

(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2004-212560
(P2004-212560A)

(43) 公開日 平成16年7月29日(2004.7.29)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G03G 9/10	G03G 9/10	2H005
G03G 9/113	G03G 15/06 101	2H073
G03G 15/06	G03G 15/08 506A	2H077
G03G 15/08	G03G 15/08 507L	
	G03G 9/10 351	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-380935 (P2002-380935)	(71) 出願人	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22) 出願日	平成14年12月27日 (2002.12.27)	(74) 代理人	100098626 弁理士 黒田 壽
		(72) 発明者	尾関 孝将 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
		(72) 発明者	丸田 貴之 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
		(72) 発明者	米田 拓司 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
		最終頁に続く	

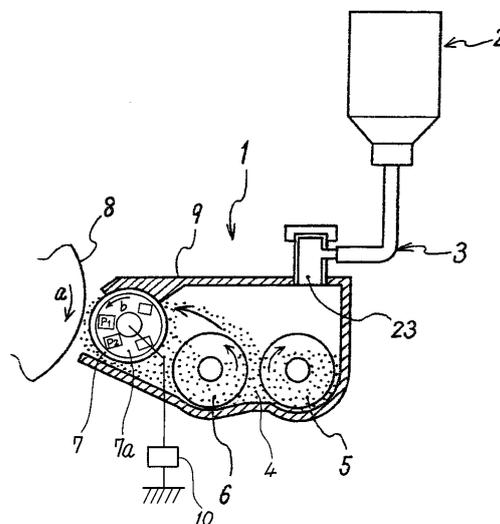
(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 高画質化のために小粒径キャリアを用いた二成分現像装置を用いる画像形成装置において、キャリア付着の抑制を、ボツツキ画像と文字周辺抜けを共に許容範囲内に抑えつつ実現できるようにする。

【解決手段】 二成分現像剤を構成しているトナーと磁性キャリアのうち磁性キャリアに次のようなキャリアを用いる。磁性キャリアの重量平均粒径が20 [μm]以上60 [μm]以下である。1 kOe磁場中における飽和磁化が66 [emu/g]以上100 [emu/g]以下、1000 [V]のバイアスを印加した時の静抵抗が10⁹ [Ω・cm]以上10¹⁴ [Ω・cm]以下である。更に、少なくとも結着樹脂と粒子を有するコート膜を有するキャリアであって、この磁性キャリアの粒子径(D)と結着樹脂膜厚(h)との関係が1 < [D/h] < 10である。また、現像バイアスとして直流(DC)バイアスのみを印加し、交流(AC)バイアスは印加しないようにしている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

表面に静電潜像を担持する像担持体と、
 内部に固定された磁界発生手段を有し、表面上に磁性キャリアとトナーとからなる二成分現像剤を担持して回転する非磁性現像スリーブからなる現像剤担持体と、
 該像担持体と該現像剤担持体との間に現像電界を発生させる現像電界発生手段とを有し、
 該像担持体上の静電潜像を、該現像剤担持体上に担持された二成分現像剤中のトナーを用いて該現像電界の作用によりトナー像化する画像形成装置において、
 上記磁性キャリアの重量平均粒径が20[μm]以上60[μm]以下、
 同じく磁性キャリアの1kOe磁場中における飽和磁化が66[emu/g]以上100
 [emu/g]以下、
 該磁性キャリアへ1000[V]のバイアスを印加した時の該磁性キャリアの静抵抗が1
 0⁹[$\cdot\text{cm}$]以上10¹⁴[$\cdot\text{cm}$]以下、
 上記現像電界発生手段において発生させる電界がDCバイアスのみであることを特徴とする
 画像形成装置。

10

【請求項2】

請求項1の画像形成装置において、
 上記像担持体と上記現像剤担持体との間隙が0.2[mm]以上0.4[mm]以下であることを特徴とする画像形成装置。

20

【請求項3】

請求項1乃至の画像形成装置において、
 上記磁性キャリアが少なくとも結着樹脂と粒子を有するコート膜を有し、該粒子径Dと該結着樹脂膜厚hが1<[D/h]<10であることを特徴する画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複写機、ファクシミリ、プリンター等の画像形成装置に関するものであり、詳しくは、磁性キャリアとトナーとからなる二成分現像剤を用いた画像形成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、電子写真複写装置等の画像形成装置においては、磁性キャリアとトナーとからなる二成分現像剤を用いて現像をおこなう二成分現像装置と、トナーのみを用いて現像を行う一成分現像装置とが知られている。二成分現像装置は、通常、内部に複数の磁極を有する磁石体からなるマグネットローラを備え、回転可能に支持された円筒状の現像剤担持体である現像スリーブを有している。この現像スリーブ表面にトナーを付着させた磁性キャリアを担持しながら像担持体との対向部である現像領域に搬送して、二成分現像剤からなる磁気ブラシにて現像を行うものである。二成分現像装置においては、磁性キャリアとトナーとを攪拌混合することで帯電を行うので、トナーの帯電性が安定し、比較的安定した良好な画像が得られる。しかしながら、キャリア劣化や現像剤中のトナーが消費されてトナー濃度が変動するためトナーと磁性キャリアの混合比の変動といった欠点がある。トナーと磁性キャリアの混合比の変動を抑制するためには、トナー濃度制御装置を備え、必要に応じてトナーを補給してこの変動を抑制する。

30

40

【0003】

一方、一成分現像装置は、現像剤担持体表面に担持したトナーを現像領域に搬送して現像を行うものである。二成分現像装置のキャリア劣化やトナー濃度制御装置を備えなければならぬという欠点は有しないが、帯電性が安定しにくいという欠点をもっている。

【0004】

上記二成分現像装置で使用する磁性キャリアには、表面へのトナーのフィルミング防止、均一表面の形成、表面酸化防止、感湿性低下の防止、キャリアによるキズあるいは摩耗か

50

ら感光体を保護すること等が望まれる。また、現像剤の長寿命化、帯電極性の制御または帯電量の調節等をおこなうことも必要である。このような目的のため、通常適当な樹脂材料で被覆等を施すことにより固く高強度の被覆層を設けることが行なわれている。例えば特定の樹脂材料で被覆されたものが知られている（特許文献1参照）。また、上記目的のため、種々の添加剤を添加した被覆層を有するものが知られている（特許文献2乃至8参照）。また、キャリア表面に添加剤を付着させたものを用いるものが知られている（特許文献9参照）。また、コート膜厚よりも大きい導電性粒子をコート膜に含有させたものを用いるものが知られている（特許文献10参照）。また、ベンゾグアナミン-n-ブチルアルコール-ホルムアルデヒド共重合体を主成分としてキャリア被覆材に用いるものが知られている（特許文献11参照）。また、メラミン樹脂とアクリル樹脂の架橋物をキャリア被覆材として用いるものが知られている（特許文献12参照）。

10

【0005】

また、耐久性をさらに向上させるために、本出願人は特許文献12において、「少なくとも結着樹脂と粒子を有するコート膜を有するキャリアにおいて、該粒子径Dと該結着樹脂膜厚hが $1 < [D/h] < 5$ であることを特徴とする電子写真用キャリア」を提案している。このキャリアは、被覆膜に比べ粒子の方が凸となるので、現像剤を摩擦帯電させるための攪拌により、トナーとの摩擦あるいはキャリア同士の摩擦で、結着樹脂への強い衝撃を伴う接触を緩和することができる。これにより、キャリアへのトナーのスペントを防止することが可能となるとともに、帯電発生箇所である結着樹脂の膜削れも防止することが可能となり、経時でのキャリア表面形状変化が小さく、さらに耐久性が大幅に向上する。

20

【0006】

そして、上記二成分現像装置においては、近年における高画質化の要求に伴いトナー粒子を小粒径化する傾向にあり、これに伴って磁性キャリアも小粒径化する傾向にある。

【0007】

【特許文献1】

特開昭58-108548号公報

【特許文献2】

特開昭54-155048号公報

【特許文献3】

特開昭57-40267号公報

30

【特許文献4】

特開昭58-108549号公報

【特許文献5】

特開昭59-166968号公報

【特許文献6】

特公平1-19584号公報

【特許文献7】

特公平3-628号公報

【特許文献8】

特開平6-202381号公報

40

【特許文献9】

特開平5-273789号公報

【特許文献10】

特開平9-160304号公報

【特許文献11】

特開平8-6307号公報

【特許文献12】

特許第2683624号公報

【特許文献13】

特開2001-188388号公報

50

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、磁性キャリアは小粒径になるほど磁化が小さくなり像担持体へのキャリア付着が発生し易い。また、近年の機械の小型化の要求に伴い、像担持体としての感光体ドラムのドラム径や現像剤担持体としての現像スリーブのスリーブ径を小径化する傾向にある。このドラム径やスリーブ径の小径化に伴い、現像領域下流（出口側）での磁気ブラシ穂先のキャリアに対する磁気拘束力が小さくなることから、キャリア付着が発生し易くなる。このようなキャリア付着の発生により、感光体ドラム、感光体ドラムのクリーニングブレード、中間転写体などの劣化が促進されるとともに、画像上にキャリア付着による白抜けが発生する。

10

【0009】

キャリア付着を改善する方法として、磁性キャリアの飽和磁化をある程度高くすることが考えられる。飽和磁化を高めることにより、小粒径でも磁気ブラシ穂先のキャリアに対する磁気拘束力がある程度維持できるようになる。キャリアの飽和磁化はキャリアの抵抗とある程度関係があり、飽和磁化を高めると抵抗が低くなり、逆に飽和磁化を低めると抵抗が高くなる傾向にある。ただし、厳密な相関関係があるわけではない。ここで、抵抗とは、磁性キャリアを抵抗計測平行電極に投入し、所定のバイアスを印加した後一定の時間経過後に測定した抵抗値を体積抵抗率に変換した値であり、静抵抗と言われているものである。

キャリア抵抗が低くなると、ベタ部現像後にキャリアに残るカウンターチャージが消散しやすくなり、カウンターチャージに起因するエッジ部へのキャリア付着が減少する。図5は、画像部と非画像部の電界の状態を示した模式図である。画像部は、トナーが現像スリーブ表面から感光体ドラム側へ転移する電界が形成される。非画像部では、トナーが感光体ドラム側へ転移する電界がなくなる。そして、画像部と非画像部との境界であるエッジ部Eでは、逆にキャリアが感光体ドラム側へ付着する電界であるエッジ電界が形成される。エッジ電界の強度は、キャリア抵抗が高いほど強くなり、キャリア抵抗が低いほど弱くなるのである。

20

キャリア抵抗が低くなると上記キャリア付着が減少するのであるが、その反面、電荷がリークし易くなる。また、現像バイアスとしてDCバイアスにACバイアスを重畳した重畳バイアスを印加するものでは、ACバイアスによって瞬時的に高い電圧が印加されるため、リークし易くなる。これらの条件が重なると、実際にキャリアを介して感光体ドラムと現像スリーブ間でリークが発生し、感光体ドラム上の潜像を乱してしまう。このため画像がぼそつく所謂ボソツキ画像が発生する場合がある。

30

【0010】

ボソツキ画像を防止するためには、磁性キャリアの抵抗がボソツキ画像が発生するほど低くなりすぎないようにある程度高めに設定すればよい。しかし、ボソツキ画像をキャリア付着と共に防止できる程度にキャリア抵抗を上げると、新たな副作用が発生する場合がある。それは、エッジ効果の増大によって生じる文字周辺抜けである。

二成分現像装置は、磁気ブラシを近接対向電極に見立てて、回り込み電界を抑えることが可能であり、エッジ効果を低減することが可能となる。また、対向電極を近接化すると同様の状態をつくる他の方法として、キャリア抵抗を低くしたり、現像ギャップPGを狭くしたりする方法がある。よって、上記のようにキャリア抵抗を上げることは対向電極を遠くすると同様の状態となり、エッジ効果が大きくなって文字周辺抜けが発生し易くなる。

40

【0011】

以上のように、磁性キャリアの小粒径化によって生じるキャリア付着を防止する際に、ボソツキ画像、文字周辺抜け等他の副作用が生じる場合があることが分かった。従って、キャリア付着を抑制すると共に、上記した副作用もある程度の許容範囲内に抑えることが求められる。

【0012】

50

本発明は以上の背景に鑑みなされたものであり、その目的は次のことである。即ち、高画質化のために小粒径キャリアを用いた二成分現像装置において、キャリア付着の抑制を、ボソツキ画像と文字周辺抜けを共に許容範囲内に抑えつつ実現することができる画像形成装置を提供することである。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1の発明は、表面に静電潜像を担持する像担持体と、内部に固定された磁界発生手段を有し、表面上に磁性キャリアとトナーとからなる2成分現像剤を担持して回転する非磁性現像スリーブからなる現像剤担持体と、該像担持体と該現像剤担持体との間に現像電界を発生させる現像電界発生手段とを有し、該像担持体上の静電潜像を、該現像剤担持体上に担持された二成分現像剤中のトナーを用いて該現像電界の作用によりトナー像化する画像形成装置において、上記磁性キャリアの重量平均粒径が20 [μm]以上60 [μm]以下、同じく磁性キャリアの1kOe磁場中における飽和磁化が66 [emu/g]以上100 [emu/g]以下、該磁性キャリアへ1000 [V]のバイアスを印加した時の該磁性キャリアの静抵抗が 10^9 [$\cdot\text{cm}$]以上 10^{14} [$\cdot\text{cm}$]以下、上記現像電界発生手段において発生させる電界がDCバイアスのみであることを特徴とするものである。

10

ここで、磁性キャリアの“静抵抗”は、次のようにして得られる値とする。即ち、磁性キャリアを抵抗計測平行電極であるギャップ2 [mm]の電極間に投入し、1000 [V]の直流バイアスを印加した30 [sec]後の抵抗値をハイレジスト計で計測した値を体積抵抗率に変換した値である。

20

また、請求項2の発明は、請求項1の画像形成装置において、上記像担持体と上記現像剤担持体との間隙が0.2 [mm]以上0.4 [mm]以下であることを特徴とするものである。

また、請求項3の発明は、請求項1乃至の画像形成装置において、上記磁性キャリアが少なくとも結着樹脂と粒子を有するコート膜を有し、該粒子径Dと該結着樹脂膜厚hが $1 < [D/h] < 10$ であることを特徴する画像形成装置。

請求項1の画像形成装置においては、磁性キャリアを60 [μm]以下の小粒径にする。これにより、磁性キャリアによる穂跡やハーフトーン画像のざらつき、即ち粒状性の悪化を防止することが可能となり、高画質化が可能となる。また、磁性キャリアの粒径の下限を20 [μm]にする。これにより、流動性および現像剤へのストレスが悪くなり過ぎないようにする。以上のことから、磁性キャリアの重量平均粒径は20 [μm]以上60 [μm]以下の範囲とする。

30

そして、上記小粒径の磁性キャリアを用いる場合に発生しやすいキャリア付着を次のようにして抑制する。

まず、磁性キャリアの1kOe磁場中における飽和磁化を66 [emu/g]以上にする。飽和磁化を高め、磁界発生手段による磁気ブラシの磁気拘束力を強めて、磁気ブラシ先端からのキャリア離れを生じにくくする。これにより、像担持体へのキャリア付着の抑制が可能なる状況をつくる。また、磁性キャリアの1kOe磁場中における飽和磁化を100 [emu/g]以下にする。これにより、磁気ブラシの穂が硬くなりすぎて穂跡が画像上に出ることを回避する。また、現像剤離れが悪くなり現像スリーブ上での現像剤の入れ替わりがわるくなって現像スリーブ上でのトナー濃度ムラが発生することによって画像濃度ムラが出ることを回避する。

40

更に、磁性キャリアの静抵抗をある程度低めの 10^9 [$\cdot\text{cm}$]以上 10^{14} [$\cdot\text{cm}$]以下の範囲とする。磁性キャリアの静抵抗と飽和磁化の間にはある程度相関関係があり、飽和磁化を高くすると静抵抗が低くなる傾向にある。ただし、静抵抗を低くすると電荷がリークしやすくなり、これに起因してボソツキ画像が生じやすくなる。よって、静抵抗の下限を 10^9 [$\cdot\text{cm}$]としてこれを回避できるようにする。一方、磁性キャリアの飽和磁化を66 [emu/g]以上としても、比較的静抵抗が高めの場合もある。そして、本発明者らが調べたところによると、後ほど表1で示すように静抵抗が 10^{14} [$\cdot\text{cm}$]

50

・cm]を越えると文字周辺抜けが悪化し許容範囲を越えることが分かった。そこで、磁性キャリアの静抵抗を 10^{14} [・cm]以下とし、文字周辺抜けも許容範囲内に抑える。

更に、現像電界発生手段による現像電界をDCバイアスのみとする。これは、静抵抗を上記のようにある程度低めに設定しているためリークが生じやすくなっている磁性キャリアに、リークの発生原因となるACバイアスを印加しないようにし、現像バイアスをリークが生じにくい状況にする。

以上のように、本発明においては、高画質化のために小粒径キャリアを用い、小粒径キャリアを用いたため生じやすくなるキャリア付着を防止するために、キャリアの飽和磁化をある程度高めに設定する。更に、飽和磁化が高めのために生じやすくなる画像のボソツキや文字周辺抜けを許容範囲内に抑えるために、磁性キャリアの静抵抗の範囲及び現像バイアス成分を上記範囲に限定する。このように複数の条件を複合的に限定することより、小粒径キャリアを用いた場合に生じやすくなるキャリア付着の抑制を、ボソツキ画像と文字周辺抜け等の副作用を許容範囲内におさめつつ実施できるようにする。

10

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を複写機、ファクシミリ、プリンター等の画像形成装置に適用した一実施形態について説明する。

本実施形態に係る画像形成装置は、像担持体としての感光体の周辺に、帯電装置、露光装置、現像装置、転写装置、クリーニング装置等が順に配設されている。また、給紙トレイより転写紙を給紙する給紙搬送装置と、トナー像を転写された転写紙が感光体から分離した後、トナーを転写紙に定着する定着装置とを備えている。このように構成された画像形成装置では、回転する感光体の表面は帯電装置により一様に帯電された後、画像情報に基づき露光装置のレーザー光線等を照射され、感光体上に潜像形成を形成する。感光体上に形成された静電潜像に現像装置により帯電したトナーを付着させることでトナー像を形成する。一方、転写紙は給紙搬送装置により給紙トレイより給紙され、次いで感光体と転写装置とが対向する転写部に搬送される。そして転写装置により、転写紙に感光体上のトナー像とは逆極性の電荷を付与することで、感光体上に形成されたトナー像を転写紙へ転写する。次いで、転写紙は、感光体から分離され、定着装置に送られ、トナーを転写紙に定着することで画像が得られる。

20

30

【0015】

図1は本実施形態に係る画像形成装置の現像装置1の概略構成図である。図1に基づき上記画像形成装置に採用される現像装置1について詳しく説明する。この現像装置1は感光体8の側方に配設され、トナー及び磁性キャリアとを含む2成分現像剤(以下「現像剤」という。)を表面に担持する現像剤担持体としての非磁性の現像スリーブ7を備えている。この現像スリーブ7は、現像ケーシングの感光体1側に形成された開口部から一部露出するように取り付けられ、図示しない駆動装置により、図中矢印b方向に回転する。また、現像スリーブ7の内部には、磁界発生手段としての固定磁石群からなる図示しないマグネットローラが固定配置されている。また、現像装置1は、現像スリーブ7上に担持される現像剤の量を規制する剛体からなる現像剤規制部材としてのドクタ9を備えている。該ドクタ9に対して、現像スリーブ7回転方向上流側には、現像剤を収容する現像剤収容部4が形成され、該現像剤収容部4の現像剤を攪拌混合する第1及び第2の攪拌スクリュ5、6が設けられている。また、現像剤収容部4の上方に配置されるトナー補給口23と、現像剤収容部4へ補給されるトナー充填したトナーホッパ2と、トナー補給口23とトナーホッパ2とを接続するトナー送流装置3とが設けられている。

40

【0016】

上記構成の現像装置1においては、第1及び第2の攪拌スクリュ5、6が回転することにより、現像剤収容部4内の現像剤が攪拌され、トナーと磁性キャリアとが互いに逆極性に摩擦帯電される。この現像剤は、矢印b方向に回転駆動する現像スリーブ7の周面に供給され、供給された現像剤は現像スリーブ7の周面に担持され、現像スリーブ7の回転によ

50

って、その回転方向（矢印 b 方向）に搬送される。次いで、この搬送された現像剤は、ドクタ 9 によって量を規制され、規制後の現像剤が感光体 8 と現像スリーブ 7 とが対向する現像領域に運ばれる。この現像領域で現像剤中のトナーが、感光体 8 表面の静電潜像に静電的に移行し、その静電潜像がトナー像として可視像化される。

【0017】

上記画像形成装置は、高画質化を実現するために、二成分現像剤を構成するトナーと磁性キャリアのうち磁性キャリアに重量平均粒径が $20 [\mu\text{m}]$ 以上 $60 [\mu\text{m}]$ 以下のものを用いている。磁性キャリアを粒径 $60 [\mu\text{m}]$ 以下の小粒径にし、磁性キャリアによる穂跡やハーフトーン画像のざらつき、即ち粒状性の悪化を防止することが可能となり、高画質化が可能となる。また、磁性キャリアを粒径 $20 [\mu\text{m}]$ 以上にし、流動性および現像剤へのストレスが悪くなり過ぎないようにする。以上のことから、磁性キャリアの重量平均粒径が $20 [\mu\text{m}]$ 以上 $60 [\mu\text{m}]$ 以下のものを用いている。

ところが、磁性キャリアは小粒径になるほど磁化が小さくなり感光体へのキャリア付着が発生し易い。また、近年の機械の小型化の要求に伴い、本実施形態においても、感光体として直径 $60 [\text{mm}]$ 以下、現像スリーブ 7 として直径 $30 [\text{mm}]$ 以下のものを用いている。このような感光体径やスリーブ径の小径化に伴い、現像領域下流（出口側）での磁気ブラシ穂先のキャリアに対する磁気拘束力が小さくなることから、キャリア付着が発生し易くなる。キャリア付着の発生により、感光体 8、クリーニングブレード（図示せず）など感光体に接触するよう設けられている部材の劣化が促進されるとともに、画像上にキャリア付着による白抜けが発生する。そこで、本実施形態の小粒径キャリアを用いる画像形成装置は、キャリア付着を抑制すると共に、キャリア付着を防止しようとする生じる恐れのある副作用もある程度の許容範囲内に抑えられるようにしている。

【0018】

次に本実施形態の特徴について説明する。以上のような画像形成装置において、二成分現像剤を構成しているトナーと磁性キャリアのうち磁性キャリアに次のようなキャリアを用いる。 1kOe 磁場中における飽和磁化が $66 [\text{emu/g}]$ 以上 $100 [\text{emu/g}]$ 以下、 $1000 [\text{V}]$ のバイアスを印加した時の静抵抗が $10^9 [\cdot\text{cm}]$ 以上 $10^{14} [\cdot\text{cm}]$ 以下である。更に、少なくとも結着樹脂と粒子を有するコート膜を有するキャリアであって、この磁性キャリアの粒子径（ D ）と結着樹脂膜厚（ h ）との関係が $1 < [D/h] < 10$ である。また、現像バイアスとして直流（DC）バイアスのみを印加し、交流（AC）バイアスは印加しないようにしている。

【0019】

磁性キャリアの 1kOe 磁場中における飽和磁化を $66 [\text{emu/g}]$ 以上と高めに設定することで、上記磁界発生手段としてのマグネットローラによる磁気ブラシの現像スリーブ表面への磁気拘束力を強める。これによって、磁気ブラシ先端からのキャリア離れを生じにくくして感光体 8 へのキャリア付着を抑制できる状況をつくる。また、磁性キャリアの 1kOe 磁場中における飽和磁化を $100 [\text{emu/g}]$ 以下にする。これによって、磁気ブラシの穂が硬くなりすぎて穂跡が画像上に出ることを回避する。また、現像剤離れが悪くなり現像スリーブ上での現像剤の入れ替わりがわるくなって現像スリーブ上でのトナー濃度ムラが発生することによって画像濃度ムラが出ることを回避する。

更に、磁性キャリアの静抵抗をある程度低めの $10^9 [\cdot\text{cm}]$ 以上 $10^{14} [\cdot\text{cm}]$ 以下の範囲とする。磁性キャリアの静抵抗と飽和磁化との間にはある程度相関関係があり、飽和磁化を高くすると静抵抗が低くなる傾向にある。ただし、静抵抗を低くしすぎると電荷がリークしやすくなり、これに起因してボソツキ画像が生じやすくなる。よって、静抵抗の下限を $10^9 [\cdot\text{cm}]$ としてこれを回避できるようにする。また、磁性キャリアの飽和磁化を $66 [\text{emu/g}]$ 以上としても、比較的静抵抗が高めの場合があり、静抵抗が高くなりすぎると文字周辺抜けが悪化して許容範囲を越える場合があることが本発明者らの研究によって分かった。そこで、本実施形態において磁性キャリアの静抵抗を $10^{14} [\cdot\text{cm}]$ 以下とし、文字周辺抜けも許容範囲内に抑える状況をつくる。

更に、現像スリーブ 7 に接続している現像電界発生手段としての電源 10 より現像スリー

プ7に印加する現像電界をDCバイアスのみとする。これは、静抵抗を上記のようにある程度低めに設定しているためリークが生じやすくなっている磁性キャリアに、リークの発生原因となるACバイアスを印加しないようにし、リークが生じにくい状況をつくるためである。

以上のように、本実施形態においては、高画質化のために小粒径キャリアを用い、小粒径キャリアを用いたために生じやすくなるキャリア付着を防止するためにキャリアの飽和磁化をある程度高めに設定する。更に、飽和磁化が高めのために生じやすくなる画像のボソツキや文字周辺抜けが許容範囲を越えることを回避するために、磁性キャリアの静抵抗の範囲及び現像バイアス成分を限定する。

【0020】

更に、本実施形態においては、更に高品質な画像を形成できるようにするためハーフトーン画像上でムラの発生についても発生しにくい構成を試行錯誤して見つけている。現像ギャップPGの広さは、ハーフトーン画像上でムラの発生に影響を及ぼす。現像ギャップPGが広すぎると、現像スリーブ7から感光体8へ向けて現像電界が届かず、廻り込み電界等になりやすくなる。そして、トナーが画像部に均一に付着せず、特にハーフトーン画像でムラとなるのである。このハーフトーン画像上でムラが生じる場合を画像の粒状性が悪いという。通常、画像にボソツキがあると粒状性も悪くなるが、ボソツキがなくても粒状性が悪い場合もあり、より高品質な画像を得ようとする場合は、粒状性を良好にすることが望まれる。

【0021】

以下に、本発明に関する特徴を有する場合にどのような効果が得られるかについて、上記構成要件を満足する実施例とそうでない比較例とをそれぞれ複数挙げて以下に説明する。但し、本発明はここで挙げる実施例に限定されるものではない。

先ず、後ほど示す実施例、比較例で使用した画像形成装置であるフルカラープリンタの各種設定条件は以下のとおりである。

< 実施例プリンタ設定条件 >

感光体線速：	350 [mm/sec]	
感光体径：	60 [mm]	
現像スリーブ/感光体線速比：	2	
汲み上げ量：	50 [mg/cm ²]	30
現像スリーブ径：	25 [mm]	
主極角度：	6 [°]	
主極磁束密度 (P1)：	120 [mT]	
主極下流側極磁束密度 (P2)：	110 [mT]	
帯電電位VD：	-600 [V]	
露光後電位VL：	-60 [V]	
現像バイアスVb：	-430 [V]	

< 比較例プリンタ設定条件 >

感光体線速：	350 [mm/sec]	
感光体径：	60 [mm]	40
現像スリーブ/感光体線速比：	2	
汲み上げ量：	50 [mg/cm ²]	
現像スリーブ径：	25 [mm]	
主極角度：	6 [°]	
主極磁束密度 (P1)：	120 [mT]	
主極下流側極磁束密度 (P2)：	110 [mT]	
帯電電位VD：	-420 [V]	
露光後電位VL：	-60 [V]	
現像バイアスVb：	-250 [V]	

【0022】

10

20

30

40

50

尚、磁束密度の測定方法は、磁力分布測定器（株式会社エクセル・システムプロダクト製 3次元磁気測定装置）、ガウスマータ（（株）エー・デー・エス製）を用い、スリーブ突き当て方式で測定した。

また、現像スリーブ7はV溝加工されたものである。また、ドクタ9は剛性であると共に磁性を有する材料である。ドクタ9は鉄、ステンレス等の金属材料からなるものに限らず、フェライト、マグネタイト等の磁性粒子を配合した樹脂材料で構成することも可能である。さらに、ドクタ自体を磁性材料で構成することなく、磁性材料で構成された金属板等の別部材をドクタ9に直接もしくは、間接的に固定する構成としてもよい。

【0023】

また、実施例と比較例に用いた磁性キャリアは、以下のものである。

10

<実施例磁性キャリア>

アクリル樹脂溶液（固形分50〔重量％〕）	56.0部
グアナミン溶液（固形分77〔重量％〕）	15.6部
アルミナ粒子（0.3〔 μm 〕、固有抵抗 10^{14} 〔 $\Omega\cdot\text{cm}$ 〕）	160.0部
トルエン	900部
ブチルセロソルブ	900部

これらをホモキサーで10分間分散して被覆膜形成溶液を調合し、芯材として所定の平均粒径の焼成フェライト粉を用い、膜厚0.15〔 μm 〕になるようにスピラコーター（岡田精工社製）により塗布し乾燥した。得られたキャリアを電気炉中にて150〔 $^{\circ}\text{C}$ 〕で1時間放置して焼成した。冷却後フェライト粉バルクを目開き100〔 μm 〕の篩を用いて解砕し、キャリアとした。

20

尚、実施例磁性キャリアのコート膜に含まれる粒子の粒子径 $D = 0.3$ 〔 μm 〕と結着樹脂膜厚 $h = 0.15$ 〔 μm 〕の比 D/h は2である。

<比較例磁性キャリア>

アクリル樹脂溶液（固形分50〔重量％〕）	56.0部
グアナミン溶液（固形分77〔重量％〕）	15.6部
トルエン	900部
ブチルセロソルブ	900部

これらをホモキサーで10分間分散して被覆膜形成溶液を調合し、芯材として所定の平均粒径の焼成フェライト粉を用い、膜厚0.15〔 μm 〕になるようにスピラコーター（岡田精工社製）により塗布し乾燥した。得られたキャリアを電気炉中にて150〔 $^{\circ}\text{C}$ 〕で1時間放置して焼成した。冷却後フェライト粉バルクを目開き100〔 μm 〕の篩を用いて解砕し、キャリアとした。

30

また、上記結着樹脂膜厚の測定は、透過型電子顕微鏡にてキャリア断面を観察することにより、キャリア表面を覆う被覆膜を観察することができるため、その膜厚の平均値をもって膜厚とした。

尚、比較例キャリアのコート膜には粒子を含んでいない。よって、実施例磁性キャリアで示したコート膜に含まれる粒子の粒子径 D と結着樹脂膜厚 h の比 D/h は、比較例キャリアには適用できない。

【0024】

40

上記プリンタの設定条件、及び表1に示す実施例1～5及び比較例1～17の各種条件パターンで画像形成を行った。その画像をボツツキ画像、文字周辺抜け、粒状性、キャリア付着の4つの観点で評価した結果を同じく表1に示す。バイアスで「DC」としたものは現像電界としてDCバイアスのみを印加したものの、「AC」としたものがDCバイアスにACバイアスを重畳したものである。ACバイアスは、周波数：4.5〔kHz〕、 V_{pp} ：0.9〔kV〕、 $Duty$ ：35である。

尚、磁性キャリアの飽和磁化は、次の方法で測定している。測定装置は、BHU-60型磁化測定装置（理研測定製）を用いる。測定試料を約1.0g秤量し、内径7〔mm〕、高さ10〔mm〕のセルにつめ、この装置にセットする。測定は印加磁場を徐々に加え1kOeまで変化させ、1kOe磁場中における磁化を求める。

50

評価結果の、「○」は非常に良い、「◎」は良い、「△」は悪い、「×」は非常に悪いという評価を示すし、[]以上が許容範囲である。表1のうち、実施例1～5、及び比較例10は、本発明の適用範囲に入るものである。ただし、比較例10は、実施例とはせず比較例として記載している。この比較例10を含めた比較例1～17が実施例に対する比較例である。

【0025】

【表1】

	条件					評価結果			
	飽和磁化(emu/g)	粒径(μm)	静抵抗(1000V, Ω·cm)	PG(mm)	バイアス	ボソツキ画像	文字周辺抜け	粒状性	キャリア付着
実施例①	66	35	10 ¹³	0.3	DC	◎	○	○	○
実施例②	75	60	10 ¹²	0.3	DC	◎	○	○	◎
実施例③	66	35	10 ¹⁴	0.4	DC	◎	○	○	○
実施例④	70	35	10 ¹¹	0.2	DC	◎	◎	◎	○
実施例⑤	70	35	10 ⁹	0.3	DC	○	◎	◎	○
比較例①	66	35	10 ¹³	0.3	AC	×	◎	×	○
比較例②	75	60	10 ¹²	0.3	AC	×	○	×	◎
比較例③	66	35	10 ¹⁴	0.4	AC	△	○	△	○
比較例④	70	35	10 ¹¹	0.2	AC	×	◎	△	○
比較例⑤	70	35	10 ⁹	0.3	AC	×	◎	×	○
比較例⑥	60	35	10 ¹⁴	0.3	DC	◎	○	○	△
比較例⑦	70	35	10 ¹⁵	0.3	DC	◎	×	○	○
比較例⑧	70	65	10 ¹⁴	0.3	DC	◎	○	△	◎
比較例⑨	55	35	10 ¹²	0.3	DC	◎	◎	○	×
比較例⑩	70	35	10 ¹⁰	0.5	DC	◎	○	×	○
比較例⑪	70	35	10 ⁸	0.3	DC	△	◎	○	△
比較例⑫	60	35	10 ¹⁴	0.3	AC	○	○	○	△
比較例⑬	70	35	10 ¹⁵	0.3	AC	○	×	○	○
比較例⑭	70	65	10 ¹⁴	0.3	AC	◎	○	△	◎
比較例⑮	55	35	10 ¹²	0.3	AC	○	◎	○	×
比較例⑯	70	35	10 ¹⁴	0.5	AC	○	△	×	○
比較例⑰	70	35	10 ⁸	0.3	AC	×	◎	○	△

【0026】

表1の結果より、次のことが分かる。キャリア付着は磁性キャリアの飽和磁化によって影響を受けやすく、飽和磁化が66未満の比較例6、9、12、15で発生している。この他、静抵抗が低い10⁸ [Ω·cm]となっている比較例11、17でも発生している。キャリア付着が発生するか否かは、飽和磁化が影響し、場合によって静抵抗も影響していることが分かる。

【0027】

ボソツキは、現像バイアスとしてACバイアスを印加する場合に発生しやすく、重畳バイアスを用いた比較例1～5で発生している。ただ、重畳バイアスを用いていても、磁性キャリアの飽和磁化が低めである比較例12、15では発生していない。これら2つの比較例は、上記したようにキャリア付着が発生するため好ましくない。また、ボソツキの発生は磁性キャリアの静抵抗によっても影響を受けやすく、静抵抗が低い10⁸ [Ω·cm]となっている比較例11、17では、現像バイアスにDCバイアスしか用いていないにもかかわらずボソツキが発生している。

図2は、キャリア付着防止のために磁性キャリアの飽和磁化を高めめの70 [emu/g]にした場合Aと、従来のように低めの60 emu/gにした場合Bとでボソツキ画像の発生状態の違いを調べた結果を示すグラフである。このグラフは、いずれも重畳バイアスを印加し印加バイアス200 [V]ごとにその実抵抗をとっている。尚、実抵抗の測定は、次のようにして行った。図3は、実抵抗測定装置の概略構成図である。この図に示すように、現像スリーブ107に電源からバイアスを印加して磁気ブラシを形成させる。この現

像スリーブに対向する感光体として治具感光体（アルミ製）108を使用し、現像スリーブ107 - 感光体108間距離が0.35 [mm]となるようそれぞれ配置する。現像スリーブ107を回転させ、現像スリーブ107にDCバイアスを印加する。そして、治具感光体108に流れこんだ電流をマルチメータにより測定し、抵抗値に換算する。表2は、図2の測定結果を示したものである。

【表2】

	印加電圧(V)							
	100	200	400	600	800	1000	1200	1400
A 磁化大(70emu/g)	7.9	9.1	9.9	10.3	8.6	BD		
B 磁化小(60emu/g)	8.1	9.1	9.6	9.9	9.3	8.7	8	BD

10

表2及び図2に示す結果より、バイアスを印加したときの実抵抗は磁性キャリアの飽和磁化の高さによって違いがある。飽和磁化が高いAの方が、飽和磁化の低いBよりも低い印加電圧で測定不能な状態、即ちブレイクダウンした。ここで、ブレイクダウンとは、実抵抗が低くなりすぎて測定不能となるほどの大電流が流れることである。また、飽和磁化を高くすると、磁気ブラシ1本1本が太く、短くなることが目視観察より確認できた。これより、飽和磁化が高い場合、キャリア同士が密に集合して磁気ブラシを形成するため、現像領域における、実抵抗が低くなり、電荷がリークしやすくなってボソツキが発生すると分かった。

20

【0028】

ボソツキの発生原因にキャリアの静抵抗が低すぎることも関係しているため、磁性キャリアのコート層などで静抵抗を高めにすることが考えられる。そして、ACバイアスでもリークしないようにすることができる。しかし、静抵抗が高すぎると、文字周辺抜けが悪化する場合がある。ここで、静抵抗とは、セル中にパッキング状態にした状態で測定する抵抗値である。そして磁性キャリアを抵抗計測平行電極：ギャップ2 [mm]の電極間に投入し、直流バイアスを印加し30 [sec]後の抵抗値をハイレジスト計で計測した値を体積抵抗率に変換した値である。比較例7、13では、1000 [V]印加したときの静抵抗が 10^{15} [Ω・cm]であり、いずれも文字周辺抜けが「x」となっている。一方、比較例3、6など1000 [V]印加したときの静抵抗が 10^{14} [Ω・cm]のものでは、いずれも文字周辺抜けが「 」となっている。これにより、文字周辺抜けを許容範囲に抑えるためにはキャリアの静抵抗はあまり高くしすぎないことが望ましい。尚、静抵抗と前記実抵抗との間には違いがある場合があり、静抵抗はパッキング状態での抵抗、実抵抗は磁気ブラシ状態での抵抗である。

30

【0029】

以上のように、磁性キャリアの静抵抗は、低すぎるとボソツキが発生する恐れがあり、電荷注入によるキャリア付着が発生する恐れもある。一方、高すぎると、文字周辺抜けなどの異常画像が悪化する恐れがあり、画質の面ではできるだけ低くしたい。更に、現像バイアスにACバイアスを印加すると、印加電圧が大きいためDCバイアスのみに比して、静抵抗値設定範囲の下限を高くしなければならなくなる。よって、現像バイアスをDCバイアスのみとすることでACバイアスを印加するのに比較して、静抵抗を低めに設定することが可能となり、文字周辺抜けなどの異常画像が許容範囲を越えないような抵抗に設定することが可能となる。

40

【0030】

次に、高画質な画像のもう1つの観点である粒状性を良好にするための構成と実施例について説明する。粒状性に影響を及ぼす条件の1つである現像ギャップGPを次のような条件にしている。現像ギャップPGが広すぎると、現像スリーブ7から感光体8へ向けて現像電界が届かず、再び現像スリーブ表面に戻る廻り込み電界等になりやすくなる。そして、トナーが画像部に均一に付着せず、特にハーフトーン画像でムラとなって粒状性が悪化

50

する。そこで、粒状性を良好にするために、現像ギャップPGを比較的狭い0.4 [mm]以下に設定している。尚、現像ギャップPGは狭くすると、文字周辺抜けやベタ・ライン付着量比（ベタパッチ部のトナー付着量とライン部付着量の比であり、1に近いほど良い）などを改善する効果があることは知られている。しかし、現像ギャップPGを小さくし過ぎるとギャップの微妙な変動で現像剤を挟んで現像スリーブ7と感光体8とが接触したり、その間にトナーが挟まれてパッキング状態になり現像スリーブ7にトナーが固着したりする恐れがある。現像ギャップの下限は0.2 [mm]にしており、これは一般的な現像ギャップの下限である。

【0031】

比較例10と16においては、現像ギャップPGを0.5 [mm]と広くしており、粒状性が「×」である。また、基本的にボソツキのあるものは、粒状性も悪くなる。これに対して、実施例1～5では、いずれも現像ギャップPGを0.2 [mm]以上0.4 [mm]以下としており、現像電界が感光体8の画像部に均一に届くため、粒状性が良好となる。尚、粒状性には磁性キャリアやトナーの粒径も関係し、本実施形態のように小粒径トナーを用いる構成では、更に粒状性が良好となる。

【0032】

また、磁性キャリアとして少なくとも結着樹脂と粒子を有するコート膜を有し、粒子径Dと結着樹脂膜厚hが $1 < [D/h] < 10$ の範囲であるものを用いた。飽和磁化が高い磁性キャリアを用いると、ドクタの上流側（スリーブ回転方向で上流側）の現像剤保持量が多くなり、現像剤に対して非常に高ストレスがかかる。このため、現像剤寿命（キャリア膜削れ、キャリア表面へのトナーの融着によるキャリア表面汚染等）が短くなる。しかし、本発明においては、粒子径Dと結着樹脂膜厚h上記の関係にある上記のようなキャリアを使用し、キャリアの高寿命化に対して改善効果を顕著にする。

この磁性キャリアは、被覆膜に比べ粒子の方が凸となるので、現像剤を摩擦帯電させるための攪拌により、トナーとの摩擦あるいはキャリア同士の摩擦で、結着樹脂への強い衝撃を伴う接触を緩和することができる。これにより、帯電発生箇所である結着樹脂の膜削れ、トナー融着によるキャリア汚染を防止し、キャリア寿命を大幅に向上させることが可能となる。 $[D/h]$ が1以下の場合、粒子は結着樹脂中に埋もれてしまうため、粒子を添加した意味がなくなり効果が著しく低下して好ましくない。 $[D/h]$ が10以上の場合、粒子と結着樹脂との接触面積が少ないため十分な拘束力が得られず、またこの粒子が脱離しやすくなってしまいうため好ましくない。また、トナーの帯電立ち上げ性を良好にするために、剛性かつ磁性を有するドクタなどを使用した場合には、さらに改善効果が顕著である。磁性ドクタを使用した場合、ドクタ部の現像剤保持量がさらに多くなるため、非常にストレスが大きくなるためである。ここで、磁性ドクタとは、鉄、ステンレス等の金属材料からなるものに限らず、フェライト、マグネタイト等の磁性粒子を配合した樹脂材料で構成することも可能である。さらに、ドクタ自体を磁性材料で構成することなく、磁性材料で構成された金属板等の別部材をドクタに直接もしくは間接的に固定する構成とすることによっても同様の効果を得ることができる。

図4は、本実施形態に用いた $1 < [D/h] < 10$ であるキャリアC1と、比較例キャリアC2とを用いた場合それぞれについて、ランニング時における帯電量の変化を最初の帯電量を1としたときの割合で示した結果である。帯電量の低下は、ランニング時におけるキャリアへのトナーメントなどに起因するものである。帯電量は、低下率が最初の帯電量の0.8以下、即ち低下率が20%を越えると画像上問題が発生する。図4より、 $1 < [D/h] < 10$ であるキャリアC1では、ランニング枚数が100K枚でも帯電量は最初の0.8を上回っていた。これに対して比較例キャリアC2では、ランニング枚数が100K枚に達する前に帯電量が最初の0.8以下になった。この結果、粒子径(D)と結着樹脂膜厚(h)が $1 < [D/h] < 10$ である少なくとも結着樹脂と粒子を有するコート膜を有する本実施例キャリアは、トナーメントに起因する帯電量低下を抑えることができる。尚、D/hの値の上限は、粒子の脱離回避の面でより好ましくは5である。

【0033】

10

20

30

40

50

上記実施例 1 乃至 5 では、磁性キャリアの重量平均粒径を 20 [μm] 以上 60 [μm] 以下、飽和磁化を 66 [emu/g] 以上 100 [emu/g] 以下、1000 [V] 印加時の静抵抗を 10^9 [$\cdot\text{cm}$] 以上 10^{14} [$\cdot\text{cm}$] 以下としている。更に、現像バイアスを DC バイアスのみとしている。これによって、高画質化のために小粒径キャリアを用いつつ、キャリア付着の抑制を、ボソツキ画像と文字周辺抜けを共に許容範囲内に抑えつつ実現することができる。尚、本実施形態においては、主極磁束密度 (P 1) を 120 [mT]、主極下流側極磁束密度 (P 2) を 110 [mT] としている。しかし、この値に限定するものではなく、何れの磁極においても磁束密度がこれ以上であれば本件発明の効果を得ることができる。

【 0 0 3 4 】

実施例 1 ~ 5 においては、いずれも現像ギャップ P G を 0 . 2 [mm] 以上 0 . 4 [mm] 以下としており、画像の粒状性も良好となる。

また、本実施例 1 ~ 5 の磁性キャリアは、粒子径 (D) と結着樹脂膜厚 (h) が $1 < [D / h] < 10$ である少なくとも結着樹脂と粒子を有するコート膜を有するキャリアを使用している。これによって、キャリア表面へのトナー融着に伴う帯電量低下が小さくなり、現像剤の高寿命化が達成できる。また、現像ギャップ P G が比較的狭い 0 . 4 [mm] 以下であり、この現像ギャップを通過する現像剤にかかるストレスが高い本実施形態のプリンタにこの磁性キャリアを用いている。これによって、狭い現像ギャップを通過するために現像剤に高ストレスがかかり寿命が低下することを改善することができ、より効果的である。

【 0 0 3 5 】

【 発明の効果 】

請求項 1 乃至 3 の画像形成装置によれば、高画質化のために小粒径キャリアを用いた二成分現像装置において、キャリア付着の抑制を、ボソツキ画像と文字周辺抜けを共に許容範囲内に抑えつつ実現することができるという優れた効果がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本実施形態に係る画像形成装置に用いる現像装置の概略構成図。

【 図 2 】 磁性キャリアの飽和磁化とボソツキ画像の発生状態の関係を調べた結果を示すグラフ。

【 図 3 】 実抵抗測定装置の概略構成図。

【 図 4 】 実施例キャリア C 1 と、比較例キャリア C 2 とそれぞれについて、ランニング時における帯電量の変化を示したグラフ。

【 図 5 】 画像部と非画像部の電界の状態を示した模式図。

【 符号の説明 】

- 1 現像装置
- 2 トナーホッパ
- 3 トナー送流装置
- 4 現像剤収容部
- 5 第 1 攪拌スクリュ
- 6 第 2 攪拌スクリュ
- 7 現像スリーブ
- 8 感光体
- 9 ドクタ
- 10 電源
- 23 トナー補給口

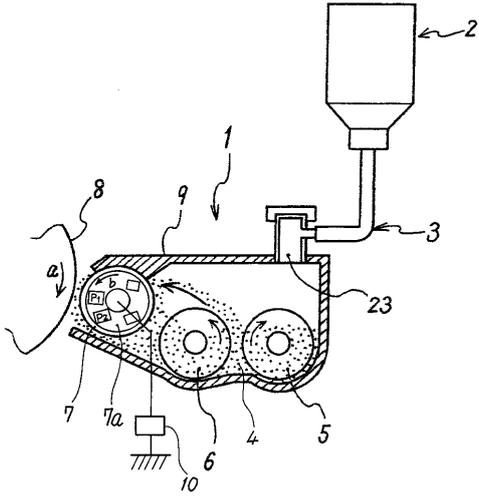
10

20

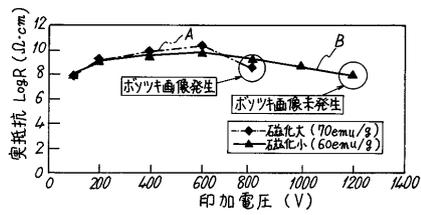
30

40

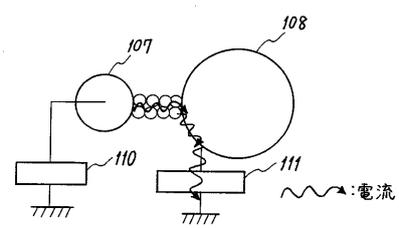
【図1】



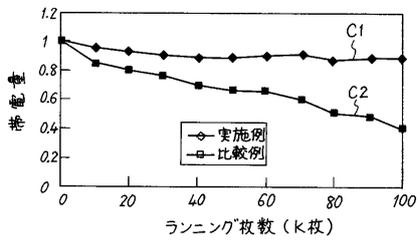
【図2】



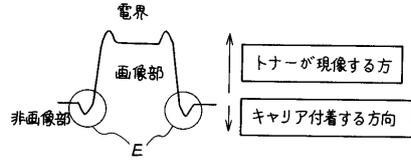
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

G 0 3 G 9/10 3 6 1

Fターム(参考) 2H005 BA06 BA07 CB07 EA01 EA02 EA05 EA10

2H073 BA02 BA13 CA03

2H077 AA11 AA26 AB02 AB14 AB18 AC02 AD06 AD13 AD35 BA07

EA03