

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6102561号
(P6102561)

(45) 発行日 平成29年3月29日(2017.3.29)

(24) 登録日 平成29年3月10日(2017.3.10)

(51) Int.Cl.	F 1
G03G 9/08 (2006.01)	GO 3 G 9/08 3 7 5
G03G 9/10 (2006.01)	GO 3 G 9/10
G03G 15/08 (2006.01)	GO 3 G 15/08
G03G 21/10 (2006.01)	GO 3 G 21/10

請求項の数 4 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2013-130983 (P2013-130983)
(22) 出願日	平成25年6月21日 (2013.6.21)
(65) 公開番号	特開2015-4887 (P2015-4887A)
(43) 公開日	平成27年1月8日 (2015.1.8)
審査請求日	平成28年2月18日 (2016.2.18)

(73) 特許権者	000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂九丁目7番3号
(74) 代理人	110001519 特許業務法人太陽国際特許事務所
(72) 発明者	高橋 左近 神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士 ゼロックス株式会社内
(72) 発明者	飯塚 章洋 神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士 ゼロックス株式会社内
(72) 発明者	坂井 素子 神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士 ゼロックス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成装置、画像形成方法、静電潜像現像用のトナー、及び静電潜像現像用の回収トナー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

像保持体と、

前記像保持体の表面を帯電する帯電手段と、

帯電された前記像保持体の表面に静電潜像を形成する潜像形成手段と、

体積平均粒径 2.0 μm 以上 5.0 μm 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、且つ BET 比表面積が 2.8 m^2 / g 以上 4.2 m^2 / g 以下であり、シリカ粒子の遊離率が 0.64 質量 % 以上 2.60 質量 % 以下であるトナーと、体積平均粒径が 1.0 μm 以上 3.2 μm であるキャリアとを有する現像剤を収容し、前記現像剤により、前記像保持体に形成された前記静電潜像を現像してトナー像を形成する現像手段と、

前記像保持体に形成された前記トナー像を記録媒体に転写する転写手段と、

前記像保持体の表面に残留した前記トナーをクリーニングするクリーニングブレードを有するクリーニング手段と、

前記現像手段に、体積平均粒径 2.0 μm 以上 5.0 μm 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、且つ BET 比表面積が 2.8 m^2 / g 以上 4.2 m^2 / g 以下であり、前記シリカ粒子の遊離率が 0.64 質量 % 以上 2.60 質量 % 以下である補給トナーを補給するトナー補給手段と、

を備え、

前記クリーニング手段のクリーニングにより回収した回収トナーの BET 比表面積が 1.5 m^2 / g 以上 2.8 m^2 / g 以下、シリカ粒子の遊離率が 0.13 質量 % 以上 2.0

10

20

0質量%以下となり、且つ安息角が前記補給トナーの安息角よりも小さくなる画像形成装置。

【請求項2】

像保持体の表面を帯電する帯電工程と、

帯電された前記像保持体の表面に静電潜像を形成する潜像形成工程と、

体積平均粒径 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、且つBET比表面積が $2.8\text{ }\text{m}^2/\text{g}$ 以上 $4.2\text{ }\text{m}^2/\text{g}$ 以下であり、シリカ粒子の遊離率が0.64質量%以上2.60質量%以下であるトナーと、体積平均粒径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $32\text{ }\mu\text{m}$ であるキャリアとを有する現像剤を収容した現像手段により、前記像保持体に形成された前記静電潜像を現像してトナー像を形成する現像工程と、

10

前記像保持体に形成された前記トナー像を記録媒体に転写する転写工程と、

前記像保持体の表面に残留した前記トナーをクリーニングブレードによりクリーニングするクリーニング工程と、

前記現像手段に、体積平均粒径 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、且つBET比表面積が $2.8\text{ }\text{m}^2/\text{g}$ 以上 $4.2\text{ }\text{m}^2/\text{g}$ 以下であり、シリカ粒子の遊離率が0.64質量%以上2.60質量%以下である補給トナーを補給するトナー補給工程と、

を備え、

前記クリーニング工程のクリーニングにより回収した回収トナーのBET比表面積が $1.5\text{ }\text{m}^2/\text{g}$ 以上 $2.8\text{ }\text{m}^2/\text{g}$ 以下、シリカ粒子の遊離率が0.13質量%以上2.00質量%以下となり、且つ安息角が前記補給トナーの安息角よりも小さくなる画像形成方法。

20

【請求項3】

体積平均粒径 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下のトナー粒子及び外添剤である体積平均粒径 $4.0\text{ }\text{nm}$ 以上 $2.00\text{ }\text{nm}$ 以下、円形度 0.600 以上 0.930 以下のシリカ粒子を含み、

BET比表面積が $2.8\text{ }\text{m}^2/\text{g}$ 以上 $4.2\text{ }\text{m}^2/\text{g}$ 以下であり、シリカ粒子の遊離率が0.64質量%以上2.60質量%以下であり、且つ安息角が40°以下である静電潜像現像用のトナー。

【請求項4】

30

体積平均粒径 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、

BET比表面積が $1.5\text{ }\text{m}^2/\text{g}$ 以上 $2.8\text{ }\text{m}^2/\text{g}$ 以下であり、シリカ粒子の遊離率が0.13質量%以上2.00質量%以下であり、且つ安息角が35°以下であり、

像保持体に形成されたトナーによるトナー像を記録媒体に転写した後、前記像保持体の表面に残留した前記トナーのクリーニングにより回収した静電潜像現像用の回収トナー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像形成装置、画像形成方法、及び静電潜像現像用の回収トナーに関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

電子写真法は、複写機やプリンター等に幅広く利用されている。

例えば、特許文献1には、「トナーの体積平均粒径 D_V が $3 \sim 15 \times 10^{-6}\text{ m}$ であり、体積分布の変動係数 C_V が15~35%、個数分布の変動係数 C_P が20~40%であり、前記トナーの比表面積 A (m^2/g)と体積平均粒径 D_V (m)、真比重(g/m^3)との積 $A \times D_V \times$ が10~40であるトナー」が提案されている。

【0003】

また、特許文献2には、「トナー母体の表面に、重量基準で粒子径 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上が1.

50

0 % 以下であるシリカが、該トナー母体の重量に対して 0 . 4 ~ 1 . 0 重量 % 付着され、見掛け密度 C が 0 . 2 9 ~ 0 . 3 2 g / m¹ であるトナーリサイクルシステム用トナーであって、前記トナー母体は、シリカ総添加量の 5 0 重量 % 以上 1 0 0 重量 % 未満のシリカ量で 1 段階目の付着処理が行われ、さらに残りのシリカによって 2 段階目の付着処理が行われており、シリカによって付着処理されていないトナー母体の見掛け密度 A (g / m¹) と、1 段階目のシリカによって付着処理されたトナー母体の見掛け密度 B (g / m¹) とが、0 . 9 B / A 1 . 0 の関係を満足するトナーリサイクルシステム用トナー」が提案されている。

【 0 0 0 4 】

また、特許文献 3 には、「クリーニング部からの回収トナーを現像部に戻すリサイクル機構を有し、該回収トナーの搬送手段としてスクリューコイルを用いる電子写真画像形成装置に使用するトナーであって、該トナーの動摩擦係数が 0 . 1 8 ~ 0 . 3 0 である電子写真用トナー」が提案されている。 10

また、特許文献 4 には、「クリーニング部からの回収トナーを現像部に戻すリサイクル機構を有し、該回収トナーの搬送手段としてスクリューコイルを用いる電子写真画像形成装置に使用するトナーであって、該トナーのゆるみ見掛け密度が 0 . 3 g / c c 以上である電子写真用トナー」が提案されている。

また、特許文献 5 には、「クリーニング部からの回収トナーを現像部に戻すリサイクル機構を有し、該回収トナーの搬送手段としてスクリューコイルを用いる電子写真画像形成装置に使用するトナーであって、該トナーの体積平均粒径が 5 ~ 1 0 μm で、かつ 5 μm 以下の粒子が 6 0 ~ 8 0 個数 % である電子写真用トナー」が提案されている。 20

【 0 0 0 5 】

また、特許文献 6 には、「クリーニングからの回収トナーを現像部に戻すリサイクルするシステムで、回収トナーの搬送手段としてスクリューコイルを用いる画像形成方法であって、凝集度 3 0 % 以下のトナーを用いる画像形成方法」が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1 】特開 2 0 0 0 - 4 7 4 3 2 号公報

【特許文献 2 】特開 2 0 0 1 - 2 8 1 9 1 6 号公報

30

【特許文献 3 】特開 2 0 0 2 - 3 6 5 8 2 7 号公報

【特許文献 4 】特開 2 0 0 2 - 3 6 5 8 3 0 号公報

【特許文献 5 】特開 2 0 0 2 - 3 6 5 8 3 1 号公報

【特許文献 6 】特開 2 0 0 3 - 5 4 2 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

本発明の課題は、補給トナーの搬送性を確保し、且つ回収トナーの回収効率を向上する画像形成装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

40

【 0 0 0 8 】

上記課題は、以下の手段により解決される。即ち、

請求項 1 に係る発明は、

像保持体と、

前記像保持体の表面を帯電する帯電手段と、

帯電された前記像保持体の表面に静電潜像を形成する潜像形成手段と、

体積平均粒径 2 . 0 μm 以上 5 . 0 μm 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、且つ B E T 比表面積が 2 . 8 m^2 / g 以上 4 . 2 m^2 / g 以下であり、シリカ粒子の遊離率が 0 . 6 4 質量 % 以上 2 . 6 0 質量 % 以下であるトナーと、体積平均粒径が 1 0 μm 以上 3 2 μm であるキャリアとを有する現像剤を収容する現像手段において、前記

50

現像剤により、前記像保持体に形成された前記静電潜像を現像してトナー像を形成する現像手段と、

前記像保持体に形成された前記トナー像を記録媒体に転写する転写手段と、

前記像保持体の表面に残留した前記トナーをクリーニングするクリーニングブレードを有するクリーニング手段と、

前記現像手段に、体積平均粒径 $2.0 \mu m$ 以上 $5.0 \mu m$ 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、且つ BET 比表面積が $2.8 m^2 / g$ 以上 $4.2 m^2 / g$ 以下であり、前記シリカ粒子の遊離率が 0.64 質量% 以上 2.60 質量% 以下である補給トナーを補給するトナー補給手段と、

を備え、

10

前記クリーニング手段のクリーニングにより回収した回収トナーの BET 比表面積が $1.5 m^2 / g$ 以上 $2.8 m^2 / g$ 以下、シリカ粒子の遊離率が 0.13 質量% 以上 2.00 質量% 以下となり、且つ安息角が前記補給トナーの安息角よりも小さくなる画像形成装置。

【0009】

請求項 2 に係る発明は、

像保持体の表面を帯電する帯電工程と、

帯電された前記像保持体の表面に静電潜像を形成する潜像形成工程と、

体積平均粒径 $2.0 \mu m$ 以上 $5.0 \mu m$ 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、且つ BET 比表面積が $2.8 m^2 / g$ 以上 $4.2 m^2 / g$ 以下であり、シリカ粒子の遊離率が 0.64 質量% 以上 2.60 質量% 以下であるトナーと、体積平均粒径が $10 \mu m$ 以上 $32 \mu m$ であるキャリアとを有する現像剤を収容した現像手段により、前記像保持体に形成された前記静電潜像を現像してトナー像を形成する現像工程と、

20

前記像保持体に形成された前記トナー像を記録媒体に転写する転写工程と、

前記像保持体の表面に残留した前記トナーをクリーニングブレードによりクリーニングするクリーニング工程と、

前記現像手段に、体積平均粒径 $2.0 \mu m$ 以上 $5.0 \mu m$ 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、且つ BET 比表面積が $2.8 m^2 / g$ 以上 $4.2 m^2 / g$ 以下であり、シリカ粒子の遊離率が 0.64 質量% 以上 2.60 質量% 以下である補給トナーを補給するトナー補給工程と、

30

を備え、

前記クリーニング工程のクリーニングにより回収した回収トナーの BET 比表面積が $1.5 m^2 / g$ 以上 $2.8 m^2 / g$ 以下、シリカ粒子の遊離率が 0.13 質量% 以上 2.00 質量% 以下となり、且つ安息角が前記補給トナーの安息角よりも小さくなる画像形成方法。

【0010】

請求項 3 に係る発明は、

体積平均粒径 $2.0 \mu m$ 以上 $5.0 \mu m$ 以下のトナー粒子及び外添剤である 体積平均粒径 $40 nm$ 以上 $200 nm$ 以下、円形度 0.600 以上 0.930 以下のシリカ粒子 を含み、

40

BET 比表面積が $2.8 m^2 / g$ 以上 $4.2 m^2 / g$ 以下であり、シリカ粒子の遊離率が 0.64 質量% 以上 2.60 質量% 以下であり、且つ安息角が 40° 以下である静電潜像現像用のトナー。

【0011】

請求項 4 に係る発明は、

体積平均粒径 $2.0 \mu m$ 以上 $5.0 \mu m$ 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、

BET 比表面積が $1.5 m^2 / g$ 以上 $2.8 m^2 / g$ 以下であり、シリカ粒子の遊離率が 0.13 質量% 以上 2.00 質量% 以下であり、且つ安息角が 35° 以下であり、

像保持体に形成されたトナーによるトナー像を記録媒体に転写した後、前記像保持体の

50

表面に残留した前記トナーのクリーニングにより回収した静電潜像現像用の回収トナー。

【発明の効果】

【0012】

請求項1に係る発明によれば、補給トナー、回収トナー及びキャリアが上記特性を満たさない場合に比べ、補給トナーの搬送性を確保し、且つ回収トナーの回収効率を向上する画像形成装置が提供される。

【0013】

請求項2に係る発明によれば、補給トナー、回収トナー及びキャリアが上記特性を満たさない場合に比べ、補給トナーの搬送性を確保し、且つ回収トナーの回収効率を向上する画像形成方法が提供される。

10

【0014】

請求項3に係る発明によれば、上記特性を満たさないに比べ、搬送性を確保し、且つ回収トナーの回収効率を向上する静電潜像現像用のトナーが提供される。

【0015】

請求項4に係る発明によれば、上記特性を満たさない場合に比べ、回収効率を向上する静電潜像現像用の回収トナーが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本実施形態に係る画像形成装置を示す概略構成図である。

【図2】他の本実施形態に係る画像形成装置を示す概略構成図である。

20

【図3】機械的強度に対するトナーの安息角の変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の一例である実施形態について説明する。

【0018】

本実施形態に係る画像形成装置は、像保持体と、像保持体の表面を帯電する帯電手段と、帯電された像保持体の表面に静電潜像を形成する潜像形成手段と、現像剤を収容し、現像剤により、像保持体に形成された静電潜像を現像してトナー像を形成する現像手段と、像保持体に形成されたトナー像を記録媒体に転写する転写手段と、像保持体の表面に残留したトナーをクリーニングするクリーニングブレードを有するクリーニング手段と、現像手段に、補給トナーを補給するトナー補給手段と、を備える。

30

現像剤は、体積平均粒径2.0 μm 以上5.0 μm 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、且つBET比表面積が2.8 m^2/g 以上4.2 m^2/g 以下であり、シリカ粒子の遊離率が0.64質量%以上2.60質量%以下であるトナーと、体積平均粒径が10 μm 以上32 μm であるキャリアと、を有する構成である。

一方、補給トナーも、体積平均粒径2.0 μm 以上5.0 μm 以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、且つBET比表面積が2.8 m^2/g 以上4.2 m^2/g 以下であり、シリカ粒子の遊離率が0.64質量%以上2.60質量%以下であるトナーが適用される。

そして、クリーニング手段のクリーニングにより回収した回収トナーのBET比表面積は1.5 m^2/g 以上2.8 m^2/g 以下、シリカ粒子の遊離率が0.13質量%以上2.00質量%以下となり、且つ安息角が補給トナーの安息角よりも小さくなる。

40

【0019】

なお、本明細書において、単に「トナー」と称する場合は、補給トナー（つまり、現像に利用するトナー）を意味する。

【0020】

ここで、近年、例えば、高画質を実現する目的で、トナー（トナー粒子）を小径化（体積平均粒径2.0 μm 以上5.0 μm 以下といった範囲で小径化）することが行われている。これにより、写真の人肌部、空の雲といったハーフトーン部、諧調部の粒状性や濃度再現性が向上する。

50

【0021】

トナー（トナー粒子）は小径化すると、トナーの流動性が悪化することが知られている。トナー（トナー粒子）の小径化による流動性悪化の原因の一つには、小径化することで単位重量あたりの表面積が増え、接触、摩擦、負荷が大径のトナーに比べ大きいことが挙げられる。

【0022】

このトナーの流動性は、トナー粒子自体の流動性と、外添剤の種類、粒径、添加量及びその付着状態等により改善される。つまり、トナー粒子自体の流動性が悪化しても、外添剤で、トナーの流動性が改善される。そして、このような外添剤としては、シリカ粒子が適している。

10

【0023】

ところで、機械的負荷に対するトナーの安息角の変化を調べると（図3の点線参照）、機械的負負荷が高まるにつれて、一端、安息角は低下し、流動性が高まってゆく。これは、機械的負荷により、トナー粒子に外添したシリカ粒子の分散性が高まると共に、シリカ粒子の遊離率が低下するためと考えられる。そして、さらに、機械的負負荷が高まると、一端、低下した安息角は上昇していく。これは、機械的負荷の増加により、シリカ粒子の遊離率がさらに低下すると共に、トナー粒子に外添したシリカ粒子がトナー粒子に埋まり込む現象が生じるためと考えられる。

【0024】

このため、回収トナーは、例えば、現像、転写、及びクリーニング等による機械的負荷で、流動性が悪化し、安息角が高まる。

20

回収トナーの安息角が高いと、クリーニングブレードにより回収された回収トナーを貯留する回収容器内で、回収トナーが部分的に山を作り出し、回収容器内に回収トナーが満たされる前に、その山の頂点を検知センサーが検知してしまう現象が生じる。このため、一定体積の回収容器で実際に回収できる回収トナー量が少なくなってしまう、すなわち回収効率が低下してしまう。その結果、回収トナーの回収効率の低下のみならず、回収容器の交換頻度も多くなっているのが現状である。

【0025】

そこで、本実施形態に係る画像形成装置では、トナー（補給トナー）として、体積平均粒径2.0μm以上5.0μm以下のトナー粒子及び外添剤であるシリカ粒子を含み、且つBET比表面積が2.8m²/g以上4.2m²/g以下であり、シリカ粒子の遊離率が0.64質量%以上2.60質量%以下であるトナーを適用することにより、回収トナーのBET比表面積を1.5m²/g以上2.8m²/g以下、シリカ粒子の遊離率を0.13質量%以上2.00質量%以下、且つ安息角を補給トナーの安息角よりも小さくする。

30

【0026】

この特定の範囲のBET比表面積及びシリカ粒子の遊離率を持つトナー（補給トナー）の機械的負荷に対する安息角の変化を調べると（図3の実線参照）、機械的負負荷が高まるにつれて、上昇することなく、安息角は低下し続け、流動性が高まってゆく。その結果、トナーの安息角よりも、回収トナーの安息角が低く、回収トナーの流動性が高まることがわかった。

40

これは、上記範囲内の体積平均粒径を持つ小径トナー粒子に、適度な大きさのシリカ粒子を多量に付着させ、トナーのBET比表面積を高くして上記範囲内にすることにより、機械的負荷によるトナー粒子に対するシリカ粒子の埋まり込みが抑制されると考えられるためである。これに加え、トナー粒子に対するシリカ粒子の付着強度を弱くし、シリカ粒子の遊離率を高めて上記範囲にすることで、トナー粒子に対して、シリカ粒子が埋まり込むまでの機械的負荷が高負荷側へ移行すると考えられるためである。

つまり、特定の範囲のBET比表面積及びシリカ粒子の遊離率を持つトナーは、例えば、現像、転写、及びクリーニング等による機械的負荷が与えられても、トナー粒子に対してシリカ粒子が埋まり込みます、トナー粒子に外添したシリカ粒子の分散性が高まると共に

50

、シリカ粒子の遊離率が適度に低下した状態となると考えられる。

【0027】

一方で、回収トナーの安息角を低く抑えるために、トナーの安息角を低下させ、流動性を高め過ぎると、トナーの搬送性が悪化することとなる。トナーの搬送性が悪化すると、トナーをトナーカートリッジに充填するとき波打ち現象が生じたり、搔き取り性も悪化し、現像装置内やトナーカートリッジ内に排出されずに残る残トナーが多くなる現象が生じることがある。

これに対して、トナー（補給トナー）のBET比表面積を上記範囲内としてトナー粒子に対するシリカ粒子の過剰な付着を抑えると共に、シリカ粒子の遊離率を上記範囲内としてトナー粒子に対するシリカ粒子の付着強度を過剰に弱くしないことにより、トナーの搬送性の悪化が抑制されると考えられる。

【0028】

これに加え、キャリアの体積平均粒径D50vを10μm以上32μm以下とすることにより、キャリアによるトナーへの機械的強度を低減し、トナー粒子に対するシリカ粒子の埋まり込みをより抑制する。

【0029】

以上から、本実施形態に係る画像形成装置では、特定の範囲のBET比表面積及びシリカ粒子の遊離率を持つトナー（補給トナー）を適用することにより、回収トナーのBET比表面積が1.5m²/g以上2.8m²/g以下、シリカ粒子の遊離率が0.13質量%以上2.00質量%以下、且つ安息角がトナー（補給トナー）の安息角よりも小さくなり、トナー（補給トナー）の搬送性を確保し、且つ回収容器における回収トナーの回収効率が向上する。

【0030】

トナーのBET比表面積は、2.8m²/g以上4.2m²/g以下であるが、望ましくは3m²/g以上3.8m²/g以下、より望ましく3m²/g以上3.5m²/g以下である。トナーのBET比表面積を2.8m²/g以上とすることにより、現像、転写、及びクリーニング等によって負荷される機械的負荷で、回収トナーのBET比表面積が上記範囲内となり、回収トナーの安息角がトナー（補給トナー）の安息角よりも小さくなる。一方、トナーのBET比表面積を4.2m²/g以下とすることにより、トナー（補給トナー）の搬送性の悪化が抑制される。

トナーのBET比表面積は、例えば、シリカ粒子の粒径、外添量（又は被覆率）、シリカ粒子の外添条件により、上記範囲内に調整され得る。

【0031】

トナーのシリカ粒子の遊離率は、0.64質量%以上2.60質量%以下であるが、望ましくは0.7質量%以上2.5質量%以下、より望ましく0.7質量%以上2.3質量%以下である。シリカ粒子の遊離率を0.64質量%以上とすることにより、回収トナーにおけるシリカ粒子の遊離率の範囲を上記範囲内となり、回収トナーの安息角がトナー（補給用）の安息角よりも小さくなる。一方、シリカ粒子の遊離率を2.60質量%以下とすることにより、トナー（補給トナー）の搬送性の悪化が抑制される。

トナーのシリカ粒子の遊離率は、例えば、シリカ粒子の粒径、外添量（又は被覆率）、シリカ粒子の外添条件により、上記範囲内に調整され得る。

【0032】

トナーの安息角は、回収トナーの安息角よりも高いが、例えば、15°以上40°以下がよく、望ましくは18°以上37°以下、より望ましく20°以上35°以下である。トナーの安息角を38°以上とすると、回収トナーの安息角がトナーの安息角よりも低くなり易くなる。一方、トナーの安息角を上記範囲とすると、過剰なトナーの流動性の悪化によるトナーの搬送性の悪化が抑制される。

【0033】

一方、回収トナーのBET比表面積は、1.5m²/g以上2.8m²/g以下であるが、望ましくは1.5m²/g以上2.5m²/g以下、より望ましく1.7m²/g以

10

20

30

40

50

上 $2.4 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下である。回収トナーの B E T 比表面積が上記範囲内となることにより、回収容器における回収トナーの回収効率が向上する。

【0034】

回収トナーのシリカ粒子の遊離率は、0.13質量%以上2.00質量%以下である。回収トナーのシリカ粒子の遊離率が上記範囲内となることにより、回収容器における回収トナーの回収効率が向上する。

【0035】

ここで、トナー（及び回収トナー）の B E T 比表面積の測定方法は、以下の通りである。なお、測定方法の説明では、回収トナーも含めてトナーと称する。

B E T 比表面積の測定は、窒素置換法によって行う。具体的には S A 3 1 0 0 比表面積測定装置（ベックマンコールター株式会社製）を用いて、3点法により測定した。 10

【0036】

トナー（及び回収トナー）のシリカ粒子の遊離率の測定方法は、以下の通りである。なお、測定方法の説明では、回収トナーも含めてトナーと称する。

まず、200mLのガラス瓶に、イオン交換水100mL及び10質量%トリトンX100水溶液（A c r o s O r g a n i c s 製）5.5mLを添加し、その混合液にトナーを5g添加して、30回攪拌し、1時間以上静置する。

その後、上記混合液を20回攪拌後、超音波ホモジナイザー（S O N I C S & M A T E R I A L S 有限会社製、製品名h o m o g e n i z e r、形式V C X 7 5 0、C V 3 3）を用いて、出力30%にダイヤルを設定し、以下の条件で超音波エネルギーを1分間付与する。 20

- ・振動時間：60秒連続
- ・振幅：20W(30%)に設定
- ・振動開始温度：23±1.5
- ・超音波振動子と容器底面との距離：10mm

【0037】

次に、超音波エネルギーを付与した混合液をろ紙（商品名：定性ろ紙（No.2、110mm）、アドバンテック東洋株式会社製）を用いて吸引ろ過し、再度イオン交換水で2回洗浄し、遊離したシリカ粒子をろ過して除去後、トナーを乾燥させる。

【0038】

上記の処理によりシリカ粒子除去後のトナーに残留するシリカ粒子量（以下、分散後シリカ粒子量と称する）と、上記のシリカ粒子を除去する処理を行っていないトナーのシリカ粒子量と（以下、分散前シリカ粒子量と称する）、を蛍光X線法で定量し、分散前シリカ粒子量及び分散後シリカ粒子量の値を下記式に代入する。 30

下記式により算出された値をシリカ粒子の遊離率とする。

・式：シリカ粒子の遊離率（%）= [(分散前シリカ粒子量 - 分散後シリカ粒子量) / 分散前シリカ粒子量] × 100

【0039】

トナー（及び回収トナー）の安息角の測定方法は、以下の通りである。なお、測定方法の説明では、回収トナーも含めてトナーと称する。 40

粉体計測器（ホソカワミクロン社製、商品名「パウダテスタP T X」）を用い、この計測器のスタンドに、サンプルロートを設置し、更に目開き60メッシュの標準篩を重ね、固定した後、サンプルロートを振動させ、サンプルロートを通じて、直径8cmの円形テーブル上に静電荷像現像用トナーを落下させ、トナーの山を形成させた。次いで、山の稜線と水平線との角度をレーザー光で測定し、安息角とした。なお、振動は静電荷像現像用トナーの山が崩れない程度に振動幅を調整して静電荷像現像用トナーの落下速度を調整した。

【0040】

以下、本実施形態の画像形成装置について、図面を参照しつつ説明する。

【0041】

図1は、本実施形態に係る画像形成装置を示す概略構成図である。

本実施形態に係る画像形成装置101は、図1に示すように、例えば、矢印aで示すように、時計回り方向に回転する電子写真感光体10(像保持体の一例)と、電子写真感光体10の上方に、電子写真感光体10に相対して設けられ、電子写真感光体10の表面を帯電させる帯電装置20(帯電手段の一例)と、帯電装置20により帯電した電子写真感光体10の表面に露光して、静電潜像を形成する露光装置30(潜像形成手段の一例)と、露光装置30により形成された静電潜像に、現像剤に含まれるトナーを付着させて電子写真感光体10の表面にトナー像を形成する現像装置40(現像手段の一例)と、電子写真感光体10に接触しつつ矢印bで示す方向に走行するとともに、電子写真感光体10の表面に形成されたトナー像を転写するベルト状の中間転写体50と、電子写真感光体10の表面をクリーニングするクリーニング装置70(クリーニング手段の一例)とを備える。
10

ここで、現像装置40へ補給トナーを補給するための補給トナー収容容器47(トナー補給手段の一例)が、補給搬送路46を介して、現像装置40に連結されている。

【0042】

帯電装置20、露光装置30、現像装置40、中間転写体50、及びクリーニング装置70は、電子写真感光体10を囲む円周上に、時計周り方向に配置されている。

【0043】

中間転写体50は、内側から、支持ローラ50A、50B、背面ローラ50C、及び駆動ローラ50Dによって張力を付与されつつ保持されるとともに、駆動ローラ50Dの回転に伴い矢印bの方向に駆動される。中間転写体50の内側における電子写真感光体10に相対する位置には、中間転写体50をトナーの帯電極性とは異なる極性に帯電させて中間転写体50の外側の面に電子写真感光体10上のトナーを吸着させる一次転写装置51が設けられている。中間転写体50の下方における外側には、記録紙P(記録媒体の一例)をトナーの帯電極性とは異なる極性に帯電させて、中間転写体50に形成されたトナー像を記録紙P上に転写する二次転写装置52が背面ローラ50Cに対向して設けられている。
20

なお、これら、電子写真感光体10に形成されたトナー像を記録紙Pへ転写するための部材が転写手段の一例に相当する。

【0044】

中間転写体50の下方には、さらに、二次転写装置52に記録紙Pを供給する記録紙供給装置53と、二次転写装置52においてトナー像が形成された記録紙Pを搬送しつつ、トナー像を定着させる定着装置80とが設けられている。
30

【0045】

記録紙供給装置53は、1対の搬送ローラ53Aと、搬送ローラ53Aで搬送される記録紙Pを二次転写装置52に向かって誘導する誘導板53Bと、を備える。一方、定着装置80は、二次転写装置52によってトナー像が転写された記録紙Pを加熱・押圧することにより、トナー像の定着を行う1対の熱ローラである定着ローラ81と、定着ローラ81に向かって記録紙Pを搬送する搬送帯82とを有する。
40

【0046】

記録紙Pは、記録紙供給装置53と二次転写装置52と定着装置80とにより、矢印cで示す方向に搬送される。

【0047】

中間転写体50には、さらに、二次転写装置52において記録紙Pにトナー像を転写した後に中間転写体50に残ったトナーを除去するクリーニングブレードを有する中間転写体クリーニング装置54が設けられている。

【0048】

以下、本実施形態に係る画像形成装置101における主な構成部材の詳細について説明する。

【0049】

10

20

30

40

50

- 現像剤 -

現像剤は、トナーとキャリアを含む二成分系現像剤である。

現像剤において、トナーとキャリアとの混合比（質量比）は、例えば、トナー：キャリア = 1 : 100 から 30 : 100 程度の範囲が挙げられる。

【0050】

まず、トナーについて説明する。

トナーは、例えば、結着樹脂及び着色剤を含むトナー粒子と、シリカ粒子である外添剤と、を含んで構成される。トナー粒子は、必要に応じて、離型剤等の他の添加剤を含んで構成されていてもよい。

なお、補給トナーは、現像剤におけるトナーの構成と同様である。

10

【0051】

トナー粒子について説明する。

結着樹脂としては、特に制限はないが、スチレン類（例えばスチレン、クロロスチレン等）、モノオレフィン類（例えばエチレン、プロピレン、ブチレン、イソブレン等）、ビニルエステル類（例えば酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル、安息香酸ビニル、酪酸ビニル等）、-メチレン脂肪族モノカルボン酸エステル類（例えばアクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ドデシル、アクリル酸オクチル、アクリル酸フェニル、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸ブチル、メタクリル酸ドデシル等）、ビニルエーテル類（例えばビニルメチルエーテル、ビニルエチルエーテル、ビニルブチルエーテル等）、ビニルケトン類（例えばビニルメチルケトン、ビニルヘキシリケトン、ビニルイソプロペニルケトン等）等の単独重合体および共重合体、ジカルボン酸類とジオール類との共重合によるポリエステル樹脂等が挙げられる。

20

【0052】

特に代表的な結着樹脂としては、ポリスチレン、スチレン-アクリル酸アルキル共重合体、スチレン-メタクリル酸アルキル共重合体、スチレン-アクリロニトリル共重合体、スチレン-ブタジエン共重合体、スチレン-無水マレイン酸共重合体、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリエステル樹脂等が挙げられる。

また、代表的な結着樹脂としては、ポリウレタン、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリアミド、変性ロジン、パラフィンワックス等も挙げられる。

30

【0053】

着色剤としては、例えば、磁性粉（例えばマグネタイト、フェライト等）、カーボンブラック、アニリンブルー、カルイルブルー、クロムイエロー、ウルトラマリンブルー、デュポンオイルレッド、キノリンイエロー、メチレンブルークロリド、フタロシアニンブルー、マラカイトグリーンオキサレート、ランプブラック、ローズベンガル、C.I. ピグメント・レッド 48 : 1、C.I. ピグメント・レッド 122、C.I. ピグメント・レッド 57 : 1、C.I. ピグメント・イエロー 97、C.I. ピグメント・イエロー 17、C.I. ピグメント・ブルー 15 : 1、C.I. ピグメント・ブルー 15 : 3 等が代表的なものとして挙げられる。

【0054】

その他の添加剤としては、例えば、離型剤、磁性体、帯電制御剤、無機粉体等が挙げられる。

40

離型剤としては、例えば、炭化水素系ワックス；カルナウバワックス、ライスワックス、キャンデリラワックス等の天然ワックス；モンタンワックス等の合成或いは鉱物・石油系ワックス；脂肪酸エステル、モンタン酸エステル等のエステル系ワックス；などが挙げられるが、これに限定されるものではない。

【0055】

トナー粒子の特性について説明する。

トナー粒子の形状は、球状であってもよいし、異形状であってもよいが、異形状がよい。トナー粒子の形状を異形状とすると、トナー粒子の表面の凹部に機械的負荷が掛かり難くなることから、機械的負荷が掛かっても、シリカ粒子の遊離量が保持され易くなる。こ

50

のため、トナー（補給トナー）の搬送性確保及び回収トナーの回収効率向上の観点から、トナー粒子の形状は、異形状がよい。

【0056】

具体的には、トナー粒子の円形度は、0.930以上0.995以下がよく、望ましくは0.940以上0.980以下、より望ましくは0.950以上0.975以下である。

トナー粒子の円形度は、走査型電子顕微鏡（例えば日立株式会社製：S-4100など）を用いトナー粒子を観察して画像を撮影し、この画像を画像解析装置（例えばLUXE XI II、ニレコ社製）に取り込み100個の各々のトナー粒子について、次式に基づいて算出し、その平均値とする。なお、電子顕微鏡は1視野中にトナー粒子が3個以上20個以下程度写るように倍率を調整し、複数視野の観察を合わせて次式に基づいてSF2を算出した。

$$\cdot \text{式：円形度} (100 / SF2) = 4 \times (A / I^2)$$

式中、Iは画像上におけるトナー粒子の周囲長を示し、Aはトナー粒子の投影面積を表す。SF2は形状係数を表す。πは、円周率を示す。

【0057】

トナー粒子は、体積平均粒子径D_{50v}が2.0μm以上5.0μm以下であるが、2.5μm以上4.5μm以下であることが望ましい。トナー粒子の体積平均粒子径D_{50v}を2.0μm以上とすると、過剰の比表面積の高まりによるトナー粒子同士の付着力の上昇を抑え、トナーの搬送性が確保され易くなる。一方、トナー粒子の体積平均粒子径D_{50v}を5.0μm以下とすると、機械的負荷によるシリカ粒子の埋まり込みが抑制され易くなる。

【0058】

ここで、トナー粒子の体積平均粒径D_{50v}の測定法は、次の通りである。

まず、分散剤として界面活性剤（望ましくはアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム）の5質量%水溶液2ml中に、測定試料を0.5mg以上50mg以下加え、これを電解液100ml以上150ml以下中に添加した。この測定試料を懸濁させた電解液を超音波分散器で約1分間分散処理を行い、コールターマルチサイザーII型（ベックマン・コールター社製）により、アパー・チャーダー径が100μmのアパー・チャーダーを用いて、粒径が2.0μm以上60μm以下の範囲の粒子の粒度分布を測定する。測定する粒子数は50,000とする。

得られた粒度分布を分割された粒度範囲（チャンネル）に対し、小粒径側から体積累積分布を引いて、累積50%となる粒径を体積平均粒径D_{50v}とする。

【0059】

外添剤について説明する。

外添剤としては、シリカ粒子が採用される。

シリカ粒子としては、フュームドシリカ粒子、ゾルゲルシリカ粒子、コロイダルシリカ粒子等の周知のシリカ粒子が挙げられる、これらの中でも、トナーの流動性及び帯電性の観点から、ゾルゲルシリカ粒子が分散性、帯電制御性に優れることから望ましい。

【0060】

シリカ粒子の形状は、球状であってもよいし、異形状であってもよいが、異形状がよい。シリカ粒子の形状を異形状とすると、機械的負荷が掛かっても、トナー粒子に対するシリカ粒子の埋まり込みが抑制され易くなる。このため、トナー（補給トナー）の搬送性確保及び回収トナーの回収効率向上の観点から、シリカ粒子の形状は、異形状がよい。

【0061】

具体的には、シリカ粒子の円形度は、0.600以上0.930以下がよく、望ましくは0.650以上0.920以下、より望ましくは0.700以上0.900以下である。

シリカ粒子の円形度は、走査型電子顕微鏡（例えば日立株式会社製：S-4100など）を用いトナー粒子に外添させた後のシリカ粒子を観察して画像を撮影し、この画像を画

10

20

30

40

50

像解析装置（例えば L U Z E X I I I 、ニレコ社製）に取り込み 100 個の各々のシリカ粒子について、次式に基づいて算出し、その平均値とする。なお、電子顕微鏡は 1 視野中にシリカ粒子が 3 個以上 20 個以下程度写るように倍率を調整し、複数視野の観察を合わせて次式に基づいて S F 2 を算出した。

$$\cdot \text{式} : \text{円形度} (100 / S F 2) = 4 \times (A / I^2)$$

式中、 I は画像上におけるシリカ粒子の周囲長を示し、 A はシリカ粒子の投影面積を表す。 S F 2 は形状係数を表す。 π は、円周率を示す。

【 0 0 6 2 】

シリカ粒子の体積平均粒径は、例えば、 40 nm 以上 200 nm 以下がよく、望ましくは 40 nm 以上 180 nm 以下、より望ましくは 50 nm 以上 160 nm 以下である。10 シリカ粒子の体積平均粒径を 20 nm 以上とすると、機械的負荷によるシリカ粒子の埋まり込みが抑制され易くなる。一方、シリカ粒子の体積平均粒径を 200 nm 以下とすると、過剰なシリカ粒子の遊離量が抑えられる。このため、トナー（補給トナー）の搬送性確保及び回収トナーの回収効率向上の観点から、シリカ粒子の体積平均粒径は上記範囲にすることがよい。

【 0 0 6 3 】

シリカ粒子の体積平均粒径は、シリカ粒子をトナー粒子に外添させた後のシリカ粒子の一次粒子 100 個を SEM (Scanning Electron Microscope) 装置により観察し、シリカ粒子の画像解析によって粒子ごとの最長径、最短径を測定し、この中間値から球相当径を測定する。得られた球相当径の累積頻度における 50% 径 (D 50v) をシリカ粒子の平均粒径（つまり体積平均粒径）とする。20

【 0 0 6 4 】

シリカ粒子の表面は、疎水化処理されていることがよい。疎水化処理は、例えば疎水化処理剤に無機粒子を浸漬する等して行う。疎水化処理剤は特に制限されないが、例えば、シラン系カップリング剤、シリコーンオイル、チタネート系カップリング剤、アルミニウム系カップリング剤等が挙げられる。これらは 1 種単独で使用してもよいし、 2 種以上を併用してもよい。

【 0 0 6 5 】

シリカ粒子の外添量（含有量）は、例えば、トナー粒子に対して、 2.0 質量 % 以上 6.0 質量 % 以下がよく、望ましくは 3.0 質量 % 以上 5.5 質量 % 以下、より望ましくは 3.0 質量 % 以上 5.0 質量 % 以下である。30 シリカ粒子の外添量（含有量）を 2.0 質量 % 以上とすると、トナー粒子に対するシリカ粒子の被覆率が高まり、機械的負荷によるシリカ粒子の埋まり込みが抑制され易くなる。一方、シリカ粒子の外添量（含有量）を 6.0 質量 % 以下とすると、過剰なシリカ粒子の遊離量が抑えられる。このため、トナー（補給トナー）の搬送性確保及び回収トナーの回収効率向上の観点から、シリカ粒子の外添量（含有量）は上記範囲にすることがよい。

【 0 0 6 6 】

シリカ粒子のトナー粒子に対する被覆率（以下、シリカ粒子のカバレッジ）は、例えば、 20 % 以上 120 % 以下がよく、望ましくは 30 % 以上 80 % 以下、より望ましくは 40 % 以上 80 % 以下である。40 シリカ粒子のカバレッジを 20 % 以上とすると、トナーの流動性の過剰な悪化を抑制し、トナーの搬送性が確保され易くなる。一方、トナー粒子のカバレッジを 120 % 以下とすると、過剰なシリカ粒子の遊離量が抑えられる。このため、トナー（補給トナー）の搬送性確保及び回収トナーの回収効率向上の観点から、シリカ粒子のカバレッジは上記範囲にすることがよい。

【 0 0 6 7 】

なお、シリカ粒子のカバレッジは、次のように測定された値である。

FE - SEM (超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡 S U 8040 ((株) 日立ハイテクノロジーズ社製)) を用いて、トナー表面画像 10 万倍の画像を各サンプル 10 枚撮り、画像解析ソフト (Win roo f (三谷商事 (株) 製)) により二値化してトナー粒子表面とシリカ粒子を色分けし、それらの面積比から算出した。50

【0068】

外添剤としては、シリカ粒子以外に他の外添剤を併用してもよい。但し、この場合、シリカ粒子の外添量（含有量）は、外添剤全体に対して60質量%以上（望ましくは70質量%）であることがよい。

【0069】

他の外添剤としては、例えば、シリカ粒子以外の無機粒子が挙げられ、該無機粒子として、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 CuO 、 ZnO 、 SnO_2 、 CeO_2 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 BaO 、 CaO 、 K_2O 、 Na_2O 、 ZrO_2 、 $CaO \cdot SiO_2$ 、 $K_2O \cdot (TiO_2)_n$ 、 $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ 、 $CaCO_3$ 、 $MgCO_3$ 、 $BaSO_4$ 、 $MgSO_4$ 等が挙げられる。

なお、他の外添剤の表面は、疎水化処理されていることがよい。

【0070】

トナーの製造方法について説明する。

まず、トナー粒子は、特に製造方法により限定されるものではないが、例えば、結着樹脂、着色剤及び離型剤、必要に応じて帯電制御剤等を加えて混練、粉碎、分級する混練粉碎法；混練粉碎法にて得られた粒子を機械的衝撃力又は熱エネルギーにて形状を変化させる方法；結着樹脂の重合性単量体を乳化重合させ、形成された分散液と、着色剤及び離型剤、必要に応じて帯電制御剤等の分散液とを混合し、凝集、加熱融着させ、トナー粒子を得る乳化重合凝集法；結着樹脂を得るための重合性単量体と、着色剤及び離型剤、必要に応じて帯電制御剤等の溶液を水系溶媒に懸濁させて重合する懸濁重合法；結着樹脂と、着色剤及び離型剤、必要に応じて帯電制御剤等の溶液とを水系溶媒に懸濁させて造粒する溶解懸濁法等により製造されるトナー粒子が使用される。

【0071】

また上記方法で得られたトナー粒子をコアにして、さらに凝集粒子を付着、加熱融合してコアシェル構造をもたせる製造方法等、公知の方法が使用される。なお、トナーの製造方法としては、形状制御、粒度分布制御の観点から水系溶媒にて製造する懸濁重合法、乳化重合凝集法、溶解懸濁法が望ましく、乳化重合凝集法が特に望ましい。

【0072】

そして、トナーは、上記トナー粒子及び上記外添剤をヘンシェルミキサー又はVブレンダー等で混合することによって製造される。また、トナー粒子を湿式にて製造する場合は、湿式にて外添してもよい。

【0073】

次に、キャリアについて説明する。

キャリアとしては、例えば、磁性粉からなる芯材の表面に被覆樹脂を被覆した被覆キャリア、マトリックス樹脂中に磁性粉が分散・配合された磁性粉分散型キャリア、多孔質の磁性粉に樹脂を含浸させた樹脂含浸型キャリア等が挙げられる。

なお、磁性粉分散型キャリア、樹脂含浸型キャリアは、マトリックス樹脂中に磁性粉が分散・配合された粒子や、多孔質の磁性粉に樹脂を含浸させた粒子を芯材とし、これに被覆樹脂により被覆したキャリアであってもよい。

【0074】

磁性粉としては、例えば、酸化鉄、ニッケル、コバルト等の磁性金属、フェライト、マグネタイト等の磁性酸化物等が挙げられる。

【0075】

芯材に被覆する被覆樹脂、磁性粉を分散・配合するマトリックス樹脂としては、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリビニルアセテート、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラール、ポリ塩化ビニル、ポリビニルエーテル、ポリビニルケトン、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体、スチレン-アクリル酸共重合体、オルガノシロキサン結合を含んで構成されるストレートシリコーン樹脂またはその変性品、フッ素樹脂、ポリエステル、ポリカーボネート、フェノール樹脂、エポキシ樹脂等が挙げられる。

なお、芯材に被覆する被覆樹脂や、磁性粉を分散・配合する樹脂には、導電材料等、そ

10

20

30

40

50

の他添加剤を含ませてもよい。

【0076】

芯材の表面に被覆樹脂を被覆するには、被覆樹脂、および必要に応じて各種添加剤を適当な溶媒に溶解した被覆層形成用溶液により被覆する方法等が挙げられる。溶媒としては、特に限定されるものではなく、使用する被覆樹脂、塗布適性等を勘案して選択すればよい。

具体的な樹脂被覆方法としては、芯材を被覆層形成用溶液中に浸漬する浸漬法、被覆層形成用溶液を芯材表面に噴霧するプレー法、芯材を流動エアーにより浮遊させた状態で被覆層形成用溶液を噴霧する流動床法、ニーダーコーター中でキャリアの芯材と被覆層形成溶液とを混合し、溶剤を除去するニーダーコーター法等が挙げられる。

10

【0077】

キャリアの体積平均粒径 D_{50v} は、例えば、 $10 \mu m$ 以上 $32 \mu m$ 以下であり、望ましくは 15 以上 $32 \mu m$ 以下、より望ましくは $20 \mu m$ 以上 $30 \mu m$ 以下である。キャリアの体積平均粒径 D_{50v} を上記範囲とすると、キャリアによるトナーへの機械的強度が低減され、トナー粒子に対するシリカ粒子の埋まり込みが抑制され易くなる。このため、回収トナーの回収効率向上の観点から、キャリアの体積平均粒径 D_{50v} は上記範囲にすることがよい。

【0078】

キャリアの体積平均粒度分布指標 $GSDv$ において、例えば、粒径 $45 \mu m$ 以上のキャリア粒子がキャリア全体で 10% 以下（望ましくは 8% 以下、より望ましくは 5% 以下）であることがよい。粒径 $45 \mu m$ 以上のキャリア粒子の割合を上記範囲にすると、トナー粒子に対するシリカ粒子の埋まり込みが抑制され易くなる。このため、回収トナーの回収効率向上の観点から、粒径 $45 \mu m$ 以上のキャリア粒子の割合を上記範囲にすることがよい。

20

【0079】

キャリアの体積平均粒径 D_{50v} 及び体積平均粒度分布指標 $GSDv$ は、レーザー散乱粒度測定装置（日機装（株）製、マイクロトラック）を用いて、 $100 \mu m$ のアーチチャ径で測定することにより得られる。このとき、測定はキャリアを電解質水溶液（アイソトン水溶液）に分散させ、超音波により 30 秒以上分散させた後に行った。

レーザー散乱粒度測定装置（日機装（株）製、マイクロトラック）で測定されたキャリアの粒度分布を基にして分割された粒度範囲（チャネル）に対して体積をそれぞれ小径側から累積分布を描いて、累積 50% となる粒径が体積平均粒径 D_{50v} とし、体積平均粒度分布指標 $GSDv$ において、チャネルから粒径 $45 \mu m$ の粒子の比率を求めた。

30

【0080】

- 電子写真感光体 -

電子写真感光体 10 としては、有機感光体、無機感光体が挙げられる。

電子写真感光体 10 として具体的には、例えば、1) 導電性基体上に下引層が設けられ、その上に電荷発生層、電荷輸送層、及び保護層が順次形成された構造を有するもの、2) 導電性基体上に下引層が設けられ、その上に、電荷輸送層、電荷発生層、及び保護層が順次形成された構造を有するもの、3) 導電性基体上に下引層が設けられ、その上に単層型感光層、保護層が順次形成された構造を有するもの、等、周知のものが挙げられる。

40

なお、電荷発生層及び電荷輸送層は機能分離型の感光層である。また、電子写真感光体 10 において、下引層は設けてよいし、設けなくてもよい。

【0081】

- 帯電装置 -

帯電装置 20 としては、例えば、導電性の帯電ローラ、帯電ブラシ、帯電フィルム、帯電ゴムブレード、帯電チューブ等を用いた接触型帯電器が挙げられる。また、帯電装置 20 としては、例えば、非接触方式のローラ帯電器、コロナ放電を利用したスコロトロン帯電器やコロトロン帯電器等のそれ自体公知の帯電器等も挙げられる。帯電装置 20 としては、接触型帯電器がよい。

50

なお、本実施形態では、直流に交流を重畠した電圧を印加する方式の帶電器を採用しても、放電生成物が生じ易い方式であるが、このような方式を採用しても、電子写真感光体10に放電生成物の付着・堆積が抑制され、画像の白抜けが抑制される。

【0082】

- 露光装置 -

露光装置30としては、例えば、電子写真感光体10表面に、半導体レーザ光、LED光、液晶シャッタ光等の光を、像様に露光する光学系機器等が挙げられる。光源の波長は電子写真感光体10の分光感度領域にあるものがよい。半導体レーザーの波長としては、例えば、780nm前後に発振波長を有する近赤外がよい。しかし、この波長に限定されず、600nm台の発振波長レーザーや青色レーザーとして400nm以上450nm以下に発振波長を有するレーザーも利用してもよい。また、露光装置30としては、例えばカラー画像形成のためにはマルチビーム出力するタイプの面発光型のレーザー光源も有効である。

10

【0083】

- 現像装置 -

現像装置40は、例えば、現像領域で電子写真感光体10に対向して配置されており、例えば、トナー及びキャリアを含む現像剤（2成分現像剤）を収容する現像容器41を有している。現像容器41は、現像容器本体41Aとその上端を塞ぐ現像容器カバー41Bとを有している。

20

【0084】

現像容器本体41Aは、例えば、その内側に、現像ロール（現像剤保持体の一例）42を収容する現像ロール室42Aを有しており、現像ロール室42Aに隣接して、第1攪拌室43Aと第1攪拌室43Aに隣接する第2攪拌室44Aとを有している。また、現像ロール室42A内には、例えば、現像容器カバー41Bが現像容器本体41Aに装着された時に現像ロール42表面の現像剤の層厚を規制するための層厚規制部材45が設けられている。

20

【0085】

第1攪拌室43Aと第2攪拌室44Aとの間は例えば仕切り壁41Cにより仕切られており、図示しないが、第1攪拌室43A及び第2攪拌室44Aは仕切り壁41Cの長手方向（現像装置長手方向）両端部に開口部が設けられて通じており、第1攪拌室43A及び第2攪拌室44Aによって循環攪拌室（43A+44A）を構成している。

30

【0086】

そして、現像ロール室42Aには、電子写真感光体10と対向するように現像ロール42が配置されている。現像ロール42は、図示しないが磁性を有する磁性ロール（固定磁石）の外側にスリープを設けたものである。第1攪拌室43Aの現像剤は磁性ロールの磁力によって現像ロール42の表面上に吸着されて、現像領域に搬送される。また、現像ロール42はそのロール軸が現像容器本体41Aに回転自由に支持されている。ここで、現像ロール42と電子写真感光体10とは、同方向に回転し、対向部において、現像ロール42の表面上に吸着された現像剤は、電子写真感光体10の進行方向とは逆方向から現像領域に搬送するようにしている。

40

【0087】

また、現像ロール42のスリープには、不図示のバイアス電源が接続され、現像バイアスが印加されるようになっている（本実施形態では、現像領域に交番電界が印加されるよう、直流成分（AC）に交流成分（DC）を重畠したバイアスを印加）。

【0088】

第1攪拌室43A及び第2攪拌室44Aには現像剤を攪拌しながら搬送する第1攪拌部材43（攪拌・搬送部材）及び第2攪拌部材44（攪拌・搬送部材）が配置されている。第1攪拌部材43は、現像ロール42の軸方向に伸びる第1回転軸と、回転軸の外周に螺旋状に固定された攪拌搬送羽根（突起部）とで構成されている。また、第2攪拌部材44も、同様に、第2回転軸及び攪拌搬送羽根（突起部）とで構成されている。なお、攪拌部

50

材は現像容器本体 41A に回転自由に支持されている。そして、第 1 攪拌部材 43 及び第 2 攪拌部材 44 は、その回転によって、第 1 攪拌室 43A 及び第 2 攪拌室 44A の中の現像剤は互いに逆方向に搬送されるように配設されている。

【0089】

そして、第 2 攪拌室 44A の長手方向一端側には、補給トナー及び補給用キャリアを含む補給トナーを第 2 攪拌室 44A へ供給するための補給搬送路 46 の一端が連結されており、補給搬送路 46 の他端には、補給トナーを収容している補給トナー収容容器 47 が連結されている。

【0090】

- 転写装置 -

10

一次転写装置 51、及び二次転写装置 52 としては、例えば、ベルト、ローラ、フィルム、ゴムブレード等を用いた接触型転写帶電器、コロナ放電を利用したスコロトロン転写帶電器やコロトロン転写帶電器等のそれ自体公知の転写帶電器が挙げられる。

【0091】

中間転写体 50 としては、導電剤を含んだポリイミド、ポリアミドイミド、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステル、ゴム等のベルト状のもの（中間転写ベルト）が使用される。また、中間転写体の形態としては、ベルト状以外に円筒状のものが用いられる。

【0092】

- クリーニング装置 -

20

クリーニング装置 70 は、筐体 71 と、筐体 71 から突出するように配設されるクリーニングブレード 72 と、を含んで構成されている。

なお、クリーニングブレード 72 は、筐体 71 の端部で支持された形態であってもよし、別途、支持部材（ホルダー）により支持される形態であってもよいが、本実施形態では、筐体 71 の端部で支持された形態を示している。

【0093】

クリーニングブレード 72 について説明する。

クリーニングブレード 72 は、電子写真感光体 10 の回転軸に沿った方向に延びた板状のものであって、電子写真感光体 10 の回転方向（矢印 a）の上流側に、先端部が圧力を掛けつつ接触されるように設けられている。

30

クリーニングブレード 72 を構成する材料としては、ウレタンゴム、シリコンゴム、フッ素ゴム、プロロピレンゴム、ブタジエンゴム等が挙げられる。これらの中で、ウレタンゴムがよい。

ウレタンゴム（ポリウレタン）は、例えば、通常ポリウレタンの形成に用いられるものであれば特に限定されないが、例えばポリエチレンアジペート、ポリカプロラクトンなどのポリエステルポリオールなどのポリオールとジフェニルメタンジイソシアネートなどのイソシアネートとからなるウレタンプレポリマー及びたとえば 1,4-ブタンジオール、トリメチロールプロパン、エチレングリコールやこれらの混合物などの架橋剤を原料とするものよい。

【0094】

40

次に、本実施形態に係る画像形成装置 101 の画像プロセス（画像形成方法）について説明する。

【0095】

本実施形態に係る画像形成装置 101 では、まず、電子写真感光体 10 が矢印 a で示される方向に沿って回転すると同時に、帯電装置 20 により帯電する。

【0096】

帯電装置 20 によって表面が帯電した電子写真感光体 10 は、露光装置 30 により露光され、表面に潜像が形成される。

【0097】

電子写真感光体 10 における潜像の形成された部分が現像装置 40 に近づき、現像装置

50

40において、現像ロール42の表面に形成した現像剤による磁気ブラシが電子写真感光体10に接触又は非接触で接近することで、潜像にトナーが付着し、トナー像が形成される。

【0098】

トナー像が形成された電子写真感光体10が矢印aに方向にさらに回転すると、トナー像は中間転写体50の外側の面に転写する。

【0099】

トナー像が中間転写体50に転写されたら、記録紙供給装置53により、二次転写装置52に記録紙Pが供給され、中間転写体50に転写されたトナー像が二次転写装置52により、記録紙P上に転写される。これにより、記録紙Pにトナー像が形成される。

10

【0100】

画像が形成された記録紙Pは、定着装置80でトナー像が定着される。

【0101】

ここで、トナー像が中間転写体50に転写された後、電子写真感光体10は、転写後、クリーニング装置70のクリーニングブレード72により、表面に残ったトナーや放電生成物が除去される。そして、クリーニング装置70において、転写残のトナーや放電生成物が除去された電子写真感光体10は、帯電装置20により、再び帯電せられ、露光装置30において露光されて潜像が形成される。

また、隨時、補給トナー収容容器47から補給搬送路46を経て補給トナーを現像装置40(第2攪拌室44A)へ供給する。

20

【0102】

また、本実施形態に係る画像形成装置101は、例えば、図2に示すように、筐体11内に、電子写真感光体10、帯電装置20、現像装置40、及びクリーニング装置70を一体に収容させたプロセスカートリッジ101Aを備えた形態であってもよい。このプロセスカートリッジ101Aは、複数の部材を一体的に収容し、画像形成装置101に脱着させるものである。なお、図2に示す画像形成装置101では、補給トナー収容容器47を省略して示している。

プロセスカートリッジ101Aの構成は、これに限られず、例えば、少なくとも、電子写真感光体10を備えてえればよく、その他、例えば、帯電装置20、露光装置30、現像装置40、一次転写装置51、及びクリーニング装置70から選択される少なくとも一つを備えていてもよい。

30

【0103】

また、本実施形態に係る画像形成装置101は、上記構成に限られず、例えば、電子写真感光体10の周囲であって、一次転写装置51よりも電子写真感光体10の回転方向下流側でクリーニング装置70よりも電子写真感光体の回転方向上流側に、残留したトナーの極性を揃え、クリーニングブラシ等で除去しやすくするための第1除電装置を設けた形態であってもよいし、クリーニング装置70よりも電子写真感光体の回転方向下流側で帯電装置20よりも電子写真感光体の回転方向上流側に、電子写真感光体10の表面を除電する第2除電装置を設けた形態であってもよい。

【0104】

40

また、本実施形態に係る画像形成装置101は、上記構成に限れず、周知の構成、例えば、電子写真感光体10に形成したトナー像を直接、記録紙Pに転写する方式を採用してもよいし、タンデム方式の画像形成装置を採用してもよい。

【実施例】

【0105】

以下に実施例を挙げて本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に制限されるものではない。なお、特に断りがない限り、以下の実施例において「部」は質量部を、「%」は質量%を意味する。

【0106】

<トナー粒子の作製>

50

(トナー1の作製)

- ポリエステル樹脂分散液の調製 -

・テレフタル酸	3 0 m o l %
・フマル酸	7 0 m o l %
・ビスフェノールAエチレンオキサイド2モル付加物	2 0 m o l %
・ビスフェノールAプロピレンオキサイド2モル付加物	8 0 m o l %

攪拌装置、窒素導入管、温度センサー、精留塔を備えた内容量5リットルのフラスコに上記モノマーを仕込み、1時間をして190まで上げ、反応系内が攪拌されていることを確認した後、ジブチル錫オキサイド1.2質量部を投入した。

さらに生成する水を留去しながら同温度から6時間をして240まで温度を上げ、
240でさらに3時間脱水縮合反応を継続し、酸価が12.0mg/KOH、重量平均分子量9700である非晶質ポリエステル樹脂を得た。
10

【0107】

次いで、これを溶融状態のまま、キャビトロンCD1010（株式会社ユーロテック製）に毎分100gの速度で移送した。

別途準備した水性媒体タンクには試薬アンモニア水をイオン交換水で希釈した0.37質量%濃度の希アンモニア水を入れ、熱交換器で120に加熱しながら毎分0.1リットルの速度で、上記非晶質ポリエステル樹脂1溶融体と同時にキャビトロンCD1010（株式会社ユーロテック製）に移送した。

回転子の回転速度が60Hz、圧力が5kg/cm²の条件でキャビトロンを運転し、
平均粒径0.16μm、固形分量30質量部のポリエステル樹脂からなる樹脂分散液を得た。
20

【0108】

- 着色剤分散液の調製 -

・シアノ顔料（銅フタロシアニンB15:3：大日精化社製）	4 5 質量部
・イオン性界面活性剤ネオゲンRK（第一工業製薬社製）	5 質量部
・イオン交換水	2 0 0 質量部

上記成分を混合溶解し、ホモジナイザー（IKAウルトラタラックス）により10分間分散し、中心粒径168nm、固形分量22.0質量部の着色剤分散液を得た。

【0109】

- 離型剤分散液の調製 -

・パラフィンワックス HNP9（融点75：日本精鑑社製）	4 5 質量部
・カチオン性界面活性剤 ネオゲンRK（第一工業製薬社製）	5 質量部
・イオン交換水	2 0 0 質量部

上記成分を95に加熱して、IKA製ウルトラタラックスT50にて分散後、圧力吐出型ゴーリンホモジナイザーで分散処理し、中心径200nm、固形分量20.0質量部の離型剤分散液を得た。
30

【0110】

- トナー粒子の作製 -

・ポリエステル樹脂分散液	2 7 8 . 9 質量部
・着色剤分散液	2 7 . 3 質量部
・離型剤分散液	3 5 質量部

【0111】

上記成分を丸型ステンレス製フラスコ中においてウルトラタラックスT50で混合・分散した。次いで、これにポリ塩化アルミニウム0.20質量部を加え、ウルトラタラックスで分散操作を継続した。加熱用オイルバスでフラスコを攪拌しながら温度TE1として42まで加熱した。42で60分保持した後、ここにポリエステル樹脂分散液を70.0質量部追加した。

その後、0.5mol/lの水酸化ナトリウム水溶液で系内のpHを9.0にした後、
ステンレス製フラスコを密閉し、磁力シールを用いて攪拌を継続しながら温度TE2とし
50

て 85 まで加熱し、時間 T I 2 として 3 時間保持した。

反応終了後、冷却し、濾過、イオン交換水で洗浄した後、ヌッヂェ式吸引濾過により固液分離を施した。これを更に 40 のイオン交換水 1 L に再分散し、15 分 300 rpm で攪拌・洗浄した。

これを更に 5 回繰り返し、濾液の pH が 7.5、電気伝導度 7.0 μ S/cm となつたところで、ヌッヂェ式吸引濾過により No 5 Aろ紙を用いて固液分離を行った。次いで真空乾燥を 12 時間継続した。

【0112】

以上の工程を経て、トナー粒子 1 を得た。トナー粒子 1 の体積平均粒径 D 50 は 3.6 μ m、粒度分布係数 GSD は 1.14 であった。また、トナー粒子 1 の円形度は 0.97 10 3 であった。

【0113】

(トナー粒子 2 ~ 4 の作製)

表 1 に従って、トナー粒子 1 の製造条件を変更した以外は、トナー粒子 1 と同様にして、表 1 に示す体積平均粒径を持つトナー粒子 2 ~ 4 を得た。具体的には、以下の通りである。

【0114】

- トナー粒子 2 の作製 -

- ・ポリエステル樹脂分散液 278.9 質量部
- ・着色剤分散液 27.3 質量部
- ・離型剤分散液 35 質量部

20

上記成分を丸型ステンレス製フラスコ中においてウルトラタラックス T 50 で混合・分散した。次いで、これにポリ塩化アルミニウム 0.20 質量部を加え、ウルトラタラックスで分散操作を継続した。加熱用オイルバスでフラスコを攪拌しながら温度 T E 1 として 45 まで加熱した。45 で 60 分保持した後、ここにポリエステル樹脂分散液を 70 0.0 質量部追加した。

その後、0.5 mol/l の水酸化ナトリウム水溶液で系内の pH を 9.0 にした後、ステンレス製フラスコを密閉し、磁力シールを用いて攪拌を継続しながら温度 T E 2 として 85 まで加熱し、時間 T I 2 として 3 時間保持した。

反応終了後、冷却し、濾過、イオン交換水で洗浄した後、ヌッヂェ式吸引濾過により固液分離を施した。これを更に 40 のイオン交換水 1 L に再分散し、15 分 300 rpm で攪拌・洗浄した。

これを更に 5 回繰り返し、濾液の pH が 7.5、電気伝導度 7.0 μ S/cm となつたところで、ヌッヂェ式吸引濾過により No 5 Aろ紙を用いて固液分離を行った。次いで真空乾燥を 12 時間継続した。

【0115】

以上の工程を経て、トナー粒子 2 を得た。トナー粒子 2 の体積平均粒径 D 50 は 4.2 μ m、粒度分布係数 GSD は 1.14 であった。また、トナー粒子 2 の円形度は 0.97 2 であった。

【0116】

- トナー粒子 3 の作製 -

- ・ポリエステル樹脂分散液 278.9 質量部
- ・着色剤分散液 27.3 質量部
- ・離型剤分散液 35 質量部

40

上記成分を丸型ステンレス製フラスコ中においてウルトラタラックス T 50 で混合・分散した。次いで、これにポリ塩化アルミニウム 0.20 質量部を加え、ウルトラタラックスで分散操作を継続した。加熱用オイルバスでフラスコを攪拌しながら温度 T E 1 として 42 まで加熱した。42 で 60 分保持した後、ここにポリエステル樹脂分散液を 70 0.0 質量部追加した。

その後、0.5 mol/l の水酸化ナトリウム水溶液で系内の pH を 9.0 にした後、

50

ステンレス製フラスコを密閉し、磁力シールを用いて攪拌を継続しながら温度 T E 2 として 85 まで加熱し、時間 T I 2 として 4 時間保持した。

反応終了後、冷却し、濾過、イオン交換水で洗浄した後、ヌッヂ式吸引濾過により固液分離を施した。これを更に 40 のイオン交換水 1 L に再分散し、15 分 300 rpm で攪拌・洗浄した。

これを更に 5 回繰り返し、濾液の pH が 7.5、電気伝導度 7.0 μ S / cm となつたところで、ヌッヂ式吸引濾過により No 5 Aろ紙を用いて固液分離を行った。次いで真空乾燥を 12 時間継続した。

【 0117 】

以上の工程を経て、トナー粒子 3 を得た。トナー粒子 3 の体積平均粒径 D 50 は 3.6 10 μ m、粒度分布係数 GSD は 1.13 であった。また、トナー粒子 3 の円形度は 0.994 であった。

【 0118 】

- トナー粒子 4 の作製 -

- トナー粒子 2 の作製 -

・ポリエステル樹脂分散液 278.9 質量部

・着色剤分散液 27.3 質量部

・離型剤分散液 35 質量部

上記成分を丸型ステンレス製フラスコ中においてウルトラタラックス T 50 で混合・分散した。次いで、これにポリ塩化アルミニウム 0.20 質量部を加え、ウルトラタラックスで分散操作を継続した。加熱用オイルバスでフラスコを攪拌しながら温度 T E 1 として 48 まで加熱した。48 で 60 分保持した後、ここにポリエステル樹脂分散液を 70 20 .0 質量部追加した。

その後、0.5 mol / l の水酸化ナトリウム水溶液で系内の pH を 9.0 にした後、ステンレス製フラスコを密閉し、磁力シールを用いて攪拌を継続しながら温度 T E 2 として 85 まで加熱し、時間 T I 2 として 3 時間保持した。

反応終了後、冷却し、濾過、イオン交換水で洗浄した後、ヌッヂ式吸引濾過により固液分離を施した。これを更に 40 のイオン交換水 1 L に再分散し、15 分 300 rpm で攪拌・洗浄した。

これを更に 5 回繰り返し、濾液の pH が 7.5、電気伝導度 7.0 μ S / cm となつたところで、ヌッヂ式吸引濾過により No 5 Aろ紙を用いて固液分離を行った。次いで真空乾燥を 12 時間継続した。

【 0119 】

以上の工程を経て、トナー粒子 4 を得た。トナー粒子 4 の体積平均粒径 D 50 は 5.3 30 μ m、粒度分布係数 GSD は 1.15 であった。また、トナー粒子 4 の円形度は 0.971 であった。

【 0120 】

< 外添剤の作製 >

(シリカ粒子 1 の作製)

- 造粒工程 -

・アルカリ触媒溶液準備工程 [アルカリ触媒溶液の調製]

金属製攪拌棒、滴下ノズル (テフロン (登録商標) 製マイクロチューブポンプ)、及び、温度計を有した容積 3 L のガラス製反応容器にメタノール 300 質量部、10% アンモニア水 47.7 質量部を入れ、攪拌混合して、アルカリ触媒溶液を得た。

【 0121 】

・粒子生成工程 [シリカ粒子懸濁液の調製]

次に、アルカリ触媒溶液の温度を 25 に調整し、アルカリ触媒溶液を窒素置換した。その後、アルカリ触媒溶液を攪拌しながら、テトラメトキシシラン (TMOS) 450 質量部と、触媒 (NH₃) 濃度が 4.44% のアンモニア水 270 質量部とを、下記供給量で、同時に滴下を行いシリカ粒子の懸濁液 (シリカ粒子懸濁液) を得た。

10

20

30

40

50

ここで、テトラメトキシシランの供給量は、6.37質量部 / min、4.44%アンモニア水の供給量は、3.82質量部 / minとした。

得られたシリカ粒子懸濁液の粒子を、既述の粒度測定装置で測定したところ体積平均粒子径 (D50v) は 68 nm であった。

【0122】

- 乾燥工程 -

次に、得られた親水性シリカ粒子の懸濁液（親水性シリカ粒子分散液）を、スプレードライにより乾燥して、溶媒を除去し、親水性シリカ粒子の粉末を得た。

【0123】

- 疎水化処理工程 -

得られた親水性シリカ粒子の粉末 100 質量部をミキサーに入れ、窒素雰囲気下で 200 に加熱しながら 200 rpm で攪拌し、ヘキサメチルジシラザン (HMDS) を親水性シリカ粒子の粉末に対し、30 質量部滴下し 2 時間反応させた。その後、冷却させ疎水処理された疎水性シリカ粒子の粉末を得た。

【0124】

以上工程を経て得られた疎水性シリカ粒子の粉末を、シリカ粒子 1 とした。シリカ粒子 1 の円形度は 0.782 であった。

【0125】

(シリカ粒子 2 の作製)

- 造粒工程 -

・アルカリ触媒溶液準備工程 [アルカリ触媒溶液の調製]

金属製攪拌棒、滴下ノズル（テフロン（登録商標）製マイクロチューブポンプ）、及び、温度計を有した容積 3 L のガラス製反応容器にメタノール 300 質量部、10% アンモニア水 46.9 質量部を入れ、攪拌混合して、アルカリ触媒溶液を得た。

【0126】

・粒子生成工程 [シリカ粒子懸濁液の調製]

次に、アルカリ触媒溶液の温度を 25 に調整し、アルカリ触媒溶液を窒素置換した。その後、アルカリ触媒溶液を攪拌しながら、テトラメトキシシラン (TMOS) 450 質量部と、触媒 (NH₃) 濃度が 4.44% のアンモニア水 270 質量部とを、下記供給量で、同時に滴下を行いシリカ粒子の懸濁液（シリカ粒子懸濁液）を得た。

ここで、テトラメトキシシランの供給量は、5.52 質量部 / min、4.44% アンモニア水の供給量は、3.31 質量部 / min とした。

得られたシリカ粒子懸濁液の粒子を、既述の粒度測定装置で測定したところ体積平均粒子径 (D50v) は 42 nm であった。

【0127】

- 乾燥工程 -

次に、得られた親水性シリカ粒子の懸濁液（親水性シリカ粒子分散液）を、スプレードライにより乾燥して、溶媒を除去し、親水性シリカ粒子の粉末を得た。

【0128】

- 疎水化処理工程 -

得られた親水性シリカ粒子の粉末 100 質量部をミキサーに入れ、窒素雰囲気下で 200 に加熱しながら 200 rpm で攪拌し、ヘキサメチルジシラザン (HMDS) を親水性シリカ粒子の粉末に対し、30 質量部滴下し 2 時間反応させた。その後、冷却させ疎水処理された疎水性シリカ粒子の粉末を得た。

【0129】

以上工程を経て得られた疎水性シリカ粒子の粉末を、シリカ粒子 2 とした。シリカ粒子 2 の円形度は 0.816 であった。

【0130】

(シリカ粒子 3 の作製)

- 造粒工程 -

10

20

30

40

50

・アルカリ触媒溶液準備工程〔アルカリ触媒溶液の調製〕

金属製攪拌棒、滴下ノズル(テフロン(登録商標)製マイクロチューブポンプ)、及び、温度計を有した容積3Lのガラス製反応容器にメタノール300質量部、10%アンモニア水47.7質量部を入れ、攪拌混合して、アルカリ触媒溶液を得た。

【0131】

・粒子生成工程〔シリカ粒子懸濁液の調製〕

次に、アルカリ触媒溶液の温度を25℃に調整し、アルカリ触媒溶液を窒素置換した。その後、アルカリ触媒溶液を攪拌しながら、テトラメトキシシラン(TMOS)450質量部と、触媒(NH₃)濃度が4.44%のアンモニア水270質量部とを、下記供給量で、同時に滴下を行いシリカ粒子の懸濁液(シリカ粒子懸濁液)を得た。

ここで、テトラメトキシシランの供給量は1.58質量部/min、4.44%アンモニア水の供給量は、0.95質量部/minとした。

得られたシリカ粒子懸濁液の粒子を、既述の粒度測定装置で測定したところ体積平均粒子径(D50v)は68nmであった。

【0132】

-乾燥工程-

次に、得られた親水性シリカ粒子の懸濁液(親水性シリカ粒子分散液)を、スプレードライにより乾燥して、溶媒を除去し、親水性シリカ粒子の粉末を得た。

【0133】

-疎水化処理工程-

得られた親水性シリカ粒子の粉末100質量部をミキサーに入れ、窒素雰囲気下で200℃に加熱しながら200rpmで攪拌し、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)を親水性シリカ粒子の粉末に対し、30質量部滴下し2時間反応させた。その後、冷却させ疎水処理された疎水性シリカ粒子の粉末を得た。

【0134】

以上工程を経て得られた疎水性シリカ粒子の粉末を、シリカ粒子3とした。シリカ粒子3の円形度は0.983であった。

【0135】

(シリカ粒子4の作製)

フュームドシリカ粒子(エアロジル社製「R8200」、HMDS表面処理、体積平均粒径12nm、円形度0.948)を準備し、これをシリカ粒子4とした。

【0136】

<キャリアの作製>

(キャリア1の作製)

・綜研化学社製「ポリメタクリル酸メチル(PMMA)樹脂(Mw72,000、Mn36,000)」：3質量部

・和光純薬工業株式会社 トルエン(特級)：30質量部

・芯材[パウダーテック社製磁性粉「Mn-Mgフェライトコア(平均粒径23μm、飽和磁化55A/m²/kg(1kOe時)、真比重4.6g/cm³」]：100質量部

上記組成のうち、まず、PMMA樹脂をトルエンに溶解させPMMA樹脂のトルエン溶液を作製する。

次に、芯材であるフェライトコア(磁性粉)を80℃に加熱したニーダーに投入し、攪拌させる。

フェライトコアが50℃になった時点で、PMMAのトルエン溶液を投入し、密閉し10分攪拌させる。

次に、攪拌したまま、真空にし、トルエンを蒸発させる。30分後真空を解除し、取り出す。

そして、放置冷却させ30℃になった後、45μm篩分を実施し、平均粒径24μmのキャリア1を得た。

10

20

40

50

【0137】

(キャリア2～3の作製)

表1に従って、キャリア1の製造条件を変更した以外は、キャリア1と同様にして、表1に示す体積平均粒径を持つキャリア2～3を得た。具体的には、以下の通りである。

【0138】

-キャリア2の作製-

・綜研化学社製「ポリメタクリル酸メチル(PMMA)樹脂(Mw72,000、Mn36,000)」：3質量部

・和光純薬工業株式会社 トルエン(特級)：30質量部

・芯材[パウダーテック社製磁性粉「Mn-Mgフェライトコア(平均粒径30μm、飽和磁化55A/m²/kg(1kOe時)、真比重4.6g/cm³)」：100質量部

上記組成のうち、まず、PMMA樹脂をトルエンに溶解させPMMA樹脂のトルエン溶液を作製する。

次に、芯材であるフェライトコア(磁性粉)を80に加熱したニーダーに投入し、攪拌させる。

フェライトコアが50になった時点で、PMMAのトルエン溶液を投入し、密閉し10分攪拌させる。

次に、攪拌したまま、真空にし、トルエンを蒸発させる。30分後真空を解除し、取り出す。

そして、放置冷却させ30になった後、45μm篩分を実施し、平均粒径32μmのキャリア2を得た。

【0139】

-キャリア3の作製-

・綜研化学社製「ポリメタクリル酸メチル(PMMA)樹脂(Mw72,000、Mn36,000)」：3質量部

・和光純薬工業株式会社 トルエン(特級)：30質量部

・芯材[パウダーテック社製磁性粉「Mn-Mgフェライトコア(平均粒径38μm、飽和磁化55A/m²/kg(1kOe時)、真比重4.6g/cm³)」：100質量部

上記組成のうち、まず、PMMA樹脂をトルエンに溶解させPMMA樹脂のトルエン溶液を作製する。

次に、芯材であるフェライトコア(磁性粉)を80に加熱したニーダーに投入し、攪拌させる。

フェライトコアが50になった時点で、PMMAのトルエン溶液を投入し、密閉し10分攪拌させる。

次に、攪拌したまま、真空にし、トルエンを蒸発させる。30分後真空を解除し、取り出す。

そして、放置冷却させ30になった後、45μm篩分を実施し、平均粒径40μmのキャリア3を得た。

【0140】

<現像剤の作製>

(現像剤1の作製)

トナー粒子1：100質量部に、外添剤として、シリカ粒子1：4.4質量部、及びチタニア粒子1(「P25」アロアジル社製、体積平均粒径が20nm、オクチルシリコンで表面処理)：1.5質量部を添加し、5リットルヘンシェルミキサーを用い、攪拌羽根回転数=3760rpm、攪拌羽根の直径=0.17mm、攪拌時間=15分間の外添条件で混合を行った後、45μmの目開きの篩を用いて粗大粒子を除去し、トナー1を作製した。

なお、トナー粒子及び外添剤の混合強度(以下「混合強度」)は、2.30E+10と

10

20

30

40

50

した。但し、式：混合強度 = [搅拌羽根回転数 (r p m)] ³ × [搅拌羽根の直径 (m)] ² × [搅拌時間 (分)] で算出される値である。

そして、トナー 1 : 10 質量部とキャリア 1 : 90 質量部とを、V 型ブレンダーで、攪拌速度 20 r p m で 15 分間ブレンドして、現像剤 1 を作製した。

【 0 1 4 1 】

(現像剤 2 ~ 9 、比較現像剤 C 1 ~ C 4)

表 2 ~ 表 3 に従って、トナー粒子、シリカ粒子、及びチタニア粒子の種類並びに量と、外添条件とを変更した以外は、トナー粒子 1 と同様にして、トナー粒子 2 ~ 9 、及び比較トナー C 1 ~ C 4 を作製した。

そして、表 2 に従って、キャリアの種類並びにトナーとの質量比を変更した以外は、現像剤 1 と同様にして、現像剤 2 ~ 9 、及び比較現像剤 C 1 ~ C 4 を作製した。 10

【 0 1 4 2 】

< 実施例 1 ~ 9 、比較例 1 ~ 5 >

表 2 に従った現像剤を、富士ゼロックス社製「 A p e o s P o r t I V C 5 5 7 5 」改造機の現像装置に収容すると共に、現像剤に採用したトナーを補給トナーとして、トナー カートリッジに 250 g 充填して、以下の評価を行った。

【 0 1 4 3 】

[評価]

上記「 A p e o s P o r t I V C 5 5 7 5 」改造機により、22 50 % 環境にて、以下に示すハーフトーン画像の画像密度 (エリアカバレッジ) 、及び出力枚数 (A 4 紙の出力枚数) に従った下記画像出力条件 (1) 、(2) 、(3) の順で繰り返し画像の出力を行った。 20

そして、「 A p e o s P o r t I V C 5 5 7 5 」改造機において、トナー カートリッジ の空表示 (E m p t y 表示) が示された時点で、トナー カートリッジを取り出し、トナー カートリッジに残留した補給トナー残量を計量した。

また、回収トナーを回収する回収容器 (回収ボックス) の満タン表示 (F u l l 表示) が示された時点で、回収容器を取り出し、回収容器内に回収された回収トナー量を計量した。

(1) 画像密度 (エリアカバレッジ) 1 % のハーフトーン画像を 5,000 枚出力

(2) 画像密度 (エリアカバレッジ) 5 % のハーフトーン画像を 5,000 枚出力

(3) 画像密度 (エリアカバレッジ) 20 % のハーフトーン画像を 5,000 枚出力

【 0 1 4 4 】

各現像剤の詳細 (補給トナーの詳細) 、回収トナーの詳細を表 1 ~ 表 4 に一覧にして示す。また、評価結果を表 4 に示す。

【 0 1 4 5 】

【表1】

トナーパーツ一覧

	製造条件	体積平均粒径D50v (nm)	円形度
トナーパーツ1	温度TE1=42°C, 温度TE2=85°C, 時間T12=3時間	3.6 μm	0.973
トナーパーツ2	温度TE1=45°C, 温度TE2=85°C, 時間T12=3時間	4.2 μm	0.972
トナーパーツ3	温度TE1=42°C, 温度TE2=85°C, 時間T12=4時間	3.6 μm	0.994
トナーパーツ4	温度TE1=48°C, 温度TE2=85°C, 時間T12=3時間	5.3 μm	0.971

シリカ粒子一覧

	体積平均粒径D50v (nm)	円形度
シリカ粒子1	68nm	0.782
シリカ粒子2	42nm	0.816
シリカ粒子3	68nm	0.983
シリカ粒子4	12nm	0.948

キャリアー一覧

	製造条件	体積平均粒径D50v (nm)
キャリア1	平均粒径23 μmの芯材を使用	24 μm
キャリア2	平均粒径30 μmの芯材を使用	32 μm
キャリア3	平均粒径38 μmの芯材を使用	40 μm

【表2】

現像剤 No.	トナー粒子 No.	トナー				外添剤				キャラ	
		シリカ粒子		シリカ粒子		シリカ粒子		シリカ粒子		シリカ質量比	
実施例 1	1	トナー粒子 1	100 部	シリカ粒子 1	4.4 部	シリカ粒子 1	1.5 部	シリカ粒子 1	1.5 部	キャラ 1	10/90
実施例 2	2	トナー粒子 2	100 部	シリカ粒子 1	3.8 部	シリカ粒子 1	1.3 部	シリカ粒子 1	1.3 部	キャラ 1	10/90
実施例 3	3	トナー粒子 3	100 部	シリカ粒子 1	4.4 部	シリカ粒子 1	1.5 部	シリカ粒子 1	1.5 部	キャラ 1	10/90
実施例 4	4	トナー粒子 1	100 部	シリカ粒子 2	3.2 部	シリカ粒子 1	1.5 部	シリカ粒子 1	1.5 部	キャラ 1	10/90
実施例 5	5	トナー粒子 1	100 部	シリカ粒子 1	3.0 部	シリカ粒子 1	1.5 部	シリカ粒子 1	1.5 部	キャラ 1	10/90
実施例 6	6	トナー粒子 1	100 部	シリカ粒子 3	4.4 部	シリカ粒子 1	1.5 部	シリカ粒子 1	1.5 部	キャラ 1	10/90
実施例 7	7	トナー粒子 1	100 部	シリカ粒子 1	4.4 部	シリカ粒子 1	1.5 部	シリカ粒子 1	1.5 部	キャラ 1	10/90
実施例 8	8	トナー粒子 1	100 部	シリカ粒子 1	4.4 部	シリカ粒子 1	1.5 部	シリカ粒子 1	1.5 部	キャラ 1	10/90
実施例 9	9	トナー粒子 1	100 部	シリカ粒子 1	4.4 部	シリカ粒子 1	1.5 部	シリカ粒子 1	1.5 部	キャラ 2	10/90
比較例 1	C1	トナー粒子 4	100 部	シリカ粒子 1	3.0 部	シリカ粒子 1	1.0 部	シリカ粒子 1	1.0 部	キャラ 1	10/90
比較例 2	C2	トナー粒子 1	100 部	シリカ粒子 4	1.5 部	シリカ粒子 1	1.3 部	シリカ粒子 1	1.3 部	キャラ 1	10/90
比較例 3	C3	トナー粒子 1	100 部	シリカ粒子 4 シリカ粒子 1	1.5 部 4.4 部	シリカ粒子 1	1.3 部	シリカ粒子 1	1.3 部	キャラ 1	10/90
比較例 4	C4	トナー粒子 1	100 部	シリカ粒子 1	4.4 部	シリカ粒子 1	1.5 部	シリカ粒子 1	1.5 部	キャラ 1	10/90
比較例 5	C5	トナー粒子 1	100 部	シリカ粒子 1	4.4 部	シリカ粒子 1	1.5 部	シリカ粒子 3	1.5 部	キャラ 3	10/90

【表3】

トナ NO.	外添条件				トナー粒子				シリカ粒子				
	搅拌羽根 回転数 (rpm)	搅拌羽根 直径 (mm)	混合 時間 (分)	混合 強度	No	D50v	円形度 No	D50v	円形度 No	外添量 (添加量)	被覆率 (カバーレッジ)		
実施例 1	1	3760	0.17	15	2.30E+10	1	3.6 μ m	0.973	1	68nm	0.782	4.4%	59%
実施例 2	2	3760	0.17	15	2.30E+10	2	4.2 μ m	0.972	1	68nm	0.782	3.8%	59%
実施例 3	3	3760	0.17	15	2.30E+10	3	3.6 μ m	0.994	1	68nm	0.782	4.4%	59%
実施例 4	4	3760	0.17	15	2.30E+10	1	3.6 μ m	0.973	2	42nm	0.816	3.0%	65%
実施例 5	5	3760	0.17	15	2.30E+10	1	3.6 μ m	0.973	1	68nm	0.782	3.0%	40%
実施例 6	6	3760	0.17	15	2.30E+10	1	3.6 μ m	0.973	3	68nm	0.983	4.4%	59%
実施例 7	7	4200	0.17	15	3.20E+10	1	3.6 μ m	0.973	1	68nm	0.782	4.4%	59%
実施例 8	8	2850	0.17	15	1.50E+10	1	3.6 μ m	0.973	1	68nm	0.782	4.4%	59%
実施例 9	9	3760	0.17	15	2.30E+10	1	3.6 μ m	0.973	1	68nm	0.782	4.4%	59%
比較例 1	C1	3760	0.17	15	2.30E+10	4	5.3 μ m	0.971	1	68nm	0.782	3.0%	59%
比較例 2	C2	4200	0.17	15	3.20E+10	1	3.6 μ m	0.973	4	12nm	0.948	1.5%	62%
比較例 3	C3	3760	0.17	15	2.30E+10	1	3.6 μ m	0.973	4	12nm	0.948	1.5%	62%
比較例 4	C4	1500	0.17	15	1.46E+9	1	3.6 μ m	0.973	1	68nm	0.782	4.4%	59%
比較例 5	1	3760	0.17	15	2.30E+10	1	3.6 μ m	0.973	1	68nm	0.782	4.4%	59%

【0 1 4 8】

【表4】

【 0 1 4 9 】

上記結果から、本実施例では、比較例に比べ、トナーカートリッジの空表示（Empty表示）が示された時点でのトナーカートリッジに残留した補給トナー残量が少ないことがわかる。

また、本実施例では、回収トナーを回収する回収容器（回収ボックス）の満タン表示（

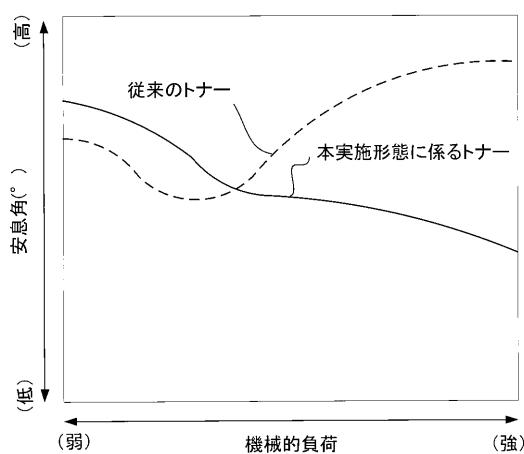
F u 11 表示)が示された時点での回収容器内に回収された回収トナー量が多いことがわかる。

【符号の説明】

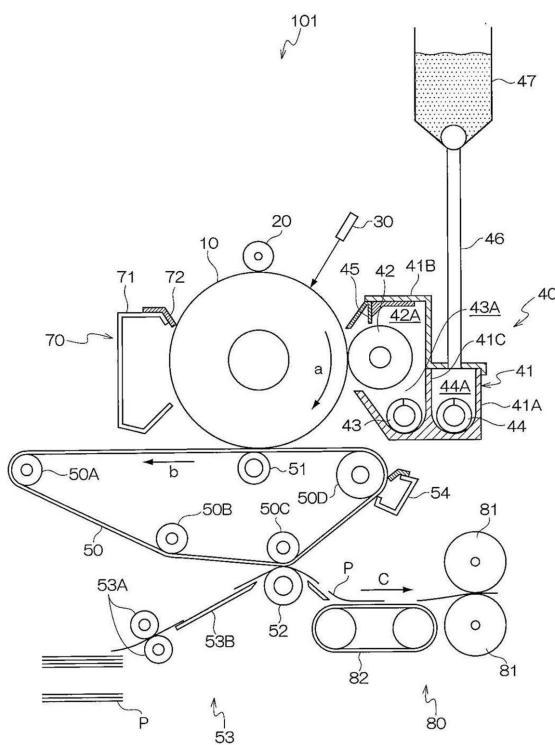
【0150】

10 電子写真感光体、10A 電子写真感光体、10B 電子写真感光体、20 帯電装置、30 露光装置、40 現像装置、41 現像容器、41A 現像容器本体、41B 現像容器カバー、41C 仕切り壁、42 現像ロール、42A 現像ロール室、43 攪拌部材、43A 攪拌室、44 攪拌部材、44A 攪拌室、45 層厚規制部材、46 補給搬送路、47 補給トナー収容容器、50 中間転写体、50A 支持口一
ラ、50B 支持口一
ラ、50C 背面口一
ラ、50D 駆動口一
ラ、51 一次転写装置、52 二次転写装置、53 記録紙供給装置、53A 搬送口一
ラ、53B 誘導板、54 中間転写体クリーニング装置、70 クリーニング装置、71 筐体、72 クリーニングブレード、80 定着装置、81 定着口一
ラ、82 搬送帯、101 画像形成装置、101A プロセスカートリッジ

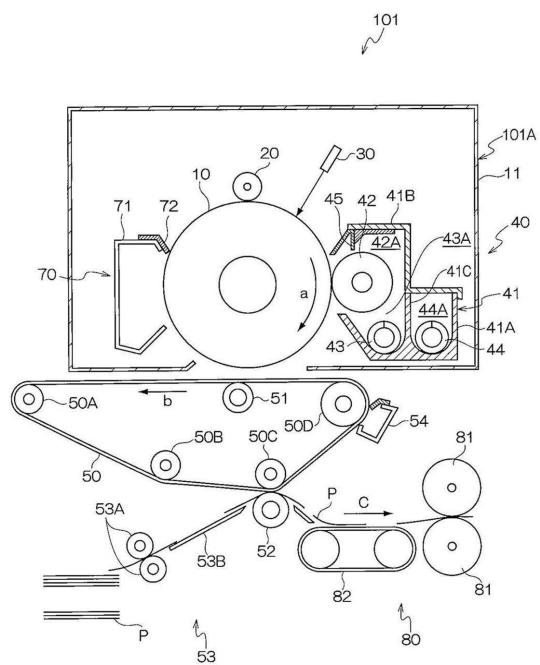
【図3】



【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 田崎 モナ
神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 井口 もえ木
神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士ゼロックス株式会社内

審査官 本田 博幸

(56)参考文献 特開2013-156464 (JP, A)
特開2010-224502 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 03 G 9 / 00 - 9 / 113
G 03 G 15 / 08
G 03 G 21 / 10