

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6932549号
(P6932549)

(45) 発行日 令和3年9月8日(2021.9.8)

(24) 登録日 令和3年8月20日(2021.8.20)

(51) Int.Cl.

G03G 15/08 (2006.01)

F 1

G03G 15/08 364
G03G 15/08 366
G03G 15/08 321B

請求項の数 20 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2017-100861 (P2017-100861)
 (22) 出願日 平成29年5月22日 (2017.5.22)
 (65) 公開番号 特開2018-194783 (P2018-194783A)
 (43) 公開日 平成30年12月6日 (2018.12.6)
 審査請求日 令和2年5月14日 (2020.5.14)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 110003133
 特許業務法人近島国際特許事務所
 (72) 発明者 白柳 純
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 小池 俊次

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】搬送スクリュー及び現像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

現像剤を搬送する搬送スクリューであって、
 回転軸と、
 前記回転軸の外周面に螺旋状に形成され且つ前記現像剤を第一方向に搬送する1条の第
 一羽根と、
 前記回転軸の外周面に螺旋状に形成され且つ前記現像剤を前記第一方向に搬送する1条
 の第二羽根と、

前記回転軸の外周面に螺旋状に形成され且つ前記現像剤を前記第一方向に搬送する1条
 の第三羽根と、

を備え、

前記第一羽根の1リードにおいて、前記第一羽根は、前記搬送スクリューの回転軸線方
 向に亘って連続して形成されており、

前記第二羽根の1リードにおいて、前記第二羽根は、前記搬送スクリューの回転軸線方
 向に亘って連続して形成されており、

前記第三羽根の1リードにおいて、前記第三羽根は、前記搬送スクリューの回転軸線方
 向に亘って不連続に形成された第一羽根部分と第二羽根部分を有し、

前記第三羽根の1リードにおける前記第三羽根の体積は、前記第一羽根の1リードにお
 ける前記第一羽根の体積の75%以下であり、且つ、前記第二羽根の1リードにおける前
 記第二羽根の体積の75%以下である

10

20

ことを特徴とする搬送スクリュー。

【請求項 2】

前記第三羽根の 1 リードにおける前記第三羽根の体積は、前記第一羽根の 1 リードにおける前記第一羽根の体積の 50 % 以下であり、且つ、前記第二羽根の 1 リードにおける前記第二羽根の体積の 50 % 以下である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の搬送スクリュー。

【請求項 3】

前記第三羽根の 1 リードにおいて、前記第三羽根は、前記搬送スクリューの回転軸線方向に関して前記第一羽根部分と前記第二羽根部分との間にギャップを有し、

前記ギャップは、前記搬送スクリューの回転軸線方向に関して前記第一羽根が形成されている領域であって且つ前記第二羽根が形成されている領域内に配置されている

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の搬送スクリュー。

【請求項 4】

前記第一羽根の外径と前記第二羽根の外径は、等しい

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の搬送スクリュー。

【請求項 5】

前記第一羽根の外径と前記第二羽根の外径と前記第三羽根の外径は、等しい

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の搬送スクリュー。

【請求項 6】

前記第一羽根の外径は、12mm 以上 20mm 以下であり、

前記第二羽根の外径は、12mm 以上 20mm 以下であり、

前記第三羽根の外径は、12mm 以上 20mm 以下である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の搬送スクリュー。

【請求項 7】

前記第一羽根の外径は、14mm 以上 17mm 以下であり、

前記第二羽根の外径は、14mm 以上 17mm 以下であり、

前記第三羽根の外径は、14mm 以上 17mm 以下である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の搬送スクリュー。

【請求項 8】

前記第一羽根のリードと前記第二羽根のリードは、等しい

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の搬送スクリュー。

【請求項 9】

前記第一羽根のリードと前記第二羽根のリードと前記第三羽根のリードは、等しい

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の搬送スクリュー。

【請求項 10】

像担持体に形成された静電像を現像するためにトナーとキャリアを含む現像剤を担持する現像剤担持体と、

前記現像剤担持体に現像剤を供給する第一室と、前記第一室と隔壁によって区画された第二室と、前記第一室から前記第二室に現像剤が連通することを許容する第一連通部と、

前記第二室から前記第一室に現像剤が連通することを許容する第二連通部と、を含む現像容器と、

前記第一室に配置され、前記第二連通部から前記第一連通部に向かう第一方向に現像剤を搬送する第一搬送スクリューと、

前記第二室に配置され、前記第一連通部から前記第二連通部に向かう第二方向に現像剤を搬送する第二搬送スクリューと、

を備え、

前記第二搬送スクリューは、

回転軸と、

前記回転軸の外周面に螺旋状に形成され且つ前記現像剤を前記第二方向に搬送する 1 条の第一羽根と、

10

20

30

40

50

前記回転軸の外周面に螺旋状に形成され且つ前記現像剤を前記第二方向に搬送する1条の第二羽根と、

前記回転軸の外周面に螺旋状に形成され且つ前記現像剤を前記第二方向に搬送する1条の第三羽根と、

を有し、

前記第一羽根の1リードにおいて、前記第一羽根は、前記第二搬送スクリューの回転軸線方向に亘って連続して形成されており、

前記第二羽根の1リードにおいて、前記第二羽根は、前記第二搬送スクリューの回転軸線方向に亘って連続して形成されており、

前記第三羽根の1リードにおいて、前記第三羽根は、前記第二搬送スクリューの回転軸線方向に関して不連続に形成された第一羽根部分と第二羽根部分を有し、

前記第三羽根の1リードにおける前記第三羽根の体積は、前記第一羽根の1リードにおける前記第一羽根の体積の75%以下であり、且つ、前記第二羽根の1リードにおける前記第二羽根の体積の75%以下である

ことを特徴とする現像装置。

【請求項11】

前記第三羽根の1リードにおける前記第三羽根の体積は、前記第一羽根の1リードにおける前記第一羽根の体積の50%以下であり、且つ、前記第二羽根の1リードにおける前記第二羽根の体積の50%以下である

ことを特徴とする請求項10に記載の現像装置。

10

【請求項12】

前記第三羽根の1リードにおいて、前記第三羽根は、前記第二搬送スクリューの回転軸線方向に関して前記第一羽根部分と前記第二羽根部分との間にギャップを有し、

前記ギャップは、前記第二搬送スクリューの回転軸線方向に関して前記第一羽根が形成されている領域であって且つ前記第二羽根が形成されている領域内に配置されている

ことを特徴とする請求項10又は11に記載の現像装置。

【請求項13】

前記第一羽根の外径と前記第二羽根の外径は、等しい

ことを特徴とする請求項10乃至12のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項14】

30

前記第一羽根の外径と前記第二羽根の外径と前記第三羽根の外径は、等しい

ことを特徴とする請求項10乃至12のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項15】

前記第一羽根の外径は、12mm以上20mm以下であり、

前記第二羽根の外径は、12mm以上20mm以下であり、

前記第三羽根の外径は、12mm以上20mm以下である、

ことを特徴とする請求項10乃至14のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項16】

前記第一羽根の外径は、14mm以上17mm以下であり、

前記第二羽根の外径は、14mm以上17mm以下であり、

前記第三羽根の外径は、14mm以上17mm以下である、

ことを特徴とする請求項10乃至14のいずれか1項に記載の現像装置。

40

【請求項17】

前記第一羽根のリードと前記第二羽根のリードは、等しい

ことを特徴とする請求項10乃至16のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項18】

前記第一羽根のリードと前記第二羽根のリードと前記第三羽根のリードは、等しい

ことを特徴とする請求項10乃至16のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項19】

前記第二室に設けられ且つ前記現像容器内のトナー濃度を検知するトナー濃度検知部を

50

更に備え、

前記第二方向に関して、前記第三羽根の前記第一羽根部分は、前記トナー濃度検知部よりも上流に設けられており、

前記第二方向に関して、前記第三羽根の前記第二羽根部分は、前記トナー濃度検知部よりも上流に設けられている

ことを特徴とする請求項 10 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の現像装置。

【請求項 20】

前記第二室に設けられ且つ前記現像容器に現像剤を補給する現像剤補給部を更に備え

前記第二方向に関して、前記第三羽根の前記第一羽根部分は、前記現像剤補給部よりも下流に設けられており、

10

前記第二方向に関して、前記第三羽根の前記第二羽根部分は、前記現像剤補給部よりも下流に設けられている

ことを特徴とする請求項 10 乃至 19 のいずれか 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、複数の条数の羽根を備えた搬送スクリュー、及び、このような搬送スクリューを備えた現像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電子写真方式などを用いた画像形成装置では、感光ドラムに形成された静電潜像を現像装置によりトナー像として現像する。このような現像装置として、トナーとキャリアを含む 2 成分現像剤を用いたものが、従来から使用されている。2 成分現像剤を用いた現像装置の場合、現像容器内に収容された現像剤をスクリューにより攪拌しつつ搬送する。

20

【0003】

このように現像剤を攪拌しつつ搬送するスクリューとして、回転軸の周囲に螺旋状に形成された 2 条の羽根を設け、2 条の羽根のそれぞれに、回転軸の軸線方向で不連続となる不連続部を設けた構成が提案されている（特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献 1】特開 2010-256429 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載のように、2 条の羽根のそれぞれに不連続部を設けた場合、現像剤の搬送性を十分に確保できない可能性がある。即ち、特許文献 1 に記載の構成の場合、2 条の羽根のそれぞれに設けられた不連続部は、互いに位相が異なるだけで、同じ体積分、それぞれの羽根を切り欠くように形成されていると考えられる。このため、現像剤の攪拌性については向上させられる。但し、羽根に不連続部があると、現像剤の搬送に寄与する羽根の面積が減少するため、現像剤の搬送性が低下してしまう。特許文献 1 に記載の構成の場合、何れの羽根も現像剤の搬送性が同様に低下するため、スクリューとしての現像剤の搬送性を十分に確保できない可能性がある。

40

【0006】

本発明は、現像剤の搬送性の確保と攪拌性の確保とを両立できる構成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】

【0007】

本発明の搬送スクリューは、現像剤を搬送する搬送スクリューであって、回転軸と、前記回転軸の外周面に螺旋状に形成され且つ前記現像剤を第一方向に搬送する 1 条の第一羽

50

根と、前記回転軸の外周面に螺旋状に形成され且つ前記現像剤を前記第一方向に搬送する1条の第二羽根と、前記回転軸の外周面に螺旋状に形成され且つ前記現像剤を前記第一方向に搬送する1条の第三羽根と、を備え、前記第一羽根の1リードにおいて、前記第一羽根は、前記搬送スクリューの回転軸線方向に亘って連続して形成されており、前記第二羽根の1リードにおいて、前記第二羽根は、前記搬送スクリューの回転軸線方向に亘って連続して形成されており、前記第三羽根の1リードにおいて、前記第三羽根は、前記搬送スクリューの回転軸線方向に亘って連続して形成された第一羽根部分と第二羽根部分を有し、前記第三羽根の1リードにおける前記第三羽根の体積は、前記第一羽根の1リードにおける前記第一羽根の体積の75%以下であり、且つ、前記第二羽根の1リードにおける前記第二羽根の体積の75%以下であることを特徴とする。

10

【0008】

また、本発明の現像装置は、像担持体に形成された静電像を現像するためにトナーとキャリアを含む現像剤を担持する現像剤担持体と、前記現像剤担持体に現像剤を供給する第一室と、前記第一室と隔壁によって区画された第二室と、前記第一室から前記第二室に現像剤が連通することを許容する第一連通部と、前記第二室から前記第一室に現像剤が連通することを許容する第二連通部と、を含む現像容器と、前記第一室に配置され、前記第二連通部から前記第一連通部に向かう第一方向に現像剤を搬送する第一搬送スクリューと、前記第二室に配置され、前記第一連通部から前記第二連通部に向かう第二方向に現像剤を搬送する第二搬送スクリューと、を備え、前記第二搬送スクリューは、回転軸と、前記回転軸の外周面に螺旋状に形成され且つ前記現像剤を前記第二方向に搬送する1条の第二羽根と、前記回転軸の外周面に螺旋状に形成され且つ前記現像剤を前記第二方向に搬送する1条の第三羽根と、を有し、前記第一羽根の1リードにおいて、前記第一羽根は、前記第二搬送スクリューの回転軸線方向に亘って連続して形成されており、前記第二羽根の1リードにおいて、前記第二羽根は、前記第二搬送スクリューの回転軸線方向に亘って連続して形成されており、前記第三羽根の1リードにおいて、前記第三羽根は、前記第二搬送スクリューの回転軸線方向に亘って連続して形成された第一羽根部分と第二羽根部分を有し、前記第三羽根の1リードにおける前記第三羽根の体積は、前記第一羽根の1リードにおける前記第一羽根の体積の75%以下であり、且つ、前記第二羽根の1リードにおける前記第二羽根の体積の75%以下であることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、現像剤の搬送性の確保と攪拌性の確保とを両立できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】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断面図。

【図3】第1の実施形態に係る現像装置を、一部を簡略化して上方から見た図。

【図4】1条スクリューの現像剤の搬送性を説明する模式図。

【図5】第1の実施形態に係る第2スクリューの一部を示す図。

【図6】羽根の角度を説明するための模式図。

【図7】第1の実施形態に係る第2スクリューの現像剤の動きを説明する模式図。

【図8】第2の実施形態に係る第2スクリューの一部とトナー濃度センサを示す図。

【図9】第3の実施形態に係る第2スクリューの一部を示す図。

【図10】第4の実施形態に係る第2スクリューの一部を示す図。

【図11】第5の実施形態に係る第2スクリューの一部を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

<第1の実施形態>

第1の実施形態について、図1ないし図7を用いて説明する。まず、本実施形態の画像

40

50

形成装置の概略構成について、図1を用いて説明する。

【0013】

【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PY、PM、PC、PKを有する電子写真方式のフルカラープリンタである。本実施形態では、画像形成部PY、PM、PC、PKを後述する中間転写ベルト10の回転方向に沿って配置したタンデム型としている。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。10

【0014】

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PY、PM、PC、PKでは、それぞれ、感光ドラム1Y、1M、1C、1K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10上へ転写され、続いて中間転写ベルト10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11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。

【0015】

なお、画像形成装置100が備える4つの画像形成部PY、PM、PC、PK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、代表して画像形成部PYについて説明し、他の画像形成部の構成は、画像形成部PYにおける構成に付した符号の添え字「Y」をそれぞれM、C、Kに置き換えて示し、説明を省略する。20

【0016】

画像形成部PYには、像担持体として円筒型の感光体、即ち、感光ドラム1Yが配設されている。感光ドラム1Yは、例えば、直径が30mm、長手方向(回転軸線方向)の長さが360mmであり、250mm/secのプロセススピード(周速度)で図中矢印方向に回転駆動される。感光ドラム1Yの周囲には帯電ローラ2Y(帯電装置)、現像装置4Y、一次転写ローラ5Y、クリーニング装置6Yが配置されている。感光ドラム1Yの図中下方には露光装置(レーザースキャナ)3Yが配置されている。

【0017】

帯電ローラ2Yは、例えば、直径が14mm、長手方向の長さが320mmで、画像形成時に感光ドラム1Yに従動回転する。帯電ローラ2Yは、感光ドラム1Yに向かって加圧バネ(不図示)によって付勢されている。また、帯電ローラ2は、高圧電源から帯電バイアス(例えば、DC電圧:-900V、ACピーク間電圧:1500V)が印加される。これによって、感光ドラム1Yは、帯電ローラ2Yによりほぼ均一に帯電される。30

【0018】

また、感光ドラム1Y、1M、1C、1Kと対向して中間転写ベルト10が配置されている。中間転写ベルト10は、複数の張架ローラにより張架され、駆動ローラを兼ねる二次転写内ローラ12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12と中間転写ベルト10を挟んで対向する位置には、二次転写部材としての二次転写外ローラ13が配置され、中間転写ベルト10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が配置される。40

【0019】

上述のように構成される画像形成装置100により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1Yの表面が帯電ローラ2Yによって一様に帯電される。次いで、感光ドラム1Yは、露光装置3Y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1Y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1Y上の静電潜像は、現像装置4Y内に収容されたトナーによって顕像化され、可視像となる。

【0020】

50

感光ドラム 1 Y 上に形成されたトナー像は、中間転写ベルト 1 0 を挟んで配置される一次転写ローラ 5 Y との間で構成される一次転写部 T 1 Y にて、中間転写ベルト 1 0 に一次転写される。一次転写後に感光ドラム 1 Y 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 Y によって除去される。

【 0 0 2 1 】

このような動作をマゼンタ、シアン、ブラックの各画像形成部でも順次行い、中間転写ベルト 1 0 上で 4 色のトナー像を重ね合わせる。その後、トナー像の形成タイミングに合わせて記録材収納カセット（図示せず）に収容された記録材 P が二次転写部 T 2 に搬送され、中間転写ベルト 1 0 上の 4 色のトナー像が、記録材 P 上に一括で二次転写される。二次転写部 T 2 で転写しきれずに中間転写ベルト 1 0 に残留したトナーは、不図示の中間転写ベルトクリーナにより除去される。 10

【 0 0 2 2 】

次いで、記録材 P は定着装置 1 1 に搬送される。そして、この定着装置 1 1 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。

【 0 0 2 3 】

〔 現像装置 〕

次に、現像装置 4 Y について、図 2 及び図 3 を用いて説明する。なお、現像装置 4 M、4 C、4 K についても同様である。現像装置 4 Y は、非磁性トナーと磁性キャリアとを含む 2 成分現像剤を収容する現像容器 4 1 を有する。現像容器 4 1 は、感光ドラム 1 Y に対向した現像領域の部分が開口しており、この開口部に一部露出するようにして、内部にマグネットロール 4 4 a が非回転に配置された現像剤担持体としての現像スリーブ 4 4 が回転可能に設置されている。 20

【 0 0 2 4 】

本実施形態では、現像スリーブ 4 4 は非磁性材料で構成され、例えば、直径が 20 mm、長手方向の長さが 334 mm であり、250 mm / sec のプロセススピード（周速度）で、現像動作時に図 2 の矢印方向に回転する。磁界発生手段としてのマグネットロール 4 4 a は、周方向に沿って複数の磁極を有し、発生する磁界により現像スリーブ 4 4 の表面に現像剤を担持させる。 30

【 0 0 2 5 】

現像スリーブ 4 4 の表面に担持された現像剤は、現像ブレード 4 2 により層厚が規制され、現像スリーブ 4 4 の表面に現像剤の薄層が形成される。現像スリーブ 4 4 は、薄層に形成された現像剤を担持しつつ現像領域に搬送する。現像領域で、現像スリーブ 4 4 上の現像剤は穂立ちして磁気穂を形成する。本実施形態では、磁気穂を感光ドラム 1 Y に接触させて、現像剤のトナーを感光ドラム 1 Y に供給することで、感光ドラム 1 Y 上の静電潜像をトナー像として現像する。この際、現像効率、即ち、潜像へのトナーの付与率を向上させるために、現像スリーブ 4 4 には電源から、直流電圧と交流電圧を重畠した現像バイアス電圧が印加される。潜像を現像した後の現像剤は、現像スリーブ 4 4 の回転にしたがって現像容器 3 内の次述する現像室 4 7 に回収される。 40

【 0 0 2 6 】

現像容器 4 1 の内部は、垂直方向に延在する隔壁 4 3 によって、第 1 室としての現像室 4 7 と第 2 室としての攪拌室 4 8 とに区画されている。隔壁 4 3 の長手方向（現像スリーブ 4 4 の回転軸線方向）の両端側には、それぞれ現像室 4 7 と攪拌室 4 8 とを連通する連通口 4 3 a、4 3 b が形成されている。これにより、現像室 4 7 と攪拌室 4 8 とで現像剤の循環経路を形成している。

【 0 0 2 7 】

また、現像容器 4 1 内には、それぞれ現像剤を攪拌しつつ且つ搬送する第 1 搬送部としての第 1 スクリュー 4 5、第 2 搬送部としての第 2 スクリュー 4 6 が配置されている。第 50

1スクリュー45は、現像室47に配置され、現像室47内の現像剤を図3の矢印511方向(第1方向)に攪拌しつつ搬送し、且つ、現像スリープ44に現像剤を供給する。第2スクリュー46は、攪拌室48に配置され、攪拌室48内の現像剤を図3の矢印510方向(第1方向と反対方向である第2方向)に攪拌しつつ搬送する。

【0028】

現像装置4Yの上方には、図2に示すように、トナーのみ、もしくはトナーと磁性キャリアからなる補給現像剤201を収容した現像剤補給装置としてのホッパー200が配置されている。ホッパー200には、供給スクリュー202が設置されており、画像形成に用いられた分のトナーをホッパー200から補給口(現像剤補給部)203(図3)を通じて現像容器41内に供給可能としている。現像剤の補給量は、制御手段としての制御部110が供給スクリュー202の回転回数を制御することによって調整される。

10

【0029】

制御部110は、供給スクリュー202の制御の他、画像形成装置100全体の制御を行う。このような制御部110は、CPU(Central Processing Unit)、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)を有している。CPUは、ROMに格納された制御手順に対応するプログラムを読み出しながら各部の制御を行う。また、RAMには、作業用データや入力データが格納されており、CPUは、前述のプログラム等に基づいてRAMに収納されたデータを参照して制御を行う。

【0030】

20

現像装置4Yは、現像容器41内のトナー濃度(キャリア粒子及びトナー粒子の合計重量に対するトナー粒子重量の割合、T/D比)を検出可能な濃度検出手段としてのトナー濃度センサ(トナー濃度検知部)49を有する。トナー濃度センサ49は、攪拌室48に設けられ、攪拌室48でトナー濃度を検出する。本実施形態では、トナー濃度センサ49として、インダクタンスセンサを用いており、攪拌室48内にインダクタンスセンサのセンサ面(検出面)を露出させている。インダクタンスセンサは、センサ面から所定の検出範囲の透磁率を検出する。現像剤のトナー濃度が変化すると、磁性キャリアと非磁性トナーの混合比率による透磁率も変化するため、その透磁率の変化をインダクタンスセンサにより検出することで、トナー濃度を検出できる。

【0031】

30

制御部110は、トナー濃度センサ49によって現像容器41内のトナー濃度を検出した結果に基づいて、ホッパー200からの現像剤の補給量を決定する。なお、感光ドラム1Y又は中間転写ベルト10上に制御用のトナー像(パッチ画像)を形成し、パッチ画像の濃度を不図示のセンサにより検出し、その検出結果を上述の補給量に反映させる場合もある。このセンサは、例えば、発光部と受光部とを有し、発光部からパッチ画像に向けて照射された光の反射光を受光部により受光することで、パッチ画像の濃度を検出するものである。更に、制御部110は、ビデオカウント値も上述の補給量に反映させる場合もある。ビデオカウント値は、入力された画像データの1画素毎のレベル(例えば、0~255レベル)を画像1面分積算した値である。

【0032】

40

[現像剤の循環]

次に、現像容器41内の現像剤の循環について説明する。第1スクリュー45及び第2スクリュー46は、現像スリープ44の回転軸線方向に沿って略平行に配置されている。そして、第1スクリュー45と、第2スクリュー46とは、現像スリープ44の回転軸線方向に沿って互いに逆方向に現像剤を搬送する。こうして、現像剤は、第1スクリュー45、第2スクリュー46によって、連通口43a、43bを介して現像容器41内を循環させられる。

【0033】

即ち、第1スクリュー45、第2スクリュー46の搬送力により、現像工程でトナーが消費されてトナー濃度の低下した現像スリープ44上の現像剤は、現像室47に回収され

50

、連通口 43b を介して攪拌室 48 に搬送され、攪拌室 48 内を移動する。また、現像スリープ 44 にコートされなかった現像室 47 内の現像剤も、現像室 47 内を移動し、連通口 43b を介して攪拌室 48 内へ移動する。

【 0034 】

ここで、攪拌室 48 の連通口 43b よりも第 2 スクリュー 46 の現像剤搬送方向上流側には、ホッパー 200 から現像剤が補給される補給口 203 が設けられている。このため、攪拌室 48 では、現像室 47 から連通口 43b を介して搬送された現像剤と、ホッパー 200 から補給口 203 を介して補給された補給現像剤 201 とが、第 2 スクリュー 46 によって攪拌しつつ搬送される。そして、第 2 スクリュー 46 により搬送された現像剤が、連通口 43a を介して現像室 47 へ移動する。

10

【 0035 】

〔 現像剤 〕

ここで、本実施形態で用いる 2 成分現像剤について説明する。現像剤はマイナス帯電極性の非磁性トナーと、プラス帯電極性の磁性キャリアを混合したものを用いる。非磁性トナーは、ポリエステル、スチレンアクリル等の樹脂に着色料、ワックス成分などを内包し、粉碎あるいは重合によって粉体としたものに、酸化チタン、シリカ等の微粉末を表面に添加したものである。磁性キャリアは、フェライト粒子や磁性粉を混練した樹脂粒子からなるコアの表層に樹脂コートを施したものである。初期状態の現像剤中のトナーの濃度は、例えば、8% ~ 10% である。

【 0036 】

20

〔 現像剤の攪拌性と搬送性について 〕

次に、攪拌室内で現像剤を搬送する第 2 スクリューによる現像剤の攪拌性と搬送性について説明する。攪拌室には、上述のように補給現像剤が補給されるため、第 2 スクリューには、現像剤の攪拌性と搬送性を両立することが求められる。まず、攪拌性について説明する。

【 0037 】

感光ドラム上に形成された静電潜像をより忠実にトナーにより現像するためには、現像容器内のトナーの帯電量を安定させることが望まれる。トナーの帯電量は、現像剤のトナー濃度 (T / D 比) に依存する傾向がある。即ち、現像剤のトナー濃度が高過ぎるとトナーの帯電量が低くなり、現像剤のトナー濃度が低すぎると、トナーが過剰に帯電してしまう。トナーの帯電量が大きいほど感光ドラム上の潜像に対して現像されるトナー量は少なくなるので、トナーの帯電量にムラがあると、感光ドラム上のトナー像に濃度ムラが生じてしまう。

30

【 0038 】

また、トナーはキャリアとの摺擦により帯電するため、現像容器内で局所的に現像剤のトナー濃度が高いと、キャリアに対するトナーの被覆率が高くなり過ぎて、トナーの帯電量が不足してしまう。この結果、感光ドラム上の非画像部へのトナー飛翔 (かぶり) や、現像容器外へのトナー飛散などが起こりうる。

【 0039 】

また、トナーの帯電量の上昇などにより、現像剤の嵩が高くなってくると、補給現像剤がスクリューの回転半径内に取り込まれづらくなる。このため補給現像剤が、現像容器内に既に存在している現像剤の上を滑りながら搬送されてしまい、補給現像剤が良好に攪拌されないまま現像室に達し、現像スリープに汲みあげられてしまうことが起こりうる。

40

【 0040 】

ここで、補給現像剤が補給された直後の現像剤のトナー濃度は高いのに対し、現像スリープでトナーが消費され、現像容器内に回収された現像剤のトナー濃度は低い。したがって、このようにトナー濃度が異なる現像剤を速やかに攪拌混合し、現像容器内の現像剤のトナー濃度を安定させることが望まれる。

【 0041 】

次に、現像剤の搬送性について説明する。出力画像濃度に比例したトナー消費量と同量

50

のトナーを現像スリープに供給するためには、スクリューにより現像剤の搬送速度を所定以上に保つことが望まれる。現像剤の搬送速度が遅いと、画像濃度の濃い画像が連続した場合に、補給された現像剤が現像スリープまで到達する時間が遅くなる。すると、現像スリープに汲みあげられる現像剤のトナー濃度が低下してしまい、画像濃度が徐々に濃くなってしまう。このため、スクリューによる現像剤の搬送速度を所定以上確保し、補給された現像剤を速やかに現像スリープに到達させることが望まれる。このように、補給直後の現像剤を搬送する第2スクリューにおいては、現像剤の攪拌性の確保と搬送性の確保とを両立させることが望まれる。

【0042】

[1条スクリュー]

10

次に、現像容器内で現像剤を搬送するスクリューとして、図4に示す1条の搬送スクリュー400を用いた場合の現像剤の搬送性について説明する。搬送スクリュー400は、回転軸401の周囲に螺旋状に形成された1条の羽根402を設けたものである。現像剤は、搬送スクリュー400が回転軸401を中心に回転するのに伴って搬送される。図4において、搬送スクリュー400上の破線は、現像剤の表面を表している。

【0043】

搬送スクリュー400の羽根402と羽根402の間に現像剤は、羽根402の回転によって押し出されるようにして搬送される。押し出されて搬送される現像剤は、搬送スクリュー400の1回転あたりに、スクリューピッチ(リード)と同じ距離だけ現像剤が搬送される。一方、現像剤の一部は、搬送方向上流の羽根402の方へ滑り落ちたり、現像容器の内壁との空隙にとどまつたりして速度が遅くなる。

20

【0044】

搬送スクリュー400による現像剤の搬送速度を高めるためには、搬送スクリュー400の現像剤の搬送効率を高めることが求められる。つまり、羽根402の上を滑り落ちたり空隙にとどまつたりする現像剤をなるべく減らし、搬送スクリュー400の回転によってスクリューピッチ(リード)と同じ距離を進む現像剤を増やすことが望まれる。

【0045】

しかしながら、搬送スクリュー400による搬送効率を高めると、羽根402と羽根402の間の現像剤は大部分が良好に攪拌されないまま搬送されてしまう。例えば、搬送スクリューを、複数の条数の羽根を有する多条スクリューとした場合、現像剤の搬送性を確保し易いが、攪拌性が低下し、上述のように現像容器内でトナーの帯電量にムラが生じてしまう。

30

【0046】

特に、現像装置を小型化して、現像容器内に収容する現像剤の量を少なくした場合、現像剤の搬送性の確保と攪拌性の確保とを両立させることは難しい。例えば、現像装置を小型化した場合、搬送スクリューの外径を小さくすることが考えられるが、この場合、羽根により現像剤を押す面積が小さくなるため、搬送スクリューの搬送性が低下し易い。このため、搬送スクリューを多条スクリューにして搬送性を高めることが考えられるが、この場合、現像剤の攪拌性が低下してしまう。

【0047】

40

[本実施形態の第2スクリュー]

そこで、本実施形態では、第1スクリュー45及び第2スクリュー46を、複数の条数の羽根を有する多条スクリューとしている。また、攪拌室48で現像剤を搬送する第2スクリュー46は、複数の条数のうちの少なくとも1条の羽根に、羽根が不連続となる空隙部を形成している。以下、第2スクリュー46について、図5ないし図7を用いて詳しく説明する。

【0048】

図5に示すように、第2スクリュー46は、回転軸460と、回転軸460の周囲に螺旋状に形成された複数の条数の羽根46a、46b、46cとを備える。第2スクリュー46の現像剤搬送方向(第2方向)の下流側には、第2スクリュー46の下流端部と連続

50

するように、第2スクリュー46と反対方向に現像剤を搬送する返しへスクリュー50が設けられている(図3参照)。なお、第2スクリュー46の現像剤搬送方向上流側には、補給口203から補給された現像剤を攪拌室48内に搬送するスクリューが設けられている。本実施形態では、第2スクリュー46は、3条の羽根46a、46b、46cを有する3条スクリューとしている。また、複数の条数の羽根46a、46b、46cのうちの少なくとも1条(本実施形態では2条)の第一羽根、第二羽根としての羽根46a、46bは、回転軸460の軸線方向に亘って連続した形状である。

【0049】

一方、第一羽根及び第二羽根と異なる少なくとも1条(本実施形態では1条)の第三羽根としての羽根46cは、回転軸460の軸線方向の少なくとも一部に羽根46cが不連続となる空隙部(ギャップ)46gを有する形状である。即ち、羽根46cの一部を欠損させて、この部分を空隙部46gとしている。3条の羽根46a、46b、46cは、第2スクリュー46の現像剤搬送方向に関して、羽根46a、羽根46b、羽根46cの順番で、同じ外径及び同じピッチで形成されている。

【0050】

なお、第1スクリュー45は、第2スクリュー46と同様の3条スクリューとしているが、何れの羽根にも空隙部を設けていない。第1スクリュー45の現像剤搬送方向(第1方向)の下流側には、第1スクリュー45の下流端部と連続するように、第1スクリュー45と反対方向に現像剤を搬送する返しへスクリュー51が設けられている(図3参照)。但し、第1スクリュー45も、第2スクリュー46と同様に少なくとも1条の羽根に空隙部を有する形状としても良い。また、第1スクリュー45は、第2スクリュー46と同じ3条の羽根46a、46b、46cを有するスクリューとすることが好ましい。即ち、第1スクリュー45は、第2スクリュー46と同様の外径及びピッチ(リード)を有する同じ条数のスクリューとすることが好ましく、この場合に、第2スクリュー46と同様に空隙部を設けても良いし、空隙部を設けなくても良い。

【0051】

また、第2スクリュー46は、第2スクリュー46の軸線方向における羽根46cの1条の体積が、第2スクリュー46の軸線方向における羽根46a(又は羽根46b)の1条の体積の75%以下となるように構成されている。言い換えれば、羽根46cが仮に軸線方向に亘って連続した形状であった場合に、この形状の羽根の体積に対して、羽根46cの体積を75%以下としている。更に言えば、空隙部46gの体積を、羽根46cが連続した形状と仮定し、空隙部46gに形成される仮想の羽根の部分の体積とした場合、空隙部46gの体積が、空隙部46gと羽根46cの合計の体積の25%以上となる。即ち、第2スクリュー46の軸線方向の全域に占める空隙部46gの体積を、同じく軸線方向の全域に占める羽根46c及び空隙部46gの体積で割った体積比が25%以上となるようにしている。なお、ここで言う羽根や空隙部の体積とは、現像剤を第2方向に搬送する第2スクリュー46の軸線方向の全体における体積である。したがって、第2スクリュー46の羽根の体積には、第2スクリュー46の下流側に設けられた返しへスクリュー50の羽根や、第2スクリュー46の上流側に設けられ、補給された現像剤を攪拌室48内に搬送するスクリューの羽根の体積を含まない。

【0052】

特に、本実施形態では、羽根46cの体積を、羽根46a(又は羽根46b)の体積の50%以下としている。言い換えれば、空隙部46gの体積を、羽根46c及び空隙部46gの体積で割った体積比が50%以上となるようにしている。

【0053】

このような第2スクリュー46の羽根46cは、空隙部46gが軸線方向の全域に亘って周期的に形成されている。本実施形態では、羽根46cと空隙部46gは、第2スクリュー46の回転方向の位相に関して、90°毎に交互に存在するようにしている。したがって、羽根46cの部分を1周分、軸方向から見た場合に、羽根46cと空隙部46gとが交互に同じ位相分存在する。また、羽根46cの部分を1周分、軸方向に投影した羽根

10

20

30

40

50

4 6 c と空隙部 4 6 g の面積の比が 1 : 1 となる。

【 0 0 5 4 】

これにより、羽根 4 6 c の体積を、羽根 4 6 a (又は羽根 4 6 b) の体積の 50 % としている。即ち、羽根 4 6 c と空隙部 4 6 g とが体積比 1 : 1 で (即ち、 50 % ずつ) 存在するようにしている。また、羽根 4 6 c における 1 ピッチ (1 リード) あたりの空隙部 4 6 g の体積比 (空隙部の体積 / (羽根の体積 + 空隙部の体積)) も 50 % となっている。

【 0 0 5 5 】

ここで、図 6 に示すように、羽根 4 6 c の外径を直径とする円の外周の長さ (スクリュー外周長) を縦軸にとり、羽根 4 6 c の 1 ピッチ (1 リード) を横軸にとった場合の、対角線と横軸がなす角度を羽根 4 6 c の角度 とする。この場合に、羽根 4 6 c の角度 は 10 、 80 ° 以下とする。特に、羽根 4 6 c の角度 は 39 ° 以上 80 ° 以下とすることが好ましく、 50 ° 以上 60 ° 以下とすることがより好ましい。なお、羽根 4 6 a 、 4 6 b の角度 も、羽根 4 6 c の角度 と同じとすることが好ましい。

【 0 0 5 6 】

また、第 2 スクリュー 4 6 の外径は、 12 mm 以上 20 mm 以下とすることが好ましく、より好ましくは 14 mm 以上 17 mm 以下とする。なお、羽根 4 6 a 、 4 6 b 、 4 6 c は、全て同じ外径なので、第 2 スクリュー 4 6 の外径は、例えば、羽根 4 6 c の外径である。例えば、第 2 スクリュー 4 6 の羽根 4 6 a 、 4 6 b 、 4 6 c の外径を 14 mm とし、ピッチ (リード) は 30 mm とする。これによって、羽根 4 6 c の角度 は、 55.7 ° となる。 20

【 0 0 5 7 】

このような本実施形態の場合、第 2 スクリュー 4 6 を 3 条スクリューとすると共に、 3 条のうちの 2 条の羽根 4 6 a 、 4 6 b を軸線方向に亘って連続した形状とし、 1 条の羽根 4 6 c を軸線方向の一部に空隙部 4 6 g を有する形状としている。このため、 2 条の羽根 4 6 a 、 4 6 b により現像剤の搬送性を確保でき、残りの 1 条の羽根 4 6 c により現像剤の攪拌性を確保できる。即ち、 3 条の羽根 4 6 a 、 4 6 b 、 4 6 c のうち、 2 条の羽根 4 6 a 、 4 6 b (第 5 羽根) が羽根 4 6 c (第 6 羽根) よりも現像剤の搬送力が高く、羽根 4 6 c が羽根 4 6 a 、 4 6 b よりも現像剤の攪拌力が高い。

【 0 0 5 8 】

この点について、図 7 を用いて説明する。図 7 に示す - ' 方向は、第 2 スクリュー 4 6 による現像剤の搬送方向 (図 3 の矢印 510 方向) を示す。一方、 - ' 方向 (若しくは ' - 方向) は、第 2 スクリュー 4 6 により現像剤が攪拌される方向を示す。図示の例では、 - ' 方向 (若しくは ' - 方向) を - ' 方向と直交する方向としている。 30

【 0 0 5 9 】

まず、連続的に螺旋状に形成された羽根 4 6 a 、 4 6 b により、現像剤は矢印 A 、続いて矢印 B といったように - ' 方向へと順次搬送される。現像剤が空隙部 4 6 g を有する螺旋状の羽根 4 6 c に達すると、空隙部 4 6 g の存在によって現像剤の流れは矢印 C - 方向 (搬送方向) と、矢印 C - 方向 (攪拌方向) に分流する。ここで、図 7 では、矢印 A 及び矢印 B が 2 本ずつあるのに対して矢印 C - と矢印 C - が 1 本ずつであるのは、現像剤の流れが分かれたことを模試的に示したものである。したがって、この矢印の数が、必ずしも現像剤が空隙部 4 6 g で 1 対 1 の割合で分かれることを意味するものではない。 40

【 0 0 6 0 】

一方、第 2 スクリューとして、何れの羽根にも空隙部がない 3 条の羽根を有する 3 条スクリューを使用した場合、全ての羽根で矢印 A 、 B のように現像剤が流れ、矢印 C - のような現像剤の流れ、即ち、攪拌方向の流れが生じにくい。

【 0 0 6 1 】

したがって、本実施形態のように、第 2 スクリュー 4 6 として、少なくとも 1 条の羽根 4 6 c に空隙部 4 6 g を有するものを使用することで、空隙部 4 6 g で図 7 に示したよう 50

な搬送方向と攪拌方向への現像剤の分流を生じさせ易くできる。この結果、羽根46cの回転半径内部における現像剤を、回転半径外部の現像剤と良好に攪拌することが可能となり、補給現像剤の攪拌性を向上させることができる。

【0062】

また、3条の羽根46a、46b、46cのうち、羽根46cによって現像剤の流れを分流させるため、現像剤の搬送速度は局所的に低下する。但し、残りの2条の羽根46a、46bによって現像剤の搬送力を確保できる。このため、スクリュー全体としての搬送速度は、空隙部がない同じ条数のスクリューと比べて殆ど低下しない。

【0063】

特に、本実施形態の場合、第2スクリュー46は、羽根46cの1条の体積が、羽根46a（又は羽根46b）の1条の体積の75%以下である。このため、第2スクリュー46による現像剤の搬送性を十分に確保しつつ、攪拌性を向上させ易い。即ち、羽根46cの体積が羽根46a（又は羽根46b）の体積の75%よりも大きい場合、空隙部46gが占める体積が少なすぎて、上述のような現像剤の分流による攪拌効果が十分に得られず、攪拌性が低下してしまう。

【0064】

更に、本実施形態では、第2スクリュー46を3条スクリューとし、且つ、2条の羽根46a、46bを軸線方向に連続した形状、残りの1条の羽根46cを空隙部46gを有する形状としている。このような構成の場合、羽根46cの体積を、羽根46a（又は羽根46b）の体積の50%以下とすることが好ましい。これは、2条の羽根46a、46bにより現像剤の搬送性を高めているため、残りの1条の羽根46cの空隙部46gの体積が小さいと、攪拌性を十分に確保しにくいためである。本発明者の検討によれば、本実施形態のような第2スクリュー46の場合、羽根46cの体積を羽根46a（又は羽根46b）の体積の50%以下とすることで、現像剤の搬送性を確保しつつ、現像剤の攪拌性をより十分に確保できることがわかった。

【0065】

特に、スクリューの外径が17mm以下のような小径のスクリューの場合、上述のような3条スクリューで、羽根46cの体積を羽根46a（又は羽根46b）の体積の50%以下、羽根46cの角度を50°以上60°以下とすることが好ましい。本発明者の検討によれば、このような条件を有する第2スクリュー46の場合、現像剤の搬送性を確保しつつ、現像剤の攪拌性をより十分に確保できることがわかった。

【0066】

このように本実施形態の第2スクリュー46は、羽根46a、46bを連続形状として攪拌室48における搬送性能を確保し、羽根46cに空隙部46gを設けたことで搬送性能を補助しつつ、攪拌性能を向上させることができが可能となっている。したがって、画像形成装置の高速化に対応し、且つ、少量の現像剤に補給現像剤を素早く攪拌させることができる。

【0067】

なお、本実施形態では、羽根46cの体積を羽根46aの体積の50%とするため、90°位相毎に羽根46cと空隙部46gとを交互に周期的に配置した。但し、羽根と空隙部の位相はこれ以外の位相でも良く、また、羽根と空隙部とが周期的に配置されていなくても良い。例えば、任意の位相毎に羽根と空隙部を組み合わせたり、現像剤の搬送方向（長手方向）の一部において、部分的に空隙部を有さない形状であっても良い。

【0068】

また、第2スクリューの空隙部を有する羽根を、軸線方向の一部の領域で空隙部を有し、他の部分には空隙部を有さない形状とした場合、空隙部は、少なくともトナー濃度センサ49の第2スクリューの搬送方向上流に存在するようにする。また、より好ましくは、空隙部が、少なくともトナー濃度センサ49の直上流（例えば、センサ面の上流端から空隙部を有する羽根の2ピッチ（2リード）以内）に存在するようにする。

【0069】

10

20

30

40

50

これは、トナー濃度センサ49に現像剤が到達する前に、現像剤を十分に攪拌させるためである。即ち、攪拌が十分でない現像剤のトナー濃度をトナー濃度センサ49により検出した場合、現像容器内のトナー濃度の検出精度が低くなり、トナー濃度センサ49に基づく現像剤の補給などの制御を適切に行いにくくなる。したがって、トナー濃度センサ49に到達する前に現像剤を十分に攪拌できるように、空隙部をトナー濃度センサ49の上流側に存在させることが好ましい。

【0070】

上述の説明では、羽根46cは、他の羽根46a、46bと同一の30mmピッチ(30mmリード)としたが、羽根46cは、羽根46bと羽根46aに挟まれる領域内であれば、羽根46a、46bと異なるピッチ(リード)であっても良い。

10

【0071】

また、上述のような羽根46a、46b、46cを有する構成のスクリューは、攪拌室48に配置される第2スクリュー46以外に、現像室47に配置される第1スクリュー45に適用しても良い。更には、他の部分で現像剤を攪拌しつつ搬送するスクリューに適用することも可能である。

【0072】

<第2の実施形態>

第2の実施形態について、図2及び図3を参照しつつ、図8を用いて説明する。本実施形態の第2スクリュー46Aは、第1の実施形態と同様に、攪拌室48で現像剤を攪拌しつつ搬送するスクリューであり、回転軸460の周囲に螺旋状に形成された3条の羽根46Aa、46Ab、46Acを有する。但し、本実施形態の場合、第1の実施形態と異なり、羽根46Aa、46Abの一部にも空隙部461g、462gを有している。なお、羽根46Acは、第1の実施形態の羽根46cの空隙部46gと同様の空隙部46Agを有する。その他の構成及び作用は、上述の第1の実施形態と同様である。以下、第1の実施形態の構成と同様の構成については、説明及び図示を省略又は簡略にし、以下、第1の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

20

【0073】

第2スクリュー46Aは、複数の条数の羽根46Aa、46Ab、46Acを有する。本実施形態でも、第2スクリュー46Aは、3条の羽根46Aa、46Ab、46Acを有する3条スクリューとしている。そして、このうちの少なくとも1条(本実施形態では2条)の第3羽根としての羽根46Aa、46Abが、回転軸460の軸線方向の少なくとも一部に羽根46Aa、46Abが不連続となる第1空隙部としての空隙部461g、462gを有する形状である。また、羽根46Aa、46Abと異なる少なくとも1条(本実施形態では1条)の第4羽根としての羽根46Acが、回転軸460の軸線方向の少なくとも一部に羽根46Acが不連続となる第2空隙部としての空隙部46Agを有する形状である。

30

【0074】

即ち、羽根46Aa、46Ab、46Acの一部をそれぞれ欠損させて、この部分を空隙部461g、462g、46Agとしている。3条の羽根46Aa、46Ab、46Acは、第2スクリュー46Aの現像剤搬送方向に関して、羽根46Aa、羽根46Ab、羽根46Acの順番で、同じ外径及び同じピッチ(リード)で形成されている。

40

【0075】

また、第2スクリュー46Aは、羽根46Aa、46Abの1条の体積が、羽根46Acの1条の体積よりも大きくなるように構成されている。即ち、羽根46Aa、羽根46Abのそれぞれの体積は、羽根46Acの体積よりも大きい。

【0076】

本実施形態の場合、羽根46Acは、上述の第1の実施形態の羽根46cと同様としている。即ち、空隙部46Agの体積を、羽根46Acが連続した形状と仮定し、空隙部46Agに形成される仮想の羽根の部分の体積とした場合、空隙部46Agの体積が、空隙部46Agと羽根46Acの合計の体積の25%以上となる。また、羽根46Acは、空

50

隙部 4 6 A g が軸線方向の全域に亘って周期的に形成されている。本実施形態では、羽根 4 6 A c と空隙部 4 6 A g は、第 2 スクリュー 4 6 の回転方向の位相に関して、90° 每に交互に存在するようにしている。したがって、羽根 4 6 A c の部分を 1 周分、軸方向に投影した羽根 4 6 c と空隙部 4 6 A g の面積の比が 1 : 1 となる。

【0077】

一方、羽根 4 6 A a、4 6 A b は、攪拌室 4 8 でトナー濃度を検出するトナー濃度センサ 4 9 の第 2 スクリュー 4 6 A の搬送方向（図 8 の矢印方向）上流側に、空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g が存在するように形成されている。特に、本実施形態では、空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g が、トナー濃度センサ 4 9 の直上流に存在する。直上流は、トナー濃度センサ 4 9 のセンサ面 4 9 a の上流端から羽根 4 6 A a、4 6 A b の 2 ピッチ（2 リード）以内が 10 好ましい。本実施形態では、羽根 4 6 A a、4 6 A b は、トナー濃度センサ 4 9 の直上流（センサ面 4 9 a の上流 1 ピッチ（1 リード）以内）に、1 箇所ずつ、90° 位相分、空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g を設けている。

【0078】

このように本実施形態では、複数ある条数の螺旋状の羽根 4 6 A a、4 6 A b、4 6 A c のすべてに空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g、4 6 A g を設けている。但し、羽根 4 6 A a、4 6 A b の空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g の体積は、羽根 4 6 A c の空隙部 4 6 A g の体積よりも小さくしている。

【0079】

具体的には、空隙部 4 6 A g の体積は、羽根 4 6 A c 及び空隙部 4 6 A g の体積の 50 % 以上（本実施形態では 50 %）としている。一方、空隙部 4 6 1 g の体積は、羽根 4 6 A a 及び空隙部 4 6 1 g の体積の 25 % 未満（本実施形態では 2.5 %）としている。同様に、空隙部 4 6 2 g の体積は、羽根 4 6 A b 及び空隙部 4 6 2 g の体積の 25 % 未満（本実施形態では 2.5 %）としている。なお、各空隙部の体積は、羽根が連続した形状と仮定し、空隙部に形成される仮想の羽根の部分の体積とする。

【0080】

これにより、第 1 の実施形態と同様に、第 2 スクリュー 4 6 A による現像剤の搬送性の確保と攪拌性の確保とを両立できる。即ち、各羽根 4 6 A a、4 6 A b、4 6 A c のすべてに空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g、4 6 A g を設けているため、現像剤の攪拌性を高めることができる。一方、全ての羽根の空隙部を同じ体積とした場合、現像剤の攪拌性を十分に確保できない可能性がある。

【0081】

これに対して本実施形態では、羽根 4 6 A a、4 6 A b の空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g の体積を、羽根 4 6 A c の空隙部 4 6 A g の体積よりも小さくしているため、羽根 4 6 A a、4 6 A b による現像剤の搬送性の低下を抑えられる。特に、空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g の体積を、それぞれ羽根 4 6 A a、4 6 A b 及び空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g の体積の 25 % 未満としているため、羽根 4 6 A a、4 6 A b による現像剤の搬送性を十分に確保できる。この結果、第 2 スクリュー 4 6 A による現像剤の搬送性の確保と攪拌性の確保とを両立できる。

【0082】

また、空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g をトナー濃度センサ 4 9 の上流側に設けているため、トナー濃度センサ 4 9 の上流側で現像剤の攪拌性を高めることができる。この結果、トナー濃度センサ 4 9 によるトナー濃度の検出精度を向上させられる。

【0083】

なお、上述の説明では、羽根 4 6 A a、4 6 A b は、共に第 2 スクリュー 4 6 A の回転方向 90° 位相分、空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g を設けている。但し、空隙部はこれに限らず、羽根 4 6 A a、4 6 A b いずれか一方にだけ空隙部を設けてもよい。また、空隙部 4 6 1 g、4 6 2 g の長手方向における位置や位相、周期性は、空隙部 4 6 A g よりも体積が小さければ、任意に設定可能である。

【0084】

10

20

30

40

50

<第3の実施形態>

第3の実施形態について、図2及び図3を参照しつつ、図9を用いて説明する。本実施形態の第2スクリュー46Bは、第1の実施形態と同様に、攪拌室48で現像剤を攪拌しつつ搬送するスクリューである。但し、第1の実施形態と異なり、回転軸460の周囲に螺旋状に形成された2条の羽根46Ba、46Bbを有する。その他の構成及び作用は、上述の第1の実施形態と同様である。以下、第1の実施形態の構成と同様の構成については、説明及び図示を省略又は簡略にし、以下、第1の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0085】

第2スクリュー46Bは、2条の羽根46Ba、46Bbを有する2条スクリューとしている。そして、このうちの1条の羽根46Ba(第1羽根)を、回転軸460の軸線方向に亘って連続した形状とし、残りの羽根46Bb(第2羽根)を、少なくとも軸線方向の一部に空隙部46Bgを有する形状としている。2条の羽根46Ba、46Bbは、第2スクリュー46Bの現像剤搬送方向に関して、羽根46Ba、羽根46Bbの順番で、同じ外径及び同じピッチ(リード)で形成されている。

【0086】

なお、本実施形態では、現像室47で現像剤を搬送する第1スクリューは、第2スクリュー46Bと同様の2条スクリューとしているが、何れの羽根にも空隙部を設けていない。但し、第1スクリューも、第2スクリュー46Bと同様に、何れか1条に空隙部を有する形状としても良い。

【0087】

また、第2スクリュー46Bは、第2スクリュー46Bの軸線方向における羽根46Bbの体積が、第2スクリュー46Bの軸線方向における羽根46Baの体積の75%以下(本実施形態では75%)となるように構成されている。言い換えれば、第2スクリュー46の軸線方向の全域に占める空隙部46Bgの体積を、同じく軸線方向の全域に占める羽根46Bb及び空隙部46Bgの体積で割った体積比が25%以上(本実施形態では25%)となるようにしている。なお、空隙部の体積は、羽根が連続した形状と仮定し、空隙部に形成される仮想の羽根の部分の体積とする。

【0088】

このような第2スクリュー46Bの羽根46Bbは、空隙部46Bgが軸線方向の全域に亘って周期的に形成されている。本実施形態では、羽根46Bbの1周分(位相180°、即ち1ピッチ(1リード))のうち、空隙部46Bgが45°の位相分設けられ、残りの135°の位相分を羽根46Bbとし、これを軸線方向に亘って周期的に形成している。したがって、羽根46Bbの部分を1周分、軸方向に投影した羽根46Bbと空隙部46Bgの面積の比(羽根:空隙部)が3:1となる。また、羽根46Bbにおける1ピッチ(1リード)あたりの空隙部46Bgの体積比(空隙部の体積/(羽根の体積+空隙部の体積))は25%となっている。

【0089】

これにより、第1の実施形態と同様に、第2スクリュー46Bによる現像剤の搬送性の確保と攪拌性の確保とを両立できる。特に、本実施形態では、第2スクリュー46Bを2条スクリューとし、且つ、1条の羽根46Baを軸線方向に連続した形状、残りの1条の羽根46Bbを空隙部46Bgを有する形状としている。このような構成の場合、羽根46Bbの体積を、羽根46Baの体積の75%以下とすることが好ましい。

【0090】

これは、第1の実施形態のような3条スクリューと比べて、羽根の条数が少ない2条スクリューでは、空隙部を有さない連続形状の羽根46Baによる現像剤の搬送性が、連続形状の羽根が2条ある場合よりも低くなるためである。したがって、残りの1条の羽根46Bbの空隙部46Bgの体積を大きくすると、現像剤の搬送性を十分に確保しにくくなる。したがって、本実施形態の場合、羽根46Bbの空隙部46Bgの体積を小さくすることで、羽根46Bbによる現像剤の搬送性を高め、第2スクリュー46B全体としての

10

20

30

40

50

現像剤の搬送性を確保している。

【0091】

一方、本実施形態の場合、第1の実施形態の3条スクリューと異なり、連続形状の羽根46B_aが1条であるため、残りの1以上の羽根46B_bの空隙部46B_gの体積が小さくても、攪拌性を十分に確保できる。本発明者の検討によれば、本実施形態のような第2スクリュー46Bの場合、羽根46B_bの体積を羽根46B_aの体積の75%以下とすることで、現像剤の搬送性を確保しつつ、現像剤の攪拌性をより十分に確保できることがわかった。なお、2条スクリューの場合、羽根46B_bの体積を羽根46B_aの体積の50%以上75%以下とすることが好みしい。

【0092】

なお、上述の説明では、羽根46B_bは、第2スクリュー46Bの回転方向45°位相分、空隙部46B_gを設けている。但し、空隙部46B_gの長手方向における位置や位相、周期性は、空隙部46B_gの体積比が25%以上であれば、任意に設定可能である。また、羽根46B_aは、連続した形状ではなく、第2の実施形態の羽根46A_aのように、軸線方向全域における空隙部46B_gの体積よりも、同じく全域における体積が小さい空隙部を有するようにしても良い。この場合の空隙部の体積比は25%未満とする。

10

【0093】

<第4の実施形態>

第4の実施形態について、図2及び図3を参照しつつ、図10を用いて説明する。本実施形態の第2スクリュー46Cは、第3の実施形態と同様に、攪拌室48で現像剤を攪拌しつつ搬送するスクリューであり、回転軸460の周囲に螺旋状に形成された2条の羽根46C_a、46C_bを有する。但し、第3の実施形態と、羽根46C_bの空隙部46C_gの位相を異ならせている。その他の構成及び作用は、上述の第3の実施形態と同様である。以下、第3の実施形態の構成と同様の構成については、説明及び図示を省略又は簡略にし、以下、第3の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

20

【0094】

第2スクリュー46Cは、2条の羽根46C_a、46C_bを有する2条スクリューとしている。そして、このうちの1条の羽根46C_a（第1羽根）を、回転軸460の軸線方向に亘って連続した形状とし、残りの羽根46C_b（第2羽根）を、少なくとも軸線方向の一部に空隙部46C_gを有する形状としている。

30

【0095】

また、第2スクリュー46Cは、第2スクリュー46Cの軸線方向における羽根46C_bの体積が、第2スクリュー46Cの軸線方向における羽根46C_aの体積の50%となるように構成されている。言い換えれば、第2スクリュー46Cの軸線方向の全域に占める空隙部46C_gの体積を、同じく軸線方向の全域に占める羽根46C_b及び空隙部46C_gの体積で割った体積比が50%となるようにしている。なお、空隙部の体積は、羽根が連続した形状と仮定し、空隙部に形成される仮想の羽根の部分の体積とする。

【0096】

このような第2スクリュー46Cの羽根46C_bは、空隙部46C_gが軸線方向の全域に亘って周期的に形成されている。本実施形態では、羽根46C_bと空隙部46C_gは、第2スクリュー46Cの回転方向の位相に関して、45°毎に交互に存在するようしている。したがって、羽根46C_bの部分を1周分、軸方向から見た場合に、羽根46C_bと空隙部46C_gとが交互に同じ位相分存在する。また、羽根46C_bの部分を1周分、軸方向に投影した羽根46C_bと空隙部46C_gの面積の比が1:1となる。

40

【0097】

これにより、羽根46C_bの体積を、羽根46C_aの体積の50%としている。また、羽根46C_bにおける1ピッチ（1リード）あたりの空隙部46C_gの体積比（空隙部の体積 / (羽根の体積 + 空隙部の体積)）も50%となっている。

【0098】

なお、上述の説明では、羽根46C_bの空隙部46C_gの体積を50%とするため、4

50

5°位相毎に羽根46C_bと空隙部46C_gを交互に周期的に配置した。但し、羽根と空隙部の位相はこれ以外の位相でも良く、また、羽根と空隙部とが周期的に配置されていなくても良い。

【0099】

<第5の実施形態>

第5の実施形態について、図2及び図3を参照しつつ、図11を用いて説明する。本実施形態の第2スクリュー46Dは、第1の実施形態と同様に、攪拌室48で現像剤を攪拌しつつ搬送するスクリューである。但し、第1の実施形態と異なり、回転軸460の周囲に螺旋状に形成された2条の羽根46D_a、46D_bを有する。その他の構成及び作用は、上述の第1の実施形態と同様である。以下、第1の実施形態の構成と同様の構成については、説明及び図示を省略又は簡略にし、以下、第1の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0100】

第2スクリュー46Dは、2条の羽根46D_a、46D_bを有する2条スクリューとしている。そして、2条の羽根46D_a、46D_bを、回転軸460の軸線方向に亘って連続した形状としている。但し、2条の羽根46D_a、46D_bは、一方の羽根46D_aと回転軸460の軸線方向片側に一方の羽根46D_aに隣接する他方の羽根46D_bとの間隔が、他方の羽根46D_bと軸線方向片側に他方の羽根46D_bに隣接する一方の羽根D_aとの間隔と異なる。

【0101】

言い換れば、第2スクリュー46Dは、同一ピッチ(リード)の3条の羽根を有する3条スクリューと仮定した場合に、1条の羽根をなくしたような形状としている。更に言えば、3条の羽根のうちの1条の羽根の空隙部を100%としたものに相当する。したがって、第2スクリュー46Dの現像剤の搬送方向に関して、羽根46D_bとその下流の羽根46D_aとの間隔が、羽根46D_aとその下流の羽根46D_bとの間隔よりも大きくなる。この間隔の大きい部分を空隙部463gとする。

【0102】

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、第2スクリュー46Dによる現像剤の搬送性の確保と攪拌性の確保とを両立できる。即ち、2条の羽根46D_a、46D_bが軸線方向に亘って連続した形状であるため、これら2条の羽根46D_a、46D_bにより現像剤の搬送性を確保できる。一方、羽根46D_bとその下流の羽根46D_aとの間隔(空隙部463g)が、羽根46D_aとその下流の羽根46D_bとの間隔よりも大きいため、この間隔の大きい部分である空隙部463gで現像剤の滞留が生じ、空隙部463gで現像剤の攪拌が促進される。このため、現像剤の攪拌性も確保できる。

【0103】

なお、本実施形態の場合、2条の羽根46D_a、46D_bを共に連続した形状としたが、少なくとも一方の羽根に上述した各実施形態のような空隙部を形成しても良い。この場合、軸線方向の全域における空隙部の体積は、軸線方向の全域における羽根及び空隙部の体積の25%未満とすることが好ましい。

【0104】

<他の実施形態>

上述の各実施形態で説明した空隙部は、羽根を連続させないよう部分であれば良く、例えば、図5で螺旋に沿う方向に隣り合う羽根46cと羽根46cとの間に、羽根46cよりも外径が小さい羽根が存在していても良い。即ち、軸線方向に連続した羽根の外周側の一部を、軸線方向の一部で切り欠いたような形状とし、この切り欠いた部分を空隙部としても良い。要は、羽根の軸線方向の一部で搬送方向と攪拌方向との分流が生じるような、羽根のない部分が空隙部に相当し、空隙部は、羽根が全くない場合の他、羽根の一部が残っているような場合も含む。

【0105】

また、上述の各実施形態では、複数の条数の羽根のうち、少なくとも1条の羽根に空隙

10

20

30

40

50

部を有する形状、或いは、少なくとも 1 条の羽根を省略したような形状について説明した。但し、本発明は、複数の条数の羽根のうち、少なくとも 1 条の第 5 羽根が他の少なくとも 1 条の第 6 羽根よりも現像剤の搬送力が高く、他の第 6 羽根が第 5 羽根よりも現像剤の攪拌力が高くなるような構成であれば、上述の構成以外であっても良い。例えば、3 条の羽根のうち、1 条の羽根を他の 2 条の羽根に対して外径、ピッチ(リード)、羽根の角度を変更するなどして、他の 2 条の羽根よりも搬送力は低いが、攪拌力が高くなるようにしても良い。

【 0 1 0 6 】

また、上述の各実施形態では、複数の条数の羽根を有するスクリューとして、2 条スクリュー及び 3 条スクリューについて説明したが、本発明は、空隙部と羽根の体積との関係が上述のような関係であれば、4 条以上の条数のスクリューにも適用可能である。また、第 5 の実施形態のように、隣り合う羽根の間隔を異なる構成についても、3 条以上の条数のスクリューに適用可能である。

【 0 1 0 7 】

上述の各実施形態では、画像形成装置がプリンタである構成について説明したが、本発明は、複写機、ファクシミリ、複合機などにも適用可能である。また、上述の各実施形態では、現像装置として、現像室から現像スリーブに現像剤を供給し、現像室で現像スリーブから現像剤を回収する構成について説明した。但し、本発明は、現像室(第 1 室)から現像剤を供給し、現像室と隔壁を挟んで配置される攪拌室(第 2 室)で現像剤を回収する構成にも適用可能である。更には、第 1 室と第 2 室とが水平方向に並んで配置される現像装置以外に、第 1 室と第 2 室とが上下方向、或いは、水平方向に対して傾斜するような位置関係に存在するような構成にも、本発明を適用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 8 】

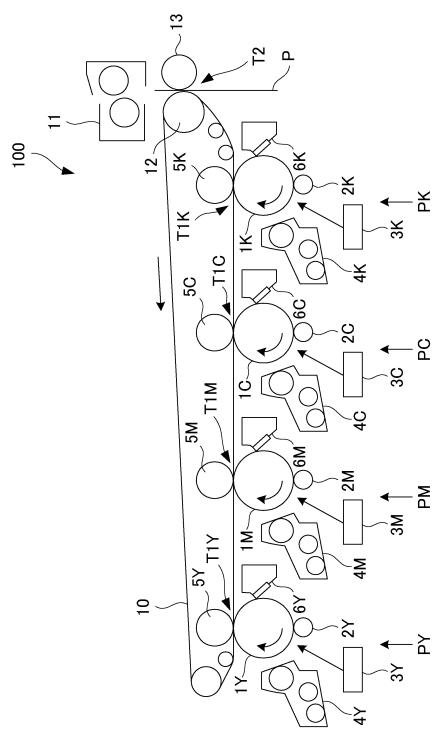
4 Y、4 M、4 C、4 K . . . 現像装置 / 4 1 . . . 現像容器 / 4 4 . . . 現像スリーブ(現像剤担持体) / 4 5 . . . 第 1 スクリュー(第 1 搬送部) / 4 6、4 6 A、4 6 B、4 6 C、4 6 D . . . 第 2 スクリュー(スクリュー、第 2 搬送部) / 4 6 a、4 6 b . . . 羽根(第一羽根、第二羽根) / 4 6 B a、4 6 C a . . . 羽根(第 1 羽根) / 4 6 A a、4 6 A b . . . 羽根(第 3 羽根) / 4 6 c . . . 羽根(第三羽根) / 4 6 B b、4 6 C b . . . 羽根(第 2 羽根) / 4 6 A c . . . 羽根(第 4 羽根) / 4 6 D a . . . 羽根(一方の羽根) / 4 6 D b . . . 羽根(他方の羽根) / 4 6 g、4 6 B g、4 6 C g、4 6 3 g . . . 空隙部 / 4 6 A g . . . 空隙部(第 2 空隙部) / 4 7 . . . 現像室(第 1 室) / 4 8 . . . 攪拌室(第 2 室) / 4 9 . . . トナー濃度センサ(濃度検出手段) / 4 6 0 . . . 回転軸 / 4 6 1 g、4 6 2 g . . . 空隙部(第 1 空隙部)

10

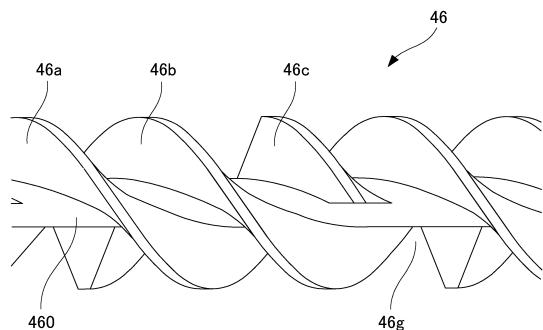
20

30

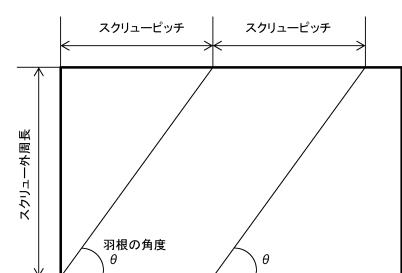
【図1】



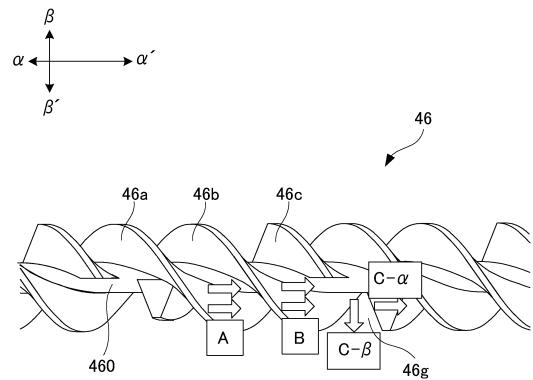
【図5】



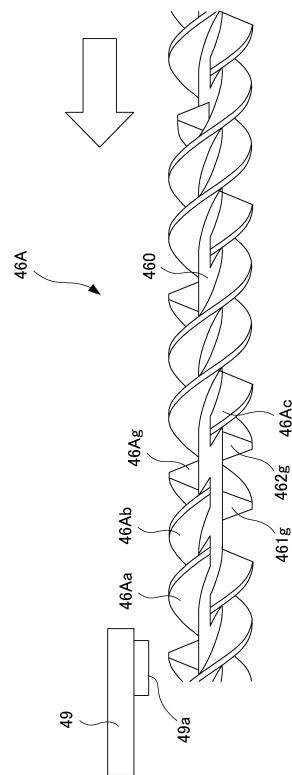
【図6】



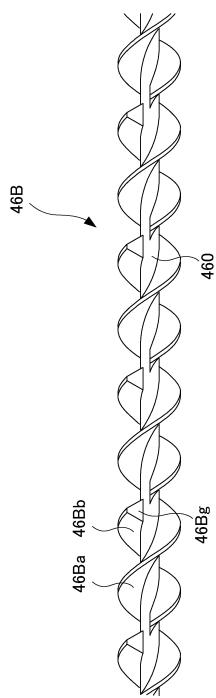
【図7】



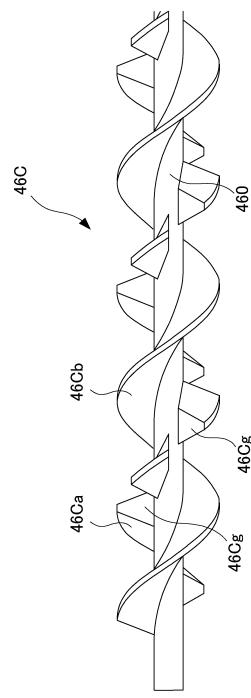
【図8】



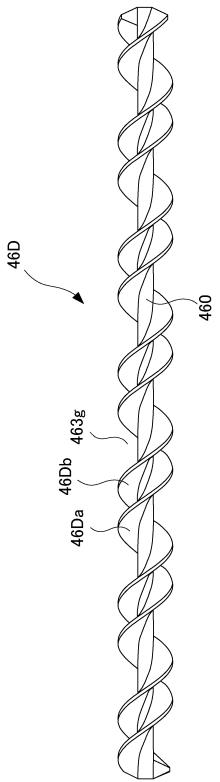
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-011004(JP, A)
特開平11-044986(JP, A)
特開2014-134619(JP, A)
米国特許出願公開第2007/0041748(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03G 15/08