

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6272139号
(P6272139)

(45) 発行日 平成30年1月31日(2018.1.31)

(24) 登録日 平成30年1月12日(2018.1.12)

(51) Int.Cl. F I
G03G 15/08 (2006.01) G O 3 G 15/08 3 6 6
G03G 15/09 (2006.01) G O 3 G 15/09 Z

請求項の数 6 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2014-107077 (P2014-107077)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成26年5月23日(2014.5.23)	(74) 代理人	110000718 特許業務法人中川国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2015-222362 (P2015-222362A)	(72) 発明者	松本 淳志 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43) 公開日	平成27年12月10日(2015.12.10)	(72) 発明者	高橋 京佑 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	平成29年5月15日(2017.5.15)	審査官	平田 佳規

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 現像装置及び画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

トナーと磁性粒子とを有する現像剤を収容する現像容器と、
 前記現像容器の開口部に対向して回転可能に配置された現像剤担持体と、
 前記現像容器内の現像剤を攪拌し前記現像剤担持体へと供給する攪拌部材と、
 前記現像剤担持体を駆動する第一の駆動手段と、
 前記攪拌部材を駆動する第二の駆動手段と、
 を有する現像装置において、
 前記第一の駆動手段の停止信号と、前記第二の駆動手段の停止信号のうち、何れか早い方が出力されてから、前記現像剤担持体と前記攪拌部材の両方の回転速度が、それぞれ画像形成時の定常状態の回転速度の1/2以下になるまでの間において、前記現像剤担持体の回転速度と、前記攪拌部材の回転速度との比率 (E) が、画像形成時の定常状態における前記現像剤担持体の回転速度と、前記攪拌部材の回転速度との比率 に対して、
 $0.7 < (E) / < 2.0$
 を満たすことを特徴とする現像装置。

【請求項2】

前記現像容器は、前記現像剤担持体に現像剤を供給する第一の現像剤の収容室と、現像剤を収容すると共に前記現像剤担持体から現像剤を回収する第二の現像剤の収容室とからなり、
 前記攪拌部材は、前記第一及び第二の現像剤の収容室内にそれぞれ設けられ、現像剤を

攪拌搬送すると共に、前記第一及び第二の現像剤の収容室の間で現像剤の循環を行う第一及び第二の攪拌部材からなることを特徴とする請求項 1 に記載の現像装置。

【請求項 3】

前記第一の現像剤の収容室には、トナーと磁性粒子とを有する現像剤の補給に伴う余剰現像剤を現像剤面の上昇によって排出する排出口を備えることを特徴とする請求項 2 の記載の現像装置。

【請求項 4】

前記第一の駆動手段の停止信号と、前記第二の駆動手段の停止信号のうち、何れか早い方が出力されてから、実際に前記現像剤担持体と、前記攪拌部材の両方が停止するまでの前記現像剤担持体の回転数と、前記攪拌部材の回転数との比率 (E) が、画像形成時の定常状態における前記現像剤担持体の回転数と、前記攪拌部材の回転数との比率 に対して、

$$0.7 < (E) / < 1.5$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の現像装置。

【請求項 5】

前記第一の駆動手段及び前記第二の駆動手段の少なくとも一方の停止信号が出力されてから、段階的に前記現像剤担持体及び前記攪拌部材の少なくとも一方の目標回転速度を変更することにより、前記現像剤担持体及び前記攪拌部材を減速停止することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の現像装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の現像装置と、
静電潜像を担持する像担持体と、
を有し、
前記現像装置により前記像担持体に担持された静電潜像に現像剤を供給して画像を形成することを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子写真方式、静電記録方式等によって像担持体上に形成された静電潜像を現像して可視画像を形成する現像装置を備えた画像形成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、オフィスでのカラーコピーの需要が高まるにつれ、高速で小型なフルカラー複写機が求められており、二本の現像スクリューを縦に配置した縦攪拌現像装置を用いる方法が提案されている。このような縦攪拌現像装置では、上下に配置された二本のスクリューの間で現像剤を循環させる。しかし、下スクリューから上スクリューへと現像剤を供給する能力がスクリューの駆動速度に大きく依存することから、特に複数の画像形成速度を持つものに対して現像スリーブと二本のスクリューがそれぞれ別の駆動源をもつものが多い(特許文献 1)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 112973 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 101980 号公報

【特許文献 3】特開昭 59 - 100471 号公報

【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、上記のように現像スリーブと二本のスクリュー(以下、単に「攪拌スクリュー」という)が別駆動構成のものは以下の問題がある。現像装置の駆動停止時において

10

20

30

40

50

て現像剤循環のバランスが崩れることが多く、場合によっては現像スリーブに現像剤を十分に供給することができず、現像スリーブ上の現像剤が不足することによって画像濃度ムラを発生することがあった。

【 0 0 0 5 】

このように、現像装置の駆動停止時に現像剤循環のバランスが崩れる要因としては、攪拌スクリーと現像スリーブの慣性モーメントの違いからくる駆動停止の仕方の違いが挙げられる。つまり、攪拌スクリーと現像スリーブの慣性モーメントが異なることで、角加速度が異なり、駆動停止するまでの回転数が攪拌スクリーと現像スリーブで定常状態と大きく異なるのである。一般に、現像スリーブに比べて攪拌スクリーは慣性モーメントが小さい。このため図6(a)~(c)の比較例1に示すように、駆動停止信号が発生する時刻 t_1 から攪拌スクリーが実際に停止する時刻 t_3 までの時間は、現像スリーブが停止する時刻 t_4 よりも短い。

10

【 0 0 0 6 】

これは駆動停止時に慣性モーメントが小さい攪拌スクリーよりも慣性モーメントが大きい現像スリーブの方が「定常状態に比べて」多く回転することを意味する。それに伴い現像ブレード部の現像剤だまり量は定常状態のときよりも駆動停止時の方が少なくなる。

【 0 0 0 7 】

このため駆動停止時において現像剤だまりが少なくなる（或いは、完全になくなってしまう）ことによる現像コーティング不良が発生する恐れがある。この対策として、特許文献2のように、意図的に攪拌スクリーの駆動停止信号を現像スリーブに比べて遅くする。これにより駆動停止時における現像スリーブへの現像剤供給を潤沢にし、現像剤コーティング不良を抑制する方法が考えられる（図7(a)~(c)に示す比較例2参照）。

20

【 0 0 0 8 】

しかしながら、この方法によると、現像スリーブが実際に停止するまで過剰に攪拌スクリーが回り続ける。特に複写機の間欠時において攪拌スクリーの駆動時間の増大が現像剤の劣化や攪拌スクリーの軸端部のシールの劣化を招き、現像装置の寿命低下につながる可能性が大きい。

【 0 0 0 9 】

また、特許文献3のようなトリクル現像方式に代表される、トナーとキャリアからなる現像剤の補給を行うことにより現像剤の帯電性能の低下を抑制する画像形成装置がある。この装置においては、補給によって過剰になった現像装置内の余剰現像剤を排出するための排出口が設けられている。このため駆動停止時における現像剤循環バランスを、より厳密に管理しなければならない。

30

【 0 0 1 0 】

尚、トリクル現像方式とは、トナーカートリッジ内のトナーにキャリアを一定の比率で混合させておき、トナーの供給と同時に新しいキャリアを現像器内へと供給して、劣化した古いキャリアを排出するように現像剤が入れ替わる。これにより劣化したキャリアが現像器内に残り続けることが少なく、現像剤の劣化を長期的に防止するものである。

【 0 0 1 1 】

ここで、現像剤の劣化とはトナーと現像スリーブ、或いは、トナー同士の衝突により、トナーの凸部の破損が発生したりトナー表面にある外添剤のトナー表面への埋没が発生する等のことを意味する。現像剤劣化が発生した場合、トナーの流動性向上のために添加されているシリカ等の外添剤がトナー表面に埋め込まれることによってトナーの付着力が増加し、流動性が低下する。

40

【 0 0 1 2 】

本発明は前記課題を解決するものであり、その目的とするところは、現像剤担持体と攪拌部材とが別駆動の現像装置において、現像剤循環のバランスの崩れを抑制する現像装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

50

前記目的を達成するための本発明に係る現像装置の代表的な構成は、トナーと磁性粒子とを有する現像剤を収容する現像容器と、前記現像容器の開口部に対向して回転可能に配置された現像剤担持体と、前記現像容器内の現像剤を攪拌し前記現像剤担持体へと供給する攪拌部材と、前記現像剤担持体を駆動する第一の駆動手段と、前記攪拌部材を駆動する第二の駆動手段と、を有する現像装置において、前記第一の駆動手段の停止信号と、前記第二の駆動手段の停止信号のうち、何れか早い方が出力されてから、前記現像剤担持体と前記攪拌部材の両方の回転速度が、それぞれ画像形成時の定常状態の回転速度の $1/2$ 以下になるまでの間において、前記現像剤担持体の回転速度と、前記攪拌部材の回転速度との比率 (E) が、画像形成時の定常状態における前記現像剤担持体の回転速度と、前記攪拌部材の回転速度との比率 (E) に対して、 $0.7 < (E) / < 2.0$ を満たすことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0014】

上記構成によれば、駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材との回転速度比率を画像形成時の回転速度比率に近づける。これにより現像剤循環のバランスの崩れを抑制することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明に係る現像装置を備えた画像形成装置の構成を示す断面説明図である。

【図2】本発明に係る現像装置の構成を示す縦断面説明図である。

20

【図3】本発明に係る現像装置の構成を示す横断面説明図である。

【図4】排出口から排出される現像剤の排出特性を示す図である。

【図5】(a)は第1実施形態の駆動停止信号を示す図である。(b)は第1実施形態の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度の変化を示す図である。(c)は第1実施形態の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度比の変化を示す図である。

【図6】(a)は比較例1の駆動停止信号を示す図である。(b)は比較例1の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度の変化を示す図である。(c)は比較例1の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度比の変化を示す図である。

【図7】(a)は比較例2の駆動停止信号を示す図である。(b)は比較例2の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度の変化を示す図である。(c)は比較例2の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度比の変化を示す図である。

30

【図8】(a)、(b)は排出口近傍における現像剤の収容室内の現像剤の流量を説明する図である。

【図9】第1実施形態の駆動停止時における現像剤循環の崩れを示す図である。

【図10】比較例1の駆動停止時における現像剤循環の崩れを示す図である。

【図11】比較例2の駆動停止時における現像剤循環の崩れを示す図である。

【図12】(a)は第2実施形態の駆動停止信号を示す図である。(b)は第2実施形態の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度の変化を示す図である。

【図13】攪拌部材の回転速度変化が理想線からずれても若干のずれであれば問題ないことを説明するための図である。

40

【図14】(a)は駆動停止信号を示す図である。(b)は攪拌部材の回転速度変化を領域A B C D E Fを用いて説明するための図である。

【図15】比較例3～5の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度の変化を示す図である。

【図16】(a)は比較例1の駆動停止信号を示す図である。(b)は比較例1の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度の変化を示す図である。(c)は比較例1の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度比の変化を示す図である。

【図17】(a)は比較例2の駆動停止信号を示す図である。(b)は比較例2の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度の変化を示す図である。(c)は比較例

50

2の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度比の変化を示す図である。

【図18】本発明の他の構成を説明する図である。

【図19】第2実施形態の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度の変化を示す図である。

【図20】第2実施形態の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度の変化を示す図である。

【図21】第2実施形態の駆動停止時における現像剤担持体と攪拌部材の回転速度の変化を示す図である。特に (E) / の他に好ましくは (E) / も画像形成中と揃えることを説明する図である。

【図22】第2実施形態の駆動停止時における現像剤循環の崩れを示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0016】

図により本発明に係る現像装置を備えた画像形成装置の一実施形態を具体的に説明する。

【実施例1】

【0017】

先ず、図1～図11を用いて本発明に係る現像装置を備えた画像形成装置の第1実施形態の構成について説明する。図1は本発明に係る現像装置を備えた画像形成装置の一実施形態である、電子写真方式を採用したフルカラー画像形成装置の断面説明図である。尚、画像形成装置としては、複写機、プリンタ、記録画像表示装置、ファクシミリ装置等に適用出来る。

20

【0018】

<画像形成装置>

図1において、本実施形態の画像形成装置36は、画像形成手段となるイエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの四つの画像形成部Pa, Pb, Pc, Pdを備える。尚、説明の都合上、画像形成部Pa, Pb, Pc, Pdを代表して単に画像形成部Pを用いて説明する場合もある。他の画像形成プロセス手段についても同様である。各画像形成部Pは、静電潜像を担持する像担持体となる図1の矢印方向(反時計回り方向)に回転するドラム状の電子写真感光体からなる感光ドラム1a, 1b, 1c, 1dを備える。

【0019】

30

各感光ドラム1の周囲には、帯電手段となる帯電器2a, 2b, 2c, 2d、感光ドラム1の図1の上方に配置された像露光手段となるレーザービームスキャナ3a, 3b, 3c, 3dが設けられる。更に、各感光ドラム1の表面に担持された静電潜像に現像剤を供給してトナー画像を形成する現像手段となる現像装置4a, 4b, 4c, 4dが設けられる。更に、一次転写手段となる一次転写ローラ6a, 6b, 6c, 6d、クリーニング手段となるクリーニング装置19a, 19b, 19c, 19d等からなる画像形成手段を有する。

【0020】

各画像形成部Pは同様の構成とされ、各画像形成部Pに配置された感光ドラム1は同じ構成とされる。従って、感光ドラム1a, 1b, 1c, 1dを代表させて単に感光ドラム1として説明する。同様に、各画像形成部Pに配置された帯電器2、レーザービームスキャナ3、現像装置4、一次転写ローラ6、クリーニング装置19もまた各画像形成部Pにおいて、それぞれ同じ構成のものである。よって、それぞれ帯電器2、レーザービームスキャナ3、現像装置4、一次転写ローラ6、クリーニング装置19を用いて説明する。

40

【0021】

<画像形成シーケンス>

次に、画像形成装置36全体の画像形成シーケンスについて説明する。先ず、感光ドラム1の表面が、帯電器2によって一様に帯電される。表面が一様に帯電された感光ドラム1は、次に、レーザービームスキャナ3により画像信号により変調されたレーザー光37により走査露光が行われる。

【0022】

50

レーザービームスキャナ 3 は、半導体レーザーを内蔵している。この半導体レーザーは、CCD (Charge Coupled Device ; 電荷結合デバイス) 等の光電変換素子を有する原稿読み取り装置が出力する原稿画像情報信号に対応して制御され、レーザー光 37 を射出する。

【 0 0 2 3 】

これによって、帯電器 2 によって帯電された感光ドラム 1 の表面電位が画像部において変化して、感光ドラム 1 の表面上に静電潜像が形成される。この静電潜像は、現像装置 4 によって反転現像され、可視画像、即ち、トナー像とされる。本実施形態では、現像装置 4 は、現像剤として、トナーとキャリアとを混合した二成分現像剤を使用する二成分接触現像方式を用いる。また、上記画像形成工程を各画像形成部 P 毎に行うことによって、各感光ドラム 1 の表面上に、イエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの四色のトナー像が形成される。

10

【 0 0 2 4 】

本実施形態では、各画像形成部 P の図 1 の下方位置には、中間転写体となる中間転写ベルト 5 が配置される。中間転写ベルト 5 は、ローラ 61, 62, 63 により懸架され、図 1 の矢印方向に移動可能とされる。

【 0 0 2 5 】

感光ドラム 1 の表面上のトナー像は、一次転写手段となる一次転写ローラ 6 によって中間転写体となる中間転写ベルト 5 の外周面上に一次転写される。これによって、中間転写ベルト 5 の外周面上にてイエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの四色のトナー像が重ね合わされ、フルカラー画像が形成される。また、感光ドラム 1 の表面上に転写されずに残ったトナーはクリーニング装置 19 により掻き取って回収される。

20

【 0 0 2 6 】

中間転写ベルト 5 の外周面上に一次転写されたフルカラー画像は、給送カセット 12 から給送ローラ 13 により給送され、給送ガイド 11 を経由して搬送された紙等の記録材 33 に二次転写手段となる二次転写ローラ 10 の作用により二次転写される。転写されずに中間転写ベルト 5 の外周面に残ったトナーはクリーニング手段となるクリーニング装置 18 により掻き取って回収される。

【 0 0 2 7 】

一方、中間転写ベルト 5 の外周面上のトナー像が二次転写された記録材 33 は、定着手段となる熱ローラ定着装置からなる定着装置 16 に送られ、該定着装置 16 により加熱及び加圧されてトナー像が記録材 33 に定着される。その後、排出トレイ 17 上に排出される。

30

【 0 0 2 8 】

尚、本実施形態では、像担持体として、通常使用されるドラム状の有機感光体となる感光ドラム 1 を使用した。他に、アモルファスシリコン感光体等の無機感光体を使用することもできる。また、ベルト状の感光体を用いることも可能である。帯電方式、転写方式、クリーニング方式、定着方式に関しても本実施形態に限定される必要はない。

【 0 0 2 9 】

< 現像装置 >

次に、図 2 及び図 3 を用いて現像装置 4 の構成及び動作について説明する。図 2 及び図 3 は本実施形態に係る現像装置 4 の縦横断面説明図である。図 2 及び図 3 に示すように、本実施形態の現像装置 4 は、トナーと磁性粒子 (キャリア) とを有する二成分現像剤を収容する現像容器 22 を備える。現像容器 22 内には現像剤として、トナーとキャリアを含む二成分現像剤が収容されている。加えて現像容器 22 内には、現像容器 22 の開口部 43 に対向して回転可能に配置された現像剤担持体となる現像スリーブ 28 を有する。更に、現像スリーブ 28 の表面上に担持された現像剤の穂を規制する穂切り部材となる規制ブレード 29 を有している。

40

【 0 0 3 0 】

図 3 に示すように、現像容器 22 の内部は、その略中央部が図 3 の紙面に垂直方向に延在する隔壁 27 が設けられる。隔壁 27 によって現像室 23 と攪拌室 24 とに図 2 及び図 3 の上下に区画されている。現像室 23 は、現像スリーブ 28 に現像剤を供給する第一の現像剤の収容室

50

として構成される。攪拌室24は、現像剤を収容すると共に現像スリーブ28から現像剤を回収する第二の現像剤の収容室として構成される。現像剤は、現像室23及び攪拌室24内に収容されている。

【0031】

現像室23及び攪拌室24には、現像容器22内（現像容器内）の現像剤を攪拌して現像スリーブ28へと供給する第一の攪拌部材が設けられている。更に、現像容器22内（現像容器内）の現像剤を攪拌して現像スリーブ28から回収する第二の攪拌部材となる第一、第二の攪拌スクリー-25, 26がそれぞれ配置されている。

【0032】

第一、第二の攪拌スクリー-25, 26は、それぞれ現像室23内及び攪拌室24内（第一及び第二の現像剤の収容室内）に設けられ、該現像室23内及び攪拌室24内の現像剤を攪拌搬送すると共に、該現像室23及び攪拌室24の間で現像剤の循環を行なう。現像室23には、トナーと磁性粒子（キャリア）とを有する現像剤の補給に伴う余剰現像剤を現像剤面（現像剤の上面）の上昇によって排出する排出口40を備える。

10

【0033】

現像室23内に設けられる第一の攪拌スクリー-25は、該現像室23の底部に現像スリーブ28の軸方向に沿って略平行に配置されている。そして、図2の矢印方向（時計回り方向）に回転して現像室23内の現像剤を現像スリーブ28へと供給すると共に現像剤を該第一の攪拌スクリー-25の軸線方向に沿って一方向に搬送する。

【0034】

20

また、攪拌室24内に設けられる第二の攪拌スクリー-26は、該攪拌室24内の底部に第一の攪拌スクリー-25と略平行に配置される。そして、図2に示すように、該第一の攪拌スクリー-25と反対方向（反時計回り）に回転して現像に供された後の現像剤を回収すると共に、攪拌室24内の現像剤を第一の攪拌スクリー-25と反対方向に搬送する。このように、第一、第二の攪拌スクリー-25, 26の回転による搬送によって、現像剤が隔壁27の両端部の開口部からなる連通部14, 15を通じて現像室23と攪拌室24との間で循環される。

【0035】

本実施形態は、現像室23と攪拌室24とは、図2及び図3の上下に配置される一例である。他に、現像スリーブ28へ現像剤を供給する部屋と現像スリーブ28から現像剤を回収する部屋が別々であれば、現像室23と攪拌室24とが水平方向に並設された現像装置4、或いは、その他の各種形態の現像装置4においても同様に適用出来る。

30

【0036】

< 駆動制御系の構成 >

次に、図2を用いて現像装置4の駆動制御系の構成について説明する。現像スリーブ28は第一の駆動手段となるモータ7により回転駆動され、攪拌部材となる第一、第二の攪拌スクリー-25, 26は第二の駆動手段となるモータ8により回転駆動される。本実施形態では、モータ7, 8は、制御手段となる制御部20により駆動制御される。モータ7, 8は、駆動停止時に加減速レートにより角加速度が設定できるステッピングモータを用いる。加減速レートとは、モータ7, 8が停止状態から起動してある速度に達するまでの回転速度の傾き、或いは、回転状態から停止信号を受けて完全に停止するまでの回転速度の傾きである。

40

【0037】

画像形成時における定常状態のモータ7, 8の回転速度は、それぞれ、565rpm (rotation per minute)、900rpmとした。また、本実施形態においては、モータ7, 8はそれぞれ現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25に直結され、更に、第一の攪拌スクリー-25と第二の攪拌スクリー-26とは図示しないギア列を介して回転駆動力が伝達される。このため現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25もそれぞれ565rpm、900rpmで回転駆動され、第二の攪拌スクリー-26は、図示しないギア列のギア比に基づいて950rpmで回転駆動する。

【0038】

50

本実施形態においては、現像容器22の感光ドラム1に対向した現像領域に相当する位置には開口部43があり、この開口部43に現像スリーブ28が感光ドラム1の方向に一部露出するように回転可能に配設されている。現像スリーブ28の外径直径は20mmで、周速度は565rpmで回転駆動される。感光ドラム1の外径直径は30mmで、周速度は217rpmで回転駆動される。また、現像スリーブ28と、感光ドラム1との最近接領域は、約400 μ mの離間距離に設定される。これにより現像スリーブ28と、感光ドラム1とが対向する現像部に搬送した現像剤を感光ドラム1と接触させた状態で現像が行なえるように設定されている。

【0039】

本実施形態の現像スリーブ28は、アルミニウムやステンレス等のような非磁性材料で構成され、その内部には磁界発生手段となるマグネットローラ28mが非回転状態で設置されている。現像スリーブ28は、現像時に図2の矢印方向（反時計回り方向）に回転する。そして、規制ブレード29による磁気ブラシの穂切りによって層厚を規制された二成分現像剤を担持する。これを感光ドラム1と対向した現像領域に搬送し、感光ドラム1の表面上に形成された静電潜像に現像剤を供給して静電潜像をトナー像として現像する。

【0040】

規制ブレード29は、現像スリーブ28の長手方向軸線に沿って延在した板状のアルミニウム製等で形成された非磁性部材29aと、鉄材等の磁性部材29bとを有して構成されている。また、規制ブレード29の現像スリーブ28の表面との間隙を調整することによって、現像領域へ搬送される現像剤量が調整される。本実施形態においては、規制ブレード29によって、現像スリーブ28の表面上の単位面積当りの現像剤コート量を30mg/cm²に規制している。尚、規制ブレード29と現像スリーブ28との間隙は、200 μ m～1000 μ m、好ましくは300 μ m～700 μ mの範囲に適宜設定される。本実施形態では、規制ブレード29と現像スリーブ28との間隙を400 μ mに設定した。

【0041】

<二成分現像剤>

次に本実施形態にて用いられる、トナーと磁性粒子（キャリア）とを含む二成分現像剤について説明する。トナーは、結着樹脂、着色剤、そして、必要に応じてその他の添加剤を含む着色樹脂粒子と、コロイダルシリカ微粉末のような外添剤が外添されている着色粒子とを有している。トナーは、負帯電性のポリエステル系樹脂であり、体積平均粒径は4 μ m以上、10 μ m以下が好ましい。より好ましくは8 μ m以下であることが好ましい。

【0042】

また、磁性粒子（キャリア）は、例えば、表面酸化、或いは、未酸化の鉄、ニッケル、コバルト、マンガン、クロム、希土類等の金属、及びそれらの合金、或いは、酸化物フェライト等が好適に使用可能であり、これらの磁性粒子の製造法は特に制限されない。磁性粒子（キャリア）の平均粒径は20 μ m～60 μ m、好ましくは30 μ m～50 μ mであり、磁性粒子（キャリア）の抵抗率は 1×10^7 cm以上、好ましくは、 1×10^8 cm以上である。本実施形態では、抵抗率が 1×10^8 cmの磁性粒子（キャリア）を用いた。

【0043】

<現像剤の補給方法>

次に、図2及び図3を用いて本実施形態における現像剤の補給方法について説明する。図2及び図3に示すように、現像装置4の上部には、トナーと磁性粒子（キャリア）とを混合した補給用の二成分現像剤を収容する補給容器となるホッパー31が配置される。トナー補給手段を構成するホッパー31は、下部に搬送部材となるスクリー状の補給スクリー32を備え、該補給スクリー32の一端が現像装置4の図3の右側端部に設けられた補給口30の位置まで延びている。

【0044】

画像形成によって消費された分のトナーは、補給スクリー32の回転力と、現像剤の重力によって、ホッパー31から補給口30を通過して、現像容器22内に補給される。このよう

10

20

30

40

50

にしてホッパー31から現像装置4に補給現像剤が補給される。補給現像剤の補給量は、補給スクリー32の回転数によっておおそ定められる。補給スクリー32の回転数は、該補給スクリー32を回転駆動する駆動源となるモータ9を制御するトナー補給量制御手段を兼ねる制御部20によって定められる。

【0045】

トナー補給量制御の方法としては、二成分現像剤のトナー濃度を光学的、或いは、磁気的に検知するものや、感光ドラム1の表面上の基準潜像を現像してそのトナー像の濃度を検知する方法等、種々の方法が適用可能である。

【0046】

< 現像剤の排出方法 >

次に、図3を用いて本実施形態における現像剤の排出方法について説明する。現像室23内の図3の矢印方向で示す現像剤循環方向の下流側における現像スリーブ28の設置領域外には現像剤排出手段を構成する排出口40が設けられており、該排出口40から劣化した現像剤が排出される。現像剤の補給工程により現像装置4内の現像剤が増加すると、現像剤の増加量に応じて、現像剤は、該排出口40から溢れ出るように排出される。尚、排出口40の位置は、補給口30の位置よりも図3の矢印方向で示す現像剤搬送方向の上流側に形成されている。これは、補給口30から補給された新しい現像剤が排出口40からすぐに排出されないようにするためである。

【0047】

< 現像剤の排出特性 >

図4は本実施形態の現像装置4における現像剤の排出特性を示す。現像剤の排出特性とは、現像剤の単位時間当たりの排出量を現像容器22内の現像剤量を関数として表わしたものである。単位時間当たりの現像剤の排出量と、単位時間当たりに現像容器22内に補給される現像剤の補給量と、現像に供されたトナー量との差分がバランスすることで現像容器22内の現像剤量が決まる。

【0048】

つまり、現像容器22内の現像剤量は、単位時間当たりの最小補給量と、図4に示す排出特性曲線21との交点で示される最小の現像剤量aを考慮する。更に、単位時間当たりの最大補給量と、排出特性曲線21との交点で示される現像剤量bを考慮する。そして、最小の現像剤量aと現像剤量bとの間の現像剤量の値を概ね取り得る。これらの交点がそれぞれ最小補給時と最大補給時とで現像剤量がバランスする点である。このとき、現像に供されるトナー量は通常微々たるものであるため無視した。

【0049】

現像容器22内の現像剤量が著しく少なくなると、現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良が発生し、現像容器22内の現像剤量が著しく多くなると、現像剤溢れを引き起こす可能性がある。このときの現像剤量をそれぞれ図4に示す現像剤量c, dとする。

【0050】

すると、現像剤の排出特性は、常に、図4に示すように、現像剤量a, b, c, dの関係は、 $\{ a > c \}$ 且つ $\{ b < d \}$ でなければならない。これらの差分となる $\{ a - c \}$ 、 $\{ d - b \}$ が、それぞれ現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良、現像剤溢れに対するロバスト性 (Robustness in Control) を表す。ロバスト性とは、不確定な変動に対して特性が現状を維持できる能力のことである。

【0051】

< 現像剤の排出特性測定 >

通常、現像剤の排出特性は次のようにして測定できる。まず、現像スリーブ28及び第一、第二の攪拌スクリー25, 26を所望の周速度で回転駆動させた状態で、現像スリーブ28の表面上に現像剤が均一に担持 (コーティング) されるまで現像容器22内に現像剤を入れる。そして、現像スリーブ28及び第一、第二の攪拌スクリー25, 26を所望の周速度で現像容器22内で現像剤の循環が定常状態になるまで回転駆動させる。通常は1分~2分間程

10

20

30

40

50

度回転駆動する。

【0052】

現像スリーブ28の表面上に現像剤のコーティングが均一になったところから、現像剤を少しずつ補給口30を介して現像容器22内に入れていき、そのときの排出口40から排出される単位時間当たりの現像剤の排出量を測定する。

【0053】

本実施形態では、現像容器22内に現像剤を10gずつ入れていき、30秒間で排出口40から排出される現像剤の排出量を測定した。これにより排出口40から排出される単位時間当たりの現像剤の排出量を測定した。

【0054】

また、現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する限界点となる現像剤量 c は次のようにして測定できる。まず、現像スリーブ28及び第一、第二の攪拌スクリー-25, 26を所望の周速度で回転駆動させる。その状態で、補給口30から現像剤を少しずつ現像容器22内に入れていき、現像スリーブ28の表面上に現像剤が均一にコーティングされる現像剤量 c を求める。

【0055】

通常、ホッパー31中にある現像剤と、現像容器22内にある現像剤とは、トナーとキャリアの比率が異なる。ホッパー31中の現像剤の方がトナー比率が著しく高い。そのため、排出特性測定において現像容器22の中に現像剤を入れるときはホッパー31を使用しない。ホッパー31から現像剤を補給してしまうと現像容器22中のトナー比率が著しく上がってしまう。通常、排出特性を測定するときは空回転機にて行い、現像容器22の補給口から現像容器22内のトナー比率と同じトナー比率の現像剤を手動で補給する。

【0056】

以上は、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25が共に所定の回転速度で駆動される場合の現像剤の排出特性である。現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の回転速度が複数ある。その場合には、これらの複数の回転速度で前述した最小の現像剤量 a と、現像スリーブ28の表面上に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する限界点となる現像剤量 c とを極力揃えなければならない。そうでないと、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の回転速度を切り替えたときに該現像スリーブ28の表面上に担持させる現像剤のコーティング不良等の問題が発生してしまう可能性が高くなる。

【0057】

< 駆動停止時の動作 >

次に、本発明の特徴である現像スリーブ28及び第一、第二の攪拌スクリー-25, 26の駆動停止時の動作について説明する。尚、本実施形態において第一、第二の攪拌スクリー-25, 26は連動するため第一の攪拌スクリー-25を代表的に用いて説明する。従って、以下において第一の攪拌スクリー-25の回転及び駆動停止といった場合には、第二の攪拌スクリー-26も連動して回転及び駆動停止するものである。

【0058】

図5(a)に示すように、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25への駆動停止信号が時刻 t_1 に発生する。図5(b)は時刻 t_1 から、実際に現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25が完全に停止する時刻 t_4 までの現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の回転速度の変化を示す。

【0059】

現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25への駆動停止信号は制御部20により発生され、モータ7, 8が停止制御される。本実施形態では、図2に示すモータ7, 8としてステッピングモータを使用する。そして、該モータ7, 8の駆動停止時において、制御部20により図5(c)に示すように、現像スリーブ28の回転速度と、第一の攪拌スクリー-25の回転速度との比率を所定範囲内(本実施形態では比率を一定)に保つ。そして、該現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25とを減速停止させているところが特徴である。

【0060】

10

20

30

40

50

本実施形態では、図5(c)に示すように、時刻 t_1 において、制御部20により現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の駆動停止信号をモータ7, 8に出力する。時刻 t_1 から実際に現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の回転が時刻 t_4 で停止する。そして、定常状態を含み、時刻 t_1 から時刻 t_4 までの該現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25との回転速度の比率を一定としている。ここで、駆動停止時とは停止の意図をもってモータ7, 8が減速を始めてから実際に停止するまでの間とし、駆動停止信号とは停止の意図をもってモータ7, 8が減速を始めるための信号とする。

【0061】

一方、図6に示す比較例1では、図6(a)に示すように、時刻 t_1 において、制御部20から出力される現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の駆動停止信号をモータ7, 8が受ける。そして、図6(b)に示すように、時刻 t_1 から実際に現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の回転がそれぞれ停止する時刻 t_4 , t_3 までの現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25との回転速度の比率は一定ではない(図6(c)参照)。

【0062】

これは、従来では、モータ7, 8としてDC(直流)モータを使用することが多く、駆動停止時に加減速レートを設定できないことが多い。ここで、加減速レートとは、図5(b)及び図6(b)に示すように、モータ7, 8が定常回転状態から停止信号を受けて完全に停止するまでの回転速度の傾きである。

【0063】

また、慣性モーメントは、現像スリーブ28に比べて第一、第二の攪拌スクリー-25, 26の方が小さい。このため図6に示す比較例1では、図6(a)に示すように、時刻 t_1 において、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の駆動停止信号が出力される。そして、時刻 t_1 から該現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25が実際に停止する時刻 t_4 , t_3 までの時間は、図6(b)に示すように、一般に、第一の攪拌スクリー-25が停止する時刻 t_3 よりも現像スリーブ28が停止する時刻 t_4 の方が遅い。

【0064】

これは、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時に、それぞれの慣性モーメントの違いにより第一の攪拌スクリー-25よりも現像スリーブ28の方が多く(長く)回転することを意味する。それに伴い、図2に示す現像スリーブ28に対向する規制ブレード29の裏側(現像スリーブ28の回転方向上流側)に存在する現像剤が第一の攪拌スクリー-25により供給されない状態で現像スリーブ28に奪われる。このため規制ブレード29の裏側(現像スリーブ28の回転方向上流側)に存在する現像剤量は定常回転状態のときよりも駆動停止時の方が少なくなる。

【0065】

このため現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時において現像スリーブ28に対向する規制ブレード29の裏側に存在する現像剤量が少なくなる(或いは、完全になくなる)。そして、主に、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の駆動停止直後の駆動開始時において、一時的に現像スリーブ28の表面上に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する可能性が増大する。

【0066】

この対策としては、前述したように、図7に示す比較例2のような駆動停止方法が考えられる。図7に示す比較例2では、図7(a)に示すように、意図的に第一の攪拌スクリー-25の駆動停止信号を出力する時刻 t_2 を遅くする。現像スリーブ28は時刻 t_4 で停止し、第一の攪拌スクリー-25は時刻 t_5 ($t_4 > t_5$)で停止する。これにより現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時における現像スリーブ28への現像剤供給を潤沢にすることで現像スリーブ28の表面上に担持させる現像剤のコーティング不良を抑制するものである。

【0067】

しかしながら、図7に示す比較例2のような駆動停止方法では、現像スリーブ28が実際に停止するまで過剰に第一、第二の攪拌スクリー-25, 26が回り続け、図3に示す排出口

10

20

30

40

50

40から本来排出されるべきでない現像剤まで過剰に排出される。これにより現像装置4内の現像剤量の低下を招く。或いは、第一、第二の攪拌スクリー-25, 26の駆動時間の増大が現像剤の劣化や該第一、第二の攪拌スクリー-25, 26の回転軸25a, 26aの端部のシールの劣化を招く。これにより現像装置4の寿命低下につながる可能性がある。

【0068】

本実施形態の現像装置4では、図2に示すように、現像スリーブ28へ現像剤を供給する現像室23と、現像剤を回収する攪拌室24とが分かれている。現像剤を供給する現像室23内では現像剤の循環方向下流に行くに従って現像スリーブ28に現像剤を奪われる。このため単位時間当たりに第一の攪拌スクリー-25によって搬送される現像剤量、つまり現像剤の流量(質量流量)は徐々に減少していく。

10

【0069】

逆に現像剤を回収する攪拌室24では現像剤の循環方向下流に行くに従って現像剤の流量が増加していく。また、図3に示す排出口40は、現像室23の現像剤の循環方向の最下流部に設けられている。この部分の現像剤面(現像剤の上面)が排出口40の高さに到達し、更に超えると現像剤が排出口40から溢れ出して現像容器22の外へと排出される。

【0070】

本実施形態の現像装置4においては、排出口40近傍の現像室23内の現像剤面高さ h_2 は現像装置4内の現像剤量による。更に、第一の攪拌スクリー-25の長手方向の搬送量と、攪拌室24内から現像スリーブ28へ奪われる現像剤量、つまり現像スリーブ28の現像剤搬送量による。

20

【0071】

図8(a), (b)は、図3に示す現像室23における現像剤の流量を示す模式図であり、図8(a), (b)に示す矢印 J_1 , J_2 , J_s で示す各矢印の大きさは、現像剤の流量の大きさを表している。現像スリーブ28が対向しない場所における現像剤の流量は単純にその位置の長手方向単位距離当たりの現像剤量と、現像室23内における現像剤の循環速度 V との積で求められる。

【0072】

従って、現像スリーブ28が対向しない場所に設けられている排出口40近傍の現像剤の流量 J_2 は以下の通りである。図8(a)に示す現像スリーブ28が対向する領域34よりも現像剤の循環方向上流における現像室23内の現像剤の流量を J_1 とする。現像スリーブ28全体による現像剤の流量を J_s とする。現像スリーブ28が対向する領域34よりも現像剤の循環方向上流における現像室23内の長手方向単位距離当たりの現像剤量を J_1 とする。第一の攪拌スクリー-25による現像剤の搬送速度を V_a とする。現像スリーブ28の長手方向全域における回転方向単位距離当たりの現像剤量を m とする。現像スリーブ28の表面の移動速度を V_s とすると、以下の数1式により求められる。

30

【0073】

[数1]

$$J_2 = J_1 - J_s = (J_1 \times V_a) - (m \times V_s)$$

【0074】

現像室23の奥行きは一様であるため便宜的に「1」とすると、現像室23の長手方向単位距離当たりの現像剤量は、そのまま現像剤面高さで見なすことができる。このため現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時の排出口40近傍の現像室23内の現像剤面高さ h_2 と、該排出口40近傍の現像室23内の長手方向単位距離当たりの現像剤量 J_2 とは、概ね以下の数2式により求められる。

40

【0075】

[数2]

$$h_2 = J_2 / V_a = (J_1 \times V_a - m \times V_s) / V_a = J_1 - m \times V_s / V_a$$

【0076】

現像スリーブ28の表面の移動速度 V_s と、第一の攪拌スクリー-25による現像剤の搬送速度 V_a とは、それぞれ現像スリーブ28の回転速度(ω)、第一の攪拌スクリー-25の

50

回転速度 (a) に比例する。このため現像スリーブ28の回転速度 (s) と、第一の攪拌スクリー-25の回転速度 (a) との比率 $\{ (a) / (s) \}$ が一定であれば良い。これにより現像スリーブ28、第一の攪拌スクリー-25の回転速度が変わった場合でも現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時の排出口40近傍の現像室23内の現像剤高さ h_2 は変化しない。このことは排出口40近傍に限らず、現像室23内の任意の場所においても同様である。

【0077】

よって、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時に排出口40近傍の現像室23内の現像剤高さ h_2 を画像形成時の定常状態の排出口40近傍の現像室23内の現像剤高さ h と同等の高さにする。図5(c)に示すように、画像形成時の定常状態における現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度の比率 $\{ (a) / (s) \}$ を一定に保つ。そして、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25とを減速停止させれば良い。

10

【0078】

即ち、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時における現像スリーブ28の回転速度と、第一の攪拌スクリー-25の回転速度との比率 (E) を、画像形成時の定常状態における比率 に一致させながら減速停止させれば良い。

【0079】

図5(b)に示す本実施形態では、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25との駆動停止信号が時刻 t_1 に出力されてから該現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25とが時刻 t_4 において実際に停止する。時刻 t_1 から時刻 t_4 までの任意の時刻において、常に、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時の排出口40近傍の現像室23内の現像剤高さ h_2 は以下の通りである。画像形成時の定常状態の排出口40近傍の現像室23内の現像剤高さ h と同等となる。これにより現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25との駆動停止時における現像スリーブ28への現像剤供給不足や排出口40から排出される現像剤の過剰な排出を防止することができる。

20

【0080】

一方、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度の比率 が駆動停止時に一定でない場合がある。その場合は、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25との駆動停止時の排出口40近傍の現像室23内の現像剤高さ h_2 も定常状態の時に比べて変動する。

30

【0081】

このため図2に示す現像スリーブ28に対向する規制ブレード29の裏側に存在する現像剤量が少なくなり現像スリーブ28の表面上に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する可能性が増大する。

【0082】

例えば、図6(c)に示す比較例1の場合は、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度の比率 は一定ではない。時刻 t_1 において現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止信号が出力される。それからは現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度の比率 は定常状態のときよりも常に小さくなっている。図6(b), (c)に示す破線は、図5(b), (c)に示す本実施形態のように、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度の比率 が定常状態のときと等しくなる場合の第一の攪拌スクリー-25の回転速度の変化を示す。

40

【0083】

逆に、図7(b)に示す比較例2の場合は、図7(b)に示す点Uまでは、第一の攪拌スクリー-25の回転速度が図5に示す本実施形態の第一の攪拌スクリー-25の回転速度よりも大きく、該点U以降は小さくなる。図7(b), (c)の破線は、図5(b), (c)に示す本実施形態のように、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度の比率 が定常状態のときと等しくなる場合の第一の攪拌スクリー-25の回転速度を示す。

【0084】

50

このため図7(c)に示すように、時刻 t_1 において現像スリーブ28の駆動停止信号が出力されてから現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度の比率は、定常状態のときよりも大きくなる。その後、時刻 t_2 において第一の攪拌スクリー-25の駆動停止信号が出力されてから現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度の比率は小さくなっていく。これにより、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時において、図7(b)に示す点Uまでは、排出口40近傍の現像室23内の現像剤面高さ h_2 が上昇する。これにより排出口40から現像剤が余分に排出され、現像スリーブ28の表面上に担持させる現像剤のコーティング不良の可能性が高まる。

【0085】

<実験結果>

次に、図9～図11を用いて本実施形態と比較例1, 2とを比較した効果を示す現像剤の排出特性の実験結果について説明する。図9は図5に示す本実施形態の現像剤の排出特性の実験結果を示し、図10は図6に示す比較例1の現像剤の排出特性の実験結果を示し、図11は図7に示す比較例2の現像剤の排出特性の実験結果を示す。図9～図11は、それぞれ図4に示す現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する限界点となる現像剤量 c と、現像剤量の下限点となる最小の現像剤量 a との関係について示す。

【0086】

図10に示す比較例1では、連続動作時における現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する限界点となる現像剤量 c が275gである。これに対して、間欠動作時における現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する限界点となる現像剤量 c は295gであった。従って、連続動作時に対して間欠動作時では、現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する限界点となる現像剤量 c は約20g(=295g-275g)程度増加する(ロバスト性の悪化)。

【0087】

つまり、図10に示す比較例1では、現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良のロバスト性(Robustness in Control)は以下の通りである。連続動作と間欠動作の切り替え時まで考えると図10の矢印で示す約60gの現像剤量変化分となる。ロバスト性とは、不確定な変動に対して特性が現状を維持できる能力のことである。

【0088】

逆に、図11に示す比較例2では、連続動作時における現像剤量の下限点となる最小の現像剤量 a が355gである。これに対して、間欠動作時における現像剤量の下限点となる最小の現像剤量 a は330gであった。従って、連続動作時に対して間欠動作時では、現像剤量の下限点となる最小の現像剤量 a は約25g(=355g-330g)程度減少する(ロバスト性の悪化)。

【0089】

この場合も、現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良のロバスト性は、連続動作と間欠動作の切り替え時まで考えると、図11の矢印で示す約55gの現像剤量変化分となる。

【0090】

一方、図9に示す本実施形態では、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時の排出口40近傍の現像室23内の現像剤面高さ h_2 を以下の通りとした。連続動作時における定常状態での排出口40近傍の現像室23内の現像剤面高さ h と等しくなるように構成した。

【0091】

このため現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する限界点となる現像剤量 c と、現像剤量の下限点となる最小の現像剤量 a とは、連続動作時と、間欠動作時とで略等しい275gと355gである。

【0092】

10

20

30

40

50

これにより連続動作と間欠動作の切り替え時においても、現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良のロバスト性の悪化分はなく、図9の矢印で示す約80gの現像剤量変化分となる。現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する限界点となる現像剤量cと、現像剤量の下限点となる最小の現像剤量aとの差分が大きいほど、ロバスト性が良い。

【0093】

本実施形態では、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリーユ-25の駆動停止時における現像スリーブ28の回転速度と、第一の攪拌スクリーユ-25の回転速度との比率（E）を、画像形成時の定常状態における比率に一致させながら減速停止させれば良い。

【0094】

これにより、現像装置4内での現像剤循環のバランスの崩れを抑制し、現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良のロバスト性を確保することができた。尚、本実施形態のように、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリーユ-25の駆動停止時における現像スリーブ28と第一の攪拌スクリーユ-25の回転速度の比率（E）を画像形成時の比率と完全に一致させなくても良い。

【0095】

例えば、制御部20からモータ7の駆動停止信号（停止信号）と、モータ8の駆動停止信号（停止信号）のうち、何れか早い方が出力される。それから、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリーユ-25の両方の回転速度が、それぞれ画像形成時の定常状態の回転速度の1/2以下になる。

【0096】

それまでの間において、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリーユ-25の両方の回転速度が、それぞれ画像形成時の定常状態の回転速度以下である。且つ、現像スリーブ28の回転速度と、第一の攪拌スクリーユ-25の回転速度との比率（E）が以下の通りである。画像形成時の定常状態における現像スリーブ28の回転速度と、第一の攪拌スクリーユ-25の回転速度との比率に対して、以下の数3式を満たすように設定すれば良い。

【0097】

[数3]

$$0.7 < (E) / < 2.0$$

【0098】

即ち、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリーユ-25の駆動停止時の該現像スリーブ28と第一の攪拌スクリーユ-25の回転速度の比率が、画像形成時の比率に対して0.7倍よりも大きく、2.0倍よりも小さければ、同様の効果が得られる。

【0099】

本実施形態では、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリーユ-25とが別駆動の現像装置4において、駆動停止時における現像スリーブ28と第一の攪拌スクリーユ-25との駆動停止信号のうち何れか早い方が出力される。それから、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリーユ-25の両方の回転速度がそれぞれ画像形成時の定常状態の回転速度の1/2以下になる。

【0100】

それまでの間において、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリーユ-25の両方の回転速度が、それぞれ画像形成時の定常状態の回転速度以下である。且つ、駆動停止時における現像スリーブ28の回転速度と、第一の攪拌スクリーユ-25の回転速度との比率（E）が以下の通りである。画像形成時の定常状態における現像スリーブ28の回転速度と、第一の攪拌スクリーユ-25の回転速度との比率に対して、前記数3式を満たす。

【0101】

これにより駆動停止時における現像スリーブ28と第一の攪拌スクリーユ-25との回転速度の比率（E）を画像形成時の回転速度の比率に近づける。これにより現像剤循環のバランスの崩れを抑制し、現像スリーブ28に担持させる現像剤のコーティング不良等の画像弊害を防止することが出来る。

【0102】

10

20

30

40

50

さらに好ましくは、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時における回転数比 (E) と、画像形成時の定常状態における回転数比 とを用いることも出来る。例えば、制御部20からモータ7の駆動停止信号(停止信号)と、モータ8の駆動停止信号(停止信号)のうち、何れか早い方が出力される。それから、実際に現像スリーブ28と、第一の攪拌スクリー-25の両方が停止するまでの該現像スリーブ28の回転数と、第一の攪拌スクリー-25の回転数との比率 (E) が以下の通りである。画像形成時の定常状態における現像スリーブ28の回転数と、第一の攪拌スクリー-25の回転数との比率 に対して、以下の数4式を満たすように設定することでも良い。

【0103】

[数4]

$$0.7 < (E) / < 1.5$$

【0104】

即ち、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時の該現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転数の比率 (E) が、画像形成時の比率 に対して0.7倍よりも大きく、2.0倍よりも小さければ、同様の効果が得られる。尚、数3式、数4式に示す数値範囲については、以下の第2実施形態を用いて詳しく説明する。

【0105】

本実施形態によれば、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25とが別駆動の現像装置4において、現像剤循環のバランスの崩れを抑制することが出来る。また、現像スリーブ28の表面に現像剤をコーティングする際のコーティング不良等の画像弊害を防止することが出来る。

【実施例2】

【0106】

次に、図12~図22を用いて本発明に係る現像装置を備えた画像形成装置の第2実施形態の構成について説明する。尚、前記第1実施形態と同様に構成したものは同一の符号、或いは符号が異なっても同一の部材名を付して説明を省略する。

【0107】

基本的な構成は、前記第1実施形態と同じであるため重複する説明は省略し、本実施形態の特有の構成のみについて詳細に説明する。前記第1実施形態では、図2に示すように、現像スリーブ28と、第一、第二の攪拌スクリー-25, 26とをそれぞれ回転駆動する駆動源となるモータ7, 8としてステッピングモータを用いた。

【0108】

これにより図5(b), (c)に示すように、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時における現像スリーブ28の回転速度と、第一の攪拌スクリー-25の回転速度との比率 (E) を以下の通りとする。画像形成時の定常状態における比率 に一致させながら減速停止させれば良い。これにより現像剤循環のバランスの崩れを抑制し、現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良のロバスト性を確保した。

【0109】

< 駆動停止時の動作 >

しかしながら効率や駆動安定性、加えてコスト等の観点から、現像スリーブ28や第一、第二の攪拌スクリー-25, 26の駆動源としては、DC(直流)モータを使用の方が好ましい。本実施形態では、現像スリーブ28や第一、第二の攪拌スクリー-25, 26の駆動源としてブラシレスDC(直流)モータを使用したものである。

【0110】

そして、図12(b)に示すように、現像スリーブ28と第一、第二の攪拌スクリー-25, 26の駆動停止時において、制御部20からモータ7, 8の少なくとも一方の駆動停止信号(停止信号)が出力される。それから、現像スリーブ28及び第一、第二の攪拌スクリー-25, 26の少なくとも一方の目標回転速度を段階的に変更する。

【0111】

図12(b)に示す本実施形態では、第一、第二の攪拌スクリー-25, 26の目標回転速度

10

20

30

40

50

を段階的に変更（減速）した一例である。図12（b）に示すように、現像スリーブ28及び第一、第二の攪拌スクリー-25, 26を段階的に減速停止する。これにより現像剤循環のバランスの崩れを軽減し、現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良のロバスト性を確保する点が本実施形態の特徴である。

【0112】

図12（a）は、本実施形態における現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止信号を示す。図12（b）は現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時の現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度の変化を示す。

【0113】

図12（b）に示すように、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時において、第一の攪拌スクリー-25の回転速度を段階的に減速させる。これにより現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時の現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度の比率を連続動作時における定常状態の比率と略同等とする。これにより現像剤循環のバランスの崩れを抑制している。

10

【0114】

本実施形態では、図12（b）に示すように、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25との駆動停止信号を発生した時刻 t_1 から 60 msec 毎に 10 段階で第一の攪拌スクリー-25の回転速度を変更する。これにより第一の攪拌スクリー-25を段階的に減速停止している。第一の攪拌スクリー-25の一回の回転速度の変更幅は、最後の一段階のみ 270 rpm で、それ以外の各段階では 70 rpm である。これは、DC（直流）モータが低速駆動の場合は、駆動安定性が低下する可能性があるからである。

20

【0115】

本来、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時において、現像剤循環のバランスを定常状態における現像剤循環と同等にする。そのためには、前記第1実施形態のように、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止までの全ての時刻において以下の通りである。現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度の比率を定常状態の比率と等しくすれば良い。

【0116】

しかし、実際には、図13の実線で示す理想線 L_i から少しずれても現像剤循環は崩れない。一方、DC（直流）モータを現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動源にした場合、ステッピングモータとは異なり、角加速度は設定できない。

30

【0117】

このため現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時における現像剤循環の崩れを抑制するには以下の通りである。図12（a）に示す本実施形態のように、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25との駆動停止信号を時刻 t_1 で発生する。時刻 t_1 から現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25が実際に停止する時刻 t_4 までにパルス波からなる第一の攪拌スクリー-25の駆動速度変更信号35を複数出力する。これにより図12（b）に示すように、第一の攪拌スクリー-25を段階的に減速停止させることが出来る。

【0118】

このとき、図12（b）に示す点A, Dを通る破線で示す理想線 L_i （図5（b）に示す第1実施形態の理想線 L_i ）から外れる点が出てくる。本実施形態では、図12（b）に示す点A, Dを通る破線で示す理想線 L_i 上から外れる点を現像剤循環が崩れない範囲に抑える。これによりコストや駆動安定性に優れたDC（直流）モータを使用しつつ、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時の現像剤循環の崩れを抑制した。

40

【0119】

本実施形態では、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時の回転速度の比率を（E）とする。現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の定常状態の回転速度の比率と区別する。そして、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時における図12（b）に示す理想線 L_i からのずれを $\{ \text{（E）} / \}$ を用いて表すものとする。前記第1実施形態では、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時にお

50

いて、 $\{ (E) / \}$ は、常に「1.0」となる。

【0120】

本発明者らの鋭意検討によると、現像剤循環が大きく崩れず、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時の排出口40近傍の現像室23内の現像剤面高さ h_2 が変動しない条件は、以下の通りであった。モータ7, 8の駆動停止信号のうち、何れか早い方が出力される。それから、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の両方の回転速度が、それぞれ画像形成時の定常状態の回転速度の $1/2$ 以下になる。それまでの間において、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の両方の回転速度が以下の通りである。画像形成時の定常状態のときのそれぞれの回転速度以下であって、且つ前記数3式で示す条件を満たしていれば良いことが判明した。

10

【0121】

ここで、「現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の両方の回転速度が、それぞれ画像形成時の定常状態の回転速度の $1/2$ 以下になるまでの間」としたのは以下の通りである。現像剤循環が崩れて、図2に示す現像スリーブ28に対向する規制ブレード29の裏側に存在する現像剤量が減少したり、図3に示す排出口40から現像剤が漏れ出てしまう。このような現象は、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度が大きいときに顕著である。

【0122】

現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度が小さい。このときは、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の定常状態の回転速度の比率 $\frac{E}{\text{定常}}$ と、駆動停止時の回転速度の比率 $\{ (E) / \}$ が前記数3式の範囲から外れたとしても殆んど問題ない。

20

【0123】

また、言うまでもなく最も理想的なのは前記第1実施形態のように現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時において $\{ (E) / = 1.0 \}$ となる場合である。つまり、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転速度が常に画像形成時の定常状態の回転速度の比率 $\frac{E}{\text{定常}}$ と同じ比率 $\frac{E}{\text{定常}}$ で図5(b), (c)に示すように、線型的に減速していく場合である。

【0124】

図14(a), (b)を用いてより詳しく説明する。図14(b)に示す点A, Kを結んだ破線で示す理想線 L_i は以下の通りである。図14に示すように、現像スリーブ28が駆動停止していったときの $\{ (E) / = 1.0 \}$ となる図5(b), (c)に示す前記第1実施形態の第一の攪拌スクリー-25の回転速度の変化を示す。

30

【0125】

図14(b)に示す点B, Kを結んだ破線で示す線 L_8 は、 $\{ (E) / = 0.7 \}$ となる線である。図14(b)に示す点F, Kを結んだ破線で示す線 L_9 は、 $\{ (E) / = 2.0 \}$ となる線である。図14(b)に示す破線GHは、現像スリーブ28の画像形成時の定常状態の回転速度の $1/2$ の回転速度を示す。破線IJは第一の攪拌スクリー-25の画像形成時の定常状態の回転速度の $1/2$ の回転速度を示す。

【0126】

現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25のそれぞれを回転駆動するモータ7, 8の駆動停止信号のうち、何れか早い方が出力される。それから、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の両方の回転速度が、それぞれ画像形成時の定常状態の回転速度の $1/2$ 以下になる。それまでの間において、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の両方の回転速度が、画像形成時の定常状態のときのそれぞれの回転速度以下である。且つ、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の定常状態の回転速度の比率 $\frac{E}{\text{定常}}$ と、駆動停止時の回転速度の比率 $\{ (E) / \}$ が前記数3式に示す範囲内であれば良い。

40

【0127】

即ち、第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時における回転速度は、図14(b)に示す直線AB、直線BC、直線CD、直線DE、直線EF、直線FAで囲まれた六角形ABCD

50

E F の領域38内から出ることなく、辺 C D E を通過して減速停止すれば良い。

【 0 1 2 8 】

例えば、図15において第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時における回転速度の変化を示す線 L 1 , L 3 は、辺 C D E 以外から六角形 A B C D E F の領域38外へと出て減速停止される比較例 3 , 4 である。線 L 2 は、一旦、辺 C D E 以外から六角形 A B C D E F の領域38外へと出た後、再び、六角形 A B C D E F の領域38内に入り、辺 C D E を通過して減速停止される比較例 5 である。図15に示す線 L 1 ~ L 3 は、何れも上記条件を満たしておらず、何れも第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時において大きく現像剤循環が崩れてしまう。

【 0 1 2 9 】

また、図 6 に示した比較例 1 と、図 7 に示した比較例 2 についても、図16 (b) 及び図17 (b) にそれぞれ示すように、線 L 6 は、辺 C D E 以外から六角形 A B C D E F の領域38外へと出て減速停止される。線 L 7 は、一旦、辺 C D E 以外から六角形 A B C D E F の領域38外へと出た後、点 E を通過して減速停止される。このため上記条件を満たしていない。

【 0 1 3 0 】

ここで、図16 (c) 及び図17 (c) に示す時刻 t_{sc} は、第一の攪拌スクリー-25が画像形成時の定常状態の回転速度の $1/2$ の回転速度となる時刻である。また、時刻 t_{s1} は、現像スリーブ28が画像形成時の定常状態の回転速度の $1/2$ の回転速度となる時刻である。

【 0 1 3 1 】

従って、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25のそれぞれを回転駆動するモータ 7 , 8 の駆動停止信号のうち、何れか早い方が出力される。それから、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の両方の回転速度が、それぞれ画像形成時の定常状態の回転速度の $1/2$ の回転速度以下になるまでの間、とは以下の通りである。図16 (c) で示す比較例 1 では、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25との駆動停止信号を発生した時刻 t_1 から時刻 t_{s1} までの間である。また、図17 (c) で示す比較例 2 では、現像スリーブ28の駆動停止信号を発生した時刻 t_1 から時刻 t_{sc} までの間である。

【 0 1 3 2 】

従って、図16 (c) で示す比較例 1 において、時刻 t_1 から時刻 t_{s1} までの間では、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の定常状態の回転速度の比率 α と、駆動停止時の回転速度の比率 (E) との比率 $\{ (E) / \alpha \}$ が以下の通りである。曲線 O Q 間で 0.7 以下となっており、前記数 3 式に示す条件を満たしていない。

【 0 1 3 3 】

また、図17 (c) で示す比較例 2 において、時刻 t_1 から時刻 t_{sc} までの間では、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の定常状態の回転速度の比率 α と、駆動停止時の回転速度の比率 (E) との比率 $\{ (E) / \alpha \}$ が以下の通りである。折れ曲線 Q O R 間で 2.0 以上となっており、前記数 3 式に示す条件を満たしていない。

【 0 1 3 4 】

一方、図18において第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時における回転速度の変化を示す線 L 4 , L 5 は、何れも六角形 A B C D E F の領域38内から出ることなく、辺 C D E を通過して減速停止する上記数 3 式に示す条件を満たしている。

【 0 1 3 5 】

本実施形態においても、図12 (b) に示すように、第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時における回転速度の変化を示す階段状の線 L 10 も以下の通りである。六角形 A B C D E F の領域38内から出ることなく、辺 C D E を通過して減速停止する前記数 3 式に示す条件を満たしている。

【 0 1 3 6 】

尚、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25が定常状態の回転速度の $1/2$ の回転速度以下になる領域では以下の通りである。図18に示す線 L 5 のように基本的に上記数 3

10

20

30

40

50

式に示す条件を満たさなくても良い。それは、現像スリーブ28及び第一の攪拌スクリー-25の回転速度が小さい。このため現像剤循環に大きな影響を及ぼさない。しかし、図19に示す線L 8のように著しく上記数3式に示す範囲から逸脱するときは少なからず現像剤循環に影響を及ぼす可能性がある。

【0137】

従って、より好ましくは、現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止信号のうち、何れか早い方が出力される。それから、実際に現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の両方が停止するまでの現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の駆動停止時の回転数の比率 (E) が以下の通りである。定常状態における現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の回転数の比率 に対して前記数4式の範囲であれば良い。ここで、駆動停止時の現像スリーブ28の回転数と、第一の攪拌スクリー-25の回転数とは、それぞれ図20及び図21に示す斜線領域41, 42の面積で示される。

10

【0138】

また、本実施形態では、図12(b)に示すように、第一の攪拌スクリー-25を段階的に減速停止させることで、駆動停止時の現像剤循環のバランスの崩れを抑制した。他に、現像スリーブ28を段階的に減速停止しても良い。現像スリーブ28と第一の攪拌スクリー-25の両方を段階的に減速停止させることにより駆動停止時の現像剤循環のバランスの崩れを抑制しても良い。

【0139】

<実験結果>

20

次に、図22を用いて本実施形態における現像剤の排出特性の実験結果について説明する。図22は、本実施形態における現像剤の排出特性を示す図である。図22は図4に示す現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する限界点となる現像剤量cと、現像剤量の下限点となる最小の現像剤量aとの関係について示す。

【0140】

図22に示すように、本実施形態では、現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する限界点となる現像剤量cと、現像剤量の下限点となる最小の現像剤量aは以下の通りである。図9のように連続動作時と間欠動作時とで等しいわけではなく、5g分だけずれている。

【0141】

30

図9の矢印で示す約80gの現像剤量変化分となる程ではないものの、本実施形態では、連続動作時の最小の現像剤量aが355gで、間欠動作時の最小の現像剤量aが350gである。連続動作時と間欠動作時の現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良が発生する限界点となる現像剤量cが275gでどちらも略等しい。

【0142】

従って、本実施形態においても連続動作と間欠動作の切り替え時においても現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良のロバスト性の悪化分は、わずか5g (= 355g - 350g) である。これにより図22の矢印で示す約75gの現像剤量変化分となり、現像スリーブ28の表面に担持させる現像剤のコーティング不良のロバスト性を確保することが出来る。他の構成は前記第1実施形態と同様に構成され、同様の効果を得ることが出来る。

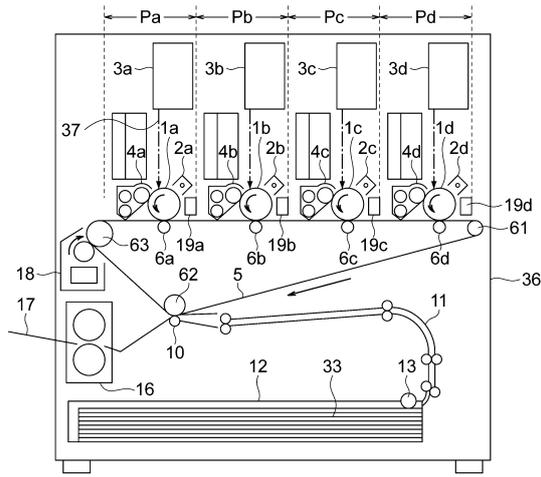
40

【符号の説明】

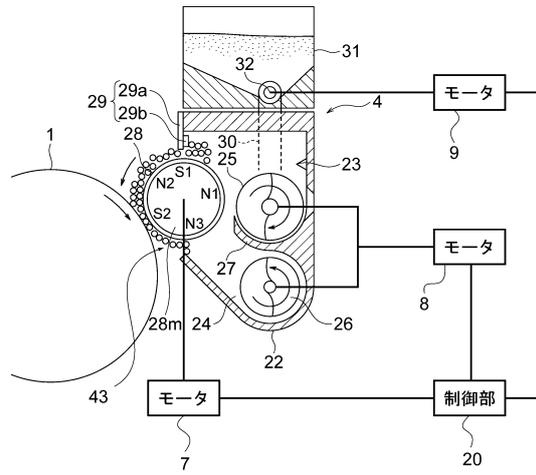
【0143】

- 7 ... モータ (第一の駆動手段)
- 8 ... モータ (第二の駆動手段)
- 25 ... 第一の攪拌スクリー (第一の攪拌部材)
- 28 ... 現像スリーブ (現像剤担持体)

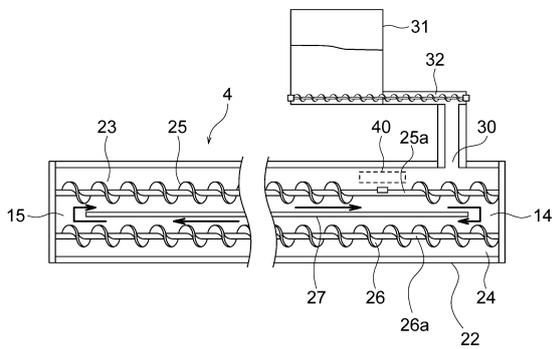
【図1】



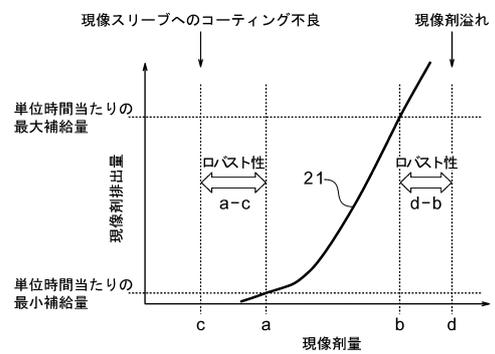
【図2】



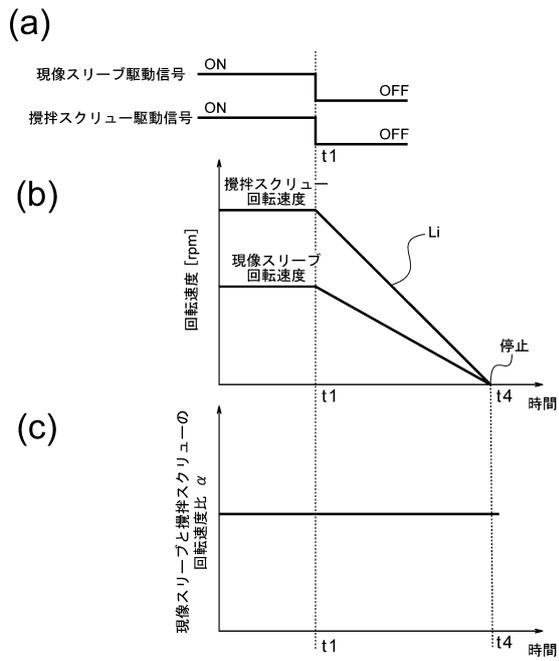
【図3】



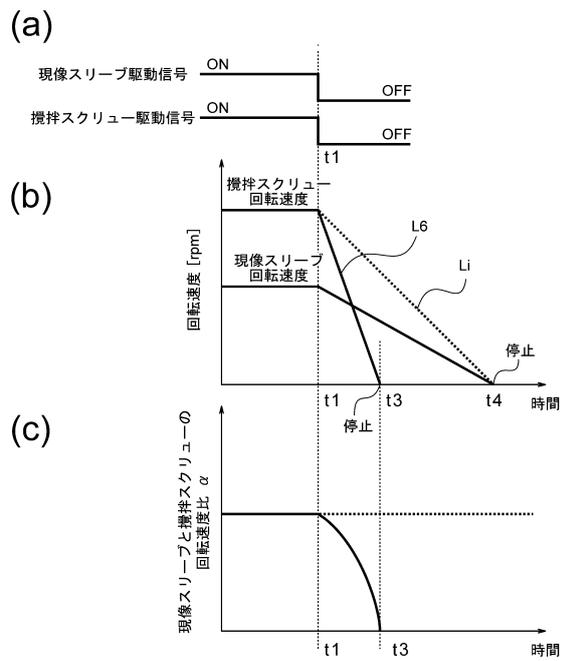
【図4】



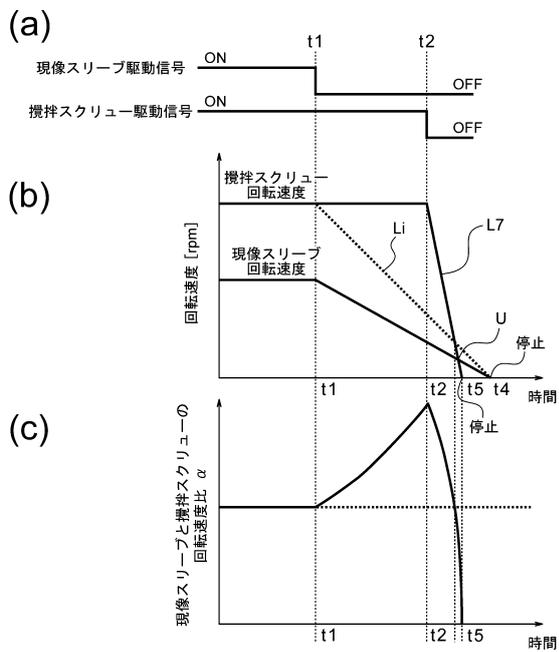
【図5】



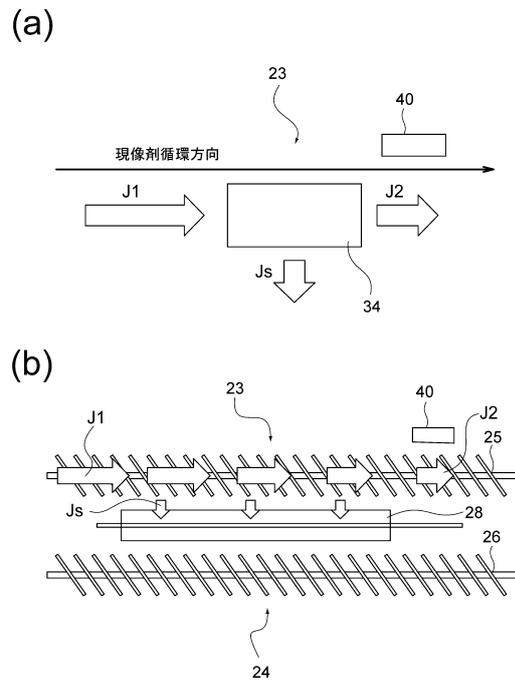
【図6】



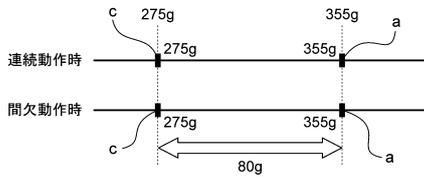
【図7】



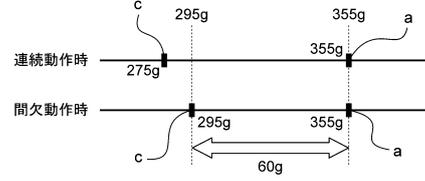
【図8】



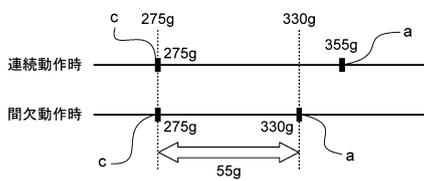
【図 9】



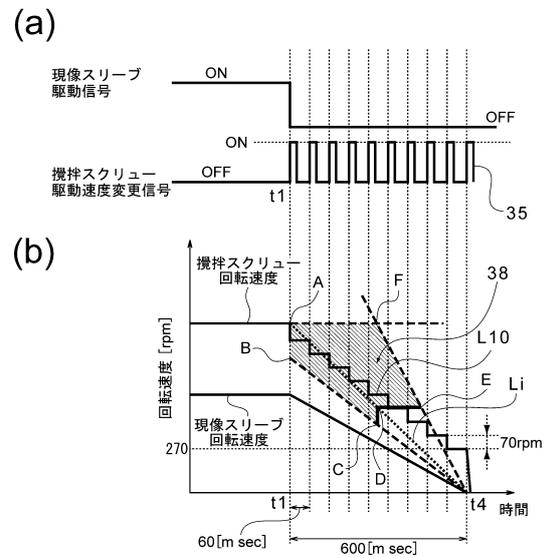
【図 10】



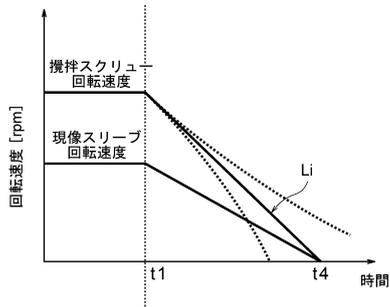
【図 11】



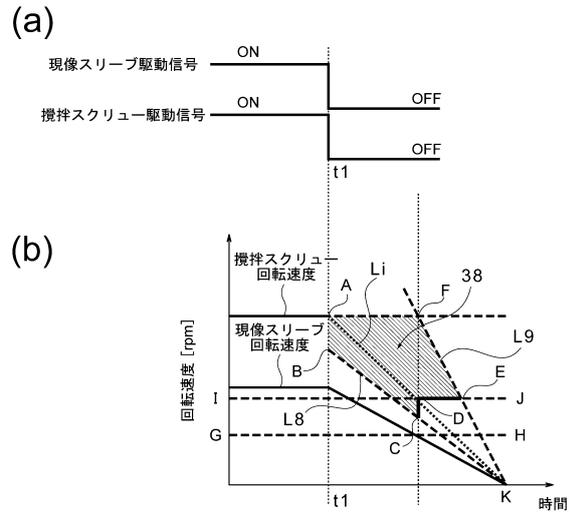
【図 12】



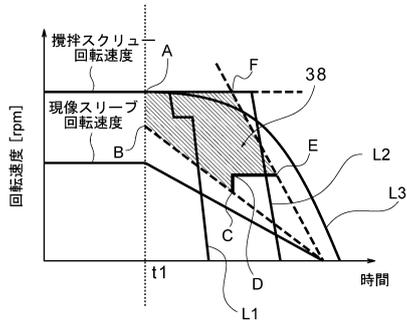
【図13】



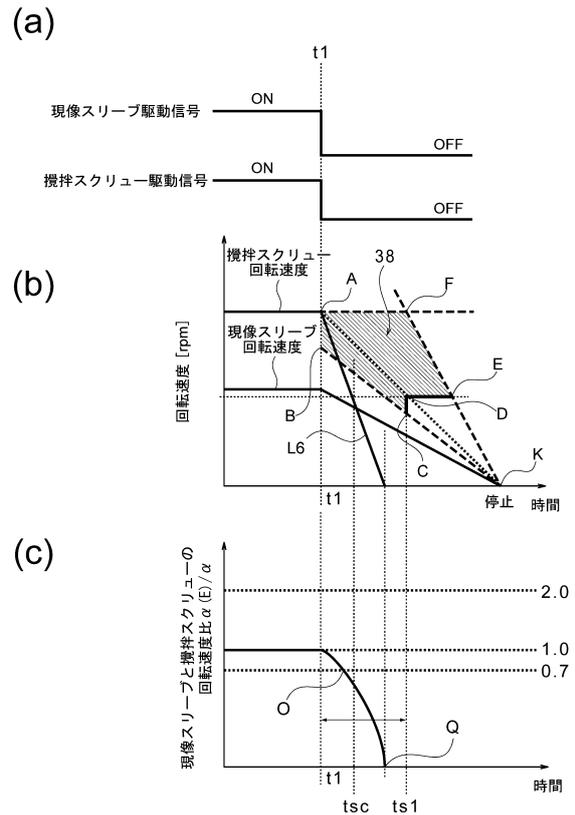
【図14】



【図15】

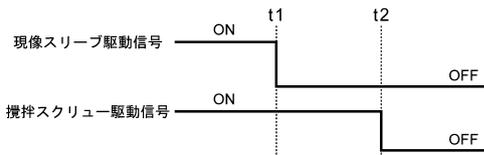


【図16】

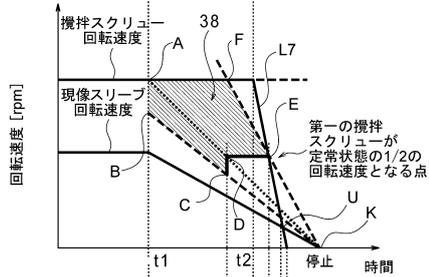


【図 17】

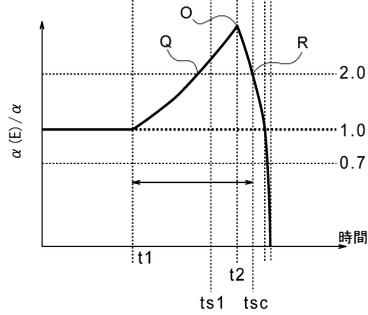
(a)



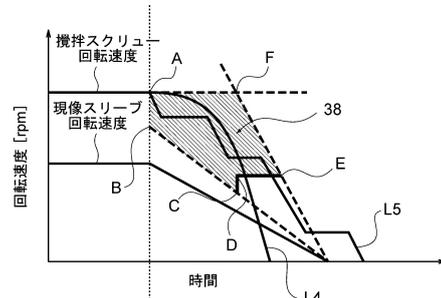
(b)



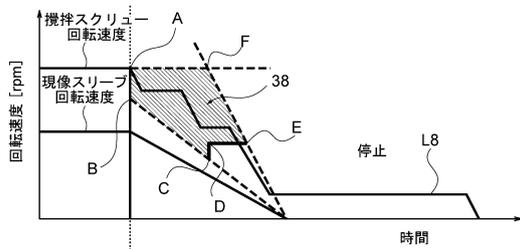
(c)



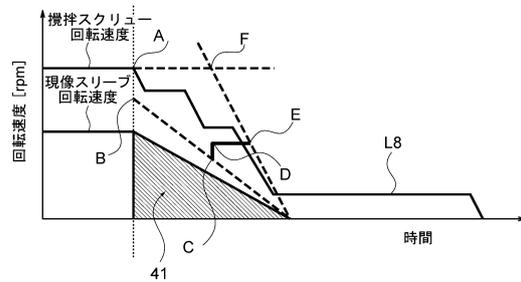
【図 18】



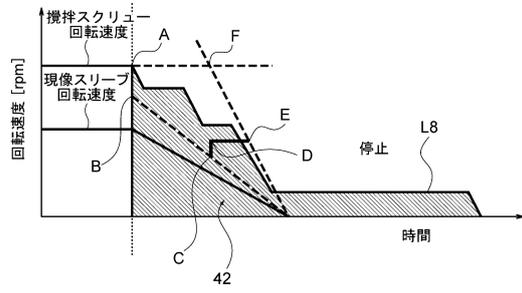
【図 19】



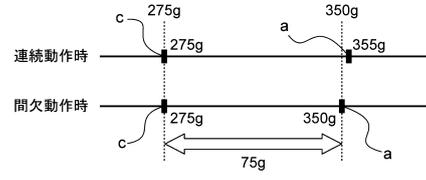
【図 20】



【図 2 1】



【図 2 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-128143(JP,A)
特開2011-048117(JP,A)
特開2011-053451(JP,A)
特開2013-088687(JP,A)
特開2010-101980(JP,A)
特開平6-075466(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03G 15/08
G03G 15/09
G03G 21/00