部材 57 の上面に落下して滑

10

20

30

40

50

り落ち、回収スクリュ54で回収されるようになっている。

【0042】

図4(a)及び図4(c)中の矢印は、現像装置5内での現像剤Gの流れを示している。図4(a)及び図4(c)中の矢印「a」は、回収搬送路54a内を回収スクリュ54によって搬送される現像剤Gの流れを示している。図4(a)中の矢印「b」は、現像スリーブ51に担持され、回収搬送路54aへと搬送される現像剤Gの流れを示しており、図4(c)中の矢印「c」は、供給搬送路53a内を供給スクリュ53によって搬送される現像剤Gの流れを示している。

【0043】

図4(c)に示すように、供給スクリュ53及び回収スクリュ54の軸方向の端部の領域である回収スクリュ下流端領域及び供給スクリュ下流端領域では、上段の回収搬送路54aと下段の供給搬送路53aとが上下で連通している。そして、回収スクリュ下流端領域では、上段の回収搬送路54aから下段の供給搬送路53aへ、供給スクリュ下流端領域では、下段の供給搬送路53aから上段の回収搬送路54aへ現像剤Gが搬送されるようになっている。連通部となる回収スクリュ下流端領域及び供給スクリュ下流端領域におけるスクリュの形状は、パドルや逆巻きのスクリュを設けており、搬送方向に対して垂直方向への搬送能力を持たせている。

【0044】

次に、現像装置5内における現像剤Gの動きと堆積の状態とについて詳細に説明する。

図5は、現像装置5内における現像剤Gの長手方向(軸方向)の動きと、現像剤Gの堆積の状態とを示す概略図である。図5中の白抜き矢印は現像装置5内での現像剤Gの流れを示している。

図4(c)に示すように、仕切り部材57(図5では図示を省略)は、現像装置5の長手方向の両端に供給搬送路53aと回収搬送路54aとを連通する開口部(剤持上げ口72及び剤落下口71)がそれぞれ設けられている。

図5に示すように、供給搬送路53aにおける供給スクリュ53の搬送方向下流側端部に到達した現像剤Gは、矢印「d」で示すように仕切り部材57に設けられた開口部のうちの剤持上げ口72を通して回収搬送路54aにおける搬送方向上流側端部に受け渡される。一方、回収搬送路54aにおける回収スクリュ54の搬送方向下流側端部に到達した現像剤Gは、矢印「e」で示すように仕切り部材57に設けられた開口部のうちの剤落下口71を通して供給搬送路53aにおける搬送方向上流側端部に受け渡される。

【0045】

図5では、現像スリーブ51への現像剤Gの供給及び回収を模式的に示す都合上、供給搬送路53aと回収搬送路54aとの間にある程度の距離があるように描かれている。しかしながら、供給搬送路53aと回収搬送路54aとは図3及び図4(c)で示すように板状の仕切り部材57によって仕切られており、その開口部である剤持上げ口72及び剤落下口71は板状の仕切り部材57を表から裏に貫通する貫通口である。

【0046】

図5に示すように、回収搬送路54aに対して下方にある供給搬送路53a内の現像剤Gは供給スクリュ53によって長手方向に搬送されつつ、現像スリーブ51の表面に汲み上げられる。このとき、供給スクリュ53の回転と、汲み上げ磁極としての第五磁極P5の磁力とによって現像剤Gが現像スリーブ51の表面に汲み上げられる。現像スリーブ51の表面に汲み上げられた後、現像領域を通過した現像スリーブ51の表面上の現像剤Gは、現像スリーブ51の表面上から離脱され、回収搬送路54a内に送られる。このとき、現像スリーブ51の表面上の現像剤Gは、隣り合う同極性(N極)の磁極である第四磁極P4と第五磁極P5とによって構成される剤離れ磁極の磁力による作用と、仕切り部材57の分離板としての作用とによって現像スリーブ51の表面上から離脱する。

【0047】

現像装置5は、第四磁極P4と第五磁極P5とで構成される剤離れ磁極にて反発磁気力を形成する。この反発磁気力が形成された区間に運ばれた現像剤Gは、剤離れ磁極で法線

10

20

30

40

50

方向と回転接線方向との合成方向にリリースされ、仕切り部材 5 7 上に自重落下して回収される。

【 0 0 4 8 】

供給搬送路 5 3 a に対して上方にある回収搬送路 5 4 a 内の回収スクリュ 5 4 は、剤離れ磁極の位置で現像スリーブ 5 1 から離脱した現像剤 G を長手方向（供給スクリュ 5 3 による搬送方向とは逆方向）に搬送する。

供給スクリュ 5 3 による搬送経路である供給搬送路 5 3 a の下流側と、回収スクリュ 5 4 による搬送経路である回収搬送路 5 4 a の上流側とは剤持上げ口 7 2 を介して連通している。そして、供給搬送路 5 3 a の下流側端部に達した現像剤 G は、その位置に留まり後から搬送されてくる現像剤 G によって押し上げられ、回収搬送路 5 4 a の上流側端部に到達する。

10

【 0 0 4 9 】

また、回収搬送路 5 4 a の上流側端部には、トナー補給口 5 9 が設けられており、新品のトナーがトナー容器 1 1 から不図示のトナー補給装置を介して適宜に補給される。また、供給搬送路 5 3 a の上流側端部と回収搬送路 5 4 a の下流側端部とは剤落下口 7 1 を介して連通している。そして、回収搬送路 5 4 a の下流側端部に達した現像剤 G は、剤落下口 7 1 を自重落下して供給搬送路 5 3 a の上流側端部に受け渡される。

【 0 0 5 0 】

現像装置 5 は、上述したように、供給スクリュ 5 3 と回収スクリュ 5 4 とが図 4 中の矢印で示す方向で回転し、現像スリーブ 5 1 に内包したマグネットローラ 5 5 の磁気吸引力で現像スリーブ 5 1 に引き寄せる。さらに、現像スリーブ 5 1 を感光体 1 に対する所定の速度比で回転させることで、現像領域に対して連続的に現像剤 G の汲み上げ供給を行っている。

20

【 0 0 5 1 】

このように、現像装置 5 は、供給スクリュ 5 3 によって供給搬送路 5 3 a 内の現像剤 G の攪拌搬送を行いつつ、現像スリーブ 5 1 に現像剤 G の供給を行い、現像スリーブ 5 1 に供給した現像剤 G を回収スクリュ 5 4 にすべて回収させる方式を取っている。このため、供給搬送路 5 3 a 内における供給スクリュ 5 3 の搬送方向下流側ほど、現像剤 G の量が減少し、図 5 に示すように、供給搬送路 5 3 a 内の現像剤 G の堆積状態が斜めになる。

【 0 0 5 2 】

ここで、供給スクリュ 5 3 の羽部の径、羽部のピッチ及び回転数等から求めることが出来る供給スクリュ 5 3 の現像剤搬送能力を「 W_m 」とし、現像スリーブ 5 1 上の現像剤搬送能力を「 W_s 」とする。このとき、「 W_m 」と「 W_s 」との関係が「 $W_m > W_s$ 」という条件となる場合に、現像剤 G が現像スリーブ 5 1 の表面上に一様に搬送されるようになる。上記条件が成立しないと、供給搬送路 5 3 a 内における供給スクリュ 5 3 の搬送方向下流側において現像剤 G が不足してしまい、この下流側での現像スリーブ 5 1 への現像剤 G の供給が不可能となってしまう。よって、供給スクリュ 5 3 の現像剤搬送能力は、現像スリーブ 5 1 上の現像剤 G の搬送量を上回るように設定する必要がある。

30

【 0 0 5 3 】

また、同様に現像スリーブ 5 1 から回収搬送路 5 4 a 内へ現像剤 G を回収する。このとき、回収搬送路 5 4 a 内の現像剤 G の嵩が高くなることにより回収されない現像剤 G が仕切り部材 5 7 と現像スリーブ 5 1 との隙間から供給搬送路 5 3 a 内に入り込む。そして、供給スクリュ 5 3 によって十分に攪拌されることなく再び現像スリーブ 5 1 の表面に供給されてしまう。このような場合、十分に攪拌されていない現像剤 G が、現像領域に到達することで、不良画像の発生の原因となる。よって、回収スクリュ 5 4 の現像剤搬送能力も、現像スリーブ 5 1 上の現像剤 G の搬送量を上回るように設定する必要がある。

40

このように、供給スクリュ 5 3 及び回収スクリュ 5 4 の現像剤搬送能力は、現像スリーブ 5 1 上の現像剤 G の搬送量を上回るように設定する必要があり、必然的にスクリュは高回転に設定になってしまう。

【 0 0 5 4 】

50

次に、現像装置 5 の現像スリーブ 5 1 に印加される現像バイアスについて説明する。

図 6 は、本発明に係る現像装置 5 の現像スリーブ 5 1 に印加される現像バイアス V_b の波形の例を示す説明図である。

図 6 に示す説明図では、「GND」がアース電圧を示しており、「0 [V]」である。また、図 6 中の上側ほどマイナス極性側に大きい値であり、図 6 中の下側ほどプラス極性側の大きい値である。図 6 中の「T」は、交流成分によって周期的に電圧が変化する現像バイアス V_b の 1 [周期] を示している。また、図 6 中の「T1」は、現像バイアス V_b の 1 [周期] の間に現像バイアス V_b の平均値（以下、「現像バイアス平均値」と言う） V_{bav} に対して、トナーの正規帯電極性（マイナス極性）とは逆極性（プラス極性）側成分の電圧が印加される時間を示しており、図 6 中の「T2」は、現像バイアス V_b の 1 [周期] の間に現像バイアス平均値 V_{bav} に対してトナーの正規帯電極性（マイナス極性）側成分の電圧が印加される時間を示している。

【0055】

本実施形態の現像バイアス V_b は、周波数（ $1/T$ ）が 2.0 [kHz] 以下の交流成分を含む電圧である。また、現像バイアス V_b の現像バイアス平均値 V_{bav} に対してトナーの正規帯電極性（マイナス極性）とは逆極性（プラス極性）側成分のデューティ比（ $T1/T \times 100$ 、以下、「逆極性側デューティ比」という）が 94 [%] 以上である。さらに、現像バイアス V_b におけるトナーの正規帯電極性（マイナス極性）側の最大値と最小値との差が、 1500 [V] 以下となっている。

ここで、現像バイアス V_b におけるトナーの正規帯電極性側の最小値とは、現像スリーブ 5 1 の表面電位がアース電圧 GND に対してトナーの正規帯電極性（マイナス極性）側のみで変動する場合は、 0 [V] に最も近づく値であり、上記表面電位がアース電圧 GND に対してトナーの正規帯電極性（マイナス極性）とは逆極性（プラス極性）側にも変動する場合は、トナーの正規帯電極性（マイナス極性）とは逆極性（プラス極性）側の最大値である。本実施形態においては、現像バイアス V_b におけるトナーの正規帯電極性（マイナス極性）側の最小値を、感光体表面上の潜像における現像部の電位である露光電位 V_L よりもトナーの正規帯電極性（マイナス極性）側としている。

【0056】

逆極性（プラス極性）側デューティ比とは、AC バイアスにおいて露光電位 V_L よりもトナーの正規帯電極性（マイナス極性）とは逆極性（プラス極性）側の成分が印加される時間の比であり、AC バイアスの一周期の間にトナーの正規帯電極性（マイナス極性）とは逆極性（プラス極性）側の電圧が印加される時間（ $T1$ ）を AC バイアスの一周期の時間（ T ）で割った値である。

また、周波数は、一秒間に何周期の波形があるかを示すものであり、一周期の時間を「T」としたときに「 $1/T$ 」となる。

図 6 に示す波形の例では、周波数が 1 [kHz]、逆極性（プラス極性）側デューティ比が 95 [%]、現像バイアス V_b の最大値と最小値との差であるピークトゥピーク値 V_{pp} が 1000 [V] となっている。

【0057】

図 6 中の「 V_{bav} 」は、現像バイアス平均値であり、図 6 に示す例では、 -350 [V] である。また、帯電電位 V_d は V_{bav} よりも図 6 中の V_3 だけマイナス極性側の値であり、露光電位 V_L は -100 [V] である。また、現像バイアス V_b のマイナス側の上限値は帯電電位 V_d よりも図 1 中の V_1 だけマイナス極性側の値であり、図 6 に示す例では、 -1300 [V] である。また、現像バイアス V_b のマイナス側の下限値は、現像バイアス平均値 V_{bav} よりも図 1 中の V_2 だけマイナス極性側の値であり、「 $V_2 = V_1 + V_3$ 」で求められ、図 6 に示す例では、 -300 [V] である。

【0058】

また、現像バイアス V_b のマイナス側の下限値は、露光電位 V_L よりも図 1 中の V_4 だけマイナス極性側の値である。また、現像バイアス V_b のマイナス側の下限値は、現像バイアス平均値 V_{bav} よりも図 1 中の V_5 だけプラス極性側の値である。

図6に示す例では、現像バイアス平均値 V_{bav} と露光電位 V_L との電位差である現像ポテンシャル V_{pot} は、250 [V] となっている。

【0059】

図7は、従来のACバイアス現像の現像バイアス V_b の波形の一例を示す説明図である。

図7に示す波形では、周波数が9 [kHz]、逆極性（プラス極性）側デューティ比（ $T_1 / T \times 100$ ）が70 [%]、現像バイアス V_b の最大値と最小値との差であるピークトゥピーク値 V_{pp} が1500 [V] となっている。また、図7に示す波形では、現像バイアス平均値 V_{bav} は、-300 [V] で露光電位 V_L は -100 [V] である。

図7に示す例では、現像ポテンシャル V_{pot} は、200 [V] である。

10

【0060】

図7に示す従来のACバイアス現像の波形と比較して図6に示す本実施形態の現像バイアスの波形は、現像バイアス平均値 V_{bav} に対してトナーの正規帯電極性（マイナス極性）とは逆極性（プラス極性）側の電圧をかける時間がかなり長くなっており、トナーの正規帯電極性（マイナス極性）側の電圧をかける時間が短く、かつ、交流成分におけるトナーの正規帯電極性（マイナス極性）とは逆極性（プラス極性）側のピーク値が、露光電位 V_L よりもトナーの正規帯電極性（マイナス極性）側となっている。詳しくは、トナーの正規帯電極性がマイナス極性となる従来のACバイアス現像では、逆極性（プラス極性）側デューティ比が30 [%] 以上70 % 以下となることが一般的である（図7に示す波形では70 [%]）。一方、本実施形態の現像バイアスの波形では、逆極性（プラス極性）側デューティ比が94 [%] 以上となる95 [%] となっている。

20

また、従来のACバイアス現像では、図7に示す波形では周波数が9 [kHz] となっているように、5 [kHz] 以上の高周波数のものが主流である。一方、本実施形態の波形の周波数は2 [kHz] 以下となる1 [kHz] である。

【0061】

このように本実施形態の現像バイアスの波形は、従来のACバイアス現像の波形と比較して、周波数が低く、トナーの正規帯電極性とは逆極性側の成分のデューティ比が高く、かつ、交流成分におけるトナーの正規帯電極性とは逆極性側のピーク値を、露光電位 V_L よりもトナーの正規帯電極性側となる波形となっている。

本発明者らが本発明の特徴部を備えた波形を示すAC現像バイアスを用いて画像形成をおこなったところ、従来のDCバイアス現象と比して現像スリーブ51の回転周期による濃度ムラが抑制出来るとともに、周辺白抜けの発生や粒状性の悪化を抑制できることを確認した。また、本発明者らが現像スリーブ51に印加する現像バイアスの条件のみを変化させて画像形成を行ったところ、粒状性については従来のACバイアス現像よりも改善でき、DCバイアス現像と同等の粒状性を得られた。

30

また、交流成分におけるトナーの正規帯電極性とは逆極性側のピーク値を、露光電位 V_L よりもトナーの正規帯電極性側となる波形とすることで、従来のACバイアス現像と比して、現像能力が高くなった。

【0062】

図6に波形の例を示す本発明の特徴部を備えたACバイアス現象や、図7に波形の例を示す従来のACバイアス現像では、現像バイアス平均値 V_{bav} がDCバイアス現像における現像バイアス V_b に相当することとなる。このため、感光体1の表面上の電位が、図6及び図7中の現像バイアス平均値 V_{bav} よりもトナーの正規帯電極性（マイナス極性）とは逆極性（プラス極性）側であれば、現像スリーブ51から感光体1の表面上にトナーが移動し、現像がなされる。また、感光体1の表面上の電位が現像バイアス平均値 V_{bav} よりもトナーの正規帯電極性（マイナス極性）側であれば、現像スリーブ51から感光体1の表面上にトナーが移動せず、現像がなされない。

40

よって、トナーの正規帯電極性（マイナス極性）について、現像バイアス平均値 V_{bav} が、帯電電位 V_d よりも小さく、露光電位 V_L よりも大きければ（ $V_d > V_{bav} > V_L$ ）、感光体1の静電潜像に対して現像することができる。

50

【0063】

なお、露光電位 V_L としては、従来の画像形成装置と同様に $0[V] \sim \pm 100[V]$ の範囲のものを用いることができる。図6及び図7に示す例では、露光電位 V_L を $-100[V]$ としている。

また、本発明の特徴部を備えた波形を示すAC現像バイアスでは周波数を低くすることで、周波数の高いACバイアス現像で生じていた周辺白抜けの発生を抑制することができる。さらに、本発明の特徴部を備えた波形を示すAC現像バイアスでは逆極性側デューティ比を95%以上とすることで、周波数の低く、且つ、逆極性側デューティ比が94%未満のACバイアス現像で生じていた粒状性の悪化を抑制することができる。

さらに、交流成分におけるトナーの正規帯電極性とは逆極性側のピーク値を、露光電位 V_L よりもトナーの正規帯電極性側とすることで、全てのACバイアスに含まれる全ての交流成分を現像に寄与させることができ、現像能力が高く、画像欠陥の発生しない安定した画像を提供できる。

【0064】

ここで、現像スリーブ51の電位と感光体1の電位とについて説明する。

一般的な電子写真は、感光体1を帯電手段により一様に帯電し、露光手段により感光体1表面上に静電潜像を形成し、現像スリーブ51に担持された現像剤中のトナーが感光体1表面上の静電潜像へ移動することで現像し、トナー像が形成される。また、現像スリーブ51側から感光体1の静電潜像側にトナーを移動するとき、現像スリーブ51に与える電位が、露光されて形成された静電潜像の電位よりもトナーの正規帯電極性側（本実施形態ではマイナス極性側）に大きくなるような電位差が形成されている。

このとき、露光されて形成された静電潜像の電位よりもトナーの正規帯電極性側（本実施形態ではマイナス極性側）に大きい電位を現像スリーブ51に与えることで、現像スリーブ51側から感光体1の静電潜像側にトナーを移動させて現像する電位差となっている。

【0065】

DCバイアスを印加する場合は、現像スリーブ51に印加する電圧が一定で、現像スリーブ51の表面の電位が一定であるため、現像スリーブ51と感光体1の静電潜像との間の電位差は、現像スリーブ51から静電潜像側にトナーを移動させる電位差のみである。

一方、現像スリーブ51にACバイアスを印加する場合は、静電潜像に対して微小な時間中に、現像スリーブ51から感光体1にトナーを現像する電位差と、感光体1から現像スリーブ51側にトナーを引き戻す電位差とが交互に形成される。このように感光体1から現像スリーブ51側にトナーを引き戻す電位差が形成されることもあるにも関わらずトナーを静電潜像に現像できるのは、以下の理由による。すなわち、ACバイアスの平均の電位と、感光体1上の静電潜像の電位との電位差が、トナーを感光体1側に移動する電位差となっているからである。

【0066】

濃度ムラに対しては、DCバイアスを印加するよりもACバイアスを印加する方が軽減する効果がある。これは、トナーを感光体1側から現像スリーブ51側に引き戻し、再び感光体1側へ移動させることで、感光体1上のトナーの付着量を均一にすることができ、画像上の濃淡差を低減するためと考えられる。本発明者らが鋭意検討を重ねたところ、この濃度ムラの低減には、ACバイアスの周波数を上げるか、ピークトゥピーク値（現像バイアスの最大値と最小値との差の値）を上げることで効果が大きく表れることが分かった。

【0067】

しかし、本発明者らがさらに検討を重ねたところ、次のようなことが明らかになった。

すなわち、周波数を上げると、トナーの引き戻し作用が強くなることで、高濃度部と低濃度部との境界付近の白抜け（以下、「周辺白抜け」と呼ぶ）が発生し易くなる。この周辺白抜けを低減するためにACバイアスの周波数を $2[kHz]$ 以下とすることが望ましい。

10

20

30

40

50

また、ピークトゥピーク値を上げると、トナーの動きが大きくなり、濃度ムラはより低減されるが、感光体 1 上の非画像部へのトナーの付着（地汚れ）が発生しやすくなる。そのため、ピークトゥピーク値は 1500 [V] 以下が望ましい。

【0068】

この条件下では、AC バイアスのトナーの引き戻し作用によって、画像に粒状性の悪化（ぼそつき）が発生することがある。この粒状性の悪化を低減するために、AC バイアスの一周期の時間に対するトナーの静電極性とは逆極性側の電圧を印加する時間の割合を示すトナーの正規帯電極性とは逆極性側の成分のデューティ比が 94 [%] 以上であることが望ましい。

【0069】

以下、ピークトゥピーク値、AC バイアスの周波数及び逆極性（プラス極性）側デューティ比の適切な条件を検討した実験例について説明する。

〔実験例 1〕

実験例 1 では、ピークトゥピーク値（以下、「Vpp 値」ともいう）と地汚れとの関係に基づいてピークトゥピーク値の上限値を確認した。地汚れの評価は、任意の画像を出力したときの非画像部に対するトナーの付着状態を目視で確認した。

以下、実験例 1 の評価条件を示す。

- ・画像形成装置：i m a g i o M P C 5 0 0 0
- ・現像剤：シアン現像剤
- ・現像スリーブ：アルミスリーブにテトラヘデラルアモルファスカーボンコーティング（以下、「t a - C コート」という）
- ・現像バイアス：DC バイアスのみ、DC バイアスに AC 成分を重畳（周波数：990 [Hz]、プラス側デューティ比：7 [%]）

【0070】

以下、地汚れの評価ランクの基準を示す。

- ランク「5」：地汚れ無し
- ランク「4」：問題無し
- ランク「3」：許容可
- ランク「2」：許容不可
- ランク「1」：「2」よりも劣位

【0071】

上述した評価条件にて、現像バイアスの条件を変化させた実験例 1 の結果を図 8 に示す。

現像バイアスの条件は、DC バイアスと、AC バイアスとの両方で画像形成を行い、AC バイアスの場合は、Vpp 値が 1 [kV]、1.25 [kV]、1.5 [kV] 及び、1.75 [kV] の各条件で画像形成を行った。

図 8 に示す実験例 1 の結果より、DC バイアスでは地汚れの問題は生じないが、AC バイアスでは Vpp 値を 1.75 [kV] とすると地汚れが許容不可となった。よって、AC バイアスを印加する際は、Vpp 値を 1.5 [kV] 以下とすることが望ましい。

【0072】

〔実験例 2〕

実験例 2 では、現像バイアスの周波数と周辺白抜けとの関係に基づいて現像バイアスの周波数の上限値を確認した。周辺白抜けの評価には、ベタ部と 50 [%] 濃度部とをチェッカー状に構成した画像を用いて、目視で確認した。

以下、実験例 2 の評価条件を示す。

- ・画像形成装置：i m a g i o M P C 5 0 0 0
- ・現像剤：シアン現像剤
- ・現像スリーブ：アルミスリーブに t a - C コート
- ・現像バイアス：DC バイアスのみ、及び、DC バイアスに AC 成分を重畳（ピークトゥピーク値：800 [V]、プラス側デューティ比：7 [%]）

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

以下、周辺白抜けの評価ランクの基準を示す。

- ランク「5」：周辺白抜け無し
- ランク「4」：問題無し
- ランク「3」：許容可
- ランク「2」：許容不可
- ランク「1」：「2」よりも劣位

【 0 0 7 4 】

上述した評価条件にて、現像バイアスの条件を変化させた実験例2の結果を図9に示す。

10

現像バイアスの条件は、DCバイアスと、ACバイアスとの両方で画像形成を行い、ACバイアスの場合は、周波数が0.99[kHz]、2[kHz]、5.5[kHz]及び9[kHz]の各条件で画像形成を行った。

【 0 0 7 5 】

図9に示す実験例2の結果より、DCバイアスでは周辺白抜けは発生しなかった。一方、ACバイアスでは、実験した範囲ではいずれも、「許容可」となるランク「3」以上であった。また、ACバイアスでは、周波数が5.5[kHz]のときはランク「3」であるのに対して、周波数が2[kHz]のときはランク「4」を越え、周辺白抜けが明らかに改善された。よって、ACバイアスを印加する際は、周波数を2[kHz]以下とすることが望ましい。

20

【 0 0 7 6 】

また、図9に示すように、周波数が0.99[kHz]のときは、周辺白抜け無しの状態となり、周波数を2[kHz]のときより周辺白抜けのランクが向上した。よって、ACバイアスを印加する際は、周辺白抜けの発生を抑制するためには周波数を2[kHz]以下とすることが望ましく、さらに、周波数を1[kHz]以下とすることがより望ましい。

【 0 0 7 7 】

しかし、周波数を低くし過ぎると、ACバイアスの周期に起因する画像濃度ムラが目視で確認できるようになってしまう。具体的には、転写紙の搬送方向の位置によって画像濃度が異なる状態の縞模様が目に見えてくる。

30

990[Hz]よりも低い値で周波数をシフトさせたところ、800[Hz]までは画像濃度ムラが目視で確認することができなかった。周波数を700[Hz]としたときに、縞模様が目視で確認でき始め、600[Hz]では縞模様を明らかに確認できるようになった。このため、周波数は800[Hz]以上であることが望ましい。

【 0 0 7 8 】

〔実験例3〕

実験例3は、現像バイアスのプラス側デューティ比と、画像の粒状性との関係に基づいて現像バイアスのプラス側デューティ比の適正值を確認した。粒状性の評価には、画像面積率が70[%]の画像を使用して、目視で確認した。

以下、実験例3の評価条件を示す。

40

- ・画像形成装置：i m a g i o M P C 5 0 0 0
- ・現像剤：シアン現像剤
- ・現像スリーブ：アルミスリーブにt a - Cコート
- ・現像バイアス：DCバイアスのみ、及び、DCバイアスにAC成分を重畳（ピークトウピーク値：800[V]、周波数：990[Hz]）

【 0 0 7 9 】

以下、粒状性の評価ランクの基準を示す。

- ランク「5」：粒状性良好
- ランク「4」：問題無し
- ランク「3」：許容可

50

ランク「2」：許容不可

ランク「1」：「2」よりも劣位

【0080】

上述した評価条件にて、現像バイアスの条件を変化させた実験例3の結果を図10に示す。

現像バイアスの条件は、DCバイアスと、ACバイアスとの両方で画像形成を行った。また、ACバイアスの場合は、プラス側デューティ比が、80 [%]、90 [%]、95 [%]及び99 [%]の各条件で画像形成を行った。

図10に示す実験例3の結果より、DCバイアスでは粒状性は良好であった。一方、ACバイアスでは、プラス側デューティ比が80 [%]のときに「許容不可」となるランク「2」となり、粒状性が悪くざらついた画像となった。また、プラス側デューティ比が95 [%]のときには「許容可」となるランク「3」よりも粒状性が良い「問題無し」となるランク「4」となった。

【0081】

図9に示すように、周辺白抜けを防止するためにはACバイアスの周波数を2 [kHz]以下とすることが望ましい。しかし、図10で示すように、2 [kHz]以下となる990 [Hz]のACバイアスを印加して画像形成をおこなったところ、プラス側デューティ比が80 [%]のときには、粒状性がランク「2」の許容不可となった。これに対して、本実施形態では、プラス側デューティ比の値を大きく(95 [%]以上に)した。これにより、周波数を小さくして感光体1の静電潜像から現像スリーブ51にトナーが移動するトナーの引き戻しの作用を小さくした場合でも、粒状性の悪化を低減することができる。よって、ACバイアスを印加する構成で周波数を2 [kHz]以下とする場合は、トナーの正規帯電極性(マイナス極性)とは逆極性(プラス極性)側の成分のデューティ比の値を95 [%]以上とすることが望ましい。

【0082】

〔実験例4〕

実験4では、現像バイアスの逆極性(プラス極性)側デューティ比の値を変化させたときの粒状性と濃度ムラとの関係に基づいて、現像バイアスの逆極性(プラス極性)側デューティ比の上限値と下限値とを確認した。

図11は、ACバイアス現像におけるピークトゥピーク値Vppを1 [kV]、周波数を990 [Hz]で固定し、逆極性(プラス極性)側デューティ比の値を変化させたときの粒状性と濃度ムラとを評価した実験結果を示すグラフである。図11中の左端の大きめのプロットはDCバイアス現像のときの粒状性(図中の四角プロット)と色ムラ(図中の丸プロット)との評価を示す。

【0083】

従来のACバイアス現像で、逆極性(プラス極性)側デューティ比の値が50 [%]~70 [%]の範囲のもので、周辺白抜けの発生を抑制するために、周波数を1 [kHz]以下にしたところ粒状性が悪化した。このため、逆極性(プラス極性)側デューティ比を変動させる幅を広げて、粒状性と濃度ムラとの両方が「許容可」となる逆極性(プラス極性)側デューティ比の範囲を検証した結果が図11に示すグラフである。

【0084】

図11中の「画像の粒状性ランク」は、評価基準を「0081」に示したものであり、「濃度ムラランク」は画像の濃度ムラの状態を評価するランクである。

以下、濃度ムラの評価ランクの基準を示す。

ランク「5」：濃度ムラ無し

ランク「4」：問題無し

ランク「3」：許容可

ランク「2」：許容不可

ランク「1」：「2」よりも劣位

【0085】

10

20

30

40

50

図 1 1 に示す実験例 4 の結果より、DC バイアス現象は、濃度ムラランクが許容のランクよりも低くなっている。また、AC バイアス現象の場合で、プラス側デューティ比が 80 [%] 以上、87 [%] 以下の範囲では、粒状性ランクが許容のランクよりも低くなっている。一方、AC バイアス現象の場合で、プラス側デューティ比が 94 [%] 以上、97 [%] 以下の範囲では、濃度ムラランクと粒状性ランクとがともに許容範囲内のランク「3」以上となっており、粒状性と濃度ムラとがともに許容範囲となっており両立している。なお、プラス側デューティ比が 97 [%] を越えると、濃度ムラランクが許容のランクよりも低くなっている。

よって、AC バイアス現象では、本発明に係る粒状性の悪化を抑制する観点から、トナーの正規帯電極性（マイナス極性）とは逆極性（プラス極性）側の成分のデューティ比を 94 [%] 以上とした。また、濃度ムラの発生を抑制する観点からトナーの正規帯電極性（マイナス極性）とは逆極性（プラス極性）側の成分のデューティ比は 97 [%] 以下が望ましい。

【0086】

ここで、現象ギャップの変動に対するトナーの付着量の変動について説明する。

図 1 2 は、DC バイアス現象（図中「DC」）と、本発明に係る AC バイアス現象（図中「AC」）との現象ギャップに対するトナーの付着量の関係を示すグラフである。図 1 2 に示すグラフを得た実験では、本発明に係る AC バイアス現象の逆極性（プラス極性）側デューティ比を 94 [%]、ピークトゥピーク値を 800 [V]、周波数を 990 [Hz] とした。

図 1 2 に示すように、現象ギャップ GP が変動することによるトナー付着量の変動幅が大きいことが DC バイアス現象の不具合である。このため、現象スリーブ 51 が製造公差等により偏芯していると、現象スリーブが回転して現象ギャップ GP が回転周期に合わせて変動したときに、DC バイアス現象の場合は回転周期に合わせた濃度ムラが生じ易い。

一方、本発明の特徴を備えた AC バイアス現象では、現象ギャップ GP が変動することによるトナー付着量の変動幅が DC バイアス現象に比べて小さいことが確認された。これにより、従来の AC バイアス現象や本発明の特徴を備えた AC バイアス現象では、DC バイアス現象と比して、現象スリーブ 51 の回転周期に合わせた濃度ムラの発生を抑制することができる。

【0087】

本発明の特徴を備えた AC バイアス現象が、DC バイアス現象と比して、現象スリーブ 51 の回転周期に合わせた濃度ムラの発生を抑制することができる理由としては、次のことが考えられる。すなわち、本発明の特徴を備えた AC バイアス現象は、電界の強弱がトナーに対して振動のように作用する。感光体表面に付着したトナーや、現象スリーブから感光体へ移動するトナーが振動することで、感光体 1 の静電潜像に必要な分のトナー付着量を確保していると考えられる。

一方、DC バイアス現象では電界の強弱を有していない。このため、本発明の特徴を備えた AC バイアス現象は、DC バイアス現象と比してトナーに振動を与える力が強いこと、DC バイアス現象と比して濃度変動を抑制する効果があると考えられる。

【0088】

次に、現象ローラ 50 の構成について説明する。

図 1 3 は、現象装置 5 が備える現象ローラ 50 の拡大説明図である。

図 1 3 に示すように、現象装置 5 が備える現象ローラ 50 を構成する現象スリーブ 51 は、円筒形状を形成する基材からなるスリーブ素管 51 a と低摩擦膜 51 b とから構成される。低摩擦膜 51 b は、アルミニウムからなるスリーブ素管 51 a の表面よりもトナーとの摩擦係数が小さい低摩擦表面層である。

【0089】

さらに、現象装置 5 は、図 3 に示すように、現象スリーブ 51 のスリーブ素管 51 a に対して、直流成分に交流成分を重ねた電圧を印加する現象スリーブ電圧印加手段である現象スリーブ電源 151 を備えている。スリーブ素管 51 a にアルミニウムを用いること

10

20

30

40

50

で、非磁性で導電性のある現像スリーブ51を実現できる。

【0090】

ここで、従来の電子写真方式の画像形成装置について説明する。

電子写真方式の画像形成装置では、一般的に帯電手段により一様に帯電された感光体の表面上に向けて、画像情報に基づいたレーザ光が照射され、感光体上に静電潜像を形成する。そして、現像装置が備える現像ローラが担持する現像剤に含まれるトナーを静電潜像に供給して、静電潜像を現像することにより感光体上にトナー像が形成される。このトナー像を転写手段で転写媒体に転写し、定着手段によってトナー像を転写媒体に定着することで、画像を形成する。

【0091】

感光体上にトナー像を現像するための現像ローラに印加する現像バイアスとしては、直流成分のみからなるDCバイアスを印加する構成と、直流成分(DC)に交流成分(AC)を重畳した重畳バイアスを印加する構成とが一般的である。

また、電子写真方式の画像形成装置に用いられる現像方式としては、トナーのみからなる現像剤を用いる一成分現像方式と、トナーとキャリアとからなる現像剤を用いる二成分現像方式とが有る。高速機の画像形成装置では主に耐久性の確保の観点から、二成分現像方式が採用されている。高速機の分野は、商業印刷にも対応できるように高画質化も要求されている。

【0092】

また従来の画像形成装置で使用される現像方式としては、一成分現像方式及び二成分現像方式のほかに、特許文献3のようなハイブリッド現像方式がある。何れの現像方式においても、色再現性に優れ、均一で鮮明なフルカラー画像を得るためには、感光体等の潜像担持体上に供給されるトナー量を静電潜像に忠実に保つ必要がある。

【0093】

次に、潜像担持体上に付着するトナー量の変動するゴースト画像について説明する。

潜像担持体上に付着するトナー量の変動する原因としては、トナー帯電量の変動などの要因もあるが、特許文献3に記載されるように、前画像の履歴を次画像が引き継ぐ不良画像(ゴースト画像)が知られている。

【0094】

しかし、特許文献3に示すゴースト画像は、ハイブリッド現像方式固有の課題であり、トナー担持体上のトナー量が、直前画像のトナー消費パターンに応じて変化するために、次画像の画像濃度に変動する現象である。これは、ハイブリッド現像方式では、常に一定量のトナーがトナー担持体へ供給されるため、トナー担持体上のトナー量がトナー供給を受ける回数によって変動してしまうことに起因する。即ち、前画像がトナー消費の少ない画像を印刷時には、トナー担持体上の残トナー量は多く、トナー供給後にはトナー担持体上のトナー量は更に多くなってしまい画像濃度は濃くなる。一方、トナー消費の多い画像を印刷後には、トナー担持体上の残トナー量が少なく、トナー供給後にはトナー担持体上のトナー量が少なくなり画像濃度が薄くなる。

【0095】

一方、本実施形態の現像装置5のように二成分方式の現像装置であっても、前画像の履歴を次画像が引き継いで次画像上に前画像の影響を受けた濃度ムラが生じる、ゴースト画像が生じることがある。二成分方式の現像装置におけるゴースト画像は次のような原因により発生すると考える。

すなわち、前画像において感光体上の非画像部と対向した現像スリーブの表面と、前画像において感光体上の画像部と対向した現像スリーブの表面とでは、次画像において画像部と対向したときのトナー現像量が異なる。これにより、次画像においてゴースト画像が生じると考えられる。

【0096】

詳しくは、非画像部は現像スリーブの電位よりもトナーを遠ざける電位となっている。このため、前画像の現像時に現像領域において現像スリーブの表面が感光体上の非画像部

10

20

30

40

50

と対向すると、非画像部と現像スリーブとの電位差によって、帯電したトナーには、感光体側から現像スリーブ表面側に向かう力が作用する。このため、現像スリーブの表面に担持された二成分現像剤中に含まれるトナーは、現像スリーブ上に形成された磁気ブラシにおいて現像スリーブ表面側となる磁気ブラシの根元側に移動し、トナーの一部が現像スリーブの表面に接触して付着する。

【0097】

現像領域を通過した現像スリーブの表面上には、現像スリーブ内に配置された磁界発生手段による反発磁気力によってキャリアを現像スリーブから離間させる力が作用する。このとき、キャリアに付着したトナーはキャリアとともに離間しようとするが、現像スリーブの表面とキャリアとの両方に付着したトナーは、より付着力が大きい側と付着したままとなる。よって、現像スリーブに対するトナーの付着力が大きいと、反発磁気力によってキャリアが現像スリーブから離間するとき、現像スリーブの表面に付着したトナーがキャリアとともに現像スリーブから離間せず、現像スリーブの表面に付着したままの状態となる。その後、現像剤供給位置に到達すると、トナーが付着した現像スリーブの表面に新たな二成分現像剤が供給されることとなる。

10

【0098】

帯電したトナーが付着した現像スリーブの表面は、トナーが持つ電荷分だけ表面電位が嵩上げされて、トナーの帯電極性側に電位がシフトした状態となる。また、現像領域では、潜像が形成された感光体の表面において、現像スリーブの表面の電位（現像電位）よりもトナーの帯電極性とは逆極性側（プラス極性側）の電位となる画像部にトナーが付着する。このため、表面に新たな二成分現像剤を担持して現像領域で画像部と対向すると、帯電したトナーが付着した現像スリーブの表面は、トナーが付着していない表面よりもトナーを感光体上の画像部に移動させる力が大きくなる。これにより、感光体の画像部に供給するトナーの量が増加する。

20

【0099】

一方、前画像の現像時に二成分現像剤を担持した現像スリーブの表面が現像領域で画像部と対向すると、現像スリーブの表面に担持された二成分現像剤中に含まれるトナーは、画像部と現像スリーブとの電位差によって現像スリーブ表面から離れる側に移動する。すなわち、磁気ブラシの先端側に移動する。現像領域では、二成分現像剤中のトナーの一部が静電潜像の画像部に移動してトナー像を形成する。このとき、すべてのトナーがトナー像の形成に使用されるわけではないが、現像領域で磁気ブラシの先端側に移動しているため、トナーが現像スリーブに接触して、付着することはほとんど生じない。そして、反発磁気力によってキャリアが現像スリーブから離間するときには、現像スリーブに担持される二成分現像剤中の略全てのトナーがキャリアとともに現像スリーブから離間し、現像スリーブの表面にトナーがほとんど付着していない状態となる。

30

【0100】

その後、現像剤供給位置に到達すると、トナーがほとんど付着していない現像スリーブの表面に新たな二成分現像剤が供給されることとなる。帯電したトナーがほとんど付着していない現像スリーブの表面は、トナーの帯電極性側に電位がシフトせず、新たな二成分現像剤を担持して現像領域で画像部と対向すると、トナーが付着した表面よりもトナーを画像部に移動させる力が小さくなる。

40

【0101】

このように、前画像において非画像部と対向した現像スリーブの表面の方が、前画像において画像部と対向した現像スリーブの表面よりも、次画像の画像部にトナーを移動させる力が大きく作用する。よって、次画像の画像部では、前画像において非画像部と対向した現像スリーブの表面によって現像された部分と、前画像において画像部と対向した現像スリーブの表面によって現像された部分とで、付着するトナー量の変動し、画像濃度が変動する。このような濃度変動が生じた画像がゴースト画像となると考える。

【0102】

トナーと現像スリーブとが接触した際、トナーとキャリアとの間、及び、トナーと現像

50

スリーブとの間の非静電的な付着力が低減する。このときトナーと現像スリーブとの仕事関数が比較的近い場合には、トナーが現像スリーブに付着するかキャリアに付着するかは確率的に決まる。また現像スリーブの仕事関数がトナーの仕事関数より大きい場合には、トナーの現像スリーブに接触した部分の負電荷がスリーブに移動するため（接触帯電）、トナーと現像スリーブとの鏡像力が弱まりトナーはキャリアから離れない（または再付着される）。

【0103】

白ベタ画像（白紙画像）を現像する際には、現像スリーブが現像領域で対向する感光体の表面は非画像部であるため、白ベタ画像の後の現像スリーブはトナーで汚れた状態となる。このため、白ベタ画像を出力した後の現像スリーブを用いて現像を行うと、現像スリーブに付着したトナーの電荷分の電位が嵩上げされ、感光体上の画像部に付着するトナーの量（トナー現像量）が増加し、画像濃度が濃くなる傾向がある。

10

【0104】

一方、ベタ画像を現像する際には、現像領域では感光体側にトナーが移動する現像電界が形成されるため、スリーブ汚れによって現像スリーブ上に付着したトナーのうち正規の電荷を持っているトナーは現像時に感光体側に移動して二成分現像剤中に再付着される。このため、ベタ画像を現像した後の現像スリーブはトナーで汚れていない状態になる。

【0105】

この状態で引き続きベタ画像が現像されると、現像スリーブが一周して現像される間に、スリーブ汚れによって現像スリーブ上に付着していたトナーが無くなる。よって、ベタ画像を作像した後は、スリーブ汚れのトナー分の現像バイアスの嵩上げがなくなり、トナー現像量が通常どおりになる（非画像部より現像量が低下する）。白ベタ後の黒ベタの場合や、用紙間直後の黒ベタの場合では上述した過程が発生するために、黒ベタの進行方向先端が現像スリーブ一周に相当する距離だけ画像濃度が濃くなる。

20

【0106】

このようなゴースト画像の改善方法として、特許文献4に記載された現像装置が備える現像スリーブのように、現像スリーブの表面にテトラヘデラルアモルファスカーボン層等の低摩擦膜を設けることが考えられる。低摩擦膜を設けることで、現像スリーブの表面上にトナーが残留しづらくなり、ゴースト画像の発生を抑制することができる。

【0107】

現像装置5では、上述したように、現像スリーブ51の表面に低摩擦膜51bを設けているため、ゴースト画像の発生を抑制することができる。しかし、現像スリーブ51の表面に低摩擦膜51bを均等な膜厚で形成するのは困難であり、膜厚にある程度のムラが生じてしまう。そして、この膜厚のムラに対応した周期的な濃度ムラが生じることがあった。この濃度ムラは、以下の理由によって生じるものと推定する。

30

【0108】

図14は、低摩擦膜51bの膜厚のムラに起因する濃度ムラが生じる推定メカニズムを説明する現像領域近傍の模式図である。

図14(a)は、低摩擦膜51bの膜厚が薄い場合の説明図であり、図14(b)は、低摩擦膜51bの膜厚が厚い場合の説明図である。

40

図14では、感光体1と現像スリーブ51とが図中左側から右側に向けて表面移動する。図14に示すように、現像領域近傍の現像スリーブ51の表面上では、二成分現像剤中のキャリアCが磁気ブラシを形成しており、その磁気ブラシにトナーTが付着した状態である。図14において、トナーTの粒子中の「-」はトナーがマイナス極性に帯電していることを模式的に示し、図14中の「+」は、プラス極性の電荷があることを示している。また、図14に示す構成では、現像スリーブ電源151がスリーブ素管51aに印加する現像バイアスは、直流成分の電圧のみである。

【0109】

図14では、表面移動方向上流側（図中左側）の磁気ブラシと、表面移動方向下流側（図中右側）の磁気ブラシと、の間に隙間が描かれているが、実際は現像領域近傍の現像ス

50

リーブ51の全域に渡って磁気ブラシが形成され、上流側と下流側との間に隙間はない。

図14に示すように、感光体1の表面上の画像部は現像スリーブ51の表面よりもプラス極性側に帯電しており、現像スリーブ51との電位差によって磁気ブラシに付着したトナーTの一部が感光体1の表面に付着する。このとき、マイナス極性に帯電したトナーTが磁気ブラシから離間するため、図14(a)及び(b)中の左側の磁気ブラシのように磁気ブラシにはカウンターチャージの分のプラス極性の電荷が残った状態となる。

【0110】

一般的に使用されている二成分現像では、通常、感光体1上の画像部(露光部)の電荷量と、磁気ブラシに残るカウンターチャージ分の電荷を含めた現像スリーブ51側の電荷量とが平衡状態となったところでトナーTの移動が無くなり、現像が終了する。

10

しかし、カウンターチャージ分のプラス極性の電荷を、図14(a)中の矢印Fで示すように、スリーブ素管51aに移動させることが出来れば、さらに、現像を行うことが可能となる。

テトラヘデラルアモルファスカーボン等からなる低摩擦膜51bは、アルミニウム等の金属からなるスリーブ素管51aよりも電気抵抗が大きいいため、その厚みが薄いほどカウンターチャージ分のプラス極性の電荷がスリーブ素管51aに移動し易くなる。

【0111】

図14中の「H」は画像部の電位としてはさらにトナーTを付着させることが出来るが、まだ所定量のトナーTが付着していない箇所を示す。このようなトナーTが付着していない箇所が存在すると他の画像部よりも画像濃度が薄くなる。

20

図14(a)に示すように、低摩擦膜51bが薄い場合、矢印Fで示すように、カウンターチャージ分のプラス電荷がスリーブ素管51aに移動することができる。このため、図14(a)中の左側の磁気ブラシに示すように、一時的に電荷量が平衡状態となっても、カウンターチャージ分のプラス電荷のうち、スリーブ素管51aに移動した分だけ、さらに現像することが可能となる。これにより、図14中の「H」のように所定量のトナーTが付着していない画像部をトナーTで埋めることができ、他の画像部よりも画像濃度が薄い部分が生じ難い。

【0112】

薄い低摩擦膜51bの一例として、テトラヘデラルアモルファスカーボンのコーティングの厚みが0.1[μm]の場合は、約0.7[ms]でカウンターチャージ分のプラス電荷がスリーブ素管51aに移動する。この移動時間(約0.7[ms])は、現像スリーブ51の表面の有る位置が現像領域(現像ニップ)を通過する時間(7[ms])以下の時間である。このため、現像スリーブ51が現像領域を通過する間にカウンターチャージ分のプラス電荷をスリーブ素管51aに移動させることができ、移動させたプラス電荷の分だけ現像が可能となる。そして、所定量のトナーTが付着していない画像部を埋めることができ、他の画像部よりも画像濃度が薄い部分が生じ難くなる。

30

【0113】

一方、図14(b)に示すように、低摩擦膜51bが厚い場合、カウンターチャージ分のプラス電荷がスリーブ素管51aにほとんど移動することができない。このため、図14(b)中の左側の磁気ブラシに示すように、電荷量が平衡状態となると、カウンターチャージ分のプラス電荷がスリーブ素管51aにほとんど移動しないため、さらに現像することが出来ない。これにより、図14(b)中の「H」のように、平衡状態となったときに、所定量のトナーTが付着していない画像部はそのまま維持されて、他の画像部よりも画像濃度が薄くなる部分が生じる。

40

【0114】

厚い低摩擦膜51bの一例として、テトラヘデラルアモルファスカーボンのコーティングの厚みが0.6[μm]の場合は、カウンターチャージ分のプラス電荷がスリーブ素管51aに移動するために約70[ms]の移動時間を要する。この移動時間(約70[ms])は、現像スリーブ51の表面の有る位置が現像領域(現像ニップ)を通過する時間(7[ms])以上の時間である。このため、現像スリーブ51が現像領域を通

50

過する間にカウンターチャージ分のプラス電荷をスリーブ素管 5 1 a に移動させることができず、所定量のトナー T が付着していない画像部は、他の画像部よりも画像濃度が薄い部分となる。

【0115】

図 1 4 を用いて説明したように、低摩擦膜 5 1 b が薄い部分では、画像濃度が薄い部分が生じ難く、低摩擦膜 5 1 b が厚い部分では、他の画像部よりも画像濃度が薄い部分が生じる。このため、低摩擦膜 5 1 b が厚い部分で画像濃度が薄くなるように膜厚のムラに対応した周期的な濃度ムラが生じる。

【0116】

なお、現像スリーブ 5 1 の表面に設けた低摩擦膜 5 1 b の膜厚のムラが生じることで、現像スリーブ 5 1 と感光体 1 との隙間である現像ギャップの変動が考えられる。しかし、本実施形態の現像装置 5 では、低摩擦膜 5 1 b としてナノオーダーの蒸着膜をコーティングしており、そのコーティング層の厚みのムラといっても 0 . 数 [μm] である。現像ギャップは、0 . 2 [mm] (= 200 [μm]) であるので、膜厚のムラに起因する現像ギャップの変動は濃度ムラにはあまり影響しないと考えられる。

【0117】

図 1 4 に示すように、現像バイアスが直流成分のみを印加する構成（以下、「DC バイアス現像」とも言う）であると、飽和現像し難い。

ここで、「飽和現像」とは、潜像担持体（感光体 1）上の静電潜像と対向電極（現像スリーブ 5 1）との電位差が作る現像電界を、現像したトナー電界でキャンセルし、現像電界が「0」になる状態である。すなわち、感光体 1 上の静電潜像に対して、これ以上トナーが電界の力で付着しなくなるまでトナーが付着した状態である。

飽和現像し難いと、感光体 1 と現像スリーブ 5 1 との隙間（以下、「現像ギャップ」と呼ぶ）の振れによって静電潜像に対するトナーの付着量の変動し、濃度変動が生じ易いという問題がある。

【0118】

感光体や現像ローラは、振れ公差や部品公差があり、その公差により現像ギャップが変動し、トナー現像量の変動することによる画像濃度ムラが発生する。特に、DC バイアス現像の場合、トナー付着量が、AC バイアス現像に比べて現像ギャップ GP の変動を受け易く、現像ギャップ GP が狭くなると画像濃度が濃くなり、現像ギャップ GP が広がると画像濃度が薄くなる。

図 1 5 は、以下の条件で画像形成を行ったときの現像ギャップ GP とトナー付着量（感光体上の現像された単位面積あたりのトナー量）との関係を示すグラフである。図 1 5 中のひし形のプロットが DC 現像バイアスを用いたときのプロットであり、破線で示す直線がこのプロットを線形近似したものである。

【0119】

以下、図 1 5 に示すグラフを得た実験条件を示す。

- ・評価装置：RICOH Pro C751EX
- ・現像装置：ブラック用現像装置
- ・現像剤トナー濃度：7 [%]
- ・現像ポテンシャル（現像バイアスと感光体画像部電位の差）：500 [V]

図 1 5 に示す結果より、同じ現像ポテンシャル時であっても現像ギャップが広がると、トナー付着量が減少する。このため、現像ギャップの変動は濃度ムラの原因のひとつである。

【0120】

本発明者らは、現像バイアスとして交流成分のみのもものや、直流成分に交流成分を重畳したもののよう、交流成分を含む現像バイアスを印加する構成（以下、「AC バイアス現像」とも言う）では、より飽和現像に近い現像を行えることを見出した。

AC バイアス現像を行うことで、飽和現像に近い現像を行うことが出来る理由は明確ではないが、本出願人による現像の可視化の実験等の結果より検討した結果、以下の理由に

よりものと考える。

【0121】

すなわち、二成分現像方式では、現像領域で現像スリーブ上に担持された二成分現像剤に含まれるキャリアが穂立ちし、磁性ブラシを形成する。そして、磁性ブラシの先端近傍を形成するキャリアが感光体の表面に接触する。DCバイアス現像では、感光体上の静電潜像に接触したキャリアに付着したトナーのみが現像に寄与する。すなわち、感光体の表面に接触しないトナーは現像に寄与しない。

【0122】

それに対して、ACバイアス現像では、静電潜像に接触したキャリアに付着したトナーだけでなく、感光体に接触しない磁気ブラシの中間部などからも交流の電界によりトナーがキャリアから離れ、現像に寄与する。このように、ACバイアス現像では、静電潜像に接触したトナー以外にもトナーを静電潜像に供給することが出来るので現像能力（現像に寄与させるトナーの量）が大きくなり、より飽和現像に近い現像を行うことが出来る。 10

【0123】

また、本発明者らは、現像スリーブ51に低摩擦膜51bを設ける構成でも、ACバイアス現像を行うことで、低摩擦膜51bの膜厚のムラに応じた周期的な画像濃度ムラを抑制することが出来ることを見出した。これは、以下の理由が考えられる。

【0124】

すなわち、DCバイアス現像で、低摩擦膜51bが薄い箇所で飽和現像を行うことが出来ていないと、低摩擦膜51bが厚く現像能力が低下する箇所では、その現像能力が低下した分だけ画像部へのトナー付着量が低下し、画像濃度が低下する。一方、ACバイアス現像によって、低摩擦膜51bが薄い箇所で飽和現像を行うことが出来れば、低摩擦膜51bが厚く現像能力が低下する箇所でも、飽和現像を維持することが可能であり、画像濃度の低下を抑制することが出来る。また、飽和現像を維持することが出来ないぐらいに現像能力が低下したとしても、現像能力が低下した分よりもトナー付着量の低下を抑制することが出来、画像濃度の低下も抑制することが出来る。 20

このように、低摩擦膜51bが薄い箇所に比べて低摩擦膜51bの厚い箇所での画像濃度の低下を抑制できることで、低摩擦膜51bの膜厚のムラに応じた周期的な画像濃度ムラを抑制することが出来る。 30

【0125】

現像装置5では、図13に示すように、現像スリーブ51の外周面にアルミニウムよりもトナーとの摩擦係数が小さい低摩擦膜51bを設けているため、スリーブ汚れに起因するゴースト画像の発生を抑制することができる。さらに、現像装置5では、図21に示すように、現像スリーブ51に対して、直流成分に交流成分を重畳した電圧を印加することで飽和現像に近い現像を行うことができる。このため、低摩擦膜51bの厚みの変動によって現像条件にある程度の変動が生じて、濃度変動の発生を抑制できる。よって、ゴースト画像の発生を抑制しつつ、低摩擦膜51bの厚みによる濃度ムラの発生も抑制できる。 40

【0126】

特許文献5には、ドット再現性の向上とかぶりの低減を両立させることを目的として、現像スリーブに対して次のような交番電圧を印加することが開示されている。すなわち、第一のピークトゥピーク電圧である $V_{pp}(1)$ を印加する第一の期間と、第一のピーク・ツー・ピーク電圧よりも低い第二のピークトゥピーク電圧である $V_{pp}(2)$ を印加する第二の期間とを交互に繰り返すように交番電圧を印加する。

特許文献4に記載の構成は、現像スリーブに交流電圧を印加する構成であるが、ゴースト画像を抑制する構成については記載されていない。

【0127】

<低摩擦膜51bのコーティング方法>

図13に示すように、現像装置5が備える現像ローラ50を構成する現像スリーブ51 50

には、その最表面を低摩擦膜 5 1 b によってコーティングしている。

現像スリーブ 5 1 の最表面の低摩擦化は以下の方法で行った。

【 0 1 2 8 】

本実施形態において、低摩擦膜 5 1 b は、フィルター処理陰極真空アーク方式 (F C V A : F i l t e r e d C a t h o d i c V a c u u m A r c) 方式によりスリーブ素管 5 1 a の表面上に成膜された t a - C 膜で構成されている。

F V C A 方式による t a - C 膜の成膜の概略を説明すると、ほぼ真空状態のチャンバ内にターゲットとして純度の高い炭素 (黒鉛) を配置し、当該ターゲットに対しアーク放電を行う。そして、このアーク放電により発生したプラズマを電磁誘導により蒸着対象である現像スリーブ 5 1 のスリーブ素管 5 1 a に導く。その誘導過程において、電磁氣的空間フィルターにより蒸着に不要なマクロ粒子や中性原子・分子などを除去して、イオン化した炭素のみを抽出する。そして、スリーブ素管 5 1 a の表面に到達したイオン化した炭素は基材表面に凝集して t a - C 膜を形成する。

10

【 0 1 2 9 】

上述した工程により、t a - C 膜からなる低摩擦膜 5 1 b がスリーブ素管 5 1 a の表面に形成される。

このような、t a - C 膜からなる低摩擦膜 5 1 b は、メッキや塗布などで形成された膜に比べて均一な厚みに形成できるとともに、比較的低温での成膜処理が可能であるので、現像スリーブ 5 1 の温度による歪みなどが発生しにくい。そのため、現像スリーブ 5 1 の形状精度を高めることができる。

20

なお、F V C A 方式による蒸着技術については、例えば、米国特許第 6 , 0 3 1 , 2 3 9 号等に関示されており、既に広く実用化されているため、詳細説明は省略する。

【 0 1 3 0 】

または、低摩擦膜 5 1 b としては、中空陰極方式 (H C D 方式 : H o l l o w C a t h o d e D i s c h a r g e) によりスリーブ素管 5 1 a の表面に成膜された T i N 膜で構成しても良い。

物理蒸着法 (P V D) の一つであるイオンプレーティング方式によれば、密着性に優れた膜が比較的容易に得られ、このイオンプレーティング方式の中でも、特に H C D 方式を用いることで、均質で且つ膜厚が均一で母材の表面粗さに沿った被膜が得られる。

なお、H C D 方式による蒸着技術については、例えば、特開平 1 0 - 0 1 2 4 3 1 号公報や特開平 0 8 - 2 8 6 5 1 6 号公報等に関示されており、既に広く実用化されているため、詳細説明は省略する。

30

【 0 1 3 1 】

現像スリーブ 5 1 の最表面の低摩擦膜 5 1 b は、例えば、テトラヘデラルアモルファスカーボン (t a - C) や窒化チタン (T i N) など、現像スリーブ 5 1 のスリーブ素管 5 1 a よりトナーとの摩擦係数の低い材料で構成された薄膜である。

もちろんスリーブ素管 5 1 a よりもトナーとの摩擦係数の低い材料であれば、本発明の目的に反しない限り、例えば、炭化チタン (T i C) 、炭窒化チタン (T i C N) 、モリブデン酸など、t a - C や T i N 以外の材料を用いても良い。

なお、各材料における摩擦係数は、アルミニウム合金が 0 . 5 (以上) 、T i N が 0 . 3 ~ 0 . 4 、t a - C が 0 . 1 (以下) 程度である。

40

【 0 1 3 2 】

< 摩擦係数の測定方法 >

低摩擦膜 5 1 b をコーティングした現像スリーブ 5 1 や低摩擦膜 5 1 b を備えていない現像スリーブ 5 1 の表面の摩擦係数の測定には、オイラーベルト方式を用いた。図 1 6 は、摩擦係数測定装置の概略構成図である。図 1 6 に示す摩擦係数測定装置は、オイラーベルト方式に基づくものである。ベルトとして中厚の上質紙を紙すきが長手方向になるようにして現像スリーブ 5 1 の円周 1 / 4 に張架し、ベルトの一方に例えば 0 . 9 8 [N] (1 0 0 [g]) の荷重を掛け、他方にフォースゲージ (デジタルプッシュプルゲージ) を設置した。そして、上記加重によってフォースゲージを引っ張り、ベルトが移動した時点での

50

荷重を読み取って、摩擦係数 $\mu_s = 2 / \times 1 n (F / 0 . 9 8)$ (但し、 μ : 静止摩擦係数、 F : 測定値) に代入して算出した。

【0133】

ゴースト画像の発生するメカニズムは、以下のとおりである。すなわち、現像スリーブ51の表面が現像領域を通過する際に、感光体1上の非画像部と対向した現像スリーブ51の表面は、感光体1上の画像部と対向した表面よりも多くのトナーが付着する。現像スリーブ51に付着したトナーは電荷を持っているために、トナーが付着した現像スリーブ51の表面が再び現像領域に到達して現像を行うときには、現像スリーブ51の表面に付着したトナーの持つ電荷分だけ現像電位が嵩上げされる。トナーの付着量が多いほど嵩上げ量が多くなりトナーの現像量が増加するため、前画像で非画像部と対向した現像スリーブ51の表面によって現像された画像はトナーの現像量が増加してゴースト画像が発生する。

10

【0134】

これに対して、本実施形態の現像装置5では、現像スリーブ51に低摩擦膜51bを形成することで、ゴースト画像が改善する。現像スリーブ51に低摩擦膜51bをコートしたことにより、トナーと現像スリーブ51との付着力よりもトナーとキャリアとの付着力のほうが大きくなることから、現像スリーブ51に付着するトナー量が減少する。これにより、トナーが付着することに起因する現像スリーブ51の表面電位の嵩上げが抑制され、ゴースト画像の発生を抑制できる。

20

【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)

潜像を表面上に担持する感光体1等の潜像担持体と、トナーと磁性キャリアとからなる現像剤を表面上に担持して前記潜像に対して現像剤中のトナーを供給してトナー像を現像する現像ローラ50等の現像剤担持体とを備え、前記現像担持体が、複数の磁極を有するマグネットローラ55等の磁界発生手段と、前記磁界発生手段を内包し、前記磁界発生手段の磁力により外周面に前記現像剤を吸着させる現像スリーブ51等の現像スリーブとを有し、前記現像スリーブに対して現像電圧を印加する現像スリーブ電源151等の現像スリーブ電圧印加手段を備える現像装置において、

前記現像スリーブ電圧印加手段は、周波数が2.0 [kHz]以下の交流成分を含む現像電圧を印加し、前記交流成分におけるトナーの正規帯電極性(マイナス極性等)とは逆極性側(プラス極性等)の成分のデューティ比が94 [%]以上、かつ、前記交流成分におけるトナーの正規帯電極性とは逆極性側のピーク値が、前記潜像担持体表面上の潜像における現像部の電位よりもトナーの正規帯電極性側である。

30

【0136】

これによれば、上記実施形態について説明したように、直流電圧のみを印加するDCバイアス現像に比べて、交流成分を含む電圧を印加するACバイアス現像は、潜像担持体へのトナーの付着量のばらつきを低減する効果がある。これにより、画像上での濃度変動の低減を実現できる。

また、ACバイアスの周波数を2.0 [kHz]以下の周波数とすることで、それよりも高い周波数でのACバイアス現像と比して周辺白抜けの程度を軽減することができ、濃度変動低減効果を損なわずに、周辺白抜けの程度をDCバイアスと同等レベルにすることが可能である。

40

【0137】

また、低周波数でトナーの正規帯電極性とは逆極性側の成分のデューティ比が低いACバイアス現像では、粒状性の悪化が生じていたが、低周波数でトナーの正規帯電極性とは逆極性側の成分のデューティ比を94%以上とすることで、粒状性の悪化を抑制出来る。

また、低周波数でトナーの正規帯電極性とは逆極性側の成分のデューティ比を94%以上かつ、ACバイアスのトナーの正規帯電極性とは逆極性側のピーク値が、前記潜像担持体表面の潜像の現像部の電位よりもトナーの正規帯電極性側とすることで、現像能力を落

50

とすことなく、画像欠陥の発生しない安定した画像を提供できる。

このように、態様 A では、周期的な濃度変動を抑制しつつ、周辺白抜けの発生や粒状度の悪化も抑制できる。

【0138】

(態様 B)

態様 A において、現像スリーブ 5 1 等の現像スリーブの外周面に、円筒形状を形成するスリーブ素管の材料よりもトナーとの摩擦係数が小さい低摩擦膜 5 1 b 等の低摩擦表面層を設ける。

これによれば、上記実施形態について説明したように、低摩擦表面層を設けることでトナーの現像スリーブへの付着を抑制し、スリーブ汚れに起因するゴースト画像の発生を抑制することが出来る。また、本発明者らは、交流成分を含む電圧を印加することで、直流成分のみからなる電圧を印加する構成に比べて、低摩擦表面層の層厚のムラに起因する現像能力の変動を抑制することが可能であることを見出した。これにより、低摩擦表面層の層厚のムラに応じた周期的な画像濃度ムラの発生を抑制できる。このように、態様 B では、ゴースト画像の発生を抑制しつつ、周期的な画像濃度ムラの発生も抑制できる。

【0139】

(態様 C)

態様 B において、低摩擦膜 5 1 b 等の低摩擦表面層は、テトラヘデラルアモルファスカーボンで構成されている。

これによれば、上記実施形態について説明したように、低摩擦表面層を有する現像スリーブを備える構成を実現することができる。

【0140】

(態様 D)

少なくとも感光体 1 等の潜像担持体と、該潜像担持体表面を帯電させるための帯電装置 4 0 等の帯電手段と、潜像担持体上に静電潜像を形成するための露光装置等の潜像形成手段と、静電潜像を現像してトナー像化するための現像手段とを複数、又は 1 つ有する複写機 5 0 0 等の画像形成装置において、前記複数又は 1 つの現像手段のうち少なくとも 1 つの現像手段として、態様 A 乃至 C いずれか一の態様に係る現像装置 5 等の現像装置を用いる。

これによれば、上記実施形態について説明したように、周期的な濃度変動を抑制しつつ、周辺白抜けの発生や粒状度の悪化も抑制できるため、安定した画像形成を行うことができる。

【0141】

(態様 E)

潜像を担持する感光体 1 等の潜像担持体と、該潜像担持体上の潜像を現像する現像手段とを備える複写機 5 0 0 等の画像形成装置における少なくとも潜像担持体と現像手段とを 1 つのユニットとして共通の保持体に保持させて画像形成装置本体に対して一体的に着脱可能に構成した作像ユニット 6 等のプロセスカートリッジにおいて、現像手段として、態様 A 乃至 C のいずれか一の態様に係る現像装置 5 等の現像装置を用いる。

これによれば、上記実施形態について説明したように、周期的な濃度変動を抑制しつつ、周辺白抜けの発生や粒状度の悪化も抑制できる現像装置の交換性を向上できる。また、複数のプロセスカートリッジを備える構成で、それぞれのプロセスカートリッジを個別に交換できる構成であれば、寿命や故障による交換が必要なプロセスカートリッジのみを交換できる。このような構成であれば、ユーザーにとってコストがかからず、安定した画像を提供することができる。

【0142】

(態様 F)

潜像を担持する感光体 1 等の潜像担持体と、潜像担持体上の潜像を現像する現像手段とを備える複写機 5 0 0 等の画像形成装置における、少なくとも潜像担持体と現像手段とを 1 つのユニットとして共通の保持体に保持させて画像形成装置本体に対して一体的に着脱

10

20

30

40

50

可能に構成したプロセスカートリッジを、複数又は1つ備えた画像形成装置において、前記複数又は1つのプロセスカートリッジのうち少なくとも1つに態様A乃至Cいずれか一の態様の現像装置5等の現像装置を用いる。

これによれば、上記実施形態について説明したように、周期的な濃度変動を抑制しつつ、周辺白抜けの発生や粒状度の悪化も抑制できる現像装置の交換性を向上できる。また、複数のプロセスカートリッジを備える構成で、それぞれのプロセスカートリッジを個別に交換できる構成であれば、寿命や故障による交換が必要なプロセスカートリッジのみを交換できる。このような構成であれば、ユーザーにとってコストがかからず、安定した画像を提供することができる。

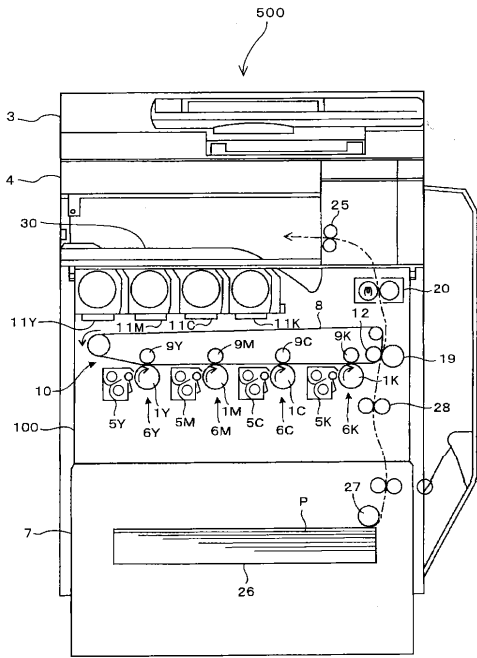
【符号の説明】

【0143】

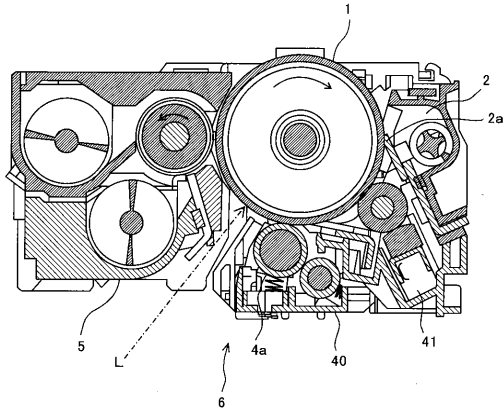
- | | | |
|------|---------------|----|
| 1 | 感光体 | |
| 2 | 感光体クリーニング装置 | |
| 2 a | クリーニングブレード | |
| 3 | 原稿搬送部 | |
| 4 | 原稿読込部 | |
| 4 a | 帯電ローラ | |
| 5 | 現像装置 | |
| 6 | 作像ユニット | |
| 7 | 給紙部 | 10 |
| 8 | 中間転写ベルト | |
| 9 | 一次転写バイアスローラ | |
| 10 | 中間転写ユニット | |
| 11 | トナー容器 | |
| 12 | 二次転写バックアップローラ | |
| 19 | 二次転写バイアスローラ | |
| 20 | 定着装置 | |
| 25 | 排紙ローラ対 | |
| 26 | 給紙カセット | |
| 27 | 給紙ローラ | 20 |
| 28 | レジストローラ対 | |
| 30 | 排紙トレイ | |
| 40 | 帯電装置 | |
| 41 | 潤滑剤塗布装置 | |
| 50 | 現像ローラ | |
| 51 a | スリーブ素管 | |
| 51 b | 低摩擦膜 | |
| 51 | 現像スリーブ | |
| 52 | ドクターブレード | |
| 53 | 供給スクリュ | 30 |
| 53 a | 供給搬送路 | |
| 54 | 回収スクリュ | |
| 54 a | 回収搬送路 | |
| 55 | マグネットローラ | |
| 57 | 仕切り部材 | |
| 58 | ケーシング | |
| 58 c | 現像カバー | |
| 58 b | 現像上ケース | |
| 58 a | 現像下ケース | |
| 58 e | 現像開口部 | 40 |
| | | 50 |

5 9 トナー補給口	
7 1 剤落下口	
7 2 剤持上げ口	
1 0 0 プリント部	
1 5 1 現像スリーブ電源	
5 0 0 複写機	
G 現像剤	
G P 現像ギャップ	
L レーザ光	
P 転写紙	10
P 1 第一磁極	
P 2 第二磁極	
P 3 第三磁極	
P 4 第四磁極	
P 5 第五磁極	
T トナー	
V b 現像バイアス	
V b a v 現像バイアス平均値	
V d 帯電電位	
V L 露光電位	20
V p o t 現像ポテンシャル	
V p p ピークトゥピーク値	
回収スクリュ下流端領域	
供給スクリュ下流端領域	
【先行技術文献】	
【特許文献】	
【0 1 4 4】	
【特許文献 1】特開平 0 4 - 1 5 7 4 8 6 号公報	
【特許文献 2】特開 2 0 0 3 - 2 5 5 6 2 7 号公報	
【特許文献 3】特許 3 3 5 6 9 4 8 号	30
【特許文献 4】特開 2 0 1 2 - 1 6 8 2 2 5 号公報	
【特許文献 5】特開 2 0 1 0 - 0 2 0 2 8 1 号公報	

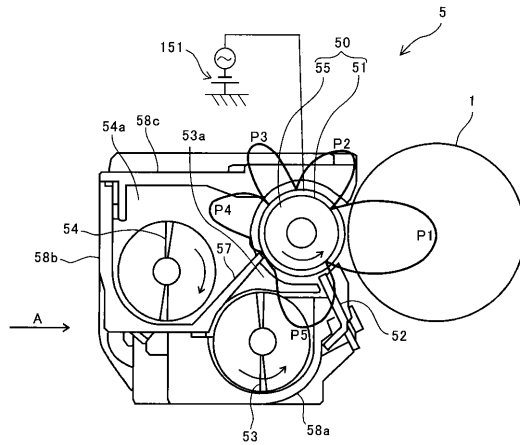
【 図 1 】



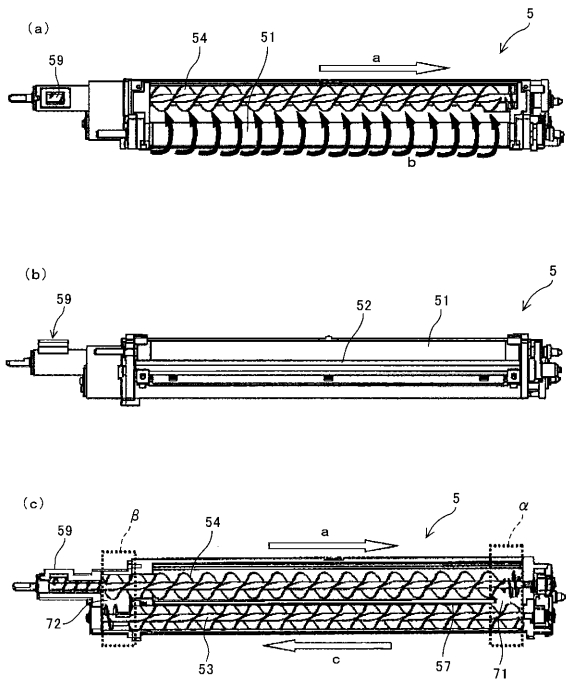
【 図 2 】



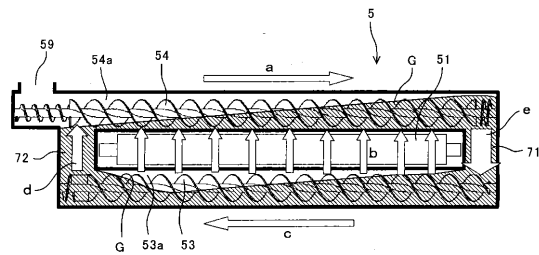
【 図 3 】



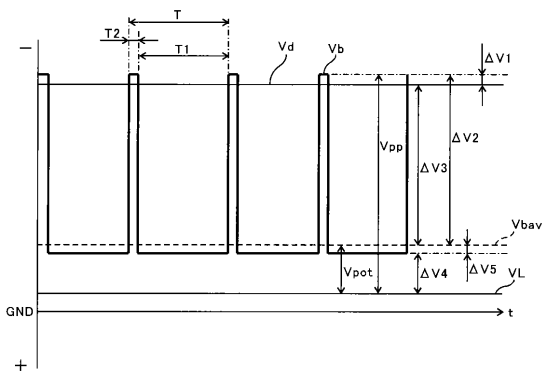
【 図 4 】



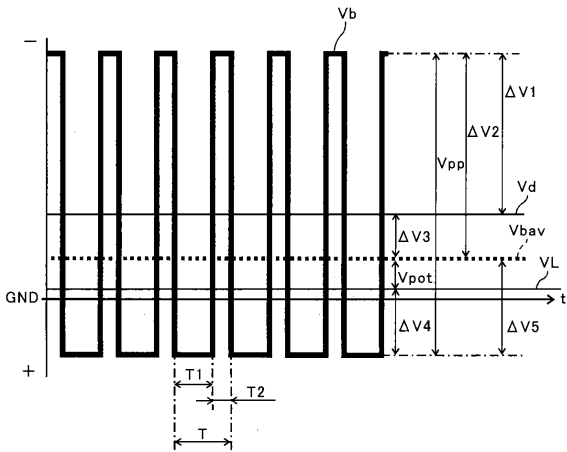
【 図 5 】



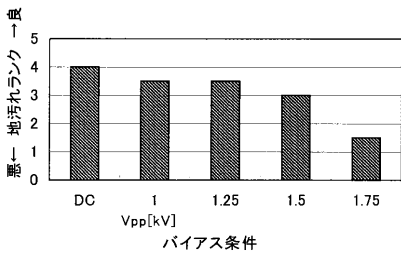
【 図 6 】



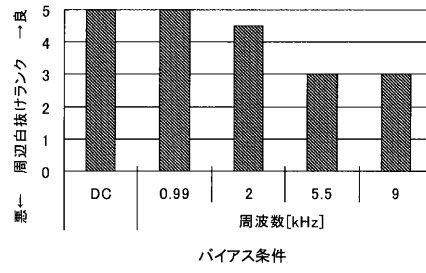
【図 7】



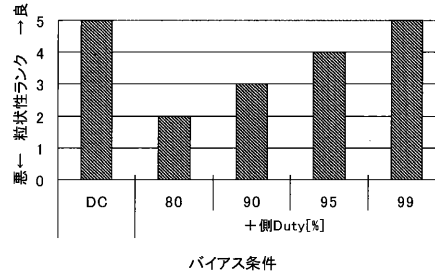
【図 8】



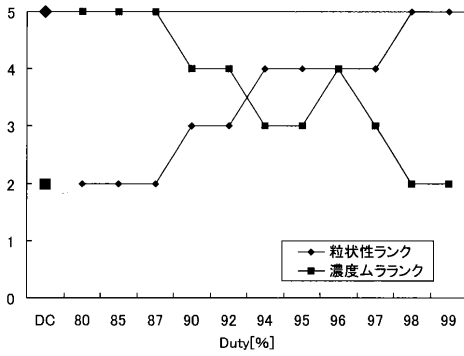
【図 9】



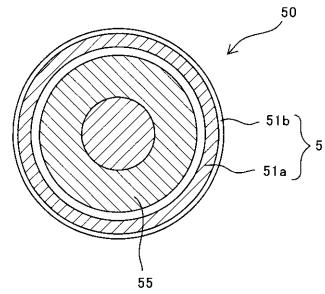
【図 10】



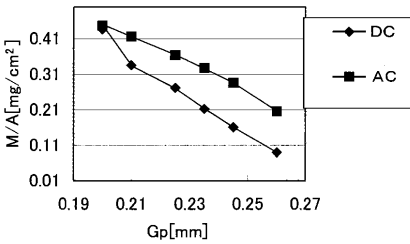
【図 11】



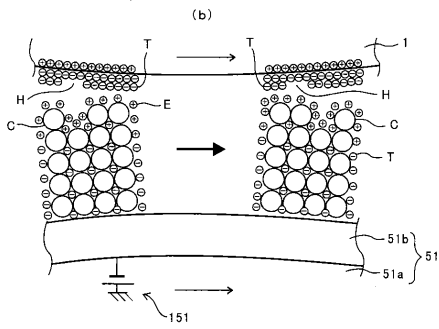
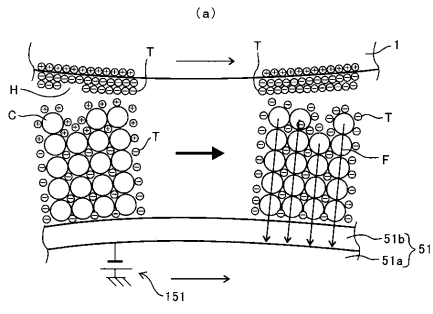
【図 13】



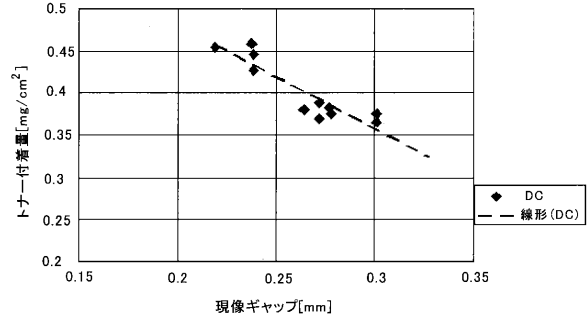
【図 12】



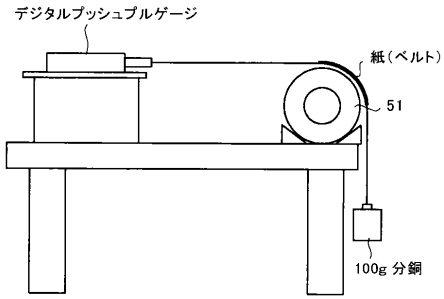
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 小池 寿男
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 三國谷 健太郎
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 高見 伸雄
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 川上 晃弘
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 白石 恵美子
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

F ターム(参考) 2H031 AB02 AB09 AC02 AC10 AC14 AC19 AC30 AD03 BA05 BA09
BB01 BC00 CA01 CA09
2H077 AB02 AB14 AB18 AC02 AD06 AD13 AD18 AD37 AE06 BA08
BA09 DA10 DB08 EA03 FA12