(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-191220
(P2017-191220A)
(43)公開日　平成29年10月19日(2017.10.19)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G03G 15/09	(2006.01)	G03G	15/09	A	2H031

審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 21 頁）

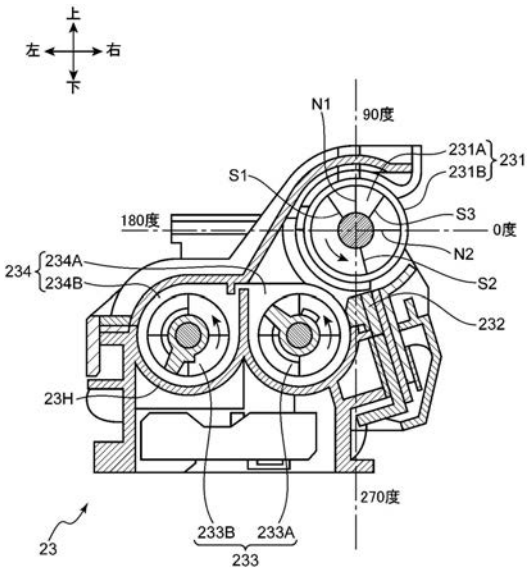
(21)出願番号　特願2016-80734(P2016-80734)
(22)出願日　平成28年4月14日(2016.4.14)

(71)出願人　000006150
京セラドキュメントソリューションズ株式会社
大阪府大阪市中央区玉造１丁目２番２８号
(74)代理人　100067828
弁理士　小谷　悦司
(74)代理人　100115381
弁理士　小谷　昌崇
(74)代理人　100178582
弁理士　行武　孝
(72)発明者　清水　保
大阪府大阪市中央区玉造１丁目２番２８号　京セラドキュメントソリューションズ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】現像装置、およびこれを備えた画像形成装置

(57)【要約】
【課題】隣接する２つの同極磁極による現像剤の分離を安定して実現するとともに、当該２つの磁極の磁力に差をもたせることが可能な現像装置、およびこれを備えた画像形成装置を提供する。
【解決手段】現像装置２３は、現像ローラー２３１と、層厚規制部材２３２と、第１スクリュー２３３Ａと、を備える。現像ローラー２３１は、固定磁石２３１Ａと、スリーブ２３１Ｂと、を備える。固定磁石２３１Ａは、Ｓ１極とＳ２極とを備えている。Ｓ１極とＳ２極との極間では、磁力の水平方向成分が０よりも大きく設定されているとともに、水平方向成分の磁力の変化量が０．５ｍＴ以下のフラット領域が１０度以上の範囲に亘って形成されている。反転磁界を備えない極間において、現像剤がスリーブ２３１Ｂから安定して分離される。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
トナーおよび磁性キャリアを含む現像剤が収容されるハウジングと、
周方向に沿って複数の磁極を含み固定された固定磁石と、前記固定磁石の周囲を所定の回転方向に回転し周面に前記現像剤を担持するスリーブと、を備え、表面に静電潜像が形成される感光体ドラムに所定の現像位置で対向するように前記ハウジングに支持され、前記感光体ドラムに前記トナーを供給する現像ローラーと、
前記ハウジングに回転可能に支持され、前記現像剤を攪拌するとともに前記現像ローラーに前記現像剤を供給する現像剤攪拌部材と、
前記現像ローラーの前記スリーブに対向して配置され、前記現像剤攪拌部材によって前記現像ローラーに供給された前記現像剤の層厚を規制する層厚規制部材と、
を備え、
前記固定磁石は、
前記現像位置よりも前記回転方向下流側に配置され、所定の極性からなる第１磁極と、
前記第１磁極よりも前記回転方向下流側に配置され、前記第１磁極と同じ極性からなり、前記現像剤攪拌部材によって供給される前記現像剤を前記スリーブ側に受け取る磁界を形成する第２磁極と、
を備え、
前記第１磁極の磁力の垂直方向成分のピーク位置から前記第２磁極の磁力の垂直方向成分のピーク位置に至るまでの極間領域において、前記固定磁石の磁力の水平方向成分が反転せずに所定の極性で０（ｍＴ）よりも大きく設定されており、
前記極間領域における前記水平方向成分の磁力において、絶対値が極小となる極小磁力を含む領域であって磁力の変化量が０．５（ｍＴ）以内のフラット領域が、前記スリーブの回転角度で１０度以上の範囲に亘って形成されており、
前記第１磁極の垂直方向成分のピーク磁力をＡ（ｍＴ）、前記第１磁極の垂直方向成分の半値幅をθ（度）、前記第２磁極の垂直方向成分のピーク磁力をＢ（ｍＴ）、前記第２磁極の垂直方向成分の半値幅をφ（度）とした場合、
$2 \leqq (B \times \phi) / (A \times \theta) \leqq 5$
の関係が満たされていることを特徴とする現像装置。
【請求項２】
前記フラット領域が、前記スリーブの回転角度で１４度以上の範囲に亘って形成されていることを特徴とする請求項１に記載の現像装置。
【請求項３】
前記第２磁極は、更に、前記現像ローラーに供給された前記現像剤の層厚を前記層厚規制部材との間で規制する磁界を形成することを特徴とする請求項１または２に記載の現像装置。
【請求項４】
前記層厚規制部材は、前記現像ローラーの下方に配置され、
前記第１磁極は、前記第２磁極の上方に配置されていることを特徴とする請求項３に記載の現像装置。
【請求項５】
前記第１磁極は、前記現像ローラーの軸心よりも上方に配置され、
前記第２磁極は、前記現像ローラーの軸心よりも下方に配置されていることを特徴とする請求項４に記載の現像装置。
【請求項６】
前記現像ローラーの前記スリーブの表面には、複数の溝が形成されていることを特徴とする請求項２に記載の現像装置。
【請求項７】
請求項１乃至６の何れか１項に記載の現像装置と、

前記現像装置から前記トナーが供給され、前記周面にトナー像を担持する前記感光体ドラムと、
前記感光体ドラムからシートに前記トナー像を転写する転写部と、
を有することを特徴とする画像形成装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、現像装置、およびこれを備えた画像形成装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、電子写真方式が採用されたプリンターや複写機等の画像形成装置は、静電潜像を担持する感光体ドラムと、感光体ドラムにトナーを供給し静電潜像をトナー像に顕在化する現像装置と、該感光体ドラムからトナー像をシートに転写する転写装置と、を備える。
【０００３】
現像装置は、感光体ドラムにトナーを供給する現像ローラーを備えている。現像ローラーは、複数の磁極を備え固定された磁石と、磁石の周囲を回転するスリーブと、を備えている。二成分現像方式では、トナーおよび磁性キャリアを含む現像剤が、現像ローラーのスリーブ上に担持される。このような現像ローラーでは、感光体ドラムへのトナーの供給後、現像ローラーから現像剤を分離させる必要がある。
【０００４】
従来、現像ローラーから現像剤を分離させる技術として、隣接する同極性の磁極によって形成される反発磁界を利用したものが知られている。また、特許文献１には、現像剤を隣接する磁極に飛翔させるために、同極の磁極が二対配置された技術が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開平０５－２３４１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
特許文献１に記載された技術では、現像剤の移動を制御するために同極の磁極が二対必要となるため、現像装置の構成が複雑化するという問題があった。また、隣接する同極性の磁極によって形成される反発磁界を利用して現像剤を分離させる場合には、２つの磁極の磁力を略同じ大きさに設定する必要があった。この場合、これらの磁極が分離機能以外の機能を備えることが困難となり、現像ローラーの磁極設計が制限されるという問題があった。
【０００７】
本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、隣接する２つの同極磁極による現像剤の分離を安定して実現するとともに、当該２つの磁極の磁力に差をもたせることが可能な現像装置、およびこれを備えた画像形成装置を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本発明の一局面に係る現像装置は、トナーおよび磁性キャリアを含む現像剤が収容されるハウジングと、周方向に沿って複数の磁極を含み固定された固定磁石と、前記固定磁石の周囲を所定の回転方向に回転し周面に前記現像剤を担持するスリーブと、を備え、表面に静電潜像が形成される感光体ドラムに所定の現像位置で対向するように前記ハウジングに支持され、前記感光体ドラムに前記トナーを供給する現像ローラーと、前記ハウジングに回転可能に支持され、前記現像剤を攪拌するとともに前記現像ローラーに前記現像剤を供給する現像剤攪拌部材と、前記現像ローラーの前記スリーブに対向して配置され、前記現像剤攪拌部材によって前記現像ローラーに供給された前記現像剤の層厚を規制する層厚

規制部材と、を備え、前記固定磁石は、前記現像位置よりも前記回転方向下流側に配置され、所定の極性からなる第１磁極と、前記第１磁極よりも前記回転方向下流側に配置され、前記第１磁極と同じ極性からなり、前記現像剤攪拌部材によって供給される前記現像剤を前記スリーブ側に受け取る磁界を形成する第２磁極と、を備え、前記第１磁極の磁力の垂直方向成分のピーク位置から前記第２磁極の磁力の垂直方向成分のピーク位置に至るまでの極間領域において、前記固定磁石の磁力の水平方向成分が反転せずに所定の極性で０（ｍＴ）よりも大きく設定されており、前記極間領域における前記水平方向成分の磁力において、絶対値が極小となる極小磁力を含む領域であって磁力の変化量が０．５（ｍＴ）以内のフラット領域が、前記スリーブの回転角度で１０度以上の範囲に亘って形成されており、前記第１磁極の垂直方向成分のピーク磁力をＡ（ｍＴ）、前記第１磁極の垂直方向成分の半値幅をθ（度）、前記第２磁極の垂直方向成分のピーク磁力をＢ（ｍＴ）、前記第２磁極の垂直方向成分の半値幅をφ（度）とした場合、２≦（Ｂ×φ）／（Ａ×θ）≦５の関係が満たされていることを特徴とする。

【０００９】

本構成によれば、第１磁極と第２磁極との極間領域において、固定磁石の磁力の水平方向成分が所定の極性で０（ｍＴ）よりも大きく設定されている。このため、第１磁極と第２磁極との間には反発磁界が形成されない。一方、第１磁極と第２磁極との極間領域には、磁力の変化量が０．５（ｍＴ）以内のフラット領域が形成されている。更に、２≦（Ｂ×φ）／（Ａ×θ）≦５の関係が満たされていることで、フラット領域は第２磁極よりも第１磁極に近い位置に形成される。このフラット領域のため、第１磁極を通過した現像剤に対する磁気吸引力が急激に低下し、現像剤がスリーブから安定して分離される。この結果、隣接する２つの同極磁極による現像剤の分離を安定して実現するが可能となる。更に、第１磁極および第２磁極が、上記の関係を満たす限り、当該２つの磁極の磁力に差をもたせることが可能となる。このため、現像ローラーの磁極設計の自由度を増すことができる。

【００１０】

上記の構成において、前記フラット領域が、前記スリーブの回転角度で１４度以上の範囲に亘って形成されていることが望ましい。

【００１１】

本構成によれば、第１磁極を通過した現像剤に対する磁気吸引力が、より急激に低下し、現像剤がスリーブから更に安定して分離される。

【００１２】

上記の構成において、前記第２磁極は、更に、前記現像ローラーに供給された前記現像剤の層厚を前記層厚規制部材との間で規制する磁界を形成することが望ましい。

【００１３】

本構成によれば、第２磁極が、汲み上げ極に加え規制極としての機能を備える。このため、第２磁極の磁力を第１磁極の磁力に対して異ならせる必要がある場合であっても、現像剤の分離を安定して実現するが可能となる。

【００１４】

上記の構成において、前記層厚規制部材は、前記現像ローラーの下方に配置され、前記第１磁極は、前記第２磁極の上方に配置されていることが望ましい。

【００１５】

本構成によれば、現像ローラーから現像剤を安定して分離することができるとともに、当該現像剤をハウジングの内部で重力の作用によって落下させることができる。

【００１６】

上記の構成において、前記第１磁極は、前記現像ローラーの軸心よりも上方に配置され、前記第２磁極は、前記現像ローラーの軸心よりも下方に配置されていることが望ましい。

【００１７】

本構成によれば、現像ローラーから現像剤を安定して分離することができるとともに、

当該現像剤をハウジングの内部で重力の作用によって更に安定して落下させることができる。

【００１８】

上記の構成において、前記現像ローラーの前記スリーブの表面には、複数の溝が形成されていることが望ましい。

【００１９】

本構成によれば、極間領域において磁力の水平方向成分によって、現像剤の一部が溝に付着しやすい場合であっても、現像ローラーのスリーブから現像剤を安定して分離することができる。この結果、現像剤が溝に付着し続けることを抑止することができる。

【００２０】

本発明の他の局面に係る画像形成装置は、上記の何れか１に記載の現像装置と、前記現像装置から前記トナーが供給され、前記周面にトナー像を担持する前記感光体ドラムと、前記感光体ドラムからシートに前記トナー像を転写する転写部と、を有することを特徴とする。

【００２１】

本構成によれば、現像ローラーのスリーブから現像剤を安定して分離することができる。この結果、現像剤の分離不良に起因する濃度むらや濃度低下が抑止される。

【発明の効果】

【００２２】

本発明によれば、隣接する２つの同極磁極による現像剤の分離を安定して実現するとともに、当該２つの磁極の磁力に差をもたせることが可能な現像装置、およびこれを備えた画像形成装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【００２３】

【図１】本発明の実施形態に係る画像形成装置の内部構造を示す断面図である。

【図２】本発明の実施形態に係る現像装置の内部構造を示す模式的な断面図である。

【図３Ａ】本発明の実施形態に係る現像ローラーの固定磁石によって形成される磁界の様子を示す模式図である。

【図３Ｂ】本発明の実施形態に係る現像ローラーと比較される他の現像ローラーの固定磁石によって形成される磁界の様子を示す模式図である。

【図４】本発明の一実施例の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。

【図５】本発明の他の実施例の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。

【図６】本発明の他の実施例の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。

【図７】本発明の他の実施例の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。

【図８】本発明の実施例と比較される比較例の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。

【図９】本発明の実施例と比較される他の比較例の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。

【図１０】本発明の実施例と比較される他の比較例の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。

【図１１】現像ローラーの表面の溝部を示した模式的な断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００２４】

以下、図面に基づいて、本発明の実施形態に係る画像形成装置１０について詳細に説明する。本実施形態では、画像形成装置の一例として、タンデム方式のカラープリンタを例示する。画像形成装置は、例えば、複写機、ファクシミリ装置、及びこれらの複合機等であってもよい。

【００２５】

図１は、画像形成装置１０の内部構造を示す断面図である。この画像形成装置１０は、箱形の筐体構造を備える装置本体１１を備える。この装置本体１１内には、シートＰを給

紙する給紙部１２、給紙部１２から給紙されたシートＰに転写するトナー像を形成する画像形成部１３、前記トナー像が一次転写される中間転写ユニット１４、二次転写ローラー１４５、画像形成部１３にトナーを補給するトナー補給部１５、及び、シートＰ上に形成された未定着トナー像をシートＰに定着する処理を施す定着部１６が内装されている。さらに、装置本体１１の上部には、定着部１６で定着処理の施されたシートＰが排紙される排紙部１７が備えられている。

【００２６】

装置本体１１内には、さらに、画像形成部１３より右側位置に、上下方向に延びるシート搬送路１１１が形成されている。シート搬送路１１１には、適所にシートを搬送する搬送ローラー対１１２が設けられている。また、シートのスキュー矯正を行うと共に、後述する二次転写のニップ部に所定のタイミングでシートを送り込むレジストローラー対１１３も、シート搬送路１１１における前記ニップ部の上流側に設けられている。シート搬送路１１１は、シートＰを給紙部１２から排紙部１７まで、画像形成部１３（二次転写ニップ部）及び定着部１６を経由して搬送させる搬送路である。

【００２７】

給紙部１２は、給紙トレイ１２１、ピックアップローラー１２２、及び給紙ローラー対１２３を備える。給紙トレイ１２１は、装置本体１１の下方位置に挿脱可能に装着され、複数枚のシートＰが積層されたシート束Ｐ１を貯留する。ピックアップローラー１２２は、給紙トレイ１２１に貯留されたシート束Ｐ１の最上面のシートＰを１枚ずつ繰り出す。給紙ローラー対１２３は、ピックアップローラー１２２によって繰り出されたシートＰをシート搬送路１１１に送り出す。

【００２８】

画像形成部１３は、シートＰに転写するトナー像を形成するものであって、異なる色のトナー像を形成する複数の画像形成ユニットを備える。この画像形成ユニットとして、本実施形態では、後述する中間転写ベルト１４１の回転方向上流側から下流側へ（図１に示す左側から右側へ）向けて順次配設された、マゼンタ（Ｍ）色の現像剤を用いるマゼンタ用ユニット１３Ｍ、シアン（Ｃ）色の現像剤を用いるシアン用ユニット１３Ｃ、イエロー（Ｙ）色の現像剤を用いるイエロー用ユニット１３Ｙ、及びブラック（Ｂｋ）色の現像剤を用いるブラック用ユニット１３Ｂｋが備えられている。各ユニット１３Ｍ、１３Ｃ、１３Ｙ、１３Ｂｋは、それぞれ感光体ドラム２０と、感光体ドラム２０の周囲に配置された帯電装置２１、現像装置２３及びクリーニング装置２５とを備える。また、各ユニット１３Ｍ、１３Ｃ、１３Ｙ、１３Ｂｋ共通の露光装置２２が、画像形成ユニットの下方に配置されている。

【００２９】

感光体ドラム２０は、その軸回りに回転駆動され、その周面に静電潜像及びトナー像が形成される。この感光体ドラム２０としては、ＯＰＣ材料を用いた感光体ドラムを用いることができる。各色の画像形成ユニットに対応して、感光体ドラム２０がそれぞれ配置される。帯電装置２１は、感光体ドラム２０の表面を均一に帯電する。帯電装置２１は、帯電ローラーと、前記帯電ローラーに付着したトナーを除去するための帯電クリーニングブラシとを備える。露光装置２２は、光源やポリゴンミラー、反射ミラー、偏向ミラーなどの各種の光学系機器を有し、均一に帯電された感光体ドラム２０の周面に、画像データに基づき変調された光を照射して、静電潜像を形成する。また、クリーニング装置２５は、トナー像転写後の感光体ドラム２０の周面を清掃する。

【００３０】

現像装置２３は、感光体ドラム２０上に形成された静電潜像を現像するために、感光体ドラム２０の周面にトナーを供給する。現像装置２３は、トナーとキャリアとからなる２成分現像剤用のものである。なお、本実施形態では、トナーはプラスの極性に帯電する特性を備える。

【００３１】

中間転写ユニット１４は、画像形成部１３とトナー補給部１５との間に設けられた空間

に配置される。中間転写ユニット１４は、中間転写ベルト１４１と、駆動ローラー１４２と、従動ローラー１４３と、一次転写ローラー２４と、を備える。

【００３２】

中間転写ベルト１４１は、無端状のベルト状回転体であって、その周面側が各感光体ドラム２０の周面にそれぞれ当接するように、駆動ローラー１４２及び従動ローラー１４３に架け渡されている。中間転写ベルト１４１は、一の方向に周回駆動され、感光体ドラム２０から転写されたトナー像を表面に担持する。

【００３３】

駆動ローラー１４２は、中間転写ユニット１４の右端側で中間転写ベルト１４１を張架し、中間転写ベルト１４１を周回駆動させる。駆動ローラー１４２は金属ローラーからなる。従動ローラー１４３は、中間転写ユニット１４の左端側で中間転写ベルト１４１を張架する。従動ローラー１４３は、中間転写ベルト１４１に張力を付与する。

【００３４】

一次転写ローラー２４は、中間転写ベルト１４１を挟んで感光体ドラム２０と一次転写ニップ部を形成し、感光体ドラム２０上のトナー像を中間転写ベルト１４１上に一次転写する。各色の感光体ドラム２０に対向して、それぞれ、一次転写ローラー２４が配置される。

【００３５】

二次転写ローラー１４５は、中間転写ベルト１４１を挟んで駆動ローラー１４２に対向して配置されている。二次転写ローラー１４５は、中間転写ベルト１４１の周面に圧接されて二次転写ニップ部を形成している。中間転写ベルト１４１上に一次転写されたトナー像は、給紙部１２から供給されるシートＰに、前記二次転写ニップ部において二次転写される。本実施形態の中間転写ユニット１４および二次転写ローラー１４５は、本発明の転写部を構成する。転写部は、感光体ドラム２０からシートＰにトナー像を転写する。

【００３６】

トナー補給部１５は、画像形成に用いられるトナーを貯留するものであり、本実施形態ではマゼンタ用トナーコンテナ１５Ｍ、シアン用トナーコンテナ１５Ｃ、イエロー用トナーコンテナ１５Ｙ及びブラック用トナーコンテナ１５Ｂｋを備える。これらトナーコンテナ１５Ｍ、１５Ｃ、１５Ｙ、１５Ｂｋは、ＭＣＹＢｋ各色に対応する画像形成ユニット１３Ｍ、１３Ｃ、１３Ｙ、１３Ｂｋの現像装置２３に、不図示のトナー搬送部を通して各色のトナーを補給する。

【００３７】

定着部１６へ供給されたシートＰは、定着ニップ部を通過することで加熱加圧される。これにより、前記二次転写ニップ部でシートＰに転写されたトナー像は、シートＰに定着される。

【００３８】

排紙部１７は、装置本体１１の頂部が凹没されることによって形成され、この凹部の底部に排紙されたシートＰを受ける排紙トレイ１７１が形成されている。定着処理が施されたシートＰは、定着部１６の上部から延設されたシート搬送路１１１を経由して、排紙トレイ１５１へ向けて排紙される。

【００３９】

次に、図２を参照して、本実施形態に係る現像装置２３について、更に詳述する。図２は、本実施形態に係る現像装置２３の内部構造を示す模式的な断面図である。図２では、現像装置２３の各回転部材の回転方向が矢印で示されている。

【００４０】

現像装置２３は、ハウジング２３Ｈと、現像ローラー２３１と、層厚規制部材２３２と、攪拌スクリュー２３３と、現像剤搬送部２３４と、を含む。ハウジング２３Ｈは、現像装置２３の各部材を支持する筐体部分である。ハウジング２３Ｈには、トナーおよび磁性キャリアを含む現像剤が収容される。

【００４１】

現像ローラー２３１は、表面に静電潜像が形成される感光体ドラム２０に所定の現像位置で対向するようにハウジング２３Ｈに支持され、感光体ドラム２０にトナーを供給する。現像ローラー２３１は、固定磁石２３１Ａと、スリーブ２３１Ｂと、を備える（図２）。なお、本実施形態では、現像位置は、感光体ドラム２０と現像ローラー２３１との最近接位置を含む。固定磁石２３１Ａは、周方向に沿って複数の磁極を含み、ハウジング２３Ｈに固定された円柱状の磁石である。スリーブ２３１Ｂは、固定磁石２３１Ａの周囲を所定の回転方向（図２の矢印参照）に回転し、周面にトナーおよび磁性キャリアを含む現像剤を担持する。本実施形態では、スリーブ２３１Ｂは、アルミ製の円管部材（基材）からなる。スリーブ２３１Ｂの円管部材の周面には、軸方向に延びる複数の溝（ローレット溝）が周方向全体に間隔をおいて形成されている。

【００４２】

なお、現像ローラー２３１には、直流バイアスに交流バイアスが重畳された現像バイアスが印加される。また、現像ローラー２３１および感光体ドラム２０は、現像位置において同じ方向に回転されている（ウィズ方向、トレール方向ともいう）。

【００４３】

層厚規制部材２３２は、現像ローラー２３１のスリーブ２３１Ｂに対向して配置された非磁性金属からなる板状部材である。なお、他の実施形態において、層厚規制部材２３２の上流側の側面には、磁性部材が固定されてもよい。層厚規制部材２３２は、攪拌スクリュー２３３の第１スクリュー２３３Ａによって現像ローラー２３１に供給された現像剤の層厚を規制する。また、層厚規制部材２３２は、現像ローラー２３１の下方に配置されている。

【００４４】

攪拌スクリュー２３３は、２成分現像剤を攪拌しながら循環搬送することで、トナーを帯電させる。攪拌スクリュー２３３は、第１スクリュー２３３Ａ（現像剤攪拌部材）と、第２スクリュー２３３Ｂと、を備える。第１スクリュー２３３Ａおよび第２スクリュー２３３Ｂは、ハウジング２３Ｈに回転可能に支持されている。また、第１スクリュー２３３Ａおよび第２スクリュー２３３Ｂは、シャフトの回りに螺旋羽根が備えられたスクリュー形状を備えている。

【００４５】

現像剤搬送部２３４は、ハウジング２３Ｈ内に形成された現像剤の循環路である。現像剤搬送部２３４は、第１スクリュー２３３Ａが配置される第１搬送部２３４Ａと、第２スクリュー２３３Ｂが配置される第２搬送部２３４Ｂと、を備える（図２）。第１搬送部２３４Ａと第２搬送部２３４Ｂとの間は、板状の仕切り部材によって仕切られている。なお、第１搬送部２３４Ａおよび第２搬送部２３４Ｂの軸方向の両端部は互いに連通している。現像剤は、第１搬送部２３４Ａと第２搬送部２３４Ｂとの間を循環搬送される。そして、第１スクリュー２３３Ａは、現像ローラー２３１に現像剤を供給する。また、トナー補給部１５から補給されたトナーは、第２搬送部２３４Ｂの軸方向の一端側からハウジング２３Ｈ内に流入し、他の現像剤と攪拌される。

【００４６】

なお、図１に示すように、現像ローラー２３１の軸心は、感光体ドラム２０の軸心よりも下方に配置され、第１スクリュー２３３Ａの軸心は、現像ローラー２３１の軸心よりも更に下方に配置されている（図２）。

【００４７】

また、図２を参照して、トナーおよびキャリアからなり、攪拌スクリュー２３３で循環搬送された現像剤は、第１スクリュー２３３Ａから現像ローラー２３１に供給される。その後、層厚規制部材２３２によって現像剤の層厚が規制された後、現像位置においてトナーの一部が感光体ドラム２０に供給されると、現像ローラー２３１から現像剤が分離される。その後、分離された現像剤は、再び第１スクリュー２３３Ａの周辺の第１搬送部２３４Ａに流入する。

【００４８】

図２を参照して、本実施形態では、現像ローラー２３１の固定磁石２３１Ａは、周方向に沿って５つの磁極を備えている。現像ローラー２３１と感光体ドラム２０とが対向する現像位置の近傍には、Ｎ２極が配置されている。Ｎ２極は、感光体ドラム２０にトナーを供給する主極として機能する。更に、Ｎ２極に対してスリーブ２３１Ｂの回転方向下流側には、Ｓ３極が配置される。また、Ｓ３極の前記回転方向下流側には、Ｎ１極が配置される。更に、Ｎ１極の前記回転方向下流側には、Ｓ１極が配置される。更に、Ｓ１極の前記回転方向下流側には、所定の間隔をおいてＳ２極が配置されている。なお、Ｓ１極およびＳ２極について換言すれば、Ｓ１極は、前記現像位置よりも前記回転方向下流側に配置され、所定の極性からなる磁極であり、本発明の第１磁極を構成する。また、Ｓ２極は、Ｓ１極よりも前記回転方向下流側に配置され、Ｓ１極と同じ極性からなる磁極であり、本発明の第２磁極を構成する。Ｓ２極は、層厚規制部材２３２に対向して配置されている。そして、Ｓ２極は、第１スクリュー２３３Ａによって供給される現像剤をスリーブ２３１Ｂ側に受け取る磁界を形成する汲み上げ極として機能する。更に、Ｓ２極は、現像ローラー２３１に供給された現像剤の層厚を層厚規制部材２３２との間で規制する磁界を形成する規制極としても機能する。また、Ｓ１極は、Ｓ２極の上方に配置されている。更に、Ｓ１極は、現像ローラー２３１の軸心よりも上方に配置され、Ｓ２極は、現像ローラー２３１の軸心よりも下方に配置されている。

【００４９】

図３Ａは、本実施形態に係る現像ローラー２３１の固定磁石２３１Ａによって形成される磁界の様子を示す模式図である。図３Ｂは、本実施形態に係る現像ローラー２３１と比較される他の現像ローラーの固定磁石によって形成される磁界の様子を示す模式図である。なお、図３Ａおよび図３Ｂでは、円筒状のスリーブ２３１ＢおよびスリーブＺの表面が模式的に直線で示されている。

【００５０】

従来、２成分現像方式において、現像ローラーから現像剤を分離する方法として、同極性の磁石によって発生する反発磁界を利用するものが知られている。図３Ｂは、このように反発磁界が形成された様子を示している。スリーブ２３１ＢＺの表面では、回転方向（矢印ＤＡ）に沿ってＮ１極、Ｓ１極、Ｓ２極およびＮ２極が順に配置されている。なお、これらの磁石片の反対側には、それぞれＳ、Ｎ、ＮおよびＳ極が形成されている。図３Ｂの構成では、Ｓ１極とＳ２極との磁力線が反発しあう。このため、スリーブ２３１ＢＺの接線方向に沿った、水平方向の磁界成分を測定すると、同極のＳ１極とＳ２極とのほぼ中央付近で、磁界の方向が逆転している。ただし、この様に同極磁極のほぼ中央付近で水平磁力の方向が変わるためには、２つの同極の磁力が略等しく設定されることが必要とされる。この結果、Ｓ１極、Ｓ２極が分離機能以外の機能を備えることが困難となり、現像ローラーの磁極設計が制限されてしまう。

【００５１】

上記のような問題を解決するために、本実施形態では、現像ローラー２３１の固定磁石２３１Ａの磁極パターンに特徴を有する。特に、本実施形態では、前述のように、Ｓ２極が、現像剤をスリーブ２３１Ｂ側に受け取る磁界を形成する汲み上げ極として機能するとともに、現像剤の層厚を層厚規制部材２３２との間で規制する磁界を形成する規制極としても機能する。このため、Ｓ１極とＳ２極との磁力のバランスを変化させる必要が生じる。本実施形態は、分離極（分離極）の２つ磁極（Ｓ１極、Ｓ２極）の磁力バランスが崩れざるを得ない場合でも、現像剤を確実に現像ローラー２３１から分離するものである。

【００５２】

本発明の発明者は、同極磁極間（２つの磁極の垂直磁力成分のピーク間）の磁力の水平方向成分が一定幅以上フラット（平坦）である場合、現像ローラー２３１から現像剤の分離が安定して実現されることを知見した。また、このフラットになる領域がＳ２極よりもＳ１極側に近いほうが、現像剤の分離が安定することを知見した。

【００５３】

このような現像剤の分離作用は、磁石が磁性体（キャリア）を引き付ける力、すなわち

磁気吸引力に基づいている。固定磁石２３１Ａの磁極の磁力が強い場合、または、円周方向に沿った磁力の変化が急峻な場合に、上記の磁気吸引力が強くなる。したがって、Ｓ１極とＳ２極との中間付近において、磁力の垂直方向成分および水平方向成分が「０」である場合、磁気吸引力が発生しないため、Ｓ１極で分離した現像剤がＳ１極とＳ２極との中間付近で再度現像ローラー２３１に付着する事は少ない。しかし、この２つの分離極の磁力バランスが崩れている場合、Ｓ１極とＳ２極の極間で磁力の垂直方向成分や水平方向成分は「０」となりにくい。この結果、極間で磁気吸引力が発生し、現像剤が現像ローラー２３１に再付着しやすくなる。

【００５４】

なお、現像ローラー２３１からの現像剤の分離不良は、水平方向成分の磁気吸引力に大きく依存しやすい。なぜなら、現像剤は現像ローラー２３１のスリーブ２３１Ｂの回転によって、円周方向に沿って分離されやすいが、水平方向成分の磁気吸引力が存在していると、スリーブ２３１Ｂから飛翔した現像剤がこの吸引力に保持され、現像ローラー２３１に再付着しやすい。

【００５５】

図３Ａを参照して、本実施形態に係る現像ローラー２３１の固定磁石２３１Ａでは、Ｎ１極から発生した磁力線がＳ１極およびＳ２極に向かって延びている。このため、Ｓ１極とＳ２極との間では、図３Ｂのような反発磁界が発生していない。このような磁力線が形成された状態で、Ｓ１極とＳ２極との間に、磁力の水平方向成分がフラットな領域を形成することで、水平方向成分の磁気吸引力が急激に低下し、現像剤が分離されやすくなる。

【００５６】

図４は、本実施形態に係る現像ローラー２３１の固定磁石２３１Ａの磁力分布の一例を示すグラフである。なお、図４を含む、以下の図の磁力分布のグラフでは、横軸に磁極位置（角度）が示され、縦軸に磁力（ｍＴ）が示されている。なお、横軸の磁極位置は、図２の０度、９０度、１８０度および２７０度の角度スケールに基づくものであり、縦軸の磁力は、Ｎ極をプラス、Ｓ極をマイナスとして示されている。また、各グラフでは、固定磁石２３１Ａの磁力の水平方向成分が実線で示され、垂直方向成分が破線で示されている。

【００５７】

前述のような作用に基づいて現像剤の分離性能を向上するために、本実施形態では、固定磁石２３１Ａが、以下の３つの条件を満たしている。

【００５８】

第１条件として、Ｓ１極の磁力の垂直方向成分のピーク位置Ｐ１からＳ２極の磁力の垂直方向成分のピーク位置Ｐ２に至るまでの極間領域ＩＥ（図４）において、固定磁石２３１Ａの磁力の水平方向成分が反転せずにＳ極の極性で０（ｍＴ）よりも大きく設定されている。なお、図４では、Ｓ極の極性がマイナスで示されているため、極間領域ＩＥにおいて水平方向成分は０よりも小さく示されている。換言すれば、極間領域ＩＥ全体において、磁力の水平方向成分の絶対値が０よりも大きく設定されており、水平方向成分の分布と磁力＝０（ｍＴ）の直線とが極間領域ＩＥにおいて交差していない（水平方向成分が反転していない）ことが第１条件に相当する。

【００５９】

第２条件として、極間領域ＩＥにおける水平方向成分の磁力において、絶対値が極小となる極小磁力ＬＰを含む領域であって磁力の変化量が０．５（ｍＴ）以内のフラット領域Ｆが、スリーブ２３１Ｂの回転角度で１０度以上の範囲に亘って形成されている。

【００６０】

第３条件として、Ｓ１極の垂直方向成分のピーク磁力をＡ（ｍＴ）、Ｓ１極の垂直方向成分の半値幅をθ（度）、Ｓ２極の垂直方向成分のピーク磁力をＢ（ｍＴ）、Ｓ２極の垂直方向成分の半値幅をφ（度）とした場合、

$$2 \leqq (B \times \varphi) / (A \times \theta) \leqq 5 \quad \cdots \text{（式１）}$$

の関係が満たされている。なお、半値幅θ、φとは、Ｓ１極およびＳ２極のそれぞれにお

いて、ピーク磁力の半分の磁力を備える２点間の角度である。また、上記のＡ、Ｂ、θおよびφの値の詳細については、後記の表１に示されている。

【００６１】

上記の第１条件が満たされることで、Ｓ１極とＳ２極との間には反発磁界が形成されない。また、第２条件が満たされることで、現像剤を分離可能なフラット領域Ｆが形成される。更に、第３条件が満たされることで、フラット領域ＦはＳ２極よりもＳ１極に近い位置に形成される。このため、Ｓ１極を通過した現像剤に対する磁気吸引力が急激に低下し、現像剤がスリーブ２３１Ｂから安定して分離される。この結果、隣接する２つの同極磁極による現像剤の分離を安定して実現するが可能となる。更に、Ｓ１極およびＳ２極が、上記の条件を満たす限り、当該２つの磁極の磁力に差をもたせることが可能となる。特に、Ｓ２極が汲み上げ極および規制極の機能を兼ね備えるために、Ｓ１極に対してＳ２極の磁力を異ならせることが可能となる。このため、現像ローラー２３１の磁極設計の自由度を増すことができる。また、画像形成装置１０によって印字される画像において、現像剤の分離不良に起因する濃度むらや濃度低下が抑止される。

【００６２】

なお、第２条件に関して、フラット領域Ｆは、スリーブ２３１Ｂの回転角度で１４度以上の範囲に亘って形成されていることが更に望ましい。この場合、Ｓ１極を通過した現像剤に対する磁気吸引力が、より急激に低下し、現像剤がスリーブ２３１Ｂから更に安定して分離される。

【００６３】

更に、本実施形態では、図２に示すように、層厚規制部材２３２は、現像ローラー２３１の下方に配置され、Ｓ１極はＳ２極の上方に配置されている。このため、現像ローラー２３１から現像剤を安定して分離することができるとともに、Ｓ１極から分離した現像剤をハウジング２３Ｈの内部で重力の作用によって落下させることができる。

【００６４】

また、Ｓ１極は、現像ローラー２３１の軸心よりも上方に配置され、Ｓ２極は、現像ローラー２３１の軸心よりも下方に配置されている。このため、Ｓ１極から分離した現像剤をハウジング２３Ｈの内部で重力の作用によって更に安定して落下させることができる。

【実施例】

【００６５】

次に、実施例に基づいて、本発明を更に説明する。なお、各実験については、以下の実験条件において行った。

＜実験条件＞

・感光体ドラム２０：ＯＰＣ感光体、直径φ３０ｍｍ、表面電位（白地部）Ｖｏ＝４５０Ｖ、（画像部）ＶＬ＝１００Ｖ、周速＝３００ｍｍ／ｓｅｃ
・プリント速度：３２枚／分
・現像ローラー２３１上の現像剤搬送量（層厚規制後）：２５０ｇ／ｍ^2
・キャリア：体積平均粒径３５μｍ、磁力８０ｅｍｕ／ｇ、樹脂コートキャリア
・トナー：体積平均粒径６．８μｍ、トナー濃度７％、プラス帯電特性

【００６６】

また、実験に用いた現像ローラー２３１の条件は以下のとおりである。

・現像ローラー２３１：直径φ１６ｍｍ
・現像ローラー２３１の感光体ドラム２０に対する周速比：１．８（トレール方向）
・現像ローラー２３１と感光体ドラム２０とのギャップ：３５０μｍ
・現像バイアス：直流バイアス＝３５０Ｖ、交流バイアス＝Ｖｐｐ１．２ｋＶ、周波数ｆ３．７ｋＨｚ、Ｄｕｔｙ５０％、矩形波（なお、層厚規制部材２３２も現像ローラー２３１と同電位である）
・スリーブ２３１Ｂの表面条件：ローレットＶ溝（溝深さ８０μｍ、溝幅０．２ｍｍ、溝本数１２０本）

【００６７】

表１は、各実験に使用した現像ローラーの固定磁石の磁極条件を示したものである。本実験では、実験番号１～１８までの１８本の現像ローラー２３１を使用した。なお、実験１、２、１７および１８は、比較例に相当し、実験３～１６は、本発明の実施例に相当する。なお、実験に用いた現像ローラーの磁力測定は、日本電磁測器株式会社　ＧＡＵＳＳＭＥＴＥＲ　Ｍｏｄｅｌ　ＧＸ－１００を用いて行った。表１では、各現像ローラーにおいて、Ｎ１極、Ｓ１極、Ｓ２極およびＮ２極の垂直方向成分の磁力（ピーク磁力）が示されている（垂直磁力（ｍＴ））。この際、ピーク磁力は、Ｎ極の場合＋（プラス）、Ｓ極の場合－（マイナス）で示されている。また、Ｎ１極、Ｓ１極、Ｓ２極およびＮ２極の垂直方向成分のピーク磁力の位置（角度）が示されている（垂直磁力（度））。更に、前述のＳ１極およびＳ２極の半値幅が、それぞれθ、φとして示されている。これらの値は、角度の幅に相当する。更に、表１には、Ｓ１極のピーク磁力の半分の値を示す２つの角度位置のうち、Ｓ２極に近い側の角度位置が、「Ｓ１半減」として示されている。また、表１に示される「面積比」とは、前述の式１に示される、（Ｂ×φ）／（Ａ×θ）を各現像ローラー２３１において算出したものである。

【００６８】

【表１】

No	垂直磁力(mT)			垂直磁力(度)						面積比
	N1	S1	S2	N2	N1	S1	S1半減	θ	S2	φ	N2	
1	62	−54	−62	102	111	151	165	27	282	52	7	2.2
2	96	−40	−44	32	94	137	146	19	270	40	346	2.3
3	59	−34	−60	96	107	147	161	27	277	57	6	3.7
4	53	−33	−62	93	112	152	166	27	283	54	8	3.7
5	58	−32	−60	94	113	152	164	25	285	50	13	3.7
6	35	−25	−47	98	111	137	150	25	278	63	359	4.7
7	42	−26	−64	102	105	144	157	27	281	55	6	5.0
8	61	−32	−56	97	107	147	161	29	279	66	7	4.0
9	51	−31	−64	101	111	151	165	28	282	56	6	4.1
10	58	−29	−59	95	115	150	163	26	284	55	12	4.4
11	83	−35	−44	76	119	170	181	23	282	41	358	2.3
12	96	−25	−45	32	93	129	150	43	268	81	346	3.4
13	42	−26	−64	108	101	141	156	30	285	58	6	4.8
14	96	−28	−43	32	94	134	143	18	269	42	346	3.6
15	61	−30	−60	97	111	151	166	29	282	57	10	3.9
16	96	−32	−43	32	94	136	145	18	269	40	346	3.0
17	57	−25	−61	100	109	148	162	27	285	59	8	5.3
18	74	−44	−46	46	41	105	123	36	234	34	288	1.0

【００６９】

なお、図４は、表１の実験３の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。図５は、表１の実験８の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。図６は、表１の実験１４の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。図７は、表１の実験１６の現像ローラーの

磁力分布を示すグラフである。図８は、表１の実験２の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。図９は、表１の実験１７の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。図１０は、表１の実験１８の現像ローラーの磁力分布を示すグラフである。

【００７０】

更に、表２には、実験１～１８の現像ローラー２３１のフラット領域Ｆ（図４参照）（表２の「水平磁力フラット部」）の条件が示されている。前述のように、フラット領域Ｆとは、極間領域ＩＥ（図４）における水平方向成分の磁力において、絶対値が極小となる極小磁力ＬＰを含む領域であって磁力の変化量が０．５（ｍＴ）以内の領域である。このため、フラット領域Ｆの最大磁力と最小磁力との差は、０．５（ｍＴ）である。表２の「フラット中心部磁力」は、極小磁力ＬＰよりも絶対値が０．２５（ｍＴ）だけ大きな位置での水平方向成分の磁力の値に相当する。また、「極小部磁力」は、極小磁力ＬＰにおける水平方向成分の磁力の値に相当する。これらの磁力の水平方向成分は、図２において時計回り（右回り）の場合を＋（プラス）、反時計回り（左回り）の場合を－（マイナス）で示されている。また、「極小部位置」は、極小磁力ＬＰの角度位置に相当する。「フラット部幅」は、フラット領域Ｆが周方向に沿って分布している幅（角度）に相当する。また、「フラット部中心磁力×幅」は、上記の「フラット中心部磁力」と「フラット部幅」とを乗算したものである。

【００７１】

【表２】

No	水平磁力フラット部(0.5mT幅)				フラット部の中心磁力×幅	分離性能	
	フラット中心部磁力 (mT)	極小部磁力 (mT)	極小部位置 (度)	フラット部幅 (度)		画像ムラ	溝部への現像剤残留
1	5.9	6.1	170	7.3	41	×	×
2	−3.5	−3.3	154	9.1	−34	×	×
3	−2.2	−1.9	166	10.1	−24	△	×
4	−2.4	−2.1	173	11.0	−29	△	×
5	−1.5	−1.2	171	11.4	−19	△	×
6	−1.2	−1.0	156	11.7	−17	△	×
7	−2.1	−1.8	163	12.9	−30	△	×
8	−4.3	−4.0	168	14.0	−63	○	○
9	−4.0	−3.7	173	14.6	−61	○	○
10	−5.6	−5.3	170	15.6	−90	○	○
11	−3.9	−3.6	191	16.4	−68	○	○
12	−6.1	−5.9	161	17.7	−113	○	○
13	−2.2	−1.9	164	19.9	−48	○	○
14	−7.1	−6.8	155	23.4	−171	○	○
15	−5.1	−4.8	174	31.4	−166	○	○
16	−5.9	−5.6	185	48.4	−298	○	○
17	−4.4	−4.1	211	18.0	−83	×	×
18	6.6	6.8	129	8.0	51	×	×

【００７２】

更に、表２では、各実験における分離性能の評価結果が示されている。「画像ムラ」とは、画像形成装置１０によって印字された画像上に攪拌スクリュー２３３の第１スクリュー２３３Ａのスクリュー形状のピッチに応じた濃度ムラが発生する現象である。現像ロー

ラー２３１からの現像剤の分離性（分離性）が悪い場合、現像位置を通過した現像剤が再びＳ２極に再付着する。このとき、第１スクリュー２３３Ａから供給された現像剤と再付着した現像剤とではトナー濃度が異なるため、この第１スクリュー２３３Ａのスクリュー形状に応じた濃度ムラが画像上に発生する。この現象は、第１スクリュー２３３Ａの周辺の現像剤量が多いときに顕著に発生する。なお、表２に示される「画像ムラ」の評価は以下の基準によって示されている。

○：画像上、問題なし。

△：画像に第１スクリュー２３３Ａのムラが僅かに発生しているが、実使用上問題にならない。

×：画像に第１スクリュー２３３Ａのムラが発生している。

【００７３】

また、表２における「溝部への現像剤残留」とは、現像ローラー２３１のスリーブ２３１Ｂ上に形成された溝内に現像剤が残留する現象である。図１１は、現像ローラー２３１の表面の溝部（２３１Ｍ）を示した模式図である。スリーブ２３１Ｂの回転（図１１の矢印ＤＡ）に伴って、溝部２３１ＭがＳ１極（図２）からＳ２極を通過する際に、水平方向の磁界（図１１の矢印ＤＴ）が強く形成されると、溝部２３１Ｍの壁面に現像剤が強く押し付けられる。この結果、現像ローラー２３１からの現像剤の分離が不充分となり、溝部２３１Ｍ内に現像剤が残留する。この場合、現像ローラー２３１の現像剤の搬送性能が低下することや現像ローラー２３１上のトナー濃度が低下することで、画像濃度低下に繋がりやすい。表２では、上記の画像ムラの評価を行った後の溝部２３１Ｍ内の現像剤の残留を評価している。溝部２３１Ｍ内に現像剤がほとんど残留していない場合を○とし、溝部２３１Ｍ内に多量の現像剤が残留している場合を×としている。

【００７４】

Ｓ１極とＳ２極との間の極間領域ＩＥ（図４）において、水平方向成分の磁界が反転しない、すなわち、水平方向成分が磁力＝０の直線と交差しないためには、Ｓ１極とＳ２極の磁力に所定の差があればよい。そして、表１に示される「面積比」（＝（Ｂ×φ）／（Ａ×θ））が２以上であれば、水平方向成分の磁界が反転しないことが知見された。表１では、実験１～１７において、面積比が２以上とされている。なお、面積比が３以上であれば、更に望ましい。しかしながら、実験１および２では、画像ムラが発生する結果となった。これは、「フラット領域Ｆの幅（フラット部幅）」が１０度に満たないため、現像剤が現像ローラー２３１から充分分離されていないためである。

【００７５】

また、実験１８では、面積比が１のため、水平方向成分の磁界に反転が発生する結果となった。通常、現像ローラー２３１のスリーブ２３１Ｂ上の現像剤の磁気ブラシは、磁力線に沿って形成される。実験３～１７では、図３Ａの矢印ＤＳで示すように、斜め方向に向いた状態から現像剤がスリーブ２３１Ｂから分離する。一方、実験１８のように磁界が反転していると、図３Ｂの矢印ＤＳで示すように、磁気ブラシが弓なりになった状態で、接線方向に沿ってスリーブ２３１Ｂから分離する。すなわち、実験３～１７の方が、現像ローラー２３１の法線方向に沿って現像剤が飛翔しやすい。実験１８では、現像剤の飛び出し方向が接線方向に沿っているため、分離した現像剤が第１スクリュー２３３Ａ上で充分分散されない。この結果、第１スクリュー２３３Ａの周辺で循環している現像剤量が少ない場合に、第１スクリュー２３３Ａのピッチで発生する画像ムラが顕在化する。一方、実験３～１７では、現像ローラー２３１から現像剤が法線方向に沿って飛翔することで、第１スクリュー２３３Ａの周方向において広い範囲で現像剤が分散される。この結果、分離された現像剤と現像剤搬送部２３４内を循環していた現像剤とが混合撹拌されやすい。したがって、上記のような画像ムラの発生が抑止される。

【００７６】

一方、実験１７では、「面積比」（＝（Ｂ×φ）／（Ａ×θ））が５を超えている。この場合、Ｓ１極とＳ２極の磁力の差が大きいため、フラット領域ＩＥ（図４）がＳ１極よりもＳ２極に近い位置に形成される（図９参照）。このため、フラット領域Ｆで現像剤が

分離されても、近傍下流側に存在するＳ２極の磁力に引き戻され、Ｓ２極に再付着する現象が発生する。この結果、表２に示すように画像ムラが発生する結果となっている。

【００７７】

以上のように、実験３～１６において、「画像ムラ」が実使用上問題とならない結果を得た。この実験３～１６の現像ローラー２３１では、前述の条件１～３が満たされおり、現像ローラー２３１から安定して現像剤が分離されている。また、表１に示すように、Ｓ１極およびＳ２極の磁力は大きく異なることが可能となり、Ｓ２極を汲み上げ極および規制極として機能させることが可能となった。更に、実験３～１６で示される現像ローラー２３１の固定磁石２３１Ａでは、極間領域ＩＥに形成される垂直方向成分の極小値ＦＲが、Ｓ１極よりもＳ２極側に位置する特徴を有することが知見された（図４～図７参照）。この結果、分離された現像剤がＳ２極側に再付着することが、極小値ＦＲによって好適に妨げられる。

【００７８】

なお、第２条件に関して、水平方向成分のフラット領域Ｆ（図４）は、スリーブ２３１Ｂの回転角度で１４度以上の範囲に亘って形成されていることが更に望ましい。この場合、Ｓ１極を通過した現像剤に対する磁気吸引力がより急激に低下し、現像剤がスリーブ２３１Ｂから更に安定して分離される。この効果は、現像ローラー２３１の表面に、長手方向（軸方向）に沿って溝加工されている、ローレットローラーなどで特に効果を発揮する。表２に示されるように、水平方向成分のフラット領域Ｆが１４度以上の範囲に及ぶ、実験８～１６では、溝部への現像剤残留が発生していない。これは、前述のように、溝部２３１Ｍ（図１１）の法線方向に沿った壁部では、磁力の水平方向成分によって摩擦力が発生するため、この壁部から現像剤が分離されにくく、溝部２３１Ｍ内の現像剤が再び現像位置に搬送されてしまうためである。したがって、極間領域ＩＥにおいて、磁力の水平方向成分によって現像剤の一部が溝部２３１Ｍに付着しやすい場合であっても、水平方向成分のフラット領域Ｆが１４度以上の範囲に亘って形成されていることで、現像ローラー２３１のスリーブ２３１Ｂから現像剤を安定して分離することができる。この結果、現像剤が溝部２３１Ｍに付着し続けることを抑止することができる。

【００７９】

なお、本発明に係る先の第２条件では、水平方向成分のフラット領域Ｆが角度で規定されている。このため、現像ローラー２３１の直径が小さくなると、フラット領域Ｆの周方向に沿った距離は短くなり、現像剤の分離には一見不利になる。しかしながら、現像ローラー２３１の直径が小さくなる分、現像ローラー２３１の曲率が小さくなるため、現像剤の分離がしやすくなる。これらの効果は互いに相殺しあうため、現像ローラー２３１の直径が小さく設定された場合であっても、上記の条件１から３が満たされることで、現像剤の分離性が低下する事はない。また、現像ローラー２３１の直径が大きく設定されても、同じように分離性が変化する事はない。

【００８０】

また、本発明の発明者は、表２において画像ムラが△または○の評価となった実験３～１６までの現像ローラー２３１の磁力分布を鋭意分析した結果、先の条件１および２に加え、以下の条件が満たされる場合も、現像剤の分離が安定して実現されることを知見した。すなわち、Ｓ１極の磁力の垂直方向成分が同ピーク位置よりも搬送方向下流側で最大値に対して５０％になる点Ｍと、極間領域ＩＥでの磁力の水平方向成分の極小磁力ＬＰから搬送方向上流側に０．５ｍＴ上昇する点Ｙとの角度差Ｐ（度）が、Ｓ１極とＳ２極との極間領域ＩＥの幅Ｑ（度）に対して１５％以内に収まる場合（０＜Ｐ／Ｑ＜０．１５）、現像剤の分離が安定して実現される。

【００８１】

なお、上記の各実験に対して、層厚規制部材２３２と現像ローラー２３１とのギャップ（ブレードギャップ）を調整し、スリーブ２３１Ｂ上の現像剤搬送量を１００ｇ／ｍ^{2}以上４００ｇ／ｍ^{2}以下の範囲で同様の評価を行ったところ、画像ムラの抑止効果に関しては同様の結果が得られた。更に、トナー濃度５％以上１２％以下の範囲で、上記と同様の

評価を行ったところ、画像ムラの抑止効果に関して同様の結果が得られた。更に、現像ローラー２３１の直径が１２ｍｍ以上３５ｍｍ以下の範囲、感光体ドラム２０の周速が２００ｍｍ／ｓｅｃ以上４００ｍｍ／ｓｅｃ以下の範囲で同様の評価を行った場合も、画像ムラの抑止効果に関して同様の結果が得られた。

【００８２】

以上、本発明の一実施形態に係る現像装置２３およびこれを備える画像形成装置１０につき詳細に説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。本発明は、例えば以下のような変形実施形態を取ることができる。

【００８３】

（１）上記の実施形態では、固定磁石２３１Ａのうち現像剤を分離させる磁界が、Ｓ１極とＳ２極との間に形成される態様にて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。隣接するＮ極同士の間に、上記のような磁界が形成されてもよい。

【００８４】

（２）上記の実施形態では、Ｓ１極およびＳ２極を備える現像ローラー２３１が感光体ドラム２０にトナーを供給する態様にて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。現像ローラー２３１と感光体ドラム２０との間に、他の現像ローラーが配置され、複数のローラー間で現像剤が受け渡されながら、感光体ドラム２０にトナーが供給されてもよい。

【００８５】

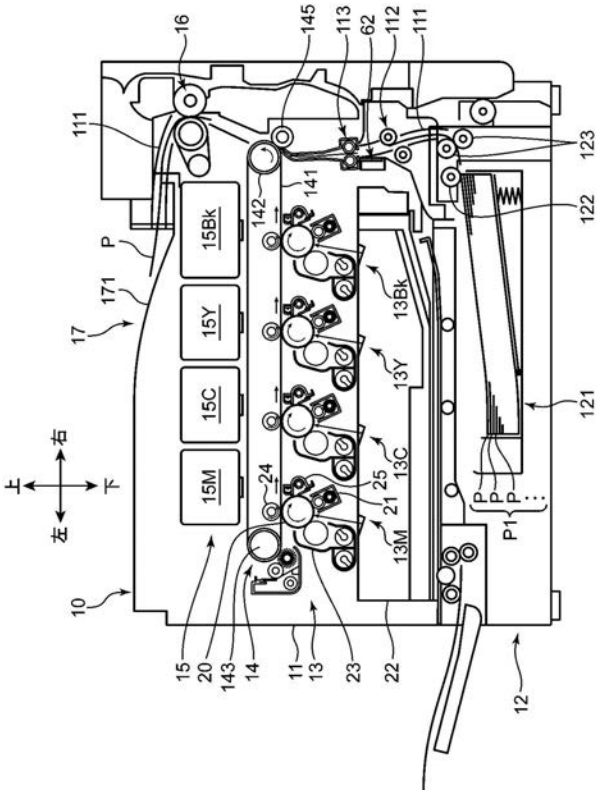
（３）また、上記の実施形態では、Ｓ２極が、汲み上げ極と規制極の機能を兼ね備える態様にて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。Ｓ２極は汲み上げ極の機能を備え、更に、Ｓ２極よりも下流側（層厚規制部材２３２側）に配置された他の磁極が規制極の機能を備える態様でもよい。

【符号の説明】

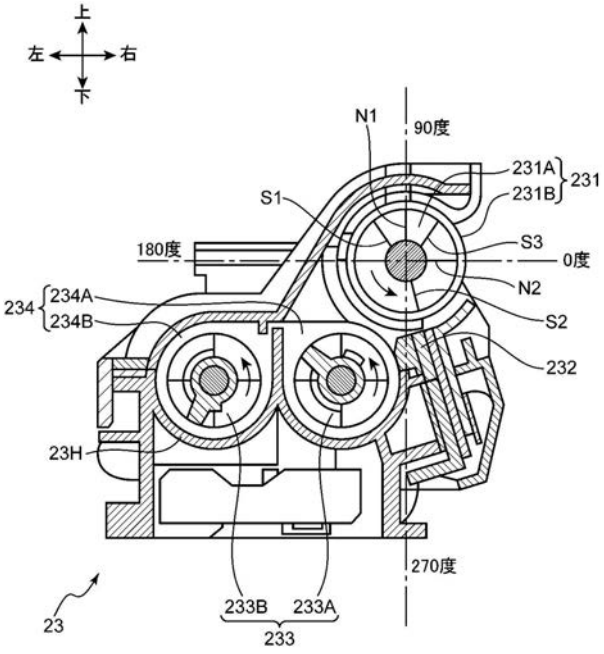
【００８６】

１０　画像形成装置
１１　装置本体
１３　画像形成部
１４　中間転写ユニット（転写部）
１４５　二次転写ローラー（転写部）
２０　感光体ドラム（像担持体）
２３　現像装置
２３１　現像ローラー
２３１Ａ　固定磁石
２３１Ｂ　スリーブ
２３２　層厚規制部材
２３３　攪拌スクリュー
２３３Ａ　第１スクリュー（現像剤攪拌部材）
２３３Ｂ　第２スクリュー
２３４　現像剤搬送部
２３４Ａ　第１搬送部
２３４Ｂ　第２搬送部
２３Ｈ　ハウジング

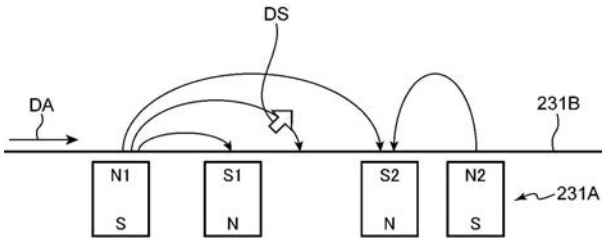
【図１】



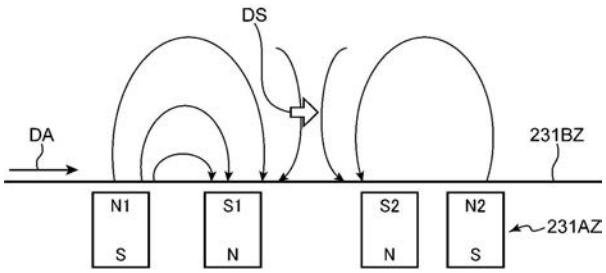
【図２】



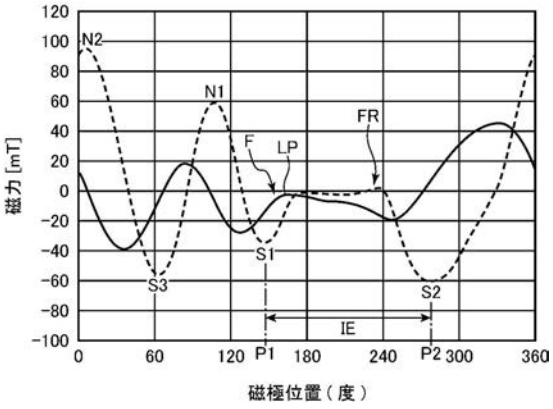
【図３Ａ】



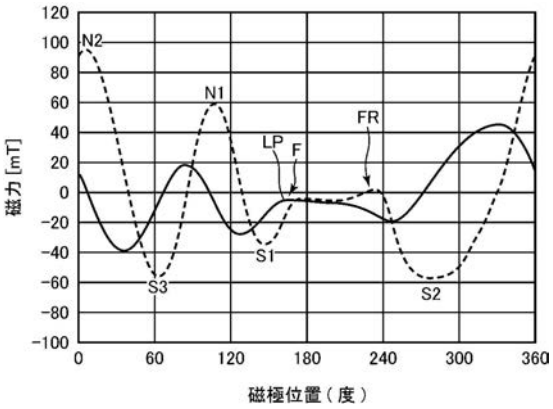
【図３Ｂ】



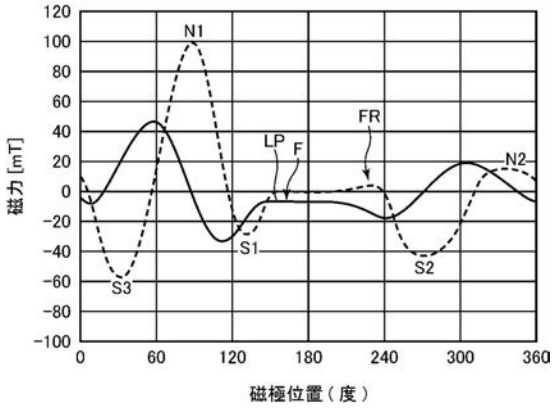
【図４】



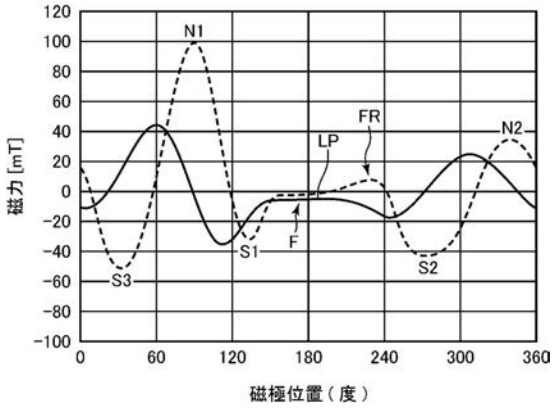
【図５】



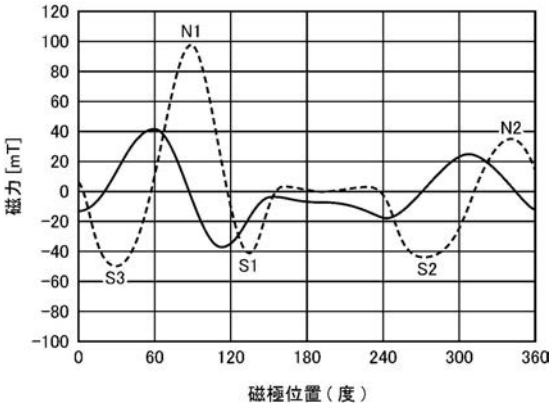
【図６】



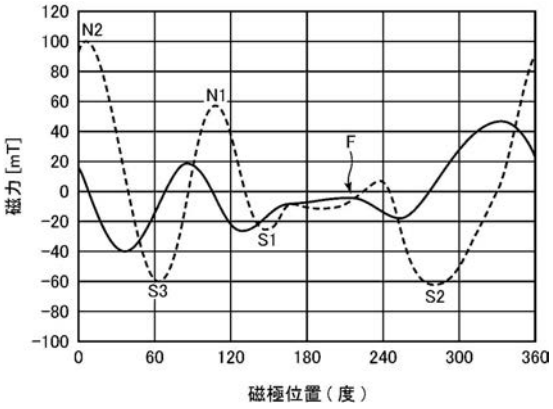
【図７】



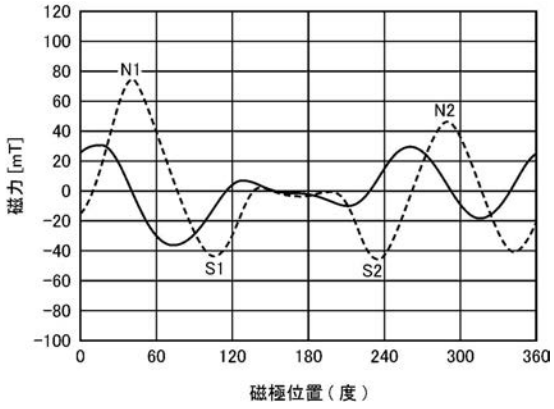
【図８】



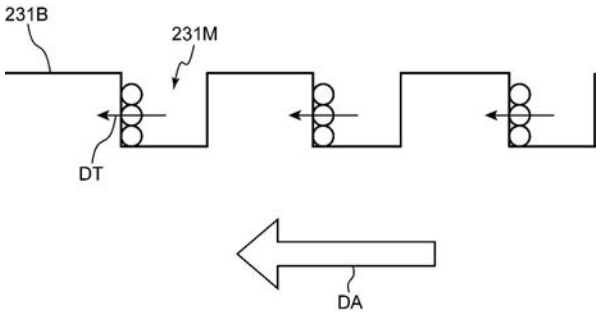
【図９】



【図１０】



【図１１】



フロントページの続き

(72)発明者　田内　康大
大阪府大阪市中央区玉造１丁目２番２８号　京セラドキュメントソリューションズ株式会社内

Ｆターム(参考) 2H031 AB02　AC19　AC20　AC30　BA09