

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4670951号
(P4670951)

(45) 発行日 平成23年4月13日(2011.4.13)

(24) 登録日 平成23年1月28日(2011.1.28)

(51) Int.Cl.

F I

G03G 15/08 (2006.01)

G03G 15/08 502C
G03G 15/08 501A
G03G 15/08 501B
G03G 15/08 507H
G03G 15/08 506A

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2008-314073 (P2008-314073)
(22) 出願日 平成20年12月10日(2008.12.10)
(65) 公開番号 特開2010-139595 (P2010-139595A)
(43) 公開日 平成22年6月24日(2010.6.24)
審査請求日 平成21年12月14日(2009.12.14)

(73) 特許権者 303000372
コニカミノルタビジネステクノロジーズ株式会社
東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
(74) 代理人 100101454
弁理士 山田 卓二
(74) 代理人 100081422
弁理士 田中 光雄
(72) 発明者 齋藤 和広
東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 コニカミノルタビジネステクノロジーズ株式会社内

審査官 中澤 俊彦

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】

静電潜像担持体と、

前記静電潜像担持体上に静電潜像を形成する静電潜像形成手段と、

非磁性トナーと磁性キャリアとを含む現像剤を担持する現像剤担持体と、

供給回収領域を介して前記現像剤担持体に対向し且つ現像領域を介して前記静電潜像担持体に非接触に対向するように配置され、前記供給回収領域において前記現像剤担持体から供給されたトナーを担持するトナー担持体と、

前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間に、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間でトナーの供給と回収を行うための第1の振動電界を形成し、前記トナー担持体と前記静電潜像担持体との間に、前記トナー担持体から前記静電潜像担持体上の静電潜像画像部へトナーを移動させるための第2の振動電界を形成する電界形成手段と、を備え、

前記現像剤担持体と前記トナー担持体が、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との対向部において互いに反対方向に移動するように回転し、

第1の振動電界は、平均的には前記現像剤担持体から前記トナー担持体へトナーを供給する方向の振動電界である画像形成装置であって、

前記トナー担持体上の単位面積当たりのトナー担持量 (M/A1) が 4 g/m^2 以下であり、且つ、

前記静電潜像担持体の周速度 S_p に対する前記トナー担持体の周速度 S_d の比率 R_d (S_d/S_p) と、前記トナー担持量 (M/A1) との積 ($R_d \times M/A1$) が 4 g/m^2

10

20

以上であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】

静電潜像担持体と、

前記静電潜像担持体上に静電潜像を形成する静電潜像形成手段と、

非磁性トナーと磁性キャリアとを含む現像剤を担持する現像剤担持体と、

供給回収領域を介して前記現像剤担持体に対向し且つ現像領域を介して前記静電潜像担持体に非接触に対向するように配置され、前記供給回収領域において前記現像剤担持体から供給されたトナーを担持するトナー担持体と、

前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間に、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間でトナーの供給と回収を行うための第 1 の振動電界を形成し、前記トナー担持体と前記静電潜像担持体との間に、前記トナー担持体から前記静電潜像担持体上の静電潜像画像部へトナーを移動させるための第 2 の振動電界を形成する電界形成手段と、を備え、

前記現像剤担持体と前記トナー担持体が、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との対向部において互いに反対方向に移動するように回転し、

第 1 の振動電界は、平均的には前記現像剤担持体から前記トナー担持体へトナーを供給する方向の振動電界である画像形成装置であって、

前記トナー担持体上の単位面積当たりのトナー担持量 ($M / A 1$) が $4.5 \text{ g} / \text{m}^2$ 以下であり、且つ、

第 1 の振動電界における前記トナー担持体の電位 $V d$ と前記現像剤担持体の電位 $V s$ との電位差 ($V d - V s$) の平均値の絶対値 $| V a v g |$ が 200 ボルト以下であり、且つ、

前記静電潜像担持体の周速度 $S p$ に対する前記トナー担持体の周速度 $S d$ の比率 $R d$ ($S d / S p$) と、前記トナー担持量 ($M / A 1$) との積 ($R d \times M / A 1$) が $4 \text{ g} / \text{m}^2$ 以上であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 3】

静電潜像担持体と、

前記静電潜像担持体上に静電潜像を形成する静電潜像形成手段と、

非磁性トナーと磁性キャリアとを含む現像剤を担持する現像剤担持体と、

供給回収領域を介して前記現像剤担持体に対向し且つ現像領域を介して前記静電潜像担持体に非接触に対向するように配置され、前記供給回収領域において前記現像剤担持体から供給されたトナーを担持するトナー担持体と、

前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間に、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間でトナーの供給と回収を行うための第 1 の振動電界を形成し、前記トナー担持体と前記静電潜像担持体との間に、前記トナー担持体から前記静電潜像担持体上の静電潜像画像部へトナーを移動させるための第 2 の振動電界を形成する電界形成手段と、を備え、

前記現像剤担持体と前記トナー担持体が、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との対向部において互いに反対方向に移動するように回転し、

第 1 の振動電界は、平均的には前記現像剤担持体から前記トナー担持体へトナーを供給する方向の振動電界である画像形成装置であって、

前記トナー担持体上の単位面積当たりのトナー担持量 ($M / A 1$) が $4.5 \text{ g} / \text{m}^2$ 以下であり、且つ、

前記トナー担持体の周速度 $S d$ に対する前記現像剤担持体の周速度 $S s$ の比率 $R s$ ($S s / S d$) が 1 以上であり、且つ、

前記静電潜像担持体の周速度 $S p$ に対する前記トナー担持体の周速度 $S d$ の比率 $R d$ ($S d / S p$) と、前記トナー担持量 ($M / A 1$) との積 ($R d \times M / A 1$) が $4 \text{ g} / \text{m}^2$ 以上であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 4】

前記周速度の比率 $R d$ ($S d / S p$) が 4 以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子写真方式の画像形成装置、及びこの画像形成装置に使用される現像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電子写真方式の画像形成装置に関して、ハイブリッド現像と呼ばれる現像方式を採用する技術が提案されている（特許文献1参照）。ハイブリッド現像を採用した画像形成装置は、現像剤担持体（磁気ローラ）とトナー担持体（現像ローラ）とを備えた現像装置を有する。現像剤担持体の外周面には、非磁性トナーと磁性キャリアとを含む2成分現像剤が保持され、現像剤担持体に保持された現像剤からトナーだけが選択的にトナー担持体の外周面に供給される。トナー担持体の外周面に保持されたトナーは、静電潜像担持体上の静電潜像の顕在化（現像）に利用される。

10

【0003】

ハイブリッド現像では、現像剤担持体の外周面に保持された現像剤が、現像剤担持体の周囲に形成される磁力線に沿って配置される。このような状態で現像剤担持体の周囲に配置された現像剤は磁気ブラシと呼ばれる。現像剤担持体とトナー担持体との近接領域（供給回収領域）では、磁気ブラシの先端がトナー担持体の外周面に接触し、磁気ブラシを構成する現像剤のうちトナーだけが、現像剤担持体とトナー担持体との間に形成された電界により、トナー担持体の外周面へ移動する。トナー担持体の外周面に保持されたトナーの一部は、静電潜像担持体との近接領域（現像領域）において、トナー担持体と静電潜像担持体との間に形成された電界により静電潜像担持体の静電潜像画像部へ移動し、これにより静電潜像が顕在化する。トナー担持体上の残りのトナーは、トナー担持体の回転により供給回収領域に搬送されると、磁気ブラシの先端により機械的に掻き取られ、トナー担持体の外周面から除去される。

20

【0004】

現像剤担持体とトナー担持体にはバイアスがそれぞれ印加され、これにより、現像剤担持体とトナー担持体との間に供給回収電界が形成される。供給回収電界は振動電界からなり、現像剤担持体とトナー担持体との間に、現像剤担持体上のトナーをトナー担持体へ供給する方向の電界と、トナー担持体上のトナーを現像剤担持体へ回収する方向の電界とが交互に形成される。トナー担持体へのトナー供給量を十分に確保するため、供給回収電界は、平均的には現像剤担持体からトナー担持体へトナーを供給する方向に設定される。

30

【0005】

ハイブリッド現像は、トナーが受けるストレスが小さいこと、高品質の画像が得られること、トナーの飛散が少ないことなどの利点を有する。しかし、ハイブリッド現像には、画像メモリと呼ばれる現象が発生しやすい問題がある。画像メモリとは、印字画像の濃淡が反転した画像（反転画像）が直後の画像領域に出現する現象をいう。例えば、白紙部とベタ部が混在してなる印字画像の画像メモリが、全面ハーフトーン濃度の画像領域（ハーフトーン画像領域）に発生する場合、ハーフトーン画像領域において、元々ベタ部であった部分の濃度よりも元々白紙部であった部分の濃度が高くなる。

40

【0006】

ハイブリッド現像を採用する場合に画像メモリが発生する理由としては、現像剤担持体上の磁気ブラシによりトナー担持体上のトナーを十分に回収できず、トナー担持体上におけるトナー付着量のばらつきを解消できないことが考えられる。また、トナー担持体上のトナーを十分に回収できない一因として、上述のように供給回収電界が平均的にトナーを供給する方向の電界であることが考えられる。

【0007】

ハイブリッド現像方式においてトナー担持体からのトナー回収性能を高めるためには、トナー担持体上のトナーを回収するための回収部材を現像剤担持体とは別に設けることが考えられる。しかし、現像剤担持体とは別に回収部材を設けると、部品点数が増加し、装

50

置の大型化を招く不具合が生じる。

【0008】

また、トナー担持体上のトナー担持量を少なくすることで、トナー担持体上のトナーを磁気ブラシにより回収しやすくすることも考えられる。なお、トナー担持体上のトナー担持量を調整する技術は、例えば特許文献2に開示されている。

【0009】

【特許文献1】特開2006-308687号公報

【特許文献2】特開2006-317980号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

しかし、トナー担持体上のトナー担持量を少なくすると、トナー担持体から静電潜像担持体上の静電潜像画像部へ十分な量のトナーを供給できないことがあり、この場合、所望の画像濃度を得ることができなくなる。

【0011】

そこで、本発明は、ハイブリッド現像を採用する場合において、部品点数の増加と画像濃度の低下を回避しつつ、画像メモリを確実に防止することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するため、本願の第1の発明に係る画像形成装置は、
静電潜像担持体と、
前記静電潜像担持体上に静電潜像を形成する静電潜像形成手段と、
 非磁性トナーと磁性キャリアとを含む現像剤を担持する現像剤担持体と、
 供給回収領域を介して前記現像剤担持体に対向し且つ現像領域を介して前記静電潜像担持体に非接触に対向するように配置され、前記供給回収領域において前記現像剤担持体から供給されたトナーを担持するトナー担持体と、
 前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間に、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間でトナーの供給と回収を行うための第1の振動電界を形成し、前記トナー担持体と前記静電潜像担持体との間に、前記トナー担持体から前記静電潜像担持体上の静電潜像画像部へトナーを移動させるための第2の振動電界を形成する電界形成手段と、を備え、
 前記現像剤担持体と前記トナー担持体が、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との対向部において互いに反対方向に移動するように回転し、
 第1の振動電界は、平均的には前記現像剤担持体から前記トナー担持体へトナーを供給する方向の振動電界である画像形成装置であって、
 前記トナー担持体上の単位面積当たりのトナー担持量 ($M/A1$) が 4 g/m^2 以下であり、且つ、
 前記静電潜像担持体の周速度 S_p に対する前記トナー担持体の周速度 S_d の比率 R_d (S_d/S_p) と、前記トナー担持量 ($M/A1$) との積 ($R_d \times M/A1$) が 4 g/m^2 以上であることを特徴とする。

20

30

【0013】

本願の第2の発明に係る画像形成装置は、
静電潜像担持体と、
前記静電潜像担持体上に静電潜像を形成する静電潜像形成手段と、
 非磁性トナーと磁性キャリアとを含む現像剤を担持する現像剤担持体と、
 供給回収領域を介して前記現像剤担持体に対向し且つ現像領域を介して前記静電潜像担持体に非接触に対向するように配置され、前記供給回収領域において前記現像剤担持体から供給されたトナーを担持するトナー担持体と、
 前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間に、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間でトナーの供給と回収を行うための第1の振動電界を形成し、前記トナー担持体と前記静電潜像担持体との間に、前記トナー担持体から前記静電潜像担持体上の静電潜像画

40

50

像部へトナーを移動させるための第2の振動電界を形成する電界形成手段と、を備え、

前記現像剤担持体と前記トナー担持体が、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との対向部において互いに反対方向に移動するように回転し、

第1の振動電界は、平均的には前記現像剤担持体から前記トナー担持体へトナーを供給する方向の振動電界である画像形成装置であって、

前記トナー担持体上の単位面積当たりのトナー担持量 ($M/A1$) が 4.5 g/m^2 以下であり、且つ、

第1の振動電界における前記トナー担持体の電位 V_d と前記現像剤担持体の電位 V_s との電位差 ($V_d - V_s$) の平均値の絶対値 $|V_{avg}|$ が 200 ボルト以下であり、且つ、

前記静電潜像担持体の周速度 S_p に対する前記トナー担持体の周速度 S_d の比率 R_d (S_d/S_p) と、前記トナー担持量 ($M/A1$) との積 ($R_d \times M/A1$) が 4 g/m^2 以上であることを特徴とする。

【0014】

本願の第3の発明に係る画像形成装置は、
静電潜像担持体と、

前記静電潜像担持体上に静電潜像を形成する静電潜像形成手段と、

非磁性トナーと磁性キャリアとを含む現像剤を担持する現像剤担持体と、

供給回収領域を介して前記現像剤担持体に対向し且つ現像領域を介して前記静電潜像担持体に非接触に対向するように配置され、前記供給回収領域において前記現像剤担持体から供給されたトナーを担持するトナー担持体と、

前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間に、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との間でトナーの供給と回収を行うための第1の振動電界を形成し、前記トナー担持体と前記静電潜像担持体との間に、前記トナー担持体から前記静電潜像担持体上の静電潜像画像部へトナーを移動させるための第2の振動電界を形成する電界形成手段と、を備え、

前記現像剤担持体と前記トナー担持体が、前記現像剤担持体と前記トナー担持体との対向部において互いに反対方向に移動するように回転し、

第1の振動電界は、平均的には前記現像剤担持体から前記トナー担持体へトナーを供給する方向の振動電界である画像形成装置であって、

前記トナー担持体上の単位面積当たりのトナー担持量 ($M/A1$) が 4.5 g/m^2 以下であり、且つ、

前記トナー担持体の周速度 S_d に対する前記現像剤担持体の周速度 S_s の比率 R_s (S_s/S_d) が 1 以上であり、且つ、

前記静電潜像担持体の周速度 S_p に対する前記トナー担持体の周速度 S_d の比率 R_d (S_d/S_p) と、前記トナー担持量 ($M/A1$) との積 ($R_d \times M/A1$) が 4 g/m^2 以上であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本願の第1の発明によれば、トナー担持体上の単位面積当たりのトナー担持量 ($M/A1$) が 4 g/m^2 以下であるため、トナー担持体表面へのトナーの付着力を十分に低減できる。そのため、供給回収領域において、トナー担持体上のトナーを現像剤担持体上の磁気ブラシにより十分に回収することができ、これにより画像メモリの発生を防止できる。また、静電潜像担持体の周速度 S_p に対するトナー担持体の周速度 S_d の比率 R_d (S_d/S_p) と、トナー担持量 ($M/A1$) との積 ($R_d \times M/A1$) が 4 g/m^2 以上であるため、トナー担持体から静電潜像担持体上の静電潜像画像部へ供給される単位時間当たりのトナー量を十分に確保できる。そのため、上述のようにトナー担持量 ($M/A1$) が 4 g/m^2 以下であっても、良好な画像濃度を得ることができる。

【0017】

本願の第2の発明によれば、トナー担持体上の単位面積当たりのトナー担持量 ($M/A1$) が 4.5 g/m^2 以下であるため、トナー担持体表面へのトナーの付着力を効果的に

10

20

30

40

50

低減できる。また、トナー担持体の電位 V_d と現像剤担持体の電位 V_s との電位差 ($V_d - V_s$) の平均値の絶対値 $|V_{avg}|$ が 200 ボルト以下であるため、トナー担持体上の比較的粒径が大きいトナーも、現像剤担持体上の磁気ブラシにより良好に回収することができる。これらのことから、画像メモリの発生を防止できる。さらに、第 1 の発明と同様、静電潜像担持体の周速度 S_p に対するトナー担持体の周速度 S_d の比率 R_d (S_d / S_p) と、トナー担持量 (M / A_1) との積 ($R_d \times M / A_1$) が $4 \text{ g} / \text{m}^2$ 以上であるため、良好な画像濃度を得ることができる。

【0018】

本願の第 3 の発明によれば、トナー担持体上の単位面積当たりのトナー担持量 (M / A_1) が $4.5 \text{ g} / \text{m}^2$ 以下であるため、トナー担持体表面へのトナーの付着力を効果的に低減できる。また、トナー担持体の周速度 S_d に対する現像剤担持体の周速度 S_s の比率 R_s (S_s / S_d) が 1 以上であるため、現像剤担持体上の磁気ブラシがトナー担持体上のトナーに接触する頻度が高められる。これらのことから、画像メモリの発生を防止できる。さらに、第 1 及び第 2 の発明と同様、静電潜像担持体の周速度 S_p に対するトナー担持体の周速度 S_d の比率 R_d (S_d / S_p) と、トナー担持量 (M / A_1) との積 ($R_d \times M / A_1$) が $4 \text{ g} / \text{m}^2$ 以上であるため、良好な画像濃度を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。なお、以下の説明では、特定の方向を意味する用語（例えば、「上」、「下」、「左」、「右」、およびそれらを含む他の用語、「時計回り方向」、「反時計回り方向」）を使用するが、それらの使用は図面を参照した発明の理解を容易にするためであって、それらの用語の意味によって本発明は限定的に解釈されるべきものでない。また、以下に説明する画像形成装置及び現像装置では、同一又は類似の構成部分には同一の符号を用いている。

【0020】

〔1. 画像形成装置〕

図 1 は、本発明に係る電子写真式画像形成装置の画像形成に関連する部分を示す。画像形成装置は、複写機、プリンタ、ファクシミリ、およびそれらの機能を複合的に備えた複合機のいずれであってもよい。画像形成装置 1 は、静電潜像担持体である感光体 12 を有する。実施形態において、感光体 12 は円筒形で構成されているが、本発明はそのような形態に限定されるものでなく、代わりに無端ベルト式の感光体も使用可能である。感光体 12 は、図示しないモータに駆動連結されており、モータの駆動に基づいて矢印 14 方向に回転するようにしてある。感光体 12 の周囲には、感光体 12 の回転方向に沿って、帯電ステーション 16、露光ステーション 18、現像ステーション 20、転写ステーション 22、およびクリーニングステーション 24 が配置されている。

【0021】

帯電ステーション 16 は、感光体 12 の外周面である感光体層を所定の電位に帯電する帯電装置 26 を備えている。実施形態では、帯電装置 26 は円筒形状のローラとして表されているが、これに代えて他の形態の帯電装置（例えば、回転型又は固定型のブラシ式帯電装置、ワイヤ放電式帯電装置）も使用できる。露光ステーション 18 は、感光体 12 の近傍又は感光体 12 から離れた場所に配置された露光装置 28 から出射された画像光 30 が、帯電された感光体 12 の外周面に向けて進行するための通路 32 を有する。露光ステーション 18 を通過した感光体 12 の外周面には、画像光が投射されて電位の減衰した部分とほぼ帯電電位を維持する部分からなる、静電潜像が形成される。実施形態では、電位の減衰した部分が静電潜像画像部、ほぼ帯電電位を維持する部分が静電潜像非画像部である。現像ステーション 20 は、粉体現像剤を用いて静電潜像を可視像化する現像装置 34 を有する。現像装置 34 の詳細は後に説明する。転写ステーション 22 は、感光体 12 の外周面に形成された可視像を紙やフィルムなどのシート 38 に転写する転写装置 36 を有する。実施形態では、転写装置 36 は円筒形状のローラとして表されているが、他の形態の転写装置（例えば、ワイヤ放電式転写装置）も使用できる。クリーニングステーション

10

20

30

40

50

24は、転写ステーション22でシート38に転写されることなく感光体12の外周面に残留する未転写トナーを感光体12の外周面から回収するクリーニング装置40を有する。実施形態では、クリーニング装置40は板状のブレードとして示されているが、代わりに他の形態のクリーニング装置（例えば、回転型又は固定型のブラシ式クリーニング装置）も使用できる。

【0022】

このような構成を備えた画像形成装置1の画像形成時、感光体12はモータ（図示せず）の駆動に基づいて時計周り方向に回転する。このとき、帯電ステーション16を通過する感光体外周部分は、帯電装置26で所定の電位に帯電される。帯電された感光体外周部分は、露光ステーション18で画像光30が露光されて静電潜像が形成される。静電潜像は、感光体12の回転と共に現像ステーション20に搬送され、そこで現像装置34によって現像剤として可視像化される。可視像化された現像剤は、感光体12の回転と共に転写ステーション22に搬送され、そこで転写装置36によりシート38に転写される。現像剤が転写されたシート38は図示しない定着ステーションに搬送され、そこでシート38に現像剤が固定される。転写ステーション22を通過した感光体外周部分はクリーニングステーション24に搬送され、そこでシート38に転写されることなく感光体12の外周面に残存する現像剤が回収される。

【0023】

〔2. 現像装置〕

現像装置34は、第1の成分粒子である非磁性トナーと第2の成分粒子である磁性キャリアを含む2成分現像剤と以下に説明する種々の部材を収容するハウジング42を備えている。図面を簡略化することで発明の理解を容易にするため、ハウジング42の一部は削除してある。

【0024】

ハウジング42は感光体12に向けて開放された開口部44を備えている。開口部44の近傍に形成された空間46には、トナー担持体である現像ローラ48が設けてある。現像ローラ48は、円筒状の部材であり、感光体12と平行に且つ感光体12の外周面と所定の現像ギャップ50を介して、回転可能に配置されている。

【0025】

現像ローラ48の背後には、別の空間52が形成されている。空間52には、現像剤担持体である搬送ローラ54が、現像ローラ48と平行に且つ現像ローラ48の外周面と所定の供給回収ギャップ56を介して配置されている。搬送ローラ54は、磁石体58と、磁石体58の周囲を回転可能に支持された円筒スリーブ60を有する。スリーブ60の上方には、ハウジング42に固定され、スリーブ60の中心軸と平行に伸びる規制板62が、所定の規制ギャップ64を介して対向配置されている。

【0026】

磁石体58は、スリーブ60の内面に対向し、搬送ローラ54の中心軸方向に伸びる、複数の磁極を有する。実施形態では、複数の磁極は、規制板62の近傍にある搬送ローラ54の上部内周面部分に対向する磁極S1、供給回収ギャップ56の近傍にある搬送ローラ54の左側内周面部分に対向する磁極N1、搬送ローラ54の下部内周面部分に対向する磁極S2、搬送ローラ54の右側内周面部分に対向する、2つの隣接する同極性の磁極N2, N3を含む。

【0027】

搬送ローラ54の背後には、現像剤攪拌室66が形成されている。攪拌室66は、搬送ローラ54の近傍に形成された前室68と搬送ローラ54から離れた後室70を有する。前室68には図面の表面から裏面に向かって現像剤を攪拌しながら搬送する前攪拌搬送部材である前スクリュウ72が回転可能に配置され、後室70には図面の裏面から表面に向かって現像剤を攪拌しながら搬送する後攪拌部材搬送部材である後スクリュウ74が回転可能に配置されている。図示するように、前室68と後室70は、両者の間に設けた隔壁76で分離してもよい。この場合、前室68と後室70の両端近傍にある隔壁部分は除か

10

20

30

40

50

れて連絡通路が形成されており、前室 68 の下流側端部に到達した現像剤が連絡通路を介して後室 70 へ送り込まれ、また後室 70 の下流側端部に到達した現像剤が連絡通路を介して前室 68 に送り込まれるようにしてある。

【 0 0 2 8 】

このように構成された現像装置 34 の動作を説明する。画像形成時、図示しないモータの駆動に基づいて、現像ローラ 48 とスリーブ 60 はそれぞれ矢印 78, 80 方向に回転する。すなわち、現像ローラ 48 とスリーブ 60 は、現像ローラ 48 とスリーブ 60 との対向部において互いに反対方向（所謂カウンタ方向）に移動するように回転する。前スクリュー 72 は矢印 82 方向に回転し、後スクリュー 74 は矢印 84 方向に回転する。これにより、現像剤攪拌室 66 に収容されている現像剤 2 は、前室 68 と後室 70 を循環搬送されながら、攪拌される。その結果、現像剤に含まれるトナーとキャリアが摩擦接触し、互いに逆の極性に帯電される。実施形態では、キャリアは正極性、トナーは負極性に帯電されるものとする。キャリアはトナーに比べて相当大きいため、正極性に帯電したキャリアの周囲に、負極性に帯電したトナーが、主として両者の電氣的な吸引力に基づいて付着している。

【 0 0 2 9 】

帯電された現像剤 2 は、前スクリュー 72 によって前室 68 を搬送される過程で搬送ローラ 54 に供給される。前スクリュー 72 から搬送ローラ 54 に供給された現像剤 2 は、磁極 N3 の近傍で、磁極 N3 の磁力によって、スリーブ 60 の外周面に保持される。スリーブ 60 に保持された現像剤 2 は、磁石体 58 によって形成された磁力線に沿って磁気ブラシを構成しており、スリーブ 60 の回転に基づいて反時計周り方向に搬送される。規制板 62 の対向領域（規制領域 86）で磁極 S1 に保持されている現像剤 2 は、規制板 62 により、規制ギャップ 64 を通過する量が所定量に規制される。規制ギャップ 64 を通過した現像剤 2 は、磁極 N1 が対向する、現像ローラ 48 と搬送ローラ 54 が対向する領域（供給回収領域）88 に搬送される。後に詳細に説明するように、供給回収領域 88 のうち、主にスリーブ 60 の回転方向に関して上流側の領域（供給領域）90 では、現像ローラ 48 とスリーブ 60 との間に形成された電界の存在により、キャリアに付着しているトナーが現像ローラ 48 に電氣的に供給される。また、供給回収領域 88 のうち、主にスリーブ 60 の回転方向に関して下流側の領域（回収領域）92 では、後に説明するように、現像に寄与することなく供給回収領域 88 に送り戻された現像ローラ 48 上のトナーが、磁極 N1 の磁力線に沿って形成されている磁気ブラシに掻き取られてスリーブ 60 に回収される。キャリアは磁石体 58 の磁力によってスリーブ 60 の外周面に保持されており、スリーブ 60 から現像ローラ 48 に移動することはない。供給回収領域 88 を通過した現像剤 2 は、磁石体 58 の磁力に保持され、スリーブ 60 の回転と共に磁極 S2 の対向部を通過して磁極 N2 と N3 の対向領域（放出領域 94）に到達すると、磁極 N2 と N3 によって形成される反発磁界によってスリーブ 60 の外周面から前室 68 に放出され、前室 68 を搬送されている現像剤 2 に混合される。

【 0 0 3 0 】

供給領域 90 で現像ローラ 48 に保持されたトナーは、現像ローラ 48 の回転と共に反時計周り方向に搬送され、感光体 12 と現像ローラ 48 が対向する領域（現像領域）96 で、感光体 12 の外周面に形成されている静電潜像画像部に付着する。実施形態の画像形成装置では、感光体 12 の外周面は帯電装置 26 で負極性の所定の電位 V_H が付与され、露光装置 28 で画像光 30 が投射された静電潜像画像部が所定の電位 V_L まで減衰し、露光装置 28 で画像光 30 が投射されていない静電潜像非画像部はほぼ帯電電位 V_H を維持している。したがって、現像領域 96 では、感光体 12 と現像ローラ 48 との間に形成されている電界の作用を受けて、負極性に帯電したトナーが静電潜像画像部に付着し、この静電潜像を現像剤像として可視像化する。

【 0 0 3 1 】

このようにして現像剤 2 からトナーが消費されると、消費された量に見合う量のトナーが現像剤 2 に補給されることが好ましい。そのために、現像装置 34 は、ハウジング 42

に收容されているトナーとキャリアの混合比を測定する手段を備えている。また、後室 70 の上方にはトナー補給部 98 が設けてある。トナー補給部 98 は、トナーを收容するための容器 100 を有する。容器 100 の底部には開口部 102 が形成されており、この開口部 102 に補給ローラ 104 が配置されている。補給ローラ 104 は図示しないモータに駆動連結されており、トナーとキャリアの混合比を測定する手段の出力に基づいてモータが駆動し、トナーが後室 70 に落下補給するようにしてある。

【0032】

〔3. 現像剤の材料〕

トナー、キャリア、および現像剤に含まれる他の粒子の具体的な材料を説明する。

【0033】

〔トナー〕

トナーには、画像形成装置で従来から一般に使用されている公知のトナーを使用できる。トナー粒径は、例えば約 3 ~ 15 μm であるが、好ましくは、8 μm 以下の小粒径トナーが使用される。小粒径のトナーを使用すると、現像ローラ 48 から感光体 12 へのトナーの移動が容易となり、良好な画像濃度を確保しやすくなる。バインダー樹脂中に着色剤を含有させたトナー、荷電制御剤や離型剤を含有するトナー、表面に添加剤を保持するトナーも使用できる。

【0034】

トナーの飽和帯電量は 40 $\mu\text{C}/\text{g}$ 以下であることが好ましい。これにより、トナーの帯電量が 40 $\mu\text{C}/\text{g}$ よりも大きくなることを回避できるため、トナーと現像ローラ 48 との静電的な付着力を低減でき、磁気ブラシによるトナー回収性能の向上を図ることができる。

【0035】

トナーは、例えば、粉砕法、乳化重合法、懸濁重合法等の公知の方法で製造できる。

【0036】

〔バインダー樹脂〕

トナーに使用されるバインダー樹脂は、限定的ではないが、例えば、スチレン系樹脂（スチレンまたはスチレン置換体を含む単重合体または共重合体）、ポリエステル樹脂、エポキシ系樹脂、塩化ビニル樹脂、フェノール樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリウレタン樹脂、シリコン樹脂、またはそれらの樹脂を任意に混ぜ合わせたものである。バインダー樹脂は、軟化温度が約 80 ~ 160 の範囲、ガラス転移点が約 50 ~ 75 の範囲であることが好ましい。

【0037】

〔着色剤〕

着色剤は、公知の材料、例えば、カーボンブラック、アニリンブラック、活性炭、マグネタイト、ベンジンイエロー、パーマネントイエロー、ナフトールイエロー、フタロシアニブルー、ファーストスカイブルー、ウルトラマリンブルー、ローズベンガル、レーキレッド等を用いることができる。着色剤の添加量は、一般に、バインダー樹脂 100 重量部に対して、2 ~ 20 重量部であることが好ましい。

【0038】

〔荷電制御剤〕

荷電制御剤は、従来から荷電制御剤として知られている材料が使用できる。具体的に、正極性に帯電するトナーには、例えばニグロシン系染料、4級アンモニウム塩系化合物、トリフェニルメタン系化合物、イミダゾール系化合物、ポリアミン樹脂が荷電制御剤として使用できる。負極性に帯電するトナーには、Cr、Co、Al、Fe等の金属含有アゾ系染料、サリチル酸金属化合物、アルキルサリチル酸金属化合物、カーリックスアレーン化合物が荷電制御剤として使用できる。荷電制御剤は、バインダー樹脂 100 重量部に対して、0.1 ~ 10 重量部の割合で用いることが好ましい。

【0039】

離型剤は、従来から離型剤として使用されている公知のものを使用できる。離型剤の材

10

20

30

40

50

料には、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、カルナバワックス、サゾールワックス、又はそれらを適宜組み合わせた混合物が用いられる。離型剤は、バインダー樹脂 100 重量部に対して、0.1 ~ 10 重量部の割合で用いることが好ましい。

【0040】

〔その他の添加剤〕

その他、現像剤の流動化を促進する流動化剤を添加してもよい。流動化剤には、例えば、シリカ、酸化チタン、酸化アルミニウム等の無機微粒子や、アクリル樹脂、スチレン樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂等の樹脂微粒子が使用できる。特にシランカップリング剤、チタンカップリング剤、およびシリコンオイル等で疎水化した材料を用いるのが好ましい。流動化剤は、トナー 100 重量部に対して、0.1 ~ 5 重量部の割合で添加させることが好ましい。これら添加剤の個数平均一次粒径は 9 ~ 100 nm であることが好ましい。

10

〔キャリア〕

キャリアは、従来から一般に使用されている公知のキャリアを使用できる。バインダー型キャリアやコート型キャリアのいずれを用いてもよい。キャリア粒径は、限定的ではないが、約 15 ~ 100 μm が好ましい。

【0041】

バインダー型キャリアは、磁性体微粒子をバインダー樹脂中に分散させたものであり、表面に正極性または負極性に帯電する微粒子又はコーティング層を有するものが使用できる。バインダー型キャリアの極性等の帯電特性は、バインダー樹脂の材質、帯電性微粒子、表面コーティング層の種類によって制御できる。

20

【0042】

バインダー型キャリアに用いられるバインダー樹脂としては、ポリスチレン系樹脂に代表されるビニル系樹脂、ポリエステル系樹脂、ナイロン系樹脂、ポリオレフィン系樹脂などの熱可塑性樹脂、フェノール樹脂等の硬化性樹脂が例示される。

【0043】

バインダー型キャリアの磁性体微粒子としては、マグネタイト、ガンマ酸化鉄等のスピネルフェライト、鉄以外の金属 (Mn、Ni、Mg、Cu 等) を一種または二種以上含有するスピネルフェライト、バリウムフェライト等のマグネトプランバイト型フェライト、表面に酸化層を有する鉄や合金の粒子を用いることができる。キャリアの形状は、粒状、球状、針状のいずれであってもよい。特に高磁化を要する場合には、鉄系の強磁性微粒子を用いることが好ましい。化学的な安定性を考慮すると、マグネタイト、ガンマ酸化鉄を含むスピネルフェライトやバリウムフェライト等のマグネトプランバイト型フェライトの強磁性微粒子を用いることが好ましい。強磁性微粒子の種類及び含有量を適宜選択することにより、所望の磁化を有する磁性樹脂キャリアを得ることができる。磁性体微粒子は磁性樹脂キャリア中に 50 ~ 90 重量% の量で添加することが適当である。

30

【0044】

バインダー型キャリアの表面コート材としては、シリコン樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、フッ素系樹脂等が用いられる。これらの樹脂をキャリア表面にコートし硬化させてコート層を形成することにより、キャリアの電荷付与能力を向上できる。

40

【0045】

バインダー型キャリアの表面への帯電性微粒子あるいは導電性微粒子の固着は、例えば、磁性樹脂キャリアと微粒子とを均一混合し、磁性樹脂キャリアの表面にこれら微粒子を付着させた後、機械的・熱的な衝撃力を与えることにより微粒子を磁性樹脂キャリア中に打ち込むことで行われる。この場合、微粒子は、磁性樹脂キャリア中に完全に埋設されるのではなく、その一部が磁性樹脂キャリア表面から突出するように固定される。帯電性微粒子には、有機、無機の絶縁性材料が用いられる。具体的に、有機系の絶縁性材料としては、ポリスチレン、スチレン系共重合体、アクリル樹脂、各種アクリル共重合体、ナイロン、ポリエチレン、ポリプロピレン、フッ素樹脂およびこれらの架橋物などの有機絶縁性微粒子がある。電荷付与能力および帯電極性は、帯電性微粒子の素材、重合触媒、表面処

50

理等に調整できる。無機系の絶縁性材料としては、シリカ、二酸化チタン等の負極性に帯電する無機微粒子や、チタン酸ストロンチウム、アルミナ等の正極性に帯電する無機微粒子が用いられる。

【0046】

コート型キャリアは、磁性体からなるキャリアコア粒子を樹脂で被覆したキャリアであり、バインダー型キャリア同様に、キャリア表面に正極性または負極性に帯電する帯電性微粒子を固着することができる。コート型キャリアの極性等の帯電特性は、表面コーティング層の種類や帯電性微粒子の選択により調整できる。コーティング樹脂は、バインダー型キャリアのバインダー樹脂と同様の樹脂が使用可能である。

【0047】

トナーとキャリアの混合比は所望のトナー帯電量が得られるよう調整されれば良く、トナー比はトナーとキャリアとの合計量に対して3～50重量%、好ましくは6～30重量%が適している。

【0048】

〔荷電粒子〕

キャリアの長寿命化を図るため、トナーとの摩擦接触によりトナーを正規の極性に帯電する荷電粒子（インプラント粒子）を、第3の成分として2成分現像剤に添加するようにしてもよい。荷電粒子が添加される場合、キャリアの表面に汚れ（スペント）が生じてても、スペントに荷電粒子が打ち込まれることで、長期に亘って安定したトナーの荷電性が得られる。好適に使用される荷電粒子は、トナーの帯電極性に応じて適宜選択される。キャリアとの摩擦接触により負極性に帯電するトナーを用いる場合、荷電粒子は、トナーとの接触により正極性に帯電する微粒子が用いられ、具体的には、例えばチタン酸ストロンチウムが用いられる。

【0049】

〔4. 現像ローラの材料〕

現像ローラ48としては、例えば、表面処理が施されたアルミニウム等の金属材料からなる導電性ローラが用いられる。また、現像ローラ48として、樹脂またはゴム等のコーティング材料をアルミニウム等の導電性基体の外周面にコーティングしたものを使用してもよい。この場合、コーティング材料としては、例えば、ポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ウレタン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリエーテルケトン樹脂、塩化ビニル樹脂、酢酸ビニル樹脂、シリコーン樹脂もしくはフッ素樹脂等の樹脂、又は、シリコーンゴム、ウレタンゴム、ニトリルゴム、天然ゴムもしくはイソプレングム等のゴムが挙げられる。また、コーティング材料を使用する場合、電子導電剤またはイオン導電剤等の導電剤をコーティング材料に添加してもよい。電子導電剤としては、例えば、ケッチェンブラック、アセチレンブラック若しくはファーネスブラック等のカーボンブラック、金属粉、又は金属酸化物の微粒子等が使用される。一方、イオン導電剤としては、例えば、四級アンモニウム塩等のカチオン性化合物、両性化合物、又はその他のイオン性高分子材料が使用される。

【0050】

〔5. 現像ローラのトナー担持量〕

現像ローラ48上の単位面積当たりのトナー担持量（M/A1）は1g/m²以上であることが好ましく、これにより、現像に必要な量のトナーを現像ローラ48上に確保できる。また、現像ローラ48上の単位面積当たりのトナー担持量（M/A1）は4.5g/m²以下であることが好ましく、4g/m²以下であることが望ましい。これにより、現像ローラ48の外周面に対するトナーの付着力を十分に低減できるため、現像ローラ48上のトナーを搬送ローラ54上の磁気ブラシにより良好に掻き取ることができる。よって、磁気ブラシによるトナー回収性能を高めることができ、画像メモリの発生を防止することができる。現像ローラ48上の単位面積当たりのトナー担持量（M/A1）は、後述の電界形成装置110により現像ローラ48と搬送ローラ54との間の電界を変化させるこ

10

20

30

40

50

とにより調整できる。

【0051】

〔6．ローラの周速比〕

感光体12の周速度 S_p 、現像ローラ48の周速度 S_d 、及び搬送ローラ54（スリーブ60）の周速度 S_s は、画像形成装置1の任意の位置に設けられた制御部182により適切な大きさに制御される。

【0052】

感光体12の周速度 S_p に対する現像ローラ48の周速度 S_d の比率 R_d （ S_d / S_p ）は1以上であることが好ましく、これにより、現像に必要な量のトナーを現像ローラ48から感光体12上の静電潜像画像部へ供給可能となる。また、周速比 R_d （ S_d / S_p ）は4以下であることが好ましく、これにより、現像ローラ48が過剰に速く回転することを回避でき、現像ローラ48の高速回転に伴う現像装置34の発熱を防止できる。

【0053】

ところで、現像ローラ48から感光体12の静電潜像画像部へ供給される単位時間当たりのトナー量は、周速比 R_d （ S_d / S_p ）とトナー担持量（ M / A_1 ）との積（ $R_d \times M / A_1$ ）の影響を受ける。現像ローラ48から感光体12の静電潜像画像部へ十分な量のトナーを供給するためには、積（ $R_d \times M / A_1$ ）が $4 \text{ g} / \text{m}^2$ 以上であることが好ましく、これにより、良好な画像濃度を得ることができる。

【0054】

現像ローラ48の周速度 S_d に対する搬送ローラ54の周速度 S_s の比率 R_s （ S_s / S_d ）は1以上であることが好ましい。このように搬送ローラ54の回転速度を大きくすることで、搬送ローラ54上の磁気ブラシが現像ローラ48上のトナーに接触する頻度を高めることができ、磁気ブラシによるトナー回収性能を高めることができる。よって、この場合、画像メモリの発生を一層確実に防止することができる。

【0055】

〔7．電界形成手段〕

トナーの帯電極性が負極性である場合の電界形成手段の具体例について説明する。

【0056】

搬送ローラ54と現像ローラ48との間に、トナーの供給と回収を行うための第1の電界である供給回収電界を形成し、現像ローラ48と感光体12との間に、搬送ローラ54から感光体12上の静電潜像画像部へトナーを移動させるための第2の電界である現像電界を形成するために、現像ローラ48と搬送ローラ54は電界形成装置110と電気的に接続されている。電界形成装置110の動作は制御部182により制御される。電界形成装置110は、平均的には搬送ローラ54から現像ローラ48へトナーを供給する方向の振動電界からなる供給回収電界を形成するように構成すればよい。具体的に、電界形成装置110は例えば図2に示すように構成される。

【0057】

図2に示す構成において、電界形成装置110は、現像ローラ48に接続された第1の電源112と、搬送ローラ54のスリーブ60に接続された第2の電源114とを有する。

【0058】

第1の電源112は、現像ローラ48とグラウンド116との間に直流電源118と交流電源154とを有する。直流電源118は、トナーの帯電極性と同一極性の直流電圧（例えば-350ボルト）を現像ローラ48に印加する。交流電源154は、現像ローラ48とグラウンド116との間に、振幅（ピーク・ツー・ピーク電圧）が例えば1,500ボルトであり周波数が例えば3kHzである交流電圧を印加する。すなわち、現像ローラ48には、交流電圧に直流電圧が重畳されてなるバイアスが印加され、現像ローラ48の電位 V_d は、感光体12の静電潜像画像部の電位 V_L よりも高電位の状態（例えば+400ボルト）と、感光体12の静電潜像画像部の電位 V_L よりも低電位の状態（例えば-1100ボルト）とが交互に繰り返されるように周期的に変化する（図3参照）。なお、静電潜

10

20

30

40

50

像画像部の電位 V_L は、例えば - 100ボルト以上 - 50ボルト以下であることが好ましく、より好適には例えば - 60ボルトである。

【0059】

第2の電源114は、搬送ローラ54とグラウンド116との間に直流電源120と交流電源156とを有する。直流電源120は、トナーの帯電極性と同一極性の直流電圧（例えば - 200ボルト）を搬送ローラ54に印加する。交流電源156は、搬送ローラ54とグラウンド116との間に、振幅（ピーク・ツー・ピーク電圧）が例えば1,000ボルトであり周波数が例えば3kHzである交流電圧を印加する。すなわち、搬送ローラ54には、交流電圧に直流電圧が重畳されてなるバイアスが印加され、搬送ローラ54の電位 V_s は、現像ローラ48の電位よりも低い状態（例えば - 700ボルト）と、現像ローラ48の電位よりも高い状態（例えば + 300ボルト）とが交互に繰り返されるように周期的に変化する（図3参照）。

10

【0060】

図3に示すように、現像ローラ48に印加される電圧 V_d と、搬送ローラ54に印加される電圧 V_s とは、同一の周期（ $a + b$ ）を有する。また、電圧 V_d の低電位側のデューティ比と、電圧 V_s の高電位側のデューティ比とは、同一の大きさ（ $a / (a + b) \times 100$ ）である。

【0061】

上述したように、現像ローラ48上の単位面積当たりのトナー担持量（ $M/A1$ ）は、供給回収電界を変化させることにより調整可能である。供給回収電界を変化させるためには、現像ローラ48に印加される電圧 V_d 、又は搬送ローラ54に印加される電圧 V_s の少なくとも一方を変化させればよい。ただし、電圧 V_d を変化させると現像に影響が及ぶため、電圧 V_s を変化させることでトナー担持量（ $M/A1$ ）を調整することが好ましい。具体的には、電圧 V_s の振幅（ピーク・ツー・ピーク電圧）及び/又は直流成分を変化させることで、トナー担持量（ $M/A1$ ）を調整することが好ましい。

20

【0062】

供給回収電界は、現像ローラ48に印加される電圧 V_d と搬送ローラ54に印加される電圧 V_s との電位差（ $V_d - V_s$ ）からなる。図4に示すように、電位差（ $V_d - V_s$ ）は、符号 a で示す期間においては所定の負の値 $D1$ （例えば - 1400ボルト）となり、符号 b で示す期間においては所定の正の値 $D2$ （例えば + 1100ボルト）となる。これにより、供給回収電界は、搬送ローラ54から現像ローラ48へトナーを供給する方向の電界と、現像ローラ48から搬送ローラ54へトナーが回収される方向の電界とが交互に繰り返されて構成される。電位差（ $V_d - V_s$ ）の平均値 V_{avg} は正の値（例えば + 100ボルト）である。これにより、供給回収電界は、平均的には搬送ローラ54から現像ローラ48へトナーを供給する方向の振動電界となる。なお、平均値 V_{avg} は下記の（数式1）により算出される。

30

$$V_{avg} = (D2 \times b - D1 \times a) / (a + b) \cdots \text{(数式1)}$$

【0063】

上述したように供給回収電界は平均的には搬送ローラ54から現像ローラ48へトナーを供給する方向の電界であるため、電位差（ $V_d - V_s$ ）の平均値 V_{avg} は0ボルト以上である。また、現像ローラ48から搬送ローラ54へのトナーの回収量不足を回避するため、電位差の平均値 V_{avg} は200ボルト以下であることが好ましい。すなわち、平均値 V_{avg} は0ボルト以上200ボルト以下であることが好ましい。よって、トナーの帯電極性が正極性である場合も含めて考慮すると、本発明において、平均値の絶対値 $|V_{avg}|$ は200ボルト以下であることが好ましい。この場合、現像ローラ48上の比較的粒径が大きいトナーも良好に回収することができるため、現像ローラ48に担持されるトナーの粒径に偏りが生じ難い。そのため、現像ローラ48の外周面においてトナーの付着量にばらつきが生じ難く、画像メモリの発生を確実に防止することができる。

40

【0064】

以上、上述の実施形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上述の実施形態に限定さ

50

れるものではない。

【 0 0 6 5 】

例えば、電界形成装置 1 1 0 を構成する第 1 の電源 1 1 2 及び第 2 の電源 1 1 4 は、必ずしも両者とも交流電源を含む必要がなく、第 1 の電源 1 1 2 又は第 2 の電源 1 1 4 の一方を直流電源のみで構成するようにしてもよい。

【実施例】

【 0 0 6 6 】

本発明の効果を確認するため、以下の試験を行った。

【 0 0 6 7 】

試験では、実施例 A ~ 実施例 I 及び比較例 A ~ 比較例 I を設定し、各実施例及び比較例について、画像メモリ、画像濃度、及び現像装置の発熱に関する評価を行った。

10

【 0 0 6 8 】

各実施例及び比較例について、現像ローラ上の単位面積当たりのトナー担持量 (M/A)、感光体に対する現像ローラの周速比 R_d 、現像ローラに対する搬送ローラの周速比 R_s 、及び、現像ローラと搬送ローラとの電位差 ($V_d - V_s$) の平均値 V_{avg} を表 1 に示すように設定した。

【 0 0 6 9 】

画像メモリの評価は、メモリ評価用チャート画像 (ベタ部と白紙部の混在部分と、該混在部分に続けて印字されるハーフトーン画像部分とからなる画像) を印字し、ハーフトーン画像部分に画像メモリが発生しているか否かを目視により確認することで行った。具体的には、ハーフトーン画像部分において、混在部分のベタ部に対応する部分の濃度が他の部分の濃度よりも低い場合に、画像メモリが発生していると判断した。表 1 において、画像メモリの評価は、画像メモリの発生が全く確認されなかったものを「A」、環境条件によっては軽微な画像メモリが確認されたものを「B」、はっきりと画像メモリが確認されたものを「C」で表した。

20

【 0 0 7 0 】

画像濃度の評価は、セロハンテープにより中間転写ベルト上のベタ画像を剥ぎ取り、セロハンテープに付着したベタ画像の濃度をマクベス透過濃度計 TD904 (マクベス社製) で検出し、検出された濃度が 0.90 以上であるか否かを確認することで行った。表 1 において、画像濃度の評価は、0.90 以上の画像濃度が得られたものを「A」、0.90 以上の画像濃度が得られなかったものを「B」で表した。

30

【 0 0 7 1 】

現像装置の発熱の評価は、ベタ画像を 1000 枚印字したときの現像装置近傍の雰囲気温度を温度センサで検出し、雰囲気温度が 100 度以上であるか否かを確認することで行った。表 1 において、現像装置の発熱の評価は、発熱が確認されたものを「A」、発熱が確認されなかったものを「B」で表した。

【 0 0 7 2 】

現像剤のトナーとしては、次の方法により製造されたトナー a またはトナー b を使用した。トナー a とトナー b の帯電極性はいずれも負極性である。

【 0 0 7 3 】

トナー a は、湿式造粒法により作成された体積平均粒径約 6.5 μm のトナー母材 100 重量部に対し、第 1 の疎水性シリカ 0.2 重量部と、第 2 の疎水性シリカ 0.5 重量部と、疎水性酸化チタン 0.5 重量部とを外添処理することで製造した。外添処理は、三井金属鉱山社製のヘンシェルミキサを 40 m/s の速度で 3 分間駆動させて前記材料を混合することで行った。前記材料のうち、第 1 の疎水性シリカは、個数平均一次粒径 16 nm のシリカ (AEROSIL (登録商標) 130 : 日本アエロジル社製) を疎水化剤としてのヘキサメチルジシラザン (HMDS) で表面処理したものである。また、第 2 の疎水性シリカは、個数平均一次粒径 20 nm のシリカ (AEROSIL (登録商標) 90 : 日本アエロジル社製) を HMDS で表面処理したものである。さらに、疎水性酸化チタンは、個数平均一次粒径 30 nm のアナターゼ型酸化チタンを液中において疎水化剤としてのイ

40

50

ソブチルトリメトキシシランで表面処理したものである。

【0074】

トナー b は、トナー母材として体積平均粒径約 $9 \mu\text{m}$ のものを使用する以外は、トナー a と同様に製造した。

【0075】

現像剤のキャリアとしては、コニカミノルタビジネステクノロジーズ社製の *bizhub C350* 用のキャリアを使用した。当該キャリアは、磁性体からなるキャリアコア粒子にシリコン樹脂がコーティングされてなるコート型キャリアであり、平均粒径が約 $3.3 \mu\text{m}$ である。

【0076】

現像剤中のトナー濃度は 8% とした。ただし、比較例 G のみ、トナー濃度を 6% とした。なお、ここでいうトナー濃度とは、現像剤全量に占めるトナーと外添剤の合計量の割合を指す。

【0077】

画像形成装置としては、コニカミノルタビジネステクノロジーズ社製のカラー複合機 *bizhub C350* を改造したものをを使用した。

【0078】

現像ローラとしては直径 16mm のローラを使用し、搬送ローラとしては直径 18mm のローラを使用した。現像ローラには、表面にアルマイト処理を施したアルミニウムローラを使用した。搬送ローラと現像ローラの最近接部のギャップは 0.3mm とした。搬送ローラと規制板との間隔は 0.4mm とし、これにより、搬送ローラ上の磁気ブラシが、現像ローラの外周面に摺擦可能な高さを有するようにした。

【0079】

感光体の静電潜像非画像部の電位は -550V 、感光体の静電潜像画像部の電位は -60V となるように設定した。感光体と現像ローラとの最近接部のギャップは 0.135mm とした。感光体の周速度（プロセス速度）は 310mm/s に設定した。

【0080】

現像ローラには電圧 V_d を印加し、搬送ローラには電圧 V_s を印加した（図 3 参照）。電圧 V_d と電圧 V_s の周波数は互いに等しくなるように設定し、具体的な周波数は、実施例または比較例毎に表 2 に示すように設定した。また、電圧 V_d と電圧 V_s のデューティ比も互いに等しくなるように設定し、現像ローラから搬送ローラへトナーを回収する側（回収側）のデューティ比を、表 2 に示すように設定した。

【0081】

電圧 V_d の振幅及び直流成分、並びに電圧 V_s の振幅及び直流成分は、実施例または比較例毎に表 2 に示すように設定し、これにより、現像ローラ上のトナー担持量 (M/A_1) 及び電位差 ($V_d - V_s$) の平均値 V_{avg} を表 1 に示す大きさとした。いずれの実施例または比較例においても平均値 V_{avg} は正の値となるように設定し、これにより、現像ローラと搬送ローラとの間の供給回収電界が、平均的には搬送ローラから現像ローラへトナーを供給する方向となるようにした。

【0082】

現像ローラと搬送ローラの周速度（回転数）は、実施例または比較例毎に表 2 に示すように設定し、これにより、感光体に対する現像ローラの周速比 R_d 、及び、現像ローラに対する搬送ローラの周速比 R_s を表 1 に示す大きさとした。

【0083】

10

20

30

40

【表 1】

	トナー担持量 M/A1 [g/m ²]	周速比 Rd	Rd×M/A1	周速比 Rs	電位差(Vd-Vs) の平均値 ΔVavg [V]	使用 トナー	画像 メモリ	画像 濃度	発熱
実施例A	3	2.5	7.5	1	100	a	A	A	A
実施例B	4.5	2.5	11.25	1.2	150	a	A	A	A
実施例C	4.5	2	9	1	140	a	A	A	A
実施例D	4.5	2.3	10.35	1.5	145	a	A	A	A
実施例E	4.5	1.5	6.75	1.5	100	a	A	A	A
実施例F	4.5	2	9	1	180	a	A	A	A
実施例G	2	2	4	1.5	70	a	A	A	A
実施例H	2	2	4	1.5	30	a	A	A	A
実施例I	2	2	4	1.5	50	a	A	A	A
実施例J	4	1.5	6	1.5	80	a	A	A	A
実施例K	4	2	8	1	170	a	A	A	A
比較例A	2.5	1.5	3.75	2	70	a	A	B	A
比較例B	1.5	5	7.5	0.5	30	a	A	A	B
比較例C	5	3	15	1	200	a	C	A	A
比較例D	4.5	2.5	11.25	1.2	220	a	C	A	A
比較例E	3	2.5	7.5	1	130	b (9 μm)	A	B	A
比較例F	4.5	2	9	0.5	150	a	B	A	A
比較例G	4.5	2.3	10.35	1.5	160	a (6%)	B	A	A
比較例H	4.5	1.5	6.75	1.5	250	a	C	A	A
比較例I	4.5	2	9	1	300	a	C	A	A

10

20

【 0 0 8 4 】

【表 2】

	現像ローラと搬送ローラに印加される電圧 Vd、Vs						現像ローラ の回転数 [rpm]	搬送ローラ の回転数 [rpm]
	共通		Vd		Vs			
	回収側 duty比 [%]	周波数 [kHz]	振幅 [V]	DC成分 [V]	振幅 [V]	DC成分 [V]		
実施例A	40	3	1500	-350	1000	-200	926	823
実施例B	35	2.5	1400	-380	1200	-140	926	988
実施例C	30	2	1600	-330	700	-10	740	658
実施例D	45	3.5	1500	-340	700	-375	852	1136
実施例E	45	2	1300	-360	1300	-330	555	740
実施例F	30	3	1500	-360	1100	-20	740	658
実施例G	40	3	1400	-380	1000	-210	740	987
実施例H	30	2	1600	-330	900	140	740	987
実施例I	35	2.5	1500	-340	1000	110	740	987
実施例J	45	2	1300	-360	1300	-310	555	740
実施例K	30	3	1500	-360	1100	-10	740	658
比較例A	30	3	1600	-400	800	10	555	987
比較例B	35	3	1400	-450	600	-180	1851	823
比較例C	45	3	1500	-330	800	-415	1111	988
比較例D	35	2.5	1400	-380	600	-300	926	988
比較例E	40	3	1500	-360	1000	-240	926	823
比較例F	30	2	1600	-330	700	-20	740	329
比較例G	45	3.5	1500	-360	700	-410	852	1136
比較例H	30	4	1300	-360	1100	-130	555	740
比較例I	30	5	1000	-380	1300	-220	740	658

【 0 0 8 5 】

表 1 に示す評価結果について検討する。

【 0 0 8 6 】

表 1 に示すように、現像ローラ上の単位面積当たりのトナー担持量 (M/A1) が 5 g/m^2 である比較例 C では画像メモリが発生したのに対して、トナー担持量 (M/A1) が 4.5 g/m^2 以下である実施例 A ~ I では画像メモリが発生しなかった。このことから、画像メモリを防止するためには、トナー担持量 (M/A1) が 4.5 g/m^2 以下であることが好ましいことを確認できた。

【 0 0 8 7 】

また、感光体に対する現像ローラの周速比 R d とトナー担持量 (M/A1) との積 (R d × M/A1) が 3.75 g/m^2 である比較例 A では画像濃度が低かったのに対して、積 (R d × M/A1) が 4 g/m^2 以上である実施例 A ~ I では良好な画像濃度を得ることができた。このことから、所望の画像濃度を得るためには、積 (R d × M/A1) が 4 g/m^2 以上であることが好ましいことを確認できた。

【 0 0 8 8 】

さらに、感光体に対する現像ローラの周速比 R d が 5 である比較例 B では現像装置の発熱が確認されたのに対して、周速比 R d が 4 以下である実施例 A ~ I では現像装置の発熱が確認されなかった。このことから、現像装置の発熱を防止するためには、周速比 R d が 4 以下であることが好ましいことを確認できた。

【 0 0 8 9 】

さらにまた、現像ローラと搬送ローラとの電位差 (V d - V s) の平均値 V a v g が 200 ボルトよりも大きい比較例 D、比較例 H および比較例 I では、トナー担持量 (M/A1)

A 1) が 4.5 g/m^2 以下であるにも拘わらず、画像メモリが発生した。これに対して、電位差 ($V_d - V_s$) の平均値 V_{avg} が 200 ボルト以下である実施例 A ~ I では画像メモリが発生しなかった。このことから、画像メモリをより確実に防止するためには、電位差 ($V_d - V_s$) の平均値 V_{avg} が 200 ボルト以下であることが好ましいことを確認できた。

【0090】

加えて、現像ローラに対する搬送ローラの周速比 R_s が 0.5 である比較例 F では、トナー担持量 (M/A_1) が 4.5 g/m^2 以下であるにも拘わらず、環境条件によっては軽微な画像メモリが発生した。これに対して、トナー担持量 (M/A_1) と周速比 R_d とが比較例 F と共通しており、周速比 R_s が 1 である点で比較例 F と相違する実施例 C では画像メモリが発生しなかった。このことから、より確実に画像メモリを防止するためには、搬送ローラの周速比 R_s を 1 以上とすることで、搬送ローラ上の磁気ブラシが現像ローラ上のトナーに接触する頻度を高めることが好ましいことを確認できた。なお、比較例 F と同様、比較例 B の周速比 R_s も 0.5 であるが、比較例 B では周速比 R_d が大きく、現像ローラ上のトナーと磁気ブラシとの接触頻度が高いため、画像メモリが発生しなかったものと考えられる。

【0091】

また、粒径が約 $9 \mu\text{m}$ であるトナー b を使用した比較例 E では、画像濃度が低かった。これに対して、トナー担持量 (M/A_1) と周速比 R_d と周速比 R_s とが比較例 E と共通しており、トナー a (粒径約 $6.5 \mu\text{m}$) を使用する点で比較例 E と相違する実施例 A では良好な画像濃度を得ることができた。このことから、所望の画像濃度を得るためには、粒径が $8 \mu\text{m}$ 以下である小粒径トナーを使用することが好ましいことを確認できた。

【0092】

さらに、トナー濃度が 6% である比較例 G では、環境条件によっては軽微な画像メモリが発生した。これに対して、トナー担持量 (M/A_1) と周速比 R_d と周速比 R_s とが比較例 G と共通しており、トナー濃度が 8% である点で比較例 G と相違する実施例 D では、画像メモリが発生しなかった。画像メモリの評価後、実施例 D と比較例 G について現像装置内のトナー帯電量を確認したところ、実施例 D のトナー帯電量が $35 \mu\text{C/g}$ であり、比較例 G のトナー帯電量が $50 \mu\text{C/g}$ であった。このことから、画像メモリをより確実に防止するためには、トナー帯電量の上昇を防ぐことで、現像ローラの外周面へのトナーの付着力を低減し、トナー回収性能を高めることが有効であると考えられる。よって、画像メモリを確実に防止するためには、トナーの飽和帯電量を $40 \mu\text{C/g}$ 以下に設定することが好ましいことを確認できた。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図 1】本発明に係る画像形成装置の概略構成と本発明に係る現像装置の断面を示す図。

【図 2】電界形成装置の構成の一例を示す図。

【図 3】現像ローラと搬送ローラに印加される各電圧の波形を示すグラフ。

【図 4】供給回収電界の波形を示すグラフ。

【符号の説明】

【0094】

1 : 画像形成装置、 12 : 感光体、 16 : 帯電ステーション、 18 : 露光ステーション、 20 : 現像ステーション、 22 : 転写ステーション、 24 : クリーニングステーション、 26 : 帯電装置、 28 : 露光装置、 30 : 画像光、 32 : 通路、 34 : 現像装置、 36 : 転写装置、 38 : シート、 40 : クリーニング装置、 42 : ハウジング、 44 : 開口部、 48 : 現像ローラ、 50 : 現像ギャップ、 54 : 搬送ローラ、 56 : 供給回収ギャップ、 58 : 磁石体、 60 : スリーブ、 63 : 規制板、 64 : 規制ギャップ、 66 : 現像剤攪拌室、 68 : 前室、 70 : 後室、 72 : 前スクリュウ、 74 : 後スクリュウ、 76 : 隔壁、 86 : 規制領域、 88 : 供給回収領域、 90 : 供給領域、 92 : 回収領域、 94 : 放出領域、 96 : 現像領域、 98 : トナー補給部、 100 : 容器、 102 : 開口部、 104 : 補

10

20

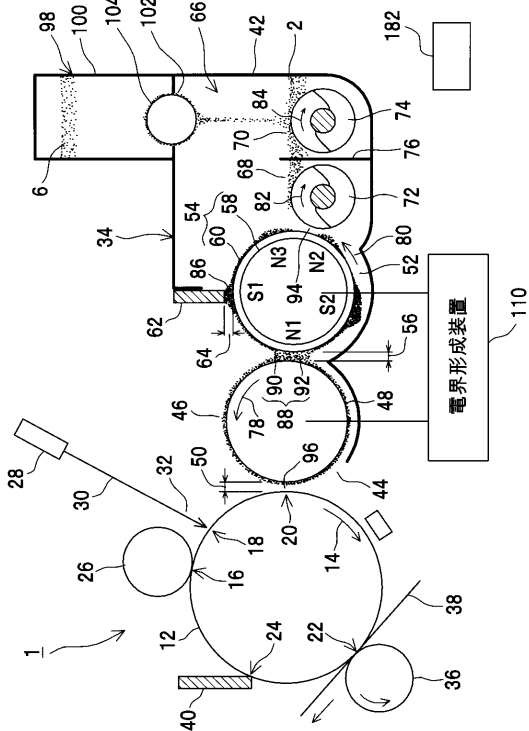
30

40

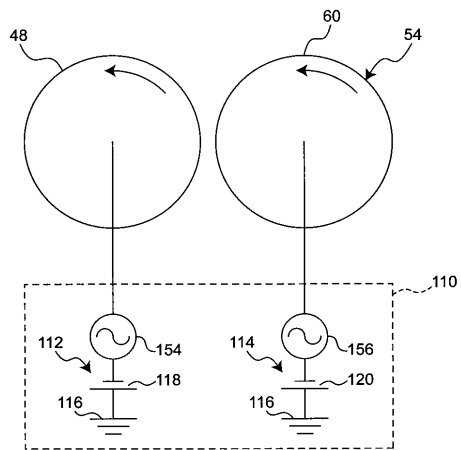
50

給ローラ、110：電界形成装置。

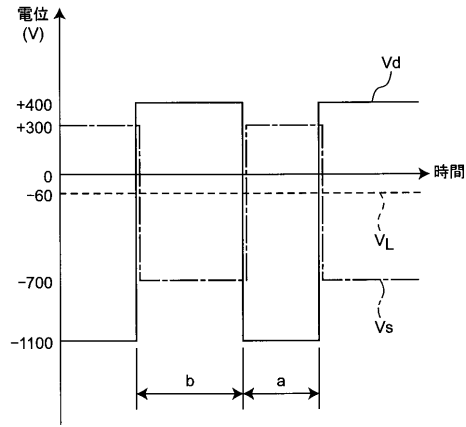
【図1】



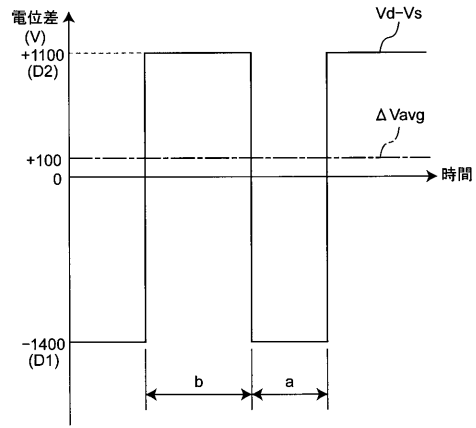
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-152237(JP,A)
特開2005-242281(JP,A)
特開2003-287952(JP,A)
特開2001-337528(JP,A)
特開2008-185735(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G03G 15/08