

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-152199

(P2024-152199A)

(43)公開日 令和6年10月25日(2024.10.25)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
G 0 3 G 15/08 (2006.01)	G 0 3 G 15/08 2 2 2	2 H 0 3 1
G 0 3 G 15/09 (2006.01)	G 0 3 G 15/09 Z	2 H 0 7 7
	G 0 3 G 15/08 2 3 1	

審査請求 未請求 請求項の数 31 O L (全27頁)

(21)出願番号	特願2023-66247(P2023-66247)	(71)出願人	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和5年4月14日(2023.4.14)	(74)代理人	110003133 弁理士法人近島国際特許事務所
		(72)発明者	坂巻 智幸 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
		Fターム(参考)	2H031 AC04 BB01 2H077 AB02 AB14 AB15 AB18 AC02 AC04 AC12 AC16 AD06 AD13 AD14 AD18 AD24 AE06 EA14

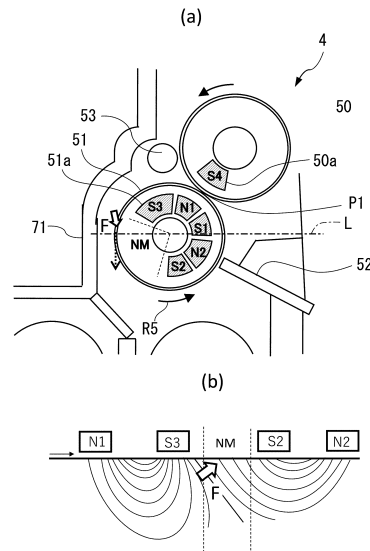
(54)【発明の名称】 現像装置

(57)【要約】

【課題】ハイブリッド現像方式の現像装置において、現像剤の連れ回りを抑制できる構成を提供する。

【解決手段】供給ローラ51の回転方向に関して、剥離極S3の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも下流且つ汲み上げ極S2の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも上流で、供給ローラ51の表面における法線方向の磁気吸引力が0となる最上流位置と最下流位置との間の区間を低磁力区間NMとする。この場合に、供給ローラ51の回転方向に関して低磁力区間NMの最上流位置は、供給ローラ51の回転中心よりも鉛直方向上方に位置し、且つ、壁部71と対向している。低磁力区間NMの最上流位置において、供給ローラ51の表面における接線方向の磁束密度 B_t の絶対値が、供給ローラ51の表面における法線方向の磁束密度 B_r の絶対値よりも大きい。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トナーとキャリアを含む現像剤を収容する現像容器と、
像担持体に対向して配置され、回転することで前記像担持体に形成された静電潜像を現像する現像位置に現像剤を搬送する現像ローラと、

前記現像ローラに対向して配置され、回転することで前記現像容器内の現像剤を前記現像ローラに供給する供給ローラと、

前記供給ローラに対向して配置され、前記供給ローラに担持される現像剤の量を規制する規制部材と、

前記現像ローラの内部に非回転に固定して配置された第 1 マグネットと、

前記供給ローラの内部に非回転に固定して配置された第 2 マグネットであって、前記供給ローラが前記現像ローラと対向する位置に配置された第 1 の磁極と、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも下流に配置された第 2 の磁極と、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも上流且つ前記第 2 の磁極よりも下流に且つ前記第 2 の磁極と隣り合って配置され、前記第 2 の磁極とは同極である第 3 の磁極とを有する第 2 マグネットと、を備え、

前記現像容器は、前記供給ローラの一部と対向する位置に壁部を有し、

前記供給ローラの回転方向に関して、前記第 2 の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも下流且つ前記第 3 の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも上流で、前記供給ローラの表面における法線方向の磁気吸引力が 0 となる最上流位置と最下流位置との間の区間を低磁力区間とした場合に、

前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転中心よりも鉛直方向上方に位置し、且つ、前記壁部と対向しており、

前記低磁力区間の前記最上流位置において、前記供給ローラの表面における接線方向の磁束密度 B_t の絶対値が、前記供給ローラの表面における法線方向の磁束密度 B_r の絶対値よりも大きいことを特徴とする現像装置。

【請求項 2】

前記接線方向の磁束密度 B_t の絶対値と、前記法線方向の磁束密度 B_r の絶対値との比である B_t / B_r が、1.35 以上であ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】

前記接線方向の磁束密度 B_t の絶対値と、前記法線方向の磁束密度 B_r の絶対値との比である B_t / B_r が、1.7 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の現像装置。

【請求項 4】

前記供給ローラの回転方向に関して、前記低磁力区間の前記最上流位置から前記低磁力区間の 1/2 の地点までの間において、前記接線方向の磁束密度 B_t の方向が反転しないことを特徴とする請求項 1 ないし 3 の何れか 1 項に記載の現像装置。

【請求項 5】

前記供給ローラの回転方向に関して、前記低磁力区間の前記最上流位置から前記低磁力区間の下流側の 1/3 の地点までの間において、前記接線方向の磁束密度 B_t の方向が反転しないことを特徴とする請求項 1 ないし 3 の何れか 1 項に記載の現像装置。

【請求項 6】

前記供給ローラの回転方向に関して、前記低磁力区間の前記最上流位置から前記低磁力区間の下流側の 1/4 の地点までの間において、前記接線方向の磁束密度 B_t の方向が反転しないことを特徴とする請求項 1 ないし 3 の何れか 1 項に記載の現像装置。

【請求項 7】

前記第 2 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第 3 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積の 1.5 倍以上であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 の何れか 1 項に記載の現像装置。

【請求項 8】

前記第 2 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、前

10

20

30

40

50

記第 3 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積の 1.8 倍以上であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 の何れか 1 項に記載の現像装置。

【請求項 9】

前記第 2 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第 3 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積の 1.5 倍以上であることを特徴とする請求項 4 に記載の現像装置。

【請求項 10】

前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転方向に関し、前記供給ローラの回転中心を通る水平線に対して 3° 以上上流に位置することを特徴とする請求項 1 に記載の現像装置。

10

【請求項 11】

前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転方向に関し、前記供給ローラの回転中心を通る水平線に対して 6° 以上上流に位置することを特徴とする請求項 1 に記載の現像装置。

【請求項 12】

前記第 2 マグネットは、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも上流且つ前記第 3 の磁極よりも下流に且つ前記第 3 の磁極と隣り合って配置され、前記第 3 の磁極とは異極である第 4 の磁極を有し、

前記第 4 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第 3 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積の 1.25 倍以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の現像装置。

20

【請求項 13】

前記第 2 マグネットは、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも上流且つ前記第 3 の磁極よりも下流に且つ前記第 3 の磁極と隣り合って配置され、前記第 3 の磁極とは異極である第 4 の磁極を有し、

前記第 4 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第 3 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積の 1.5 倍以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の現像装置。

【請求項 14】

前記第 1 マグネットは、前記第 2 マグネットの前記第 1 の磁極と前記供給ローラ及び前記現像ローラを介して対向する位置に、前記第 1 の磁極とは異極である第 5 の磁極を有することを特徴とする請求項 1 に記載の現像装置。

30

【請求項 15】

トナーとキャリアを含む現像剤を収容する現像容器と、

像担持体に対向して配置され、回転することで前記像担持体に形成された静電潜像を現像する現像位置に現像剤を搬送する現像ローラと、

前記現像ローラに対向して配置され、回転することで前記現像容器内の現像剤を前記現像ローラに供給する供給ローラと、

前記供給ローラに対向して配置され、前記供給ローラに担持される現像剤の量を規制する規制部材と、

40

前記現像ローラの内部に非回転に固定して配置された第 1 マグネットと、

前記供給ローラの内部に非回転に固定して配置された第 2 マグネットであって、前記供給ローラが前記現像ローラと対向する位置に配置された第 1 の磁極と、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも下流に配置された第 2 の磁極と、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも上流且つ前記第 2 の磁極よりも下流に且つ前記第 2 の磁極と隣り合って配置され、前記第 2 の磁極とは同極である第 3 の磁極とを有する第 2 マグネットと、を備え、

前記現像容器は、前記供給ローラの一部と対向する位置に壁部を有し、

前記供給ローラの回転方向に関して、前記第 2 の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも下流且つ前記第 3 の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よ

50

りも上流で、前記供給ローラの表面における法線方向の磁気吸引力が0となる最上流位置と最下流位置との間の区間を低磁力区間とした場合に、

前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転中心よりも鉛直方向上方に位置し、且つ、前記壁部と対向しており、

前記供給ローラの回転方向に関して、前記低磁力区間の前記最上流位置から前記低磁力区間の1/2の地点までの間において、前記供給ローラの表面における接線方向の磁束密度Bの方向が反転しないことを特徴とする現像装置。

【請求項16】

前記供給ローラの回転方向に関して、前記低磁力区間の前記最上流位置から前記低磁力区間の下流側の1/3の地点までの間において、前記接線方向の磁束密度Bの方向が反転しないことを特徴とする請求項15に記載の現像装置。

10

【請求項17】

前記供給ローラの回転方向に関して、前記低磁力区間の前記最上流位置から前記低磁力区間の下流側の1/4の地点までの間において、前記接線方向の磁束密度Bの方向が反転しないことを特徴とする請求項15に記載の現像装置。

【請求項18】

前記第2の磁極の前記供給ローラの表面における法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第3の磁極の前記法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積の1.5倍以上であることを特徴とする請求項15ないし17の何れか1項に記載の現像装置。

20

【請求項19】

前記第2の磁極の前記供給ローラの表面における法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第3の磁極の前記法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積の1.8倍以上であることを特徴とする請求項15ないし17の何れか1項に記載の現像装置。

【請求項20】

前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転方向に関し、前記供給ローラの回転中心を通る水平線に対して3°以上上流に位置することを特徴とする請求項15に記載の現像装置。

【請求項21】

前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転方向に関し、前記供給ローラの回転中心を通る水平線に対して6°以上上流に位置することを特徴とする請求項15に記載の現像装置。

30

【請求項22】

前記第2マグネットは、前記供給ローラの回転方向に関して前記第1の磁極よりも上流且つ前記第3の磁極よりも下流に且つ前記第3の磁極と隣り合って配置され、前記第3の磁極とは異極である第4の磁極を有し、

前記第4の磁極の前記供給ローラの表面における法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第3の磁極の前記法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積の1.25倍以上であることを特徴とする請求項15に記載の現像装置。

40

【請求項23】

前記第2マグネットは、前記供給ローラの回転方向に関して前記第1の磁極よりも上流且つ前記第3の磁極よりも下流に且つ前記第3の磁極と隣り合って配置され、前記第3の磁極とは異極である第4の磁極を有し、

前記第4の磁極の前記供給ローラの表面における法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第3の磁極の前記法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積の1.5倍以上であることを特徴とする請求項15に記載の現像装置。

【請求項24】

前記第1マグネットは、前記第2マグネットの前記第1の磁極と前記供給ローラ及び前記現像ローラを介して対向する位置に、前記第1の磁極とは異極である第5の磁極を有す

50

ることを特徴とする請求項 15 に記載の現像装置。

【請求項 25】

トナーとキャリアを含む現像剤を収容する現像容器と、

像担持体に対向して配置され、回転することで前記像担持体に形成された静電潜像を現像する現像位置に現像剤を搬送する現像ローラと、

前記現像ローラに対向して配置され、回転することで前記現像容器内の現像剤を前記現像ローラに供給する供給ローラと、

前記供給ローラに対向して配置され、前記供給ローラに担持される現像剤の量を規制する規制部材と、

前記現像ローラの内部に非回転に固定して配置された第 1 マグネットと、

前記供給ローラの内部に非回転に固定して配置された第 2 マグネットであって、前記供給ローラが前記現像ローラと対向する位置に配置された第 1 の磁極と、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも下流に配置された第 2 の磁極と、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも上流且つ前記第 2 の磁極よりも下流に且つ前記第 2 の磁極と隣り合って配置され、前記第 2 の磁極とは同極である第 3 の磁極とを有する第 2 マグネットと、を備え、

前記現像容器は、前記供給ローラの一部と対向する位置に壁部を有し、

前記供給ローラの回転方向に関して、前記第 2 の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも下流且つ前記第 3 の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも上流で、前記供給ローラの表面における法線方向の磁気吸引力が 0 となる最上流位置と最下流位置との間の区間を低磁力区間とした場合に、

前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転中心よりも鉛直方向上方に位置し、且つ、前記壁部と対向しており、

前記第 2 の磁極の前記供給ローラの表面における法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第 3 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積の 1.5 倍以上であることを特徴とする記載の現像装置。

【請求項 26】

前記第 2 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第 3 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積の 1.8 倍以上であることを特徴とする請求項 25 に記載の現像装置。

【請求項 27】

前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転方向に関し、前記供給ローラの回転中心を通る水平線に対して 3° 以上上流に位置することを特徴とする請求項 25 に記載の現像装置。

【請求項 28】

前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転方向に関し、前記供給ローラの回転中心を通る水平線に対して 6° 以上上流に位置することを特徴とする請求項 25 に記載の現像装置。

【請求項 29】

前記第 2 マグネットは、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも上流且つ前記第 3 の磁極よりも下流に且つ前記第 3 の磁極と隣り合って配置され、前記第 3 の磁極とは異極である第 4 の磁極を有し、

前記第 4 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第 3 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積の 1.25 倍以上であることを特徴とする請求項 25 に記載の現像装置。

【請求項 30】

前記第 2 マグネットは、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも上流且つ前記第 3 の磁極よりも下流に且つ前記第 3 の磁極と隣り合って配置され、前記第 3 の磁極とは異極である第 4 の磁極を有し、

前記第 4 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、前

10

20

30

40

50

記第 3 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積の 1.5 倍以上であることを特徴とする請求項 25 に記載の現像装置。

【請求項 31】

前記第 1 マグネットは、前記第 2 マグネットの前記第 1 の磁極と前記供給ローラ及び前記現像ローラを介して対向する位置に、前記第 1 の磁極とは異極である第 5 の磁極を有することを特徴とする請求項 25 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、複写機、プリンタ、ファクシミリ、これらの複数の機能を有する複合機などの画像形成装置に用いられる現像装置に関する。 10

【背景技術】

【0002】

現像装置では、従来から、非磁性粒子のトナーと磁性粒子のキャリアを含む 2 成分現像剤（以下、現像剤と略称する）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、像担持体としての感光ドラムに対向配置される現像回転体としての現像ローラと、現像ローラに対向配置される供給回転体としての供給ローラとを有する、所謂ハイブリッド現像方式を用いた構成が提案されている（特許文献 1、2）。

【0003】

このようなハイブリッド現像方式を用いた現像装置では、内部にマグネットを配置した供給ローラに現像剤を担持し、供給ローラの回転によって搬送された現像剤から現像ローラ上にトナー層を形成し、現像ローラから感光ドラム上の静電潜像をトナーにより現像する。 20

【0004】

特許文献 1 に記載された現像装置では、供給ローラの内部に配置されたマグネットは、現像ローラと対向する位置に第 1 の磁極が配置されている。また、マグネットには、供給ローラの回転方向に関して、第 1 の磁極の下流側に供給ローラから現像剤を剥離するための第 2 の磁極が、第 2 の磁極の下流に隣接して現像容器から現像剤を供給ローラに汲み上げるための第 3 の磁極が配置されている。そして、第 2 の磁極と第 3 の磁極との間に低磁力区間を設けている。また、特許文献 2 に記載された現像装置では、低磁力区間と対向する位置に、現像容器の壁部が対向配置されている。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 198582 号公報

【特許文献 2】特開 2017 - 21278 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ここで、供給ローラの回転方向に関して第 2 の磁極が比較的下流に位置し、低磁力区間の最上流位置が供給ローラの回転中心よりも下に位置する場合、低磁力区間において供給ローラから引き剥がされた現像剤は、供給ローラの回転に伴い回転方向下流にある第 3 の磁極に向かって力を受けやすい。すると、トナーを消費してトナーが不足した現像剤が、供給ローラから引き剥がされた後に第 3 の磁極の磁力により再度、供給ローラに引き付けられてしまう連れ回りが発生しやすくなる。このような現像剤の連れ回りが発生すると、トナーの比率が少ない現像剤から現像ローラにトナーを供給することになり、出力画像の品質が低下してしまう。 40

【0007】

一方、供給ローラの回転方向に関して第 2 の磁極が比較的上流に位置し、低磁力区間の最上流位置が供給ローラの回転中心よりも上に位置する場合であっても、特許文献 2 に記 50

載のように、低磁力区間に対向して壁部が存在すると、連れ回りが発生しやすくなる。即ち、低磁力区間の最上流位置が供給ローラの回転中心よりも上に位置する場合、供給ローラから引き剥がされた現像剤は、供給ローラの回転に伴い供給ローラから離れる方向に力を受けやすい。この時、供給ローラから引き剥がされた現像剤が壁部に当たって跳ね返り、再び供給ローラの方に飛んでくる虞がある。この結果、このような構成でも、連れ回りが発生しやすくなり、出力画像の品質低下が生じてしまう可能性がある。

【0008】

本発明は、ハイブリッド現像方式の現像装置において、現像剤の連れ回りを抑制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】

【0009】

本発明の現像装置は、トナーとキャリアを含む現像剤を収容する現像容器と、像担持体に対向して配置され、回転することで前記像担持体に形成された静電潜像を現像する現像位置に現像剤を搬送する現像ローラと、前記現像ローラに対向して配置され、回転することで前記現像容器内の現像剤を前記現像ローラに供給する供給ローラと、前記供給ローラに対向して配置され、前記供給ローラに担持される現像剤の量を規制する規制部材と、前記現像ローラの内部に非回転に固定して配置された第1マグネットと、前記供給ローラの内部に非回転に固定して配置された第2マグネットであって、前記供給ローラが前記現像ローラと対向する位置に配置された第1の磁極と、前記供給ローラの回転方向に関して前記第1の磁極よりも下流に配置された第2の磁極と、前記供給ローラの回転方向に関して前記第1の磁極よりも上流且つ前記第2の磁極よりも下流に且つ前記第2の磁極と隣り合
20
って配置され、前記第2の磁極とは同極である第3の磁極とを有する第2マグネットと、を備え、前記現像容器は、前記供給ローラの一部と対向する位置に壁部を有し、前記供給ローラの回転方向に関して、前記第2の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも下流且つ前記第3の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも上流で、前記供給ローラの表面における法線方向の磁気吸引力が0となる最上流位置と最下流位置との間の区間を低磁力区間とした場合に、前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転中心よりも鉛直方向上方に位置し、且つ、前記壁部と対向しており、前記低磁力区間の前記最上流位置において、前記供給ローラの表面における接線方向の磁束密度 B_t の絶対値が、前記供給ローラの表面における法線方向の磁束密度 B_r の絶対値より
30
も大きいことを特徴とする。

【0010】

また、本発明の現像装置は、トナーとキャリアを含む現像剤を収容する現像容器と、像担持体に対向して配置され、回転することで前記像担持体に形成された静電潜像を現像する現像位置に現像剤を搬送する現像ローラと、前記現像ローラに対向して配置され、回転することで前記現像容器内の現像剤を前記現像ローラに供給する供給ローラと、前記供給ローラに対向して配置され、前記供給ローラに担持される現像剤の量を規制する規制部材と、前記現像ローラの内部に非回転に固定して配置された第1マグネットと、前記供給ローラの内部に非回転に固定して配置された第2マグネットであって、前記供給ローラが前記現像ローラと対向する位置に配置された第1の磁極と、前記供給ローラの回転方向に
40
関して前記第1の磁極よりも下流に配置された第2の磁極と、前記供給ローラの回転方向に
関して前記第1の磁極よりも上流且つ前記第2の磁極よりも下流に且つ前記第2の磁極と隣り合
って配置され、前記第2の磁極とは同極である第3の磁極とを有する第2マグネットと、を備え、前記現像容器は、前記供給ローラの一部と対向する位置に壁部を有し、前記供給ローラの回転方向に関して、前記第2の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも下流且つ前記第3の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも上流で、前記供給ローラの表面における法線方向の磁気吸引力が0となる最上流位置と最下流位置との間の区間を低磁力区間とした場合に、前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転中心よりも鉛直方向上方に位置し、且つ、前記壁部と対向しており、前記供給ローラの回転方向に関して、前記低磁力区間の前記最上流位置から前記低磁力
50

区間の 1 / 2 の地点までの間において、前記供給ローラの表面における接線方向の磁束密度 B の方向が反転しないことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の現像装置は、トナーとキャリアを含む現像剤を収容する現像容器と、像担持体に対向して配置され、回転することで前記像担持体に形成された静電潜像を現像する現像位置に現像剤を搬送する現像ローラと、前記現像ローラに対向して配置され、回転することで前記現像容器内の現像剤を前記現像ローラに供給する供給ローラと、前記供給ローラに対向して配置され、前記供給ローラに担持される現像剤の量を規制する規制部材と、前記現像ローラの内部に非回転に固定して配置された第 1 マグネットと、前記供給ローラの内部に非回転に固定して配置された第 2 マグネットであって、前記供給ローラが前記現像ローラと対向する位置に配置された第 1 の磁極と、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも下流に配置された第 2 の磁極と、前記供給ローラの回転方向に関して前記第 1 の磁極よりも上流且つ前記第 2 の磁極よりも下流に且つ前記第 2 の磁極と隣り合って配置され、前記第 2 の磁極とは同極である第 3 の磁極とを有する第 2 マグネットと、を備え、前記現像容器は、前記供給ローラの一部と対向する位置に壁部を有し、前記供給ローラの回転方向に関して、前記第 2 の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも下流且つ前記第 3 の磁極の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも上流で、前記供給ローラの表面における法線方向の磁気吸引力が 0 となる最上流位置と最下流位置との間の区間を低磁力区間とした場合に、前記低磁力区間の前記最上流位置は、前記供給ローラの回転中心よりも鉛直方向上方に位置し、且つ、前記壁部と対向しており、前記第 2 の磁極の前記供給ローラの表面における法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、前記第 3 の磁極の前記法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積の 1.5 倍以上であることを特徴とする。

10

20

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、ハイブリッド現像方式の現像装置において、現像剤の連れ回りを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】実施形態に係る画像形成装置の概略構成断面図。

30

【図 2】実施形態に係る現像装置の概略構成断面図。

【図 3】比較例 1 に係る現像装置の、(a) 一部を拡大した概略構成断面図、(b) 低磁力区間周辺の磁界の様子を示す模式図。

【図 4】比較例 2 に係る現像装置の、(a) 一部を拡大した概略構成断面図、(b) 低磁力区間周辺の磁界の様子を示す模式図。

【図 5】実施形態に係る現像装置の、(a) 一部を拡大した概略構成断面図、(b) 低磁力区間周辺の磁界の様子を示す模式図。

【図 6】比較例 2 に係る供給ローラ内部のマグネットローラの磁束密度分布と磁気吸引力分布を示すグラフ。

【図 7】実施例 1 に係る供給ローラ内部のマグネットローラの磁束密度分布と磁気吸引力分布を示すグラフ。

40

【図 8】実施例 2 に係る供給ローラ内部のマグネットローラの磁束密度分布と磁気吸引力分布を示すグラフ。

【図 9】実施例 3 に係る供給ローラ内部のマグネットローラの磁束密度分布と磁気吸引力分布を示すグラフ。

【図 10】実施例 4 に係る供給ローラ内部のマグネットローラの磁束密度分布と磁気吸引力分布を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

実施形態について、図 1 ないし図 7 を用いて説明する。なお、本実施形態では、現像装

50

置を、画像形成装置の一例としてタンデム型のフルカラープリンタに適用した場合について説明している。

【0015】

[画像形成装置]

まず、本実施形態の画像形成装置100の概略構成について、図1を用いて説明する。図1に示す画像形成装置100は、装置本体内に4色（イエロー、マゼンタ、シアン、ブラック）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6の回転方向に沿って配置した中間転写タンデム方式としている。画像形成装置100は、装置本体に接続された不図示の原稿読み取り装置又は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S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

【0016】

トナー像の形成プロセスについて説明する。まず、画像形成部PY、PM、PC、PKについて説明する。但し、画像形成部PY、PM、PC、PKは、トナーの色がイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックと異なる以外、ほぼ同一に構成される。そこで、以下では代表してイエローの画像形成部PYを例に説明し、その他の画像形成部PM、PC、PKについては説明を省略する。

【0017】

画像形成部PYは、主に感光ドラム1、帯電装置2、現像装置4、除電装置5、クリーニング装置8等から構成される。本実施形態では、各画像形成部PY、PM、PC、PKの上方に中間転写ベルト6が、下方に露光装置3が配置されている。像担持体及び感光体としての感光ドラム1は、アルミニウムシリンダの外周面に負極性又は正極性の帯電極性を持つよう形成された感光層を有し、所定のプロセススピード（周速度）で図中矢印R2方向に回転する。

20

【0018】

帯電装置2は、感光ドラム1の表面を、例えば、感光ドラム1の帯電特性に応じた一様な負極性又は正極性の暗部電位に帯電させる。本実施形態では、帯電装置2を感光ドラム1の表面に接触して回転する帯電ローラとしている。感光ドラム1の表面では、帯電後、露光装置（レーザスキャナ）3によって画像情報に基づいて静電潜像（静電像）が形成される。感光ドラム1は、形成された静電潜像を担持して、周回移動し、現像装置4によってトナーで現像される。現像装置4の詳細な構成については、後述する。画像形成で消費された現像剤中のトナーは、不図示のトナーカートリッジからキャリアと共に補給される。

30

【0019】

現像されたトナー像は、感光ドラム1と中間転写ベルト6を挟んで対向配置される一次転写ローラ61により所定の加圧力及び一次転写バイアスが与えられ、中間転写ベルト6上に一次転写される。一次転写後の感光ドラム1は、除電装置5によって表面を除電される。クリーニング装置8は、一次転写後の感光ドラム1の表面に残留する転写残留トナー等の残留物を清掃する。

40

【0020】

中間転写ベルト6は、張架ローラ62、二次転写内ローラ63によって張架されている。中間転写ベルト6は、駆動ローラでもある二次転写内ローラ63によって図中矢印R1方向へと移動するように駆動される。上述の画像形成部PY、PM、PC、PKにより処理される各色の画像形成プロセスは、中間転写ベルト6上に一次転写された移動方向上流の色のトナー像上に順次重ね合わせるタイミングで行われる。その結果、最終的にはフルカラーのトナー像が中間転写ベルト6上に形成され、二次転写部T2へと搬送される。二次転写部T2は、中間転写ベルト6の二次転写内ローラ63に張架された部分と二次転写外ローラ64とにより形成される転写ニップ部である。なお、二次転写部T2を通過した

50

後の転写残トナーは、不図示のベルトクリーニング装置によって中間転写ベルト6から除去される。

【0021】

二次転写部T2まで送られて来るトナー像の形成プロセスに対して、同様のタイミングで二次転写部T2までの記録材Sの搬送プロセスが実行される。搬送プロセスでは、記録材Sは、シートカセット11から給送され、画像形成タイミングに合わせて二次転写部T2へと送られる。二次転写部T2では、二次転写内ローラ63に二次転写電圧が印加される。

【0022】

以上の画像形成プロセス及び搬送プロセスにより、二次転写部T2において中間転写ベルト6から記録材Sにトナー像が二次転写される。その後、記録材Sは定着装置7へと搬送され、定着装置7により加熱及び加圧されることにより、トナー像が記録材S上に溶融固着される。こうしてトナー像が定着された記録材Sは、排出口ローラ12により不図示の排出トレイに排出される。

10

【0023】

[二成分現像剤]

次に、本実施形態にて用いられる現像剤について説明する。本実施形態では、現像剤として、非磁性トナー粒子(トナー)と磁性キャリア粒子(キャリア)を含むキャリアに対するトナーの混合被覆率が8.0重量%である二成分現像剤を使用している。トナーは、結着樹脂、着色剤、及び、必要に応じてその他の添加剤を含む着色樹脂粒子であり、その表面にコロイダルシリカ微粉末のような外添剤が外添されている。トナーは、例えば、感光ドラム1の帯電特性に応じた負帯電性又は正帯電性のポリエステル系樹脂であり、体積平均粒径は約7.0 μm である。キャリアは、例えば表面が酸化処理された鉄、ニッケル、コバルト等の磁性金属粒子からなり、体積平均粒径は約40 μm 以上50 μm 以下である。

20

【0024】

本実施形態では、現像剤として、キャリアが重量平均径45 μm のMn-Mgを主成分とし、飽和磁化がMSV法により求められる値で60emu/gのものを用い、トナーはコールターカウンターにて測定される体積分布の中位径で、7 μm の粒子を用いた。そして、トナーとキャリアを、トナー濃度が12%になるよう混合したものを現像剤として用いた。トナーの帯電特性は正帯電性である。

30

【0025】

[現像装置]

次に、現像装置4について、図2を用いて詳細に説明する。本実施形態の現像装置4は、供給ローラ51上に形成された二成分現像剤による磁気ブラシで、現像ローラ50上にトナーのみの薄層を形成し、現像ローラ50に印加される直流と交流とを重畳した現像バイアスにより、トナーを感光ドラム1上に形成された静電潜像に飛翔させて現像を行う、所謂、タッチダウン現像方式の現像装置である。

【0026】

図2に示すように、現像装置4は、現像容器40と、現像回転体としての現像ローラ50と、供給回転体としての供給ローラ51とを備えている。現像容器40は、ハウジング70と、ハウジング70の下部に配置された現像剤収容部40aとを有する。ハウジング70は、壁部71と、開口72とを有する。壁部71は、供給ローラ51の一部と対向する位置に配置されている。本実施形態の場合、供給ローラ51を挟んで、後述する規制ブレード52と反対側に壁部71が位置する。壁部71は、この位置で、供給ローラ51の外周面に沿うように配置されている。開口72は、現像容器40の感光ドラム1と対向する位置に形成されており、現像ローラ50が開口72を介して感光ドラム1と対向する。

40

【0027】

現像剤収容部40aには、非磁性トナー及び磁性キャリアを含む現像剤が収容される。現像剤収容部40aは、第1室としての現像室42と、第2室としての攪拌室43と、仕

50

切り壁としての隔壁 4 1 とを有する。攪拌室 4 3 は、水平方向から見て現像室 4 2 と少なくとも一部が重なるように現像室 4 2 と隣接して配置される。隔壁 4 1 は、現像室 4 2 と攪拌室 4 3 とを仕切る。隔壁 4 1 には、長手方向（現像ローラ 5 0 及び供給ローラ 5 1 の回転軸線方向）の両端側に、現像室 4 2 と攪拌室 4 3 とを連通させる連通部としての開口部が形成されている。現像剤収容部 4 0 a は、隔壁 4 1 に設けられた開口部を介して現像室 4 2 と攪拌室 4 3 とで現像剤を循環させる循環経路を形成する。

【 0 0 2 8 】

本実施形態では、現像剤収容部 4 0 a 内の略中央部に隔壁 4 1 を設けている。これにより、現像剤収容部 4 0 a は、現像室 4 2 と攪拌室 4 3 とが水平方向に隣接するように隔壁 4 1 によって区画されている。現像室 4 2 及び攪拌室 4 3 には、現像剤を攪拌して循環させるために回転可能な第 1 搬送スクリュ 4 4 及び第 2 搬送スクリュ 4 5 が、それぞれ配置されている。

10

【 0 0 2 9 】

第 1 搬送部材としての第 1 搬送スクリュ 4 4 は、現像室 4 2 内（第 1 室内）の底部に供給ローラ 5 1 の回転軸線方向（長手方向）に沿って、供給ローラ 5 1 とほぼ平行に対向して配置されている。第 1 搬送スクリュ 4 4 は、回転軸 4 4 a と、回転軸 4 4 a の周囲に螺旋状に設けられた羽根 4 4 b とを有する。第 2 搬送部材としての第 2 搬送スクリュ 4 5 は、攪拌室 4 3 内（第 2 室内）の底部に第 1 搬送スクリュ 4 4 とほぼ平行に配置されている。第 2 搬送スクリュ 4 5 は、回転軸 4 5 a と、回転軸 4 5 a の周囲に螺旋状に設けられた羽根 4 5 b とを有する。

20

【 0 0 3 0 】

第 1 搬送スクリュ 4 4 及び第 2 搬送スクリュ 4 5 が、それぞれ矢印 R 4、R 3 方向に回転することで、現像室 4 2 及び攪拌室 4 3 内でそれぞれ現像剤が搬送される。第 1 搬送スクリュ 4 4 及び第 2 搬送スクリュ 4 5 の回転によって搬送された現像剤は、隔壁 4 1 の両端部の開口部を通じて現像室 4 2 と攪拌室 4 3 とを循環する。トナーは、第 1 搬送スクリュ 4 4 及び第 2 搬送スクリュ 4 5 によって攪拌されることにより、キャリアと摺擦して負極性又は正極性に摩擦帯電される。

【 0 0 3 1 】

図 2 に示すように、現像ローラ 5 0 及び供給ローラ 5 1 は、ハウジング 7 0 の内部で、現像室 4 2 及び攪拌室 4 3 よりも鉛直方向上方に配置されている。現像ローラ 5 0 は、供給ローラ 5 1 の回転軸線方向から見て供給ローラ 5 1 の斜め上方で感光ドラム 1 との間で設けられている。即ち、現像ローラ 5 0 は、その回転軸線が供給ローラ 5 1 の回転軸線よりも上方に位置するように配置されている。供給ローラ 5 1 と現像ローラ 5 0 とは、回転軸線をほぼ平行にして、最近接位置 P 1 において互いに対向して配置されている。最近接位置 P 1 は、供給ローラ 5 1 と現像ローラ 5 0 の回転中心同士を結んだ線上で、供給ローラ 5 1 と現像ローラ 5 0 とが対向する位置である。現像ローラ 5 0 は、ハウジング 7 0 の開口 7 2 側において感光ドラム 1 に対向している。現像ローラ 5 0 及び供給ローラ 5 1 は、それぞれ回転軸線周りに関して回動自在に設けられている。現像ローラ 5 0 及び供給ローラ 5 1 は、図 2 中の反時計回り（矢印 R 6、R 5 方向）に回転駆動される。即ち、現像ローラ 5 0 及び供給ローラ 5 1 は、最近接位置 P 1 で反対方向（逆方向）に回転すると共に回転速度を可変としている。

30

40

【 0 0 3 2 】

供給ローラ 5 1 は、図 2 において反時計方向に回転する非磁性の円筒状のローラであり、内周側に設けられた磁界発生手段及び第 2 マグネットである回転しない円筒状のマグネットローラ 5 1 a の周囲を回転可能に設けられている。即ち、マグネットローラ 5 1 a は、供給ローラ 5 1 の内部に非回転に固定して配置されている。マグネットローラ 5 1 a は、5 つのピースを有し、それぞれ供給ローラ 5 1 に対向する表面に、供給ローラの回転方向に関して順番に配置された汲み上げ極（第 3 の磁極）S 2、規制極（第 4 の磁極）N 2、保持極 S 1、主極（第 1 の磁極）N 1、剥離極（第 2 の磁極）S 3 を有している。なお、本実施形態は 5 極からなるマグネットローラを用いているが、5 極以外でも構わなく、

50

例えば7極からなるマグネットローラであっても良い。

【0033】

主極N1は、供給ローラ51が現像ローラ50と対向する位置に配置され、後述する現像ローラ50内のマグネットローラ50aの受け取り極S4とは異極性である。保持極S1は、供給ローラ51の回転方向に関して、主極N1の上流に隣接して配置され、主極N1と異極性である。規制極N2は、供給ローラ51の回転方向に関して、保持極S1の上流に隣接した位置で、後述する規制ブレード52が供給ローラ51と対向する位置に配置され、主極N1と同極性である。汲み上げ極S2は、規制極N2の上流に隣接して配置され、規制極N2と異極性であり、現像剤収容部40aから現像剤を供給ローラ51に汲み上げるための磁極である。具体的には、汲み上げ極S2は、現像室42の上方に第1搬送

10

【0034】

供給ローラ51は、非磁性のトナー及び磁性のキャリアを有する現像剤を担持して、現像ローラ50との最近接位置P1に回転搬送する。即ち、供給ローラ51は、現像ローラ50に対向して配置され、回転することで現像剤収容部40a内（現像容器内）の現像剤を現像ローラ50に供給する。供給ローラ51は、例えば、外周面に回転軸線方向に沿った溝形状の凹部が周方向に周期的に複数配置されている。これら複数の凹部は、供給ローラ51に担持した現像剤の搬送を補助する。

20

【0035】

規制部材としての規制ブレード52は、供給ローラ51の回転方向に関して、現像ローラ50と対向する位置（最近接位置P1）よりも上流に配置され、供給ローラ51に担持される現像剤の量を規制する。即ち、規制ブレード52は、板状の部材であり、先端がマグネットローラ51aの規制極N2が配置された供給ローラ51の外周面に対向するように現像容器40に設けられている。規制ブレード52の先端と供給ローラ51の外周面との間には、所定の隙間を設けている。そして、供給ローラ51の表面に担持された現像剤の磁気穂が規制ブレード52に穂切りされることで、現像剤の層厚が規制される。具体的には、規制ブレード52は、供給ローラ51の長手方向に配置した金属板（例えばステン

30

【0036】

現像ローラ50は、感光ドラム1に対向して配置され、回転することで感光ドラム1に形成された静電潜像を現像する現像位置に現像剤を搬送する。即ち、現像ローラ50は、図2において反時計回り方向に回転する非磁性のローラであり、内周側に設けられた1つの受け取り極（第5の磁極）S4を持つ回転しない第1マグネットとしてのマグネットローラ50aの周囲を回転可能に設けられている。現像ローラ50は、トナーを担持して回転することで感光ドラム1に対向する対向領域である現像領域P2において、感光ドラム1上の静電潜像を現像可能である。供給ローラ51と現像ローラ50とは、その最近接位置P1において所定のギャップをもって対向している。現像ローラ50内のマグネットローラ50aの受け取り極S4は、供給ローラ51及び現像ローラ50を介して対向する主極N1と異極性である。

40

【0037】

供給ローラ51には、直流電圧と交流電圧とが重畳された供給バイアスが印加されている。また、現像ローラ50にも、直流電圧と交流電圧とが重畳された現像バイアスが印加

50

されている。現像バイアスおよび供給バイアスは電圧印加部の一例としてのバイアス電源からバイアス制御回路を経由して現像ローラ50及び供給ローラ51に印加される。即ち、バイアス電源は、現像ローラ50と供給ローラ51との間に直流成分及び交流成分を含む電圧を印加する。供給ローラ51に印加される電圧と現像ローラ50に印加される電圧との電位差によって、トナーは供給ローラ51から現像ローラ50に供給されると共に、交流成分の効果により現像終了後の現像ローラ50上のトナーは供給ローラ51に回収される。

【0038】

即ち、現像ローラ50上で現像に用いられずに残ったトナーは、再び現像ローラ50と供給ローラ51との最近接位置P1に搬送され、供給ローラ51上の磁気穂によって摺擦されて供給ローラ51に回収される。磁気穂は、供給ローラ51の回転方向下流側に配置された剥離極S3及び汲み上げ極S2が反発することによって作られた剥離領域（低磁力区間）にて、供給ローラ51から剥離される。剥離された現像剤は、現像室42内に落下して、現像容器40内を循環している現像剤と攪拌及び搬送され、再び汲み上げ極S2に吸着されて供給ローラ51により搬送される。

10

【0039】

トナー遮蔽部材53は、導電性の円柱形状の部材で、現像ローラ50に対向して配置されると共に、供給ローラ51と同電位の電圧が印加されている。これにより、トナー遮蔽部材53と現像ローラ50を通過するトナーは、現像ローラ50に押し付けられるため、通過量が抑制される。その結果、供給ローラ51と現像ローラ50との最近接位置P1で発生した飛散トナーが、トナー遮蔽部材53と現像ローラ50の間を通過して開口72から現像装置4の外部に漏れ出し、画像形成装置100の内部が汚れてしまうことを抑制できる。

20

【0040】

上述したように、供給ローラ51内部のマグネットローラ51aは、現像ローラ50に略対向する位置に主極（現像極或いは受け渡し極）N1がある。そして、この主極N1から反時計周りを回転方向とすると、主極N1の回転方向上流側に保持極（搬送極）S1があり、規制ブレード52と略対向する位置に規制極（穂切り極）N2が、その規制極N2のさらに上流側に汲み上げ極S2、剥離極（分離極）S3がこの順で配される。汲み上げ極S2と剥離極S3は同極同士であり、汲み上げ極S2の磁束密度のピーク位置と剥離極S3の磁束密度のピーク位置の間には低磁力区間が形成される。

30

【0041】

ここで、低磁力区間は、供給ローラ51上の現像剤中のキャリアが供給ローラ51の内部のマグネットローラ51aによって現像ローラ50方向に受ける磁気力がほぼ0の区間を指す。本実施形態では、低磁力区間は、磁束密度Bの供給ローラ51の表面における法線方向成分である磁束密度 B_r （法線方向の磁束密度 B_r とも呼ぶ）の絶対値が5[mT]以下の区間である。

【0042】

現像ローラ50内部のマグネットローラ50aは1極のみで、供給ローラ51と略対向する位置に供給ローラ51の主極N1と異極同士の関係となる受け取り極S4が配される。本実施形態においては、供給ローラ51の主極N1と現像ローラ50の受け取り極S4は、供給ローラ51と現像ローラ50の最近接位置P1に対して次のように配置されている。即ち、主極N1は、磁束密度のピーク位置が最近接位置P1に対し、供給ローラ51の回転方向R5に関してやや下流となるように配置されている。また、現像ローラ50の受け取り極S4は、磁束密度のピーク位置が最近接位置P1に対し、現像ローラ50の回転方向R6に関して上流となるように配置されている。これは、ゴーストやキャリア付着を防止するためである。

40

【0043】

また、供給ローラ51の規制極N2の磁束密度のピーク位置は、規制ブレード52と対向する位置に対し、供給ローラ51の回転方向R5に関して3～5°上流にズレた位置に

50

設けられている。

【0044】

ここで、本実施例の現像装置4における供給ローラ51と現像ローラ50での現像剤の動きについて説明する。現像室42にある現像剤は、供給ローラ51の汲み上げ極S2によって供給ローラ51に汲み上げられる。汲み上げられた現像剤は、供給ローラ51の矢印R5方向の回転に伴い供給ローラ51に担持搬送され、規制極N2に略対向して配置された規制ブレード52によって現像剤層の厚さが規制される。その後、供給ローラ51の回転に伴い、保持極S1、主極N1へと搬送される。

【0045】

現像ローラ50に略対向した主極N1においては、供給ローラ51と現像ローラ50各々に印加された電圧の効果で、供給ローラ51から現像ローラ50へ現像剤中のトナーが移動する。現像ローラ50は矢印R6方向に回転することで感光ドラム1に対向した位置までトナーを搬送し、感光ドラム1上の静電潜像を現像する。

10

【0046】

主極N1において、現像ローラ50へトナーが移動することで現像剤中のトナーが不足した供給ローラ51上の現像剤は、供給ローラ51の回転に伴い剥離極S3まで搬送され、剥離極S3と汲み上げ極S2間に形成された低磁力区間において、供給ローラ51から現像剤が剥ぎ取られる。剥ぎ取られた現像剤は、現像室42に落下する。落下した現像剤は、第1搬送スクリュ44の攪拌効果により現像室42にある現像剤と混ざりあうことでトナー不足が解消されたうえで、再び供給ローラ51の汲み上げ極S2によって供給ローラ51に汲み上げられる。

20

【0047】

この時、供給ローラ51から剥ぎ取られた現像剤が、現像室42にある現像剤と混ざりあうことなく、そのまま再度供給ローラ51の汲み上げ極S2によって供給ローラ51に汲み上げられる連れ回りが発生すると、この現像剤中のトナーが不足しているため、出力画像の品質低下が生じてしまう虞がある。本実施形態では、このような連れ回りの発生を抑制することを目的としており、以下、本実施形態の構成について比較例を交えながら詳細に説明する。なお、以下の説明で、単に「上流」といった場合には供給ローラ51の回転方向に関して上流を指し、単に「下流」といった場合には供給ローラ51の回転方向に関して下流を指すこととする。

30

【0048】

図3(a)、(b)は比較例1の現像装置4Aについて、図4(a)、(b)は比較例2の現像装置4Bについて、図5(a)、(b)は本実施形態に係る実施例1の現像装置4について、それぞれ示している。図3(a)、図4(a)、図5(a)は、それぞれ供給ローラ51周辺を拡大した断面図である。また、図3(a)、図4(a)、図5(a)では、それぞれ、剥離極S3の磁束密度のピーク位置と汲み上げ極S2の磁束密度のピーク位置の間(即ち、供給ローラ51の回転方向に関して剥離極S3の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも下流且つ汲み上げ極S2の法線方向の磁束密度 B_r が最大となる位置よりも上流)に形成された低磁力区間を点線で囲まれた範囲NM(以下、低磁力区間NMともいう)として示した。

40

【0049】

図3(b)、図4(b)、図5(b)は、供給ローラ51の内部のマグネットローラ51a1、51a2、51aによって形成される磁界の様子を示す模式図である。これらの模式図には、低磁力区間NMにおける磁界の様子を示した。また、これら模式図では、各現像装置4、4A、4Bの円筒状の供給ローラ51の表面を、便宜的に直線で示した。

【0050】

[比較例1]

まず、図3(a)、(b)を用いて、比較例1の現像装置4Aについて説明する。先に述べたように、現像ローラ50へトナーが移動することでトナーが不足した供給ローラ51上の現像剤は、供給ローラ51の回転に伴い剥離極S3まで搬送され、剥離極S3と汲

50

み上げ極 S 2 間に形成された低磁力区間 N M において、供給ローラ 5 1 から現像剤が剥ぎ取られる。

【 0 0 5 1 】

具体的には、供給ローラ 5 1 上の現像剤は、供給ローラ 5 1 の回転に伴い剥離極 S 3 まで搬送され、低磁力区間 N M における上流側の位置において、供給ローラ 5 1 から現像剤が剥ぎ取られる。比較例 1 の現像装置 4 A は、低磁力区間 N M の最上流位置が供給ローラ 5 1 の回転中心よりも鉛直方向下方に位置する。したがって、比較例 1 の現像装置 4 A においては、供給ローラ 5 1 の回転中心よりも下方で現像剤が剥ぎ取られることになる。現像剤が供給ローラ 5 1 の回転中心より下方で剥ぎ取られた場合、供給ローラ 5 1 の回転方向下流にある汲み上げ極 S 2 の磁力により再度、供給ローラ 5 1 に引き付けられてしまう連れ回りが発生しやすくなる。

10

【 0 0 5 2 】

連れ回りの発生のしやすさは、低磁力区間 N M で剥ぎ取られた現像剤がどのような方向に飛翔するかにもよる。この点について、次に説明する。図 3 (b) に示すように、比較例 1 の場合、剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2 の間で磁力線が反発しあうように伸びている。つまり、供給ローラ 5 1 表面から伸びた磁力線は、低磁力区間 N M の上流では剥離極 S 3 の方向に、低磁力区間 N M の下流では汲み上げ極 S 2 の方向に各々伸びている。低磁力区間 N M を形成する 2 つの磁極 (本例の場合は剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2) の磁束密度や半値幅が大きく変わらない場合、このような磁力線の伸び方をする。

【 0 0 5 3 】

通常、供給ローラ 5 1 上の現像剤の磁気ブラシは磁力線に沿って形成される。磁力線は供給ローラ 5 1 上を搬送される磁気ブラシの軌跡を表しているといつてよく、磁気ブラシは磁力線の (供給ローラ 5 1 の回転方向下流側の) 法線方向に向かって進んでいる。したがって、低磁力区間 N M の上流で剥ぎ取られた現像剤は、その位置における磁力線の (供給ローラ 5 1 の回転方向下流側を向いた) 法線方向 (図中の矢印 F 方向) に飛翔する。矢印 F 方向は、供給ローラ 5 1 の回転方向と概ね一致している。したがって、比較例 1 のように現像剤が供給ローラ 5 1 の回転中心より下方で剥ぎ取られた場合、剥ぎ取られた現像剤は供給ローラ 5 1 の回転方向に飛翔するため、供給ローラ 5 1 の回転方向下流にある汲み上げ極 S 2 の磁力により再度、供給ローラ 5 1 に引き付けられてしまう連れ回りが発生しやすくなる。特に、画像形成装置の高速化に伴い、供給ローラ 5 1 を高速で回転した場合に、連れ回りが、より発生しやすくなる。

20

30

【 0 0 5 4 】

[比較例 2]

次に、図 4 (a)、(b) を用いて、比較例 2 の現像装置 4 B について説明する。比較例 2 の現像装置 4 B は、剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2 間に形成された低磁力区間 N M の最上流位置が供給ローラ 5 1 の回転中心よりも鉛直方向上方に位置しており、この点が比較例 1 と異なる。一方、低磁力区間 N M における磁界の様子は、比較例 1 と概ね同様である。これは低磁力区間 N M を形成する 2 つの磁極 (本例の場合は剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2) の磁束密度や半値幅が比較例 1 と大きく変わっていないからである。

【 0 0 5 5 】

低磁力区間 N M の上流で剥ぎ取られた現像剤が飛翔する方向を図 4 (a)、(b) に矢印 F で示した。図 4 (a) を見ると、低磁力区間 N M を供給ローラ 5 1 の回転中心よりも上方に位置させることで、剥ぎ取られた現像剤の飛翔方向は汲み上げ極 S 2 とは (水平方向で) 離れる方向に向かっており、連れ回りが発生しにくくなると考えられる。

40

【 0 0 5 6 】

しかしながら、本発明者の検討によれば、比較例 2 の現像装置 4 B は連れ回りが必ずしも良化するわけではなかった。これは以下の理由によると考えられる。比較例 2 の現像装置 4 B は、供給ローラ 5 1 に沿うようにハウジング 7 0 の壁部 7 1 が存在している。これは、スペースの有効活用等のために行われており一般的な構成である。

【 0 0 5 7 】

50

このように、供給ローラ 5 1 に沿うようにハウジング 7 0 の壁部 7 1 が存在していると、図 4 (a) に点線の矢印で示したように、供給ローラ 5 1 から引き剥がされた現像剤が矢印 F 方向に飛翔した後、壁部 7 1 に当たって跳ね返り、再び、供給ローラ 5 1 方向に飛んでくる虞がある。

【 0 0 5 8 】

更に、比較例 2 の現像装置 4 B の低磁力区間 N M 周辺における磁界の様子を示す図 4 (b) の模式図を見ると、剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2 の間で磁力線が反発しあうように伸びている。つまり、供給ローラ 5 1 表面から伸びた磁力線は低磁力区間 N M の上流では剥離極 S 3 の方向に各々伸びている。そのため、磁力線の (供給ローラ 5 1 の回転方向下流側を向いた) 法線方向 (図 4 (b) 中の矢印 F 方向) は供給ローラ 5 1 の表面から遠ざかる方向に多少なり向いている。供給ローラ 5 1 の表面から遠ざかる方向には、ハウジング 7 0 の壁部 7 1 が存在しているため、供給ローラ 5 1 から引き剥がされた現像剤は、より壁部 7 1 の方向に向かって飛んでいきやすく、壁部 7 1 で跳ね返りやすい。このように、壁部 7 1 における跳ね返りが起きると、装置が高速化した場合などに連れ回りが発生しやすくなり、出力画像の品質低下が生じてしまう可能性がある。

10

【 0 0 5 9 】

[実施例 1]

次に、図 5 (a)、(b) を用いて、本実施形態の構成である実施例 1 の現像装置 4 について説明する。実施例 1 の現像装置 4 は、剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2 間に形成された低磁力区間 N M の最上流位置が供給ローラ 5 1 の回転中心よりも鉛直上方に位置しており、この点は比較例 2 と同じである。これにより、比較例 2 と同様に、剥ぎ取られた現像剤の飛翔方向は汲み上げ極 S 2 とは (水平方向で) 離れる方向に向かっており、連れ回りが発生しにくくすることができる。

20

【 0 0 6 0 】

一方、低磁力区間 N M における磁界の様子は、実施例 1 と比較例 2 で大きく異なる。図 4 (b) に示したように比較例 2 では、供給ローラ 5 1 表面から伸びた磁力線は反発するように伸びており、低磁力区間 N M の上流では剥離極 S 3 の方向に、低磁力区間 N M の下流では汲み上げ極 S 2 の方向に各々伸びていた。一方、図 5 (b) に示すように、実施例 1 では、低磁力区間 N M において、場所に寄らず磁力線が汲み上げ極 S 2 に方向に伸びている。これは、比較例 2 の場合は、剥離極 S 3 からはその上流の主極 N 1 方向に、汲み上げ極 S 2 からはその下流の規制極 N 2 方向に概ね磁力線が伸びているのに対して、実施例 1 の場合は、汲み上げ極 S 2 からだけでなく剥離極 S 3 から規制極 N 2 に向かって磁力線が伸びているためである。

30

【 0 0 6 1 】

比較例 2 の場合は、低磁力区間 N M を形成する 2 つの磁極 (剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2) の磁束密度や半値幅が大きく違わない。これに対して、実施例 1 の場合は、低磁力区間 N M を形成する 2 つの磁極 (本例の場合は剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2) の磁束密度や半値幅が大きく違い、剥離極 S 3 の磁束密度や半値幅が汲み上げ極 S 2 よりも大きい。このため、実施例 1 では、比較例 2 とは異なり剥離極 S 3 から汲み上げ極 S 2 下流の規制極 N 2 に磁力線が伸びるようになったと考えられる。

40

【 0 0 6 2 】

本発明者の検討によれば、以上説明したような実施例 1 の現像装置 4 においては、供給ローラ 5 1 に沿うようにハウジング 7 0 の壁部 7 1 が存在している場合でも、比較例 2 の場合と異なり、連れ回りが発生しにくかった。これは以下の理由による。

【 0 0 6 3 】

図 5 (b) には、実施例 1 の場合の低磁力区間 N M 周辺における磁界の様子を示す。先に述べたように、供給ローラ 5 1 上の現像剤の磁気ブラシは磁力線に沿って形成され、低磁力区間 N M の上流で剥ぎ取られた現像剤は低磁力区間 N M の上流部の磁力線の (供給ローラ 5 1 の回転方向下流側を向いた) 法線方向 (図中の矢印 F 方向) に飛翔する。図 4 (a)、(b) に示した比較例 2 の場合は、矢印 F 方向は供給ローラ 5 1 の表面から遠ざか

50

る方向に向いていた。これに対して、図5(a)、(b)に示した実施例1の場合は、磁力線の伸び方が比較例2と異なっており、矢印F方向は供給ローラ51の表面に向かう方向に向いている。

【0064】

したがって、比較例2の場合は、低磁力区間NMの上流で剥ぎ取られた現像剤は、供給ローラ51の表面から離れてハウジング70の壁部71に向かって飛翔していた。これに対して、実施例1の場合は供給ローラ51表面方向に向かって力を受けるので、比較例2の場合のように壁部71に向かって飛翔することは起こりにくい。実際、実施例1の場合は、現像剤が供給ローラ51の表面に押し付けられる方向に力を受けながら分離するので、供給ローラ51から分離した現像剤は、図5(a)に点線の矢印で示したような軌跡をとる。その結果、実施例1の現像装置4においては、供給ローラ51に沿うようにハウジング70の壁部71が存在している場合でも、比較例2の場合と異なり、連れ回りが発生しにくかったと考えられる。

10

【0065】

なお、連れ回りの抑制効果を得るためには、剥離極S3と汲み上げ極S2間に形成された低磁力区間NMの最上流側位置が、供給ローラ51の回転中心よりも鉛直成分で上方に位置していることが重要である。そうでなければ、汲み上げ極S2方向に現像剤が飛翔する虞があるからである。低磁力区間NMの最上流側位置は、供給ローラ51の回転中心に対して鉛直方向に少しでも上方にあれば効果が得られる。但し、低磁力区間NMの最上流側位置は、供給ローラ51の回転方向に関し、供給ローラ51の回転中心を通る水平線L

20

【0066】

[磁束密度分布]

次に、実施例1の供給ローラ51の剥離極S3と汲み上げ極S2間に形成された低磁力区間NM周辺における供給ローラ51表面の磁束密度分布について、比較例2と比較しつつ、図6及び図7を参照して説明する。図6及び図7は、各々比較例2、実施例1の供給ローラ51内部のマグネットローラ51a1、51aの供給ローラ51の表面における法線方向の磁束密度 B_r 及び接線方向の磁束密度 B_θ の分布を概略的に示す図である。

【0067】

なお、磁束密度 B_r は、正確には磁束密度 B の供給ローラ51に対する法線方向成分を指す。以下、「法線方向の磁束密度 B_r 」を慣例に従い単に「磁束密度」と呼ぶ場合がある。単に「磁束密度」という場合は、「供給ローラ51の表面における法線方向の磁束密度 B_r 」のことを指すこととする。実施例1、比較例2の供給ローラ51の表面における法線方向の磁束密度 B_r は、磁場測定器(F.W.BELL社製「MS-9902」)を用いて、磁場測定器の部材であるプローブと現像スリーブ24の表面との距離を約100 μm として測定した。

30

【0068】

また、図6及び図7には、現像剤(キャリア)が供給ローラ51の中心方向に引きつけられる磁気吸引力(即ち、供給ローラ51の表面における法線方向の磁気吸引力) F_r の概略も同時に示した。今後、「供給ローラ51の中心方向の磁気吸引力 F_r 」のことを単に「磁気吸引力」と呼ぶ場合がある。単に「磁気吸引力」と呼ぶ場合は「供給ローラ51の表面における法線方向の磁気吸引力 F_r 」を指すこととする。供給ローラ51の磁気吸引力 F_r は、法線方向の磁束密度 B_r から導出可能で、以下の式1によって表される。

40

【数1】

$$F_r = \frac{\mu - \mu_0}{\mu_0(\mu + 2\mu_0)} 2\pi b^3 \left(B_r \frac{\partial B_r}{\partial r} + B_\theta \frac{\partial B_\theta}{\partial r} \right) \dots \text{(式1)}$$

50

【 0 0 6 9 】

式 1 において、 μ は磁性キャリアの透磁率、 μ_0 は真空の透磁率、 b は磁性キャリアの半径である。なお、供給ローラ 5 1 の表面における接線方向の磁束密度 B_θ は、上記の方法で測定した B_r の値を用いて、以下の式 2 から求める。

【 数 2 】

$$B_\theta = -\frac{\partial A_z(r, \theta)}{\partial r} \quad \left(A_z(R, \theta) = \int_0^\theta R B_r d\theta \right) \cdots \text{(式 2)}$$

10

【 0 0 7 0 】

図 6 及び図 7 では、各々比較例 2、実施例 1 の法線方向の磁束密度 B_r を実線で、接線方向の磁束密度 B_θ を破線で示し、各々の磁気吸引力 F_r (点線) も第 2 軸で同時に示した。低磁力区間 NM は、磁気吸引力 F_r が 0 以下或いは 0 付近の領域を指すこととするが、0 付近でばらつきが生じ分りにくい場合もある。このため、本実施形態では、「低磁力区間 NM」を、供給ローラ 5 1 の回転方向に関して、剥離極 (第 2 の磁極) S 3 と汲み上げ極 (第 3 の磁極) S 2 との間で、供給ローラ 5 1 の表面における法線方向の磁気吸引力 F_r が 0 となる最上流位置と最下流位置との間の区間と定義する。図 6 及び図 7 には、低磁力区間 NM についても同時に示した。これらを比較することで以下のことが分かる。

【 0 0 7 1 】

まず、図 6 に示す比較例 2 の場合、接線方向の磁束密度 B_θ (破線) は、低磁力区間 NM の比較的上流で 0 mT を横切っている (即ち、磁束密度 B_θ の方向が反転している) ことがわかる。これは、低磁力区間 NM を形成する剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2 の間で、磁束密度の水平方向が変わる反発磁界が形成されやすいことを意味する。

20

【 0 0 7 2 】

一方、図 7 に示す実施例 1 の場合、接線方向の磁束密度 B_θ (破線) は、低磁力区間 NM の比較的下流まで 0 mT を横切っていない (即ち、磁束密度 B_θ の方向が反転していない)。これは、低磁力区間 NM を形成する剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2 の間で、磁束密度の水平方向が変わりづらく (反転しづらく)、反発磁界が形成されづらいことを意味する。

30

【 0 0 7 3 】

また、低磁力区間 NM の最上流位置において、図 6 の比較例 2 の場合、接線方向の磁束密度 B_θ (破線) の絶対値は、法線方向の磁束密度 B_r (実線) の絶対値よりも小さい。これは、供給ローラ 5 1 の表面から比較的鉛直方向に磁力線が伸びていることを意味する。

【 0 0 7 4 】

一方、図 7 の実施例 1 の場合、低磁力区間 NM の最上流位置において、接線方向の磁束密度 B_θ (破線) の絶対値は、法線方向の磁束密度 B_r (実線) の絶対値よりも大きい。これは、供給ローラ 5 1 の表面から比較的寝ながら磁力線が伸びていることを意味する。

【 0 0 7 5 】

以上のように、磁束密度分布から、実施例 1 の場合は剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2 の間の低磁力区間 NM の上流において、反発磁界が形成されづらく、かつ、磁力線が寝ながら伸びやすいことがわかる。これは、図 5 (b) に示したように、剥離極 S 3 から汲み上げ極 S 2 下流の規制極 N 2 に磁力線が伸びる様子を説明可能であり、逆に言えば、このように磁力線が伸びる条件を表しているといえる。

40

【 0 0 7 6 】

したがって、実施例 1 のように、剥離極 S 3 から汲み上げ極 S 2 下流の規制極 N 2 に磁力線が伸びることで、低磁力区間 NM の上流で剥ぎ取られた現像剤が供給ローラ 5 1 の表面方向に飛翔し、比較例 2 で発生したような壁部 7 1 での跳ね返りによる連れ回りが抑制されるための条件は、以下のように表される。

50

【 0 0 7 7 】

条件の一つ目は、接線方向の磁束密度 B が、低磁力区間 $N M$ の下流領域まで 0 m T を横切らない（反転しない）ことである。これにより、現像剤が供給ローラ 5 1 から剥ぎ取られる低磁力区間 $N M$ の上流領域で反発磁界が形成されづらくなり、剥離極 $S 3$ から汲み上げ極 $S 2$ 下流の規制極 $N 2$ に磁力線が伸びやすくなる。

【 0 0 7 8 】

接線方向の磁束密度 B が低磁力区間 $N M$ の中心位置よりも下流で 0 m T を横切る構成であれば、上述した連れ回り抑制の効果は得られる。即ち、供給ローラ 5 1 の回転方向に関して、低磁力区間 $N M$ の最上流位置から低磁力区間 $N M$ の $1 / 2$ の地点までの間において、供給ローラ 5 1 の表面における接線方向の磁束密度 B の方向が反転しない構成とする。言い換えれば、低磁力区間 $N M$ において最初に接線方向の磁束密度 B の方向が反転する位置が、最上流位置から $1 / 2$ の地点よりも下流側となる構成とする。

10

【 0 0 7 9 】

但し、連れ回り抑制の効果を得るために、好ましくは下流側 $1 / 3$ 以内、より好ましくは下流側 $1 / 4$ 以内の領域で 0 m T を横切ることが好ましい。即ち、供給ローラ 5 1 の回転方向に関して、低磁力区間 $N M$ の最上流位置から低磁力区間 $N M$ の下流側の $1 / 3$ の地点まで（言い換えれば、最上流位置から $2 / 3$ の地点まで）の間において、接線方向の磁束密度 B の方向が反転しない構成とすることが好ましい。言い換えれば、低磁力区間 $N M$ において最初に接線方向の磁束密度 B の方向が反転する位置が、最上流位置から $2 / 3$ の地点よりも下流側となる構成とすることが好ましい。

20

【 0 0 8 0 】

また、供給ローラ 5 1 の回転方向に関して、低磁力区間 $N M$ の最上流位置から低磁力区間 $N M$ の下流側の $1 / 4$ の地点まで（言い換えれば、最上流位置から $3 / 4$ の地点まで）の間において、接線方向の磁束密度 B の方向が反転しない構成とすることがより好ましい。言い換えれば、低磁力区間 $N M$ において最初に接線方向の磁束密度 B の方向が反転する位置が、最上流位置から $3 / 4$ の地点よりも下流側となる構成とすることがより好ましい。図 7 に示した実施例 1 の磁束密度分布は、接線方向の磁束密度 B （破線）が下流側 $1 / 4$ 以内の領域で 0 m T を横切っている。

【 0 0 8 1 】

条件の二つ目は、低磁力区間 $N M$ の最上流位置で接線方向の磁束密度 B の絶対値が法線方向の磁束密度 B_r よりも絶対値が大きいことである。これにより、供給ローラ 5 1 の表面から比較的寝ながら磁力線が伸びやすくなる。先にも述べたように、供給ローラ 5 1 から現像剤が剥ぎ取られる時、その位置の磁力線の法線方向に力を受ける。したがって、低磁力区間 $N M$ の最上流位置（現像剤が剥ぎ取られる位置）で供給ローラ 5 1 の表面から寝ながら磁力線が伸びていると、現像剤はより供給ローラ 5 1 表面方向に力を受けるようになり、連れ回り抑制の効果を得られる。

30

【 0 0 8 2 】

低磁力区間 $N M$ の最上流位置において、供給ローラ 5 1 の表面における接線方向の磁束密度 B の絶対値が、供給ローラ 5 1 の表面における法線方向の磁束密度 B_r の絶対値よりも大きければ、連れ回り抑制の効果は得られる。但し、連れ回り抑制の効果を得るためには、低磁力区間 $N M$ の最上流位置で接線方向の磁束密度 B の絶対値が法線方向の磁束密度 B_r の絶対値の 1.35 倍よりも大きいことが好ましく、 1.7 倍よりも大きいことがより好ましい。

40

【 0 0 8 3 】

即ち、接線方向の磁束密度 B の絶対値と、法線方向の磁束密度 B_r の絶対値との比である B / B_r が、 1.35 以上であることが好ましい。また、接線方向の磁束密度 B の絶対値と、法線方向の磁束密度 B_r の絶対値との比である B / B_r が、 1.7 以上であることがより好ましい。

【 0 0 8 4 】

表 1 には、比較例 2 と実施例 1 の低磁力区間 $N M$ の最上流位置での接線方向の磁束密度

50

B の絶対値と法線方向の磁束密度 B_r の絶対値の比である B_θ / B_r を載せた。なお、表 1 には、後述する実施例 2 ~ 4 についても載せた。また、表 1 には、連れ回りの発生についての評価も載せた。

【表 1】

	低磁力区間NM 上流位置での B_θ / B_r	連れ回り
比較例2	0.78	発生した
実施例1	1.80	ほぼ発生しなかった
実施例2	1.40	若干発生した
実施例3	2.45	ほぼ発生しなかった
実施例4	1.70	僅かに発生した

10

【0085】

表 1 から、実施例 1 では、接線方向の磁束密度 B_θ (破線) の絶対値が法線方向の磁束密度 B_r (実線) の絶対値の 1.8 倍で、1.7 倍よりも大きかった。上述の二つの条件は、片方の条件を満たすだけでも連れ回り抑制の効果は得られるが、両条件を同時に満たすことがより好ましい。

20

【0086】

[剥離極と汲み上げ極の構成]

次に、実施例 1 のような低磁力区間 NM の磁束密度分布を得るためには、低磁力区間 NM を形成する 2 つの磁極である剥離極 S_3 と汲み上げ極 S_2 をどのように構成したらよいかについて述べる。

【0087】

図 5 (b) に示したように、実施例 1 の現像装置 4 は、剥離極 S_3 から汲み上げ極 S_2 下流の規制極 N_2 に磁力線が伸びている。このように磁力線が伸びる条件としては、磁束密度 B_r や半値幅が関係している。先にも述べたように、剥離極 S_3 と汲み上げ極 S_2 の磁束密度 B_r や半値幅が同程度であれば、図 4 (b) に示したように、剥離極 S_3 と汲み上げ極 S_2 の間で反発磁界が形成されてしまう。

30

【0088】

一方、剥離極 S_3 の磁束密度 B_r や半値幅が汲み上げ極 S_2 よりも十分大きいと、図 5 (b) に示したように、剥離極 S_3 から汲み上げ極 S_2 下流の規制極 N_2 に磁力線が伸びる。これは、剥離極 S_3 から汲み上げ極 S_2 よりも十分多くの磁力線が出ていることによる。磁力線の数は磁束密度 B_r の面積に相当する「法線方向の磁束密度 B_r のピーク値 (絶対値) [mT] × 半値幅 [°]」に概ね比例する。このため、剥離極 S_3 の磁束密度 B_r の面積「法線方向の磁束密度 B_r のピーク値 (絶対値) [mT] × 半値幅 [°]」が汲み上げ極 S_2 の磁束密度 B_r の面積よりも十分大きいことが、剥離極 S_3 から汲み上げ極 S_2 下流の規制極 N_2 に磁力線が伸びる条件となる。

40

【0089】

表 2 は、比較例 2、実施例 1 及び後述する実施例 2 ~ 4 における、剥離極 S_3 、汲み上げ極 S_2 及び規制極 N_2 の法線方向の磁束密度 B_r 、半値幅、面積をそれぞれ示している。なお、剥離極 S_3 の面積比については、剥離極 S_3 の面積「剥離極 S_3 の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値 (絶対値) [mT] × 半値幅 [°]」の、汲み上げ極 S_2 の面積「汲み上げ極 S_2 の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値 (絶対値) [mT] × 半値幅 [°]」に対する比を示している。また、規制極 N_2 の面積比については、規制極 N_2 の面積「規制極 N_2 の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値 (絶対値) [mT] × 半値幅 [°]」の、汲み上げ極 S_2 の面積「汲み上げ極 S_2 の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値 (絶対値) [mT] × 半値幅 [°]」に対する比を示している。

50

【表 2】

	剥離極 S3				汲み上げ極 S2			規制極 N2			
	Br[mT]	半値幅 [°]	面積	面積比 (S3/S2)	Br[mT]	半値幅 [°]	面積	Br[mT]	半値幅 [°]	面積	面積比 (N2/S2)
比較例2	24	58	1392	1.10	42	30	1260	59	40	2360	1.87
実施例1	41	58	2378	1.89	42	30	1260	59	40	2360	1.87
実施例2	33	58	1914	1.52	42	30	1260	59	40	2360	1.87
実施例3	67	40	2680	2.12	42	30	1260	59	40	2360	1.87
実施例4	41	58	2378	1.89	42	30	1260	40	40	1600	1.26

10

【0090】

表 2 に示すように、比較例 2 の供給ローラ 5 1 の剥離極 S 3 の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値（絶対値）は 24 [mT]、半値幅は 58 [°] であり、汲み上げ極 S 2 の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値（絶対値）は 42 [mT]、半値幅は 30 [°] であった。剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2 の磁束密度 B_r の面積「法線方向の磁束密度 B_r のピーク値（絶対値）[mT] × 半値幅 [°]」は各々、1392 と 1260 であり、同程度である。具体的には、比較例 2 の剥離極 S 3 の面積は、汲み上げ極 S 2 の 1.10 倍（面積比 1.10）である。

【0091】

一方、実施例 1 の供給ローラ 5 1 の剥離極 S 3 の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値（絶対値）は 41 [mT]、半値幅は 58 [°] であり、汲み上げ極 S 2 の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値（絶対値）は 42 [mT]、半値幅は 30 [°] であった。剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2 の磁束密度 B_r の面積「法線方向の磁束密度 B_r のピーク値（絶対値）[mT] × 半値幅 [°]」は各々、2378 と 1260 であり、剥離極 S 3 の面積の方が汲み上げ極 S 2 の面積よりも 1.89 倍大きい。その結果、剥離極 S 3 から汲み上げ極 S 2 下流の規制極 N 2 に磁力線が伸び、連れ回りが抑制されたと考えられる。

20

【0092】

以下、実施例 1 の供給ローラ 5 1 を改造して作成した実施例 2 ~ 4 の供給ローラ 5 1 について述べる。実施例 2 ~ 4 の供給ローラ 5 1 の磁束密度 B_r のピーク値や半値幅の値等を実施例 1 同様に、表 2 に載せた。更に、実施例 1 の図 7 と同様に、実施例 2 の供給ローラ 5 1 のマグネットの磁束密度分布及び磁気吸引力を図 8 に、実施例 3 のマグネットの磁束密度分布及び磁気吸引力を図 9 に、実施例 4 のマグネットの磁束密度分布及び磁気吸引力を図 10 に各々示した。なお、実施例 2 ~ 4 の現像装置 4 は、供給ローラ 5 1 のマグネット以外は実施例 1 と同じであるので、相違点以外の説明は省略する。

30

【0093】

[実施例 2]

表 2 に示したように、実施例 2 の供給ローラ 5 1 は、実施例 1 と比較して剥離極 S 3 の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値が小さいが、比較例 1 より大きく、面積比は 1.52 倍である。実施例 2 の供給ローラ 5 1 で連れ回りを確認したところ、連れ回り抑制の効果は得られるが、実施例 1 よりはやや劣る結果となった。即ち、実施例 1 においては、連れ回りがほぼ発生しなかったが、実施例 2 においては、比較例 2 程ではなく、且つ、出力画像への影響は殆どないが、連れ回りが若干発生した（表 1）。

40

【0094】

実施例 1 と実施例 2 の結果をあわせて考えると、剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2 の磁束密度 B_r の面積「法線方向の磁束密度 B_r ピーク値（絶対値）[mT] × 半値幅 [°]」の比は 1.5 倍以上、剥離極 S 3 が大きいと、連れ回り抑制の効果が得られ、1.8 倍以上、剥離極 S 3 が大きいことが好ましいといえる。即ち、剥離極（第 2 の磁極）S 3 の供給ローラ 5 1 の表面における法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、汲み上げ極（第 3 の磁極）S 2 の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の

50

積の 1.5 倍以上とすることで、連れ回り抑制の効果が得られる。また、剥離極 S 3 の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積は、汲み上げ極 S 2 の磁極の法線方向の磁束密度 B_r のピーク値の絶対値と半値幅の積の 1.8 倍以上であることが好ましい。

【0095】

次に、図 8 に示す実施例 2 の磁束密度分布をみると、実施例 2 においても接線方向の磁束密度 B が低磁力区間 NM の下流側 1/4 以内の領域で 0 mT を横切っており、この点からも実施例 2 が連れ回りを抑制することが説明可能である。一方、表 1 にも示したように、低磁力区間 NM の最上流位置で接線方向の磁束密度 B の絶対値は法線方向の磁束密度 B_r の絶対値の 1.4 倍であった。先に述べたように、磁束密度 B は磁束密度 B_r に対して 1.35 倍より大きいことが好ましいが、より好ましくは 1.7 倍以上である。これに対し、実施例 2 は 1.4 倍で、1.35 倍以上ではあるが 1.7 倍以下である。実施例 1 が 1.8 倍で 1.7 倍以上であった点を考えると、実施例 2 は連れ回り抑制効果が得られるが、実施例 1 よりもやや劣る結果になったことが説明できる。

10

【0096】

[実施例 3]

次に、実施例 3 について述べる。実施例 3 の供給ローラ 51 は、表 2 に示したように、比較例 2 や実施例 1 と比較して剥離極 S 3 の半値幅は小さいが、法線方向の磁束密度 B_r は大きく、面積比は 2.12 倍である。実施例 3 の供給ローラ 51 で連れ回りを確認したところ、実施例 1 と同程度に抑制できる結果となった（表 1）。したがって、実施例 3 のように半値幅が狭くても法線方向の磁束密度 B_r を大きくすることで、連れ回りを抑制できることが可能なことが分かる。このことは、法線方向の磁束密度 B_r と半値幅のどちらかだけでなく、両者を掛け合わせた面積「法線方向の磁束密度 B_r のピーク値（絶対値）[mT] × 半値幅 [°]」が連れ回り抑制に対して影響があることを表している。

20

【0097】

図 9 に示した実施例 3 の磁束密度分布をみると、実施例 3 においても接線方向の磁束密度 B が低磁力区間 NM の下流 1/4 以内の領域で 0 mT を横切っている。また、表 1 にも示したように、低磁力区間 NM の最上流位置で接線方向の磁束密度 B の絶対値は法線方向の磁束密度 B_r の絶対値の 2.45 倍であり、実施例 1 と同様に、より好ましい値である 1.7 倍以上であった。これらの点からも、実施例 3 では、供給ローラ 51 の連れ回りの抑制効果が高いことが説明可能である。

30

【0098】

[実施例 4]

次に、実施例 4 について述べる。実施例 4 の供給ローラ 51 は、表 2 に示したように、実施例 1 と比較して剥離極 S 3 と汲み上げ極 S 2 の磁束密度 B_r や半値幅は同じである。しかしながら、実施例 4 の供給ローラ 51 で連れ回りを確認したところ、効果は得られるが実施例 1 よりはずかしく劣る結果となった。即ち、実施例 1 においては、連れ回りがほぼ発生しなかったが、実施例 4 においては、実施例 2 程ではなく、且つ、出力画像への影響は殆どないが、連れ回りが僅かに発生した（表 1）。これは以下の理由によると考えられる。

40

【0099】

表 2 に示したように、実施例 4 の供給ローラ 51 は、実施例 1 と比較して汲み上げ極 S 2 の下流にある異極の規制極 N 2 の磁束密度 B_r が小さい。その結果、規制極 N 2 の磁束密度 B_r と半値幅を掛け合わせた面積「法線方向の磁束密度 B_r のピーク値（絶対値）[mT] × 半値幅 [°]」も実施例 1 の場合よりも小さくなっている。このことから、実施例 4 は、剥離極 S 3 の磁束密度の面積が汲み上げ極 S 2 よりも十分大きく剥離極 S 3 から磁力線が十分多く出ているが、規制極 N 2 の磁束密度の面積が小さいため、磁力線が規制極 N 2 方向に伸びていくことができづらくなり、連れ回り抑制の効果が減少したと考えられる。

【0100】

50

低磁力区間NMの磁力線の伸び方は、低磁力区間NMを形成する2極（剥離極S3と汲み上げ極S2）に大きく依存する。しかしながら、低磁力区間NMの下流側の磁極（本例では汲み上げ極S2）よりも下流に位置する異極の磁極（本例では規制極N2）の面積が小さくなると、連れ回り抑制の効果に対して影響が発生する。即ち、規制極（第4の磁極）N2は、供給ローラ51の回転方向に関して主極（第1の磁極）N1よりも上流且つ汲み上げ極（第3の磁極）S2よりも下流に且つ汲み上げ極S2と隣り合って配置され、汲み上げ極S2とは異極であり、この規制極N2の面積が連れ回りに対して影響する。

【0101】

本例の磁極を例にして述べれば、規制極N2の面積は、少なくとも汲み上げ極S2の面積よりも大きいことが重要である。そして、実施例4のように、規制極N2の面積が汲み上げ極S2の面積よりも、1.25倍以上であることが好ましく、実施例1のように、1.5倍以上であることがより好ましい。即ち、規制極N2の法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積は、汲み上げ極S2の法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積の1.25倍以上であることが好ましい。また、規制極N2の法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積は、汲み上げ極S2の法線方向の磁束密度Brのピーク値の絶対値と半値幅の積の1.5倍以上であることがより好ましい。

10

【0102】

次に、図10に示す実施例4の磁束密度分布をみると、実施例4においては接線方向の磁束密度Bが低磁力区間NMの下流側1/3～1/4の間の領域で0mTを横切っている。実施例1は接線方向の磁束密度Bが低磁力区間NMの下流側1/4以内の領域で0mTを横切っており、実施例4は実施例1よりも上流で0mTを横切っている。これは、実施例4の規制極N2の面積が小さいため、剥離極S3からの磁力線が規制極N2方向に伸びづらくなったことが反映されていると思われる。

20

【0103】

以上から、先にも述べたように、接線方向の磁束密度Bが低磁力区間NMの中心位置よりも下流で0mTを横切る構成であれば、連れ回り抑制の効果は得られる。しかしながら、連れ回り抑制の効果を十分に得るためには、低磁力区間NMの下流側1/3以内、より好ましくは下流側1/4以内の領域で磁束密度Bが0mTを横切ることが好ましい。

【0104】

一方、実施例4においては、表1にも示したように、低磁力区間NMの最上流位置で接線方向の磁束密度Bの絶対値は法線方向の磁束密度Brの絶対値の1.7倍であった。実施例1は1.8倍であったので、実施例1に比べ実施例4は大きく変化していない。以上から、実施例4が実施例1に比べ連れ回り抑制の効果が低下するが、低下の度合いが僅かである理由が説明可能である。

30

【0105】

本実施形態の要件を満たす実施例1～4は、図2を参照して先に述べたように、供給ローラ51の剥離極S3の上流に異極の主極N1を備えている。主極N1は現像ローラ50に略対向しており、現像ローラ50は内部に主極N1と異極の受け取り極S4の1極からなるマグネットローラ50aを供給ローラ51と略対向した領域に備えている。現像ローラ50のマグネットローラ50a（受け取り極S4）は必ずしも必要ではないが、本実施形態のようにマグネットローラ50a（受け取り極S4）を備えていたほうが、連れ回り抑制の効果が若干高まる傾向がある。これは以下の理由によると考えられる。

40

【0106】

低磁力区間NMの磁力線の伸び方は、低磁力区間NMを形成する2極（本例の場合は剥離極S3と汲み上げ極S2）に大きく依存する。しかしながら、実施例4の説明で述べたように、その下流の異極（規制極N2）も連れ回り抑制の効果に対して多少影響を与える。本発明者の検討によれば、同様に、上流の異極（主極N1）も連れ回り抑制の効果に対して多少影響を与え得る。

【0107】

連れ回り抑制の効果を得るためには、図5に示したように、低磁力区間NMを形成する

50

上流の磁極（剥離極 S 3）から、低磁力区間 N M を形成する下流の磁極（汲み上げ極 S 2）のさらに下流の異極（規制極 N 2）に向かって磁力線が伸びることが重要であった。もしも剥離極 S 3 から上流の異極（主極 N 1）に向かって磁力線が伸びやすくと、剥離極 S 3 から規制極 N 2 に向かって磁力線が伸びづらくなってしまうと考えられる。この時、本実施形態のように、主極 N 1 に略対向して現像ローラ 5 0 の内部の異極の磁極（受け取り極 S 4）が存在すると、主極 N 1 から距離の近い現像ローラ 5 0 の受け取り極 S 4 に磁力線が多く伸びる。このため、剥離極 S 3 と主極 N 1 の間で磁力線が伸びづらくなる。すると、剥離極 S 3 からは規制極 N 2 に磁力線が伸びやすくなり、連れ回り抑制の効果が得られやすくなると考えられる。

【 0 1 0 8 】

以上、供給ローラ 5 1 の低磁力区間 N M を形成する 2 極の上流の異極（主極 N 1）に略対向して現像ローラ 5 0 内部に異極同士となる磁極（受け取り極 S 4）を配することで、連れ回り抑制の効果がより得られる。

【 0 1 0 9 】

上述したように、本実施形態の構成を採用することで、供給ローラ 5 1 上のトナーが現像ローラ 5 0 に移動して消費されたのち、連れ周りが発生することを抑制できる。この結果、比較例のように、画像形成が進むにつれて画像濃度が低下するという不具合を防止できる。

【 0 1 1 0 】

[他の実施形態]

上述の各実施形態では、本発明をタンデム型の画像形成装置に用いられる現像装置に適用した場合について説明した。但し、本発明は、他の方式の画像形成装置に用いられる現像装置にも適用可能である。また、画像形成装置は、フルカラーであることにも限られず、モノクロやモノカラーであってもよい。あるいは、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、種々の用途で実施することができる。

【 0 1 1 1 】

また、現像装置の構成についても、上述のように、現像室と攪拌室が水平方向に配置された構成に限らず、水平方向に対して傾斜した方向に配置されている構成であっても良い。要は、第 1 室としての現像室と第 2 室としての攪拌室とが、水平方向から見て少なくとも一部が重なるように隣接して配置している構成であれば良い。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 2 】

- 1・・・感光ドラム（像担持体）
- 4・・・現像装置
- 40・・・現像容器
- 50・・・現像ローラ
- 50a・・・マグネットローラ（第 1 マグネット）
- 51・・・供給ローラ
- 51a・・・マグネットローラ（第 2 マグネット）
- 52・・・規制ブレード（規制部材）
- 71・・・壁部
- N1・・・主極（第 1 の磁極）
- N2・・・規制極（第 4 の磁極）
- S2・・・汲み上げ極（第 3 の磁極）
- S3・・・剥離極（第 2 の磁極）
- S4・・・受け取り極（第 5 の磁極）
- NM・・・低磁力区間

10

20

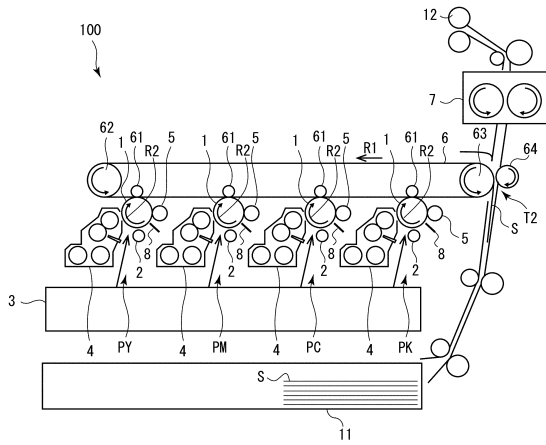
30

40

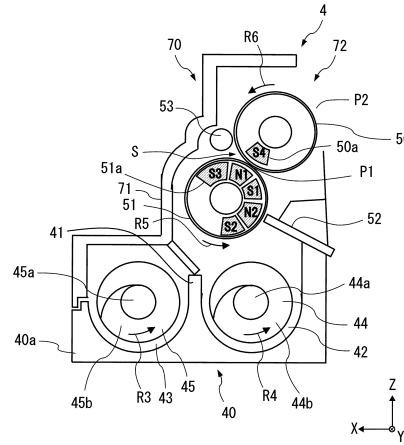
50

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】

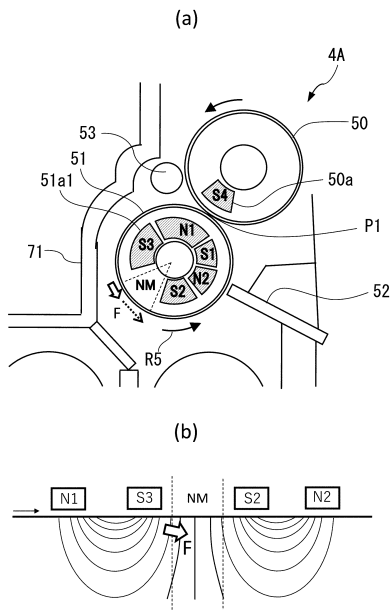


10

20

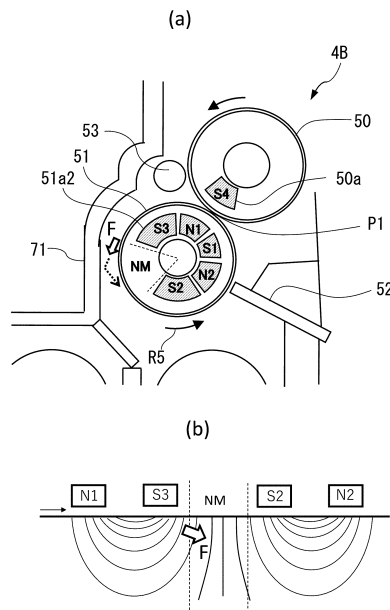
【 図 3 】

【 図 4 】



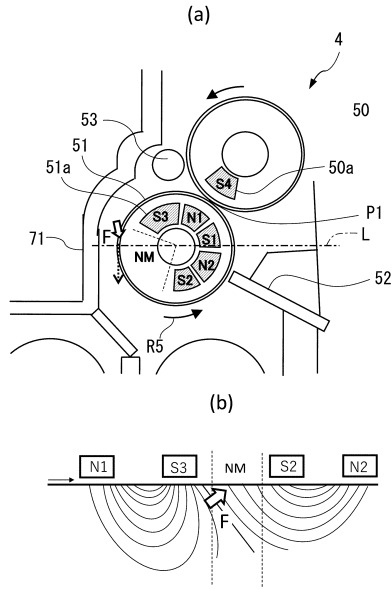
30

40

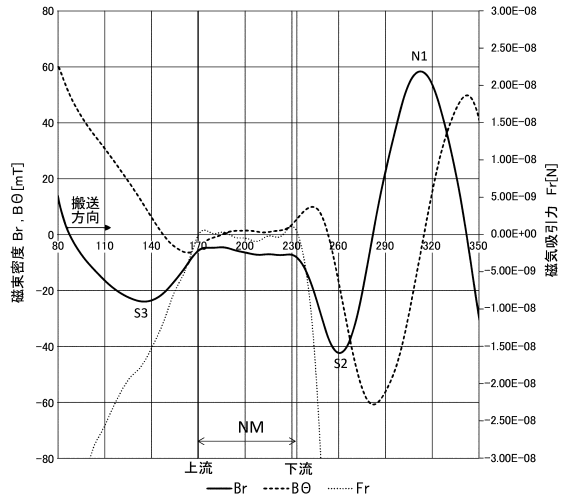


50

【 図 5 】



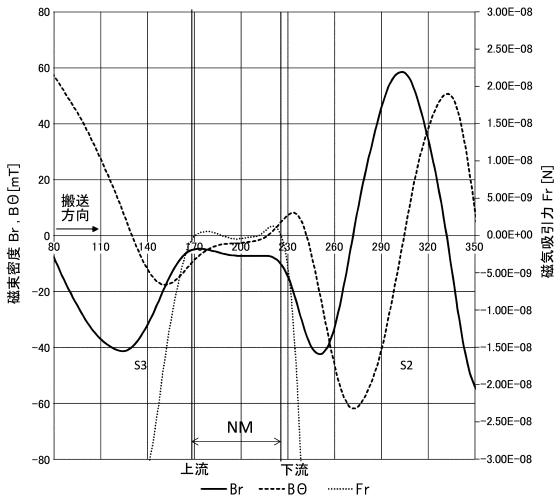
【 図 6 】



10

20

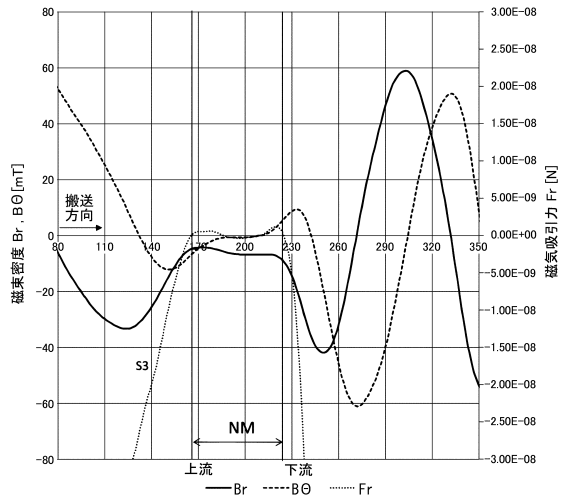
【 図 7 】



30

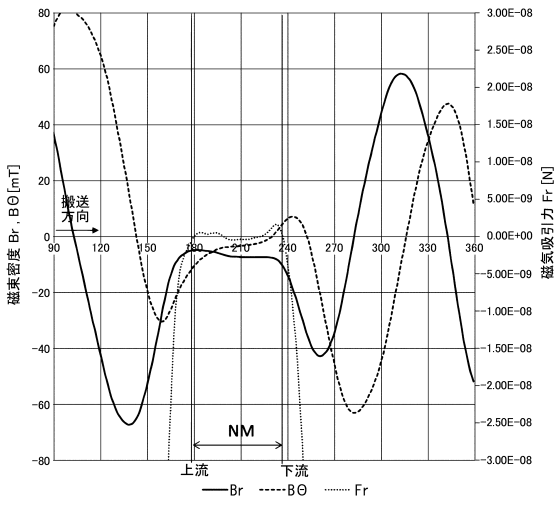
40

【 図 8 】

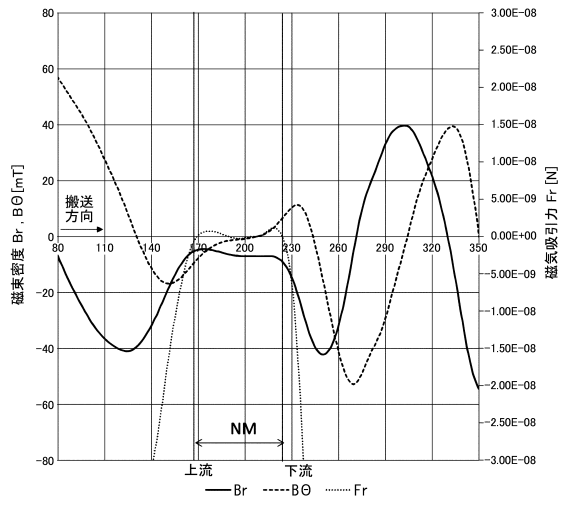


50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50