

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7071160号

(P7071160)

(45)発行日 令和4年5月18日(2022.5.18)

(24)登録日 令和4年5月10日(2022.5.10)

(51)国際特許分類

G 0 3 G 15/08 (2006.01)

F I

G 0 3 G 15/08 3 2 1 B

G 0 3 G 15/08 3 6 6

請求項の数 6 (全23頁)

(21)出願番号	特願2018-35075(P2018-35075)	(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30年2月28日(2018.2.28)	(74)代理人	110003133 特許業務法人近島国際特許事務所
(65)公開番号	特開2019-148772(P2019-148772 A)	(72)発明者	高 田 俊一 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	令和1年9月5日(2019.9.5)	(72)発明者	勝家 一郎 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	令和3年2月9日(2021.2.9)	(72)発明者	成毛 祥 治 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72)発明者	大塚 真寛 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像形成装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

像担持体と、

非磁性のトナーと磁性を有するキャリアとを含む現像剤を収容した現像容器と、前記現像容器内の現像剤を担持して前記像担持体に搬送する現像剤担持体と、回転することで前記現像容器内の現像剤を攪拌しつつ搬送する搬送部材と、検知面が前記搬送部材に径方向の外側から対向して配置され、前記現像容器内のトナー濃度を検知して信号を出力する検知手段とを有し、前記像担持体に形成された静電潜像をトナーにより現像する現像装置と、前記搬送部材を回転駆動する駆動源と、

前記現像容器に現像剤を補給する補給手段と、

前記駆動源を制御することにより前記搬送部材の回転速度を調整可能であると共に、前記搬送部材を第1速度で回転した時に前記検知手段により検知される第1出力信号の波形の最小値と、前記搬送部材を前記第1速度とは異なる第2速度で回転した時に前記検知手段により検知される第2出力信号の波形の最小値と、に基づいて、前記補給手段を制御して前記現像容器内のトナー濃度を調整する調整モードを実行可能な調整部と、を備える、ことを特徴とする画像形成装置。

## 【請求項2】

前記調整部は、前記第1出力信号の波形の最小値と、前記第2出力信号の波形の最小値と、の差分に基づいて前記第1出力信号の波形の最大値の補正值を算出し、前記最大値と前記補正值とに基づいて前記調整モードを実行する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 3】

前記調整部は、前記第 1 出力信号の波形の最小値と、前記第 2 出力信号の波形の最小値と、  
の差分に基づいて前記現像容器内の現像剤量を算出し、前記現像容器内の現像剤量に基づいて前記第 1 出力信号の波形の最大値の補正値を算出し、前記最大値と前記補正値とに基づいて前記調整モードを実行する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 4】

前記搬送部材は、周方向への現像剤の搬送能力が互いに異なる突部を、回転軸線方向の一部において前記突部が前記検知手段の前記検知面に対向するように、周方向に複数有し、  
前記最大値は、前記複数の突部のうち周方向の搬送能力が最も高い所定突部の移動により発生され、前記所定突部が前記検知面と対向する位置を通過する前後に現れる 2 つのピーク値のうち、先に現れるピーク値である、

ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の画像形成装置。

【請求項 5】

前記搬送部材は、周方向への現像剤の搬送能力が互いに異なる突部を、回転軸線方向の一部において前記突部が前記検知手段の前記検知面に対向するように、周方向に複数有し、  
前記最小値は、前記複数の突部のうち周方向の搬送能力が最も高い所定突部の移動により発生され、前記所定突部が前記検知面と対向する位置を通過する前後に現れる 2 つのピーク値のうち、後に現れるピーク値である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 6】

前記搬送部材は、回転軸と、前記回転軸の周囲に設けられた羽根と、前記回転軸の表面から径方向に突出し、周方向に前記羽根と異なる位置、かつ、回転軸線方向に前記検知面と重なる位置に設けられたリブと、を有し、  
前記所定突部は前記リブである、

ことを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子写真方式や静電記録方式等により記録材に画像を形成するために現像装置を利用する画像形成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電子写真方式を用いた画像形成装置では、像担持体としての感光ドラム上に形成された静電潜像を現像装置でトナーにより現像して、トナー像を形成している。現像装置としては、現像剤として非磁性トナー粒子（トナー）と磁性キャリア粒子（キャリア）とを含む 2 成分現像剤を使用するものがある。このような 2 成分現像剤を使用した現像装置として、現像剤を収容した現像容器内のトナー濃度を検知する検知手段としてのトナー濃度センサを備えたものがある（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2014 - 115548 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、現像装置は、現像容器内の現像剤を攪拌しつつ搬送するスクリュなどの搬送部材を備えており、トナー濃度センサは、この搬送部材に対向して配置されている。したがって、トナー濃度センサの出力信号は、搬送部材の回転に応じて変化する。従来、このよう

10

20

30

40

50

に変化するトナー濃度センサの出力信号の波形の平均値に基づいて現像装置などを制御していた。しかしながら、このような出力信号の平均値は、現像容器内の現像剤量によって出力値が不安定になる場合があり、トナー濃度を精度良く検知できない場合があった。

【 0 0 0 5 】

本発明は、現像容器内の現像剤量の変動しても、トナー濃度を安定して制御することができる構成を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の画像形成装置は、像担持体と、非磁性のトナーと磁性を有するキャリアとを含む現像剤を収容した現像容器と、前記現像容器内の現像剤を担持して前記像担持体に搬送する現像剤担持体と、回転することで前記現像容器内の現像剤を攪拌しつつ搬送する搬送部材と、検知面が前記搬送部材に径方向の外側から対向して配置され、前記現像容器内のトナー濃度を検知して信号を出力する検知手段とを有し、前記像担持体に形成された静電潜像をトナーにより現像する現像装置と、前記搬送部材を回転駆動する駆動源と、前記現像容器に現像剤を補給する補給手段と、前記駆動源を制御することにより前記搬送部材の回転速度を調整可能であると共に、前記搬送部材を第 1 速度で回転した時に前記検知手段により検知される第 1 出力信号の波形の最小値と、前記搬送部材を前記第 1 速度とは異なる第 2 速度で回転した時に前記検知手段により検知される第 2 出力信号の波形の最小値と、に基づいて、前記補給手段を制御して前記現像容器内のトナー濃度を調整する調整モードを実行可能な調整部と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、現像容器内の現像剤量の変動しても、トナー濃度を安定して制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】第 1 の実施形態に係る画像形成装置の概略構成を示す断面図である。

【図 2】第 1 の実施形態に係る画像形成装置の制御ブロック図である。

【図 3】第 1 の実施形態に係る現像装置の概略構成を示す断面図である。

【図 4】第 1 の実施形態に係る現像装置を示す平面視の断面図である。

【図 5】( a ) インダクタンスセンサ周辺の第 2 搬送スクリュと現像剤との関係を示す横断面図であり、( b ) 同じく縦断面図である。

【図 6】第 1 の実施形態に係る現像装置における通常の現像剤量での出力信号を示し、( a ) は第 1 速度、( b ) は第 1 速度の  $1/2$  速の第 2 速度の場合である。

【図 7】第 1 の実施形態に係る現像装置における多量の現像剤量での出力信号を示し、( a ) は第 1 速度、( b ) は第 1 速度の  $1/2$  速の第 2 速度の場合である。

【図 8】第 1 の実施形態に係る現像装置における現像剤量と最小値の差分との関係を示すグラフである。

【図 9】第 1 の実施形態に係る現像装置における調整モードの手順を示すフローチャートである。

【図 10】第 1 の実施形態に係る現像装置において、( a ) はトナー濃度と最大値との関係、( b ) は現像剤量と最小値の差分との関係を示すグラフである。

【図 11】第 1 の実施形態に係る現像装置において、( a ) は現像剤量と最大値との関係、( b ) はトナー濃度と最大値との関係を示すグラフである。

【図 12】第 2 の実施形態に係る現像装置における調整モードの手順を示すフローチャートである。

【図 13】第 2 の実施形態に係る現像装置における最小値の差分と最大値の補正值との関係を示すグラフである。

【図 14】第 3 の実施形態に係る現像装置において、( a ) は現像剤量と最小値の差分との関係を示すグラフ、( b ) は( a ) の一部拡大図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0010】

## &lt;第1の実施形態&gt;

以下、本発明の第1の実施形態を、図1～図11(b)を参照しながら詳細に説明する。本実施形態では、画像形成装置1の一例としてタンデム型のフルカラープリンタについて説明している。但し、本発明はタンデム型の画像形成装置1に限られず、他の方式の画像形成装置であってもよく、また、フルカラーであることにも限られず、モノクロやモノカラーであってもよい。また、本実施形態では、画像形成装置1は、中間転写ベルト44bを有し、感光ドラム81から中間転写ベルト44bに各色のトナー像を一次転写した後、各色の複合トナー像をシートSに一括して二次転写する方式としている。但し、これには

10

## 【0011】

図1に示すように、画像形成装置1は、画像形成装置本体(以下、装置本体という)10を備えている。装置本体10は、シート給送部30と、画像形成部40と、シート搬送部15と、シート排出部11と、制御部70と、を備えている。尚、記録材であるシートSは、トナー像が形成されるものであり、具体例として、普通紙、普通紙の代用品である樹脂製のシート、厚紙、オーバーヘッドプロジェクタ用シート等がある。装置本体10には、温湿度センサ12や、インダクタンスセンサ(検知手段)26(図3参照)、現像装置20の駆動源13(図4参照)などが設けられている。温湿度センサ12は、装置本体10の内部の環境情報として温湿度を検知可能である。

20

## 【0012】

シート給送部30は、装置本体10の下部に配置されており、シートSを積載して収容するシートカセット31と、給送ローラ32とを備え、収容されたシートSを画像形成部40に給送する。

## 【0013】

画像形成部40は、画像形成ユニット80と、ホッパ41(図3参照)と、トナー容器42と、レーザスキャナ43と、中間転写ユニット44と、二次転写部45と、定着装置46とを備えている。画像形成部40は、画像情報に基づいてシートSに画像を形成可能である。なお、本実施形態の画像形成装置1は、フルカラーに対応するものであり、画像形成ユニット80y, 80m, 80c, 80kは、イエロー(y)、マゼンタ(m)、シアン(c)、ブラック(k)の4色それぞれに同様の構成で別個に設けられている。トナー容器42y, 42m, 42c, 42kも同様に、イエロー(y)、マゼンタ(m)、シアン(c)、ブラック(k)の4色それぞれに同様の構成で別個に設けられている。このため、図1中では4色の各構成について同符号の後に色の識別子を付して示すが、明細書中では色の識別子を付さずに符号のみで説明する場合がある。

30

## 【0014】

トナー容器42は、例えば円筒形状のボトルであり、トナーが収容され、各画像形成ユニット80の上方に、ホッパ41(図3参照)を介して連結して配置されている。これらトナー容器42及びホッパ41は、現像容器21に現像剤を補給する補給手段を構成する。レーザスキャナ43は、帯電ローラ82により帯電された感光ドラム81の表面を露光して、感光ドラム81の表面上に静電潜像を形成する。

40

## 【0015】

画像形成ユニット80は、4色のトナー画像を形成するための4個の画像形成ユニット80y, 80m, 80c, 80kを含んでいる。各画像形成ユニット80は、トナー画像を形成する感光ドラム81と、帯電ローラ82と、現像装置20と、不図示のクリーニングブレードとを備えている。また、感光ドラム81と、帯電ローラ82と、現像装置20と、後述する現像スリーブ24とについても、イエロー(y)、マゼンタ(m)、シアン(c)、ブラック(k)の4色それぞれに同様の構成で別個に設けられている。

## 【0016】

50

感光ドラム（像担持体）８１は、例えば、直径３０ｍｍのアルミニウムシリンダの外周面に負極性の帯電極性を持つよう形成された感光層を有し、所定のプロセススピード（周速度）で矢印方向に回転する。帯電ローラ８２は、感光ドラム８１の表面に接触して、感光ドラム８１の表面を、例えば、一様な負極性の暗部電位に帯電させる。感光ドラム８１の表面では、帯電後、レーザスキャナ４３によって画像情報に基づいて静電像が形成される。感光ドラム８１は、形成された静電像を担持して、周回移動し、現像装置２０によってトナーで現像される。現像装置２０の詳細な構成については、後述する。現像されたトナー像は、後述する中間転写ベルト４４ｂに一次転写される。一次転写後の感光ドラム８１は、不図示の前露光部によって表面を除電される。

【００１７】

中間転写ユニット４４は、画像形成ユニット８０ｙ，８０ｍ，８０ｃ，８０ｋの上方に配置されている。中間転写ユニット４４は、駆動ローラ４４ａ、１次転写ローラ４４ｙ，４４ｍ，４４ｃ，４４ｋ等の複数のローラと、これらのローラに巻き掛けられた中間転写ベルト４４ｂとを備えている。１次転写ローラ４４ｙ，４４ｍ，４４ｃ，４４ｋは、感光ドラム８１ｙ，８１ｍ，８１ｃ，８１ｋにそれぞれ対向して配置され、中間転写ベルト４４ｂに当接する。

【００１８】

中間転写ベルト４４ｂに１次転写ローラ４４ｙ，４４ｍ，４４ｃ，４４ｋを介して正極性の転写バイアスが印加されることにより、感光ドラム８１ｙ，８１ｍ，８１ｃ，８１ｋ上のそれぞれの負極性を持つトナー像が中間転写ベルト４４ｂに順に多重転写される。これにより、中間転写ベルト４４ｂは、感光ドラム８１ｙ，８１ｍ，８１ｃ，８１ｋの表面で静電像を現像して得られたトナー像を転写して移動する。

【００１９】

二次転写部４５は、二次転写内ローラ４５ａと、二次転写外ローラ４５ｂとを備えている。二次転写外ローラ４５ｂに正極性の二次転写バイアスを印加することによって、中間転写ベルト４４ｂに形成されたフルカラー画像をシートＳに転写する。定着装置４６は、定着ローラ４６ａ及び加圧ローラ４６ｂを備えている。定着ローラ４６ａと加圧ローラ４６ｂとの間をシートＳが挟持され搬送されることにより、シートＳに転写されたトナー像は加熱及び加圧されてシートＳに定着される。シート搬送部１５は、シート給送部３０から給送されたシートＳを画像形成部４０からシート排出部１１に搬送する。シート排出部１１は、フェイスダウントレイになっており、排出口１０ａから排出されたシートＳを積載する。

【００２０】

図２に示すように、制御部（調整部）７０はコンピュータにより構成され、例えばＣＰＵ７１と、各部を制御するプログラムを記憶するＲＯＭ７２と、データを一時的に記憶するＲＡＭ７３と、外部と信号を入出力する入出力回路（Ｉ／Ｆ）７４とを備えている。ＣＰＵ７１は、画像形成装置１の制御全体を司るマイクロプロセッサであり、システムコントローラの主体である。ＣＰＵ７１は、入出力回路７４を介して、シート給送部３０、画像形成部４０、シート搬送部１５、操作部に接続され、各部と信号をやり取りすると共に動作を制御する。制御部７０には、温湿度センサ１２、インダクタンスセンサ２６、現像装置２０の駆動源１３などが接続されており、これら温湿度センサ１２及びインダクタンスセンサ２６等の検知結果に基づいて駆動源１３等を制御可能である。即ち、制御部７０は、駆動源１３を制御することにより後述する第２搬送スクリュー（搬送部材）２３の回転速度を調整可能である。

【００２１】

制御部７０は、ＣＭＹＫ画像データの６００ｄｐｉにおける１画素毎のレベル（０～２５５レベル）を画像１面分積算することで、ビデオカウント値を算出することができる。制御部７０は、ビデオカウント値に基づいて、現像スリーブ２４や各スクリュー２２，２３等の回転速度等を制御する。また、制御部７０は、例えば、所定枚数の画像形成ごと、あるいは電源オン時などに調整モードを実行可能である。調整モードについては、後述する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

次に、このように構成された画像形成装置 1 における画像形成動作について説明する。画像形成動作が開始されると、まず感光ドラム 8 1 が回転して表面が帯電ローラ 8 2 により帯電される。そして、レーザスキャナ 4 3 により画像情報に基づいてレーザ光が感光ドラム 8 1 に対して発光され、感光ドラム 8 1 の表面上に静電潜像が形成される。この静電潜像にトナーが付着することにより、現像されてトナー画像として可視化され、中間転写ベルト 4 4 b に転写される。

## 【 0 0 2 3 】

一方、このようなトナー像の形成動作に並行して給送ローラ 3 2 が回転し、シートカセット 3 1 の最上位のシート S を分離しながら給送する。そして、中間転写ベルト 4 4 b のトナー画像にタイミングを合わせて、シート S が二次転写部 4 5 に搬送される。更に、中間転写ベルト 4 4 b からシート S に画像が転写され、シート S は、定着装置 4 6 に搬送され、ここで未定着トナー像が加熱及び加圧されてシート S の表面に定着され、排出口 1 0 a から排出されてシート排出部 1 1 に積載される。

10

## 【 0 0 2 4 】

次に、本実施形態で使用される負帯電特性のトナー（非磁性）と正帯電特性のキャリアを含む二成分現像剤について、詳細に説明する。トナーは、スチレン系樹脂やポリエステル樹脂等の結着樹脂、カーボンブラックや染料、顔料等の着色剤、さらには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。トナーの体積平均粒径は、粒径が小さすぎるとキャリアと摩擦し難くなるため帯電量を制御しづらくなり、大きすぎると精細なトナー像を形成できなくなることから、 $4\text{ }\mu\text{m} \sim 10\text{ }\mu\text{m}$  が好ましく、より好ましくは  $8\text{ }\mu\text{m}$  以下である。また、最近では定着性を良くするために、融点の低いトナーあるいはガラス転移点の低い（例えば  $70$  以下）トナーが用いられる。さらには、定着後の分離性を良くするためにワックスを含有するトナーが用いられる。本実施形態では、ワックスを含有する粉砕トナーを用いる。

20

## 【 0 0 2 5 】

トナーの体積平均粒径は、以下に示す装置及び方法にて測定した。測定装置として、SD-2000 シースフロー電気抵抗式粒度分布測定装置（シスメックス社製）を使用した。測定方法を以下に示す。一級塩化ナトリウムを用いて調製した  $1\%$  塩化ナトリウム水溶液  $100 \sim 150\text{ ml}$  中に、分散剤として界面活性剤、好ましくはアルキルベンゼンスルホン酸塩を  $0.1\text{ ml}$  加えたものに、さらに測定試料であるトナーを  $0.5 \sim 50\text{ mg}$  加える。このトナーを懸濁した電解水溶液を超音波分散器で約  $1 \sim 3$  分間、分散処理する。分散処理後、SD-2000 シースフロー電気抵抗式粒度分布測定装置により、アパーチャとして  $100\text{ }\mu\text{m}$  アパーチャを用いて  $2 \sim 40\text{ }\mu\text{m}$  の粒子の粒度分布を測定して体積平均分布を求める。こうして求めた体積平均分布より、トナーの体積平均粒径を得る。

30

## 【 0 0 2 6 】

キャリアは、例えば表面酸化あるいは未酸化の鉄、ニッケル、コバルト、マンガン、クロム、希土類などの金属、及びそれらの合金、あるいは酸化物フェライトなどが好適に使用可能である。これらの磁性粒子の製造法は特に制限されない。キャリアの体積平均粒径は  $20 \sim 60\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは  $30 \sim 50\text{ }\mu\text{m}$  である。キャリアの抵抗率は  $10^7\text{ }\Omega\text{ cm}$  以上、好ましくは  $10^8\text{ }\Omega\text{ cm}$  以上である。本現像装置 2 0 では、抵抗率が  $10^8\text{ }\Omega\text{ cm}$  の磁性キャリアを用いる。

40

## 【 0 0 2 7 】

キャリアの抵抗率は、一方の電極に加圧した状況で電圧印加することに伴い回路に流れる電流に基づき抵抗率を得る方法によって測定した。具体的には、測定電極面積  $4\text{ cm}^2$ 、電極間隔  $0.4\text{ cm}$  のサンドイッチタイプのセルを用いて、該セルの片方の電極に  $1\text{ kg}$  の重量で加圧した状況下で両電極間に電圧  $E\text{ (V/cm)}$  を印加して測定した。磁性キャリアの体積平均粒径は、レーザ回折式粒度分布測定装置 HEROS（日本電子製）を用いて測定した。測定方法は、まず体積基準で粒径  $0.5 \sim 350\text{ }\mu\text{m}$  の範囲を対数分割して

50

測定し、それからそれぞれの測定チャンネルにおける粒子数を測定する。そして、この測定結果から体積 50 % のメジアン径をもって磁性キャリアの体積平均粒径とする。

【0028】

次に、現像装置 20 について、図 3 及び図 4 に基づいて詳細に説明する。現像装置 20 は、装置本体 10 に着脱可能で、現像剤を収容する現像容器 21 と、第 1 搬送スクリュ 22 と、第 2 搬送スクリュ 23 と、現像スリーブ 24 と、規制ブレード 25 と、インダクタンスセンサ 26 と、を有している。現像装置 20 は、感光ドラム 81 上に形成された静電像をトナーにより現像する。現像容器 21 は、感光ドラム 81 に対向する位置に、現像スリーブ 24 が露出する開口部 21a を有している。

【0029】

現像容器 21 は、略中央部にて長手方向に延在する隔壁 27 を有している。現像容器 21 は、この隔壁 27 によって水平方向に現像室 21b と攪拌室 21c とに区画されている。現像剤は、これら現像室 21b 及び攪拌室 21c に収容されている。現像室 21b は、現像スリーブ 24 に現像剤を供給する。攪拌室 21c は、現像室 21b に連通し、現像スリーブ 24 からの現像剤を回収して攪拌する。現像室 21b と攪拌室 21c との間の隔壁 27 には、両端部において現像室 21b と攪拌室 21c とを相互に連通させる 2 つの連通部 27a, 27b が形成されている。尚、本実施形態の現像装置 20 では、現像室 21b と攪拌室 21c とは水平方向に配置されているが、これには限られず、現像室と攪拌室とが上下に配置されていたり、あるいは、その他の形態の現像装置であってもよい。

【0030】

第 1 搬送スクリュ 22 は、現像室 21b に現像スリーブ 24 の軸方向に沿って現像スリーブ 24 と略平行に配置され、現像室 21b 内の現像剤を攪拌しつつ搬送する。第 1 搬送スクリュ 22 は、現像容器 21 に回転自在に設けられ磁性を有する軸部 22a と、軸部 22a の周囲に設けられて一体回転し、回転により現像容器 21 の内部の現像剤を搬送方向 D1 に搬送する螺旋状の羽根 22b と、を有している。

【0031】

第 2 搬送スクリュ 23 は、攪拌室 21c 内に第 1 搬送スクリュ 22 の軸と略平行に配置され、攪拌室 21c 内の現像剤を第 1 搬送スクリュ 22 と反対方向に搬送する。第 2 搬送スクリュ 23 は、現像容器 21 に回転自在に設けられ磁性を有する軸部（回転軸）23a と、軸部 23a と一体回転し、回転により現像容器 21 内の現像剤を搬送方向 D1 に搬送する螺旋状の非磁性の羽根 23b と、を有している。現像室 21b と攪拌室 21c とは、現像剤を攪拌しつつ搬送する現像剤の循環経路を構成している。各スクリュ 22, 23 は、現像剤を相反する方向に搬送するとともに、これらのスクリュ 22, 23 の対向位置においては現像剤を相互に反対方向に搬送する。トナーは、各スクリュ 22, 23 によって攪拌されることにより、キャリアと摺擦して負極性に摩擦帯電される。各スクリュ 22, 23 及び現像スリーブ 24 は、駆動源 13 によって回転駆動され、各スクリュ 22, 23 は回転することで現像容器 21 内の現像剤を攪拌しつつ搬送する。尚、本実施形態では、各スクリュ 22, 23 の羽根 22b, 23b は、いずれも螺旋状であるが、これには限られず、羽根は、軸部 22a, 23a に対して傾斜して設けた不連続の平板状であってもよい。

【0032】

第 2 搬送スクリュ 23 は、両端側を除く部分において、羽根 23b のピッチ間に複数のリップ 23d を有している。即ち、第 2 搬送スクリュ 23 は、周方向に現像剤の搬送能力が異なる複数の突部として、羽根 23b を有すると共にリップ 23d を周方向に複数有している。また、第 2 搬送スクリュ 23 は、軸部 23a の表面から径方向に突出し、周方向に羽根 23b と異なる位置、かつ、回転軸線方向に検知面 26a と重なる位置に設けられたパドル（リップ、所定突部）23p を有している。パドル 23p は、複数の突部のうち周方向の搬送能力が最も高く設けられている。パドル 23p の詳細については、後述する。

【0033】

本実施形態では、第 1 搬送スクリュ 22 は、軸部 22a の周りに非磁性材料で構成された羽根 22b をスパイラル状に設けたスクリュ構造であって、スクリュ径は直径 20 mm で

10

20

30

40

50

スクリュピッチは20mmで、回転数は400rpmに設定している。第2搬送スクリュ23も、軸部23aの周りに非磁性材料で構成された羽根23bをスパイラル状に設けたスクリュ構造である。第2搬送スクリュ23のスクリュ径は直径20mmで、スクリュピッチは補給口28が配置されている側は30mmで、補給口28が配置されていない側のピッチを20mmとしており、補給口28を設けた方の搬送性を大きくしている。回転数は400rpmに設定している。

#### 【0034】

攪拌室21cにおいて、現像剤の搬送方向D1の上流側の端部には、上方に開口した補給口28が形成され、補給口28にはホッパ41が接続されている。ホッパ41は、トナーとキャリアを混合した補給用二成分現像剤（通常はトナー／補給用現像剤＝100％～80％）を収容する。ホッパ41から供給されたトナーは、補給口28から攪拌室21cに補給される。トナー容器42からホッパ41を介して攪拌室21cに供給される補給剤の量は、トナー容器42の回転回数によって概ね決定される。この回転回数は、制御部70で求められたビデオカウント値、あるいは現像容器21内に設置されたインダクタンスセンサ26の検出信号等に基づいて、制御部70により設定される。制御部70は、インダクタンスセンサ26の検出信号に基づき算出されるトナーとキャリアの比率に従って、トナー濃度が重量比で10％程度となる量の補給剤を供給するように、回転回数を調整する。このようにして、画像形成時に消費された量と略同量のトナーを補給するようにしている。

10

#### 【0035】

現像装置20では、上述のように補給剤が補給されるようになっているが、現像容器21内の現像剤が多くなり過ぎると、現像剤の攪拌が不十分となって濃度ムラやカブリが発生したり、あるいは現像容器21から現像剤が溢れ出したりする。そこで、現像容器21内の現像剤が多くなり過ぎないように、余剰な現像剤は現像容器21から排出されるようになっている。

20

#### 【0036】

攪拌室21c内の現像剤を搬送する第2搬送スクリュ23の搬送方向下流側には、第2搬送スクリュ23と逆方向に現像剤を搬送する返しスクリュ23cと、第2搬送スクリュ23と同方向に現像剤を搬送する排出スクリュ23eとが順に設けられている。返しスクリュ23cは、攪拌室21c内において循環経路外から循環経路内に押し戻すように現像剤の一部を搬送する。第2搬送スクリュ23と返しスクリュ23cとは、連通部27bに対向する位置にそれらの接続箇所（継ぎ目）が位置するように設けられる。返しスクリュ23cによって押し戻されなかった現像剤は、排出スクリュ23e側に搬送される。排出スクリュ23eの搬送方向下流側には、排出スクリュ23eによって搬送された現像剤を現像容器21外へ排出させるための排出口29が設けられている。

30

#### 【0037】

第2搬送スクリュ23によって排出口29側へ現像剤は搬送されるが、搬送された現像剤の多くは返しスクリュ23cによって押し戻されて、連通部27bを通過し現像室21bに受け渡される。これに対し、返しスクリュ23cによって押し戻されなかった一部の現像剤は、返しスクリュ23cを乗り越え、排出スクリュ23eによって排出口29まで搬送される。このようにして排出口29まで搬送された現像剤は、排出口29から現像容器21の外に余剰現像剤として排出される。排出口29は、下方に開口しており、現像剤は落下することで排出口29から排出される。排出口29から排出された現像剤は、不図示の回収容器に回収される。

40

#### 【0038】

現像装置20では、例えば返しスクリュ23cの長さが長過ぎると、現像剤の排出が必要以上に抑制され、現像容器21内の現像剤量が多くなりすぎて現像剤の帯電性能の低下が進行してしまう。反対に、返しスクリュ23cが短すぎると、現像剤の排出が必要以上に促進され、現像容器21内の現像剤量が少なくなりすぎて現像スリーブ24上の現像剤のコート量が安定しなくなり得る。そのため、返しスクリュ23cの長さ、直径、ピッチは

50

、現像装置 20 の構成や排出条件、現像容器 21 内の現像剤量、目標とする排出量に応じて適宜変更される。

【0039】

現像装置 20 では、例えば厚紙プリントを行う際に現像剤をシートへ十分に定着させるため、プロセス速度を変更する制御が行われる場合がある。例えば厚紙モードでは、厚紙モードでない場合のプロセス速度 =  $120\text{ mm/sec}$  から、 $1/2$  速 =  $60\text{ mm/sec}$  にプロセス速度を変更することがある。プロセス速度が変更された場合、第 1 搬送スクリュ 22 及び第 2 搬送スクリュ 23 の回転速度は、プロセス速度変更前の  $250\text{ rpm}$  から  $1/2$  速 =  $125\text{ rpm}$  に変わる。このように、第 1 搬送スクリュ 22 と第 2 搬送スクリュ 23 とが複数の回転速度で回転され得る場合には、回転速度が変わることに応じて排出口 29 にまで到達する現像剤量が変動する。即ち、現像剤の排出量が変わり、現像容器 21 内の現像剤量が変動し易くなる。

10

【0040】

そこで、現像装置 20 では、返しスクリュ 23c と排出スクリュ 23e との間に、フランジ状のつば部 23f が設けられている。これにより、プロセス速度の変更に伴う現像容器 21 内の現像剤量の変動を抑えるようにしている。つば部 23f は、第 2 搬送スクリュ 23 の回転速度の変更前後で、第 2 搬送スクリュ 23 と返しスクリュ 23c との搬送能力の違いによって、排出口 29 に向かって搬送される現像剤にかかる慣性力の差を低減させる。これにより、回転速度の変更に応じて排出口 29 に到達する現像剤量の変動が抑制され、第 2 搬送スクリュ 23 の回転速度が変更したとしても、現像剤の排出量を変動させずに一定の排出量で排出できるようにしている。

20

【0041】

現像スリーブ（現像剤担持体）24 は、現像容器 21 内の現像剤を担持して、感光ドラム 81 に対向する現像領域に搬送する。現像スリーブ 24 は、例えばアルミニウムや非磁性ステンレス等の非磁性材料で構成され、本実施形態では直径  $20\text{ mm}$  のアルミニウム製としている。現像スリーブ 24 の内側には、ローラ状のマグネットローラ 24a が、現像容器 21 に対して非回転状態で固定設置されている。マグネットローラ 24a は、現像磁極 S1 と、現像剤を搬送する磁極 S2、N1、N2、S3 と、を有している。このうち同極である S3 極と S2 極は、隣り合って現像容器 21 の内部側に設置されており、極間に反発磁界が形成されているため、現像スリーブ 24 の表面から現像剤が離間されるよう剥ぎ取られた現像剤は現像室 21b に回収される。

30

【0042】

現像装置 20 内の現像剤は、マグネットローラ 24a により現像スリーブ 24 上に担持される。その後、現像スリーブ 24 上の現像剤は規制ブレード 25 により層厚を規制され、現像スリーブ 24 が回転することによって感光ドラム 81 と対向した現像領域に回転搬送される。現像領域で現像スリーブ 24 上の現像剤は穂立ちして磁気穂を形成する。現像スリーブ 24 と感光ドラム 81 とが最近接する領域におけるこれらの隙間は、約  $300\text{ }\mu\text{m}$  である。このため、現像領域に搬送された現像剤は感光ドラム 81 を摺擦する。磁気穂を感光ドラム 81 に接触させることにより、トナーを感光ドラム 81 に供給することで、感光ドラム 81 の静電潜像をトナー像として現像する。

40

【0043】

規制ブレード 25 は、現像スリーブ 24 の長手方向軸線に沿って延在した板状のアルミニウムなどで形成された非磁性部材で構成され、現像領域よりも現像スリーブ 24 の回転方向上流側に配設されている。そして、この規制ブレード 25 の先端部と現像スリーブ 24 との間を、現像剤のトナーとキャリアの両方が通過して現像領域へと送られる。尚、規制ブレード 25 の現像スリーブ 24 の表面との間隙（ギャップ）を調整することによって、現像スリーブ 24 上に担持した現像剤の磁気穂の穂切り量が規制されて、現像領域へ搬送される現像剤量が調整される。尚、規制ブレード 25 と現像スリーブ 24 との最近接位置の間隔は、 $200 \sim 1000\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは  $300 \sim 700\text{ }\mu\text{m}$  に設定される。本実施形態では、これを  $500\text{ }\mu\text{m}$  に設定して、規制ブレード 25 によって現像スリーブ 24 上

50

の単位面積当たりの現像剤のコート量を、例えば  $30 \text{ mg/cm}^2$  程度に規制している。

【0044】

現像スリーブ24は、規制ブレード25による磁気穂の穂切りによって層厚を規制された現像剤を担持したまま、感光ドラム81との対向面において同一方向に回転し、担持した現像剤を現像領域に搬送する。例えば、感光ドラム81の周速は  $300 \text{ mm/sec}$  であり、現像スリーブ24の周速は  $540 \text{ mm/sec}$ 、即ち感光ドラム81の周速の1.8倍である。感光ドラム81に対する現像スリーブ24の周速比は、通常0.3～3.0倍の間、好ましくは0.5～2.0倍の間に設定する。周速比が大きいほど現像効率は高まるが、大きすぎるとトナー飛散や現像剤劣化等の問題が生じやすいので、周速比は0.5～2.0倍の範囲内に設定するのが好ましい。

10

【0045】

インダクタンスセンサ26は、装置本体10に設けられており、装置本体10に装着された現像容器21の側面に当接し、現像容器21の側壁を介して第2搬送スクリュ23の軸部23aに対向して配置される。インダクタンスセンサ26は、制御部70に接続されており、攪拌室21c内を搬送される現像剤のトナー濃度を検知して、電気信号を制御部70に送信する。インダクタンスセンサ26は、検知面26aが第2搬送スクリュ23に径方向の外側から対向して配置され、現像容器21内のトナー濃度を検知して信号を出力する。感光ドラム81上の静電潜像の現像により、現像装置20内の現像剤のトナー濃度が低下するので、攪拌室21c内の現像剤に対向して設けたインダクタンスセンサ26により、攪拌室21cで現像剤のトナー濃度を検出する。インダクタンスセンサ26は、制御電圧の印加により、現像容器21の内部の現像剤の透磁率を検出可能である。制御部70は、インダクタンスセンサ26を利用して、自動トナー補給制御(ATR)を実行可能としている。これにより、制御部70は、第2搬送スクリュ23によって、補給口28から供給されたトナーと攪拌室21c内にある現像剤とを攪拌及び搬送して、現像剤のトナー濃度を一定に制御している。

20

【0046】

インダクタンスセンサ26には、図示を省略したが、電源電圧(例えば5.0V)印加用の束線と、制御電圧(例えば4.0～6.0V)印加用の束線と、アース用の束線と、出力電圧用の束線の4つの不図示の束線が配線されている。トナー濃度が低くなり、検知面26a近傍を通過する現像剤に含まれるキャリアの割合が相対的に増加した場合には透磁率が大きくなり、インダクタンスセンサ26の出力電圧は上昇する。反対に、トナー濃度が高くなり、検知面26a近傍を通過する現像剤に含まれるキャリアの割合が相対的に減少した場合には透磁率が小さくなり、インダクタンスセンサ26の出力電圧は低下する。

30

【0047】

一般的に、高温多湿環境においては現像剤のトナー帯電量が低下して、トナー粒子間あるいはキャリア粒子間のクーロン反発力を低下させるため、現像剤の嵩密度は上昇する。また、低温低湿環境においては現像剤のトナー帯電量が増加して、トナー粒子間あるいはキャリア粒子間のクーロン反発力を増加させるため、現像剤の嵩密度は低下する。インダクタンスセンサ26は、トナー濃度が変わらなくても現像剤の嵩密度が変わってしまうと、異なる出力電圧、即ち検知結果を出力する。即ち、トナー濃度が同じ現像剤であっても、高温多湿環境下であるか低温低湿環境下であるかによって、インダクタンスセンサ26からは異なる検知結果が得られる。

40

【0048】

また、第1搬送スクリュ22及び第2搬送スクリュ23の回転速度が変更された場合にも、検知面26a近傍の現像剤の嵩密度は変化する。例えば、回転速度が1/2速に変更された場合には、現像剤の搬送速度が遅くなる影響で嵩密度が上昇することから、インダクタンスセンサ26の出力電圧は上昇する。即ち、トナー濃度が同じ現像剤であっても、第1搬送スクリュ22及び第2搬送スクリュ23の回転速度が変更されると、インダクタンスセンサ26からは異なる検知結果が得られることになる。これにより、トナー濃度の検知精度が低下してしまう。

50

## 【 0 0 4 9 】

そこで、この現像装置 2 0 では、動作環境（温度、相対湿度、水分量など）やプロセス速度を変更するモード（等速モード、厚紙 1 / 2 速モードなど）の指定に応じて、インダクタンスセンサ 2 6 に印加する制御電圧を変更するようにしている。この制御電圧を変えることによって、動作環境やプロセス速度が変わったとしても、トナー濃度が同じであれば、インダクタンスセンサ 2 6 の検知精度の低下を抑制することができる。

## 【 0 0 5 0 】

現像装置 2 0 では、トナー容器 4 2 から補給剤が補給され、現像容器 2 1 内の現像剤が多くなると、過剰な現像剤が現像容器 2 1 から排出されるようになっている。この際、現像容器 2 1 内の現像剤量は、補給される補給剤量と排出される現像剤量の関係で変動し得る。現像剤量が多くなると自重により現像剤の嵩密度が上昇し得ることから、インダクタンスセンサ 2 6 の出力電圧は上昇し得る。即ち、トナー濃度が同じ現像剤であっても、現像容器 2 1 内の現像剤量によって、インダクタンスセンサ 2 6 からは異なる検知結果が得られることになる。そうであると、正しいトナー濃度を検知することができない。

10

## 【 0 0 5 1 】

そこで、本実施形態の現像装置 2 0 では、異なるプロセス速度でのインダクタンスセンサ 2 6 の検知結果を用いて現像容器 2 1 内の現像剤量を推定し、インダクタンスセンサ 2 6 の検知結果を補正できるようにしている。この補正によって、現像容器 2 1 内の現像剤の量が変化したとしても、トナー濃度を高精度に検知することができる。インダクタンスセンサ 2 6 の検知結果を用いて現像容器 2 1 内の現像剤の量を推定し、インダクタンスセンサ 2 6 の検知結果を補正する詳細な手法については後述する。

20

## 【 0 0 5 2 】

次に、攪拌室 2 1 c 内に配置されるインダクタンスセンサ 2 6 並びにその近傍の周辺構成について、図 4 ~ 図 5 ( b ) を用いて具体的に説明する。本実施形態では、羽根 2 3 b の羽根径は一律でなく、少なくともインダクタンスセンサ 2 6 に対向する範囲の羽根径はそれ以外の箇所の羽根径と異なっている。例えば、インダクタンスセンサ 2 6 に対向する範囲の羽根径は直径 1 3 m m であり、それ以外の羽根径は直径 1 6 m m としている。羽根径が小径化されている羽根 2 3 b の軸方向の範囲は、例えば 1 2 m m である。尚、第 2 搬送スクリュ 2 3 の軸部 2 3 a の軸径は、例えば直径 6 m m である。また、羽根 2 3 b の 1 ピッチは、例えば 2 0 m m である。

30

## 【 0 0 5 3 】

攪拌室 2 1 c は、現像容器 2 1 の底部が第 2 搬送スクリュ 2 3 の外周部（詳しくは羽根 2 3 b の外周）に沿って、例えば直径 1 8 m m の半円形状に形成されている。本現像装置 2 0 では、第 2 搬送スクリュ 2 3 の外周部と底部との間に、1 m m のクリアランスが確保されている。

## 【 0 0 5 4 】

インダクタンスセンサ 2 6 は、例えばセンサ本体からの高さが 4 m m で、直径が 8 m m 程度の円柱形状の検知面 2 6 a を有する。図 5 ( a ) に示すように、インダクタンスセンサ 2 6 は、検知面 2 6 a が攪拌室 2 1 c（図 4 参照）の底面から例えば 2 m m 程度、第 2 搬送スクリュ 2 3 側に突出するように設けられている。検知面 2 6 a は、円形状の面であり、第 2 搬送スクリュ 2 3 の回転軸に向けられている。具体的には、検知面 2 6 a の検知面の中心と第 2 搬送スクリュ 2 3 の回転軸中心とを結ぶ直線と、水平線とが 4 5 ° の角度をなすように、インダクタンスセンサ 2 6 は配設されている。本現像装置 2 0 では、検知面 2 6 a と第 2 搬送スクリュ 2 3 の外周部との間に 0 . 5 m m 以上のクリアランスが確保されている。

40

## 【 0 0 5 5 】

上述したように、検知面 2 6 a は第 2 搬送スクリュ 2 3 側に向けて突出されている。その理由は、検知面 2 6 a 近傍では現像剤を所定値以上の流速で通過させる必要があるからである。一般的に、第 2 搬送スクリュ 2 3 の回転軸中心から離れた外周側では、回転軸中心に近い内周側に比べると現像剤の搬送力は弱まる。そのため、第 2 搬送スクリュ 2 3 の外

50

周部と底部との間に 1 mm のクリアランスが確保されている箇所では、現像剤の流速が遅くなる。そして、現像剤の流速が所定値以下になった場合には、検知面 26 a 近傍に現像剤 D e が滞留し易くなる。そうすると、仮に検知面 26 a が突出されていないとすると、補給剤が補給されたとしても現像剤の入れ替えが生じずに、その結果、トナー濃度の誤検知を誘発し得る。そこで、現像剤が滞留しやすい 1 mm の範囲外に検知面 26 a を突出させることで、現像剤が滞留し難い箇所でトナー濃度の検知を行い得るようにしている。

【 0 0 5 6 】

ただし、攪拌室 21 c 内に検知面 26 a を突出させ過ぎると、羽根 23 b に干渉する可能性がある。その場合、干渉を避けるために、羽根 23 b の羽根径をさらに小さくする必要がある。しかし、羽根 23 b の羽根径を小さくした場合には、検知面 26 a 近傍の現像剤の流速が遅くなり得ることから、羽根 23 b の羽根径をより小さくするのは難しい。これに鑑み、検知面 26 a の突出量は羽根 23 b に干渉しない 1 . 0 ~ 2 . 5 mm 程度とするのが望ましい。

10

【 0 0 5 7 】

第 2 搬送スクリュ 23 のリブ 23 d は、例えば 20 mm ピッチで設けられた羽根 23 b のピッチ間に設けられている。第 2 搬送スクリュ 23 のインダクタンスセンサ 26 の検知面 26 a に対向する箇所には、リブ 23 d の代わりにパドル 23 p が設けられている。パドル 23 p は、回転軸線方向長さが 9 mm、径方向長さが 3 . 5 mm に形成されている。この場合、パドル 23 p の外縁部が羽根 23 b と同じ直径 13 mm の円周上を通過するので、パドル 23 p は検知面 26 a の近傍の現像剤の搬送を補助し得る。尚、羽根 23 b の搬送方向上流側の所定範囲内には、循環経路全体での現像剤の循環バランスの観点からリブ 23 d が配置されていない。

20

【 0 0 5 8 】

図 5 ( a ) に示すように、パドル 23 p がインダクタンスセンサ 26 の検知面 26 a と対向する位置を通過する際は、パドル 23 p の回転方向下流側で現像剤 D e が搬送され、回転方向上流側に現像剤が少ない疎空間 S p が生じ易い。したがって、回転する第 2 搬送スクリュ 23 の羽根 23 b 及びパドル 23 p が現像剤を攪拌搬送する場合、インダクタンスセンサ 26 周辺の現像剤の挙動は、現像容器 21 内の現像剤量によって次のようになる。

【 0 0 5 9 】

まず、現像容器 21 内の現像剤量が少ない場合で、現像剤 D e の剤面の殆どが、図 5 ( b ) の破線 M のように、第 2 搬送スクリュ 23 の軸部 23 a の中心軸よりより低い場合、現像剤の第 2 搬送スクリュ 23 の搬送方向の分布は、次のようになる。即ち、現像剤 D e は、羽根 23 b の搬送方向下流側の面に押されるようにして搬送され、羽根 23 b の上流側に少なく下流側に多い分布となる。また、このような現像剤面の分布になるため、現像容器 21 内の現像剤総量が少ないほど、パドル 23 p 周辺における現像剤量が少なくなり、空振り ( パドル 23 p の回転方向上流及び下流が空隙である状態 ) に近い状態になる。また、この場合、嵩密度の変化量は小さく、且つインダクタンスセンサ 26 の検知領域に空気層が多くなる。

30

【 0 0 6 0 】

次に、現像剤 D e の剤面が、図 5 ( b ) の細実線 N のように、第 2 搬送スクリュ 23 の軸部 23 a に掛かるかそれ以上の高さでは、現像剤の挙動は次のようになる。即ち、現像剤の挙動は、羽根 23 b 及びパドル 23 p の回転によって現像剤が高速で巻き上げられ、多少の空気と混ざり合ってより離散的な動きをする。そのため、現像剤は空気を一定量含んだ状態になるが、現像剤量が変化しても一定の嵩の状態を安定的に得ることができる。

40

【 0 0 6 1 】

一方、現像剤 D e の剤面が、第 2 搬送スクリュ 23 の羽根 23 b やパドル 23 p の頂点以上の高さとなるほど、現像容器 21 内の現像剤量が多い状態では、第 2 搬送スクリュ 23 の回転力を受けるのは羽根 23 b やパドル 23 p の回転半径内の現像剤である。したがって、羽根 23 b やパドル 23 p の回転半径より上方にある現像剤は第 2 搬送スクリュ 23 の回転力を受け難くなる。また、現像剤の自重によって現像剤の剤面高さが高いほど羽根

50

23bやパドル23pの回転半径内においても嵩が密な状態になる。

【0062】

ここで、インダクタンスセンサ26の検知結果を用いて現像容器21内の現像剤の量を推定し、インダクタンスセンサ26の検知結果を補正する手法について説明する。まず、第2搬送スクリュ23の回転とインダクタンスセンサ26に出力される信号との関係について説明する。

【0063】

図6(a)は、第2搬送スクリュ23が等速モード(第1速度)で数回転する間にインダクタンスセンサ26に出力される信号の一例である。インダクタンスセンサ26に出力される信号は、第2搬送スクリュ23の回転に合わせ増減する。まず、信号の増減の意味について説明する。図5(a)に示すように、羽根23bがインダクタンスセンサ26近傍を通過する際、またパドル23pがインダクタンスセンサ26近傍を通過する際には、現像剤Deが羽根23bまたはパドル23pによってインダクタンスセンサ26側へ圧縮される。

10

【0064】

インダクタンスセンサ26は現像剤の嵩密度が増加すると信号が大きくなるため、現像剤が羽根23bまたはパドル23pによってインダクタンスセンサ26側へ圧縮されると信号が大きくなる。一方、羽根23bまたはパドル23pがインダクタンスセンサ26近傍を通過した直後は、インダクタンスセンサ26近傍の現像剤が羽根23bまたはパドル23pによって掻き取られ、疎空間Spが発生し得る。そのため、インダクタンスセンサ26近傍の現像剤の嵩密度が低下し、インダクタンスセンサ26の信号は小さくなる。本実施形態の第2搬送スクリュ23を用いた際には、パドル23pによるインダクタンスセンサ26近傍の現像剤の圧縮または掻き取りの影響が、羽根23bよりも大きい。このため、パドル23pがインダクタンスセンサ26近傍を通過する際に、インダクタンスセンサ26から信号の最大値X1aと最小値Y1aとが出力される。

20

【0065】

ここで、最大値X1aは、第2搬送スクリュ23のパドル23pの移動により発生され、パドル23pが検知面26aと対向する位置を通過する前後に現れる2つのピーク値のうち、先に現れるピーク値である。また、最小値Y1aは、第2搬送スクリュ23のパドル23pの移動により発生され、パドル23pが検知面26aと対向する位置を通過する前後に現れる2つのピーク値のうち、後に現れるピーク値である。尚、本実施形態では、最大値X1aとは、第2搬送スクリュ23を第1速度で回転した時にインダクタンスセンサ26により検知される第1出力信号の波形における1周期ごとに現れる最大値の複数個の平均としている。また、最小値Y1aとは、第2搬送スクリュ23を第1速度で回転した時にインダクタンスセンサ26により検知される第1出力信号の波形における1周期ごとに現れる最小値の複数個の平均としている。

30

【0066】

図6(b)は、図6(a)と同じトナー濃度、同じ現像剤量の状態で、プロセス速度を厚紙1/2速モード(第2速度)に変更した際に、第2搬送スクリュ23が回転する間にインダクタンスセンサ26に出力される信号の一例である。1回転に要する時間は、図6(a)のt1aに対して、約2倍のt2aに延びている。図6(a)の信号と比べると、第2搬送スクリュ23が1回転する間にインダクタンスセンサ26に出力される信号の波形が異なっている。特に、現像剤がパドル23pによって掻き取られた際の最小値Y2aが、図6(a)の最小値Y1aに比べて大きくなっている。尚、本実施形態では、最小値Y2aとは、第2搬送スクリュ23を第1速度とは異なる第2速度で回転した時にインダクタンスセンサ26により検知される第2出力信号における1周期ごとに現れる最小値の複数個の平均としている。

40

【0067】

プロセス速度が遅くなると信号最小値が大きくなる理由について説明する。信号最小値は、パドル23pによって現像剤が掻き取られることで生じる。プロセス速度が遅くなると

50

、パドル 23p が現像剤を掻き取る速度に対し、掻き取った現像剤が重力によって再びインダクタンスセンサ 26 近傍に流入する速度、また搬送方向前後から現像剤がインダクタンスセンサ 26 近傍に流入する速度の影響が大きくなる。このため、信号最小値はプロセス速度が速い場合に比べ大きくなる。

【0068】

また、現像剤がインダクタンスセンサ 26 近傍に流入する量は、現像容器 21 内の現像剤の量が多い程、多くなる。図 7 (a) に、図 6 (a) に比べ現像容器 21 内の現像剤量が多い場合の第 2 搬送スクリュ 23 が等速モードで数回転する間にインダクタンスセンサ 26 に出力される信号の一例を示す。また、図 7 (b) に図 6 (b) に比べ現像容器 21 内の現像剤量が多い場合の第 2 搬送スクリュ 23 が厚紙 1/2 速モードで数回転する間にインダクタンスセンサ 26 に出力される信号の一例を示す。1 回転に要する時間は、図 7 (a) の  $t1b$  に対して、約 2 倍の  $t2b$  に延びている。

10

【0069】

現像容器 21 内の現像剤量が多い場合に、等速モードと厚紙 1/2 速モードでの最小値  $Y2 - Y1$  の差分が大きくなっている。図 8 に、現像容器 21 内の現像剤量と、等速モード及び厚紙 1/2 速モードでの最小値の差分  $dY (= Y2 - Y1)$  との関係を示す。図 8 に示すように、現像容器 21 内の現像剤量が多くなる程、等速モード及び厚紙 1/2 速モードでの最小値の差分  $dY$  が大きくなっていることがわかる。この関係を用いることで、等速モード及び厚紙 1/2 速モードでの最小値の差分  $dY$  から現像容器 21 内の現像剤量を推定できる。

20

【0070】

次に、インダクタンスセンサ 26 の検知結果を用いて現像容器 21 内の現像剤量を推定し、インダクタンスセンサ 26 の検知結果を補正して現像容器 21 内のトナー濃度を調整する調整モードの手順について、図 9 のフローチャートを用いて説明する。この調整モードは、例えば、所定枚数の画像形成ごとに実行したり、あるいは電源オン時などに実行する。

【0071】

まず、制御部 70 は、第 2 搬送スクリュ 23 を、第 1 速度 (図 6 (a) 及び図 7 (a) の等速モードに対応) で回転する (ステップ S1)。制御部 70 は、インダクタンスセンサ 26 からの信号波形の最小値  $Y1$  と最大値  $X1$  とを読み取る (ステップ S2)。図 10 (a) に現像容器 21 内の現像剤量が である時における現像容器 21 内の現像剤のトナー濃度と、第 1 速度におけるインダクタンスセンサ 26 からの信号波形の最大値  $X1$  との関係を示す。このグラフの関係から、信号波形の最大値  $X1$  を用いて、現像剤トナー濃度  $Dt$  を算出できる。しかし、この現像剤トナー濃度  $Dt$  は、現像容器 21 内の現像剤量が である時には正しいトナー濃度であるが、現像剤量が でない時には誤差を含んでいる。

30

【0072】

次に、制御部 70 は、第 2 搬送スクリュ 23 を、第 2 速度 (図 6 (b) 及び図 7 (b) の厚紙 1/2 モードに対応) で回転する (ステップ S3)。制御部 70 は、インダクタンスセンサ 26 からの信号波形の最小値  $Y2$  を読み取る (ステップ S4)。制御部 70 は、第 1 速度での最小値  $Y1$  と第 2 速度での最小値  $Y2$  との差分  $dY$  を算出し (ステップ S5)、この差分  $dY$  に基づいて現像容器 21 内の現像剤量を算出する (ステップ S6)。即ち、制御部 70 は、第 1 出力信号の波形の最小値  $Y1$  と、第 2 出力信号の波形の最小値  $Y2$  と、の差分  $dY$  に基づいて現像剤量を算出する。図 10 (b) に、現像容器 21 内の現像剤量と、第 1 速度での最小値  $Y1$  及び第 2 速度での最小値  $Y2$  との差分  $dY$  と、の関係を示す。図 10 (b) に示すように、第 1 速度での最小値  $Y1$  と第 2 速度での最小値  $Y2$  との差分  $dY$  を用いて、現像容器 21 内の現像剤量 を算出できる。

40

【0073】

そして、制御部 70 は、得られた現像容器 21 内の現像剤量に基づいて、第 1 速度での最大値  $X1$  の現像剤量による補正值  $dX$  を算出する (ステップ S7)。図 11 (a) に、現像容器 21 内の現像剤量と第 1 速度での最大値  $X1$  との関係を示す。図 11 (a) に示すように、現像容器 21 内の現像剤量が の時に比べ、現像容器 21 内の現像剤量が より

50

大きい の時は第 1 速度での最大値が補正值  $d \times$  だけ大きくなっていることがわかる。

【 0 0 7 4 】

制御部 7 0 は、第 1 速度での最大値  $X_1$  と第 1 速度での最大値  $X_1$  の補正值  $d \times$  とに基づいて、トナー濃度  $X_0$  を算出する（ステップ S 8）。即ち、制御部 7 0 は、現像容器 2 1 内の現像剤量に基づいて、第 2 搬送スクリュ 2 3 を第 1 速度（所定速度）で回転した時にインダクタンスセンサ 2 6 により検知される出力信号の波形の最大値  $X_1$  の補正值  $d \times$  を算出する。そして、制御部 7 0 は、最大値  $X_1$  と補正值  $d \times$  とに基づいて調整モードを実行する。

【 0 0 7 5 】

図 1 1（b）に、現像容器 2 1 内の現像剤量が である時における現像容器 2 1 内の現像剤のトナー濃度と第 1 速度での最大値  $X_1$  との関係を再度示す。図 1 1（a）から、現像容器 2 1 内の現像剤量が の時に比べ、現像容器 2 1 内の現像剤量が より大きい の時は第 1 速度での最大値  $X_1$  が  $d \times$  だけ大きくなることがわかっている。このため、図 1 1（b）において、現像容器 2 1 内の現像剤量の影響を補正するためには、第 1 速度での最大値  $X_1$  よりも  $d \times$  小さい  $X_0$  に対応するトナー濃度  $D_{t0}$  を用いれば良い。そして、制御部 7 0 は、補正後のトナー濃度  $D_{t0}$  に基づいて、トナー補給を実行する（ステップ S 9）。以上の手順によって、現像容器 2 1 内の現像剤量の影響を考慮してトナー濃度を補正し、補正されたトナー濃度  $D_{t0}$  を目標トナー濃度値にするように補給剤を補給制御することで、現像容器 2 1 内の現像剤トナー濃度を安定させることができる。上述したように、制御部 7 0 は、調整モードにおいて、第 1 速度での最小値  $Y_1$  と第 2 速度での最小値  $Y_2$  とを用いて得られた現像容器 2 1 内の現像剤量に基づいて、トナー容器 4 2 及びホッパ 4 1 を制御して現像容器 2 1 内のトナー濃度を調整する。特に、本実施形態では、制御部 7 0 は、調整モードにおいて、インダクタンスセンサ 2 6 により検知される出力信号（最大値  $X_1$ ）と、現像容器 2 1 内の現像剤量と、に基づいて、トナー容器 4 2 及びホッパ 4 1 を制御して現像容器 2 1 内のトナー濃度を調整する。

【 0 0 7 6 】

上述したように本実施形態の現像装置 2 0 によれば、制御部 7 0 は、現像容器 2 1 内の現像剤量に基づいて、調整モードを実行している。即ち、制御部 7 0 は、現像容器 2 1 内の現像剤量に基づいて、第 1 速度での最大値  $X_1$  と第 1 速度での最大値  $X_1$  の補正值  $d \times$  とを算出し、トナー濃度  $X_0$  を算出して、トナー容器 4 2 及びホッパ 4 1 を制御して現像容器 2 1 内のトナー濃度を調整する。このため、現像容器 2 1 内の現像剤量の変動に応じてトナー濃度を補正できない場合に比べて、現像剤量の変動に応じて高精度にトナー濃度を補正することができ、現像容器 2 1 内の現像剤量が変動しても、トナー濃度を安定して制御することができる。

【 0 0 7 7 】

また、本実施形態の現像装置 2 0 によれば、制御部 7 0 は、調整モードにおいて、第 1 速度での最小値  $Y_1$  と第 2 速度での最小値  $Y_2$  とに基づいて、現像容器 2 1 内の現像剤量を算出している。このため、現像容器 2 1 内の現像剤量を高精度に算出することができ、トナー濃度の補正值を高精度に取得することができる。

【 0 0 7 8 】

また、本実施形態の現像装置 2 0 によれば、制御部 7 0 は、調整モードの実行過程において現像剤量を算出している。このため、算出した現像容器 2 1 内の現像剤量を用いて、例えば補給トナーによる現像容器内トナー濃度の変化を推定し、補給剤補給タイミングを制御すること等も可能である。

【 0 0 7 9 】

上述した実施形態の現像装置 2 0 では、制御部 7 0 は、第 1 速度での最小値  $Y_1$  と第 2 速度での最小値  $Y_2$  とに基づいて、現像容器 2 1 内の現像剤量を算出しているが、これには限られない。例えば、制御部 7 0 は、形成した画像の画像比率（ビデオカウント値）に基づいた方法や、その他の方法により、現像容器 2 1 内の現像剤量を算出するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 0 】

## ( 実施例 1 )

上述した現像装置 2 0 により調整モードを実行し、現像容器 2 1 内の現像剤の量を推定して補給制御を行なった。そして、画像を印刷する前と、1 0 万枚の画像印刷を行なった後に、現像容器 2 1 内の現像剤のトナー濃度を測定し、差分を算出した。トナー濃度は、現像容器 2 1 内から現像剤を 1 g 取り出し、中性洗剤を用いて現像剤からトナーのみを溶かし分離し、乾燥させて得られたキャリア重量  $w$  g から  $1\text{ g} - w\text{ g} / 1\text{ g}$  の計算式を用いて算出した。その結果を、表 1 に示す。表 1 に示すように、トナー濃度の変動は、0 . 5 % に抑えられた。

## 【 0 0 8 1 】

## ( 比較例 )

実施例 1 に対して、第 1 速度での最大値  $X$  1 a から補正せずにトナー濃度を算出して、補給制御を行なった。その結果を、表 1 に示す。表 1 に示すように、トナー濃度の変動は、1 . 0 % に上昇した。表 1 から、現像容器 2 1 内の現像剤の量を推定し、インダクタンスセンサ 2 6 の検知結果を補正した結果を用いて補給制御を行なった実施例 1 の方が、比較例に比べてトナー濃度の初期からの変動が抑えられていることがわかる。従って、本実施形態の現像装置 2 0 によれば、現像容器 2 1 内の現像剤量の変動しても、トナー濃度を安定して制御することができることが確認された。

## 【 0 0 8 2 】

## 【 表 1 】

	実施例 1	比較例
トナー濃度変動	0.5%	1.0%

## 【 0 0 8 3 】

## &lt; 第 2 の実施形態 &gt;

次に、本発明の第 2 の実施形態を、図 1 2 及び図 1 3 を参照しながら詳細に説明する。本実施形態では、制御部 7 0 は、第 1 速度での最小値  $Y$  1 a と第 2 速度での最小値  $Y$  2 a との差分  $d Y$  に基づいて、現像剤量を得ることなく調整モードを実行する点で、第 1 の実施形態と構成を異にしている。但し、それ以外の構成については、第 1 の実施形態と同様であるので、符号を同じくして詳細な説明を省略する。

## 【 0 0 8 4 】

上述した第 1 の実施形態では、図 9 に示すように、最小値の差分  $d Y$  から現像剤量を算出し ( ステップ S 6 ) 、現像剤量から補正值  $d X$  を算出している ( ステップ S 7 ) 。そこで、第 2 の実施形態では、図 1 2 に示すように、最小値の差分  $d Y$  から補正值  $d X$  を直接算出している ( ステップ S 1 0 ) 。最小値の差分  $d Y$  から補正值  $d X$  を算出するためには、図 1 3 に示すような事前に求めた関係を利用することができる。

## 【 0 0 8 5 】

上述したように本実施形態の現像装置 2 0 によっても、現像容器 2 1 内の現像剤量の変動に応じてトナー濃度を補正できない場合に比べて、現像剤量の変動に応じて高精度にトナー濃度を補正することができる。このため、現像容器 2 1 内の現像剤量の変動しても、トナー濃度を安定して制御することができる。特に、本実施形態によれば、現像剤量を得ることなく補正值  $d X$  を算出することができるので、処理をより軽負荷に高速で行なうことが可能になる。

## 【 0 0 8 6 】

## &lt; 第 3 の実施形態 &gt;

次に、本発明の第 3 の実施形態を、図 1 4 ( a ) 、 ( b ) を参照しながら詳細に説明する。本実施形態では、制御部 7 0 は、第 2 速度は 1 / 3 速モードである点で、第 1 の実施形

10

20

30

40

50

態と構成を異にしている。但し、それ以外の構成については、第 1 の実施形態と同様であるので、符号を同じくして詳細な説明を省略する。

【0087】

上述した第 1 の実施形態では、第 2 速度は厚紙 1 / 2 速モードとしている。これに対し、本実施形態では、更なる厚紙や凹凸の激しい紙に対応するために、1 / 3 速モードを第 2 速度としている。1 / 3 速モードでは、等速モードのプロセス速度 = 120 mm / sec から、1 / 3 速 = 40 mm / sec にプロセス速度が変更される。プロセス速度が変更された場合、第 1 搬送スクリュ 22 及び第 2 搬送スクリュ 23 の回転速度は、プロセス速度変更前の 250 rpm から 1 / 3 速 = 83 rpm に変わる。

【0088】

上述した第 1 の実施形態では、等速モードと厚紙 1 / 2 速モードとの 2 つのプロセス速度を持つ現像装置 20 について説明したが、1 / 2 速モードよりも遅いモードであってもよい。例えば、等速モードと厚紙 1 / 2 速モードとの他に、1 / 2 速モードよりも遅いモードも選択できるようにしてもよい。この場合、インダクタンスセンサ 26 により検知される波形の最小値はプロセス速度が速くなる程小さくなるため、波形最小値は複数選択可能なプロセス速度のうちで一番速い場合の波形最小値と一番遅い場合の波形最小値を比較するのがより良い。図 14 (a) は、等速モード及び 1 / 2 速モードの波形最小値の差分と現像容器 21 内の現像剤量の関係と、等速モード及び 1 / 3 速モードの波形最小値の差分と現像容器 21 内の現像剤量との関係を示すグラフである。図 14 (b) は、図 14 (a) のグラフの一部の拡大図である。

【0089】

図 14 (b) を用いて、波形最小値は複数選択可能なプロセス速度のうちで一番速い場合の波形最小値と一番遅い場合の波形最小値を比較するのがより良い理由を説明する。波形最小値の差分  $dY$  は、測定誤差  $dY$  を含む可能性がある。ここで、等速モード及び 1 / 2 速モードの波形最小値の差分値と現像容器 21 内の現像剤量とから算出した値を、 $d_1$  とする。また、等速モード及び 1 / 3 速モードの波形最小値の差分値と現像容器 21 内の現像剤量とから算出した値を、 $d_2$  とする。この場合、 $d_1$  よりも  $d_2$  の方が小さくなる。そのため、等速モード及び 1 / 3 速モードの波形最小値の差分値から現像剤量を算出した場合の方が、より高精度に現像容器 21 内の現像剤量を算出することが可能となる。したがって、複数選択可能なプロセス速度のうちで一番速い場合の波形最小値と一番遅い場合の波形最小値を比較することで、より精度良く現像容器 21 内の現像剤量を推定することが可能となり、トナー濃度値をより高精度に得ることが可能となる。

【0090】

上述したように本実施形態の現像装置 20 によっても、現像容器 21 内の現像剤量の変動に応じてトナー濃度を補正できない場合に比べて、現像剤量の変動に応じて高精度にトナー濃度を補正することができる。このため、現像容器 21 内の現像剤量の変動しても、トナー濃度を安定して制御することができる。特に、本実施形態によれば、最小値の差分をより大きく取ることができるので、トナー濃度値をより高精度に得ることが可能となる。

【0091】

(実施例 2)

上述した第 3 の実施形態の現像装置 20 により調整モードを実行し、実施例 1 と同様に現像容器 21 内の現像剤の量を推定して補給制御を行なった。その結果を、表 2 に示す。表 2 に示すように、トナー濃度の変動は、0.3 % に抑えられた。表 2 から、実施例 2 は実施例 1 よりも、更にトナー濃度の初期からの変動が抑えられていることがわかる。従って、本実施形態の現像装置 20 によれば、現像容器 21 内の現像剤量の変動しても、トナー濃度を安定して制御することができることが確認された。

【0092】

10

20

30

40

50

【表 2】

	実施例2	実施例1
トナー濃度変動	0.3%	0.5%

## 【0093】

<他の実施形態>

上述した各実施形態では、各色の感光ドラム81から中間転写ベルト44bに各色のトナー像を一次転写した後に、シートSに各色の複合トナー像を一括して二次転写する構成の画像形成装置1について説明したが、これには限られない。例えば、転写材搬送ベルトに担持され搬送されるシートSに感光ドラム81から直接転写する直接転写方式の画像形成装置であってもよい。また、感光ドラム81はドラム状の感光体に限らず、ベルト状の感光体であってもよい。さらには、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、上記した方式に限られるものでない。

10

## 【0094】

尚、上述した実施形態では、現像容器21が現像室21bと攪拌室21cとに水平方向に区画されている横撈拌型の現像装置を例に説明したが、この構成には限られない。即ち、現像容器21が現像室と攪拌室とに上下方向に区画されている縦撈拌型の現像装置についても、本発明を適用することは可能である。

20

## 【0095】

また、上述した実施形態では、プロセス速度が2～3種類である場合について説明したが、これには限られず、より多くの種類、あるいは連続的に可変のプロセス速度を採用してもよい。

## 【符号の説明】

## 【0096】

1...画像形成装置、13...駆動源、20...現像装置、21...現像容器、23...第2搬送スクリュー(搬送部材)、23a...軸部(回転軸)、23b...羽根、23d...リブ(突部)、23p...パドル(所定突部)、24, 24c, 24k, 24m, 24y...現像スリーブ(現像剤担持体)、26...インダクタンスセンサ(検知手段)、26a...検知面、41...ホッパ(補給手段)、42, 42c, 42k, 42m, 42y...トナー容器(補給手段)、70...制御部(調整部)、81, 81c, 81k, 81m, 81y...感光ドラム(像担持体)。

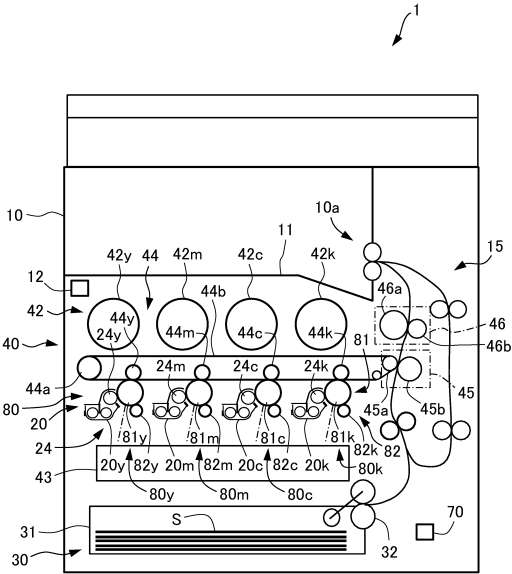
30

40

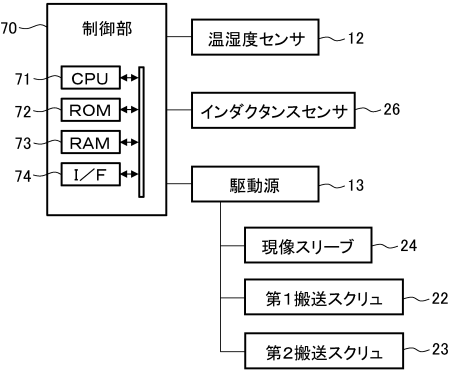
50

【図面】

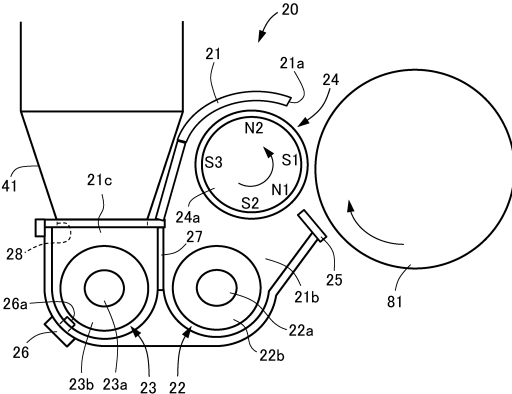
【図 1】



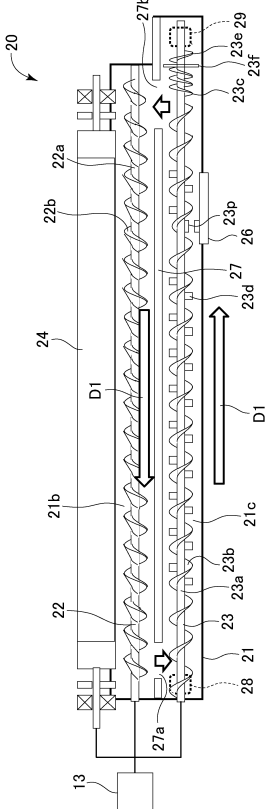
【図 2】



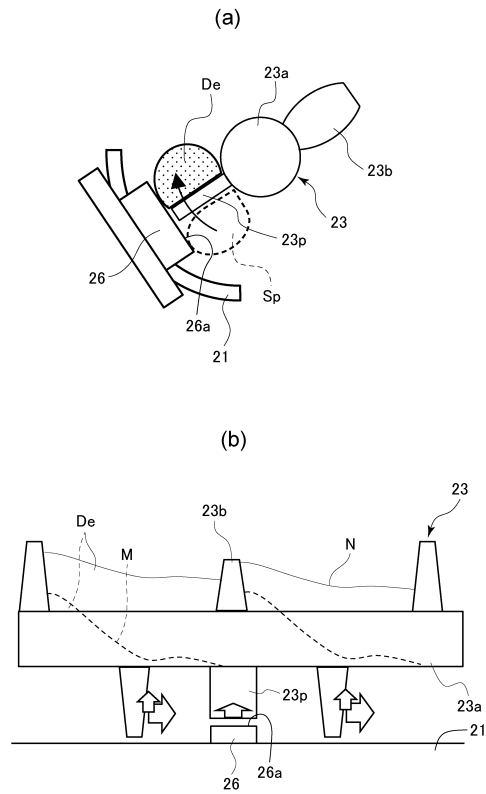
【図 3】



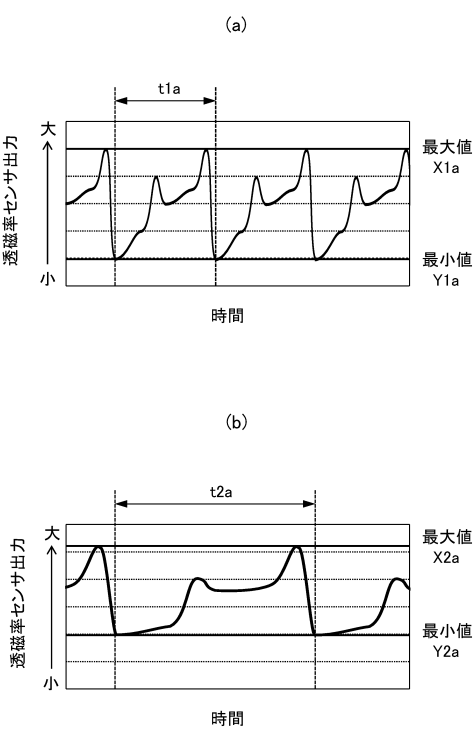
【図 4】



【図 5】



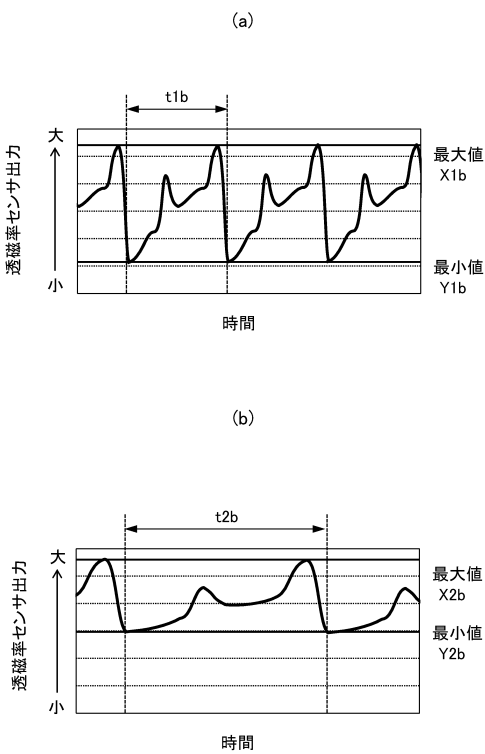
【図 6】



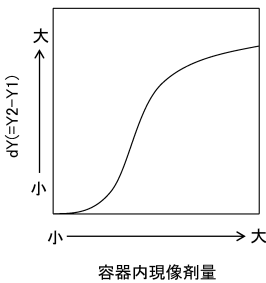
10

20

【図 7】



【図 8】

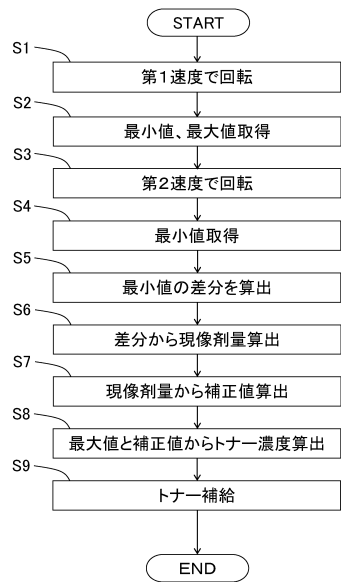


30

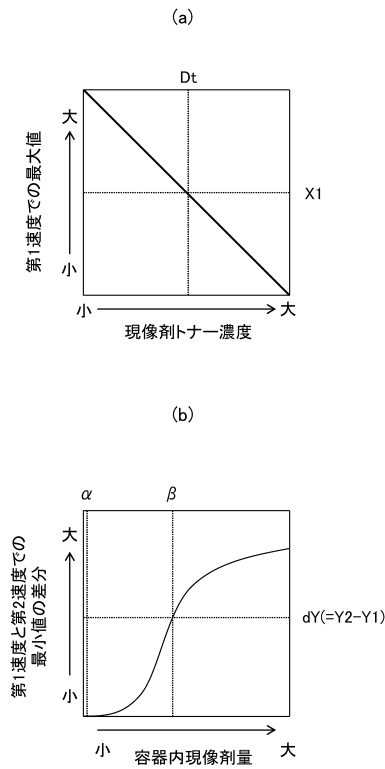
40

50

【図 9】



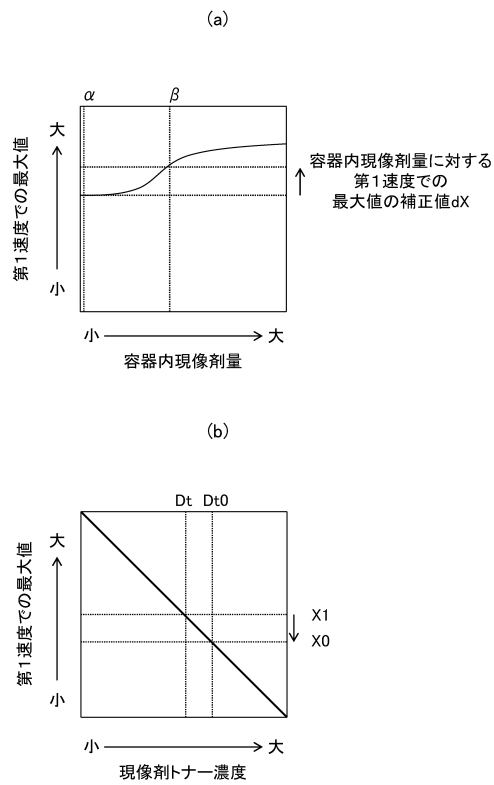
【図 10】



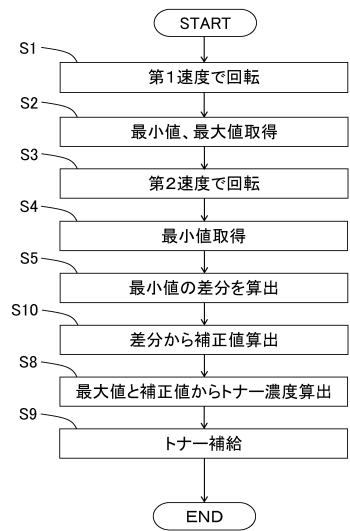
10

20

【図 11】



【図 12】

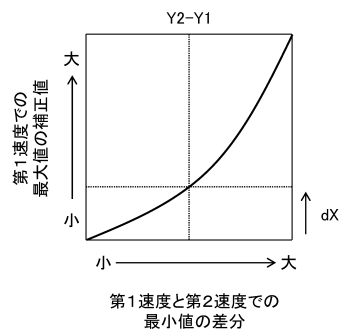


30

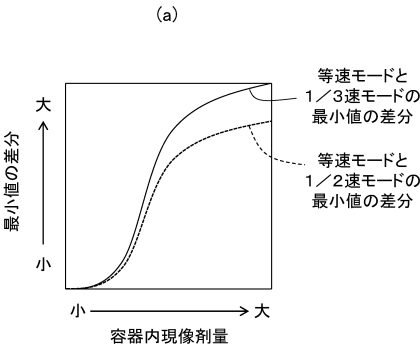
40

50

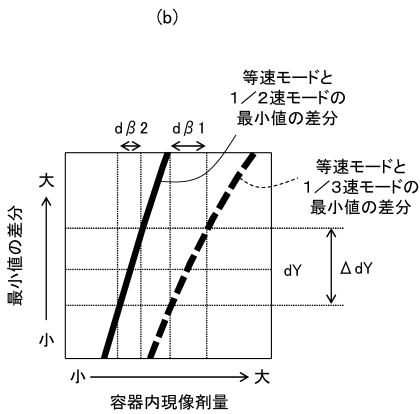
【図 1 3】



【図 1 4】



10



20

30

40

50

## フロントページの続き

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社内  
(72)発明者 山口 公明  
東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社内  
(72)発明者 井上 達也  
東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社内  
審査官 小池 俊次  
(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 1 4 5 3 7 3 ( J P , A )  
特開 2 0 1 3 - 2 3 8 8 0 7 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 2 7 3 8 8 8 ( U S , A 1 )  
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
G 0 3 G 1 5 / 0 8