

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6230448号
(P6230448)

(45) 発行日 平成29年11月15日(2017.11.15)

(24) 登録日 平成29年10月27日(2017.10.27)

(51) Int. Cl.	F I
GO3G 15/08 (2006.01)	GO3G 15/08 226
GO3G 15/09 (2006.01)	GO3G 15/08 235
	GO3G 15/09 A

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2014-42484 (P2014-42484)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成26年3月5日(2014.3.5)	(74) 代理人	100082337 弁理士 近島 一夫
(65) 公開番号	特開2015-169696 (P2015-169696A)	(74) 代理人	100141508 弁理士 大田 隆史
(43) 公開日	平成27年9月28日(2015.9.28)	(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
審査請求日	平成29年3月2日(2017.3.2)	(72) 発明者	野瀬 勝也 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 現像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

非磁性のトナーと磁性を有するキャリアとを含む現像剤を収容する現像容器と、
複数の固定磁極を有する磁界発生手段と、
内側に配置された前記磁界発生手段の磁界により表面に現像剤を担持して回転する円筒状の現像スリーブと、
前記現像スリーブに担持された現像剤の量を規制する現像剤規制部材と、を備え、
前記磁界発生手段は、前記現像容器内の現像剤を汲み上げて前記現像スリーブに担持させる汲み上げ極と、前記汲み上げ極の前記現像スリーブの回転方向下流に隣接し、前記現像剤規制部材近傍に配置されたカット極とを少なくとも有し、前記現像スリーブの中心に向かう方向の磁気力を F_r 、前記現像スリーブの表面の接線方向の磁気力を F_t とした場合に、前記汲み上げ極の磁束密度のピークから前記カット極の磁束密度のピークとの間で、前記 F_r が前記汲み上げ極から前記カット極に向かってほぼ変化しない F_r フラット領域又は減衰する F_r 減衰領域を有すると共に、前記 F_t が前記現像スリーブの回転方向と同方向に向いているように構成されている、
ことを特徴とする現像装置。

【請求項2】

前記汲み上げ極の磁束密度のピークと前記現像スリーブの中心とを結ぶ線と、前記カット極の磁束密度のピークと前記現像スリーブの中心とを結ぶ線とのなす角度を A 、前記 F_r フラット領域又は前記 F_r 減衰領域の両端のそれぞれと前記現像スリーブの中心とを結

ぶ線同士のなす角度をBとした場合に、 $0.12 < B/A < 0.65$ を満たす、
ことを特徴とする、請求項1に記載の現像装置。

【請求項3】

前記Frフラット領域は、前記Frフラット領域の両端のそれぞれと前記現像スリーブの中心とを結ぶ線同士のなす角度の範囲での単位角度当たりの前記Frの増加量をFrとした場合に、 $Fr > 5 \times 10^{-9}$ (N)を満たす、
ことを特徴とする、請求項1又は2に記載の現像装置。

【請求項4】

前記現像スリーブは、表面にそれぞれが周方向に交差する方向に形成された複数の溝を有する、

ことを特徴とする、請求項1ないし3のうちの何れか1項に記載の現像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、非磁性のトナーと磁性を有するキャリアとを含む現像剤を用いて、感光ドラムなどの像担持体上に形成された静電潜像を現像する現像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電子写真方式や静電記録方式を用いた複写機、プリンタ、ファクシミリ、これらのうちの複数の機能を有する複合機などの画像形成装置では、感光ドラムなどの像担持体上に形成された静電潜像に現像剤を付着させて可視像化（現像）する。このような現像に使用される現像装置では、従来から、非磁性粒子のトナーと磁性粒子のキャリアからなる二成分現像剤（以下、現像剤と称する）を用いるものが知られている。

【0003】

このような現像装置では、内側にマグネットを配置した現像スリーブの表面に現像剤を担持し、現像スリーブが回転することで現像剤が搬送される。現像剤は、現像スリーブに近接して配置された規制ブレードにより現像剤の量（層厚）が規制されて、感光ドラムと対向する現像領域に搬送される。そして、感光ドラム上に形成された静電潜像を現像剤中のトナーにより現像する。

【0004】

また、現像スリーブの内側に配置されるマグネットは、一般的に、現像容器内の現像剤を汲み上げて現像スリーブに担持させる汲み上げ極と、汲み上げ極に隣接し、規制ブレード近傍に配置されるカット極とを有する。汲み上げ極により汲み上げられた現像剤は、現像スリーブの回転によりカット極に搬送され、規制ブレードにより層厚を規制されるが、この際、現像スリーブ近傍において汲み上げ極からカット極近傍にかけてシェア（圧縮）を受ける。そして、現像剤がこのような圧縮を長期に亘って受けると、現像剤が劣化して、トナーが静電潜像に対して均一に載らなかったり、均一に転写されなかったりして、画像に粒状感のようながさつきが生じたり、画像の濃度が低下する可能性がある。また、トナーが現像スリーブに過度に押しつけられることで、現像スリーブへのトナー融着による濃度ムラが発生してしまう可能性もある。

【0005】

そこで、規制ブレード近傍に汲み上げ磁極を有し、この1磁極で現像スリーブ上の現像剤の層厚規制を行う構成が提案されている（特許文献1）。1磁極で現像剤の汲み上げ及び層厚規制を行うことで、上述の現像剤の圧縮を低減し、現像剤劣化を抑制することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平11-24407号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述の特許文献1のように、1磁極で現像剤の汲み上げ及び層厚規制を行うと、現像スリーブ近傍のマグネットによる磁気力が弱まってしまう。このため、規制ブレード上流の現像剤量が、極端に少なくなってしまうなど不安定になってしまう可能性がある。これにより、現像スリーブに担持される現像剤の量が不安定になり（現像剤コート不良が発生し）、それに起因する画像濃度ムラが発生してしまう場合がある。

【0008】

一方、汲み上げ極及びカット極の2極を有する構成において、汲み上げ極及びカット極の磁気力を下げることで現像剤劣化を低減させることが考えられる。但し、単に汲み上げ極及びカット極の磁気力を下げた場合、特許文献1の構成と同様に、規制ブレード上流の現像剤量が極端に少なくなってしまう、現像剤コート不良に起因する画像濃度ムラが発生し易くなってしまふ。

【0009】

本発明は、このような事情に鑑み、汲み上げ極からカット極にかけての現像剤の圧縮を低減すると共に、現像スリーブに担持される現像剤の量を安定させることができる構成を実現すべく発明したものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、非磁性のトナーと磁性を有するキャリアとを含む現像剤を収容する現像容器と、複数の固定磁極を有する磁界発生手段と、内側に配置された前記磁界発生手段の磁界により表面に現像剤を担持して回転する円筒状の現像スリーブと、前記現像スリーブに担持された現像剤の量を規制する現像剤規制部材と、を備え、前記磁界発生手段は、前記現像容器内の現像剤を汲み上げて前記現像スリーブに担持させる汲み上げ極と、前記汲み上げ極の前記現像スリーブの回転方向下流に隣接し、前記現像剤規制部材近傍に配置されたカット極とを少なくとも有し、前記現像スリーブの中心に向かう方向の磁気力を F_r 、前記現像スリーブの表面の接線方向の磁気力を F_t とした場合に、前記汲み上げ極の磁束密度のピークから前記カット極の磁束密度のピークとの間で、前記 F_r が前記汲み上げ極から前記カット極に向かってほぼ変化しない F_r フラット領域又は減衰する F_r 減衰領域を有すると共に、前記 F_t が前記現像スリーブの回転方向と同方向に向いているように構成されていることを特徴とする現像装置にある。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、 F_r が汲み上げ極からカット極に向かってほぼ変化しない F_r フラット領域又は減衰する F_r 減衰領域を有するため、汲み上げ極からカット極にかけての現像剤の圧縮を低減できる。また、汲み上げ極の磁束密度のピークからカット極の磁束密度のピークとの間で、 F_t が現像スリーブの回転方向と同方向に向いているため、現像スリーブによる現像剤の搬送を効率良く行える。そして、現像スリーブに担持される現像剤の量を安定させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る画像形成装置の概略構成図。

【図2】第1の実施形態に係る現像装置の概略構成図。

【図3】第1の実施形態に係る現像スリーブと規制ブレードとの関係を示す模式図。

【図4】第1の実施形態に係るマグネットの汲み上げ極（S2）とカット極（N2）近傍の磁束密度及び磁気力を示す図。

【図5】比較例1に係るマグネットの汲み上げ極（S2）とカット極（N2）近傍の磁束密度及び磁気力を示す図。

【図6】比較例2に係るマグネットの汲み上げ極（S2）とカット極（N2）近傍の磁束密度及び磁気力を示す図。

10

20

30

40

50

【図7】本発明の第2の実施形態に係る現像装置の概略構成図。

【図8】第2の実施形態に係る現像スリーブと規制ブレードとの関係を示す模式図。

【図9】第2の実施形態に係るマグネットの汲み上げ極(S2)とカット極(N2)近傍の磁束密度及び磁気力を示す図。

【図10】第3の実施形態に係る現像スリーブの(a)平面図、(b)溝を拡大して示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

<第1の実施形態>

本発明の第1の実施形態について、図1ないし図6を用いて説明する。まず、本実施形態の現像装置を有する画像形成装置の概略構成について、図1を用いて説明する。

10

【0014】

[画像形成装置]

画像形成装置100は、イエロー、マゼンタ、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に応じてトナー像(画像)を記録材Pに形成する。記録材としては、用紙、プラスチックフィルム、布などのシート材が挙げられる。このような画像形成プロセスの概略を説明すると、まず、各画像形成部1Y、1M、1C、1Bkでは、それぞれ、像担持体としての感光ドラム(電子写真感光体)2Y、2M、2C、2Bk上に各色のトナー像を形成する。このように形成された各色のトナー像は、中間転写ベルト16上へ転写され、続いて中間転写ベルト16から記録材P上に転写される。トナー像が転写された記録材は、定着装置13に搬送されて、トナー像が記録材に定着される。以下、詳しく説明する。

20

【0015】

なお、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。したがって、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。

30

【0016】

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。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装置4、転写手段としての一次転写ローラ5、クリーニング手段としてのクリーニング装置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。

【0017】

また、各画像形成部1の感光ドラム2と対向して中間転写ベルト16が配置されている。中間転写ベルト16は、駆動ローラ9、二次転写内ローラ10、張架ローラ12により張架され、駆動ローラ9の駆動により図中矢印方向に周回移動する。二次転写内ローラ10と中間転写ベルト16を挟んで対向する位置には、二次転写外ローラ15が配置され、中間転写ベルト16上のトナー像を記録材Pに転写する二次転写部T2を構成している。二次転写部T2の記録材搬送方向下流には定着装置13が配置される。

40

【0018】

上述のように構成される画像形成装置100により、例えば4色フルカラーの画像を形成するプロセスについて説明する。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潜像が形成される。感光ドラム2上の静電潜像は、現像装置4

50

内に收容されたトナーによって顕像化され、可視像となる。本実施形態では、レーザ光により露光した明部電位にトナーを付着させる反転現像方式を用いる。

【0019】

感光ドラム2上に形成されたトナー像は、中間転写ベルト16を挟んで配置される一次転写ローラ5との間で構成される一次転写部T1にて、中間転写ベルト16に一次転写される。この際、一次転写ローラ5には一次転写バイアスが印加される。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、クリーニング装置6によって除去される。

【0020】

このような動作をイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの各画像形成部で順次行い、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)に收容された記録材Pが供給ローラ14から二次転写部T2により搬送される。そして、二次転写外ローラ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、記録材P上に一括で二次転写する。二次転写部T2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。

10

【0021】

次いで、記録材Pは定着手段としての定着装置13に搬送される。そして、この定着装置13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、フルカラーの画像として記録材Pに定着される。その後、記録材Pは機外に排出される。これにより、一連の画像形成プロセスが終了する。なお、所望の画像形成部のみを用いて、所望の色の単色又は複数色の画像を形成することも可能である。

20

【0022】

[現像装置]

次に、本実施形態の現像装置4について、図2を用いて説明する。本実施形態では、上述したように、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの現像装置の構成は全てにおいて同一である。現像装置4は、非磁性のトナー粒子(トナー)と磁性を有するキャリア粒子(キャリア)とを主成分として含む二成分現像剤(以下、現像剤)を收容する現像容器108を有する。

【0023】

トナーは、結着樹脂、着色剤、そして必要に応じてその他の添加剤を含む着色樹脂粒子と、コロイダルシリカ微粉末のような外添剤が外添されている着色粒子とを有している。このようなトナーは、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 μ m以上8 μ m以下が好ましい。本実施形態では、トナーの体積平均粒径を6.2 μ mとした。なお、トナーとしては、粉砕法により製造されたワックス含有トナーなども使用可能である。

30

【0024】

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。また樹脂コートキャリアも適用可能である。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 μ m、好ましくは30~40 μ mであり、抵抗率が 10^7 ・cm以上、好ましくは 10^8 ・cm以上である。本実施形態では、抵抗率が 10^8 ・cmのものとした。また、本実施形態では、低比重磁性キャリアとして、フェノール系のバインダー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としている。また、キャリアの体積平均粒径は35 μ m、真密度は3.6~3.7g/cm³、磁化量は53A・m²/kgである。

40

【0025】

現像容器108の内部は、垂直方向に延在する隔壁106によって現像室113と攪拌室114とに区画され、隔壁106の上方部は開放されている。現像室113及び攪拌室

50

114には、それぞれ現像剤が収容されており、現像室113で余分となった現像剤は攪拌室114側に回収される。

【0026】

現像室113及び攪拌室114には、それぞれ第1攪拌スクリー111及び第2攪拌スクリー112が配置されている。第1攪拌スクリー111は、現像室113内の現像剤を攪拌搬送し、第2攪拌スクリー112は、攪拌室114内の現像剤を攪拌搬送する。また、攪拌室114の第2攪拌スクリー112の搬送方向上流側にはトナー補給槽（図示せず）からトナーが補給される。そして、第2攪拌スクリー112により、補給されるトナーと既に攪拌室114内にある現像剤とを攪拌搬送し、トナー濃度を均一化する。

10

【0027】

隔壁106には図2の手前側と奥側の端部（第1、第2攪拌スクリーの搬送方向上流及び下流側の端部）において、現像室113と攪拌室114とを相互に連通させる現像剤通路（図示せず）がそれぞれ形成されている。そして、第1、第2攪拌スクリー111、112の搬送力により、現像剤が現像室113と攪拌室114との間で循環するようにしている。これにより、現像によってトナーが消費されてトナー濃度の低下した現像室113内の現像剤が攪拌室114内に移動し、攪拌室114内で補給されたトナーと共に攪拌搬送される現像剤が現像室113内に移動する。

【0028】

現像室113は、感光ドラム2に対面した領域に相当する位置が開口しており、この開口部に一部露出するようにして現像スリーブ103が回転可能に配置されている。現像スリーブ103は、例えばアルミニウム合金により円筒状に構成され、現像動作時には図示矢印方向に回転する。また、現像スリーブ103の内側には、磁界発生手段としてのマグネット110が固定配置され、現像スリーブ103は、マグネットの磁界により表面に現像剤を担持して回転する。また、現像スリーブ103の周囲には、現像剤規制部材としての規制ブレード102が、先端を現像スリーブ103の表面の一部に近接対向させるように配置している。

20

【0029】

現像スリーブ103は、表面にサンドブラストを用いて粗面化している。粗面化に伴って摩擦抵抗を大きくした表面で、より多くの現像剤を汲み上げて搬送することができる。現像スリーブ表面粗さRzは、現像剤搬送力の安定性のため8~18 μ m程度が好ましく、本実施形態では、サンドブラストとしてFGBを採用し、現像スリーブ103の表面粗さRz=13 μ mとしている。

30

【0030】

規制ブレード102は、現像スリーブ103により担持搬送される現像剤の量（層厚）を規制する。規制ブレード102により層厚を規制された現像剤は、現像スリーブ103に担持されたまま感光ドラム2と対向する現像領域に搬送される。ここで、規制ブレード102は、本実施形態の場合、ステンレス製としている。また、現像スリーブ103の表面（非溝部の表面）と規制ブレード102との間には、所定のギャップを設けている。本実施形態では、このギャップを300 μ mとしている。

40

【0031】

また、規制ブレード102の現像スリーブ103に対する対向位置は、図3に示すようにしている。即ち、現像スリーブ103の重力方向最下点と現像スリーブ103の中心点とを結ぶ線と、規制ブレード102の現像スリーブ103に対する最近接点と現像スリーブ103の中心点とを結ぶ線とのなす角度が30°となるようにしている。また、規制ブレード102は、現像スリーブ103の表面の接線に対する角度が90°となるように配置されている。

【0032】

マグネット110は、複数の固定磁極を有する。例えば、マグネット110は、複数のマグネットピースを組み合わせて構成され、図2に示すように、S1、S2、S3、N1

50

、N2の複数の磁極が周方向に配置されるように着磁されている。ここで、第1攪拌スクリー111に最も近いS2極が、現像容器内（現像室113内）の現像剤を汲み上げて現像スリーブ103に担持させる汲み上げ極である。汲み上げ極（S2）の現像スリーブ103の回転方向下流に隣接するN2極は、規制ブレード102近傍（現像剤規制部材近傍）に配置されるカット極である。カット極（N2）の現像スリーブ103の回転方向下流に隣接するS1極は、感光ドラム2に対向する現像極である。現像極（S1）の現像スリーブ103の回転方向下流には、N1極とS3極とが順に配置され、S3極は、磁束密度が低い領域を挟んでS2極と隣接することで、現像スリーブ103の表面から現像剤を剥離させる反発極（剥ぎ取り極）を構成している。

【0033】

本実施形態の場合、このように複数の磁極を現像スリーブ103の回転方向に沿って配置（5極構成と）することで、現像容器内の現像剤を現像スリーブ103により担持搬送させるようにしている。即ち、現像装置4は、第1、第2攪拌スクリー111、112によって現像剤を攪拌搬送することで、トナー及びキャリアをそれぞれ帯電させる。そして、このような現像剤が、汲み上げのための搬送用磁極（汲み上げ極）S2の磁力で拘束され、現像スリーブ103の回転により搬送される。そして安定した現像剤を拘束するために、ある一定以上の磁束密度を有する搬送用磁極（カット極）N2で十分に拘束し、そして磁気ブラシを形成しつつ搬送される。次いで、規制ブレード102で磁気ブラシを穂切りして現像剤の量（層厚）を適正にする。

【0034】

そして、現像極S1で画像形成装置本体側に設けられた電源115を介して現像スリーブ103に直流及び交互電界の重畳された現像バイアスが印加される。これにより、現像スリーブ103上のトナーが感光ドラム2の静電潜像側に移動され、該静電潜像は、トナー像として顕像化される。なお、現像バイアスは、直流電圧に交流電圧が重畳されたもので、本実施形態では、周波数10kHz、振幅1000Vの交流電圧の矩形波を用いている。現像が終了した現像剤は、取り込み磁極N1を介して剥ぎ取り磁極S3に搬送され、剥ぎ取り磁極S3によって現像容器内に取り込まれる。

【0035】

[マグネットの磁気力と溝ピッチ間隔]

ここで、上述のように複数の磁極を有するマグネット110の磁気力について、図4を用いて説明する。図4では、S2、N2極近傍の現像スリーブ表面の磁束密度及び磁気力を示している。なお、本実施形態では、現像スリーブ103の表面の法線方向の磁気力を F_r （太線）、接線方向の磁気力を F_t （細線）、法線方向の磁束密度を B_r （破線）としている。また、図4の F_r については、現像スリーブ103の中心から外へ向く磁気力を正、現像スリーブ103の中心へ向かう磁気力を負としているが、以下で、 F_r を主として現像スリーブ103の中心に向かう力として扱う。したがって、例えば、 F_r が減衰すると言った場合、現像スリーブ103の中心に向かう力が減衰することを意味する。また、 F_t については、現像スリーブ103の回転方向と同方向へ向かう磁気力を正、逆方向へ向かう磁気力を負としている。

【0036】

カット極（N2）の磁束密度は、現像剤のコート量（現像スリーブ103に担持される量）を安定させるために、或る程度大きくする必要があり、一般に絶対値で350～800G程度が好ましく、本実施形態では絶対値で550Gとしている。汲み上げ極（S2）の磁束密度は、少なくとも現像室113から現像剤を汲み上げるための大きさを有すれば良く、一般に絶対値で150～700G程度が好ましく、本実施形態では絶対値で300Gとしている。即ち、カット極の磁束密度を汲み上げ極の磁束密度よりも大きくしている。なお、このような磁束密度の大きさについては、現像装置の構成により任意に設定される。

【0037】

本実施形態の場合、汲み上げ極の磁束密度のピークからカット極の磁束密度のピークと

10

20

30

40

50

の間（図4のAの領域）で、 F_r 及び F_θ を次のようにしている。即ち、 F_r が汲み上げ極からカット極に向かってほぼ変化しない F_r フラット領域又は減衰する F_r 減衰領域（図4のBの領域）を有する。これと共に、 F_θ が現像スリーブ103の回転方向と同方向に向くようにしている。特に、 F_r フラット領域又は F_r 減衰領域は、汲み上げ極の近傍に有するようにしている。本実施形態では、 F_r フラット領域としている。

【0038】

即ち、 F_r は、汲み上げ極の現像スリーブ103の回転方向上流に剥ぎ取り極が存在するため、磁気力がほぼ0の状態から汲み上げ極に向かって徐々に大きくなっていく。本実施形態では、このように上昇傾向にある F_r を、汲み上げ極からカット極に向かう途中でほぼ変化させない F_r フラット領域（又は減衰させる F_r 減衰領域）を有するようにしている。これにより、この領域での F_r の大きさを、 F_r が上昇しつづけた場合に比べて小さくできる。本実施形態では、 F_r の数値範囲は、 1×10^{-8} から 1.5×10^{-7} （N）である。 F_r が 1×10^{-8} （N）未満の場合、現像剤の搬送を効率良く行えない。また、 F_r が 1.5×10^{-7} （N）より大きい場合、現像剤の劣化を十分に抑制できない。なお、 F_r は、この F_r フラット領域又は F_r 減衰領域以降では、再び徐々に上昇していく。また、 F_θ については、磁気力がほぼ0の状態から汲み上げ極に向かって現像スリーブ103の回転方向と同方向の磁気力が発生し、この磁気力が F_r フラット領域で小さくなる傾向となる。但し、本実施形態では、 F_θ がこの領域でも現像スリーブ103の回転方向と同方向となるようにしている。なお、 F_θ は、この以降でも現像スリーブ103の回転方向と同方向となる。

【0039】

このような磁気力の設定は、磁束密度 B_r の絶対値や傾きを調整することにより行う。この B_r の調整は、マグネット110に着磁する際に行える。なお、例えば、マグネット110を構成する複数のマグネットピースの大きさや形状などについても調整する場合がある。

【0040】

より具体的に説明する。まず、磁気力は以下の計算方法によって求められる。キャリアに作用する磁気力は、下記の（1）式で求められる。ここで、 μ_0 が真空の透磁率、 μ がキャリアの透磁率、 b がキャリアの半径、 B が磁束密度である。

【0041】

【数1】

$$\vec{F} = \frac{\mu - \mu_0}{\mu_0(\mu + 2\mu_0)} 2\pi b^3 \nabla B^2 \quad \dots (1)$$

したがって、

【0042】

【数2】

$$\begin{aligned} \vec{F} &\propto \nabla B^2 \\ &= \frac{\partial}{\partial r} (B_r^2 + B_\theta^2) \vec{e}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} (B_r^2 + B_\theta^2) \vec{e}_\theta \\ \therefore \vec{F} &\propto \underbrace{\left(B_r \frac{\partial B_r}{\partial r} + B_\theta \frac{\partial B_\theta}{\partial r} \right)}_{Fr} \vec{e}_r + \frac{1}{r} \underbrace{\left(B_r \frac{\partial B_r}{\partial \theta} + B_\theta \frac{\partial B_\theta}{\partial \theta} \right)}_{F\theta} \vec{e}_\theta \quad \dots (2) \end{aligned}$$

【0043】

なお、 B_r が現像スリーブ103の表面の法線方向の磁束密度、 B_θ が接線方向の磁束

10

20

30

40

50

密度である。

【0044】

この(2)式から、 B_r 及び B_θ が分かれば、 F_r 及び F_θ を求めることができる。ここで、磁束密度 B_r は、測定器としてF・W・BELL社製磁場測定器「MS-9902」(商品名)を用いて、測定器の部材であるプローブと現像スリーブの表面との距離を約 $100\mu\text{m}$ に設定して測定したものである。

【0045】

さらに、 B_θ は以下のように求めることができる。磁束密度 B_r の測定位置でのベクトルポテンシャル $A_z(R, \theta)$ は測定された磁束密度 B_r を用いて、

【0046】

【数3】

$$A_z(R, \theta) = \int_0^\theta R B_r d\theta \quad \dots (3)$$

で求められる。境界条件を $A_z(R, \theta)$ とし、方程式

$$\nabla^2 A_z(R, \theta) = 0$$

を解くことで $A_z(R, \theta)$ を求める。そして、

【0047】

【数4】

$$B_\theta = -\frac{\partial A_z(r, \theta)}{\partial r} \quad \dots (4)$$

より、 B_r を求めることができる。

【0048】

以上より測定及び計算された B_r 及び B_θ を(1)式に当てはめることで、 F_r 及び F_θ を導き出すことができる。このような磁気力の設定は、汲み上げ極やカット極の磁束密度 B_r の絶対値やピーク位置を調整することによって行われる。

【0049】

具体的に述べると、磁束密度の絶対値の調整については、汲み上げ極、カット極の磁束密度を上げることで、汲み上げ極からカット極の間の磁気力を上げることができる。逆に、汲み上げ極、カット極の磁束密度を下げることで、汲み上げ極からカット極の間の磁気力を下げることができる。また磁束密度のピーク位置の調整については、汲み上げ極の磁束密度ピーク位置をカット極に近づけるにつれ、汲み上げ極からカット極の間の磁気力を大きくできる。逆に、汲み上げ極の磁束密度ピーク位置をカット極から遠ざけるにつれ、汲み上げ極からカット極の間の磁気力を小さくできる。

【0050】

上記観点に基づき、本実施形態では、以下のように設定している。即ち、カット極の磁束密度の絶対値を汲み上げ極の磁束密度の絶対値に対して小さくしていくことで、 F_r が汲み上げ極からカット極に向かって減衰傾向とし、 F_θ が負となる傾向にすることができる。また、カット極と汲み上げ極の極間距離を広げると、 F_r が減衰傾向となり、 F_θ が負となる傾向とすることができる。このような磁束密度の調整は、例えばマグネット110に着磁する際の着磁条件(着磁幅、強さ、着磁位置)を任意に設定することで実現できる。また、マグネット110を構成する複数のマグネットピースの大きさや形状などについても調整する場合がある。

【0051】

また、本実施形態の F_r フラット領域又は F_r 減衰領域は、次のように定義する。即ち、 F_r フラット領域又は F_r 減衰領域の両端のそれぞれと現像スリーブ103の中心とを結ぶ線同士のなす角度の範囲での単位角度当たりの F_r の増加量(図4の負方向の増加量

10

20

30

40

50

を正とする)を F_r とする。この場合に、 $F_r + 5 \times 10^{-9}$ (N) を満たす領域を F_r フラット領域又は F_r 減衰領域とする。なお、 $F_r < 0$ の場合、 F_r が減衰する F_r 減衰領域となる。本発明者の実験結果によれば、汲み上げ極の磁束密度のピークからカット極の磁束密度のピークとの間で、 $F_r + 5 \times 10^{-9}$ (N) を満たす領域が存在することで、現像剤劣化抑制に対する効果が表れたことが分かった。

【0052】

このように本実施形態の場合、汲み上げ極からカット極にかけての磁気力について、 F_r フラット領域又は F_r 減衰領域を有する。このため、現像剤を汲み上げて現像スリーブ103に担持するための最低限の磁気力を維持し、汲み上げ極からカット極にかけての現像剤の圧縮を低減できる。また、汲み上げ極からカット極にかけての F_r は現像スリーブ103の回転方向と同方向に向いている。このため、現像スリーブによる現像剤の搬送を効率良く行え、現像スリーブに担持される現像剤の量(コート量)を安定させることができる。本実施形態の場合、このように現像剤劣化の抑制と現像スリーブ上の現像剤コート安定性との両立を図ることができる。この結果、長期に互り安定した画像形成を行うことができる。

10

【0053】

ここで、図5に示すように、汲み上げ極からカット極にかけて、 F_r が単調増加していくような磁場パターンを有する比較例1について説明する。比較例1の場合、図4に示した本実施形態の磁場パターンに対し、現像スリーブに現像剤が強く押し付けられる領域が広く発生してしまうため、磁気力によって現像剤がよりシエアを受けてしまう。この結果、長期の画像形成に伴い現像剤劣化が促進してしまい、画像のがさつきや濃度低下などの画像不良が発生し易くなる。

20

【0054】

また、図6の示すように、汲み上げ極からカット極にかけて、 F_r を現像スリーブの回転方向と逆方向に向く領域(破線で囲んだ領域)を有する比較例2について説明する。比較例2の場合、この領域における現像スリーブによる現像剤の搬送量が低減してしまうため、現像剤コート不安定による画像濃度ムラが発生し易くなる。

【0055】

ここで、図1に示した画像形成装置において、図4に示した本実施形態の磁場パターンを有する場合と、図5、図6に示した比較例1、2の磁場パターンを有する場合とで、それぞれ行った実験について説明する。実験では、それぞれ10%画像Dutyの画像形成を長期に互って行った。本実施形態の場合、10000枚の画像形成を行っても画像不良は発生しなかった。一方、比較例1の場合は、5000枚の画像形成後に画像のがさつきが発生してしまい、3000枚後に現像スリーブへのトナー融着による濃度ムラが発生してしまった。また、比較例2の場合、2000枚後に現像剤コート不良による画像濃度ムラが発生してしまった。

30

【0056】

また、本発明者による実験結果より、図4に示す本実施形態の構成において、次のような条件を満たすことが好ましいことが分かった。即ち、汲み上げ極の磁束密度のピークと現像スリーブの中心とを結ぶ線と、カット極の磁束密度のピークと現像スリーブの中心とを結ぶ線とのなす角度をAとする。また、 F_r フラット領域又は F_r 減衰領域の両端のそれぞれと現像スリーブの中心とを結ぶ線同士のなす角度をBとする。この場合に、 $0.12 \leq B/A < 0.65$ を満たすことが好ましいことが分かった。

40

【0057】

$0.12 \leq B/A$ は、 F_r がフラット又は減衰する領域がこの範囲以上で存在しないと、現像剤劣化に対する効果が低減されてしまうためである。一方、 F_r がフラット又は減衰する領域が大きすぎた場合($B/A > 0.65$ の場合)、カット極へ搬送する現像剤量が極端に少なくなってしまう、現像剤コート不安定が発生してしまった。本実施形態においては、 $A = 60^\circ$ 、 $B = 12^\circ$ であり、 $B/A = 0.2$ である。

【0058】

50

なお、本実施形態の現像装置4は、電子写真方式や静電記録方式を用いた複写機、プリンタ、ファクシミリ、これらのうちの複数の機能を有する複合機などの画像形成装置に使用可能である。

【0059】

<第2の実施形態>

本発明の第2の実施形態について、図7ないし図9を用いて説明する。本実施形態の場合、上述の第1の実施形態と現像装置の構成が異なる。具体的には、第1の実施形態の現像装置4では、規制ブレード102を現像スリーブ103の中心を通る水平線より下側に配置した。これに対して本実施形態の現像装置4Aでは、規制ブレード102Aを現像スリーブ103の中心を通る水平線より上側に配置している。これに伴い、磁界発生手段としてのマグネット110Aの複数の磁極の配置を、第1の実施形態のマグネット110と異ならせている。その他の構成及び作用については、第1の実施形態と同様であるため、以下、異なる部分を中心に説明する。

10

【0060】

本実施形態の場合、現像スリーブ103は、図7に矢印で示す方向に回転する。また、規制ブレード102Aの現像スリーブ103に対する対向位置は、図8に示すようにしている。即ち、現像スリーブ103の重力方向最上点と現像スリーブ103の中心点とを結ぶ線と、規制ブレード102Aの現像スリーブ103に対する最近接点と現像スリーブ103の中心点とを結ぶ線とのなす角度が30°となるようにしている。また、規制ブレード102Aは、現像スリーブ103の表面の接線に対する角度が90°となるように配置

20

【0061】

マグネット110Aは、図7に示すように、S1、S2、S3、N1、N2の複数の磁極が周方向に配置されるように着磁されている。ここで、第1攪拌スクリュウ111に最も近いS2極が、現像容器内(現像室113内)の現像剤を汲み上げて現像スリーブ103に担持させる汲み上げ極である。汲み上げ極(S2)の現像スリーブ103の回転方向下流に隣接するN2極は、規制ブレード102近傍(現像剤規制部材近傍)に配置されるカット極である。カット極(N2)の現像スリーブ103の回転方向下流に隣接するS1極は、現像剤を搬送する搬送極で、この搬送極S1の下流に感光ドラム2に対向するN1極が、現像極である。現像極(N1)の現像スリーブ103の回転方向下流には、S3極

30

【0062】

現像装置4Aは、このような構成により、第1、第2攪拌スクリュウ111、112によって現像スリーブ103の表面に供給された現像剤を、マグネット110Aの磁力にて磁気ブラシの状態を保持する。そして、これを現像スリーブ103の回転に基づいて感光ドラム2との対向部(現像領域)に搬送すると共に、規制ブレード102Aで磁気ブラシを穂切りして現像領域に搬送される現像剤量を適正に維持する。更に、搬送極S1を経由した後、現像極N1で画像形成装置本体側に設けられた電源115を介して現像スリーブ103に直流及び交互電界の重畳されたバイアス電圧が印加される。これにより、現像スリーブ103上のトナーが感光ドラム2の静電潜像側に移動され、該静電潜像は、トナー像として顕像化される。そして現像が終了した現像剤は剥ぎ取り磁極S3によって現像容器内に取り込まれる。

40

【0063】

ここで、上述のように複数の磁極を有するマグネット110Aの磁気力について、図9を用いて説明する。図9では、前述の図4と同様に、S2、N2極近傍の現像スリーブ表面の磁束密度及び磁気力を示している。また、本実施形態の場合も、第1の実施形態と同様に、カット極(N2)の磁束密度は、一般に絶対値で350~800G程度が好ましく、本実施形態では絶対値で550Gとしている。また、汲み上げ極(S2)の磁束密度は、一般に絶対値で150~700G程度が好ましく、本実施形態では絶対値で300Gと

50

している。

【0064】

本実施形態の場合も、第1の実施形態と同様に、汲み上げ極の磁束密度のピークからカット極の磁束密度のピークとの間（図9のAの領域）で、 F_r 及び F を次のようにしている。即ち、 F_r が汲み上げ極からカット極に向かってほぼ変化しない F_r フラット領域又は減衰する F_r 減衰領域（図9のBの領域）を有する。これと共に、 F が現像スリーブ103の回転方向と同方向に向くようにしている。特に、 F_r フラット領域又は F_r 減衰領域は、汲み上げ極の近傍に有するようにしている。

【0065】

このような本実施形態の場合も、第1の実施形態と同様に、汲み上げ極からカット極の領域で現像剤が受けるシェアを低減することができ、現像スリーブ103による現像剤搬送を安定化させることができる。この結果、現像剤劣化の抑制と現像スリーブ上の現像剤コート安定性との両立を図ることができ、長期に亙り安定した画像形成を行うことができる。

10

【0066】

<第3の実施形態>

本発明の第3の実施形態について、図10を用いて説明する。本実施形態の場合、上述の第1の実施形態と現像スリーブの構成が異なる。具体的には、現像スリーブ103Aを、図10(a)に示すように、表面にそれぞれが周方向に交差する方向（本実施形態では現像スリーブ103の回転軸方向と平行）に形成された複数の溝を有する、所謂溝スリーブ

20

【0067】

上述の第1の実施形態では、現像スリーブ103の表面をサンドブラストを用いて粗面化した構成について説明した。ている。サンドブラストとしてはFGBを採用している。しかしながら、サンドブラストによる粗面化した場合、以下のような問題が発生する可能性がある。

【0068】

一般に、現像スリーブが効率良く二成分現像剤を搬送させる手段として、第1の実施形態のようにサンドブラストを用いて表面を粗面化した現像スリーブが知られている。この現像スリーブによれば、粗面化に伴って摩擦抵抗を大きくした表面で、より多くの現像剤を汲み上げて搬送することができる。しかしながら、現像剤との摺擦による摩耗に伴って徐々に表面が平滑化してしまう。特に、第1の実施形態のように、汲み上げ極近傍に F_r がフラット又は減衰する領域を持たせた場合、汲み上げ極近傍の磁気力が、図5に示したような従来構成よりも下がる。これにより、現像スリーブ表面が摩耗に伴って徐々に表面が平滑化していった場合、徐々に現像剤搬送量を低下させてしまう場合がある。この結果、現像剤搬送量を低下させてしまうことにより現像剤コート量低減が発生してしまい、長期間に渡って安定した品質の画像を得ることが困難となる可能性がある。

30

【0069】

そこで、本実施形態では、現像スリーブ103Aとして溝スリーブを採用した。これによって、表面に設けられた複数の溝で現像剤を捕捉して効率良く搬送することができるため、長期間に渡って安定した品質の画像を得ることが可能となる。現像スリーブ103Aの複数の溝は、図10(b)に示すように、それぞれが現像スリーブ103Aの回転軸に直交する断面V字状に形成され、周方向に略等間隔で全周に亙って配置されている。本実施形態の場合、現像スリーブ103の外径を20mm、各溝の深さを100 μ m、溝の側面同士がなす角度を90 $^\circ$ 、溝の本数を80本とした。

40

【0070】

このように、複数の溝を有する現像スリーブ103Aを採用することによって、長期にわたり安定した現像剤搬送性能を維持することが可能となる。この結果、第1の実施形態に示したようなマグネットを採用した場合においても長期にわたり安定した画像形成を行

50

うことができる画像形成装置を提供することができる。

【0071】

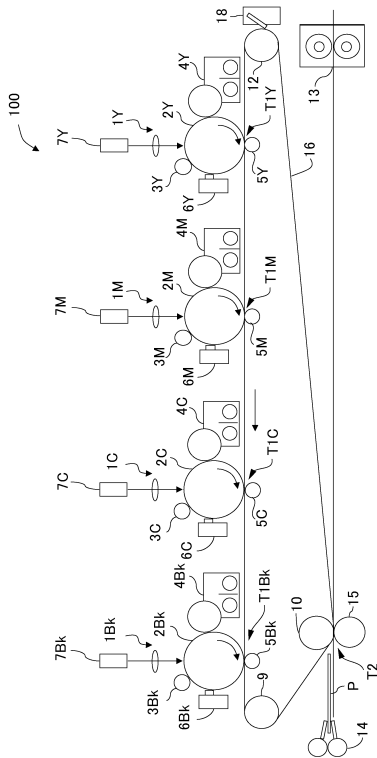
なお、本実施形態のように複数の溝を有する現像スリーブ103Aは、第2の実施形態においても適用できる。そして、この場合も同様に、第2の実施形態に示したようなマグネットを採用した場合においても長期にわたり安定した画像形成を行うことができる画像形成装置を提供することができる。

【符号の説明】

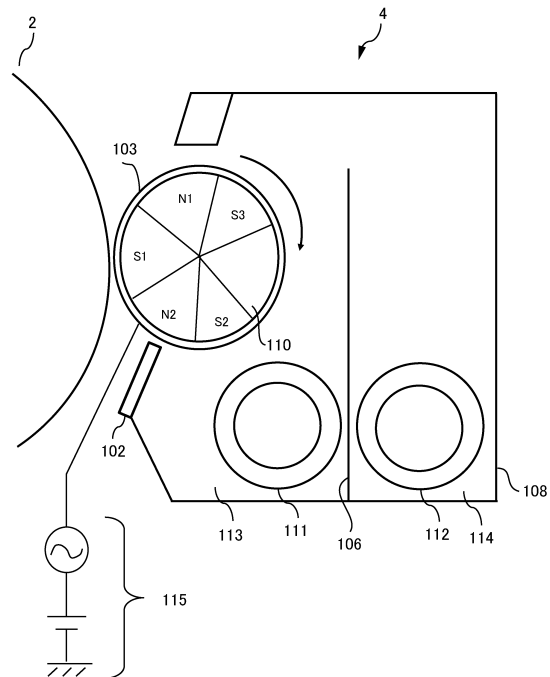
【0072】

2・・・感光ドラム(像担持体) / 4、4A・・・現像装置 / 102、102A・・・規制ブレード(現像剤規制部材) / 103、103A・・・現像スリーブ / 108・・・現像容器 / 110、110A・・・マグネット(磁界発生手段)

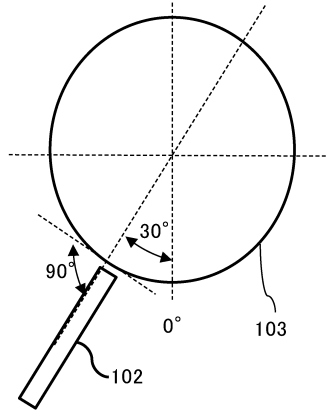
【図1】



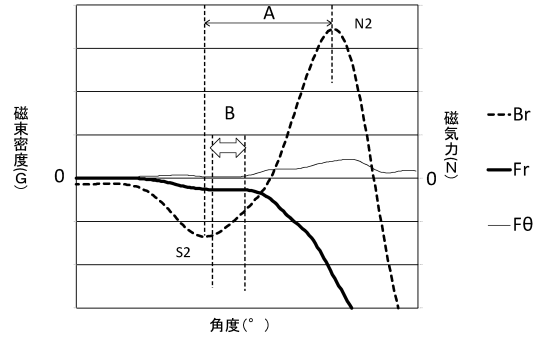
【図2】



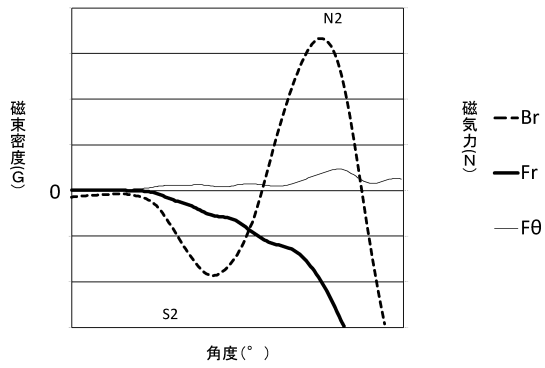
【 図 3 】



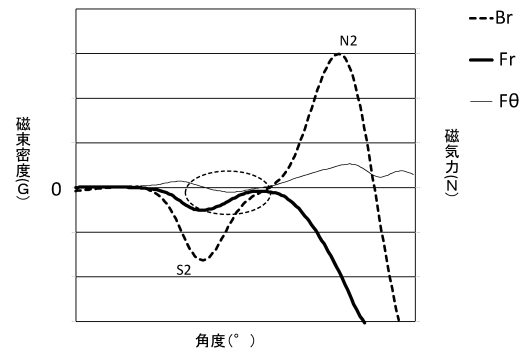
【 図 4 】



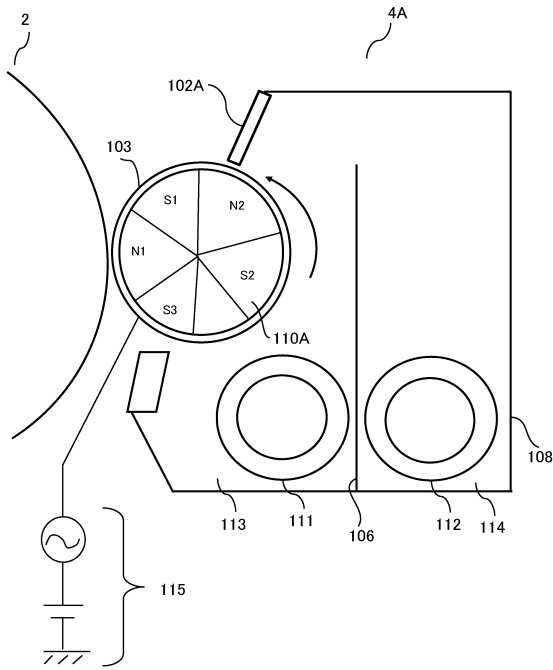
【 図 5 】



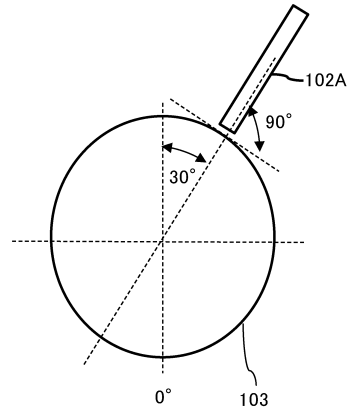
【 図 6 】



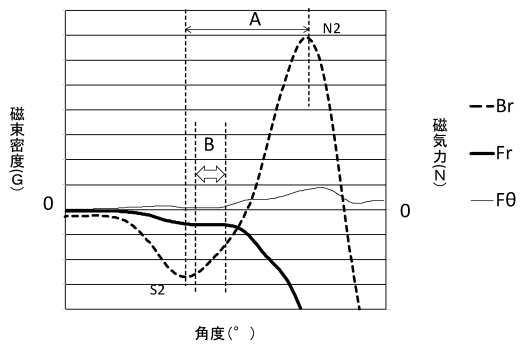
【図7】



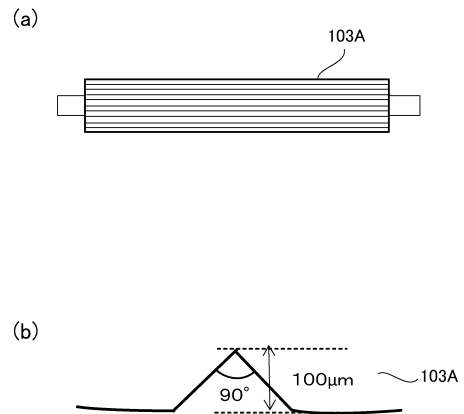
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 竹内 康祐
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 矢後 理久
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 齋藤 文芳
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 麥田 直樹
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 平田 佳規

- (56)参考文献 特開2004-219577(JP,A)
特開2000-250316(JP,A)
特開平8-190275(JP,A)
特開2006-133364(JP,A)
特開2012-108431(JP,A)
特開2000-047489(JP,A)
特開2002-116626(JP,A)
特開2012-145937(JP,A)
特開2013-231853(JP,A)
特開2015-169695(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G03G 15/08
G03G 15/09