(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5289107号
(P5289107)
(45)発行日　平成25年9月11日(2013.9.11)　(24)登録日　平成25年6月14日(2013.6.14)

(51)Int.Cl.　F I
G03G 21/10 (2006.01)　G03G 21/00 318
G03G 21/00 314

請求項の数 5　(全 25 頁)

(21)出願番号　特願2009-53972(P2009-53972)
(22)出願日　平成21年3月6日(2009.3.6)
(65)公開番号　特開2010-210694(P2010-210694A)
(43)公開日　平成22年9月24日(2010.9.24)
審査請求日　平成24年3月1日(2012.3.1)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100082337
弁理士　近島　一夫
(74)代理人　100141508
弁理士　大田　隆史
(72)発明者　吉川　忠伸
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

審査官　佐々木　創太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】画像形成装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
像担持体と、
放電を伴って前記像担持体を帯電させる帯電手段と、
帯電させた前記像担持体の表面にトナー像を形成するトナー像形成手段と、
トナー像の転写部を通過した前記像担持体の表面に摺擦して転写残トナーを除去するクリーニングブレードと、を備えた画像形成装置において、
前記クリーニングブレードと前記転写部との間で、可変の回転速度で回転して可変の摺擦速度で前記像担持体の表面を摺擦する補助クリーニング手段と、
空気中の水分量を検出する検出手段と、
画像形成枚数に応じて前記補助クリーニング手段の回転速度を累積的に増加させるように制御する制御手段と、を備え、
前記制御手段は、空気中の水分量が少ない場合に比べて、空気中の水分量が多い場合の方が、前記クリーニングブレードの使用時間に応じて累積的に増加される前記補助クリーニング手段の回転速度が多くなるように、画像形成時の空気中の水分量の履歴に応じて前記補助クリーニング手段を制御することを特徴とする画像形成装置。
【請求項２】
前記制御手段は、画像形成ごとに画像形成枚数を求め、画像形成ごとの画像形成枚数を空気中の水分量に応じて補正して求められた補正画像形成枚数に応じた前記回転速度の増加量をそれまでの前記回転速度に加算することにより、前記摺擦速度を累積的に高めるこ

とを特徴とする請求項１記載の画像形成装置。
【請求項３】
前記クリーニングブレードが配置された交換ユニットに付設した不揮発メモリに、前記補正画像形成枚数が記録され、
前記制御手段は、前記不揮発メモリから読み出した前記補正画像形成枚数に基づいて前記補助クリーニング手段の回転速度を設定することを特徴とする請求項２記載の画像形成装置。
【請求項４】
前記制御手段は、空気中の水分量が所定の第一閾値よりも少ない状態での画像形成では、前記補正画像形成枚数に応じた回転速度よりも低い回転速度を前記補助クリーニング手段に設定し、空気中の水分量が前記第一閾値より高く定めた第二閾値よりも多い状態での画像形成では、前記補正画像形成枚数に応じた回転速度よりも高い回転速度を前記補助クリーニング手段に設定することを特徴とする請求項２又は３に記載の画像形成装置。
【請求項５】
前記補助クリーニング手段がブラシローラであることを特徴とする請求項１乃至４いずれか１項記載の画像形成装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、クリーニングブレードを用いて転写部を通過した像担持体の表面をクリーニングする画像形成装置、詳しくはクリーニングブレードの耐久寿命を伸ばす制御に関する。
【背景技術】
【０００２】
像担持体に形成したトナー像を直接的又は間接的に記録材に転写して熱定着させる画像形成装置が広く用いられている。画像形成装置は、像担持体の１回転のサイクルの中で、帯電、トナーを用いたトナー像の形成、トナー像の転写媒体への転写、転写後の像担持体の表面のクリーニングを行っている。そして、像担持体のクリーニングに関しては、各種の方式が提案されているが、回転する像担持体に対してゴムブレードをカウンタ方向に当接させるクリーニングブレード方式が一般的である（特許文献１）。
【０００３】
しかし、先端にトナーを担持したクリーニングブレードで連続的に摺擦を受けると、像担持体の表面の感光層が摩耗するため、感光層の表面硬度を増して耐摩耗性を高めた像担持体が実用化されている（特許文献２）。
【０００４】
しかし、感光層の表面硬度を増すと、クリーニングブレードによる放電生成物の除去性能が十分でなくなるため、クリーニングブレードの上流に補助クリーニング手段を配置することが提案されている。
【０００５】
特許文献３には、クリーニングブレードの上流に、補助クリーニング手段としてシリコンゴムローラを配置したクリーニング装置が示される。
【０００６】
特許文献４には、クリーニングブレードの上流に、補助クリーニング手段としてナイロンブラシローラを配置したクリーニング装置が示される。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開２０００－２５９０５１号公報
【特許文献２】特開２００１－１６６５２０号公報
【特許文献３】特開２００１－２６５０４４号公報

【特許文献４】特開２００２－１８２５３６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
ゴム弾性体を用いたクリーニングブレードは、放電を伴って像担持体を帯電させる画像形成装置で用いると、その耐用期間を通じて次第に材料の劣化が進んでゴム弾性が徐々に失われる。ゴム弾性が失われた先端ではカケやひび割れが発生し易くなってトナーのクリーニングに支障をきたすようになり、クリーニング不良が発生し易くなる。また、ゴム弾性が失われた先端ではトナー粒子の保持性能が低下するため放電生成物の除去に支障をきたすようになり、放電生成物の吸湿に起因して１枚目のプリントに画像不良（画像流れ）が発生し易くなる。
【０００９】
このため、感光層の硬度を増して耐摩耗性を高めると、像担持体の寿命よりもクリーニングブレードの耐久寿命のほうが短くなってしまい、像担持体の寿命を残した状態でクリーニングブレードが頻繁に交換される結果となった。
【００１０】
そこで、特許文献３、４に示されるように補助クリーニング手段を配置して、クリーニングブレードがある程度は劣化しても補助クリーニング手段との組み合わせで十分なクリーニング性能を確保できるようにすることが提案された。
【００１１】
しかし、補助クリーニング手段とクリーニングブレードとがそれぞれトナーを担持して並行に像担持体を摺擦すると、今度は、像担持体の摩耗速度が速まって像担持体の寿命が損なわれることが判明した。特に、クリーニングブレードの劣化後を想定して、耐用期間の初期から補助クリーニング手段を高速回転させた場合、像担持体の摩耗速度が著しく速まることが判明した（図９）。
【００１２】
本発明は、像担持体の耐久寿命を損なうことなく、クリーニングブレードの耐久寿命を引き伸ばすことができる画像形成装置を提供することを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【００１３】
本発明の画像形成装置は、像担持体と、放電を伴って前記像担持体を帯電させる帯電手段と、帯電させた前記像担持体の表面にトナー像を形成するトナー像形成手段と、トナー像の転写部を通過した前記像担持体の表面に摺擦して転写残トナーを除去するクリーニングブレードとを備えたものである。そして、前記クリーニングブレードと前記転写部との間で、可変の回転速度で回転して可変の摺擦速度で前記像担持体の表面を摺擦する補助クリーニング手段と、空気中の水分量を検出する検出手段と、画像形成枚数に応じて前記補助クリーニング手段の回転速度を累積的に増加させるように制御する制御手段と、を備えるものである。そして、前記制御手段は、空気中の水分量が少ない場合に比べて、空気中の水分量が多い場合の方が、前記クリーニングブレードの使用時間に応じて累積的に増加される前記補助クリーニング手段の回転速度が多くなるように、画像形成時の空気中の水分量の履歴に応じて前記補助クリーニング手段を制御する。
【発明の効果】
【００１４】
本発明の画像形成装置では、クリーニングブレードの劣化が進んでいない状態では補助クリーニング手段の回転速度を遅くして像担持体の摩耗速度を抑制する。そして、クリーニングブレードの劣化が進んでくると補助クリーニング手段の回転速度を高めて、クリーニングブレードの損なわれたクリーニング性能を補う。このとき、空気中の水分量が少ない場合に比べて、空気中の水分量が多い場合の方が、前記クリーニングブレードの使用時間に応じて累積的に増加される前記補助クリーニング手段の回転速度が多くなるようにする。

【００１５】
従って、像担持体の摩耗速度を抑制して寿命を損なうことなく、クリーニングブレードの交換寿命を引き伸ばすことができる。
【図面の簡単な説明】
【００１６】
【図１】実施形態の画像形成装置の構成の説明図である。
【図２】画像形成部の構成の説明図である。
【図３】感光ドラムの感光層の層構成を示した模式図である。
【図４】表面層が架橋構造を有する感光ドラムの摩耗速度を従来の感光ドラムと比較した説明図である。
【図５】画像形成枚数の増加に伴うクリーニングブレードの反発弾性率の変化の説明図である。
【図６】画像形成枚数の増加に伴うトナーに対するクリーニング性能の変化の説明図である。
【図７】画像形成枚数の増加に伴う放電生成物に対するクリーニング性能の変化の説明図である。
【図８】実施例１におけるブラシローラの回転速度の制御の説明図である。
【図９】ブラシローラの周速比に対する感光ドラムの摩耗量の説明図である。
【図１０】実施例１の制御による転写残トナーのクリーニング性能の説明図である。
【図１１】実施例１の制御による放電生成物のクリーニング性能の説明図である。
【図１２】実施例２におけるブラシローラの回転速度制御のブロック図である。
【図１３】温度湿度の違いによるクリーニングブレードの劣化速度の違いの説明図である。
【図１４】実施例３のプロセスカートリッジを用いた制御の説明図である。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
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、クリーニングブレードの寿命末期にブラシローラ等の摺擦速度が高まる限りにおいて、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。
【００１８】
従って、中間転写体を用いる方式、記録材搬送体を用いる方式、タンデム型、１ドラム型、フルカラー、モノクロの区別なく、これらの画像形成装置において等しく実施できる。本実施形態では、トナー像の形成／転写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。
【００１９】
なお、特許文献１～４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。
【００２０】
＜画像形成装置＞
図１は実施形態の画像形成装置の構成の説明図、図２は画像形成部の構成の説明図である。
【００２１】
図１に示すように、画像形成装置１００は、中間転写ベルト１０に沿って画像形成部ＰＹ、ＰＭ、ＰＣ、ＰＫ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。
【００２２】
画像形成部ＰＹでは、感光ドラム１Ｙにイエロートナー像が形成されて中間転写ベルト１０に一次転写される。画像形成部ＰＭでは、感光ドラム１Ｍにマゼンタトナー像が形成されて中間転写ベルト１０のイエロートナー像に重ねて一次転写される。画像形成部ＰＣ、ＰＫでは、それぞれ感光ドラム１Ｃ、１Ｋにシアントナー像、ブラックトナー像が形成

されて同様に中間転写ベルト１０に順次重ねて一次転写される。

【００２３】

中間転写ベルト１０に一次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Ｐへ一括二次転写される。トナー像の転写を受けた記録材Ｐは、中間転写ベルト１０から分離されて定着装置１８へ搬送されてトナー像の定着処理を受ける。これにより、記録材Ｐは、画像形成物（プリント、コピー）として出力される。

【００２４】

中間転写ベルト１０は、テンションローラ１１、駆動ローラ１２、及び対向ローラ１３に掛け渡して支持され、駆動ローラ１２に駆動されて所定のプロセススピードで矢印Ｒ２方向に回転する。中間転写ベルト１０は、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミドなどの樹脂にカーボンを分散して抵抗を調整したもので、周長が８００ｍｍである。テンションローラ１１は、駆動ローラ１２と対向ローラ１３との間で中間転写ベルト１０を一定のテンションで維持するように調整されている。

【００２５】

二次転写ローラ１４は、中間転写ベルト１０を挟んで対向ローラ１３に９．８Ｎ（１０００ｇｆ）の押圧力をもって圧接することにより、中間転写ベルト１０と二次転写ローラ１４との間に二次転写部Ｔ２の圧接ニップ部を形成する。

【００２６】

分離装置１９は、記録材カセット２０から引き出された記録材Ｐを１枚ずつに分離して、レジストローラ１６へ送り出す。レジストローラ１６は、停止状態で記録材Ｐを受け入れて待機させ、中間転写ベルト１０のトナー像にタイミングを合わせて記録材Ｐを二次転写部Ｔ２へ送り込む。

【００２７】

二次転写部Ｔ２に搬送された記録材Ｐは、トナー像を担持・搬送する中間転写ベルト１０と二次転写ローラ１４との間に挟持されて搬送される。その間、電源Ｄ２は、二次転写ローラ１４にトナーの正規帯電極性である負極性とは逆極性である正極性の直流電圧（＋１．５ｋＶ）を印加する。これにより、記録材Ｐ上に中間転写ベルト１０上の４色重なったトナー像が静電転写される。

【００２８】

ベルトクリーニング装置１５は、中間転写ベルト１０のトナー画像が二次転写部Ｔ２を通過して記録材Ｐに二次転写された後、中間転写ベルト１０の表面に残留する転写残トナーをクリーニングする。定着装置１８は、ヒータを設けた定着ローラ１８ａに加圧ローラ１８ｂを圧接して加熱ニップを形成する。記録材Ｐは、加熱ニップで挟持搬送される過程で、加熱加圧を受けてトナー像を溶融させ、フルカラー画像を表面に定着される。

【００２９】

画像形成部ＰＹ、ＰＭ、ＰＣ、ＰＫは、それぞれの現像装置で用いる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は、ほぼ同一に構成される。以下では、画像形成部ＰＹについて説明し、他の画像形成部ＰＭ、ＰＣ、ＰＫについては、説明中の符号末尾のＹを、Ｍ、Ｃ、Ｋに読み替えて説明されるものとする。

【００３０】

図２に示すように、画像形成部ＰＹは、感光ドラム１Ｙの周囲に、帯電ローラ２Ｙ、露光装置３Ｙ、現像装置４Ｙ、一次転写ローラ５Ｙ、クリーニング装置６Ｙを配置する。像担持体の一例である感光ドラム１Ｙは、不図示の駆動モータから駆動力を伝達されて矢印Ｒ１方向に回転する。

【００３１】

帯電手段の一例である帯電ローラ２Ｙは、接触帯電装置（接触帯電器）を構成する。帯電ローラ２Ｙの外形は１４．０ｍｍであり、芯金２ａの両端部をそれぞれ軸受け部材により回転自在に保持される。軸受け部材が押し圧ばね２ｂによって付勢されることで、帯電ローラ２Ｙは、感光ドラム１Ｙの表面に対して総圧４．９Ｎ（５００ｇｆ）の押圧力で圧接している。帯電ローラ２Ｙの芯金２ａには、電源Ｄ３より、直流電圧（－５００Ｖ）に

交流電圧（周波数ｆ＝１ｋＨｚ、ピーク間電圧ＶｐｐＩ．５ｋＶの正弦波）を重畳した振動電圧が印加される。これにより、帯電ローラ２Ｙと感光ドラム１Ｙとの間の交流電圧による放電を伴って、感光ドラム１Ｙの周面が一様な暗電位ＶＤ（－５００Ｖ）に接触帯電処理される。なお、帯電手段は、コロナ放電を伴って感光ドラム１Ｙを帯電させるコロナ帯電器を用いてもよい。

【００３２】

露光装置３Ｙは、半導体レーザーを用いたレーザービームスキャナであって、画像読取装置等のホスト処理からプリンタ側に送られた画像信号に対応して変調されたレーザー光を出力する。露光装置３Ｙは、回転する感光ドラム１Ｙの一様帯電面を露光位置においてレーザー走査露光（イメージ露光）して、感光ドラム１Ｙの表面のレーザー光で照射されたところの電位をＶＬ（－１００Ｖ）に低下させる。これにより、感光ドラム１Ｙには走査露光した画像情報に対応した静電像が順次に形成されていく。

【００３３】

トナー像形成手段の一例である現像装置４Ｙは、非磁性トナーと磁性キャリアからなる二成分現像剤が収容され、両者の混合比は重量比でおよそ９：１である。この重量比は、非磁性トナーの帯電量、磁性キャリアの粒径等により適正に調整されるべきものであって、必ずしもこの数値に従わなければいけないものではない。現像装置４Ｙは、感光ドラム１Ｙに対向した現像領域が開口しており、この開口部に一部露出するようにして現像スリーブ４ｂが回転可能に配置されている。現像スリーブ４ｂは、感光ドラム１Ｙとの最近接距離（Ｓ－Ｄギャップ）を３５０μｍに保持して感光ドラム１Ｙに近接対向配設し、感光ドラム１Ｙと現像スリーブ４ｂとの対向部に現像部を形成する。現像スリーブ４ｂの外周面に、現像スリーブ４ｂ内のマグネット４ｃの磁力によって、現像容器４ａ内の二成分現像剤の一部が磁気ブラシ層として吸着保持される。磁気ブラシ層は、現像スリーブ４ｂの回転に伴って回転搬送され、現像剤コーティングブレード４ｄにより所定の薄層に整層され、現像部において感光ドラム１Ｙに接触して適度に摺擦する。電源Ｄ４は、現像スリーブ４ｂに、例えば、直流電圧Ｖｄｃ（－３５０Ｖ）に交流電圧Ｖａｃ（周波数ｆ＝８．０ｋＨｚ、ピーク間電圧１．８ｋＶの矩形波）を重畳した振動電圧を印加する。現像スリーブ４ｂの外周面に薄層としてコーティングされ、現像部に搬送された二成分現像剤中のトナーは、振動電圧によって感光ドラム１Ｙの表面へ転移し、静電像に対して選択的に付着することで静電像がトナー像に現像される。ここでは、感光ドラム１Ｙの露光部にトナーが付着して静電像が反転現像される。

【００３４】

一次転写ローラ５Ｙは、中間転写ベルト１０を介して感光ドラム１Ｙに対向して配置されて、中間転写ベルト１０と感光ドラム１Ｙとの間に一次転写部Ｔ１を形成する。一次転写ローラ５Ｙは、中間転写ベルト１０に対して総圧４．９Ｎ（５００ｇｆ）の押圧力で圧接している。電源Ｄ１は、感光ドラム１Ｙ上のトナー像が一次転写部Ｔ１に到達している間、一次転写ローラ５Ｙにトナーの正規帯電極性である負極性とは逆極性である正極性の直流電圧（＋５００Ｖ）を印加する。これにより、感光ドラム１Ｙ上のトナー像が中間転写ベルト１０へ静電転写される。

【００３５】

＜現像剤＞

二成分現像剤は、磁性キャリアと非磁性トナーを含む。非磁性トナー（以下トナー）は、結着樹脂，着色剤，その他帯電制御剤，ワックス等の添加剤を含む着色樹脂粒子からなる。そして、着色樹脂微粒子の表面には、流動性の改善，帯電量の調整等の必要に応じて、例えばコロイダルシリカ、チタニア等の無機酸化物微粒子が外添剤として付着している。実施例におけるトナーは、結着樹脂がポリエステル系樹脂からなり、抵抗値は約10^{14}Ωｃｍ，体積平均粒径は約６μｍである。

【００３６】

トナーの体積平均粒径は、コールターカウンターＴＡ－ＩＩ型（コールター社製）を使用して測定した。一級塩化ナトリウムを用いて調製した１％ＮａＣｌ水溶液からなる電解

液１００～１５０ｍｌ中に、分散剤として界面活性剤（好ましくはアルキルベンゼンスルフォン酸塩）を０．１～５ｍｌ加えて電解液を調合した。この電解液中にトナーの測定試料を２～２０ｍｇ加え、超音波分散器で約１～３分間分散処理を行った。試料を懸濁した電解液は、コールターカウンターＴＡ－ＩＩ型により１００μｍアパーチャーを用いて、２μｍ以上のトナーの体積を測定することにより体積分布を算出した。その測定結果から体積５０％のメジアン径をもって体積平均粒径を求めた。

【００３７】

磁性キャリア（以下キャリア）は、例えば表面酸化或は未酸化の鉄、ニッケル、コバルト、マンガン、クロム、希土類などの金属、及びそれらの合金、或は酸化物フェライトなどが好適に使用可能である。これらの磁性粒子の製造法は特に制限されない。実施例で使用したキャリアの抵抗値は10^{10}Ωｃｍ（10^{8}Ωｃｍ～10^{12}Ωｃｍ）であり、磁化量は２００ｅｍｕ／ｃｃ（１００ｅｍｕ／ｃｃ～３００ｅｍｕ／ｃｃ）であり、個数平均粒径は約３５μｍである。

【００３８】

キャリアの体積平均粒径は、フロー式粒子像分析装置ＦＰＩＡ３０００（シスメックス社製）を用いて測定した。個数基準で粒径０．５～２００μｍの範囲を３２対数分割してそれぞれのチャンネルにおける粒子数を測定し、その測定結果から個数５０％のメジアン径をもって個数平均粒径とした。キャリアの抵抗値は、測定電極面積１０ｃｍ^{2}、電極間間隔０．４ｃｍのサンドイッチタイプのセルを用い、片方の電極に１ｋｇの荷重を加え、両電極間に印加電圧Ｅ（Ｖ／ｃｍ）を印加した時の電流値から抵抗値を算出した。

【００３９】

＜像担持体＞

図３は感光ドラムの感光層の層構成を示した模式図である。像担持体の一例である感光ドラム１Ｙは、回転ドラム型の電子写真感光体である。感光ドラム１Ｙは、負帯電性の有機光導電体（ＯＰＣ）で外形Φ３０ｍｍであり、中心支軸を中心に１００ｍｍ／ｓｅｃのプロセススピード（周速度）をもって矢示Ｒ１方向に回転駆動される。

【００４０】

図３に示すように、感光ドラム１Ｙは、導電性支持体２０１上に、導電層２０７、電荷発生層２０３、電荷輸送層２０４、表面層２０５が順次積層されたもので、表面層２０５の最表面が自由表面２０６である。感光層２０２は、電荷発生物質を含有する電荷発生層２０３の上に電荷輸送物質を含有する電荷輸送層２０４を積層した機能分離型の感光体構成である。導電性支持体２０１と感光層２０２との間に、導電層や整流性を有する下引き層等からなる１０～２０μｍの導電層２０７が配置されている。

【００４１】

なお、電荷発生物質と電荷輸送物質とを同一層中に分散した単層の感光層２０２を採用することも可能である。また、積層型の感光層では、電荷輸送層２０４が二層以上設けられた構成も可能である。いずれの場合においても、電荷輸送性化合物を感光層２０２が含有していればよい。

【００４２】

電子写真感光体としての特性、特に残留電位などの電気的特性及び耐久性の点より、表面層２０５には、電荷輸送性化合物を含有した連鎖重合性基を有する電荷輸送性化合物の重合体が含有されている。表面層２０５に電荷輸送物質を含有させて、電荷輸送性機能を有させることで、感度低下、残留電位上昇を抑制できる。表面層２０５が架橋構造を含有するとともに電荷輸送機能を有するため、電荷輸送能を低下させることなく表面層の高耐久化が可能となる。

【００４３】

具体的には、電荷輸送層２０４に炭素一炭素二重結合を有するモノマーを含有させ、熱あるいは光のエネルギーによって、表面層２０５の電荷輸送性化合物の炭素一炭素二重結合と反応させて電荷移動層硬化膜を形成した。表面層２０５は、摩擦特性を向上させるために、潤滑材としてフッ素原子含有化合物などを含有させた。

【００４４】
なお、シロキサン系化合物を架橋させて表面層を形成してもよい。表面層としては、熱硬化型表面層、紫外線硬化型表面層、電子線硬化型表面層等でもよい。
【００４５】
このような表面層２０５を有する感光ドラム１Ｙは、耐摩耗性が非常に優れている。感光ドラム１Ｙが有する特徴的な物理量を規定すべく、２５℃、湿度５０％の環境下でビッカース四角錐ダイヤモンド圧子を用いて感光ドラム１Ｙの硬度を試験した。荷重６ｍＮでダイヤモンド圧子を押し込んだ場合のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）は、１５０～２２０Ｎ／ｍｍ^{2}の範囲であり、かつ、弾性変形率は、４８～６５％の範囲であった。
【００４６】
一般的に膜の硬度は外部応力に対する変形量が小さいほど高く、電子写真感光体も当然の如く鉛筆硬度やビッカース硬度が高いものが機械的劣化に対する耐久性が高いと考えられる。しかし、これらの測定により得られる硬度が高過ぎると耐久性が逆に低下するので、上記の範囲が良好である。例えば、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が２２０Ｎ／ｍｍ^{2}を超えるとき、弾性変形率が４８％未満であると、表面層の弾性力が不足しているが故に、結果として局部的に大きな圧力がかかり、感光層に深い傷が発生してしまう。また、このとき、弾性変形率が６５％より大きいと、弾性変形率は高くても弾性変形量は小さくなってしまうが故に、結果として局部的に大きな圧力がかかり、感光層に深い傷が発生してしまう。よって、ＨＵが高いものが必ずしも表面層として最適ではないと考えられる。また、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が１５０Ｎ／ｍｍ^{2}未満のときは、弾性変形率が６５％を超えていると、弾性変形率が高くても塑性変形量も大きくなって、紙粉やトナーに擦られて削れたり細かい傷が発生したりする。よって、ＨＵが１５０Ｎ／ｍｍ^{2}未満では表面層として表面硬度が不足していると考えられる。
【００４７】
ここで、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）及び弾性変形率は、通常環境Ｎ／Ｎ（温度２５±２℃、湿度５０±１０％）下で、微小硬さ測定装置フィッシャースコープＨ１００Ｖ（Ｆｉｓｃｈｅｒ社製）を用いて測定した。圧子として対面角１３６°のビッカース四角錐ダイヤモンド圧子を使用し、圧子に連続的に荷重をかけて、荷重下での押し込み深さを直読して連続的に硬さを求めた。荷重の条件は、最終荷重６ｍＮまで段階的に各点０．１ｓｅｃの保持時間で２７３点測定した。
【００４８】
感光ドラム１の表面層２０５の特性を上述の範囲に収めるには、電荷輸送性化合物を含有した硬化性樹脂、または電荷輸送機能を有した硬化性樹脂により形成された保護層を有することが好ましい。硬化性樹脂を用いることで、硬化性樹脂の硬化度を調整することができ、表面層２０５のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）や、特に弾性変形率Ｗｅを上述した範囲に収めることが容易になるからである。
【００４９】
なお、感光ドラム１Ｙは、硬質の保護層を有する有機感光体（ＯＰＣ）に限定されるものでなく、感光ドラム１Ｙ最外層の材質がアモルファスシリコンである無機感光体を用いても良い。
【００５０】
＜実施例１＞
（クリーニングブレード）
図４は表面層が架橋構造を有する感光ドラムの摩耗速度を従来の感光ドラムと比較した説明図である。クリーニング装置６Ｙには、ゴム弾性体からなるクリーニングブレード６ａを使用している。これは、クリーニングブレード６ａを使用することで、クリーニング装置６Ｙの構成が非常に単純かつ小型になり、コスト面からも有利である等の理由による。
【００５１】
クリーニングブレード６ａの材質としては、耐薬品性、耐摩耗性、成形性、機械的強度

などの点で優れている熱可塑性エラストマーの一種であるポリウレタンゴムが主に用いられている。クリーニングブレード６ａを有するクリーニング装置６Ｙでは、走行する像担持体表面に対してカウンタ方向から、転写残トナーを除去するのに必要な力（５～４０ｇｆ／ｃｍ）でクリーニングブレード６ａを圧接させている。

【００５２】

このように圧接させたクリーニングブレード６ａのクリーニング作用のメカニズムは、いわゆるＳｔｉｃｋ－Ｓｌｉｐ運動によるものと考えられている。すなわち、クリーニングブレード６ａのエッジ部と像担持体の当接部では、まず当接部に働く摩擦力により像担持体表面に密着したエッジ部が像担持体の進行方向に変形（ずり変形、圧縮変形）する。次に、その応力に伴うエッジ部に蓄積されたエネルギーが復元力（反発弾性力）として働き、エッジ部が元の状態に戻る。

【００５３】

Ｓｔｉｃｋ－Ｓｌｉｐ運動によるクリーニング能力は、エッジ部に蓄積されるエネルギーによるエッジ部の振動運動の振幅及び振動数により決定される。そして、円柱状の像担持体の場合、エッジ部の振動運動が円柱の接平面上に限定されることが好ましい。Ｓｔｉｃｋ－Ｓｌｉｐ運動の振幅及び振動数は、クリーニングブレード６ａの像担持体に対する摩擦係数、厚み、自由長、反発弾性率、硬度、モジュラス（応力－ひずみ曲線）等で決定される。

【００５４】

ところで、上記の条件に合わせてクリーニングブレード６ａの適正化を図ったとしても、クリーニングブレード６ａの耐用期間の末期になると、クリーニングブレード６ａのクリーニング性能が低下する。

【００５５】

図４に示すように、通紙枚数が５００００枚を超えた時に、感光ドラムＡ及び感光ドラムＢ共に摩耗速度が減少している。その理由としては、クリーニングブレード６ａの加水分解による反発弾性率の低下や永久変形を原因とする、クリーニング装置６Ｙのクリーニング能力（感光ドラム１Ｙに対する摺擦能力）の低下である。すなわち、画像形成を繰り返し行なっていると、帯電ローラ２Ｙを用いて感光ドラム１Ｙ表面を帯電処理した時に発生するオゾンや空気中の水分に起因してゴム材料の加水分解が進行して反発弾性率の低下や永久変形が発生する。そして、クリーニングブレード６ａの反発弾性率の低下や永久変形が生じると、クリーニングブレード６ａの感光ドラム１Ｙに対する圧接力が低下し、エッジ部のＳｔｉｃｋ－Ｓｌｉｐ運動が小さくなる。

【００５６】

図４は従来の感光ドラムＢと実施例で用いた感光ドラムＡとについて、使用に伴う感光ドラムの摩耗量を図１の画像形成装置１００で確認した結果である。感光ドラムＡ、Ｂの摩耗量は、渦電流式膜厚測定装置フィッシャースコープＭＭＳ（Ｆｉｓｃｈｅｒ社製）を用いて測定した。最初と通紙枚数２５０００枚毎に、予め決定した感光ドラム上の主走査方向の３点について、同一周方向６箇所の計１８点について、感光層の膜厚（２０７、２０３、２０４、２０５、２０６の合計：図３）を測定した。そして、膜厚の最初と各時点での差分を摩耗量とした。

【００５７】

このため、感光ドラム１Ｙ上の転写残トナーを十分に除去回収することができなくなり、クリーニング不良等の問題を発生する可能性が出てくる。また、クリーニングブレード６ａを用いて感光ドラム１Ｙ上の帯電生成物、トナー樹脂、及び外添剤等を十分に除去することができなくなり、画像流れやフィルミング等の問題を発生する可能性が出てくる。

【００５８】

そこで、クリーニングブレード６ａの表面に耐候性樹脂をコーティングして、加水分解によるクリーニングブレード６ａの劣化を防止する方法が提案された。しかし、コーティングによってクリーニングブレード６ａ全体が硬化するため、クリーニングブレード６ａの反発弾性率、硬度、モジュラス（応力－ひずみ曲線）に悪影響が出て良好なクリーニン

グ性能を発揮できなくなった。

【００５９】

また、画像形成動作時以外のタイミングで、クリーニングブレード６ａを感光ドラム１Ｙから離間させて、クリーニングブレード６ａの永久変形を防止する方法が提案された。しかし、離間だけではオゾンや空気中の水分に起因する反発弾性率の低下を防止することはできず、画像形成装置の機構の複雑化・大型化を招く新たな問題が発生する。

【００６０】

ところで、近年、市場ニーズとして、ランニングコスト低減のための消耗品の長寿命化、メンテナンスフリー特性が重視されている。具体的には、感光ドラム１Ｙには、帯電時のオゾン及び窒素酸化物による化学的劣化、帯電時の放電やクリーニングブレード６ａの摺擦による機械的劣化、画像形成の繰り返しに伴う電気的劣化に対する化学的・電気的・機械的な耐久性が求められている。

【００６１】

このため、感光ドラム１Ｙの耐久性を高める方法として、硬化性の樹脂を電荷輸送層用の樹脂として用いる方法、電荷輸送物質を含有する硬化性樹脂を用いる方法、潤滑剤や酸化防止機能を具備した表面保護層を用いる方法が提案されている。

【００６２】

しかし、感光ドラム１Ｙの耐久寿命が伸びる一方で、クリーニングブレード６ａの耐久寿命は伸びていない。このため、感光ドラム１Ｙとクリーニングブレード６ａとを備えた交換ユニットでは、クリーニングブレード６ａの寿命によるクリーニング不良が発生した場合、感光ドラム１Ｙがまだ寿命に達していない段階で全体が交換される。このため、ランニングコスト低減に結びつかない。

【００６３】

そこで、実施例では、架橋構造を有する樹脂からなる最表面を有する感光ドラム１Ｙとクリーニングブレード６ａとを配置した系で、回転可能なブラシローラ６ｃを配置している。クリーニングブレード６ａとブラシローラ６ｃとを並列に作用させることで、クリーニングブレード６ａのクリーニング性能が低下した以降も必要なクリーニング性能を確保できるようにしている。

【００６４】

クリーニング装置６Ｙは、感光ドラム１Ｙに形成されたトナー像が一次転写部Ｔ１で中間転写ベルト１０へ転写された後、感光ドラム１Ｙに残留する転写残トナーをクリーニングする。クリーニング装置６Ｙは、ウレタンゴムからなる板状部材であるクリーニングブレード６ａを支持部材６ｄによって取り付けている。クリーニングブレード６ａは、先端のエッジ部が感光ドラム１Ｙの表面の移動方向に対してカウンタ方向になるように当接しており、転写残トナーは、エッジ部によって感光ドラム１Ｙから掻き落とされる。

【００６５】

クリーニングブレード６ａを感光ドラム１Ｙの表面に当接する条件としては、自由長１０ｍｍ、板厚２ｍｍのクリーニングブレード６ａを当接角３０°で配置し、不図示のばねにより当接圧４．９Ｎ（５００ｇｆ）を付与している。

【００６６】

クリーニングブレード６ａのゴム物性は、クリーニング性能の安定性や、クリーニングブレード６ａの耐久性などの観点から、反発弾性率が１０～４０％で、硬度が５５～８５度の弾性ブレードであることが好ましい。実施例では、反発弾性率が２０％、硬度が７０度のクリーニングブレード６ａを用いた。硬度は、ＪＩＳ－Ａ硬度でＪＩＳ　Ｋ－６２５３に基づき測定を行った。反発弾性率は、ＪＩＳ　Ｋ－６２５５に基づき測定を行なった。

【００６７】

クリーニングブレード６ａの反発弾性率が１０％より低いと、クリーニングブレード６ａのエッジ部におけるＳｔｉｃｋ－Ｓｌｉｐ運動が小さくなり、クリーニングブレード６ａの感光ドラム１表面への追従性が低下する。このため、感光ドラム１Ｙ上の転写残トナ

ーを十分に除去回収することができなくなり、クリーニング不良が発生する可能性が出てくる。

【００６８】

更に、クリーニングブレード６ａのエッジによって感光ドラム１Ｙ上の放電生成物を十分に除去することができなくなり、連続プリントの１枚目で画像流れの画像不良が発生する可能性が出てくる。トナー樹脂及び外添剤等を十分に除去することができなくなって、帯電ローラ２Ｙが汚れて帯電性能が低下するフィルミングが発生する可能性も出てくる。

【００６９】

一方、反発弾性率が４０％よりも高いと、クリーニングブレード６ａのエッジ部のＳｔｉｃｋ－Ｓｌｉｐ運動が大きくなり、クリーニングブレード６ａのエッジ部が感光ドラム１Ｙの表面で異常振動する。このため、異音やクリーニングブレード６ａのめくれ等の問題が発生する可能性が出てくる。更に、異常振動に伴って感光ドラム１Ｙの表面を局所的に損耗させる可能性も出てくる。

【００７０】

（補助クリーニング手段）

クリーニングブレード６ａに対して、感光ドラム１Ｙの回転方向上流側に、補助クリーニング手段の一例であるブラシローラ６ｃが配置される。ブラシローラ６ｃは、感光ドラム１Ｙに当接した状態で配設されており、独立したモータ２２に駆動されて、初期状態では、感光ドラム１Ｙの表面の移動方向に対してカウンタ方向に周速比１００％となるように回転駆動している。ブラシローラ６ｃは、感光ドラム１Ｙの表面の移動方向を考慮した場合、周速比（－１００％）であり、２００％の相対速度で感光ドラム１Ｙの表面を摺擦する。ブラシローラ６ｃは、ブラシの繊維に感光ドラム１Ｙに付着した転写残トナーや紙粉等をからめて感光ドラム１Ｙから除去する。また、ブラシの繊維及び繊維にからめたトナーで感光ドラム１Ｙ表面を摺擦して感光ドラム１Ｙに付着した放電生成物やトナー樹脂及び外添剤等を拭い取る。

【００７１】

スクレーパー６ｆは、ブラシローラ６ｃに侵入させた状態で固定されたＰＥＴ樹脂シートであって、ブラシローラ６ｃに蓄積した転写残トナーや紙粉等を掻き落として、ブラシローラ６ｃのクリーニング性能を維持させる。

【００７２】

ブラシローラ６ｃは、平板上の基布に対してブラシを形成する繊維（糸）を織り込み、その後適当な大きさにカットし、スパイラル状に芯金に巻きつけてローラ形状に仕上げる織物型のブラシローラである。ブラシローラ６ｃのブラシを形成する繊維（糸）としては、ナイロン、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミド、レーヨン、トリアセテート、キュプラなど様々な素材を利用できる。実施例ではコストなどの面からナイロンを選択した。

【００７３】

（１）ブラシローラ６ｃのブラシを形成する繊維（糸）には、ナイロンに導電物質であるカーボンブラックを所定量含有させて、抵抗率が10^{4}Ω・ｍから10^{6}Ω・ｍの範囲になるものを用いた。ブラシローラ６ｃのブラシを形成する繊維（糸）の抵抗率は特に限定されるものではないが、絶縁性のものを使用した場合には感光ドラム１Ｙに静電メモリを発生させる可能性があるからである。導電性のブラシローラ６ｃを用いる場合、適宜なバイアスが印加されていても構わないが、実施例では接地電位に接続している。

【００７４】

（２）ブラシローラ６ｃのブラシを形成する繊維（糸）の太さは、１．０デニールから１０．０デニールの範囲が好ましい。ブラシを形成する繊維（糸）の太さが１．０デニール未満の比較的細い繊維（糸）を使用した場合、使用に伴いクリーニング能力が低下する可能性がある。転写残トナー等に対するクリーニング能力は、初期的には維持されるものの、ブラシを形成する繊維（糸）間に転写残トナー等を溜め込みやすく、前述のスクレーパー６ｆでは十分に除去することができないためである。また、感光ドラム１Ｙの表面の

付着物に対する摺擦能力は、ブラシを形成する繊維（糸）の太さが細いほど低下する傾向にあるため、感光ドラム１Ｙの表面の付着物を十分に除去できないからである。一方、ブラシを形成する繊維（糸）の太さが１０．０デニールより大きい比較的太い繊維（糸）を使用した場合、転写残トナー等に対するクリーニング能力が低下する可能性がある。感光ドラム１Ｙと当接するブラシを形成する繊維（糸）の先端部分の感光ドラム１Ｙ表面に対する追従性が悪くなるためである。また、感光ドラム１表面の付着物に対する摺擦能力が必要以上大きくなり、感光ドラム１Ｙの表面をスジ状に傷付けて感光ドラム１Ｙの寿命を低下させるからである。よって、実施例では、ブラシローラ６ｃのブラシを形成する繊維（糸）の太さは、５．０デニールのものを選択した。

【００７５】

（３）ブラシローラ６ｃのブラシを形成する繊維（糸）の植毛密度は、１５０００本／ｃｍ^{2}から４００００本／ｃｍ^{2}の範囲のものが好ましい。ブラシを形成する繊維（糸）の植毛密度が１５０００本／ｃｍ^{2}未満の場合、ブラシローラ６ｃ上で繊維（糸）の密な部分と疎な部分ができてしまい、転写残トナーに対するクリーニング能力を十分に発揮できない可能性がある。また、ブラシローラ６ｃ上で繊維（糸）の粗密ができているがゆえに、ブラシを形成する繊維（糸）の毛倒れが発生し易くなり、感光ドラム１Ｙ表面の付着物に対する摺擦能力を十分に発揮できない可能性がある。一方、ブラシを形成する繊維（糸）の植毛密度が４００００本／ｃｍ^{2}より大きい場合、初期的には転写残トナー等に対するクリーニング能力が維持されても、使用に伴いクリーニング能力が低下する可能性がある。ブラシを形成する繊維（糸）間に転写残トナー等を溜め込み易く、前述のスクレーパー６ｆで十分に除去できないためである。よって、実施例では、ブラシローラ６ｃのブラシを形成する繊維（糸）の植毛密度は、２５０００本／ｃｍ^{2}のものを選択した。

【００７６】

（４）ブラシローラ６ｃのブラシを形成する繊維（糸）の長さ（パイル長）は５ｍｍ、芯金太さは６ｍｍであるため、ブラシローラ６ｃの外径は１６ｍｍである。

【００７７】

（５）ブラシローラ６ｃの感光ドラム１Ｙに対する侵入量は１．５ｍｍである。

【００７８】

補助クリーニング手段には、転写残トナーに対するクリーニング能力や感光ドラム１Ｙ上の付着物に対する摺擦力に加え、感光ドラム１Ｙ表面を傷付けないことや、耐久性も重要な要素として挙げられる。そのため、補助クリーニング手段としては、弾性部材からなる弾性ローラ（特許文献３）や、繊維からなるブラシローラ（特許文献４）が好ましい。

【００７９】

従って、補助クリーニング手段として以下のような弾性ローラを用いても構わない。弾性ローラは、芯金上に可撓性部材としてのゴムあるいは発泡体の弾性層を形成することにより作成される。弾性層はウレタン等の樹脂、硫化剤、発泡剤等により処方され、芯金の上にローラ状に形成後、必要に応じて切削、表面研磨して作成することができる。弾性ローラは、導電性のものが好ましく、カーボンブラックや金属酸化物等の導電性物質を分散したゴム材あるいは発泡させたもの、または導電性物質を分散せずに導電性物質と併用してイオン導電性の材料を用いたものも使用できる。弾性ローラの材質としては、弾性発泡体以外にも、弾性体の材料として、エチレンープロピレンージエンポリエチレン（ＥＰＤＭ）、ウレタンゴム、シリコンゴム等が挙げられる。弾性ローラ表面は、摺擦力や異物除去能力を高めるため、平均セル径が５～３００μｍの微小なセル又は凹凸を有していることも好ましい。セルは単泡、連泡のいずれでも構わない。

【００８０】

（実験結果）

図５は画像形成枚数の増加に伴うクリーニングブレードの反発弾性率の変化の説明図である。図６は画像形成枚数の増加に伴うトナーに対するクリーニング性能の変化の説明図、図７は画像形成枚数の増加に伴う放電生成物に対するクリーニング性能の変化の説明図である。

【００８１】
図２に示すように、電荷移動層硬化膜を形成した感光ドラム１Ｙの表面は、従来の感光ドラムと比較して非常に硬質であるため、クリーニングブレード６ａの摺擦を受けてもほとんど摩耗しない。
【００８２】
図４に示すように、従来の感光ドラムＢは、クリーニングブレード６ａによって表面層が摩耗し易いため、通紙枚数が５００００枚の時点で摩耗量が１０μｍ、１００００枚当たり摩耗量が２．０μｍである。
【００８３】
これに対して、実施例で用いた感光ドラムＡは、表面層が硬質であるため、通紙枚数が５００００枚の時点で摩耗量が１．２５μｍ、１００００枚当たり摩耗量が０．２５μｍであり、従来の感光ドラムＢと比較して１／８に過ぎない。すなわち、感光ドラムの摩耗量だけで考えると、実施例で用いた感光ドラムＡの寿命は、従来の感光ドラムＢの８倍になる。
【００８４】
前述したように、画像形成を繰り返し行なった場合、帯電ローラ２Ｙを用いて感光ドラム１Ｙ表面を帯電処理する時に発生するオゾンや空気中の水分に起因して、クリーニングブレード６ａの加水分解による反発弾性率の低下や永久変形が発生する。
【００８５】
クリーニングブレード６ａの反発弾性率の低下や永久変形が生じた場合、クリーニングブレード６ａの感光ドラム１表面に対する圧接力が低下し、クリーニングブレード６ａのエッジ部のＳｔｉｃｋ－Ｓｌｉｐ運動が小さくなる。その結果、感光ドラム１Ｙ上の転写残トナーを十分に除去回収できなくなり、クリーニング不良が発生する可能性が出てくる。また、感光ドラム１Ｙの表面から放電生成物、トナー樹脂、外添剤等をクリーニングブレード６ａによって十分に除去できなくなる結果、画像流れやフィルミングが発生する可能性が出てくる。
【００８６】
そこで、クリーニングブレード６ａにブラシローラ６ｃを併設した画像形成装置１００において、高濃度の画像の連続画像形成を行なって、クリーニングブレード６ａのクリーニング性能の低下状態を加速実験した。図５は温湿度が２３℃／５０％（絶対水分量１０．５ｇ／ｍ^3）の環境下で連続画像形成を行った場合の、画像形成枚数に対するクリーニングブレード６ａの反発弾性率の変化を実験した結果である。図６は、このときのクリーニングブレード６ａの転写残トナーに対するクリーニング能力の変化を示しており、図７は、このときのクリーニングブレード６ａの放電生成物に対するクリーニング能力の変化を示している。
【００８７】
図５に示すように、クリーニングブレード６ａの初期の反発弾性率は２０％であり、画像形成枚数が５００００枚までは大きな変化は見られない。しかし、５００００枚以降では、クリーニングブレード６ａの加水分解が進行するため、反発弾性率は１０００００枚で１６％、１５００００枚で８％と大きく低下していく。
【００８８】
そして、クリーニングブレード６ａの反発弾性率が１０％よりも低くなると、上述したように、転写残トナーに対するクリーニング能力や、感光ドラム１Ｙ表面の付着物に対する摺擦能力の低下が問題になる。反発弾性率は、ＪＩＳ　Ｋ－６２５５に基づき測定を行なった。
【００８９】
図６に示すように、クリーニングブレード６ａをすり抜けて感光ドラム１Ｙに連れ回るトナー量は、図５で示したクリーニングブレード６ａの反発弾性率の低下に伴って増加している。特に、画像形成枚数が１５００００枚以降では、クリーニングブレード６ａの反発弾性率が１０％以下となるため、すり抜けトナー量も２．０％以上となる。許容レベル

は約１．５％未満であるため、現像時に発生するかぶりと同様に白地部では許容できないほど転写残トナーが目立ってしまう。

【００９０】

図７に示すように、クリーニングブレード６ａで除去できないで感光ドラム１Ｙに残留する放電生成物は、図５で示したクリーニングブレード６ａの反発弾性率の低下に伴って増加している。放電生成物の残留量は、感光ドラム１Ｙ表面における水の接触角で評価しており、放電生成物の残留量が多いほど表面の親水性が高まって接触角は小さくなる。特に、画像形成枚数が１５００００枚以降では、クリーニングブレード６ａの反発弾性率が１０％以下となるため、感光ドラム１Ｙ表面の接触角も８０°以下となる。許容レベルは約８０°以上であるため、画像流れや濃度むらが発生してしまう。

【００９１】

ここで、クリーニングブレード６ａをすり抜けて感光ドラム１Ｙに連れ回るトナー量は、以下の方法を用いて測定した。

【００９２】

予め決められた画像形成枚数に到達した時点で、感光ドラム１Ｙ上にトナー載り量が約０．６ｍｇ／ｃｍ^{2}となるＡ３サイズ１枚分のトナー像を形成する。そして、一次転写ローラ５Ｙによる転写作用を与えずにトナー像の全量をクリーニング装置６Ｙに送り込んでクリーニングブレード６ａによりクリーニングする。トナー像がクリーニングブレード６ａを通過した時点で、画像形成装置１００を停止させ、クリーニングブレード６ａ通過後の感光ドラム１Ｙ上に粘着テープを貼付して剥離することにより、クリーニングブレード６ａをすり抜けたトナーを回収する。

【００９３】

ここで、すり抜けたトナー量を数値化する方法としては、かぶり測定と同じ方法を用いた。つまり、すり抜けたトナーを回収したテープを白地の紙上に貼り付け、反射式濃度計（東京電色社製リフレクトメーターＴＣ－６ＤＳ）により反射濃度Ｄｓを測定する。次に、テープのみを白地の紙上に貼り付け、反射濃度Ｄｒを測定する。そして、ＤｓとＤｒの差分をＤｓで除した数値をすり抜けトナー量と定義した。

【００９４】

図６の縦軸は以上のようにして求められたすり抜けトナー量（％）で表示している。

【００９５】

また、感光ドラム１Ｙ表面における水の接触角は、接触角計ＣＡ－ＤＳ型（協和界面化学（株））を用いて測定した。感光ドラム１Ｙの表面の接触角とは、感光ドラム１Ｙの表面に例えば一定大きさの純水などの液滴を接触させた時に、感光ドラム表面と液面とのなす角度をいう。そして、感光ドラム１Ｙの接触角が大きい場合、感光ドラム１表面が水に対して濡れにくい、つまり撥水性が強いことを示している。

【００９６】

ここで、画像形成装置１００は、上述したように、ブラシローラ６ｃの感光ドラム１に対する周速比が（－１００％）に固定され、画像形成枚数の累積に寄らず周速比一定で回転する。

【００９７】

従って、感光ドラム１Ｙが硬質の表面層を有している場合、クリーニングブレード６ｃに加えてブラシローラ６ｃを設けたとしても、従来の感光ドラムの寿命を大きく超えた画像形成枚数まで使用すると、出力画像の品質が低下し易くなる。

【００９８】

（制御手段）

図８は実施例１におけるブラシローラの回転速度の制御の説明図、図９はブラシローラの周速比に対する感光ドラムの摩耗量の説明図である。図１０は実施例１の制御による転写残トナーのクリーニング性能の説明図、図１１は実施例１の制御による放電生成物のクリーニング性能の説明図である。

【００９９】

図２に示すように、ブラシローラ６ｃの回転速度を固定とする場合、画像形成を長期にわたり繰り返し行った時に発生するクリーニングブレード６ａのクリーニング能力の低下を補うことができるようにブラシローラ６ｃの回転速度が設定される。クリーニングブレード６ａとブラシローラ６ｃとを並列に作用させ、クリーニングブレード６ａのクリーニング性能が低下した以降も必要なクリーニング性能を確保できるようにするためである。

【０１００】

しかし、この場合、クリーニングブレード６ａが十分クリーニング能力を発揮する初期の段階でも、ブラシローラ６ｃは、感光ドラム１Ｙを長期使用後と同じように摺擦・摩耗してしまう。

【０１０１】

この結果、長期使用後の感光ドラム１Ｙの摩耗量は適正となるが、クリーニングブレード６ａの初期の段階では必要以上に感光ドラム１Ｙを摩耗することとなり、感光ドラム１Ｙの寿命を短縮させることとなる。感光ドラム１Ｙの摩耗量は、クリーニングブレード６ａによる感光ドラム１Ｙの摩耗量とブラシローラ６ｃによる感光ドラム１Ｙの摩耗量の合計となるからである。

【０１０２】

そこで、実施例１では、クリーニングブレード６ａの耐用期間の後期において初期よりも摺擦速度を高めるように補助クリーニング手段（６ｃ）を制御する制御手段（２１）を備えている。

【０１０３】

制御部２１は、クリーニング装置６Ｙ及び感光ドラム１Ｙを新品交換した後（厳密にはクリーニングブレード６ａを交換した後）の画像形成の累積枚数に応じて、ブラシローラ６ｃの感光ドラム１Ｙに対する周速比を可変制御する。

【０１０４】

制御部２１は、モータ２２を制御してブラシローラ６ｃの回転速度を可変制御する。具体的には、モータ２２にはステッピングモーターが使用されており、制御部２１から送出するパルス周波数に応じた回転速度でモータ２２を回転させる。

【０１０５】

制御部２１は、画像形成カウンタ２３に画像形成枚数の累積値をカウントする。画像形成カウンタ２３は、クリーニングブレード６ａの交換直後にリセットされる。制御部２１は、画像形成カウンタ２３の累積値を参照して画像形成枚数が５００００枚累積するごとに、段階的にモータ２２の回転数を変化させて、ブラシローラ６ｃの感光ドラム１Ｙに対する周速比を増加させる。画像形成カウンタ２３は、通紙枚数をカウントする。具体的には、画像形成装置１００内に内蔵された制御部２１のＣＰＵで、クリーニングブレード６ａ交換後の通紙枚数をＡ４サイズで１枚（Ａ３サイズなら２枚）としてカウントし、随時画像形成カウンタ２３のメモリに積算させていく。使用量としては、通紙枚数に限定されるものでなく、感光ドラム１Ｙの回転数あるいは回転時間、帯電ローラ２Ｙの電圧印加時間、現像装置４Ｙの現像スリーブ４ｂの回転数あるいは回転時間などを用いても良い。

【０１０６】

制御部２１は、画像形成カウンタ２３のメモリに積算された使用量に応じて、予め決められた図８で示した画像形成枚数と周速比の関係から、適正な周速比でブラシローラ６ｃが回転するように制御を実施している。

【０１０７】

図８に示すように、制御部２１は、クリーニングブレード６ａの交換後、画像形成枚数が５００００枚までは周速比を１００％とするが、５００００枚から１０００００枚では周速比を１１０％にする。そして、画像形成枚数が１０００００枚から１５００００枚では周速比を１３０％、画像形成枚数が１５００００枚以降では周速比を１５０％という具合に徐々に周速比を増加させている。

【０１０８】

図９は、ブラシローラ６ｃの感光ドラム１Ｙに対する周速比と感光ドラム１Ｙの摩耗速

度との関係を示している。摩耗速度は、感光ドラム１Ｙ表面を摩耗する能力、つまり感光ドラム１Ｙの表面から放電生成物、トナー樹脂、外添剤等を掻き取る摺擦能力を示す。

【０１０９】

図９に示すように、ブラシローラ６ｃの周速比は、ブラシローラ６ｃのクリーニング性能に大きく影響する。周速比１００％では摩耗速度が０．０５μｍ／１００００枚と非常に少ないので、クリーニングブレード６ａ交換直後から画像形成枚数が５００００枚までは、ブラシローラ６ｃがクリーニング装置６Ｙの摺擦能力にあまり寄与しない。

【０１１０】

しかし、周速比１５０％では摩耗速度が０．２５μｍ／１００００枚に達してクリーニングブレード６ａの摺擦能力とほぼ同じとなる。このため、画像形成枚数が１５００００枚以上では、加水分解によってクリーニングブレード６ａの摺擦能力が低下した分を、ブラシローラ６ｃが摺擦能力で補うことが可能となる。

【０１１１】

図８に示すように、制御部２１は、ブラシローラ６ｃの周速比を段階的に高めて１５００００枚以降で周速比を１５０％にする。このため、初期から１５０％一定で回転駆動する場合と比べて、必要以上の摺擦能力を感光ドラム１Ｙに与えなくて済む。従って、感光ドラム１Ｙの摩耗量を減らして感光ドラム１Ｙの寿命をより長くすることが可能となっている。

【０１１２】

図１０は、温湿度が２３℃／５０％（絶対水分量１０．５ｇ／ｍ^3）の環境下で画像形成枚数の累積に伴うクリーニング能力の変化を実験した結果である。ブラシローラ６ｃの周速比を１００％一定とした場合（図中○）は、前述のように画像形成枚数の増加に伴って、クリーニング能力が低下して、すり抜けトナー量が増加する。

【０１１３】

これに対し、実施例１の段階的に周速比を高める制御（図中●）では、画像形成枚数の増加に寄らず安定したクリーニング能力を維持できる。すり抜けトナー量が多少増加するものの、画像にほとんど影響ないレベル（閾値である１．５％を大きく下回っている）に止まる。

【０１１４】

図１１は、温湿度が２３℃／５０％（絶対水分量１０．５ｇ／ｍ^3）の環境下で画像形成枚数の累積に伴う摺擦能力の変化を実験した結果である。ブラシローラ６ｃの周速比を１００％一定とした場合（図中○）では、前述のように画像形成枚数の増加に伴って、摺擦能力が低下して、感光ドラム１Ｙの接触角が低下する。

【０１１５】

これに対し、実施例１の段階的に周速比を高める制御（図中●）では、画像形成枚数の増加に寄らず安定した摺擦能力を維持できる。感光ドラム１Ｙの接触角も多少減少するものの、問題ないレベル（閾値である８０°を上回っている）に止まる。

【０１１６】

実施例１の制御によれば、画像形成枚数の累積に伴ってブラシローラ６ｃの周速比を段階的に高めることにより、クリーニングブレード６ａの反発弾性率の低下や永久変形が生じてもクリーニング装置６Ｙのクリーニング能力を維持できる。これにより、クリーニング不良の発生を防止すると共に、放電生成物に起因する画像ながれや外添剤に起因する帯電ローラ２Ｙのフィルミングを防止して、感光ドラム１Ｙの長寿命化，メンテナンスフリーを実現し、ランニングコストを低減できる。

【０１１７】

＜実施例２＞

図１２は実施例２におけるブラシローラの回転速度制御のブロック図、図１３は温度湿度の違いによるクリーニングブレードの劣化速度の違いの説明図である。

【０１１８】

実施例１では、感光ドラムの周囲の温度湿度とは無関係に、画像形成枚数の累積に伴っ

てブラシローラ６ｃの周速比を段階的に高めた。しかし、高湿度環境ではクリーニングブレード６ａの加水分解の進行が早まるため、低湿度環境よりもブラシローラ６ｃの周速比を速めに高めることが望ましい。そこで、実施例２では、感光ドラムの周囲の温度湿度に応じてブラシローラ６ｃの周速比を速める画像形成の累積枚数を変化させている。実施例２の画像形成装置の基本構成は、図１～図３を参照して説明した実施例１のものと同様である。

【０１１９】

実施例２では、空気中の水分量を検出する検出手段を備え、検出された空気中の水分量が多い状態では、少ない状態よりも等しい使用の累積時間に対するブラシローラ６ｃの回転速度の増加量を大きくする。

【０１２０】

図１２に示すように、画像形成装置１００内のクリーニング装置６Ｙの近傍に温度湿度センサ２４が配置され、制御部２１は、温度湿度センサ２４の出力を取り込んで空気中の絶対水分量を演算する。制御部２１は、画像形成カウンタ２３に保持されたクリーニングブレード６ａの交換後の画像形成枚数のカウント値と、温度湿度センサ２４により測定した絶対水分量とに基づいてブラシローラ６ｃの周速比を設定する。制御部２１は、モータ２２を制御して設定した周速比の回転数でブラシローラ６ｃを回転させる。

【０１２１】

図１３は、温度湿度が２３℃／５０％の環境下（図中○）の環境下と、温度湿度が３０℃／８０％（図中●）の環境下とで、画像形成枚数に対するクリーニングブレード６ａの反発弾性率の変化を実験した結果である。ブラシローラ６ｃの周速比を１００％一定として画像形成装置１００を使用して実験した。

【０１２２】

ここで、温度湿度２３℃／５０％は、絶対水分量１０．５ｇ／ｍ^{3}に相当し、温度湿度３０℃／８０％は、絶対水分量２１．６ｇ／ｍ^{3}に相当している。

【０１２３】

図１３に示すように、高温高湿である３０℃／８０％の環境下では、標準環境である２３℃／５０％の環境下と比較して、少ない画像形成の累積枚数でクリーニングブレード６ａの反発弾性率の低下が進行する。具体的には、クリーニング能力を維持する上での閾値である反発弾性率が１０％を下回るタイミングが、２３℃／５０％では画像形成枚数１５００００枚前後であるのに対し、３０℃／８０％では画像形成枚数１０００００枚前後になる。

【０１２４】

これは、クリーニングブレード６ａの加水分解が、周囲の空気中の水分量に依存しているためである。クリーニングブレード６ａの加水分解の進行度合いが、画像形成装置１００を使用する環境の空気中の絶対水分量により異なるからである。

【０１２５】

温度湿度センサ２４は、クリーニング装置６Ｙの周囲の空気の温度と相対湿度とを検出する。相対湿度ＲＨ（％）は、水蒸気圧をＥ（Ｐａ）とし、飽和水蒸気圧をＥｓ（Ｐａ）として次式（１）で表すことができる。

ＲＨ（％）＝（Ｅ／Ｅｓ）×１００　…（１）

【０１２６】

制御部２１は、温度湿度センサ２４により検出された相対湿度ＲＨ（％）と、温度により既知である飽和水蒸気圧Ｅｓ（Ｐａ）とから、水蒸気圧Ｅ（Ｐａ）を算出する。

【０１２７】

制御部２１は、水蒸気圧Ｅ（Ｐａ）と、温度湿度センサ２４により検出された温度Ｔ（℃）とを用いて次式（２）により空気中の絶対水分量Ｍを算出する。

Ｍ（ｇ／ｍ^3）＝（０．７４９×１０$^{-2}$×Ｅ）／（１＋０．００３６６×Ｔ）　…（２

）
【０１２８】
実施例１では、図１０に示した通紙枚数とクリーニング補助手段６ｃの周速比の関係から、必要なクリーニング補助手段６ｃの周速比を決定した。
【０１２９】
制御部２１は、Ａ４サイズ横送りの画像形成を１枚としてカウントし、絶対水分量Ｍを用いて次式（３）により画像形成枚数Ｎのカウントに重み付けを行う。
Ｎ（枚）＝（α１）×Ａ）＋（α２×Ｂ）＋（α３×Ｃ）＋（α４×Ｄ）＋（α５×Ｅ）
…（３）
【０１３０】
（３）式中、α１、α２、α３、α４、α５は表１に示す各区分の絶対水分量に応じた重み係数であり、Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄ、Ｅは絶対水分量の各区分の環境下における画像形成枚数である。
【０１３１】
【表１】

絶対水分量（ｇ／ｍ³）	5未満	5～10	10～15	15～20	20以上
重み係数	α１ 0.80	α２ 0.90	α３ 1.00	α４ 1.25	α５ 1.50

【０１３２】
制御部２１は、式（３）によって重み付けをした枚数で図８のようにブラシローラ６ｃの周速比を設定する。
【０１３３】
その結果、例えば、高温高湿である３０℃／８０％の環境下で連続して８００００枚の画像形成を実行した場合、実施例１では、図８に示すように、ブラシローラ６ｃの周速比は１１０％に設定される。これに対して、実施例２では、式（３）の重み付けにより、８００００枚の画像形成は、画像形成カウンタ２３に１２００００枚としてカウントされる。これにより、図８に示すように、ブラシローラ６ｃの周速比は１３０％に設定される。
【０１３４】
実施例２の制御を実施することで、画像形成装置１００を使用する雰囲気環境により、クリーニングブレード６ａの加水分解が早く進行した場合でも、クリーニング装置６Ｙのクリーニング能力を維持することが可能となる。
【０１３５】
実施例２の制御によれば、温度湿度の異なる環境下で画像形成装置が使用された場合でもクリーニングブレード６ａのクリーニング性能の低下を正確に見積もった適正なブラシローラ６ｃの周速比を設定できる。これにより、初期状態でのブラシローラ６ｃの周速比を低く抑えつつ、高温高湿で画像形成装置が使用された場合でも、クリーニング装置６のクリーニング性能の低下に起因するクリーニング不良と画像流れ等の画像不良とを発生させないで済む。
【０１３６】
なお、像担持体が等しい使用の累積時間であっても、画像形成時に空気中の水分量が多いと画像流れが発生し易い。このため、検出された空気中の水分量が多いほどブラシローラ６ｃの摺擦速度を高めることが望ましい。
【０１３７】
すなわち、重み付けされた画像形成枚数の過去の累積値が等しい場合でも、現在の空気中の水分量が多いほど、画像流れは発生し易くなる。
【０１３８】
上述したように、画像流れは、感光ドラムの表面が放電生成物によって吸湿することに

より発生するため、放電生成物の付着状態（クリーニング状態）が等しくても、空気中の水分量が多いほど吸湿量が増えて画像流れが発生し易くなる。

【０１３９】

そこで、重み付けされた画像形成枚数の過去の累積値に応じて設定されるブラシローラ６ｃの周速比に対して、現在の空気中の水分量に応じた補正を行う。ここでは、空気中の水分量が２０ｇ／ｍ^{3}以上の場合にブラシローラ６ｃの周速比を１０％割り増しし、５ｇ／ｍ^{3}未満の場合にブラシローラ６ｃの周速比を１０％減らしている。

【０１４０】

＜実施例３＞

図１４は実施例３のプロセスカートリッジを用いた制御の説明図である。実施例３の基本構成は、実施例１のものと同様であるため、図１４中、実施例１と共通する構成には図２と共通の符号を付して重複する説明を省略する。

【０１４１】

実施例１、実施例２では、画像形成装置の本体に準備した画像形成カウンタを用いてクリーニングブレード交換後の画像形成枚数をカウントした。しかし、クリーニング装置が画像形成装置から取り外された場合、クリーニングブレード交換後の画像形成枚数のカウントが途切れてしまい、別の画像形成装置に取り付けた際に適正なブラシローラ６ｃの周速比を設定できない。このため、実施例３では、画像形成カウンタが、クリーニング装置を含む交換ユニットと一体に画像形成装置に交換、着脱されて、運搬、保管されるように、画像形成カウンタを不揮発メモリで構成して交換ユニットに付設した。

【０１４２】

図１４に示すように、感光ドラム１Ｙと帯電ローラ２Ｙと現像装置４Ｙとクリーニング装置６Ｙとは、一体的に着脱が可能な交換ユニットであるプロセスカートリッジ（プロセスユニット）３０に組み立てられている。プロセスカートリッジ３０は、図１に示す画像形成装置１００に対して各色ごとに一体的に着脱して交換及び再装着が可能である。

【０１４３】

プロセスカートリッジ３０に組み込まれたクリーニング装置６Ｙは、周速比が可変制御されるブラシローラ６ｃを有しており、プロセスカートリッジ３０には不揮発メモリ２３Ａが固定して取り外し不可能に付設されている。

【０１４４】

不揮発メモリ２３Ａは、読み込み及び書き込み可能なメモリ素子で構成され、プロセスカートリッジ３０が装着された時に、制御部２１と通信を行い、プロセスカートリッジ３０の新旧及び画像形成枚数を読み取られる。

【０１４５】

制御部２１は、プロセスカートリッジ３０を用いた画像形成枚数をカウントして不揮発メモリ２３Ａに随時書き込む動作を行なう。実施例２と同様に、絶対水分量Ｍを用いて重み付けを行った画像形成枚数を書き込む。

【０１４６】

例えば、新品のプロセスカートリッジ３０を本体に装着した時には、プロセスカートリッジ３０の不揮発メモリ２３Ａから画像形成枚数が０で、プロセスカートリッジ３０が新品であるという情報が制御部２１に送信される。

【０１４７】

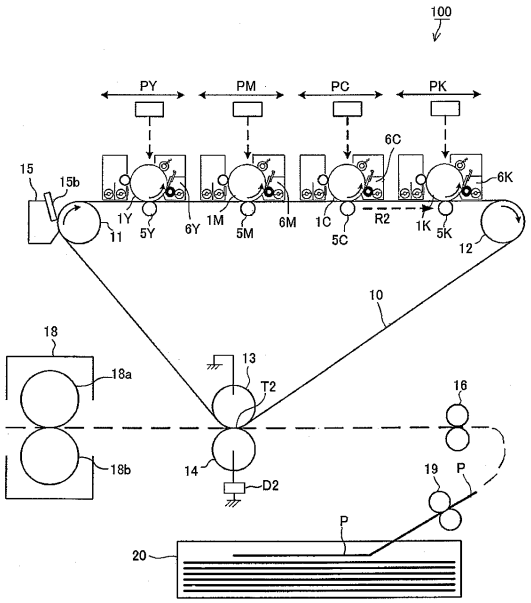
その後、画像形成装置１００でＡ４サイズ横送りの画像を重み付け後で１０００枚画像形成した場合、制御部２１は、不揮発メモリ２３Ａの画像形成枚数データを０から１０００に上書きする。

【０１４８】

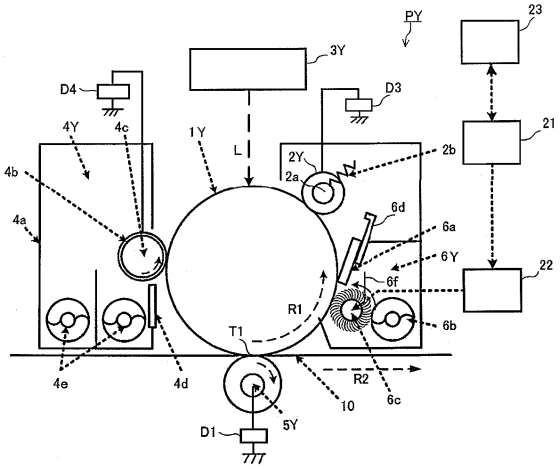
プロセスカートリッジ３０の不揮発メモリ２３Ａに書き込まれた画像形成枚数は、プロセスカートリッジ３０が本体から抜き取られた後も保存される。そして、次回画像形成装置本体に装着された時に、プロセスカートリッジ３０の画像形成枚数が１０００であるという情報が制御部２１に送信される。

【０１４９】
制御部２１は、プロセスカートリッジ３０の不揮発メモリ２３Ａとの通信により、プロセスカートリッジ３０に搭載されたクリーニングブレード６ａを用いた画像形成枚数を読み込む。そして、画像形成枚数に応じた周速比を設定してモータ２２を制御することにより、クリーニングブレード６ａの劣化状態に応じた適正な回転速度でブラシローラ６ｃの回転させる。
【０１５０】
実施例３の制御によれば、プロセスカートリッジ３０が画像形成装置から抜き出された場合でも、プロセスカートリッジ３０と一体にクリーニングブレード６ａの劣化状態を示す情報を利用できる。このため、プロセスカートリッジ３０を画像形成装置に再装着した場合や別の画像形成装置に装着した場合に、ブラシローラ６ｃの周速比を適正に設定して、クリーニング不良と画像流れ等の画像不良とを防止できる。そして、初期状態でのブラシローラ６ｃの周速比を低く抑えて、感光ドラムの長寿命化とメンテナンスフリーを実現して画像形成装置のランニングコストを低減できる。
【産業上の利用可能性】
【０１５１】
クリーニングブレードの上流側で、像担持体にゴムローラ、ブラシローラ、又はレシプロブラシを摺擦させる画像形成装置。
【符号の説明】
【０１５２】
１Ｙ、１Ｍ、１Ｃ、１Ｋ　像担持体（感光ドラム）
２Ｙ、２Ｍ、２Ｃ、２Ｋ　帯電手段（帯電ローラ）
３Ｙ、３Ｍ、３Ｃ、３Ｋ　露光装置
４Ｙ、４Ｍ、４Ｃ、４Ｋ　トナー像形成手段（現像装置）
５Ｙ、５Ｍ、５Ｃ、５Ｋ　一次転写ローラ
６Ｙ、６Ｍ、６Ｃ、６Ｋ　クリーニング装置
６ａ　クリーニングブレード
６ｂ　現像剤回収スクリュー
６ｃ　補助クリーニング手段（ブラシローラ）
２１　制御部
２２　モータ
２３　画像形成カウンタ
２４　温度湿度センサ
Ｐ　記録材

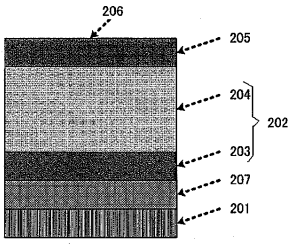
【図１】


100
PY
PM
PC
PK
6C
6K
15
15b
1Y
5Y
6Y
1M
5M
6M
1C
5C
R2
1K
5K
11
12
10
18
18a
18b
13
T2
14
D2
16
19
P
20

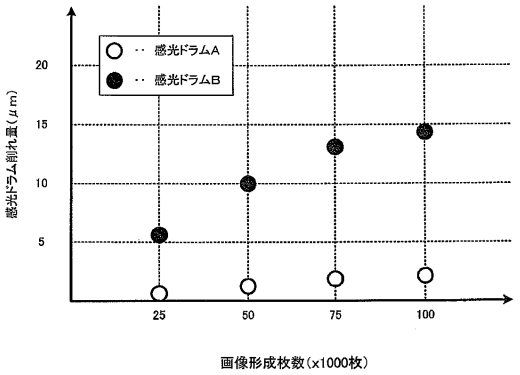
【図２】


PY
23
21
22
3Y
D4
D3
4Y
4c
1Y
L
2Y
2a
2b
4b
4a
6d
6a
6Y
6f
R1
6b
T1
4e
4d
R2
6c
10
5Y
D1

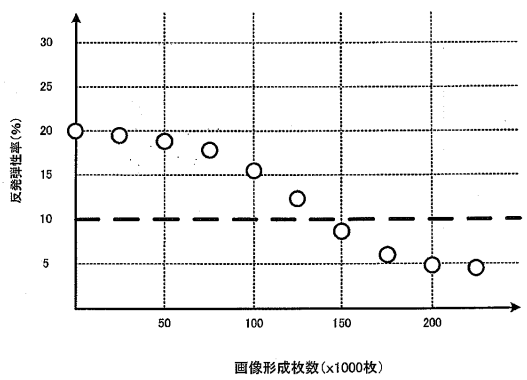
【図３】


206
205
204
202
203
207
201

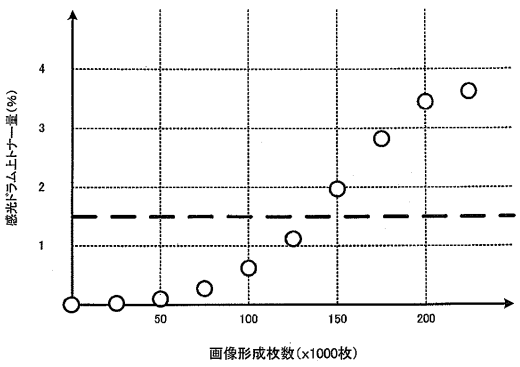
【図４】


感光ドラムA
感光ドラムB
感光ドラム削れ量(μm)
20
15
10
5
25
50
75
100
画像形成枚数(x1000枚)

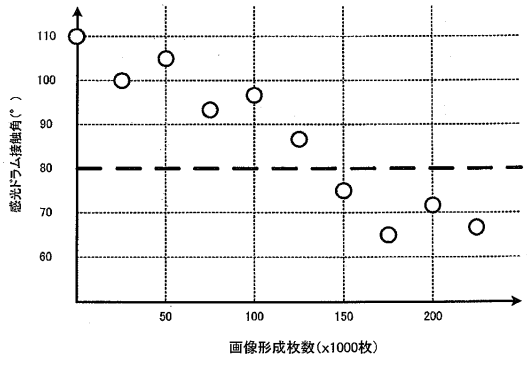
【図５】


反発弾性率(%)
30
25
20
15
10
5
50
100
150
200
画像形成枚数(x1000枚)

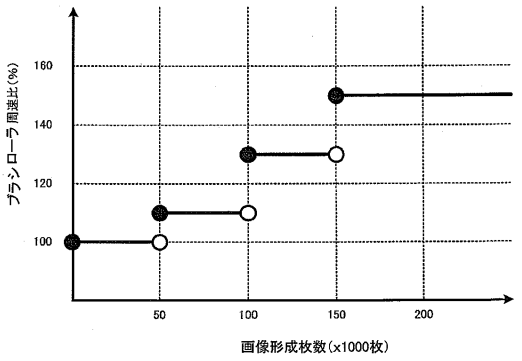
【図６】


感光ドラム上トナー量(%)
4
3
2
1
50
100
150
200
画像形成枚数(x1000枚)

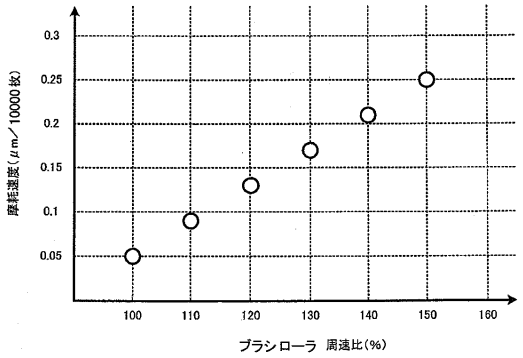
【図７】


感光ドラム接触角(°)
110
100
90
80
70
60
50
100
150
200
画像形成枚数(x1000枚)

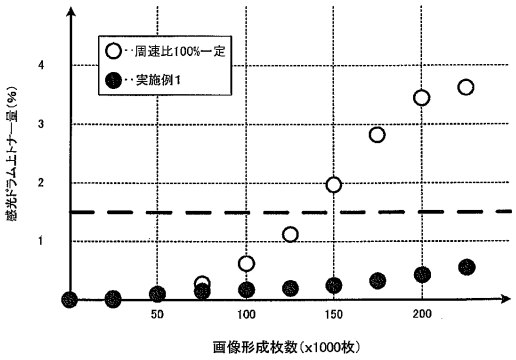
【図８】


ブラシローラ周速比(%)
160
140
120
100
50
100
150
200
画像形成枚数(x1000枚)

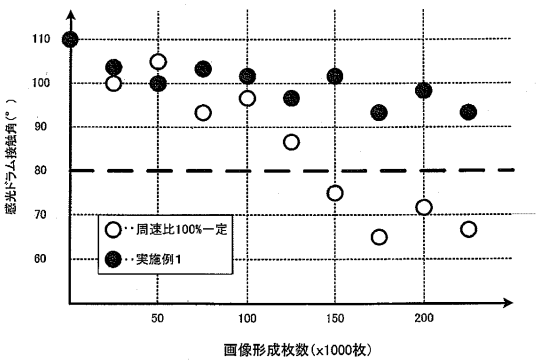
【図９】



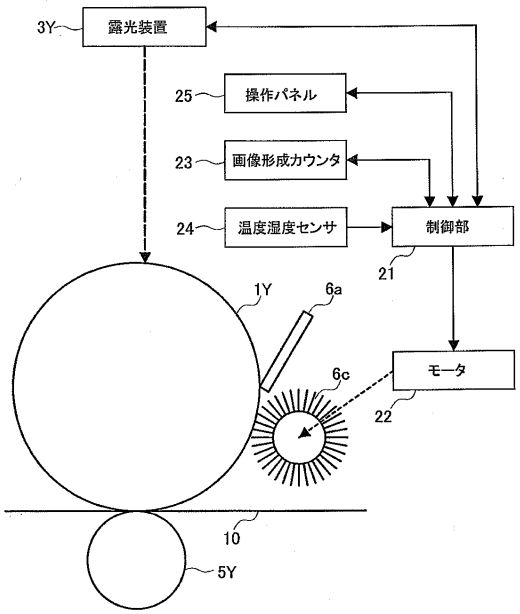
【図１０】



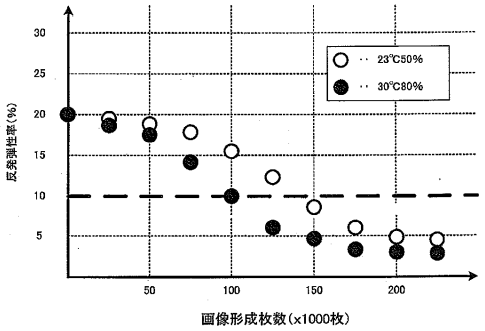
【図１１】



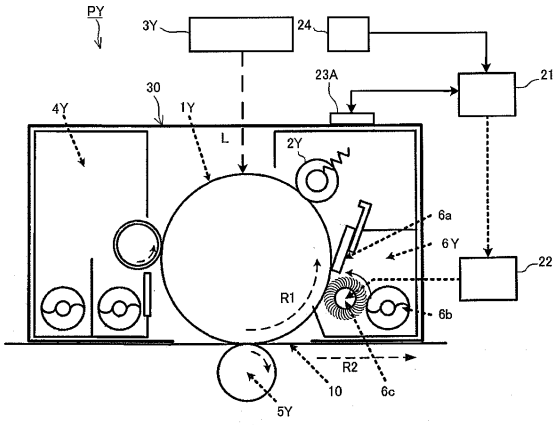
【図１２】



【図１３】


30
25
20
15
10
5
反発弾性率(%)
50
100
150
200
画像形成枚数(×1000枚)
・・ 23℃50%
・・ 30℃80%

【図１４】


PY
3Y
24
21
23A
30
4Y
1Y
L
2Y
6a
6Y
22
R1
6b
R2
10
6c
5Y

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００２－２０７４０４（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－２０２７８６（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３４１６９４（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１６５３７９（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２４９５９８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０３Ｇ　１５／１６
Ｇ０３Ｇ　２１／００
Ｇ０３Ｇ　２１／１０