

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4847259号
(P4847259)

(45) 発行日 平成23年12月28日(2011.12.28)

(24) 登録日 平成23年10月21日(2011.10.21)

(51) Int. Cl. F 1
G03G 15/08 (2006.01) G03G 15/08 507B
 G03G 15/08 507E

請求項の数 5 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2006-248127 (P2006-248127)
 (22) 出願日 平成18年9月13日(2006.9.13)
 (65) 公開番号 特開2008-70539 (P2008-70539A)
 (43) 公開日 平成20年3月27日(2008.3.27)
 審査請求日 平成21年8月28日(2009.8.28)

(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
 (74) 代理人 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 石田 祐介
 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
 審査官 大森 伸一

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】

静電像が形成される像担持体と、該像担持体を帯電する帯電手段と、前記静電像をトナーとキャリアを備えた現像剤で現像する現像手段と、を各々が備えた第1及び第2画像形成ユニットと、

該第1及び第2画像形成ユニットにおける各像担持体上に形成されたトナー像を、転写媒体に順次転写する転写手段と、

前記各現像手段に、トナーとキャリアを備えた補給現像剤を補給する補給手段と、

前記各現像手段から、前記現像剤を排出する排出手段と、

を有し、

前記第2画像形成ユニットは、前記第1画像形成ユニットよりも転写媒体移動方向下流側に配置されており、

前記第1及び第2画像形成ユニットにおける前記各現像手段は、前記各像担持体上の転写残トナーを回収可能である画像形成装置において、

前記第2画像形成ユニットに補給される補給現像剤のキャリア重量比率は、前記第1画像形成ユニットに補給される補給現像剤のキャリア重量比率よりも高いことを特徴とする画像形成装置。

【請求項2】

前記第1画像形成ユニットに補給される補給現像剤のキャリア重量比率をC(N)％、前記第2画像形成ユニットに補給される補給現像剤のキャリア重量比率をC(N+1)％

とした時、 $1 < C(N+1) / C(N) < 3$ の関係を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 3】

前記第 1 画像形成ユニットと前記第 2 画像形成ユニットは、前記転写残トナーを帯電する帯電補助手段を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像形成装置。

【請求項 4】

前記複数の画像形成ユニットのうちの一つは、ブラック色のトナーを用いるブラック画像形成ユニットであり、

前記第 1 画像形成ユニットと前記第 2 画像形成ユニットは、前記ブラック画像形成ユニット以外のユニットであることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかの項に記載の画像形成装置。

10

【請求項 5】

前記補給現像剤のキャリア重量比率は、1 W t % 以上 4 0 W t % 以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかの項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、像担持体に形成された静電像をトナーとキャリアとを備える現像剤を用いて現像する、静電記録方式や電子写真方式を利用した複写機やレーザービームプリンタなどの画像形成装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来、電子写真方式を用いた複写機、プリンタ、ファクシミリなどの画像形成装置は、以下の構成（工程）を有する。回転ドラム型の像担持体である電子写真感光体（感光体）、その感光体を所定の極性・電位に一樣に帯電処理する帯電装置（帯電工程）。帯電処理された感光体に静電潜像を形成する情報書き込み手段としての露光装置（露光工程）。感光体上に形成された静電潜像を現像剤としてのトナーにより現像剤像（トナー画像）として顕像化する現像装置（現像工程）。トナー画像を感光体の表面から紙などの記録材に転写する転写装置（転写工程）。転写工程後の感光体上に多少ながら残余するトナー（残留現像剤、転写残トナー）を除去して感光体面を清掃するクリーニング装置（クリーニング工程）。記録材上のトナー画像を定着させる定着装置（定着工程）などである。

30

【0003】

転写工程後の感光体上に残余するトナーはクリーニング装置により感光体の表面から除去され、クリーニング装置内に回収されて廃トナーとなる。しかし、環境保全や資源の有効利用などの点から、このような廃トナーが出ないことが望ましい。

【0004】

そこで、クリーニング装置にて回収されている転写残トナー、所謂、廃トナーを現像装置に戻して再利用する画像形成装置が提案されている。

【0005】

また、クリーニング装置を廃し、転写工程後の感光体上の転写残トナーを現像装置において「現像同時クリーニング」で感光体上から除去・回収し、再利用するようにしたクリーナレス方式の画像形成装置が提案されている（特許文献 1）。

40

【0006】

現像同時クリーニングは、転写工程後の感光体上の転写残トナーを、次工程以降の現像工程時に現像装置に回収する。転写残トナーが付着した感光体は、引き続き帯電、露光して静電潜像が形成される。この静電潜像の現像工程時に、かぶり取りバイアスにより、感光体表面の転写残トナーのうち、非画像部上に存在する転写残トナーを現像装置に除去・回収する方法である。かぶり取りバイアスとは、現像装置に印加する直流電圧と感光体の表面電位間の電位差であるかぶり取り電位差 V_{back} のことである。

【0007】

50

この方式によれば、転写残トナーは現像装置に回収されて次工程以降の静電潜像の現像に再利用されるため、廃トナーをなくし、又メンテナンス時に手を煩わせることも少なくすることができる。又、クリーナレスであることから、感光体表面がクリーナーによって研磨されにくくなるので感光体表面膜厚が一定に保たれ、感光体の寿命アップを達成することが出来る。又、クリーナレスであることから画像形成装置の小型化にも有利である。

【0008】

上述のような現像同時クリーニングを採用したクリーナレス方式の画像形成装置において、帯電装置として感光体に当接して感光体表面を帯電処理する接触帯電装置を用いる場合、以下の問題がある。感光体上の転写残トナーが感光体と接触帯電装置との接触ニップ部（帯電部）を通過する際に、転写残トナー中の、特に、帯電極性が正規極性とは逆極性に反転しているトナーが接触帯電装置に付着することである。これにより、接触帯電装置が許容以上にトナー汚染され、帯電不良の原因となる。

10

【0009】

即ち、現像剤としてのトナーには、量的には少ないながら、帯電極性がもともと正規極性とは逆極性に反転しているトナーが混在している。又、帯電極性が正規極性のトナーであっても、転写バイアスや剥離放電などに影響されて帯電極性が反転するものや、除電されて帯電量が少なくなるものもある。

【0010】

そのため、転写残トナーには、帯電極性が正規極性のもの、逆極性のもの、帯電量が少ないものが混在し、そのうち逆極性トナーや帯電量が少ないトナーが、感光体と接触帯電装置との接触ニップ部（帯電部）を通過する際、接触帯電装置に付着してしまう。

20

【0011】

また、感光体上の転写残トナーを現像同時クリーニングにて除去・回収するためには、現像部に運ばれる感光体上の転写残トナーの帯電極性が正規極性であり、且つ、その帯電量が現像装置によって潜像を現像できるトナーの帯電量であることが必要である。反転トナーや帯電量が適切でないトナーについては、感光体上から現像装置に除去・回収できず、不良画像の原因となってしまう。

【0012】

接触帯電装置へのトナーの付着を防出するために、以下の事が必要である。すなわち、帯電極性が正規極性のもの、逆極性のもの、帯電量が少ないものが混在している感光体上の転写残トナーを、正規極性へと帯電付与して帯電極性を正規極性に揃えたと共に、その帯電量を均一化する必要がある。

30

【0013】

そこで、従来、帯電補助手段として、以下の2つの構成がある。1つは、感光体の移動方向において接触帯電装置より上流、且つ、転写手段より下流に位置していて、転写残トナーを帯電するトナー帯電量制御手段である。もう一つは、このトナー帯電量制御手段より上流、且つ、転写手段より下流に位置していて、感光体上の転写残トナーを均一化する転写残トナー均一化手段（残留トナー均一化手段）である。これら残留トナー均一化手段、トナー帯電量制御手段に一定の直流電圧を印加することによりこの問題を解決している（特許文献2、特許文献3）。

40

【0014】

つまり、転写後に感光体上に残留する残留トナーを残留トナー均一化手段で均一化し、その均一化された感光体上の転写残トナーをトナー帯電量制御手段で正規極性に帯電処理する。その後、接触帯電装置で感光体面上を帯電すると同時に、トナー帯電量制御手段で帯電処理した転写残トナーを、現像装置において現像同時クリーニングにて除去・回収するのに適正な帯電量に帯電処理し、現像装置で回収する。

【0015】

一方、近年の画像形成装置において、非磁性トナーと磁性キャリアを混合し、現像剤として使用する2成分現像方式が広く利用されている。2成分現像方式は現在提案されている他の現像方式と比較して、画質の安定性、装置の耐久性などの長所を備えている。一方

50

で、長期の耐久による現像剤の劣化、特にキャリアの劣化が不可避であったため、画像形成装置の長期使用に伴い現像剤交換という作業を行う必要があった。そこでこの問題に対する解決策がいくつか提案され、実用化されている。

【0016】

例えば、ブラック用、イエロー用、マゼンタ用およびシアン用の各現像器において、現像動作によって消費した分のトナーを含む現像剤を現像器に補給し、現像器内の余剰な現像剤を、現像器外に配置された廃現像剤収容容器に排出する構成がある（特許文献4）。

【0017】

つまり、現像剤の補給とほぼ同時に余剰現像剤の排出を行うため、画像形成装置の大型化やコストの高騰を引き起こすことなく、現像剤全体としての特性を安定させることが可能となる。これにより、現像剤交換または現像器交換という作業を不要にし、メンテナンス性向上、ランニングコスト低減を達成している。このような方式を一般に、現像剤自動交換方式と呼んでいる。

【0018】

そこで上記クリーナレス方式と現像剤自動交換方式を併用することによって、感光体寿命及び現像器寿命のアップ、廃トナー削減、を同時に達成することが可能となる。そして、感光体、現像器、現像剤、廃トナーボックスの交換頻度を減少させ、画像形成装置のランニングコスト及びメンテナンス間隔の低減を達成することが出来る。

【0019】

また、近年フルカラー画像形成装置の高速化が要求され、タンデム画像形成方式が用いられている。これは例えば、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの4色毎に感光体、帯電装置、露光装置、現像装置を備え、これらを直列に並置し各ユニット毎に画像形成を行うものである。このタンデム画像形成方式を用いることによって4色を同時に画像形成することが可能なため、画像出力の高速化を達成することができる。

【特許文献1】特開2004-117960号公報

【特許文献2】特開2001-215798号公報

【特許文献3】特開2001-215799号公報

【特許文献4】特開平6-324565号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

しかし、上記クリーナレス方式の問題点として以下のようなことがあった。クリーナレス方式はクリーナブレードを装着していないため、トナーの外添剤が感光体上に付着して連れ回ることによって現像器内に回収され、現像器内のキャリアに外添剤が蓄積してキャリア劣化を引き起こしてしまうことがあった。特にフルカラーのタンデム画像形成方式においては、クリーナレス方式を採用した場合、上流の画像形成ユニットから被転写体を介して来た外添剤が下流ユニットに再転写し、再転写した外添剤が現像器に回収されてしまう。よって、下流ユニット側に行くに従って外添剤が多く現像器内に蓄積してしまう。その結果、下流ユニットに従って現像器内のキャリア劣化が顕著になってしまっていた。キャリア劣化が発生してしまうと、トナーに対する帯電性能が低下してしまうため、トナーかぶり、飛散、がさつき、画像濃度不良など様々な問題が発生してしまった。

【0021】

更に、上記クリーナレス方式の場合、各画像形成ユニットで発生した転写残トナーだけでなく、被転写体の移動方向上流側の画像形成ユニットで形成されたトナー像の一部が再転写されたトナー（再転写トナー）も回収される。被転写体の移動方向において下流の画像形成部ほど、上流の画像形成ユニットの数が多くなる。そのため、下流側の画像形成ユニットほど、再転写トナー量が多くなる。ここで、転写残トナーや再転写トナーは、画像形成ユニットの転写部において転写電界を印加しても被転写体に担持できなかったトナーである。そのため、転写残トナーや再転写トナーは、その帯電電荷が正規の帯電極性とは逆極性であるもの又は極性を持たないものが多い。このような転写残トナーや再転写トナ

10

20

30

40

50

ーが現像器に回収されると、現像器における帯電能力が低下して画像不良の原因となる。そして、再転写トナーの現像器への混入は、下流側の画像形成ユニットの現像器ほど多くなる傾向がある。よって、下流側の画像形成ユニットの現像器ほど、混入による画像不良を招き易くなってしまいう問題がある。

【 0 0 2 2 】

転写残トナーや再転写トナーは、転写部より感光体の回転方向下流に設けられた帯電補助部材により適正な帯電量に戻して現像装置により回収させるという方法がある。しかし、下流の画像形成ユニットほど再転写トナーが多いため、帯電補助部材が、トナー及び外添剤などが蓄積して汚染され易い。そのため、下流の画像形成ユニットほど、転写残トナーや再転写トナーの帯電量の制御が不十分になる。これにより現像装置内の現像剤に正規の帯電極性とは異なるトナー量が増えたりすることが発生し易くなる。このため、トナーかぶり、飛散、がさつき、画像濃度不良など様々な問題が発生してしまった。特に画像形成ユニットの寿命末期で、キャリアの帯電性能低下が発生している場合において、これらのような問題は顕著に発生してしまった。このような再転写トナー、再転写外添剤を無くすことは非常に困難である。

10

【 0 0 2 3 】

そこで、前述した現像剤自動交換方式をクリーナレス方式と併用することによって現像剤の寿命を向上させることができる。しかし現像剤自動交換方式の場合、補給するトナーにキャリアを含んでいるため、補給剤のキャリア比率を必要以上に上げてしまうと以下のような問題がある。それは、補給現像剤のコストが高くなることや、キャリア分による補給剤の体積増加のため補給用トナーボトルに収容できるトナー量が少なくなることや、トナー比率が低い故に高濃度画像形成時の補給が間に合わなくなる、といった問題である。

20

【 0 0 2 4 】

そこで本発明の目的は、上流側画像形成ユニットからのトナーが混入することに起因する画像不良を防止することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 5 】

そこで本発明は、静電像が形成される像担持体と、該像担持体を帯電する帯電手段と、前記静電像をトナーとキャリアを備えた現像剤で現像する現像手段と、を各々が備えた第1及び第2画像形成ユニットと、該第1及び第2画像形成ユニットにおける各像担持体上に形成されたトナー像を、転写媒体に順次転写する転写手段と、前記各現像手段に、トナーとキャリアを備えた補給現像剤を補給する補給手段と、前記各現像手段から、前記現像剤を排出する排出手段と、を有し、前記第2画像形成ユニットは、前記第1画像形成ユニットよりも転写媒体移動方向下流側に配置されており、前記第1及び第2画像形成ユニットにおける前記各現像手段は、前記各像担持体上の転写残トナーを回収可能である画像形成装置において、前記第2画像形成ユニットに補給される補給現像剤のキャリア重量比率は、前記第1画像形成ユニットに補給される補給現像剤のキャリア重量比率よりも高いことを特徴とするものである。

30

【発明の効果】

40

【 0 0 2 6 】

本発明においては、上流側画像形成ユニットからのトナーが、下流側画像形成ユニットの現像手段内に混入したとしても、画像不良の発生が防止できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 7 】

以下、図面を用いながら、本発明を用いた画像形成装置の説明を行なう。

【 0 0 2 8 】

(第1の実施例)

先ず、本実施例の画像形成装置の全体構成及び動作について説明する。図1は本実施例の画像形成装置100の概略構成図である。画像形成装置100は、イエロー、マゼンタ

50

、シアン、ブラックの4色に対応して設けられ4つの画像形成部1Y、1M、1C、1Bkを有する電子写真方式のフルカラープリンタである。画像形成装置100は、画像形成装置本体に接続された原稿読み取り装置(図示せず)又は画像形成装置本体に対し通信可能に接続されたパーソナルコンピュータ等のホスト機器からの画像信号を受ける。そしてこの信号に応じて、4色フルカラー画像を記録材(記録用紙、プラスチックフィルム、布等)に形成することができる。各画像形成部1Y、1M、1C、1Bkにて像担持体としての電子写真感光体2Y、2M、2C、2Bk上に形成されたトナー像を、中間転写ベルト16上へ転写し、記録材担持体8により搬送される記録材P上に転写する構成となっている。

【0029】

尚、本実施例では、画像形成装置100が備える4つの画像形成部1Y、1M、1C、1Bkは、現像色が異なることを除いて実質的に同一の構成を有する。従って、以下、特に区別を要しない場合は、いずれかの画像形成部に属する要素であることを表すために符号に付した添え字Y、M、C、Bkは省略し、総括的に説明する。

【0030】

画像形成部1には、像担持体として円筒型の感光体、即ち、感光ドラム2が配設されている。感光ドラム2は、図中矢印方向に回転駆動される。

【0031】

感光ドラム2の周囲には帯電手段としての帯電ローラ3と、現像手段としての現像器4、転写手段としての一次転写ローラ5、二次転写ローラ15と、二次転写対向ローラ10と、帯電補助手段としての帯電補助装置6が配置されている。感光ドラム2の図中上方には露光手段としてのレーザースキャナ(露光装置)7が配置されている。又、各画像形成部1の感光ドラム2と対向して、転写媒体であるところの中間転写体(中間転写ベルト)16が配置されている。中間転写ベルト16は、駆動ローラ9の駆動により図中矢印方向に周回移動し、トナー画像を記録材Pとの当接部へと搬送する。続いて中間転写ベルト16から記録材Pへトナー像を転写した後、定着装置13によってトナー像が記録材Pへ熱定着される。

【0032】

例えば、4色フルカラーの画像形成時について説明すると、まず、画像形成動作が開始すると、回転する感光ドラム2の表面が帯電ローラ3によって一様に帯電される。このとき、帯電ローラ3には、帯電バイアス電源より帯電バイアスが印加される。次いで、感光ドラム2は、露光装置7から発せられる画像信号に対応したレーザ光により露光される。これにより、感光ドラム2上に画像信号に応じた静電像(潜像)が形成される。感光ドラム2上の静電像は、現像器4内に収容されたトナーによって顕像化され、可視像となる。本実施例では、レーザ光により露光して、像担持体表面の帯電電荷を減少させて帯電電位を低下させた明部電位の場所に、トナーを付着させる反転現像方式を用いる。

【0033】

現像器4により、感光ドラム2上にトナー像を形成し、中間転写ベルト16上にトナー像を一次転写する。一次転写後に感光ドラム2表面に残ったトナー(転写残トナー)は、補助帯電装置6を通過した後、再び現像器4内へ回収される。つまり、現像装置は、転写残トナーを回収可能に構成されている。

【0034】

この動作をイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックで順次行い、中間転写ベルト16上で4色のトナー像を重ね合わせる。その後、トナー像の形成タイミングに合わせて記録材収納カセット(図示せず)に収容された記録材Pが供給ローラ14により搬送される。そして、二次転写ローラ15に二次転写バイアスを印加することにより、中間転写ベルト16上の4色のトナー像を、搬送されている記録材(転写媒体)P上に一括で二次転写する。

【0035】

次いで、トナー像が転写された記録材Pは、定着手段としての定着装置13に搬送され

10

20

30

40

50

る。この定着装置によって、加熱、加圧されることで、記録材 P 上のトナーは溶融、混合されて、フルカラーの永久画像となる。その後、記録材 P は機外に排出される。

【0036】

又、二次転写部で転写しきれずに中間転写ベルト 16 に残留したトナーは、中間転写ベルトクリーナー 18 により除去される。これにより、一連の動作が終了する。

【0037】

尚、所望の画像形成部のみを用いて、所望の色の単色又は複色色の画像を形成することも可能である。

【0038】

次に、図 2 を参照して画像形成部 1 における動作を詳細に説明する。

10

【0039】

本実施例において、感光ドラム 2 は、帯電特性が負帯電性の有機光導電体 (OPC) であり、外径 30 mm、中心支軸を中心に 200 mm / sec のプロセススピード (周速度) をもって矢示の反時計方向に回転駆動される。

【0040】

感光ドラム 2 表面を一様に帯電処理する帯電手段として、接触帯電装置 (接触帯電器) 3 を有する。本実施例において、接触帯電装置 3 は、帯電ローラ (ローラ帯電器) であり、感光ドラム 2 との間の微小ギャップにて生じる放電現象を利用して帯電する。帯電ローラ 2 には、電源 S1 より所定の条件の帯電バイアス電圧が印加される。これにより、回転する感光ドラム 2 表面は、所定の極性・電位に接触帯電処理される。本実施例において、帯電ローラ 2 に対する帯電バイアス電圧は、直流電圧 (Vdc) と交流電圧 (Vac) とを重畳した振動電圧である。より具体的には、-500 V の直流電圧と、周波数 1.3 kHz、ピーク間電圧 Vpp 1.5 kV、正弦波の交流電圧とを重畳した振動電圧である。この帯電バイアス電圧により、感光ドラム 2 表面は帯電ローラ 3 に印加した直流電圧と同じ -500 V (暗電位 Vd) に一様に接触帯電処理される。

20

【0041】

本実施例においては、現像装置 4 はトナーとキャリアからなる二成分現像剤による磁気ブラシを、感光ドラム 2 に接触させながら現像を行う二成分接触現像方式を採用した現像装置である。現像装置 4 は、現像容器 4a、現像剤担持体としての非磁性の現像スリーブ 4b を備えている。現像スリーブ 4b は、その外周面の一部を現像装置 4 の外部に露呈させて、現像容器 4a 内に回転可能に配置してある。現像スリーブ 4b 内には、非回転に固定してマグネットローラ (不図示) が挿設されている。現像容器 4a は、二成分現像剤を収容しており、現像容器 4a 内の底部側には現像剤攪拌部材 4c が配役されている。又、補給用トナーがトナーホッパー 4d に収容されている。

30

【0042】

現像容器 4a 内の二成分現像剤 (現像剤) は、主に非磁性トナーと磁性キャリアとの混合物であり、現像剤攪拌部材 4c により攪拌される。本実施例において、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を有している。トナーは、重合法により製造した負帯電性のポリエステル系樹脂であり、体積平均粒径は 5 μm 以上 8 μm 以下が好ましい。そしてこのトナーの流動性や帯電付与性を確保することを目的として、例えばシリカや酸化チタンなどの粒子が、外添剤として外添される。本実施の形態では 6.2 μm であった。トナーは磁性キャリアとの摺擦により負極性に摩擦帯電される。

40

【0043】

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、希土類等の金属、及びそれらの合金、又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。そして、キャリアは、重量平均粒径が 20 ~ 50 μm、好ましくは 30 ~ 40 μm である。そして、抵抗率が $10^7 \cdot \text{cm}$ 以上、好ましくは $10^8 \cdot \text{cm}$ 以上である。本実施の形態では $10^8 \cdot \text{cm}$ のものを用いた。本実施の形態では、低比重磁性キャリアとして、フェノール系のバインダ

50

樹脂に磁性金属酸化物及び非磁性金属酸化物と所定の比で混合し、重合法により製造した樹脂磁性キャリアを使用した。体積平均粒径は $3.5\ \mu\text{m}$ 、真密度は $3.6\sim 3.7\ \text{g}/\text{cm}^3$ 、磁化量は $5.3\ \text{A}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$ である。

【0044】

現像スリーブ4bは、感光ドラム2との最近接距離(S-Dgap)を $350\ \mu\text{m}$ に保持して感光ドラム2に近接対向配設される。この感光ドラム2と現像スリーブ4bとの対向部が現像部cである。現像スリーブ4bは、現像部cにおいて感光ドラム2の進行方向とは逆方向に回転駆動される。現像スリーブ4b内のマブネットローラの磁力により、現像容器4a内の二成分現像剤の一部が現像スリーブ4bの外周面に磁気ブラシ層として吸着保持される。この磁気ブラシ層は、現像スリーブ4bの回転に伴い回転搬送され、現像部において感光ドラム2の面に対して接触して感光ドラム面を適度に摺擦する。現像スリーブ4bには、電源S2から所定の現像バイアスが印加される。本実施例において、現像スリーブ4bに対する現像バイアス電圧は、直流電圧(Vdc)と交流電圧(Vac)とを重畳した振動電圧である。より具体的には、 $-350\ \text{V}$ の直流電圧と、周波数 $8.0\ \text{kHz}$ 、ピーク間電圧 $1.8\ \text{kV}$ 、矩形波の交流電圧とを重畳した振動電圧である。そして、回転する現像スリーブ4bの面にコーティングされ、現像部に搬送された現像剤中のトナーが、現像バイアスによる電界によって感光ドラム2の表面に静電潜像に対応して選択的に付着し、現像が行なわれる。現像部を通過した現像スリーブ4b上の現像剤薄層は、引き続き現像スリーブ4bの回転に伴い現像容器4a内の現像剤溜り部に戻される。現像容器4a内の二成分現像剤のトナー濃度を、略一定の範囲内に維持するために、以下のような制御を行う。現像容器4a内の二成分現像剤のトナー濃度を、例えば、光学式トナー濃度センサによって検知する。その検知情報に応じてトナーホッパー4d内に配置されているトナー補給スクリュウの回転動作を制御し、現像容器4a内に、少量のキャリアを含むトナー(補給現像剤)を補給する。二成分現像剤に補給されたトナーは、攪拌部材4cにより攪拌される。

10

20

【0045】

現像装置4では、現像剤の置換が行われる。即ち、補給剤として少量のキャリアをトナーに混入させた補給剤を現像装置4内に補給する補給手段を有し、それによる補給剤の補給と同時に、現像装置4内の現像剤の排出を行う排出手段を有する。以下、図3を用いて説明する。

30

【0046】

現像装置4においては、現像剤の自動交換を行うために現像剤の補給、及び、現像剤の排出を行う。本実施例では、現像装置4内の現像剤に含まれるトナー濃度が $7\ \text{wt}\%$ となるように補給される。この値はトナーの帯電量、キャリア粒径、画像形成装置の構成等に応じて適正に調整されるべきものであって、必ずしもこの数値に従わなければならないものではない。

【0047】

現像装置4は、上記に説明したように二成分現像剤を循環させながら現像を行う現像容器4aと、新規のトナーと少量のキャリアを含む補給剤が収容された現像剤補給容器であるトナーボトル4dから現像剤の補給を実施する補給手段を有する。そして現像装置4は、劣化した現像剤を現像剤回収タンク4eに回収する排出手段も有する。

40

【0048】

現像容器4aは、現像剤補給口4f、及び、現像剤排出口4gを有している。現像剤補給口4fには、補給手段が、トナーボトル4dに貯蔵されたトナー及びキャリアを搬送して補給する現像剤搬送路4h、そしてトナーボトル4dと搬送路4hとの間を連絡するホッパー4i、にて構成されている。現像剤搬送路4hには搬送部材である補給スクリュウ4jが配置されている。補給スクリュウ4jは不図示の現像器駆動モータによりクラッチを介して回転される。補給スクリュウ4jの現像剤搬送方向上流端には、補給スクリュウ4jの回転量を検出するためのエンコーダ4kが一体的に取り付けられている。

【0049】

50

現像剤排出口 4 g には、排出手段として、劣化した現像剤を排出するための排出パイプ 4 m が接続されている。排出パイプ 4 m にはスクリュウ 4 n が配置されており、劣化した現像剤を現像剤回収タンク 4 e へと排出する。現像剤回収タンク 4 e は、着脱自在に装着されるようになっている。

【 0 0 5 0 】

トナーボトル 4 d から新規の補給現像剤が補給され、現像容器 4 a 内の現像剤の体積が増加すると、現像容器 4 a 内の現像剤が現像剤排出口 4 g からオーバーフローすることにより現像剤の自動交換行われるようになっている。

【 0 0 5 1 】

このようにして、トナーボトル 4 d から補給剤が補給され、現像容器 4 a 内の現像剤の体積が増加すると、現像容器 4 a 内の現像剤が現像剤排出口 4 g からオーバーフローすることにより、キャリアの自動交換が行われるようになっている。

10

【 0 0 5 2 】

現像容器 4 a 内において、現像剤補給口 4 f、現像剤排出口 4 g は、攪拌スクリュウ 4 c による現像剤の搬送経路において、以下のように設けられている。すなわち、現像剤搬送方向上流側から下流側に向かって、現像剤補給口 4 f、補給剤が現像ローラ 4 d に供給される位置、現像剤排出口 4 g の順に配置されている。

【 0 0 5 3 】

少量キャリア補給と現像装置内現像剤排出を行う構成は、現像容器内の劣化キャリアが徐々に入れ替わる構成なので、この構成を採用すると、トナーセント、外添剤汚染等キャリアが劣化した場合の現像剤の延命効果が期待できる。このような構成を採用しない場合は、キャリア表面にトナー、外添剤が徐々に蓄積し、トナーに対する電荷付与能力が低下し、その結果、トナー電荷が低いことによるかぶり、飛散、画質劣化が発生する。従って現像剤の入れ替わりがあれば、キャリア劣化の発生を低減でき、延命効果を達成できる。

20

【 0 0 5 4 】

この構成の特徴として、トナーボトル 4 d に収容される補給剤に混入させるキャリアの量が多ければ、それだけ入れ替わりが早くなり、安定して推移する現像剤の平均セント量が小さくなることが挙げられる。又、画像比率が高い場合の方が入れ替わりが早い、という特徴も有する。つまり、補給剤に含まれるキャリア比率が高く、出力画像の画像比率が高いほどこの構成のメリットを享受できる。但し、補給は、あくまでトナー補給がメインなので補給剤のキャリア比率は、トナー補給量の観点で 40 W t % が上限になる。但し、補給剤に含まれるキャリアの比率が高くなるに従ってコストがアップしてしまうという問題も併せ持つ。

30

【 0 0 5 5 】

本実施例において、転写手段として中間転写ベルト 1 6 を有する。本実施例においては、一次転写装置 5 は転写ローラである。一次転写ローラ 5 は、感光ドラム 2 に所定の押圧力をもって圧接されている。一次転写ローラ 5 には電源 5 3 からトナーの正規帯電極性である負極性とは逆極性である正極性の転写バイアス、本実施例では + 2 k V が印加される。これにより、中間転写ベルト 1 6 の表面に感光ドラム 2 の表面側のトナー画像が順次に静電転写されていく。

40

【 0 0 5 6 】

本実施例においては、クリーナレスシステムを採用しており、中間転写ベルト 1 6 に対するトナー画像転写後の感光ドラム 2 の表面に若干量残留する転写残トナー（残留トナー）を除去する専用のクリーニング装置を具備していない。転写後の感光ドラム 2 面上の転写残トナーは、引き続き感光ドラム 2 の回転に伴い帯電部、露光部を通過して現像部に搬送されて、現像装置 4 により現像同時クリーニングにて除去・回収される（クリーナレスシステム）。本実施例において、現像装置 4 の現像スリーブ 4 b は、上述のように現像部において感光ドラム 2 の表面の進行方向とは逆方向に回転させている。このような現像スリーブ 4 b の回転は、感光ドラム 2 上の転写残トナーの回収に有利である。感光ドラム 2 上

50

の転写残トナーは露光部を通るので、露光工程はその転写残トナー上からなされる。通常は、転写残トナーの量は少ないため、転写残トナー上から露光工程を行うことによる大きな影響は現れない。但し、上述したように、転写残トナーには帯電極性が正規極性のもの、逆極性のもの（反転トナー）、帯電量が少ないものが混在している。その内の反転トナーや帯電量が少ないトナーが、帯電部を通過する際に帯電ローラ3に付着すると、帯電ローラ3が許容以上にトナーにより汚染してしまい帯電不良を生じることがある。

【0057】

又、感光ドラム2上の転写残トナーを、現像装置4により現像動作と同時に効果的に除去・回収するためには転写残トナーの帯電量が重要な因子となってくる。即ち、現像部に持ち運ばれる感光ドラム2上の転写残トナーは、その帯電極性が正規極性であり、且つ、その帯電量が現像装置によって感光ドラム2の静電潜像を現像できるトナーの帯電量であることが好ましい。転写残トナーの帯電極性が反転している場合や帯電量が適切でない場合には、感光ドラム2上から現像装置4に除去・回収できず、不良画像の原因となる。

【0058】

そこで、帯電補助手段として、以下の2つを有する。1つは、転写部よりも感光ドラム2の回転方向下流側の位置において、感光ドラム2上の転写残トナーを均一化するための、残留トナー均一化手段（残留現像剤像均一化手段）6aである。もう1つは、この6aよりもドラム回転方向下流側、且つ、帯電部よりもドラム回転方向上流側の位置で、転写残トナーの帯電極性を正規極性である負極性に揃えるためのトナー帯電量制御手段（現像剤帯電量制御手段）6bである。

【0059】

一般的に、転写されずに感光ドラム2上に残留した転写残トナーは、反転トナーや帯電量が適切でないトナーが混在している。そこで、残留トナー均一化手段6aにより一度転写残トナーを除電し、次いでトナー帯電量制御手段6bで再度転写残トナーを正規極性に帯電処理する。これにより、帯電ローラ3への転写残トナーの付着防止を効果的に成すと共に、現像装置4での転写残トナーの除去・回収を完全に行うことができる。そのため、転写残トナー像パターンのゴースト像の発生も防止される。本実施例では、残留トナー均一化手段6a及びトナー帯電量制御手段6bは、適度の導電性を持ったブラシ状部材であり、ブラシ部を感光ドラム2の表面に接触させて配設されている。それぞれ残留トナー均一化手段6aと感光ドラム2の表面との接触部、トナー帯電量制御手段6bと感光ドラム2の表面との接触部を形成している。残留トナー均一化手段6aには、電源S4より正極性の直流電圧が印加されており、トナー帯電量制御手段6bには、電源S5より負極性の直流電圧が印加される。

【0060】

それぞれに印加される直流電圧の大きさは、装置内に設置した温湿度センサにより検知した温度及び相対湿度より計算される絶対水分量により、図4(a)、(b)に示すごとく変化させている。例えば、温度23、絶対水分量10.5g/m³の環境下においては、残留トナー均一化手段6aには+250V、トナー帯電量制御手段6bには-750Vの直流電圧がそれぞれ印加される。転写部において、中間転写ベルト16へのトナー画像の転写後に感光ドラム2上に残留する転写残トナーは、残留トナー均一化手段6aと感光ドラム2との接触部に至り、残留トナー均一化手段6aによりその電荷量が0μC/g近傍で均一化される。更に、残留トナー均一化手段6aで均一化された感光ドラム2の表面上の転写残トナーは、トナー帯電量制御手段6bと感光ドラム2との接触部に至り、トナー帯電量制御手段6bにより、その帯電極性が正規極性である負極性に揃えられる。転写残トナーの帯電極性を負極性に揃えることにより、帯電ローラ3と感光ドラム2との接触部（帯電部）で、転写残トナーの感光ドラム2への鏡映力を大きくし、転写残トナーが帯電ローラ3へ付着するのを防止する。この為にトナー帯電量制御手段6bにより転写残トナーに与える帯電量は、現像時のトナー帯電量と比較すると約2倍以上であるのが好ましくし温度23、絶対水分量10.5g/m³の環境下では凡そ-50μC/gである。帯電補助装置6には図示しないレシプロ機構が搭載されていて、感光ドラム2の駆動と

10

20

30

40

50

レシプロ機構の駆動が同一駆動となっている。このレシプロ機構によって帯電補助部材を主走査方向に陽動させ、感光ドラム上の転写残トナーや、後に説明する研磨粒子を効率よく残留トナー均一化手段 6 a 及びトナー帯電量制御手段 6 b に捕集することが出来る。

【 0 0 6 1 】

次に、現像工程における転写残トナーの回収について説明する。現像装置 4 は上述のように、現像と同時に転写残トナーを回収、清掃する。感光ドラム 2 上の静電潜像の現像に使用されるトナー帯電量（平均値）は、温度 23℃、絶対水分量 10.5 g/m³ の環境下においては凡そ - 25 μC/g である。感光ドラム 2 上の転写残トナーが現像装置 4 に十分に回収されるためには、現像装置 4 に到達する転写残トナーの帯電量がおよそ 15 ~ 35 μC/g の範囲であることが好ましい。しかし、上述のように、帯電ローラ 3 へのトナー付着を防止するためにトナー帯電量制御手段 6 b によって、- 50 μC/g と負極性に大きく帯電された転写残トナーは、現像装置 4 において回収させるためには除電を行う必要がある。ここで、帯電ローラ 3 には感光ドラム 2 表面を帯電処理するために、交流電圧（周波数 1.3 kHz、ピーク間電圧 $V_{pp} = 1.5 \text{ kV}$ ）が印加されている。この時、帯電ローラ 3 が感光ドラム 2 表面を帯電処理すると同時に、感光ドラム 2 上の転写残トナーが交流除電される。斯かる交流電圧条件において、凡そ - 50 μC/g であった転写残トナーの帯電量は、帯電部の通過後におよそ - 30 μC/g となる。これにより、現像工程において、感光ドラム 2 上のトナーが付着されるべきではない部分（暗部電位 V_d ）に付着した転写残トナーは、 V_{dc} と V_d との電位差によって現像装置 4 に回収される。

【 0 0 6 2 】

かくして、(i) 感光ドラム 2 の回動に伴って転写部から帯電部へ搬送される転写残トナーの電荷量を、トナー帯電量制御手段 6 b で正規極性である負極性に揃えて帯電処理して転写残トナーの帯電ローラ 3 への付着を防止する。(i i) 帯電ローラ 3 で感光ドラム 2 を所定の電位に帯電すると同時に、トナー帯電量制御手段 6 b で負極性に帯電処理された転写残トナーの帯電量を、現像装置 4 で感光ドラム 2 上の静電潜像を現像するのと同程度の帯電量に制御する。これにより、現像装置 4 での転写残トナーの回収が効率的に行われる。

【 0 0 6 3 】

上述のようなクリーナレスシステム、特に現像同時クリーニング方式によれば、従来一般に用いられているようなクリーニング装置を特別に設ける必要がなくなる。そして、廃トナーを出さずに再利用することができ、メンテナンスの煩わしさ、装置の小型化に大きく貢献するばかりでなく、環境保全や資源の有効利用などの点で好ましい。

【 0 0 6 4 】

次に再転写トナー、再転写外添剤について説明する。第 2、第 3、第 4 の画像形成部 1 M、1 C、1 B k には、各画像形成ユニットで形成されたトナー像の一次転写残トナーが送られてくるだけではない。この一次転写残トナーに加えて、中間転写体 1 6 の移動方向において、より上流の画像形成ユニットで形成されたトナー像の一部である再転写トナー、再転写外添剤が送られてくる。再転写とは、中間転写体 1 6 の移動方向上流側の画像形成ユニットで中間転写体に転写されたトナー像の一部が、下流側の画像形成部の一次転写部を通過する際に、その下流側の画像形成ユニットの感光ドラム 2 上に付着する現象である。そして、外添剤が単独で、あるいはトナーとともに、下流側の感光ドラムに再転写される。

【 0 0 6 5 】

再転写トナー、再転写外添剤は、一次転写部での転写電界や、感光ドラム 2 との鏡映力などにより感光ドラム 2 上に付着する。下流側の画像形成部ほど、上流の画像形成部の数が多くなる。そのため、下流側の画像形成部ほど、再転写トナー量、再転写外添剤量が多くなる。即ち、典型的には、第 1、第 2、第 3、第 4 の画像形成ユニット 1 Y、1 M、1 C、1 B k において、再転写トナー量は、 $1 Y < 1 M < 1 C < 1 B k$ の関係にある。特に下流の画像形成ユニットに従って外添剤の混入量が多くなるため、下流ユニットに従って外添剤によるキャリア汚染が顕著になる。

【 0 0 6 6 】

ここで先ほど述べたように、一次転写残トナーや再転写トナーは画像形成部の一次転写部において転写電界を印加しても、中間転写体 1 6 に担持できなかったトナーである。そのため、転写残トナーや再転写トナーは、その帯電電荷が正規の帯電極性とは逆極性であるもの又は極性を持たないものが多い。又、転写残トナーや再転写トナーは、トナー形状としても、異形トナーやトナー粒径が平均粒径と異なるものが多い。更に、再転写トナーは、上流の画像形成部で形成された別色のトナーから成るトナー像の一部であるので、トナーの性質も異なることがある。

【 0 0 6 7 】

これら一次転写残トナーや再転写トナーは、上述のように、一次転写部より感光体の回転方向下流に備えられた残留トナー均一化手段 6 a 及びトナー帯電量制御手段 6 b、及び帯電ローラ 3 により適正な帯電量に戻して、現像装置 4 で回収させる。しかし、下流の画像形成ユニットほど再転写トナーが多いため、残留トナー均一化手段 6 a 及びトナー帯電量制御手段 6 b がトナー及び外添剤などが蓄積して汚染され易い。そのため、下流の画像形成ユニットほど、転写残トナーや再転写トナーの帯電量の制御が不十分になる。

10

【 0 0 6 8 】

図 5 に、残留トナー均一化手段 6 a 及びトナー帯電量制御手段 6 b を通過した後の一次転写残トナーの帯電量分布を示す。

【 0 0 6 9 】

図 5 中の実線は、画像出力枚数がまだ少なく、残留トナー均一化手段 6 a 及びトナー帯電量制御手段 6 b の汚染が少ない状態での帯電量分布である。

20

【 0 0 7 0 】

又、図 5 中の破線は、カラー画像を 4 0 0 0 0 枚出力した後にベタ画像（最高濃度レベルの画像）を出力したときの、第 1 の画像形成ユニット 1 Y における転写残トナーの帯電量分布である。ここで、4 0 0 0 0 枚のカラー画像は、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックのそれぞれについて平均画像比率が 1 5 % であるものを出力した。

【 0 0 7 1 】

そして、図 5 中の一点鎖線は、カラー画像を 4 0 0 0 0 枚出力した後にベタ画像（最高濃度レベルの画像）を出力したときの、第 4 の画像形成ユニット 1 B k における転写残トナーの帯電量分布である。ここで、4 0 0 0 0 枚のカラー画像は、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックのそれぞれについて平均画像比率が 1 5 % であるものを出力した。

30

【 0 0 7 2 】

このように、多量の画像形成を行った後の、第 4 の画像形成ユニット 1 B k では、残留トナー均一化手段 6 a 及びトナー帯電量制御手段 6 b によるトナーの帯電量調整能力が低下する。第 2、第 3 の画像形成ユニット 1 M、1 C についても同様のことが言える。そして、典型的には、残留トナー均一化手段 6 a 及びトナー帯電量制御手段 6 b によるトナーの帯電量調整能力は、中間転写体 1 5 の移動方向において下流の画像形成部ほど低下する。

【 0 0 7 3 】

そのため、残留トナー均一化手段 6 a 及びトナー帯電量制御手段 6 b を通過した後のトナーは、正規の帯電極性である負極性ではなく、正極性のものや、正・負どちらの極性も持たない帯電量ゼロ [$\mu\text{C} / \text{g}$] に近いトナーの量が多くなる。

40

【 0 0 7 4 】

このような正極性のトナーや、正・負どちらの極性も持たない帯電量ゼロ [$\mu\text{C} / \text{g}$] に近いトナーは、現像部におけるかぶり取り電位 ($V_{back} : V_d$ と V_{dc} との電位差) による電界では、現像装置 4 に回収されない。但し、本実施例のように、現像装置 4 が二成分接触現像方式を採用しているような場合には、現像部において、感光ドラム 1 上のトナーは、現像スリーブ 4 b 上の磁気ブラシによって感光ドラム 2 上から掻き取られ、現像装置 4 内に回収される。

【 0 0 7 5 】

50

従って、現像装置4内のトナーの帯電量分布が広域分布になり、且つ、平均帯電量が低下する。このため、現像スリーブ4bとの間にかぶり取り電位(Vback)を形成している感光ドラム2上の白地部(非画像部)にトナーが付着し、かぶりなどの画像不良が発生し易くなる。特に画像形成ユニットの寿命後半でキャリア劣化が発生している場合、現像装置に回収されたトナーの帯電量をキャリアによって適正に出来なくなってしまうため、画像形成ユニットの下流ほどキャリア劣化を抑制しなくてはならない。

【0076】

次に、図6にブラック単色画像形成時におけるイエロー、マゼンタ、シアンのタイミングチャートを示した。画像形成装置がブラック単色画像形成を行う場合、画像形成を行わないイエロー、マゼンタ、シアンそれぞれのユニットの感光ドラムを空回転させている。

10

【0077】

次に、本実施例にて好適に使用される現像剤について述べる。

【0078】

現像剤は、初期状態の現像剤に含まれるトナー濃度が7Wt%となるように以下に説明する磁性キャリアとそれぞれの色の顔料を含む非磁性トナーを混合したものである。この時の、現像器中の現像剤におけるキャリア重量比率は、約93Wt%である。

【0079】

現像剤に含まれる磁性キャリアとしては、例えば表面酸化、未酸化の鉄、ニッケル、コバルト、マンガ、クロム、希土類等の金属から構成されるフェライト、あるいは、それらの酸化物からなるフェライト等を用いることができ、その製法は問われない。磁性キャリアは周知の方法で樹脂被覆することができる。又、本実施例では、ネオジウム、サマリウム、バリウム等を含むフェライト粒子に樹脂被覆を施した。そして重量平均粒径を20~100 μm 、好ましくは20~70 μm とした。また、色現像剤用のキャリアとしては $10^7 \sim 10^9 \cdot \text{cm}$ 、黒色現像剤用のキャリアとしては $10^9 \sim 10^{10} \cdot \text{cm}$ 、の体積抵抗(比抵抗)値を有する磁性キャリアを用いた。

20

【0080】

磁性キャリアの比抵抗は、セルに磁性キャリアを充填し、この充填したキャリアに接するように1対の電極の一方、他方を配し、これらの電極間に電圧を印加して、そのときに流れる電流を計測することにより測定した。比抵抗の測定条件は、充填したキャリアと電極の接触面積が約2.3 cm^2 、キャリア充填厚さが約2mm、上部電極の荷重が180g、印加電圧が100Vであった。この場合、磁性キャリアが粉末であるため、充填率に変化が生じることがあり、それにともない比抵抗が変化するので、そうならないようにキャリアの充填に慎重を要する。

30

【0081】

キャリアの抵抗は、 $1.0 \times 10^7 \cdot \text{cm}$ 未満ではキャリアの抵抗が低すぎることでキャリアに電荷が注入されやすくなり、キャリア付着しやすくなるので、この値が下限である。又、 $1.0 \times 10^{10} \cdot \text{cm}$ 以上ではトナーが周りにある現像剤の状態、絶縁性に近い状態の電気特性を示すようになり、現像不良やエッジ強調も発生しやすくなるので、この値近傍が上限になる。

【0082】

40

磁性キャリアの平均粒径は、垂直方向最大限長で示している。本発明では、顕微鏡により50~1000倍の倍率でキャリアを写真撮影し、得られた写真画像内のキャリア粒子から3000個以上のキャリア粒子をランダムに選び、それらの長軸を実測して算術平均を取ることに求めた。

【0083】

キャリアの磁化量は、通常のフェライトの磁気特性である $3.0 \times 10^5 \text{ A/m}$ 近傍のキャリアを用いている。磁気特性はこれに限られるものではなく、 $3.0 \times 10^4 \text{ A/m} \sim 3.0 \times 10^5 \text{ A/m}$ の範囲が好ましい。 $3.0 \times 10^4 \text{ A/m}$ 未満の特性をもつキャリアでは、現像スリーブ上の現像剤コート不良等の問題が発生する。また、 $3.0 \times 10^5 \text{ A/m}$ より大きい磁化量のキャリアを用いた場合、磁気ブラシムラによる画像の粒状性

50

の低下が発生し得るので、上述の領域のものを使用した。

【0084】

磁化量は、キャリアの磁気特性を理研電子（株）製の振動磁場型磁気特性自動記録装置にて、100mTの外部磁場中にパッキングしたキャリアの磁化（ $A\ m^2 / k\ g$ ）を求め、その後キャリアの真比重（ $k\ g / m^3$ ）をかけることで磁化量（ A / m ）を算出した。

【0085】

上記の磁性キャリアとともに現像剤に使用されるトナーとしては、従来公知の粉碎系のトナー等を用いることができる。トナーの体積平均粒径は4～15 $\mu\ m$ が好適である。

【0086】

又、本発明で使用する外添剤は、トナーに添加したときの耐久性の点から、トナー粒子の重量平均粒径の1/10以下の粒径であることが好ましい。この外添剤の粒径は、顕微鏡によるトナー粒子の表面観察により求めたその平均粒径を意味する。外添剤は、トナー粒子100重量部に対し0.01～80重量部が用いられ、好ましくは0.05～60重量部である。

【0087】

外添剤としては次のようなものが挙げられる。酸化アルミニウム、酸化チタン、チタン酸ストロンチウム、酸化セリウム、酸化マグネシウム、酸化クロム、酸化スズ、酸化亜鉛等の金属酸化物。窒化ケイ素等の窒化物。炭化ケイ素等の炭化物。硫酸カルシウム、硫酸バリウム、炭酸カルシウム等の金属塩。ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウム等の脂肪酸金属塩。カーボンブラック。シリカ等。これら外添剤は単独で使用しても、複数併用してもよい。好ましくは疎水化処理を行なったものがよい。但し、外添剤の役割としては流動性付与とともにトナー電荷量コントロールもあるので、その極性は重要である。

【0088】

本実施例では、ネガ極性のトナーに対して、ネガ極性のシリカ3.0%と弱ポジ極性の酸化チタン1.0%を外添している。両者とも流動性向上を目的としたものであるが、シリカはトナー帯電量を向上させるためにも添加している。

【0089】

以上の成分を含むトナーの帯電極性は、ネガ極性、ポジ極性どちらでも可能である。本実施例では、ネガ帯電極性のトナーを用い、キャリアとの摩擦により帯電する平均トナー帯電量（単位重量当りの電荷量；以下 Q / M ）が $-1.0 \times 10^{-2} C / k\ g \sim -6.0 \times 10^{-2} C / k\ g$ のものを用いた。

【0090】

次に、本実施例にて好適に使用される感光ドラムについて述べる。

【0091】

本実施例では、感光ドラム2として、直径が30mmの有機感光ドラムを用いている。感光ドラム2は、図7に示すように、接地されたアルミニウムなどの導電材製ドラム基体1aの外周面に、通常の有機光導電体層（OPC）からなる感光体層1bを形成塗布し、その上に耐摩耗性に優れた保護層（OCL）1cを塗布形成したものである。このうち感光体層1bは、下引き層（CPL）1b1、注入阻止層（UCL）1b2、電荷発生層（CGL）1b3、電荷輸送層（CTL）1b4の4層によって構成されている。感光層1bは、通常は絶縁体であり、特定の波長の光を照射することにより、導電体となるという特徴を有している。これは、光照射により電荷発生層1b内に正孔（電子対）が生成し、それらが電荷の流れの担い手となるからである。電荷発生層1bは厚さ0.2 $\mu\ m$ のフタロシニアン化合物で、電荷輸送層1cは厚さ25 $\mu\ m$ 程度のヒドラゾン化合物を分散させたポリカーボネートで構成されている。本実施例で用いている有機感光ドラムの寿命は10000枚である。

【0092】

図8に上記の画像形成装置の動作工程図を示した。

a：前多回転工程

画像形成装置の始動（起動）動作期間（ウォーミング期間）である。画像形成装置のメ

10

20

30

40

50

イン電源スイッチのONにより、画像形成装置のメインモータを起動させて、所要のプロセス機器の準備動作を実行する。

b：スタンバイ

所定の始動動作期間終了後、メインモータの駆動が停止し、プリントジョブ開始信号が入力されるまで画像形成装置をスタンバイ（待機）状態に保持する。

c：前回転工程

プリントジョブ開始信号の入力に基づいて、メインモータを再駆動させて、所要のプロセス機器のプリントジョブ前動作を実行する期間である。

より実際的には、1．画像形成装置がプリントジョブ開始信号を受信、2．フォーマットで画像を展開（画像のデータ量やフォーマットの処理速度により展開時間は変わる）、3．前回転工程開始、という順序になる。

10

【0093】

なお、前記1．の前多回転工程中にプリントジョブ開始信号が入力している場合は、前多回転工程の終了後、前記2．のスタンバイ無しに、引き続き前回転工程に移行する。

d：プリントジョブ実行

所定の前回転工程が終了すると、引き続いて前記の画像形成プロセスが実行されて、画像形成済みの記録材が出力される。

連続プリントジョブの場合は前記の画像形成プロセスが繰返されて所定枚数分の画像形成済みの記録材が順次に出力される。

e：紙間工程

20

連続プリントジョブの場合において、一の記録材Pの後端と次の記録材Pの先端との間隔工程であり、転写部や定着装置においては非通紙状態期間である。

f：後回転工程

1枚だけのプリントジョブの場合その画像形成済みの記録材が出力された後、あるいは連続プリントジョブの場合その連続プリントジョブの最後の画像形成済みの記録材が出力された後もメインモータを引き続き所定の時間駆動させる。これにより所要のプロセス機器のプリントジョブ後動作を実行する期間である。

g：スタンバイ

所定の後回転工程終了後、メインモータの駆動が停止し、次のプリントジョブ開始信号が入力されるまで画像形成装置をスタンバイ（待機）状態に保持する。

30

【0094】

上記において、d：のプリントジョブ実行時が画像形成時であり、a：の前多回転工程時、c：の前回転工程時、e：の紙間工程時、f：の後回転工程時が非画像形成時である。

【0095】

非画像形成時とは、上記の前多回転工程時、前回転工程時、紙間工程時、後回転工程時のうちの少なくとも1つの工程時、さらにはその工程時内の少なくとも所定時間である。

【0096】

（実験1）

ここで上記構成を採用している画像形成装置において発生した問題を説明する。本実施例において、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックそれぞれの補給現像剤のキャリア比率を10%にした場合、以下のような問題が発生した。なお、補給現像剤のキャリア比率とは、補給現像剤の重量に占めるキャリアの重量の割合のことである。

40

【0097】

画像比率10%のフルカラー画像形成を行った場合、マゼンタ、シアン、ブラックにおいて、下流ステーションのユニットに従って、トナーかぶり、飛散、粒状度（がさつき）が悪化する現象が発生してしまった。表1に、フルカラー画像形成枚数が60000枚に達したときのかぶり、飛散、粒状度、トナー帯電量低下率の詳細な結果を示した。尚、かぶりに関しては、ベタ白画像を通紙したときの紙上のかぶり反射率測定の結果を記載し、飛散に関しては、レーザースキャナ窓の汚れ具合を、：良好、：汚れあるが画質に

50

影響なし、×：画質に影響あり（NG）の3段階評価を行っている。また粒状度（がさつき）に関しては、目視による評価を行い、○：良好、△：初期より悪化しているが画質に影響なし、×：画質に影響あり（NG）の3段階評価を行った。かぶりの合格ラインは2.0%以下で、飛散、粒状度レベルは○以上を合格ラインとした。トナー帯電量低下率は、初期と60000枚通紙後のトナー帯電量を2成分ブローオフ法を用いて測定し、初期のトナー帯電量に対する通紙後のトナー帯電量の低下率（%）を算出した結果である。

【0098】

【表1】

表1

画像形成ユニット	イエロー	マゼンタ	シアン	ブラック
かぶり反射率	1.7%(合格)	2.1%(NG)	2.7%(NG)	3.5%(NG)
飛散レベル	○	△	×	×
粒状度	○	△	×	×
トナー帯電量変化率(Δ)	7%	12%	20%	30%

【0099】

表1に示したように実験1の場合において、下流ステーションのユニットに従って、トナーかぶり、飛散、粒状度（がさつき）が悪化する現象が発生してしまった。これは下流側のユニットに従って、再転写トナー、外添剤が現像器内に多量に混入し、その結果下流側のユニットに従って、キャリア劣化や現像器における帯電能力の低下が促進されてしまったためである。

【0100】

（実験2）

一方、表2に、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックそれぞれの補給剤に含まれるキャリア比率を10%、11%、12%、13%にした場合の評価結果を示す。画像比率10%のフルカラー画像形成を60000枚行ったときのかぶり、飛散、粒状度、トナー帯電量低下率の詳細な結果を示した。

【0101】

【表2】

表2

画像形成ユニット	イエロー	マゼンタ	シアン	ブラック
かぶり反射率	1.7%(合格)	1.7%(合格)	1.8%(合格)	1.8%(合格)
飛散レベル	○	○	○	○
粒状度	○	○	○	○
トナー帯電量変化率(Δ)	7%	7%	7%	7%

【0102】

表2に示したように実験2の場合において、全ての画像形成ユニットにおけるトナーかぶり、飛散、粒状度（がさつき）を、現像器寿命60000枚を通じて安定したトナー帯電量及び画質を維持することが出来た。

【0103】

尚、全ての画像形成ユニットの補給剤に含まれるキャリア比率を13%にすることによっても同様の効果が得られるが、上流ユニットのキャリア比率を必要以上に高くすることはランニングコストが上がってしまうため実用的ではない。

【0104】

又、本実施例においては、各色の補給剤に含まれるキャリア比率を前述の値として、画像比率を10%で画像形成を行った場合、全ての画像形成ユニットでトナーかぶり、飛散、がさつきは現像器寿命60000枚を通じて発生しなかった。

【0105】

これに対して、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックそれぞれの補給剤に含まれるキャリア比率を10%、10%、12%、13%と変更した評価を行なった。この場合、画像比率3%のフルカラー画像形成を行った場合にも、全ての画像形成ユニットでトナーかぶり、飛散、がさつきは現像器寿命600000枚を通じて発生しなかった。その結果を表3に示した。

【0106】

【表3】

表3

画像形成ユニット	イエロー	マゼンタ	シアン	ブラック
かぶり反射率	1.4%(合格)	1.8%(合格)	1.8%(合格)	1.7%(合格)
飛散レベル	○	○	○	○
粒状度	○	○	○	○
トナー帯電量変化率(Δ)	7%	8%	7%	7%

10

【0107】

この理由としては、画像比率が低いために、第1の画像形成ユニット1Yからの再転写トナー及び再転写外添剤の、第2の画像形成ユニット1Mへの混入量が、実使用上問題がある混入量ではなかったためと考えられる。この場合にも、第1、第3及び第4の画像形成ユニット、1Y、1C、1Bk、或いは第2、第3及び第4の画像形成ユニット1M、1C、1Bkにおいて、下流ユニットほど補給剤に含まれるキャリア比率を多くしている。このため、全体として、実用上問題ない程度に、トナーかぶり、飛散、がさつきの発生を抑制することができる。

20

【0108】

以上のように、クリーナレス方式と現像剤自動交換方式を併用した画像形成装置において、上流側に対し下流側の画像形成ユニットの補給現像剤に含まれるキャリア比率を上げることとした。これにより、再転写トナー、外添剤が混入した場合においても全ての画像形成ユニットのキャリア劣化を抑制し、トナーかぶり、飛散、がさつきを発生させずに、長期にわたって安定した画像形成を行うことを達成した。

【0109】

更に詳細に検討した結果、補給剤に含まれるキャリア重量比率は1~40wt%に設定することが好ましいことが分かった。もしキャリア重量比率を1wt%より小さくした場合、自動現像剤交換方式の効果がなくなってしまう。また40wt%を超えると、補給用のトナー容器内に占めるトナーの割合が低くなってしまふ。この為、例えば画像比率が高い画像形成を連続して行った場合、トナー補給の追従性が損なわれてしまふ。あるいは、キャリアの補給量が排出量を上回ってしまうことによって現像容器内の現像剤が飽和してしまうことが発生してしまふ。更にトナーボトル内でトナーに対する帯電が開始されてしまふことによって余剰に電荷を持ったトナーが補給されてしまふことも発生した。よって補給はあくまでトナー補給がメインなので補給剤のキャリア比率は、トナー補給量の観点で40wt%以下が好ましい。

30

【0110】

また、互いに近接する上流側のキャリア重量比率を $C(N)\%$ 、下流側のキャリア重量比率を $C(N+1)\%$ とすると、 $1 < C(N+1)/C(N) < 3$ とすることが好ましいことが分かった。補給剤のキャリア比率を必要以上に高くしてしまうとコストがアップしてしまうため、 $C(N+1)/C(N) > 3$ とした場合、下流側のキャリア比率が必要以上に多くなってしまひ、コストアップを招く。また、高濃度画像を現像するにあたって多量のトナー補給が必要な場合、下流側の補給剤はトナー比率が低い為、トナー補給の追従性も劣ってしまう。キャリア劣化に対しては上記関係式を満たすことによって十分に抑制できることが分かった。

40

【0111】

50

尚、本実施例では、画像形成装置の構成については図1に示すものに限定されず、例えば中間転写体を用いずに感光ドラムから直接に記録媒体へとトナー像が転写される直接転写方式のものにも適用できる。

【0112】

また、本実施例で説明した画像形成装置の構成部品の寸法、材質、形状、及びその相対位置等は、特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。

【0113】

(第2の実施例)

次に、実施例2について説明する。尚、本実施の形態における画像形成プロセスとしては、前述した実施例1とほぼ同一であるため、重複する説明は適宜省略する。

【0114】

ブラック単色の画像形成を行う際は、図6によって前述したように、他色の画像形成ユニットは、感光ドラムのみを駆動させ、現像装置、帯電装置及び帯電補助装置は動作させていない。よって、ブラック画像形成ユニット内に上流画像形成ユニットからの再転写トナー、外添剤が混入することはまれである。

【0115】

そこで、例えばフルカラー画像形成を行う頻度が高いユーザー向けの装置では、実施例1のように各色の画像形成ユニットにおいて、下流ユニットに従って補給剤のキャリア重量比を上げる、ということは非常に有用である。

【0116】

一方、ブラック画像形成を行う頻度が高いユーザー向けの装置では、実施例1のようにブラックの画像形成ユニットのキャリア重量比率を高くすることは、必要以上にキャリア交換が行われてしまうために、コストアップを招いてしまっていた。

【0117】

そこで本実施例においては、ブラック単色の画像形成を頻繁に行うユーザーのために、以下の工夫を行なう。ブラックの画像形成ユニットの上流側に他色の画像形成ユニットがある場合でも、ブラックの画像形成ユニットにおける補給剤のキャリア重量比率を、必ずしも上流側の画像形成ユニットにおける補給剤のキャリア重量比よりも高くしないこととした。以下に詳細を述べる。

【0118】

(実験3)

本実施例では、フルカラーの画像形成を殆ど行わず、ブラックの画像形成を頻繁に行うユーザーのための装置を想定する。ユーザーの使用状態としては、フルカラー画像形成頻度：ブラック単色画像形成頻度 = 2 : 8 を想定する。

【0119】

イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの画像形成ユニットにおける補給剤のキャリア重量比をそれぞれ、10%、11%、12%、11%とした。そして、フルカラー画像形成頻度：ブラック単色画像形成頻度 = 2 : 8 の割合で、画像比率10%で画像形成を各画像形成ユニットで600K枚行ったときの、かぶり、飛散、粒状度、トナー帯電量低下率の評価を行なった。その結果を、表4に示す。

【0120】

10

20

30

40

【表 4】

表 4

画像形成ユニット	イエロー	マゼンタ	シアン	ブラック
かぶり反射率	1.7%(合格)	1.7%(合格)	1.8%(合格)	1.8%(合格)
飛散レベル	○	○	○	○
粒状度	○	○	○	○
トナー帯電量変化率(Δ)	7%	7%	7%	7%

【 0 1 2 1 】

表 4 に示したように全ての画像形成ユニットにおけるトナーかぶり、飛散、粒状度（がさつき）を、現像器寿命 6 0 0 0 0 0 枚を通じて安定したトナー帯電量及び画質を維持することが出来た。

【 0 1 2 2 】

（実験 4）

一方、フルカラーの画像形成とブラックの画像形成をほぼ同じ割合で行うユーザーのための装置を想定する。ユーザーの使用状態としては、フルカラー画像形成頻度：ブラック単色画像形成頻度 = 1 : 1 を想定する。

【 0 1 2 3 】

イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの画像形成ユニットにおける補給剤のキャリア重量比をそれぞれ、10%、11%、12%、12%とした。そして、フルカラー画像形成頻度：ブラック単色画像形成頻度 = 1 : 1 の割合で、画像比率 10% で画像形成を各画像形成ユニットで 6 0 0 K 枚行ったときの、かぶり、飛散、粒状度、トナー帯電量低下率の評価を行なった。その結果を、表 5 に示す。

【 0 1 2 4 】

【表 5】

表 5

画像形成ユニット	イエロー	マゼンタ	シアン	ブラック
かぶり反射率	1.7%(合格)	1.7%(合格)	1.8%(合格)	1.7%(合格)
飛散レベル	○	○	○	○
粒状度	○	○	○	○
トナー帯電量変化率(Δ)	7%	7%	7%	7%

【 0 1 2 5 】

表 5 に示したように全ての画像形成ユニットにおけるトナーかぶり、飛散、粒状度（がさつき）を、現像器寿命 6 0 0 0 0 0 枚を通じて安定したトナー帯電量及び画質を維持することが出来た。

【 0 1 2 6 】

以上のように、ブラック単色の画像形成を頻繁に行うユーザー向けの装置として、以下のような構成とする。ブラックの画像形成ユニットの上流側に他色の画像形成ユニットがある場合でも、ブラックの補給剤のキャリア重量比率を、必ずしも上流側の画像形成ユニットにおける補給剤のキャリア重量比よりも高くしないこととする。且つ他の画像形成ユニットについては、下流側の画像形成ユニットに従って補給剤に含まれるキャリア比率を上げることとした。これによってクリーナレス方式と現像剤自動交換方式を併用した画像形成装置において、以下の効果が得られる。それは、ブラック画像形成ユニットの補給剤のキャリア比率を必要以上に上げることなく、再転写トナー、外添剤が混入した場合においても全ての画像形成ユニットのキャリア劣化を抑制できる。それにより、トナーかぶり、飛散、がさつきを発生させずに、長期にわたって安定した画像形成を行うことを達成できる。

【 0 1 2 7 】

10

20

30

40

50

(第3の実施例)

次に、実施例3について説明する。尚、本実施の形態における画像形成プロセスとしては、前述した実施例1、2とほぼ同一であるため、重複する説明は適宜省略する。

【0128】

実施例1、2においては、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの全ての画像形成ユニットにおいてクリーナレスシステムを採用していた。一方、本実施例においては、ブラックの画像形成ユニットのみ感光ドラム用のクリーナー機構を有する構成となっている。そしてクリーナー機構を有するブラック画像形成ユニットの補給剤のキャリア比率は、クリーナレスの画像形成ユニットよりも低くする。且つ他色のクリーナレス画像形成ユニットについては、下流側の画像形成ユニットに従って補給剤に含まれるキャリア比率を上げる

10

【0129】

本実施例では、ブラックのみ感光ドラムのクリーナー機構を有するため、転写残トナーや外添剤の影響によるキャリア汚染が大幅に低減されているため、ブラックの補給剤のキャリア比率を他のクリーナレス画像形成ユニットよりも低く設定できる。本実施例では、ブラックの画像形成が頻繁に行われることを想定して、ブラックの画像形成ユニットのみ感光ドラムの寿命をアップさせるためにアモルファスシリコン感光ドラムを用いている。アモルファスシリコン感光ドラムは実施例1で説明した有機感光ドラムよりも耐磨耗性が非常に優れている一方、表面が磨耗しないことによって画像流れが発生しやすいため、クリーナブレードを装着して使用されている。クリーナブレードを装着することによって感光ドラム表面の放電生成物を除去することが可能となる。本実施例で用いている有機感光ドラムの寿命は10000枚、アモルファスシリコン感光ドラムは50000枚である。

20

【0130】

ここで本実施例におけるブラックの画像形成ユニットの詳細を、図9を用いて説明する。現像装置4については実施例1、2と重複するため省略する。

【0131】

帯電装置21として、スコロトロンタイプのコロナ放電器を使用している。このコロナ放電器は、放電ワイヤ22を、感光ドラム2側が開口した金属製のシールドで覆って形成されている。ブラック画像形成ユニットはクリーニング装置20を有していて、一次転写後に感光ドラム2表面に残った転写残トナーを、クリーニング装置20によって除去している。またブラック画像形成ユニットの感光ドラムとして、公知のアモルファスシリコン感光ドラムを用いている。

30

【0132】

(実験5)

実験5では、ブラックのみ感光ドラムのクリーナー機構を有するため、転写残トナーや外添剤の影響によるキャリア汚染が大幅に低減されているため、ブラックの補給剤のキャリア比率を他のクリーナレス画像形成ユニットよりも低く設定した。具体的にイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの画像形成ユニットにおける補給剤のキャリア重量比をそれぞれ、10%、11%、12%、9%とした。そして表6に、画像比率10%で画像形成をそれぞれの画像形成ユニットで60000枚行ったときのかぶり、飛散、粒状度、トナー帯電量低下率の詳細な結果を示した。

40

【0133】

【表 6】

表 6

画像形成ユニット	イエロー	マゼンタ	シアン	ブラック
かぶり反射率	1.7%(合格)	1.7%(合格)	1.8%(合格)	1.8%(合格)
飛散レベル	○	○	○	○
粒状度	○	○	○	○
トナー帯電量変化率(Δ)	7%	7%	7%	7%

【 0 1 3 4 】

表 6 に示したように実験 5 の場合において、全ての画像形成ユニットにおけるトナーかぶり、飛散、粒状度(がさつき)を、現像器寿命 6 0 0 0 0 0 枚を通じて安定したトナー帯電量及び画質を維持することが出来た。

10

【 0 1 3 5 】

以上のように、感光ドラムにクリーナー機構を有する画像形成ユニットにおける補給剤のキャリア重量比率を、クリーナレスの画像形成ユニットにおける補給剤のキャリア重量比よりも低くする。且つ他のクリーナレス画像形成ユニットについては、下流側の画像形成ユニットに従って補給剤に含まれるキャリア比率を上げることとした。これによって、クリーナー機構を有する画像形成ユニットの補給剤のキャリア比率を必要以上に上げることなく、全ての画像形成ユニットのキャリア劣化を抑制できる。これにより、トナーかぶり、飛散、がさつきを発生させずに、長期にわたって安定した画像形成を行うことを達成

20

【図面の簡単な説明】

【 0 1 3 6 】

【図 1】本発明が適用される画像形成装置の一例の概略構成図。

【図 2】本発明に係る画像形成装置のクリーナレスシステムについての説明図。

【図 3】本発明に係る現像装置の説明図。

【図 4】(a) は残留トナー均一化手段の絶対水分量に対する印加電圧の関係を示す関係図。(b) はトナー帯電量制御手段の絶対水分量に対する印加電圧の関係を示す関係図。

【図 5】本実施例における帯電補助部材通過後のトナー帯電量分布を示した図。

【図 6】実施例 1、2 におけるブラック単色画像形成中の、他色の画像形成ユニットの動作を示した図。

30

【図 7】本実施例における有機感光ドラムを説明するための図。

【図 8】本実施例における画像形成装置の動作工程を説明するための図。

【図 9】実施例 3 におけるブラックの画像形成ユニットについて説明するための図。

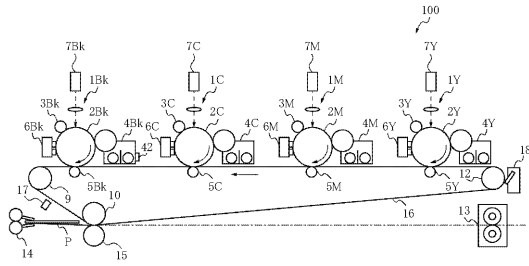
【符号の説明】

【 0 1 3 7 】

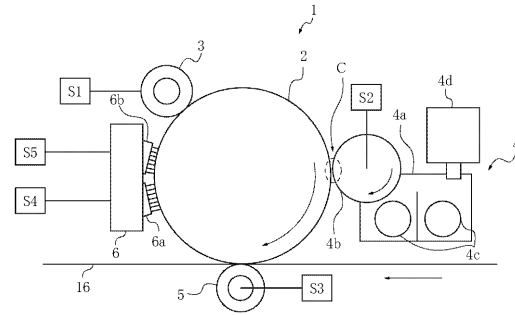
- 1 画像形成ユニット(画像形成部)
- 2 像担持体(感光ドラム)
- 3 帯電手段(帯電ローラ)
- 4 現像手段
- 5 転写手段
- 6 帯電補助手段

40

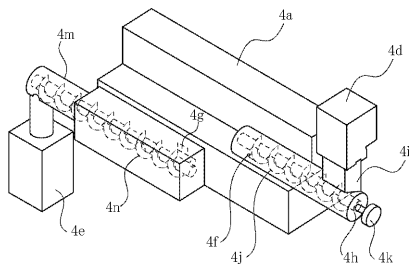
【図1】



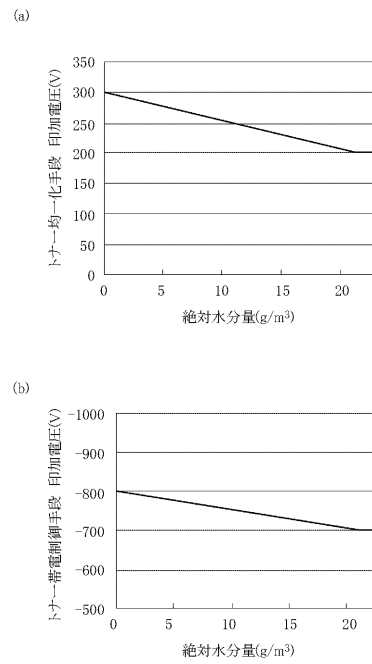
【図2】



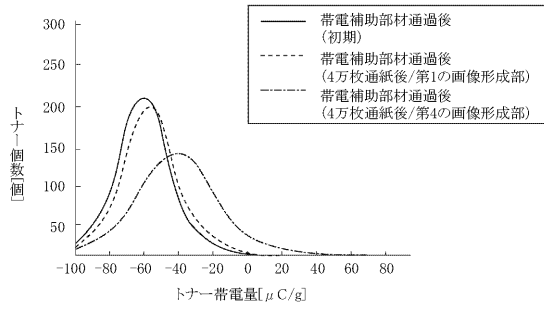
【図3】



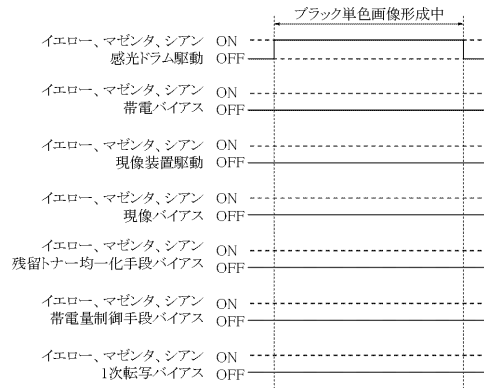
【図4】



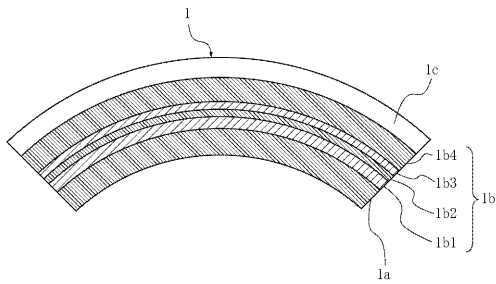
【図5】



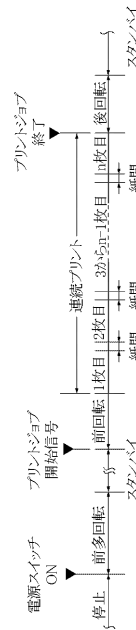
【図6】



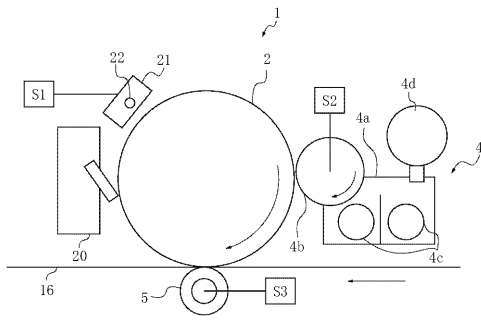
【図7】



【図8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-126224(JP,A)
特開2006-091833(JP,A)
特開2003-140402(JP,A)
特開2002-23452(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G03G 15/08