

(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2013-242558

(P2013-242558A)

(43) 公開日 平成25年12月5日(2013.12.5)

(51) Int.Cl.
G03G 15/08 (2006.01)

F I
G03G 15/08 501C

テーマコード(参考)
2H077

審査請求 未請求 請求項の数 33 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2013-91687(P2013-91687)
 (22) 出願日 平成25年4月24日(2013.4.24)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-103804(P2012-103804)
 (32) 優先日 平成24年4月27日(2012.4.27)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 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 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 坂巻 智幸
 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 古川 三洋
 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
 Fターム(参考) 2H077 AD02 AD06 AD13 AD18 AD24
 EA01 FA01

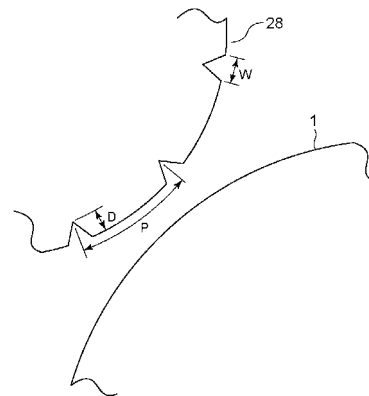
(54) 【発明の名称】 現像装置

(57) 【要約】

【課題】 現像スリーブの搬送性をむやみに下げることなく、S Bが小さくなりすぎるのを防止し、かつ、異物つまりや現像剤のコートが不安定な状況を抑制することが可能な現像剤担持体を提供する。

【解決手段】 現像スリーブは表面に長手方向に延びる複数の溝を有し、規制ブレード通過後の現像スリーブ上の現像剤搬送量を M/S (mg/mm^2)、規制ブレードの先端と現像スリーブとの隙間を $S B$ (mm)、二成分現像剤の比重を G (mg/mm^3) とした場合に、前記規制ブレードの先端と現像スリーブとの隙間 $S B$ が 0.2mm 以上で、 $0.029 M/S$ (mg/mm^2) / G (mg/mm^3) 0.14 で、かつ、現像スリーブ表面における溝の占める比率(溝比率)が、次の関係式を満たすように設定されている。 M/S (mg/mm^2) $\times 1/4 \times \{S B$ (mm) $+ D$ (mm) $\} \times G$ (mg/mm^3) $< M/S$ (mg/mm^2)

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

長手方向に複数の溝処理が施された表面を備え、トナーと磁性キャリアを含む現像剤を担持搬送して、像担持体に形成された潜像を現像する現像剤担持体と、

前記現像剤担持体の内部に設けられ、前記現像剤担持体の表面に現像剤を担持させるためのマグネットと、

前記現像剤担持体に対して間隔を設けて配置され、前記現像剤担持体に担持される現像剤量を規制する非磁性の規制部材と、を備えた現像装置において、

前記規制部材を通過した後に前記現像剤担持体の単位面積当たりにコートされている現像剤量を M/S (mg/mm^2)、前記規制部材の先端と前記現像剤担持体との隙間を SB (mm)、現像剤の比重を G (mg/mm^3)、前記現像剤担持体の表面における溝の占める溝比率とした場合に、以下の関係式を満たすように前記溝比率が設定されていることを特徴とする現像装置。

$$0.029 \quad M/S \text{ (mg/mm}^2\text{)} / G \text{ (mg/mm}^3\text{)} \quad 0.14$$

$$0.2 \quad SB \text{ (mm)}$$

$$M/S \text{ (mg/mm}^2\text{)} \times 1/4 \quad \times \{ SB \text{ (mm)} + D \text{ (mm)} \} \times G \text{ (mg/mm}^3\text{)} < M/S \text{ (mg/mm}^2\text{)}$$

【請求項 2】

$\times \{ SB \text{ (mm)} + D \text{ (mm)} \} \times G \text{ (mg/mm}^3\text{)} < (M/S) \text{ (mg/mm}^2\text{)} \times 23/30$ を満たすように前記溝比率が設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の現像装置。

【請求項 3】

$\times \{ SB \text{ (mm)} + D \text{ (mm)} \} \times G \text{ (mg/mm}^3\text{)} < (M/S) \text{ (mg/mm}^2\text{)} \times 19/30$ を満たすように前記溝比率が設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の現像装置。

【請求項 4】

$\times \{ SB \text{ (mm)} + D \text{ (mm)} \} \times G \text{ (mg/mm}^3\text{)} < (M/S) \text{ (mg/mm}^2\text{)} \times 16/30$ を満たすように前記溝比率が設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の現像装置。

【請求項 5】

$\times \{ SB \text{ (mm)} + D \text{ (mm)} \} \times G \text{ (mg/mm}^3\text{)} < (M/S) \text{ (mg/mm}^2\text{)} \times 1/2$ を満たすように前記溝比率が設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の現像装置。

【請求項 6】

上記現像剤担持体の表面に長手方向に延びる複数の溝は前記現像剤担持体の表面に幅 W で、一定周期 P で設けられており、

上記溝比率 $= W/P$ であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 7】

上記規制部材の上記現像剤担持体に対向する面を 2 本以上の溝が同時に通過することがないことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 8】

前記磁性キャリアの半径を R (mm) とし、前記溝の幅を W (mm)、前記溝の深さ D (mm) としたおき、以下の関係式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の現像装置。

$$2R < W < 20R$$

$$R < D$$

【請求項 9】

前記キャリアの磁化量が 210 emu/cm^3 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の現像装置。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

前記溝は断面がV字形状であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 11】

0.3 SB (mm) であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 12】

< 0.11 であることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 13】

0.04 < であることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の現像装置。 10

【請求項 14】

0.06 < であることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 15】

0.08 < であることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 16】

< 0.22 であることを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 17】

< 0.16 であることを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 18】

< 0.10 であることを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれかに記載の現像装置。 20

【請求項 19】

0.15 M/S (mg/mm²) 0.45 であることを特徴とする請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 20】

長手方向に複数の溝処理が施された表面を備え、トナーと磁性キャリアを含む現像剤を担持搬送して、像担持体に形成された潜像を現像する現像剤担持体と、

前記現像剤担持体の内部に設けられ、前記現像剤担持体の表面に現像剤を担持させるためのマグネットと、

前記現像剤担持体に対して間隔を設けて配置され、前記現像剤担持体に担持される現像剤量を規制する非磁性の規制部材と、 30

前記規制部材を通過した後に前記現像剤担持体の単位面積当たりにコートされている現像剤量を M/S (mg/mm²)、前記規制部材の先端と前記現像剤担持体との隙間を SB (mm)、現像剤の比重を G (mg/mm³)、前記現像剤担持体の表面における溝の占める溝比率とした場合に、以下の関係式を満たすように前記溝比率が設定されている；

$$0.1 \leq M/S \text{ (mg/mm}^2\text{)} \leq 0.5$$

$$0.2 \leq SB \text{ (mm)}$$

$$M/S \text{ (mg/mm}^2\text{)} \times 1/4 \leq \{ SB \text{ (mm)} + D \text{ (mm)} \} \times G \text{ (mg/mm}^3\text{)} < M/S \text{ (mg/mm}^2\text{)} \times 1/2$$

【請求項 21】 40

上記現像剤担持体の表面に長手方向に延びる複数の溝は前記現像剤担持体の表面に幅 W で、一定周期 P で設けられており、

上記溝比率 = W/P であることを特徴とする請求項 20 に記載の現像装置。

【請求項 22】

上記規制部材の上記現像剤担持体に対向する面を 2 本以上の溝が同時に通過することがないことを特徴とする請求項 20 または 21 に記載の現像装置。

【請求項 23】

前記磁性キャリアの半径を R (mm) とし、前記溝の幅を W (mm)、前記溝の深さ D (mm) としたおき、以下の関係式を満たすことを特徴とする請求項 20 乃至 22 のいずれかに記載の現像装置。 50

$2R < W < 20R$

$R < D$

【請求項 24】

前記キャリアの磁化量が $210 \text{ emu} / \text{cm}^3$ 以下であることを特徴とする請求項 20 乃至 23 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 25】

前記溝は断面が V 字形状であることを特徴とする請求項 20 乃至 24 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 26】

$0.3 \text{ SB} (\text{mm})$ であることを特徴とする請求項 20 乃至 25 のいずれかに記載の現像装置。

10

【請求項 27】

< 0.10 であることを特徴とする請求項 20 乃至 26 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 28】

< 0.11 であることを特徴とする請求項 20 乃至 26 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 29】

< 0.16 であることを特徴とする請求項 20 乃至 26 のいずれかに記載の現像装置。

20

【請求項 30】

$0.04 <$ であることを特徴とする請求項 20 乃至 28 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 31】

$0.06 <$ であることを特徴とする請求項 20 乃至 28 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 32】

$0.08 <$ であることを特徴とする請求項 20 乃至 28 のいずれかに記載の現像装置。

【請求項 33】

$0.15 \text{ M/S} (\text{mg} / \text{mm}^2)$ 0.45 であることを特徴とする請求項 20 乃至 32 のいずれかに記載の現像装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複写機、プリンタ、記録画像表示装置、ファクシミリ等の画像形成装置に用いられる、電子写真方式、静電記録方式等によって像担持体上に形成された静電潜像を現像して可視画像を形成する現像装置に関する。特に、トナー及び磁性キャリアからなる二成分現像剤を使用する現像装置の現像剤担持体に関する。

【背景技術】

40

【0002】

電子写真方式を用いた複写機などの画像形成装置では、感光体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する。従来技術にかかる現像装置では、トナーと磁性キャリアからなる二成分現像剤を用いるものが知られている。このような現像装置としては、回転する現像剤担持体（以下現像スリーブという）に二成分現像剤を磁氣的に吸着させながら、像担持体近傍まで搬送し、感光体の静電潜像を現像剤中のトナーで現像し可視像化する方法が広く知られ用いられている。

【0003】

この方法では、回転する現像スリーブの内部に固定配置された磁石を備えることで、現像剤を現像スリーブ上に磁氣的な力で保持し、さらに、現像スリーブに規制ブレードを所

50

定の間隔で対向配置する。こうすることで、二成分現像剤を所望の現像剤量に規制しながら現像スリーブ上を感光体近傍まで搬送するのが一般的である。

【0004】

この時、現像剤を安定的に搬送するために、従来は、砥粒によるサンドブラストによって表面に凹凸を形成した現像スリーブや現像スリーブ回転軸に対して平行に延びる複数の溝を表面に形成した現像スリーブを一般的に使用している。

【0005】

サンドブラストを用いて凹凸を持たせた現像スリーブは、凹凸量が小さいと現像剤搬送能力が低下するという問題がある。一方、現像剤搬送能力を上げる為に凹凸量を大きくすると、加工時に砥粒を強く当ててブラストする必要があり現像スリーブを変形させるという問題があった。そのため、サンドブラストを施した現像スリーブでは凹凸量を比較的小さい状態で使用しているのが一般的である。すると、長時間耐久する中で凹凸が摩耗してしまい、現像剤の搬送能力が低下し安定しないという問題が生じやすい。これは、現像器の寿命を早める要因にもなりうる。

【0006】

近年の複写機、プリンタは高画質、高信頼、高安定性に対する要求が非常に高い。これらを満足させるには現像スリーブ上の現像剤量の経時安定性が重要である。

【0007】

そこで、現像スリーブ回転軸に対して平行に延びる複数の溝を備えた現像スリーブが提案されている（例えば特許文献1）。引き抜き等でのダイスによる溝の加工ではサンドブラストのように現像スリーブを変形させることなく凹凸量を大きくすることが可能である。そのため、サンドブラスト加工を施した現像スリーブに比べて耐久での摩耗の影響を受けにくく、現像剤の搬送能力の安定化が可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平2-50182号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

溝を備えた現像スリーブは、現像剤の搬送能力は安定するが、一方で現像スリーブと規制ブレードのギャップが小さくなるという問題が発生しやすい。これは、溝により現像剤の搬送能力が安定化する一方で、現像スリーブの搬送能力が高くなりすぎたため、現像スリーブと規制ブレードのギャップを小さくしなければ、現像スリーブ上の現像剤量が多くなってしまうためである。

【0010】

特に高画質化の要求の中で、現像スリーブ上の現像剤と感光体上に形成されたトナー像との摺擦による粒状性の悪化を極力避けるために、近年、現像スリーブ上の現像剤量を少なくする傾向にある。具体的には画像の粒状性の観点で規制ブレード通過後の単位面積あたりの現像剤量が $0.3 \pm 0.2 \text{ mg/mm}^2$ ($= 30 \pm 20 \text{ mg/cm}^2$) の範囲で設定するのが好ましい。より正確には、規制ブレード通過後の現像スリーブにコートされている現像剤量を、比重Gで規格化した量（見かけ上のコート厚み）で設定するのが好ましい。つまり、見かけ上のコート厚み = $M/S [\text{mg/mm}^2] / \text{比重} G [\text{mg/mm}^3] = 0.029 \sim 0.14 \text{ mm}$ ($30 \pm 20 [\text{mg/cm}^2] / 3.48 [\text{mg/mm}^3]$) の範囲が好ましい。

【0011】

このような、スリーブ上の現像剤の薄層化の要求の中では、現像スリーブと規制ブレードのギャップはよりいっそう小さくなる傾向にある。

【0012】

現像スリーブと規制ブレードのギャップを小さくし過ぎると、規制ブレード部に異物が

10

20

30

40

50

詰まり、現像スリーブ上のコートを阻害するなどの問題が生じやすくなる。そのため、現像スリーブと規制ブレードのギャップは最低でも0.2mm以上であることが好ましい。より好ましくは0.3mmより大きいことが好ましい。

【0013】

一方、現像スリーブと規制ブレードのギャップを広げるために、溝の深さをむやみに浅くするなどして搬送能力を下げるのは、コートが不安定になったり、コートしなくなったりする懸念があるため、好ましくない。

【0014】

そこで、本発明が解決する課題は、現像剤担持体上に溝が形成されている現像装置において、現像剤担持体上にコートされる現像剤量を薄層化して高画質化対応可能な構成であつても、搬送能力が過剰もしくは低下することによるコート不良や異物つまりといった不具合を抑制可能な現像装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の目的と達成するための本発明の構成は、長手方向に複数の溝処理が施された表面を備え、トナーと磁性キャリアを含む現像剤を担持搬送して、像担持体に形成された潜像を現像する現像剤担持体と、

前記現像剤担持体の内部に設けられ、前記現像剤担持体の表面に現像剤を担持させるためのマグネットと、

前記現像剤担持体に対して間隔を設けて配置され、前記現像剤担持体に担持される現像剤量を規制する規制部材と、を備えた現像装置において、

20

前記規制部材による規制後の現像剤担持体上の単位面積当たりの現像剤搬送量を M/S (mg/mm^2)、前記規制部材の先端と前記現像剤担持体との隙間を SB (mm)、現像剤の比重を G (mg/mm^3)、前記現像剤担持体表面における溝の占める溝比率とした場合に、以下の関係式を満たすように前記溝比率が設定されていることを特徴とする。

$$0.029 \frac{M}{S} (\text{mg}/\text{mm}^2) / G (\text{mg}/\text{mm}^3) \leq 0.14$$

$$0.2 \leq SB (\text{mm})$$

$$\frac{M}{S} (\text{mg}/\text{mm}^2) \times 1/4 \times \{ SB (\text{mm}) + D (\text{mm}) \} \times G (\text{mg}/\text{mm}^3) < \frac{M}{S} (\text{mg}/\text{mm}^2)$$

30

【0016】

また、本発明の目的を達成するための本発明の別の構成は、長手方向に複数の溝処理が施された表面を備え、トナーと磁性キャリアを含む現像剤を担持搬送して、像担持体に形成された潜像を現像する現像剤担持体と、

前記現像剤担持体の内部に設けられ、前記現像剤担持体の表面に現像剤を担持させるためのマグネットと、

前記現像剤担持体に対して間隔を設けて配置され、前記現像剤担持体に担持される現像剤量を規制する非磁性の規制部材と、

前記規制部材を通過した後に前記現像剤担持体の単位面積当たりにコートされている現像剤量を M/S (mg/mm^2)、前記規制部材の先端と前記現像剤担持体との隙間を SB (mm)、現像剤の比重を G (mg/mm^3)、前記現像剤担持体の表面における溝の占める溝比率とした場合に、以下の関係式を満たすように前記溝比率が設定されていることを特徴とする。

40

$$0.1 \leq \frac{M}{S} (\text{mg}/\text{mm}^2) \leq 0.5$$

$$0.2 \leq SB (\text{mm})$$

$$\frac{M}{S} (\text{mg}/\text{mm}^2) \times 1/4 \times \{ SB (\text{mm}) + D (\text{mm}) \} \times G (\text{mg}/\text{mm}^3) < \frac{M}{S} (\text{mg}/\text{mm}^2) \times 1/2$$

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、現像剤担持体上に溝が形成されている現像装置において、現像剤担持

50

体上にコートされる現像剤量を薄層化して高画質化対応可能な構成であっても、搬送能力が過剰もしくは低下することによるコート不良や異物つまりといった不具合を抑制可能な現像装置を提供可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施の形態1、2に係る画像形成装置の概略構成説明図である。

【図2】本発明に係る現像装置の横断面図である。

【図3】本発明に係る現像装置の現像スリーブの拡大図である。

【図4】本発明に係る現像装置の現像スリーブの溝形状を説明するための拡大図である。

【図5】本発明に係る現像装置の現像スリーブの溝形状を説明するための拡大図である。

10

【図6】本発明に係る現像装置の現像スリーブの溝形状を説明するための拡大図である。

【図7】本発明に係る現像装置の現像スリーブと規制ブレードのギャップを説明するための拡大図である。

【図8】本発明に係る現像装置の現像スリーブ溝ピッチと規制ブレード厚みBの関係を説明するための拡大図である。

【図9】本発明にかかる実施の形態1および比較例の溝比率とSBの関係を示す図である。

【図10】本発明にかかる実施の形態1の他の実施形態を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

20

(実施の形態1)

以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。本発明は、以下に述べる現像スリーブ形状構成を用いる限りにおいては、実施形態の構成の一部または全部を、その代替的な構成で置き換えた別の実施形態でも実施できる。

【0020】

従って、現像室と攪拌室を水平に並べて配置する横型の現像装置のみならず、現像室と攪拌室を上下に配置する縦型の現像装置でも実施できる。また、このような現像装置としては、画像形成装置であれば、タンデム型/1ドラム型、中間転写型/直接転写型の区別無く実施できる。本実施形態では、現像容器に係る主要部のみを説明するが、本発明は、必要な機器、装備、筐体構造を加えて、プリンタ、各種印刷機、複写機、FAX、複合機等、種々の用途で実施できる。

30

【0021】

なお、特許文献1に示される画像形成装置の一般的な事項については、図示を省略して重複する説明を省略する。

【0022】

[画像形成装置]

図1は画像形成装置の構成の説明図である。図1に示すように、画像形成装置100は、中間転写ベルト5に沿ってイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの画像形成部Pa、Pb、Pc、Pdを配列したタンデム型中間転写方式のフルカラープリンタである。

【0023】

40

中間転写ベルト5は、ローラ61、62、63に懸架され、矢印R2方向に移動自在とされる。画像形成部Paでは、感光ドラム1aにイエロートナー像が形成されて中間転写ベルト5に転写される。画像形成部Pbでは、感光ドラム1bにマゼンタトナー像が形成されて中間転写ベルト5に転写される。画像形成部Pc、Pdでは、それぞれ感光ドラム1c、1dにシアントナー像、ブラックトナー像が形成されて中間転写ベルト5に転写される。

【0024】

中間転写ベルト5に転写された四色のトナー像は、二次転写部T2へ搬送されて記録材Sへ二次転写される。ピックアップローラ13によって記録材カセット12から取り出された記録材Sは、分離ローラ11で1枚ずつに分離して、レジストローラへ給送される。

50

レジストローラは、中間転写ベルト5のトナー像にタイミングを合わせて二次転写部T2へ記録材Sを送り出す。トナー像を転写された記録材Sは、定着装置16で加熱加圧を受けて、表面にトナー像を定着された後に、排出トレイ17へ排出される。

【0025】

画像形成部Pa、Pb、Pc、Pdは、現像装置4a、4b、4c、4dで用いるトナーの色が異なる以外は、ほぼ同一に構成される。以下では、画像形成部Paについて説明し、画像形成部Pb、Pc、Pdについては、画像形成部Paの構成部材に付した符号末尾のaをb、c、dに読み替えて説明されるものとする。

【0026】

画像形成部Paは、感光ドラム1aの周囲に、コロナ帯電器2a、露光装置3a、現像装置4a、一次転写ローラ6a、ドラムクリーニング装置19aを配置している。

10

【0027】

感光ドラム1aは、アルミニウムシリンダの外周面に負極性の帯電極性を持たせた感光層が形成され、所定のプロセススピードで矢印方向に回転する。コロナ帯電器2aは、感光ドラム1aの表面を一様な負極性の暗部電位VDに帯電させる。露光装置3aは、レーザービームを回転ミラーで走査して、帯電した感光ドラム1aの表面に画像の静電像を書き込む。現像装置4aは、トナーとキャリアを含む現像剤を用いて、静電像を現像して、感光ドラム1aの表面にトナー像を形成する。

【0028】

一次転写ローラ6aは、中間転写ベルト5の内側面を押圧して、感光ドラム1aと中間転写ベルト5との間にトナー像の転写部を形成する。一次転写ローラ6aに正極性の直流電圧を印加することにより、感光ドラム1aに担持された負極性のトナー像が中間転写ベルト5へ一次転写される。ドラムクリーニング装置19aは、記録材Sへの転写を逃れて感光ドラム1aに残った転写残トナーを回収する。

20

【0029】

なお、像担持体として、通常使用されるドラム状の有機感光体である感光ドラム1aを使用したが、アモルファスシリコン感光体等の無機感光体を使用してもよく、ベルト状の感光体を用いることも可能である。帯電方式、現像方式、転写方式、クリーニング方式、定着方式に関しても、上記方式に限られるものではない。

【0030】

30

[現像装置]

図2を用いて現像装置4の詳細な説明を行う。

【0031】

図2は長手方向に垂直な断面における現像装置の構成の説明図である。図2に示すように、現像装置4aは、現像剤担持体としての現像スリーブ28にトナーと磁性キャリアを含む現像剤を担持して感光ドラム1aの静電像を現像する。感光ドラム1aは、矢示R1方向に273mm/secのプロセススピード(周速度)で回転する。現像装置4aは、現像剤として非磁性トナーと磁性キャリアとを混合した二成分現像剤を使用する。

【0032】

現像容器22は、現像スリーブ28に現像剤を供給する現像室23と現像スリーブ28から現像剤を回収する攪拌室24とを横に並べて配置する。現像容器22の感光ドラム1aに対向する領域に現像スリーブ28が回転可能に配置されている。

40

【0033】

現像容器22を隔壁27で仕切って構成される現像室23と攪拌室24は、現像剤を攪拌しつつ搬送する現像剤の循環経路を構成している。現像室23の横に攪拌室24が配置され、現像室23には現像スクリー25が回転可能に設けられ、攪拌室24には攪拌スクリー26が回転可能に設けられている。現像スクリー25と攪拌スクリー26は、現像室23と攪拌室24の現像剤を互いに逆方向に搬送して、現像容器22内を循環させる。

【0034】

50

現像スリーブ28は、アルミニウムやステンレスのような非磁性材料で構成される。感光ドラム1の直径は80mm、現像部における現像スリーブ28と感光ドラム1との最近接領域は約300 μ mである。これにより、現像部に搬送した現像剤を磁気ブラシ状態で感光ドラム1と接触させて現像が行なえるように設定されている。尚、現像スリーブの表面には、後述するように、長手方向に沿って溝処理が施されており、現像剤の搬送性を向上させている。

【0035】

現像領域において、現像スリーブ28は、感光ドラム1aの表面の移動方向と順方向（図中の矢印R28方向）で回転し、対感光ドラム周速比は、1.75倍である。対感光ドラム周速比は、大きいほど現像効率がアップするが、大きすぎるとトナー飛散、現像剤劣化等が発生するため、0.5~2.0倍の間に設定することが好ましい。

10

【0036】

二成分磁気ブラシ現像法において、現像剤は、現像時に、磁性体のキャリアがマグネット29の磁束に拘束されて現像スリーブ28の表面に担持される。現像スリーブ28の表面では、正極性に帯電したキャリアの表面に負極性に帯電したトナーが静電的に拘束されて磁気ブラシを形成する。そして、現像スリーブ28に印加する直流電圧と感光ドラム1aの静電潜像との間に電位差を設けることにより、潜像を可視像化する。

【0037】

現像装置は、現像効率（静電像へのトナーの付与率）を向上させるために、-500Vの直流電圧に、ピーク・ツウ・ピーク電圧 $V_{pp} = 1300V$ 、周波数 $f = 12kHz$ の交流電圧を重畳した現像電圧を現像スリーブ28に印加されている。また、一般に、交流電圧を印加すると現像効率が増して画像は高品位になるが、逆に白地かぶりトナーが発生し易くなる。このため、現像スリーブ28に印加する直流電圧と感光ドラム1aの帯電電位（即ち白地部電位）との間に電位差を設けることにより、白地かぶりトナーを防止している。なお、直流電圧、交流電圧の組み合わせは、これに限られるものではない。

20

【0038】

<トナー>

現像剤は、絶縁性の非磁性トナーと、磁性粒子（キャリア）とからなる二成分現像剤であり、非磁性トナーとしては、重量平均粒径4 μ m以上10 μ m以下のものが好適である。ここでは、重量平均粒径が8 μ mのカラー複写機用トナーを用いた。

30

【0039】

トナーの重量平均粒径をMとし、トナーの粒径をrとする。このとき、より鮮明なカラー像を形成するためには、 $1/2M < r < 2/3M$ の範囲に90重量%以上のトナー粒子が含まれ、 $0 < r < 2M$ の範囲に99重量%以上のトナー粒子が含まれていることが好ましい。

【0040】

トナーに使用される結着樹脂としては、スチレン-アクリル酸エステル樹脂、又はスチレン-メタクリル酸エステル樹脂の如きスチレン系共重合体又はポリエステル樹脂が例示される。カラートナーの定着時における混色性を考慮した場合、ポリエステル樹脂がシャープな溶融特性を有するので好ましい。

40

なお、トナーの真比重は、島津製作所（株）製、乾式自動密度計アキュピック1330を用いて測定する。尚、測定方法は下記で述べるキャリアの真比重の求め方と同じである。

【0041】

<磁性キャリア>

一方、磁性キャリアは、体積分布基準の平均粒径（50%粒径：D50）が25~50 μ mで、ここでは、体積平均粒径35 μ mのものを用いた。このようなキャリア粒子としては、フェライト粒子（最大磁化230emu/cm³程度のCu-Znフェライト）、又はこれに薄く樹脂コーティングしたものを良好に使用できる。

【0042】

磁性キャリアの体積分布基準の平均粒径（50%粒径：D50）は、例えばマルチイメ

50

ージアナライザー（ベックマン・コールター社製）を用いて、以下のように測定される。

【0043】

粒度分布測定は、レーザー回折・散乱方式の粒度分布測定装置「マイクロトラックMT3300EX」（日機装社製）にて測定を行った。測定には、鑑識測定用の試料供給機「ワンショットドライ型サンプルコンディショナーTurbotrac」（日機装社製）を装着して行った。Turbotracの供給条件としては、真空源として集塵機を用い、風量約33リットル/sec、圧力17kPaとした。制御は、ソフトウェア上で自動的に行う。粒径は体積分布基準の累積値である50%粒径（D50）を求める。制御および解析は付属ソフト（バージョン10.3.3-202D）を用いて行う。測定条件は、以下の通りである。

SetZero時間：10秒

測定時間：10秒

測定回数：1回

粒子屈折率：1.81

粒子形状：非球形

測定上限：1208μm

測定下限：0.243μm

測定環境：常温常湿環境（23、50%RH）

【0044】

また、磁性キャリアの真比重は、乾式自動密度計アキュピック1330（島津製作所社製）を用いて測定する。まず、23、50%RHの環境に24時間放置したサンプル資料を5g精秤し、測定用セル（10cm³）に入れ、本体試料室に挿入する。測定は、試料サンプル質量を本体に入力し測定をスタートさせることにより自動測定できる。

【0045】

自動測定における測定条件は、20.000psig（2.392×10²kPa）で調整されたヘリウムガスを用いる。そして、試料室内を10回パージした後、試料室内の圧力変化が0.005psig（3.447×10⁻²kPa/min）になる状態を平衡状態として、平衡状態になるまで繰り返しヘリウムガスをパージする。平衡状態の時の本体試料室の圧力を測定する。その平衡状態に達した時の圧力変化により試料サンプル体積が算出できる（ボイルの法則）。試料サンプル体積が算出できることにより、以下の式

【0046】

試料サンプルの真比重（g/cm³）= 試料サンプル質量（g）/ 試料サンプル体積（cm³）

キャリアとしては、バインダ樹脂と磁性金属酸化物や非磁性金属酸化物などなる樹脂磁性キャリアを用いてもよい。樹脂磁性キャリアは、フェライト粒子に比べて最大磁化が小さく、190emu/cm³程度であることが特徴である。そのため、隣り合う磁気ブラシの磁気的な相互作用が小さく、その結果磁気ブラシの穂が緻密に且つ短くなることで、画像としてはきめムラ等のない解像度が高いものを提供できる。

【0047】

[現像剤担持体（現像スリーブ）]

以下、現像スリーブ28について詳細に説明する。

現像スリーブ28の内側には、表面に複数の磁極N1、S1、N2、S2、N3を配置して非回転に支持されたマグネットローラ29が配置される。現像極S2は、現像部における感光ドラム1に対向して配置される。磁極S1は、規制部材としての規制ブレード30に対向して配置される。磁極N2は、磁極S1、S2の間に配置される。磁極N1及びN3は、現像室23及び攪拌室24にそれぞれ対向して配置される。各々の磁極の磁束密度の大きさは40mT～70mTとしたが、現像に供されるS2極は100mTとした。

【0048】

現像スリーブ28は、矢印R28方向に回転し、感光ドラム1aに対向する現像領域の

10

20

30

40

50

回転方向上流に層厚規制ブレード30が配置される。層厚規制ブレード30は、現像スリーブ28に担持される磁気ブラシの穂切りによって、現像剤の層厚を規制している。

【0049】

規制ブレード30は、現像スリーブ28の長手方向に配置した非磁性の金属板（アルミニウム）であって、規制ブレード30の先端部と現像スリーブ28との間を現像剤が通過して現像領域へ送られる。規制ブレード30の厚みは1.2mmのものを使用した。

【0050】

規制ブレード30の先端と現像スリーブ28の表面とのギャップを調整することによって、現像スリーブ28に担持されて現像領域へ搬送される現像剤量が調整される。ここでは、現像スリーブ28上の単位面積当りの現像剤コート量を 0.3 mg/mm^2 （ $= 30 \text{ mg/cm}^2$ ）に調整している。画像の粒状性の観点で規制ブレード通過後の単位面積あたりの現像剤量が $0.3 \pm 0.2 \text{ mg/mm}^2$ （ $= 30 \pm 20 \text{ mg/cm}^2$ ）の範囲で設定するのが好ましい。実際には、現像剤の比重 G （ mg/mm^3 ）によって現像スリーブ上にコートされる量が変わる。このため、より正確には、規制ブレード通過後の現像スリーブの量として、現像剤の見かけ上の高さ h （ mm ） $= (M/S (\text{mg/mm}^2)) / \text{比重 } G (\text{mg/mm}^3)$ で表す方がより適切である。本実施例では、画像の粒状性の観点から、現像スリーブにコートされる現像剤の見かけ上の現像剤高さ $h = M/S (\text{mg/mm}^2) / G (\text{mg/mm}^3)$ が $29 \sim 140 \mu\text{m}$ に設定するのが好ましい。より好ましくは、現像スリーブにコートされる現像剤の見かけ上の現像剤高さ h が $43 \sim 129 \mu\text{m}$ が好ましい。（言い換えれば、規制ブレード通過後の単位面積あたりの現像剤量が $M/S = 0.3 \pm 0.15 \text{ mg/mm}^2$ （ $30 \pm 15 \text{ mg/cm}^2$ ）がより好ましい。）下限値を下回ると、コートされる量が少なくなり過ぎて、コートムラの影響が画像に出やすくなる。また上限を超えると磁気穂の摺擦による粒状性の画像不良が出やすくなる。

【0051】

ここで、現像効率を高める為には、現像スリーブと感光ドラムのSDギャップを狭くする必要があり。しかしながら、単にSDギャップを狭くしてしまうと、現像部で磁気穂の摺擦を受けて粒状性の画像不良が出やすくなる。そこで、現像スリーブにコートされる量 M/S を低くする。こうすることによって、現像スリーブと感光ドラムのSDギャップを狭くして現像効率を向上させても、現像スリーブ上の磁気穂によって感光ドラム上の画像が摺擦を受けにくくでき、高画質化を図ることができる。

【0052】

また、規制ブレード30と現像スリーブ28のギャップは、0.2mm以上であることが好ましい。これは、従来の技術の項で述べたとおり、規制ブレード30と現像スリーブ28のギャップが小さいと、異物等がつまりやすく画像に影響を与える可能性があるからである。

【0053】

しかしながら、従来技術でも述べたように、溝処理を施した現像スリーブを用いた場合、搬送能力が高くなりやすく、結果として規制ブレード30と現像スリーブ28とのギャップが小さくなりやすい。

【0054】

一方、溝の深さを小さくするなどして搬送能力を下げれば、規制ブレード30と現像スリーブ28とのギャップを広げることが可能となるが、搬送能力をむやみに下げると現像スリーブの現像剤のコート状態が不安定になりやすくなる。

【0055】

したがって、搬送能力を適正に保ちつつ、規制ブレード30と現像スリーブ28とのギャップを広げることが必要である。

【0056】

なお、層厚規制ブレード30は磁性板からなる磁性ブレードや非磁性板と磁性板を貼り合わせたブレードを用いてもよいが、磁性板の効果で現像剤が磁性板位置に留まろうとする。このため、現像スリーブの現像剤の搬送能力が低下し、規制ブレード30と現像スリ

10

20

30

40

50

ープ28のギャップを大きくすることが可能であるが、磁性板位置に現像剤が滞留しやすいため、現像剤が劣化しやすいという懸念がある。そのため、規制ブレード30に磁性板を配置したり、磁性板のみで構成することなく規制ブレード30と現像スリーブ28とのギャップを広げられることが好ましい。

【0057】

そこで、発明者らは搬送能力と現像スリーブ28上に施された溝の形状と相関を調べたところ、以下の結果を得た。

【0058】

発明者らの検討に拠れば、溝を施した現像スリーブ28の搬送能力は「スリーブ表面上における溝部分の比率」で定義される溝比率と相関が高いことが分かった。溝比率は、溝が長手方向に平行に施されている場合は、現像スリーブ28断面における円周長に対する溝部分の幅の総和の比率で表される。特に、図3に示したように、現像スリーブ28の円周上に一定形状でかつ一定間隔(一定周期P)で溝が施された場合は、溝の幅をW、溝の中心と隣の溝の中心との間隔をPとして、次式で表わされる。

(式1)

溝比率 = W / P

【0059】

なお、現像スリーブ28の半径をr、現像スリーブ28の円周上に施された溝本数をNとした場合、溝の間隔 $P = 2 \pi r / N$ で表わされる。

【0060】

現像スリーブ28の搬送能力が溝比率と相関が高いということは、つまり、主に溝の施された部分が現像剤の搬送に寄与し、溝の施されていない非溝部は溝部に比較して搬送にあまり寄与しないことを意味する。さらに言えば、溝部分に現像剤が引っ掛かりさえすれば、深さ等に拠らず搬送に寄与するため、搬送能力が溝の断面積や深さではなく溝の幅Wと相関が高いといえることができる。

【0061】

ただし、上記の相関が得られる前提条件として、現像剤が溝部に引っ掛かる必要がある。現像剤が溝部に引っ掛かるためには、現像剤の搬送の担い手である磁性キャリアが溝部に引っ掛かる必要がある。現像剤中の磁性キャリアが溝部に引っ掛かるためには、図4(a)に示したように、溝の幅Wが磁性キャリアの直径2Rよりも広い必要がある。図4(b)のように溝の幅Wが磁性キャリアの直径2Rよりも狭い場合は、溝深さに拠らず磁性キャリアが溝部に収まらないため、引っ掛かりが生じない。また、さらに、図5(a)に示したように溝深さDが少なくとも磁性キャリアの半径Rより深い必要がある。図5(b)に示したように溝深さDが磁性キャリアの半径Rより浅いと、磁性キャリアの引っ掛かりが浅いので引っ掛かりが弱く滑りやすい。従って、次の式2、式3を満たす必要がある。また、溝の幅Wは磁性キャリア10個分の幅(20R)よりも小さい方が好ましい。溝の幅Wが20Rよりも大きい場合、キャリアが引っ掛かりにくく、溝による搬送性の効果が十分に得られない可能性がある。

(式2)

$20R > W > 2R$

(式3)

$D > R$

【0062】

溝深さDは磁性キャリアの半径Rよりも深ければ、十分な引っ掛かりが得られるが、さらに言えば、図6に示したように磁性キャリアの直径2Rよりも深く設定しておくことで、磁性キャリア全体が引っ掛かるため、溝部から滑り出すことはなくなる。そのため、より好ましくは $D > 2R$ とするのが良い。

【0063】

なお、非溝部に関しては、溝部に対して搬送性が小さいことが好ましい。なぜなら、非溝部が凸凹していると、溝部と非溝部の明確な差が無くなり、発明の効果が薄れるからで

10

20

30

40

50

ある。そこで、非溝部の表面粗さ（中心線平均粗さ） $R_a = 0.5$ であることが好ましい。より好ましくは $R_a = 0.25$ であることが好ましい。中心線平均粗さ R_a はJIS B 0601に定義されている。表面粗さの測定には、接触式表面粗さ計（（株）小坂研究所製：サーフコーダ - SE - 3300）を用いた。測定条件は、カットオフ値が 0.8 mm 、測定長さが 2.5 mm 、送りスピードが 0.1 mm/秒 、倍率が 5000 倍の設定で行なった。

【0064】

また、現像スリーブ28の搬送能力と溝比率に相関が得られる前提条件として、現像スリーブ28の溝部に引っ掛かった磁性キャリアを起点として磁性キャリアが磁氣的に連なった磁気ブラシを形成する必要がある。磁気ブラシを形成することで、溝部に引っ掛かった磁性キャリアと共に磁気ブラシ全体が搬送されるため、搬送能力が得られる。磁気ブラシを形成するには、例えば本実施例のように現像スリーブ28内にマグネットローラ29が配置されていればよく、マグネットローラ29の磁場に抛り磁性キャリア内に磁化が誘発されることで磁気ブラシが形成される。ただし、磁束密度があまりに小さい場合は磁気ブラシが形成されないので、規制ブレード30と現像スリーブ28との間の領域である程度の磁束密度の大きさが必要である。磁束密度の大きさ $|B| = (\text{Br}^2 + B^2 + B_z^2)^{1/2}$ が 10 mT 以上であれば少なくとも磁気ブラシは形成され、以下に述べる本発明の効果が得られる。

10

【0065】

上記条件を満たした場合は、現像スリーブ28の溝を施した部分は、磁気ブラシの根元のキャリアが溝部に引っ掛かることで、磁気ブラシ全体が搬送され、現像剤の搬送に寄与する。この時、磁気ブラシが搬送されるか搬送されないかは、磁気ブラシの根元が溝部に引っ掛かるか引っ掛からないかが重要である。先の条件を満たすように磁性キャリアの半径 R に対して一定以上の深さがあり引っ掛かりさえすれば、溝の深さをより深くしたからといって、搬送能力が増すわけではない。一方、溝部の幅を増やせば引っ掛かる磁気ブラシの数が増えるため、搬送能力は増す。もしくは、溝の本数を増やせば、搬送能力は増す。このことから、溝の深さ D や溝部の断面積ではなく、スリーブ表面上における溝部分の比率で表わされる溝比率が搬送能力と相関が高いという発明者らの結果が説明できる。

20

【0066】

このことから、逆に溝比率を調整することで、現像スリーブ28の搬送能力をコントロールすることが可能である。特に溝深さ D を先に述べたようにキャリアの引っ掛かりが生じるように保ちつつ、溝幅 W を調整すれば、現像剤のコートの不安定化を招くことなく現像スリーブ28の搬送能力を調整することが可能となる。

30

【0067】

上記内容を踏まえて、規制ブレード30と現像スリーブ28とのギャップを広げるための本発明の構成を以下に説明する。

【0068】

先にも述べたように、現像スリーブの搬送能力が溝比率と相関が高いということは、つまり、主に溝の施された部分の現像剤の搬送能力が高く、溝の施されていない非溝部は溝部に比較して搬送能力があまり高くないことを意味する。

40

【0069】

ここで、溝部のみが現像剤を搬送すると仮定した場合に、規制ブレード30と現像スリーブ28とのギャップを通過する単位面積（ $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ ）当たりの現像剤量を見積もると、最大で以下の式4のようになる。なお、溝部のみが搬送するとは、溝部から上方に伸びた磁気ブラシのみが搬送されることを意味する。また、最大で見積もるとは、現像スリーブの溝部分と規制ブレードで囲まれた空間が現像剤で隙間なく埋め尽くされた場合を意味する。実際には、ブレード通過時に溝部で搬送される現像剤は、現像スリーブの溝部分と規制ブレードで囲まれた空間を占める現像剤が全て溝部によって搬送されるのではないと考えられる。即ち、上記空間を占める一部の現像剤は規制ブレードを通過しないと考えられるが、ここでは最大搬送可能量を見積もっている。

50

(式4)

$$10\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times \quad \times \{SB\text{ (mm)} + D\text{ (mm)}\} \times G\text{ (mg/mm}^3\text{)}$$

【0070】

ここで、溝比率は現像スリーブ表面のうち溝部分の比率を表すので、現像スリーブ表面の単位面積(10 mm × 10 mm)当たりの溝部分は10 mm × 10 mm × で表わせる。図7(a)に示したように、SBは規制ブレード30と現像スリーブ28とのギャップを表し、より正確に言えば、規制ブレード30の先端と現像スリーブの非溝部分とのギャップを表す。なお、図7(b)に示したように、規制ブレード30の先端が現像スリーブ28に対して傾いている場合は、最近接位置を先端とする。また、Dは溝深さを表す。従って、現像スリーブの溝部分と規制ブレードで囲まれた空間の高さは(SB + D)で表わされる。よって、溝部のみが現像剤を搬送すると仮定した場合の規制ブレード30と現像スリーブ28とのギャップを通過する単位面積当たりの現像剤の体積は10 mm × 10 mm × × (SB + D)で表わせる。なお、高さ(SB + D)に関しては、本来溝形状によるので、ここでの値は正確には凹形状の溝の場合の値に相当する。しかしながら、本実施例のようにV字やさらにはU字などその他の形状であっても(SB + D)としておけば、やや過大に現像剤量を見積もる可能性はあっても、過少に見積もることはない。ここでは現像剤量を最大で見積もりたいので、溝の形状に拠らず高さは(SB + D)としておけばよい。

10

【0071】

Gは現像剤の比重を表すので、上記体積にGを掛けたものが現像剤量となり、上記式4が得られる。なお、現像剤はトナーと磁性キャリアからなるので、現像剤の比重Gは磁性キャリアとトナーの比重を各々CとT、現像剤中の磁性キャリアの重量比率を(1 - P)、トナーの重量比率をPとした場合に、以下の式5で表わされる。

20

(式5)

$$G = 1 / \{ (1 - P) / C + P / T \}$$

【0072】

上記式4が現像スリーブ28のうち溝の部分が搬送することが可能な最大の現像剤量と見積もられる。実際にこの関係式は、後で述べる実験結果を満たしていた。上記式4より得られる値と比較して、実際に規制ブレード30を通過後の現像スリーブ28上の単位面積(10 mm × 10 mm)当たりの現像剤量M / Sが大きい場合がある。すなわち、下記式6を満たす場合がある。この場合、溝部のみの搬送では現像スリーブ28の現像剤量に対して足りないということになる。

30

(式6)

$$10\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times \quad \times \{SB\text{ (mm)} + D\text{ (mm)}\} \times G\text{ (mg/mm}^3\text{)} < M / S\text{ (mg/mm}^2\text{)} \times 10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$$

【0073】

上記式6の左辺にあたる式4は溝部の搬送する現像剤量を最大で見積もった値であった。従って、上記式6を満たす場合は、溝部だけでは現像スリーブ28上の現像剤量M / Sに相当する量の現像剤が確実に供給できないので、必ず非溝部も利用しながら現像剤の搬送がなされることとなる。したがって、上記式6を満たす場合、搬送能力が溝部に比べて低い非溝部を利用して搬送している分、現像スリーブ28と規制ブレード30のギャップを大きくすることが可能である。逆に、上記式6を満たさない場合は、現像スリーブ28上の現像剤量M / Sに相当する量の現像剤を現像スリーブ28の溝部のみで供給可能となる。この場合、現像スリーブ28の溝部は現像剤の搬送能力が高いため、現像スリーブ28上の現像剤量M / Sに相当する量は大部分が溝部で搬送されることになり、現像スリーブ28と規制ブレード30のギャップが極端に小さくなりやすい。

40

なお、式6は次式6'に置き換え可能である。

(式6')

$$\quad \times \{SB + D\} \times G < M / S$$

【0074】

50

現像スリーブ28上の単位面積(10mm×10mm)当たりの現像剤量M/Sは、以下のように求めることができる。即ち、現像スリーブの外周面に沿った板に一定面積(発明者らは50mm×10mm)の開口を設けたマスクを用意し、マスクを現像スリーブ外周面に押しあてながら、開口部の現像剤を磁石で回収する。そして、回収した現像剤の重さを測定したのち、単位面積(10mm×10mm)に換算する(発明者らの場合は5で割る)ことで、M/Sを得る。

【0075】

以上を踏まえて、上記式6を満たすように溝比率を調整することで、現像スリーブ28と規制ブレード30のギャップ(=SB)が小さくなるのを防ぎ、SBが0.2mmより小さくなるのを防ぐのが本発明の骨子となる。

【0076】

<実施例>

次に本発明を、実施例を用いて比較例を交えながらより具体的に説明する。

表1には現像スリーブ28の表面の溝形状について、いくつかの条件で行った実験結果を示す。現像スリーブ28は表面の長手方向に図3で示すようにV字形状で一定間隔(ピッチ)で溝処理が施されたものを使用した。それぞれのスリーブの形状を表に同時に示した。

【0077】

【表1】

	スリーブ直径	溝本数	溝ピッチP	溝幅W	溝深さD	$\alpha=W/P$	SB	コート状態
実施例1	φ20mm	50本	1.256mm	0.10mm	0.05mm	0.080	◎	◎
実施例2	φ20mm	50本	1.256mm	0.12mm	0.06mm	0.096	◎	◎
実施例3	φ20mm	50本	1.256mm	0.18mm	0.09mm	0.143	○	◎
実施例4	φ20mm	80本	0.785mm	0.18mm	0.09mm	0.229	○	◎
比較例1	φ20mm	100本	0.628mm	0.25mm	0.12mm	0.398	×	◎
比較例2	φ20mm	200本	0.314mm	0.12mm	0.06mm	0.382	×	◎
実施例5	φ24.5mm	50本	1.538mm	0.12mm	0.06mm	0.078	◎	◎
実施例6	φ20mm	25本	2.512mm	0.10mm	0.05mm	0.040	◎	◎
実施例7	φ20mm	20本	3.14mm	0.10mm	0.05mm	0.032	◎	○

【0078】

検討に用いた現像剤は先に述べたトナーとフェライトからなる磁性キャリアが重量比率で $P=0.1$ と $(1-P)=0.9$ の割合で混合されたものを使用した。各々の比重は 1.0mg/mm^3 と 4.8mg/mm^3 であった。従って、現像剤の比重は式5より $G=3.48$ とした。また、磁性キャリアの粒径は $35\mu\text{m}$ であった。

【0079】

規制ブレード30通過後の現像スリーブ28上の現像剤量を $M/S=0.3\text{mg/mm}^2$ ($=30\text{mg/cm}^2$)となるよう設定した。この場合に、表1の各々の現像スリーブを用いた時の現像スリーブ28と規制ブレード30のギャップ(=SB)がどう設定可能かを調べた。SB=0.2mm以上に設定できなかつた場合は×、SB=0.2mm以上に設定できた場合は、さらに、SBが0.3mmよりも大きく設定できた場合はとした。その際の現像スリーブ28上のコート状態も同時に目視で観察した。ムラの無い状態はとし、ムラが発生し画像に影響がある状態を×とした。画像に影響がないレベルだが

、軽微なコート of のムラが生じはじめた状態は とした。

【0080】

実施例1：実施例1の現像スリーブを用いた場合は、溝比率 = 0.080で、SBを0.45mmに設定できた。式4 (=式6の左辺)を計算するとSB = 0.45mmの場合で13.9となり、所望の単位面積10mm×10mm当たりのM/S (式6の右辺) = 0.3×10×10 = 30の半分以下の値となるため、式6を満たす。従って、規制ブレード部の通過時に溝部に対して非溝部を大きくすることができ、より積極的に非溝部による搬送を利用できるから、SBが0.45mm程度に設定可能になったと想定できる。

【0081】

実施例2：実施例2の現像スリーブを用いた場合は、溝比率 = 0.096で、SBを0.35mmに設定できた。式4 (=式6の左辺)を計算するとSB = 0.35mmの場合で13.6となり、所望の単位面積10mm×10mm当たりのM/S (式6の右辺) = 0.3×10×10 = 30の半分以下の値となるため、式6を満たす。従って、規制ブレード部の通過時に溝部に対して非溝部を大きくすることができ、より積極的に非溝部による搬送を利用できるから、SBが0.35mm程度に設定可能になったと想定できる。

10

【0082】

実施例3：実施例3の現像スリーブを用いた場合は、溝比率 = 0.143で、SBを0.3mmに設定できた。式4 (=式6の左辺)を計算するとSB = 0.3mmの場合で19.4となり、所望の単位面積10mm×10mm当たりのM/S (式6の右辺) = 0.3×10×10 = 30より小さな値となっているため、式6を満たす。このことから、溝部だけでなく非溝部も使用しながら現像剤の搬送を行っている想定され、SBが0.2mm以上を達成できたと考えられる。ただし、実施例1, 2と比較すると溝部の搬送量が増えて非溝部の搬送量が減っているため、SBは0.2mm以上ではあるが0.3mmと比較的小さな値になったと想定できる。

20

【0083】

実施例4：実施例4の現像スリーブを用いた場合は、溝比率 = 0.229で、SBを0.2mmに設定できた。式4 (=式6の左辺)を計算するとSB = 0.2mmの場合で23.1となり、所望の単位面積10mm×10mm当たりのM/S (式6の右辺) = 0.3×10×10 = 30より小さな値となっているため、式6を満たす。このことから、溝部だけでなく非溝部も使用しながら現像剤の搬送を行っている想定され、SBが0.2mm以上を達成できたと考えられる。ただし、実施例1, 2, 3と比較して溝部の搬送量がさらに増えているため、SBは0.2mmと小さめの値になったと想定できる。

30

【0084】

実施例4の現像スリーブのSBが小さくなったもう一つの理由として、溝のピッチPが規制ブレード30の厚み幅に対して小さいことがあげられる。実施例4の溝ピッチP = 0.785mmであり、一方、規制ブレード30の厚みB = 1.2mmであるので、溝ピッチは規制ブレード30の厚みよりも小さい。

【0085】

溝ピッチPが規制ブレード30の厚みBよりも小さい場合、図8(b)のように2本以上の溝部が同時に規制ブレード30を通過することがある。すると、図8(b)に示したように溝部から伸びた磁気ブラシで囲まれた空間が存在することとなる。2本の磁気ブラシで囲まれた非溝部の現像剤は、逃げ場所がなく磁気ブラシからの機械的、磁氣的な力を受けやすい。そのため、非溝部といえども搬送能力が増しやすい。したがって、図8(a)のように溝ピッチPが規制ブレード30の厚みBよりも大きく、2本以上の溝部が同時に規制ブレード30を通過することがないようにすることが好ましい。

40

【0086】

図8(c)のように規制ブレード30の先端面が現像スリーブ28の表面に対して角度だけ傾いている場合は、規制ブレード30の厚みの現像スリーブへの投影長Bcosに対して溝ピッチPが大きいと、同様の効果が得られる。

【0087】

50

比較例 1：比較例 1 の現像スリーブを用いた場合は、溝比率 = 0.398 で、SB を 0.2 mm 以上に設定できなかつた。式 4 (= 式 6 の左辺) を SB = 0.2 mm で計算すると、44.3 となり、所望の単位面積 10 mm × 10 mm 当たりの M/S (式 6 の右辺) = 0.3 × 10 × 10 = 30 以上の値となっている。このため、式 6 を満たそうとすると、SB が 0.2 mm 未満となってしまう。実際、M/S = 30 の場合の SB は 0.17 mm であった。従って、式 4 (= 式 6 の左辺) を計算すると SB = 0.17 mm の場合で 40.2 となり、所望の単位面積 10 mm × 10 mm 当たりの M/S (式 6 の右辺) = 0.3 × 10 × 10 = 30 より大きな値となっているため、式 6 を満たさない。

【0088】

比較例 2：比較例 2 の現像スリーブを用いた場合は、溝比率 = 0.382 で、SB は 0.2 mm 以上に設定できなかつた。式 4 (= 式 6 の左辺) を SB = 0.2 mm で計算すると、34.6 となり、所望の単位面積 10 mm × 10 mm 当たりの M/S (式 6 の右辺) = 0.3 × 10 × 10 = 30 以上の値となっている。このため、式 6 を満たそうとすると、SB が 0.2 mm 未満となってしまう。実際、M/S = 30 の場合の SB は 0.18 mm であった。従って、式 4 (= 式 6 の左辺) を計算すると SB = 0.18 mm の場合で 31.9 となり、所望の単位面積 10 mm × 10 mm 当たりの M/S (式 6 の右辺) = 0.3 × 10 × 10 = 30 より大きな値となっているため、式 6 を満たさない。

【0089】

図 9 には本実施例および比較例の溝比率 と SB の関係を示すため、横軸を溝比率、縦軸を M/S = 0.30 に設定した場合の SB としてプロットした結果を示した。このグラフから、溝比率 と SB に強い相関があることが分かる。そして、全体の傾向として、溝比率 を小さくすると SB を大きく設定可能なことが分かる。特に、溝比率 = 0.229 以下にすると急激に SB を大きく設定可能になり始めることが分かる。これは、溝比率 = 0.229 が式 6 を満たすか満たさないかの分かれ目付近に位置しているためと考えられる。実際、溝比率 = 0.229 より右側 (溝比率 が大きい側) のプロットは式 6 を満たさないが、溝比率 = 0.229 とそれより左側 (溝比率 が小さい側) のプロットは式 6 を満たす。

【0090】

式 6 を満たさない場合は、搬送の主体が溝部で搬送性が高いため、SB を変化させると M/S も大きく変化する。そのため、溝比率 を小さくして M/S を下げることで、その分 SB を大きくしようとしても、SB を少し広げればすぐに元の M/S に戻るため、それほど SB は大きくできない。実際、図 9 のグラフでも、溝比率 が大きい側では、溝比率 を小さくしても SB はそれほど大きくなっていない。

【0091】

一方、式 6 を満たす場合は、積極的に非溝部による搬送を利用しているため、SB を変化させても M/S はさほど変化しなくなる。そのため、溝比率 を小さくして M/S を下げることで、その分 SB を大きくしようとした場合に、SB を大きく広げなければ元の M/S に戻らない。従って、SB を大きくすることが可能となる。実際、図 9 のグラフでも、式 6 を満たす溝比率 = 0.229 より左側 (溝比率 が小さい側) のプロットでは、溝比率 を下げることで急激に SB を広くできるようになることが分かる。即ち、本実施例では、0.229 が好ましい。

【0092】

以上から、現像スリーブ 28 上の規制ブレード 30 を通過後の現像剤量 M/S に対して、式 4 の値が小さければ、つまり式 6 を満たすように溝比率を設定すれば、積極的に非溝部による搬送を利用できる。このため、M/S が小さくても SB は 0.2 mm 以上に設定可能となる。

【0093】

尚、好ましい構成として以下を挙げることができる。まず、非溝部による搬送が確保される状態をより確実にするためには、式 4 の値が規制ブレード 30 を通過後の現像剤量 M/S (本実施例では M/S = 30 mg/cm²) に対して、23/30 以下 (実施例 4 相

10

20

30

40

50

当)となることにより好ましい。即ち、図9のように、実施例4(=23/30)では、式4の値が現像剤量M/S(本実施例では30)に対して23/30以下となるため、少なくとも7/30は非溝部で搬送することができ、SBを大きくできる効果が確実に得ることができる。更に好ましい範囲としては、式4の値が規制ブレード30を通過後の現像剤量M/S(本実施例では30mg/cm²)に対して19/30以下となる場合(実施例3(=19.4/30)に相当)は、非溝部で搬送する状態を確保した上で、非溝部で搬送する割合を更に大きくできる。結果、SBを更に大きく設定できるためより好ましい。本実施例では、0.143に相当し、この範囲であれば、上述した効果を更に得ることができる。

【0094】

また、本実施例の図9によれば、溝比率0.12の領域では、比較例1、2の場合に対して約2倍のSBを得ることができ、より好ましい。換言すれば、式4の値が規制ブレード30を通過後の現像剤量M/S(本実施例では30)に対して16/30以下とすれば略同様な効果が得ることができ好ましい。この場合、非溝部で搬送する割合を十分に大きくできる。

【0095】

さらに言えば、式7に示すように、式4の値が規制ブレード30を通過後の現像剤量M/S(本実施例では30)に対して半分以下となる実施例1と2はSBをより大きく設定することができた。これは、溝部に対して非溝部の搬送の割合を大きくすることができ、より積極的に非溝部による搬送を利用できるからと考えられる。

(式7)

$$10\text{mm} \times 10\text{mm} \times \{SB(\text{mm}) + D(\text{mm})\} \times G(\text{mg/mm}^3) < M/S(\text{mg/mm}^2) \times 10\text{mm} \times 10\text{mm} / 2$$

【0096】

現像スリーブ28の径の異なる実施例5の現像スリーブを用いた場合についても検討を行ったが、現像スリーブ28の径に拠らずに同様の結果が得られた。

【0097】

実施例5：実施例5の現像スリーブを用いた場合は、溝比率=0.078で、SB=0.40mmに設定できた。式4(=式6の左辺)をSB=0.4mmで計算すると12.5となり、所望の単位面積10mm×10mm当たりのM/S(式6の右辺)=0.3×10×10=30の半分以下の値となるため、式6(式7)を満たす。従って、規制ブレード部の通過時に、溝部に対して非溝部が半分以上搬送している状態と想定されるため、SBが0.4mm程度に設定可能になったと想定できる。

また、溝比率がより小さな場合(実施例6、実施例7)についても検討を行った。

【0098】

実施例6：実施例6の現像スリーブを用いた場合は、溝比率=0.040で、SB=0.5mmに設定できた。式4(=式6の左辺)をSB=0.5mmで計算すると7.61となり、所望の単位面積10mm×10mm当たりのM/S=30より小さく、式6(式7)を満たす。従って、SBが0.5mm程度に設定可能になったと想定できる。

【0099】

実施例7：実施例7の現像スリーブを用いた場合は、溝比率=0.032で、SB=0.6mmに設定できた。式4(=式6の左辺)をSB=0.6mmで計算すると7.23となり、所望の単位面積10mm×10mm当たりのM/S(式6の右辺)=0.3×10×10=30より小さく、式6(式7)を満たす。従って、SBが0.6mm程度に設定可能になったと想定できる。

【0100】

ただし、実施例7に関しては現像スリーブ28の搬送性に問題がないレベルだが、軽微なコートムラが生じはじめた。これは溝部の搬送割合が7.23/30=0.241と全体の1/4以下になり、非溝部による搬送割合が増えすぎたため、現像剤搬送能力に影響が出始めたと考えられる。よって、より好ましくは、式8に示すように、式4はM/S

10

20

30

40

50

の 1 / 4 以上であることが好ましい。

(式 8)

$$10 \times 10 \times \alpha \times \{ SB + D \} \times G \quad (M / S) / 4$$

【 0 1 0 1 】

表 2 には、現像スリーブの表面の溝形状について、実施例 1 に対して溝深さ D を浅くしたものや、溝幅 W を小さくした場合の実験結果を示す。

【 0 1 0 2 】

【 表 2 】

	スリーブ直径	溝本数	溝ピッチP	溝幅W	溝深さD	$\alpha=W/P$	SB	コート状態
実施例8	φ20mm	50本	1.256mm	0.10mm	0.04mm	0.080	⊙	⊙
実施例9	φ20mm	50本	1.256mm	0.10mm	0.03mm	0.080	⊙	○
比較例3	φ20mm	50本	1.256mm	0.10mm	0.01mm	0.080	⊙	×
比較例4	φ20mm	50本	1.256mm	0.03mm	0.04mm	0.016	⊙	×

10

【 0 1 0 3 】

検討に用いた現像剤は表 1 の検討と全く同じで、現像剤の比重は $G = 3.48$ 、磁性キャリアの粒径は $35 \mu m$ とした。

【 0 1 0 4 】

表 1 の場合と同じく、規制ブレード 30 を通過後の現像スリーブ 28 上の現像剤量 $M/S = 0.3 mg/mm^2 (= 30 mg/cm^2)$ となるよう設定した。この場合に、表 2 の各々の現像スリーブ 28 に関して現像スリーブ 28 と規制ブレード 30 のギャップ ($= SB$) がどう設定可能かを調べた。またコート状態も同時に観察した。

【 0 1 0 5 】

実施例 8 : 実施例 8 の現像スリーブを用いた場合は、溝比率 $= 0.080$ で、SB を $0.45 mm$ に設定できた。式 4 ($=$ 式 6 の左辺) を計算すると $SB = 0.45 mm$ の場合で 13.6 となり、所望の単位面積 $10 mm \times 10 mm$ 当たりの M/S (式 6 の右辺) $= 0.3 \times 10 \times 10 = 30$ より半分以下の小さな値となっており、式 6 (式 7、式 8) を満たす。従って、規制ブレード部の通過時に溝部に対して非溝部が半分以上搬送している状態と想定されるため、SB が $0.45 mm$ 程度に設定可能になったと想定できる。

20

30

【 0 1 0 6 】

実施例 9 : 実施例 9 の現像スリーブを用いた場合は、溝比率 $= 0.080$ で、SB を $0.50 mm$ に設定できた。式 4 ($=$ 式 6 の左辺) を計算すると $SB = 0.50 mm$ の場合で 14.7 となり、所望の単位面積 $10 mm \times 10 mm$ 当たりの M/S (式 6 の右辺) $= 0.3 \times 10 \times 10 = 30$ より半分以下の小さな値となっており、式 6 (式 7、式 8) を満たす。従って、規制ブレード部の通過時に溝部に対して非溝部が半分以上搬送している状態と想定されるため、SB が $0.50 mm$ 程度に設定可能になったと想定できる。

40

【 0 1 0 7 】

ただし、実施例 9 に関しては現像スリーブ 28 の搬送性に問題がないレベルだが、軽微なコートのムラが生じはじめた。これは現像スリーブ 28 の溝部の深さ D が $30 \mu m$ と磁性キャリアの直径 $2R$ 以下なので、磁性キャリアの溝部に対する引っ掛かりがやや弱くなり、現像剤搬送能力に影響が出始めたと考えられる。よって、先にも述べたように、より好ましくは磁性キャリアの直径 $2R$ よりも溝深さ D が深いことが好ましい。

【 0 1 0 8 】

比較例 3 : 比較例 3 の現像スリーブを用いた場合は、溝比率 $= 0.080$ で、SB を $0.6 mm$ に設定できたが、現像スリーブのコート状態が不安定であった。

50

【0109】

これは溝部の深さDが10 μmと磁性キャリアの半径以下なので、磁性キャリアの溝部に対する引っ掛かりが極度に弱くなり、現像剤搬送能力に影響が出たためと考えられる。よって、先にも式3で示したように、磁性キャリアの半径Rよりも溝深さDが深いことが好ましい。

【0110】

比較例4：比較例4の現像スリーブを用いた場合は、溝比率 = 0.016で、SBを0.8 mmに設定できたが、現像スリーブのコート状態が不安定であった。

【0111】

これは比較例3と異なり溝深さDは40 μmと磁性キャリアの直径2R以上だが、溝の幅Wが30 μmと磁性キャリアの直径2Rよりも小さい。このため、磁性キャリアが溝部に入り込むことができず、磁性キャリアの溝部に対する引っ掛かりが弱くなり、現像剤搬送能力に影響が出たためと考えられる。よって、先にも式2で示したように、磁性キャリアの直径2Rよりも溝の幅Wが広いことが好ましい。

10

【0112】

ここまで、規制ブレード30通過後の現像スリーブ28上の単位面積あたりの現像剤量M/Sは0.3 mg/mm² (= 30 mg/cm²) の場合について述べてきたが、M/S = 0.3 mg/mm² (= 30 mg/cm²) でなくとも同様の議論が可能である。

【0113】

先にも述べたように、粒状性の観点からは単位面積あたりの現像剤量M/S = 0.3 ± 0.2 mg/mm² (= 30 ± 20 mg/cm²) に設定するのが好ましい。より正確には、規制ブレード通過後の現像スリーブにコートされている現像剤量を比重で規格化した量(見かけ上のコート厚み = (M/S (mg/mm²)) / 比重G (mg/mm³)) を29 ~ 140 μmの範囲に設定するのが好ましい。上記範囲で所望のM/Sとした場合に、SB = 0.2 mm以上を達成できる溝比率の値としては、式6から以下に見積もれる。M/Sは値が小さいほど式6を満たしづらいため、M/S = 0.1 mg/mm²、SB = 200 μmの場合を計算する。この時、溝深さDおよび現像剤比重Gは本実施例での標準的な値としてD = 0.06 mm、G = 3.5 mg/mm³として計算した。すると、

20

$$10 \times 10 \times (0.20 + 0.06) \times 3.5 < 0.1 \times 10 \times 10$$

$$< 0.1099$$

30

となる。

従って、溝深さや現像剤比重の振れを考慮しても、< 0.1としておけば、M/Sを30 ± 20 mg/cm²に設定した場合に、式6を達成できるといえる。

【0114】

また、M/Sを30 ± 15 mg/cm²に設定した場合、M/Sは値が小さいほど式6を満たしづらいため、M/S = 0.15 mg/mm²、SB = 200 μmの場合を計算する。

$$10 \times 10 \times (0.20 + 0.06) \times 3.5 < 0.15 \times 10 \times 10$$

$$< 0.1648$$

となる。従って、溝深さや現像剤比重の振れを考慮しても、< 0.16としておけば、M/Sを30 ± 15 mg/cm²に設定した場合(より粒状性や濃度低下に有利な構成の場合)に、式6を達成できるといえる。

40

【0115】

また、M/Sを30 ± 15 mg/cm²に設定した場合、M/Sは値が小さいほど式6を満たしづらいため、M/S = 0.15 mg/mm²とし、SB = 300 μmとした場合を計算する。

$$10 \times 10 \times (0.30 + 0.06) \times 3.5 < 0.15 \times 10 \times 10$$

$$< 0.119$$

となる。従って、溝深さや現像剤比重の振れを考慮しても、< 0.11としておけば、M/Sを30 ± 15 mg/cm²に設定した場合に、式6を達成しながら、SBを300

50

μ 以上確保でき、より好ましいといえる。

【0116】

また、実施例6、7から溝比率は0.04以上であることが好ましい。それ以下であれば、溝比率が小さくなりすぎた結果、搬送性が弱くなり、現像スリーブ28上のコートが不安定となりやすくなる。また、の下限值としてより好ましくは、溝比率は0.06以上、更に好ましくは0.08以上であると十分な搬送性を確保でき、更に好ましい。

【0117】

なお、本実施の形態ではV字の溝スリーブを使用した。先にも述べたように、本発明は形状に抛らず適用可能である。例えばU字や矩形、または、これらの複合形状を含めて適用可能である。ただし、本発明のように溝比率が比較的小さい場合には、U字や矩形スリーブ形状の溝を作成するのがやや難しいという問題がある。

10

【0118】

また、本実施の形態は現像スリーブ28が1本の場合について述べたが、図10に示すように、マグネットローラ29、32を内部に配置した現像スリーブ28、31を2本以上備えた場合にも同様に適用可能である。少なくとも、規制ブレード30を対向配置した現像スリーブ28に関しては、現像スリーブが1本の場合とまったく同様の議論が可能であり、本発明が適用可能である。

【0119】

(実施の形態2)

実施の形態1の検討は磁性キャリアとしてフェライトキャリアを用いたが、樹脂比率が高く磁化量が従来のフェライトキャリアよりも小さい樹脂磁性キャリアを使用すると、同じように式6を満たした場合でも、粒状性(がさつき)を良くすることができる。

20

【0120】

これは、磁化量が小さいと、隣り合う磁気ブラシの磁気的な相互作用(反発力)が小さく、その結果磁気ブラシの穂が緻密に且つ短くなることで、画像としてはきめムラ等のない解像度が高いものを提供できるからである。

【0121】

磁気ブラシの穂の長さは、実施例1で述べた見かけ上のコート厚み = $(M/S \text{ (mg/mm}^2\text{)}) / \text{比重 } G \text{ (mg/mm}^3\text{)}$ とおおむね一致するが、実際には現像剤の粗密に拠って多少の差が生じる。現像剤が密な場合に比べて粗な場合は、先の見かけのコート厚みよりも実際の磁気ブラシの長さは長くなりがちである。その結果、粒状性(がさつき)が悪化する要因となりうる。逆に、現像剤が粗な場合は磁気ブラシの穂が緻密に且つ短くなることで、粒状性(がさつき)の良いものを提供できる。

30

【0122】

そこで、本実施の形態ではキャリアとしてバインダ樹脂中に磁性金属酸化物(例えばマグネタイト)と非磁性金属酸化物(例えばフェマタイト)を分散させた樹脂磁性キャリアを用いた。

【0123】

本実施の形態では、フェライト粒子(280 emu/cm^3)に比べて最大磁化が小さく、 190 emu/cm^3 程度の樹脂磁性キャリアを用いた。この樹脂磁性キャリアの比重Cは 4.0 mg/mm^3 と実施の形態1よりも小さく 4.0 mg/mm^3 であった。また、トナーは実施の形態1と同じで、トナーと磁性キャリアの重量比率も同じ1:9とした。この時、式5を用いれば、 $G = 3.08$ と計算できる。

40

上記キャリアを用いて、表1の実施例1と同じ現像スリーブを用いて検討を行った。

【0124】

実施例10:実施例1の現像スリーブを用いた場合は、溝比率 = 0.080で、SBを0.50mmに設定できた。式4を計算すると $SB = 0.50 \text{ mm}$ の場合で13.6となり、所望の $M/S = 30$ の半分以下の値となるため、式6を満たす。従って、規制ブレード部の通過時に溝部に対して非溝部を大きくすることができ、より積極的に非溝部による搬送を利用できるから、SBが0.50mm程度に設定可能になったと想定できる。

50

【 0 1 2 5 】

さらに、フェライト粒子を用いた実施例 1 の場合に比較して、本実施例では粒状性が良化した。

樹脂磁性キャリアとしては、本実施の形態のようにバインダ樹脂中に磁性金属酸化物と非磁性金属酸化物分散させたものに限らず、例えばポーラス形状のキャリアの空隙に樹脂を分散させて樹脂比率を高めたものでも構わない。

発明の効果を十分に得るためには、キャリアの磁化量が $210 \text{ emu} / \text{cm}^3$ 以下であることが好ましい。

【 0 1 2 6 】

なお、磁化量の算出法であるが、キャリアの磁気特性を理研電子（株）製の振動磁場型磁気特性自動記録装置にて、 1 KOe （キロエルステッド）の外部磁場中に円筒状にパッキングしたキャリアの磁化の強さを求めた。その後キャリアの真比重を掛けることで磁化量（ emu / cm^3 ）を算出した。

10

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 2 7 】

複写機、プリンタ、記録画像表示装置、ファクシミリ等の画像形成装置に用いられる。

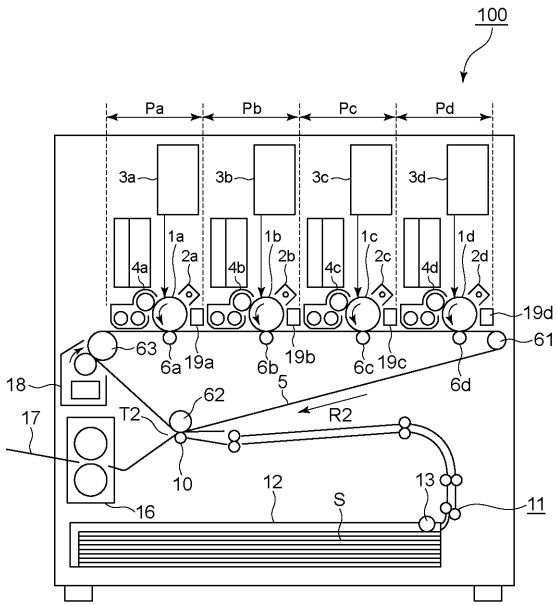
【 符号の説明 】

【 0 1 2 8 】

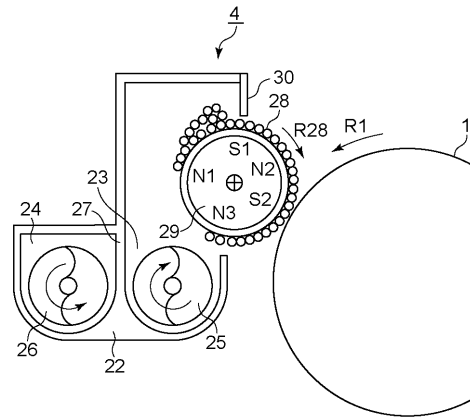
- 1 感光体ドラム（像担持体）
- 4 現像装置
- 2 2 現像容器
- 2 3 現像室
- 2 4 攪拌室
- 2 5、2 6 搬送スクリー（現像剤攪拌・搬送手段）
- 2 8 現像スリーブ（現像剤担持手段）
- 3 0 層厚規制部材

20

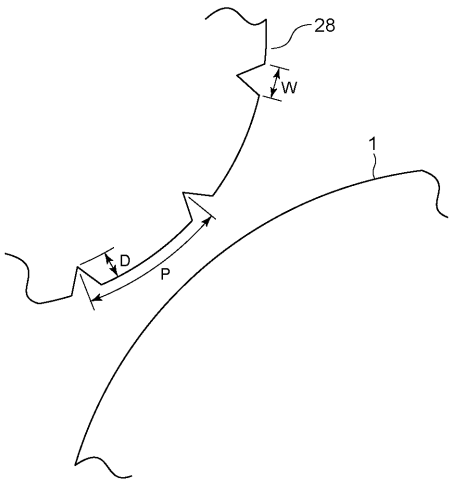
【 図 1 】



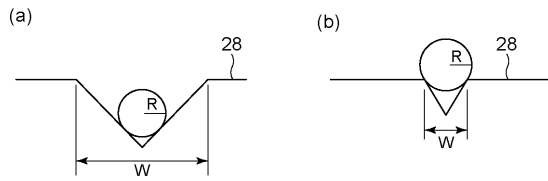
【 図 2 】



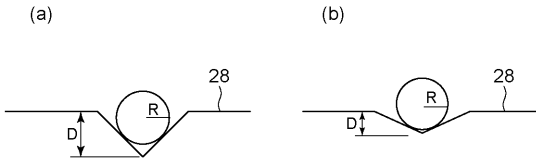
【 図 3 】



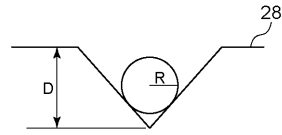
【 図 4 】



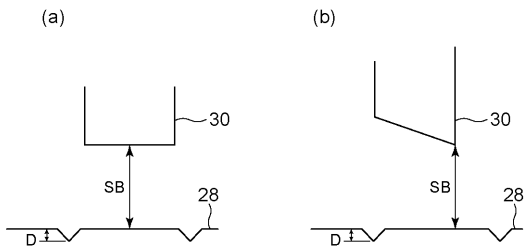
【 図 5 】



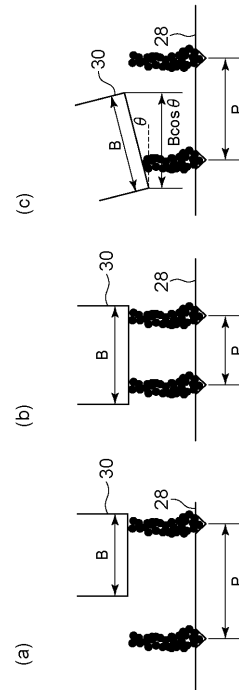
【 図 6 】



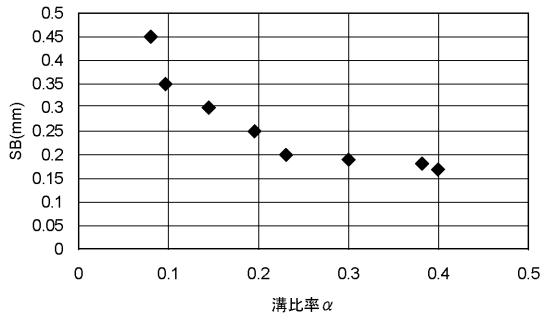
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

