

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6619433号
(P6619433)

(45) 発行日 令和1年12月11日(2019.12.11)

(24) 登録日 令和1年11月22日(2019.11.22)

(51) Int.Cl. F I
G03G 5/147 (2006.01) G O 3 G 5/147
G03G 5/08 (2006.01) G O 3 G 5/08 3 0 3
 G O 3 G 5/08 3 0 1

請求項の数 9 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2017-526445 (P2017-526445)	(73) 特許権者	000006633
(86) (22) 出願日	平成28年6月30日 (2016. 6. 30)		京セラ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/069562		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
(87) 国際公開番号	W02017/002951	(74) 代理人	100075557
(87) 国際公開日	平成29年1月5日 (2017. 1. 5)		弁理士 西教 圭一郎
審査請求日	平成29年12月1日 (2017. 12. 1)	(72) 発明者	中津川 晴紀
(31) 優先権主張番号	特願2015-130800 (P2015-130800)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
(32) 優先日	平成27年6月30日 (2015. 6. 30)		京セラ株式会社内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	審査官	本田 博幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子写真感光体およびこれを備えた画像形成装置ならびに電子写真感光体の製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円筒状基体と、
 前記円筒状基体上に形成された電荷注入阻止層と、
 前記電荷注入阻止層上に形成された光導電層と、
 前記光導電層上に形成され、表面粗さが $S t r = 0.67$ である表面層と、を備えた電子写真感光体。

【請求項 2】

前記表面層の表面粗さは、 $S t r = 0.79$ である、請求項 1 に記載の電子写真感光体。

【請求項 3】

前記表面層の表面粗さは、 $S a l = 10.3 \mu m$ である、請求項 1 または 2 に記載の電子写真感光体。

【請求項 4】

前記表面層の表面粗さは、 $S a l = 0.9 \mu m$ である、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の電子写真感光体。

【請求項 5】

前記表面層の表面粗さは、 $S a l = 1.6 \mu m$ である、請求項 4 に記載の電子写真感光体。

【請求項 6】

前記電荷注入阻止層、前記光導電層および前記表面層の少なくとも一つは、アモルファスシリコン (a - S i) を有する、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の電子写真感光体。

【請求項 7】

前記表面層は、アモルファスカーボン (a - C) を有する、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の電子写真感光体。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の電子写真感光体と、

前記電子写真感光体の表面に接触するクリーニング器と、を備える画像形成装置。

【請求項 9】

円筒状基体の外表面を粗面化する粗面化部と、

前記円筒状基体の外表面上に電荷注入阻止層を形成する電荷注入阻止層形成部と、

前記電荷注入阻止層上に光導電層を形成する光導電層形成部と、

前記光導電層上に、外表面の表面粗さが S t r 0 . 6 7 に粗面化された表面層を形成する表面層形成部と、を備える電子写真感光体の製造装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子写真感光体およびこれを備えた画像形成装置ならびに電子写真感光体の製造装置に関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

従来、電子写真感光体は、例えば特許文献 1 に記載されているように円筒状の基体などの表面に、光導電層および表面層などを形成した構成を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開昭 6 3 - 1 2 9 3 4 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

しかしながら、上述のような電子写真感光体は、画像形成装置において多数回繰り返して使用すると、周辺部材との摩擦によって表面被覆層が平滑化あるいは磨耗するおそれがあった。ここでいう周辺部材とは、電子写真感光体の表面に残存する現像剤を除去するクリーニングブレード、電子写真感光体の表面を帯電する帯電ローラなどである。そしてその結果、例えば、電子写真感光体の表面被覆層とクリーニングブレードとの接触面積が増大して摩擦抵抗が増加することによって、クリーニングブレードが欠損し、印画した画像に異常スジなどの画像欠陥が発生するおそれがあった。

【0005】

そこで、多数回繰り返して使用しても、優れた耐久特性および低い画像欠陥を実現することができる電子写真感光体およびそれを用いた画像形成装置が求められていた。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施形態に係る電子写真感光体は、円筒状基体と、前記円筒状基体上に形成された電荷注入阻止層と、前記電荷注入阻止層上に形成された光導電層と、前記光導電層上に形成され、表面粗さが S t r 0 . 6 7 である表面層とを備える。

【0007】

本発明の実施形態に係る画像形成装置は、前記電子写真感光体と、前記電子写真感光体の表面に接触するクリーニング器とを備える。

【0008】

本発明の実施形態に係る電子写真感光体の製造装置は、円筒状基体の外表面を粗面化す

50

る粗面化部と、前記円筒状基体の外表面上に電荷注入阻止層を形成する電荷注入阻止層形成部と、前記電荷注入阻止層上に光導電層を形成する光導電層形成部と、前記光導電層上に、外表面の表面粗さが $S_{tr} = 0.67$ に粗面化された表面層を形成する表面層形成部と、を備える。

【0009】

本発明の実施形態に係る電子写真感光体および画像形成装置ならびに電子写真感光体の製造装置によれば、光導電層上に形成された表面層の表面粗さが $S_{tr} = 0.67$ に設定されることから、優れた耐久特性および低い画像欠陥を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】(a)は本発明の実施形態に係る電子写真感光体を示す断面図である。(b)は(a)の要部断面図である。

【図2】堆積膜形成装置の縦断面図である。

【図3】本発明の実施形態に係る画像形成装置を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態に係る電子写真感光体およびこれを備えた画像形成装置について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の内容は、本発明の実施形態を例示するものであって、本発明はこれらの実施形態の例に限定されるものではない。

【0012】

(電子写真感光体)

本発明の実施形態に係る電子写真感光体について、図1を用いて説明する。

【0013】

図1に示した電子写真感光体1は、円筒状基体10の外周面に、電荷注入阻止層11aおよび光導電層11bを順次形成した感光層11を有しており、感光層11上には表面層12が被着されている。

【0014】

円筒状基体10は、感光層11の支持体となるものであり、少なくとも円筒状基体10の表面は導電性を有する。

【0015】

この円筒状基体10は、例えばアルミニウム(Al)、ステンレス(SUS)、亜鉛(Zn)、銅(Cu)、鉄(Fe)、チタン(Ti)、ニッケル(Ni)、クロム(Cr)、タンタル(Ta)、スズ(Sn)、金(Au)および銀(Ag)などの金属材料あるいはこれら例示した金属材料を含む合金材料によって、全体が導電性を有するものとして形成されている。また、円筒状基体10は、樹脂、ガラスあるいはセラミックスなどの絶縁体の表面に、例示した金属材料ならびにITO(Indium Tin Oxide)あるいは SnO_2 (二酸化すず)などの透明導電性材料による導電性膜を被着したものであってもよい。これらの例示した材料のうち、円筒状基体10を形成するための材料としては、アルミニウム(Al)系材料を用いればよく、円筒状基体10の全体をアルミニウム(Al)系材料で形成すればよい。そうすれば、電子写真感光体1を軽量かつ低コストで製造可能であり、その上、電荷注入阻止層11aおよび光導電層11bをアモルファスシリコン(a-Si)系材料で形成する場合には、それらの層と円筒状基体10との間の密着性が高くなって信頼性を向上させることができる。

【0016】

円筒状基体10の表面は、粗面化されていてもよい。円筒状基体10の表面粗さは、粗面化後で、例えば、 $50\text{nm} < S_a < 140\text{nm}$ とすればよい。また、粗面化を行なう方法としては、例えば、ウェットブラスト、スパッタエッチング、ガスエッチング、研磨、旋削加工、ウェットエッチング、ガルバニック電喰などを用いればよい。なお、上記表面粗さを満たす抽伸管であれば、表面形状を調整するための表面処理をせずにそのまま用いることもできる。

10

20

30

40

50

【0017】

なお、円筒状基体10の表面は、上述の粗面化の前に、鏡面加工を行なってもよいが、各処理の前には油分除去が必要となる。円筒状基体10の表面粗さは、鏡面加工後で、例えば、 $Sa < 25 \text{ nm}$ とすればよい。

【0018】

なお、本明細書において、 Sa （算術平均粗さ）とは、ISO 25178によって定義される三次元の表面性状を表すパラメータの一つであって、測定対象領域中の表面の平均面からの高さの絶対値の算術平均粗さ（ nm ）を示す。

【0019】

なお、電子写真感光体1の表面性状は、必ずしも表面層12の全面において、所定の範囲を満たす必要はない。例えば、クリーニングブレード116Aに接触しない、円筒状基体10の軸方向両端部等においては、表面性状が範囲外の値となってもよい。このことは、以下に記載される表面性状の全てのパラメータについて同様である。

10

【0020】

電荷注入阻止層11aは、円筒状基体10からのキャリア（電子）の注入を阻止する役割を有するものである。

【0021】

この電荷注入阻止層11aは、例えばアモルファスシリコン（ $a\text{-Si}$ ）系材料で形成されている。この電荷注入阻止層11aは、例えばアモルファスシリコン（ $a\text{-Si}$ ）に、ドーパントとしてホウ素（ B ）と場合により窒素（ N ）か酸素（ O ）またはその両方を含有させたもの、あるいはリン（ P ）と場合により窒素（ N ）か酸素（ O ）またはその両方を含有させたものを用いることができ、その厚みは $2 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下とされている。なお、電荷注入阻止層11aは、円筒状基体10の表面を加工することによって円筒状基体10と一体的に形成されてもよい。

20

【0022】

光導電層11bは、レーザ光などの光照射によってキャリアを発生させる役割を有するものである。

【0023】

この光導電層11bは、例えばアモルファスシリコン（ $a\text{-Si}$ ）系材料ならびに Se-Te あるいは As_2Se_3 などのアモルファスセレン（ $a\text{-Se}$ ）系材料で形成されている。本例の光導電層11bは、アモルファスシリコン（ $a\text{-Si}$ ）ならびにアモルファスシリコン（ $a\text{-Si}$ ）に炭素（ C ）、窒素（ N ）および酸素（ O ）などを加えたアモルファスシリコン（ $a\text{-Si}$ ）系材料で形成されており、ドーパントとしてホウ素（ B ）あるいはリン（ P ）が含有される。

30

【0024】

また、光導電層11bの厚みは、使用する光導電性材料および所望の電子写真特性に応じて適宜設定すればよく、アモルファスシリコン（ $a\text{-Si}$ ）系材料を用いて光導電層11bを形成する場合には、光導電層11bの厚みは、例えば $5 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下、より具体的には $10 \mu\text{m}$ 以上 $80 \mu\text{m}$ 以下に設定すればよい。

【0025】

表面層12は、感光層11の表面を保護する役割を有するものである。

40

【0026】

表面層12は、例えばアモルファス炭化シリコン（ $a\text{-SiC}$ ）あるいはアモルファス窒化シリコン（ $a\text{-SiN}$ ）などのアモルファスシリコン（ $a\text{-Si}$ ）系材料または、アモルファスカーボン（ $a\text{-C}$ ）を用いるか、あるいはそれらの多層構造とすればよい。本例では、表面層12を3層構造とし、最表面となる表面層12の第3層は、画像形成装置内での摺擦に対する耐摩耗性の観点から、耐性の高いアモルファスカーボン（ $a\text{-C}$ ）を採用している。

【0027】

本実施形態において、表面層12の表面粗さは、 $Str = 0.67$ に設定すればよく、

50

より具体的には $S_{tr} = 0.79$ に設定すればよい。これによれば、優れた耐久特性および画像欠陥の低減を發揮することができる。すなわち、初期におけるクリーニングブレードなどとの摩擦抵抗を抑制するとともに、耐久使用時において、表面が徐々に磨耗しても表面粗さを一定範囲内に維持し続けることが可能である。その結果、表面層とクリーニングブレードとの間の摩擦抵抗の増大を効果的に抑制し続けることができることから、クリーニングブレードの欠損を抑制することができ、印画した画像に異常スジなどの画像欠陥を低減することが可能となる。

【0028】

また、表面層12の表面粗さは、 $S_{al} = 10.3 \mu\text{m}$ に設定すればよい。さらに、表面層12の表面粗さは、 $S_{al} = 0.9 \mu\text{m}$ に設定すればよく、より具体的には $S_{al} = 1.6 \mu\text{m}$ に設定すればよい。これによれば、上述のような優れた耐久特性および低い画像欠陥をより効果的に發揮することができる。すなわち、表面層の表面の面方向において、上記数値で規定される狭いピッチで凹凸が存在することによって、初期不良の低減および耐久使用時の摩擦抵抗増大の抑制を実現することができる。

【0029】

なお、本明細書において、 S_{tr} (表面性状のアスペクト比) とは、ISO 25178 によって定義される三次元の表面性状を表すパラメータの一つであって、表面性状のアスペクト比を示す。すなわち、表面性状の均一性を表す尺度であり、表面の自己相関が相関値0.2に減衰する最も遠い横方向の距離と S_{al} との比で定義される。 S_{tr} は0~1の範囲の値を有し、値が大きければ大きいほど強い等方性を示し、低ければ低いほど強い異方性を示す。また、本明細書において、 S_{al} (最短自己相関距離) とは、ISO 25178 によって定義される三次元の表面性状を表すパラメータの一つであって、最短の自己相関距離 (μm) を示す。表面の自己相関が相関値0.2に減衰する最も近い横方向の距離を表す。すなわち、横方向の支配的な最小凹凸ピッチを示す。

【0030】

ここで、 S_{al} および S_{tr} は、初期状態の電子写真感光体1、すなわち画像形成装置において多数回繰り返して使用される前の電子写真感光体1の表面層12の表面性状を示す値である。これは、市場製品の電子写真感光体1について、工場出荷時の表面性状を示す値であることを意味する。

【0031】

なお、この表面層12は、電子写真感光体1に照射されるレーザー光などの光が吸収されたり、反射されたりすることのないように透過性に優れており、また、画像形成における静電潜像を保持でき得る表面抵抗値 (一般的には $10^{11} \cdot \text{cm}$ 以上) を有するものを用いればよい。

【0032】

以上のような、電子写真感光体1における電荷注入阻止層11a、光導電層11bおよび表面層12は、例えば図2に示したプラズマCVD (化学気相成長: Chemical Vapor Deposition) 装置2を用いて形成される。

【0033】

(プラズマCVD装置)

プラズマCVD装置2は、支持体3を真空反応室4に収容したものであり、回転手段5、原料ガス供給手段6および排気手段7をさらに備えている。

【0034】

支持体3は、円筒状基体10を支持する役割を有するものである。この支持体3は、フランジ部30を有する中空状に形成されるとともに、円筒状基体10と同様な導電性材料で全体が導体として形成されている。本例の場合において、支持体3は、2つの円筒状基体10を支持できる長さ形成されており、導電性支柱31に対して着脱自在とされている。そのため、支持体3では、支持した2つの円筒状基体10の表面に直接接触することなく、真空反応室4に対して2つの円筒状基体10の出し入れを行なうことができる。

【0035】

導電性支柱 31 は、円筒状基体 10 と同様な導電性材料で全体が導体として形成されており、真空反応室 4（後述する円筒状電極 40）の中心において、後述するプレート 42 に対して絶縁材 32 を介して固定されている。導電性支柱 31 には、導板 33 を介して直流電源 34 が接続されている。この直流電源 34 は、制御部 35 によってその動作が制御されている。制御部 35 は、直流電源 34 を制御することにより、導電性支柱 31 を介して、支持体 3 にパルス状の直流電圧を供給させるように構成されている。

【0036】

導電性支柱 31 の内部には、セラミックパイプ 36 を介してヒータ 37 が収容されている。セラミックパイプ 36 は、絶縁性および熱伝導性を確保する役割を有するものである。ヒータ 37 は、円筒状基体 10 を加熱する役割を有するものである。ヒータ 37 としては、例えばニクロム線あるいはカートリッジヒーターを使用することができる。

10

【0037】

ここで、支持体 3 の温度は、例えば支持体 3 あるいは導電性支柱 31 に取り付けられた熱電対（図示を省略）によってモニタされており、この熱電対におけるモニタ結果に基づいてヒータ 37 をオン・オフさせることによって、円筒状基体 10 の温度が目的範囲、例えば 200 以上 400 以下から選択される一定の範囲に維持される。

【0038】

真空反応室 4 は、円筒状基体 10 に対して堆積膜を形成するための空間であり、円筒状電極 40 および一対のプレート 41, 42 によって規定されている。

【0039】

20

円筒状電極 40 は、支持体 3 の周囲を囲む円筒状に形成される。この円筒状電極 40 は、円筒状基体 10 と同様な導電性材料で中空に形成されており、絶縁部材 43, 44 を介して一対のプレート 41, 42 に接合されている。

【0040】

円筒状電極 40 は、支持体 3 に支持させた円筒状基体 10 と円筒状電極 40 との間の距離 D1 が 10 mm 以上 100 mm 以下となるような大きさに形成されている。これは、円筒状基体 10 と円筒状電極 40 との距離 D1 が 10 mm よりも小さい場合には、真空反応室 4 に対する円筒状基体 10 の出し入れなどにおいて作業性を十分に確保できず、また円筒状基体 10 と円筒状電極 40 との間で安定した放電を得ることが困難となるためである。逆に、円筒状基体 10 と円筒状電極 40 との距離 D1 が 100 mm よりも大きい場合には、プラズマ CVD 装置 2 が大きくなってしまい、単位設置面積当たりの生産性が悪くなるためである。

30

【0041】

円筒状電極 40 は、ガス導入口 45 a, 45 b および複数のガス吹き出し孔 46 が設けられているとともに、その一端において接地されている。なお、円筒状電極 40 は、必ずしも接地する必要はなく、直流電源 34 とは別の基準電源に接続してもよい。円筒状電極 40 を直流電源 34 とは別の基準電源に接続する場合には、基準電源における基準電圧は -1500 V 以上 1500 V 以下とすればよい。

【0042】

ガス導入口 45 a は、真空反応室 4 に供給すべき光導電層 11 b のドーパント専用の原料ガスを導入する役割を有するものであり、ガス導入口 45 b は、真空反応室 4 に供給すべき原料ガスを導入する役割を有するものであり、いずれのガス導入口 45 a, 45 b も原料ガス供給手段 6 に接続されている。ガス導入口 45 a は、真空反応室 4 の略中央の高さ位置に設置されていて、ガス導入口 45 b は、真空反応室 4 内に設置される支持体 3 の両端位置に相当する高さ位置にそれぞれ設置されている。

40

【0043】

複数のガス吹き出し孔 46 は、円筒状電極 40 の内部に導入された原料ガスを円筒状基体 10 に向けて吹き出す役割を有するものであり、図の上下方向に等間隔になるように配置されているとともに、周方向にも等間隔で配置されている。複数のガス吹き出し孔 46 は、同一形状の円形に形成されており、その孔径は、例えば 0.5 mm 以上 2 mm 以下と

50

すればよい。

【 0 0 4 4 】

プレート 4 1 は、真空反応室 4 が開放された状態と閉塞された状態とを選択可能とする役割を有するものであり、プレート 4 1 を開閉することによって真空反応室 4 に対する支持体 3 の出し入れが可能とされている。プレート 4 1 は、円筒状基体 1 0 と同様な導電性材料で形成されているが、下面側に防着板 4 7 が取付されている。これにより、プレート 4 1 に対して堆積膜が形成されるのを防止している。この防着板 4 7 もまた、円筒状基体 1 0 と同様な導電性材料で形成されているが、防着板 4 7 はプレート 4 1 に対して着脱自在とされている。そのため、防着板 4 7 は、プレート 4 1 から取り外すことによって洗浄が可能であり、繰り返し使用することができる。

10

【 0 0 4 5 】

プレート 4 2 は、真空反応室 4 のベースとなるものであり、円筒状基体 1 0 と同様な導電性材料で形成されている。プレート 4 2 と円筒状電極 4 0 との間に介在する絶縁部材 4 4 は、円筒状電極 4 0 とプレート 4 2 との間にアーク放電が発生するのを抑える役割を有するものである。このような絶縁部材 4 4 は、例えばガラス材料（ホウ珪酸ガラス、ソーダガラス、耐熱ガラスなど）、無機絶縁材料（セラミックス、石英、サファイヤなど）あるいは合成樹脂絶縁材料（四フッ化エチレンなどのフッ素樹脂、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、ポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアミド、ピニロン、エポキシ、P E E K（ポリエーテルエーテルケトン）材など）で形成することができる。絶縁部材 4 4 は、絶縁性を有し、使用温度で十分な耐熱性があり、真空中でガスの放出が小さい材料であれば、特に限定されない。ただし、絶縁部材 4 4 は、成膜体の内部応力あるいは成膜時の温度上昇に伴って生じるバイメタル効果に起因する応力によって反りが発生して使用できなくなるのを防止するために、一定以上の厚みを有するものとして形成されている。例えば、絶縁部材 4 4 を四フッ化エチレンのような熱膨張率が $3 \times 10^{-5} / K$ 以上 $10 \times 10^{-5} / K$ 以下の材料で形成する場合には、絶縁部材 4 4 の厚みは 1 0 m m 以上に設定される。このような範囲に絶縁部材 4 4 の厚みを設定した場合には、絶縁部材 4 4 と円筒状基体 1 0 に成膜される厚み 1 0 μ m 以上 3 0 μ m 以下のアモルファスシリコン（a - S i）膜との界面に発生する応力に起因する反り量が、水平方向（円筒状基体 1 0 の軸方向に略直交する半径方向）の長さ 2 0 0 m m に対して、水平方向における端部と中央部との軸方向における高さの差で 1 m m 以下とすることができ、絶縁部材 4 4 を繰り返し使用することが可能となる。

20

30

【 0 0 4 6 】

プレート 4 2 および絶縁部材 4 4 には、ガス排出口 4 2 A , 4 4 A および圧力計 4 9 が設けられている。ガス排出口 4 2 A , 4 4 A は、真空反応室 4 の内部の気体を排出する役割を有するものであり、排気手段 7 に接続されている、圧力計 4 9 は、真空反応室 4 の圧力をモニタリングする役割を有するものであり、公知の種々のものを使用することができる。

【 0 0 4 7 】

図 2 に示したように、回転手段 5 は、支持体 3 を回転させる役割を有するものであり、回転モータ 5 0 および回転力伝達機構 5 1 を有している。回転手段 5 によって支持体 3 を回転させて成膜を行なった場合には、支持体 3 とともに円筒状基体 1 0 が回転するために、円筒状基体 1 0 の外周に対して均等に原料ガスの分解成分を堆積させることが可能となる。

40

【 0 0 4 8 】

回転モータ 5 0 は、円筒状基体 1 0 に回転力を付与するものである。この回転モータ 5 0 は、例えば円筒状基体 1 0 を 1 r p m 以上 1 0 r p m 以下で回転させるように動作制御される。回転モータ 5 0 としては、公知の種々のものを使用することができる。

【 0 0 4 9 】

回転力伝達機構 5 1 は、回転モータ 5 0 からの回転力を円筒状基体 1 0 に伝達・入力する役割を有するものであり、回転導入端子 5 2、絶縁軸部材 5 3 および絶縁平板 5 4 を有

50

している。

【 0 0 5 0 】

回転導入端子 5 2 は、真空反応室 4 内の真空を保ちながら回転力を伝達する役割を有するものである。このような回転導入端子 5 2 としては、回転軸を二重もしくは三重構造としてオイルシールあるいはメカニカルシールなどの真空シール手段を用いることができる。

【 0 0 5 1 】

絶縁軸部材 5 3 および絶縁平板 5 4 は、支持体 3 とプレート 4 1 との間の絶縁状態を維持しつつ、回転モータ 5 0 からの回転力を支持体 3 に入力する役割を有するものであり、例えば絶縁部材 4 4 などの同様な絶縁材料で形成されている。ここで、絶縁軸部材 5 3 の外径 D 2 は、成膜時において、支持体 3 の外径（後述する上ダミー基体 3 8 C の内径）D 3 よりも小さくなるように設定されている。より具体的には、成膜時における円筒状基体 1 0 の温度が 2 0 0 以上 4 0 0 以下に設定される場合であれば、絶縁軸部材 5 3 の外径 D 2 は、支持体 3 の外径（後述する上ダミー基体 3 8 C の内径）D 3 よりも 0 . 1 mm 以上 5 mm 以下、より具体的には 3 mm 程度大きくなるように設定すればよい。この条件を満たすために、非成膜時（常温環境下（例えば 1 0 以上 4 0 以下））においては、絶縁軸部材 5 3 の外径 D 2 と支持体 3 の外径（後述する上ダミー基体 3 8 C の内径）D 3 との差は、0 . 6 mm 以上 5 . 5 mm 以下に設定すればよい。

【 0 0 5 2 】

絶縁平板 5 4 は、プレート 4 1 を取り外しするときに上方から落下するゴミや粉塵などの異物が円筒状基体 1 0 へ付着するのを防止する役割を有するものであり、上ダミー基体 3 8 C の内径 D 3 より大きな外径 D 4 を有する円板状に形成されている。絶縁平板 5 4 の直径 D 4 は、円筒状基体 1 0 の直径 D 3 の 1 . 5 倍以上 3 倍以下とすればよく、例えば円筒状基体 1 0 として直径 D 3 が 3 0 mm のものを用いる場合には、絶縁平板 5 4 の直径 D 4 は 5 0 mm 程度とすればよい。

【 0 0 5 3 】

このような絶縁平板 5 4 を設けた場合には、円筒状基体 1 0 に付着した異物に起因する異常放電を抑制することができるため、成膜欠陥の発生を抑制することができる。これにより、電子写真感光体 1 を形成する際の歩留まりを向上させ、また電子写真感光体 1 を用いて画像形成する場合における画像不良の発生を抑制することができる。

【 0 0 5 4 】

図 2 に示したように、原料ガス供給手段 6 は、複数の原料ガスタンク 6 0 , 6 1 , 6 2 , 6 3、光導電層 1 1 b のドーパント専用ガスタンク 6 4、複数の配管 6 0 A , 6 1 A , 6 2 A , 6 3 A , 6 4 A、バルブ 6 0 B , 6 1 B , 6 2 B , 6 3 B , 6 4 B , 6 0 C , 6 1 C , 6 2 C , 6 3 C , 6 4 C および複数のマスフローコントローラ 6 0 D , 6 1 D , 6 2 D , 6 3 D , 6 4 D を備えたものであり、配管 6 5 a , 6 5 b およびガス導入口 4 5 a , 4 5 b を介して円筒状電極 4 0 に接続されている。各原料ガスタンク 6 0 ~ 6 4 は、例えば B_2H_6 （または PH_3 ）、 H_2 （または He ）、 CH_4 あるいは SiH_4 が充填されたものである。バルブ 6 0 B ~ 6 4 B , 6 0 C ~ 6 4 C およびマスフローコントローラ 6 0 D ~ 6 4 D は、真空反応室 4 に導入する各原料ガス成分または光導電層 1 1 b のドーパント専用ガス成分の流量、組成およびガス圧を調整する役割を有するものである。もちろん、原料ガス供給手段 6 においては、各原料ガスタンク 6 0 ~ 6 4 に充填すべきガスの種類、あるいは複数の原料ガスタンク 6 0 ~ 6 4 の数は、円筒状基体 1 0 に形成すべき膜の種類あるいは組成に応じて適宜選択すればよい。

【 0 0 5 5 】

排気手段 7 は、真空反応室 4 のガスをガス排出口 4 2 A , 4 4 A を介して外部に排出する役割を有するものであり、メカニカルブースタポンプ 7 1 およびロータリーポンプ 7 2 を備えている。これらのポンプ 7 1 , 7 2 は、圧力計 4 9 でのモニタリング結果に応じて動作制御されるものである。すなわち、排気手段 7 では、圧力計 4 9 でのモニタリング結果に基づいて、真空反応室 4 を真空に維持できるとともに、真空反応室 4 のガス圧を目的

10

20

30

40

50

値に設定することができる。真空反応室4の圧力は、例えば1 Pa以上100 Pa以下とすればよい。

【0056】

このようなプラズマCVD装置2は、上記のとおり、一つの装置にて真空反応室4内の真空状態を維持したまま連続的に粗面化、感光層11および表面層12の形成処理を行なうことが可能であり、粗面化部と、電荷注入阻止層形成部と、光導電層形成部と、表面層形成部と、を備える電子写真感光体の製造装置の一例である。

【0057】

(堆積膜の形成方法)

次に、プラズマCVD装置2を用いた堆積膜の形成方法について、円筒状基体10に感光層11としてアモルファスシリコン(a-Si)膜が、表面層12としてアモルファス炭化シリコン(a-SiC)膜とアモルファスカーボン(a-C)膜とが積層された電子写真感光体1(図1を参照)を作製する場合を例にとって説明する。

【0058】

まず、円筒状基体10に堆積膜(a-Si膜)を形成するにあたっては、プラズマCVD装置2のプレート41を取り外した上で、複数の円筒状基体10(図面上は2つ)を支持した支持体3を真空反応室4の内部にセットし、再びプレート41を取り付ける。

【0059】

支持体3に対する2つの円筒状基体10の支持にあたっては、フランジ部30上に、支持体3の主要部を覆って下ダミー基体38A、円筒状基体10、中間ダミー基体38B、円筒状基体10および上ダミー基体38Cが順次積み上げられる。

【0060】

各ダミー基体38A~38Cとしては、製品の用途に応じて、導電性または絶縁性基体の表面に導電処理を施したものが選択されるが、通常は、円筒状基体10と同様な材料で円筒状に形成されたものが使用される。

【0061】

ここで、下ダミー基体38Aは、円筒状基体10の高さ位置を調整する役割を有するものである。中間ダミー基体38Bは、隣接する円筒状基体10の端部間で生じるアーク放電に起因する円筒状基体10に成膜不良が発生するのを抑制する役割を有するものである。この中間ダミー基体38Bとしては、その長さがアーク放電を防止できる最低限の長さ(本例では1cm)以上を有し、その表面側角部が曲面加工で曲率0.5mm以上または端面加工でカットされた部分の軸方向の長さおよび深さ方向の長さが0.5mm以上となるように面取りされたものが使用される。上ダミー基体38Cは、支持体3に堆積膜が形成されるのを防止し、成膜中に一旦被着した成膜体の剥離に起因する成膜不良の発生を抑制する役割を有するものである。上ダミー基体38Cは、一部が支持体3の上方に突出した状態とされる。

【0062】

次いで、真空反応室4を密閉状態とし、回転手段5によって支持体3を介して円筒状基体10を回転させるとともに、円筒状基体10を加熱し、排気手段7によって真空反応室4を減圧する。

【0063】

円筒状基体10の加熱は、例えばヒータ37に対して外部から電力を供給してヒータ37を発熱させることによって行なわれる。このようなヒータ37の発熱によって、円筒状基体10が目的とする温度に昇温される。円筒状基体10の温度は、その表面に形成すべき膜の種類および組成によって選択されるが、例えばアモルファスシリコン(a-Si)膜を形成する場合には250以上300以下の範囲に設定され、ヒータ37をオン・オフすることによって略一定に維持される。

【0064】

一方、真空反応室4の減圧は、排気手段7によってガス排出口42A, 44Aを介して真空反応室4からガスを排出させることによって行なわれる。真空反応室4の減圧の程度

10

20

30

40

50

は、圧力計 4 9 (図 2 を参照) での真空反応室 4 の圧力をモニタリングしつつ、メカニカルブースタポンプ 7 1 (図 2 を参照) およびロータリーポンプ 7 2 (図 2 参照) の動作を制御することにより、例えば 10^{-3} Pa 程度とすればよい。

【 0 0 6 5 】

次いで、円筒状基体 1 0 の温度が所望温度となり、真空反応室 4 の圧力が所望圧力となった場合には、原料ガス供給手段 6 によって真空反応室 4 に原料ガスを供給するとともに、円筒状電極 4 0 と支持体 3 との間にパルス状の直流電圧を印加する。これにより、円筒状電極 4 0 と支持体 3 (円筒状基体 1 0) との間にグロー放電が起こり、原料ガス成分が分解され、原料ガスの分解成分が円筒状基体 1 0 の表面に堆積する。

【 0 0 6 6 】

一方、排気手段 7 においては、圧力計 4 9 のモニタリングをしつつ、メカニカルブースタポンプ 7 1 およびロータリーポンプ 7 2 の動作を制御することにより、真空反応室 4 におけるガス圧を目的範囲に維持する。すなわち、真空反応室 4 の内部は、原料ガス供給手段 6 におけるマスフローコントローラ 6 0 D ~ 6 3 D と排気手段 7 におけるポンプ 7 1 , 7 2 とによって安定したガス圧に維持される。真空反応室 4 におけるガス圧は、例えば 1 Pa 以上 1 0 0 Pa 以下とすればよい。

【 0 0 6 7 】

真空反応室 4 への原料ガスの供給は、バルブ 6 0 B ~ 6 4 B , 6 0 C ~ 6 4 C の開閉状態を適宜制御しつつ、マスフローコントローラ 6 0 D ~ 6 4 D を制御することにより、原料ガスタンク 6 0 ~ 6 4 の原料ガスを所望の組成および流量で配管 6 0 A ~ 6 4 A , 6 5 a , 6 5 b およびガス導入口 4 5 a , 4 5 b を介して円筒状電極 4 0 の内部に導入することによって行なわれる。円筒状電極 4 0 の内部に導入された原料ガスは、複数のガス吹き出し孔 4 6 を介して円筒状基体 1 0 に向けて吹き出される。そして、バルブ 6 0 B ~ 6 4 B , 6 0 C ~ 6 4 C およびマスフローコントローラ 6 0 D ~ 6 4 D によって原料ガスの組成を適宜切り替えることによって、円筒状基体 1 0 の表面には、電荷注入阻止層 1 1 a 、光導電層 1 1 b および表面層 1 2 が順次積層形成される。

【 0 0 6 8 】

円筒状電極 4 0 と支持体 3 との間へのパルス状の直流電圧の印加は、制御部 3 5 によって直流電源 3 4 を制御することによって行なわれる。

【 0 0 6 9 】

1 3 . 5 6 M H z の R F (Radio Frequency) 帯域以上の高周波電力を使用した場合は、空間で生成されたイオン種が電界によって加速され、正負の極性に応じた方向に引き寄せられることになるが、高周波交流によって電界が連続して反転することから、前記イオン種が円筒状基体 1 0 あるいは放電電極に到達するよりも前に、空間中で再結合を繰り返し、再度ガスまたはポリシリコン粉体などのシリコン化合物となって排気される。

【 0 0 7 0 】

これに対して、円筒状基体 1 0 側が正負いずれかの極性になるようなパルス状の直流電圧を印加してカチオンを加速させて円筒状基体 1 0 に衝突させ、その衝撃によって表面の微細な凹凸をスパッタリングしながらアモルファスシリコン (a - S i) の成膜を行なった場合には、大きな突起状の成長が抑制された均一性の高い凹凸を有する表面を備えるアモルファスシリコン (a - S i) が得られる。この現象を以下においてイオンスパッタリング効果と言う場合がある。

【 0 0 7 1 】

このようなプラズマ C V D 法において効率よくイオンスパッタリング効果を得るには、極性の連続的な反転を避けるような電力を印加することが必要であり、前記パルス状の矩形波の他には、三角波、極性の反転しない直流電圧が有用である。また、全ての電圧が正負いずれかの極性になるように調整された交流電圧などでも同様の効果が得られる。印加電圧の極性は、原料ガスの種類によってイオン種の密度および堆積種の極性などから決まる成膜速度などを考慮して自由に調整できる。

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

ここで、パルス状電圧によって効率よくイオンスパッタリング効果を得るには、支持体 3 (円筒状基体 10) と円筒状電極 40 との間の電位差は、例えば 50 V 以上 3000 V 以下の範囲内とされ、成膜レートを考慮した場合には、より具体的には 500 V 以上 3000 V 以下の範囲内とすればよい。

【0073】

より具体的には、制御部 35 は、円筒状電極 40 が接地されている場合には、支持体 (導電性支柱 31) に対して、-3000 V 以上 -50 V 以下の範囲内の負のパルス状直流電位 V_1 を供給し、あるいは 50 V 以上 3000 V 以下の範囲内の正のパルス状直流電位 V_1 を供給する。

【0074】

一方、円筒状電極 40 が基準電極 (図示を省略) に接続されている場合には、支持体 (導電性支柱 31) に対して供給するパルス状直流電位 V_1 は、目的とする電位差 V と基準電源から供給される電位 V_2 との差の値 ($V - V_2$) とされる。基準電源から供給する電位 V_2 は、支持体 3 (円筒状基体 10) に対して負のパルス状電圧を印加する場合には、-1500 V 以上 1500 V 以下とされ、支持体 3 (円筒状基体 10) に対して正のパルス状電圧を印加する場合には、-1500 V 以上 1500 V 以下とすればよい。

【0075】

制御部 35 はまた、直流電圧の周波数 ($1/T$ (sec)) が 300 kHz 以下に、Duty 比 (T_1/T) が 20% 以上 90% 以下になるように直流電源 34 を制御する。

【0076】

なお、本実施形態における Duty 比とは、パルス状の直流電圧の 1 周期 (T) (円筒状基体 10 と円筒状電極 40 との間に電位差が生じた瞬間から、次に電位差が生じた瞬間までの時間) における電位差発生時間 T_1 が占める時間割合と定義される。例えば、Duty 比 20% とは、パルス状の電圧を印加する際の、1 周期に占める電位差発生 (ON) 時間が 1 周期全体の 20% であることをいう。

【0077】

このイオンスパッタリング効果を利用して得られたアモルファスシリコン (a-Si) の光導電層 11b は、その厚みが 10 μm 以上となっても、表面には上述のような大きな突起状の成長が抑制された均一性の高い凹凸が存在する。そのため、光導電層 11b 上に、表面層 12 であるアモルファス炭化シリコン (a-SiC) とアモルファスカーボン (a-C) とを計 1 μm 程度積層すればよい。この場合の表面層 12 の表面形状は、光導電層 11b の表面形状を反映した面とすることが可能となる。すなわち、光導電層 11b 上に表面層 12 を積層する場合においても、イオンスパッタリング効果を利用することにより、表面層 12 を大きな突起状の成長が抑制された均一性の高い凹凸を有する膜として形成することができる。

【0078】

ここで、電荷注入阻止層 11a、光導電層 11b および表面層 12 の形成にあたっては、原料ガス供給手段 6 におけるマスフローコントローラ 60D ~ 63D およびバルブ 60B ~ 63B、60C ~ 63C を制御し、目的とする組成の原料ガスが真空反応室 4 に供給されるのは上述の通りである。

【0079】

例えば、電荷注入阻止層 11a をアモルファスシリコン (a-Si) 系の堆積膜として形成する場合には、原料ガスとして、 SiH_4 (シランガス) などのシリコン (Si) 含有ガス、 B_2H_6 や PH_3 などのドーパント含有ガスおよび水素 (H_2) あるいはヘリウム (He) などの希釈ガスの混合ガスが用いられる。ドーパント含有ガスとしては、ホウ素 (B) 含有ガスと場合により窒素 (N) 含有ガスが酸素 (O) 含有ガスまたはその両方を含有させたもの、あるいはリン (P) 含有ガスと場合により窒素 (N) 含有ガスが酸素 (O) 含有ガスまたはその両方を含有させたものを用いることもできる。

【0080】

光導電層 11b をアモルファスシリコン (a-Si) 系の堆積膜として形成する場合に

10

20

30

40

50

は、原料ガスとして、 SiH_4 （シランガス）などのシリコン（ Si ）含有ガスおよび水素（ H_2 ）あるいはヘリウム（ He ）などの希釈ガスの混合ガスが用いられる。光導電層 11b においては、ダングリングボンド終端用に水素（ H ）あるいはハロゲン元素（フッ素（ F ）、塩素（ Cl ））を膜中に 1 原子% 以上 40 原子% 以下含有させるように、希釈ガスとして水素ガスを用い、あるいは原料ガス中にハロゲン化合物を含ませておいてもよい。また、原料ガスには、暗導電率および光導電率などの電気的特性および光学的バンドギャップなどについて所望の特性を得るために、ドーパントとして周期表第 12 族、第 13 族元素（以下「第 12 族元素」、「第 13 族元素」と略す）あるいは周期表第 15 族、第 16 族元素（以下「第 15 族元素」、「第 16 族元素」と略す）を含有させ、上記諸特性を調整するために炭素（ C ）および酸素（ O ）などの元素を含有させてもよい。

10

【0081】

例えば、第 13 族元素および第 15 族元素としては、それぞれホウ素（ B ）およびリン（ P ）が共有結合性に優れて半導体特性を敏感に変え得る点、および優れた光感度が得られるという点で望ましい。電荷注入阻止層 11a に対して第 13 族元素あるいは第 15 族元素を炭素（ C ）および酸素（ O ）などの元素とともに含有させる場合には、第 13 族元素の含有量は 0.1 ppm 以上 20000 ppm 以下、第 15 族元素の含有量は 0.1 ppm 以上 10000 ppm 以下となるように調整される。また、光導電層 11b に対して第 13 族元素あるいは第 15 族元素を炭素（ C ）および酸素（ O ）などの元素とともに含有させる場合には、あるいは、電荷注入阻止層 11a および光導電層 11b に対して炭素（ C ）および酸素（ O ）などの元素を含有させない場合には、第 13 族元素は 0.01 ppm 以上 200 ppm 以下、第 15 族元素は 0.01 ppm 以上 100 ppm 以下となるように調整される。なお、原料ガスにおける第 13 族元素あるいは第 15 族元素の含有量を経時的に変化させることによって、これらの元素の濃度について層厚方向にわたって勾配を設けるようにしてもよい。この場合には、光導電層 11b における第 13 族元素あるいは第 15 族元素の含有量は、光導電層 11b の全体における平均含有量が上記範囲内であればよい。

20

【0082】

また、光導電層 11b については、アモルファスシリコン（ a-Si ）系材料に微結晶シリコン（ $\mu\text{c-Si}$ ）を含んでいてもよく、この微結晶シリコン（ $\mu\text{c-Si}$ ）を含ませた場合には、暗導電率および光導電率を高めることができるので、光導電層 11b の設計自由度が増すといった利点がある。このような微結晶シリコン（ $\mu\text{c-Si}$ ）は、先に説明した成膜方法を採用し、その成膜条件を変えることによって形成することができる。例えば、グロー放電分解法では、円筒状基体 10 の温度および直流パルス電力を高め設定し、希釈ガスとしての水素流量を増すことによって形成できる。また、微結晶シリコン（ $\mu\text{c-Si}$ ）を含む光導電層 11b においても、先に説明したのと同様な元素（第 13 族元素、第 15 族元素、炭素（ C ）および酸素（ O ）など）を添加してもよい。

30

【0083】

表面層 12 は、上述のように a-SiC 層と a-C 層との多層構造として形成する。この場合、原料ガスとしては、 SiH_4 （シランガス）などのシリコン（ Si ）含有ガスおよび C_2H_2 （アセチレンガス）あるいは CH_4 （メタンガス）などの C 含有ガスが用いられる。ここで、表面層 12 の第 3 層である a-C 層は、その膜厚が、通常 0.01 μm 以上 2 μm 以下、具体的には 0.02 μm 以上 1 μm 以下、より具体的には 0.03 μm 以上 0.8 μm 以下に設定すればよい。また、表面層 12 は、その膜厚が、通常 0.1 μm 以上 6 μm 以下、具体的には 0.25 μm 以上 3 μm 以下、より具体的には 0.4 μm 以上 2.5 μm 以下に設定すればよい。

40

【0084】

表面層 12 の第 3 層を a-C 層として形成した場合には、 Si-O 結合に比べて C-O 結合の方が結合エネルギーが小さいため、表面層 12 をアモルファスシリコン（ a-Si ）系材料のみで形成する場合に比べて、表面層 12 の表面が酸化することをより確実に抑制できる。そのため、表面層 12 の第 3 層をアモルファスカーボン（ a-C ）層として形

50

成した場合には、印刷時のコロナ放電により発生するオゾンなどによって表面層12の表面が酸化されることが適切に抑制されるため、高温高湿環境下などでの画像流れの発生を抑制することができる。

【0085】

以上のようにして、円筒状基体10に対する膜形成が終了した場合には、支持体3から円筒状基体10を抜き取ることにより、図1に示した電子写真感光体1を得ることができる。そして、成膜後は、成膜残渣を取り除くため、真空反応室4内の各部材を分解し、酸、アルカリあるいはプラストなどの洗浄を行ない、次の成膜時に欠陥不良となる発塵が無いようにウェットエッチングを行なう。また、ウェットエッチングに代えて、ハロゲン系(ClF₃、CF₄、NF₃、SiF₆またはこれらの混合ガス)のガスを用いてガスエッチングを行なうことも有効である。

10

【0086】

(画像形成装置)

本発明の実施形態に係る画像形成装置について、図3を用いて説明する。

【0087】

図3に示す画像形成装置は、画像形成方式としてカールソン法を採用したものであり、電子写真感光体1、帯電器111、露光器112、現像器113、転写器114、定着器115、クリーニング器116および除電器117を備えている。

【0088】

帯電器111は、電子写真感光体1の表面を負極性に帯電する役割を有するものである。帯電電圧は、例えば200V以上1000V以下に設定される。本実施形態において帯電器111は、例えば芯金を導電性ゴムあるいはPVD(ポリフッ化ビニリデン)によって被覆して構成される接触型帯電器が採用されているが、これに代えて、放電ワイヤを備える非接触型帯電器(例えばコロナ帯電器)を採用してもよい。

20

【0089】

露光器112は、電子写真感光体1に静電潜像を形成する役割を有するものである。具体的には、露光器112は、画像信号に応じて特定波長(例えば650nm以上780nm以下)の露光光(例えばレーザー光)を電子写真感光体1に照射することによって、帯電状態にある電子写真感光体1の露光光照射部分の電位を減衰させて静電潜像を形成する。露光器112としては、例えば複数のLED素子(波長:680nm)を配列させてなるLED(発光ダイオード:Light Emitting Diode)ヘッドを採用することができる。

30

【0090】

もちろん、露光器112の光源としては、LED素子に代えてレーザー光を出射可能なものを使用することもできる。つまり、LEDヘッドなどの露光器112に代えて、ポリゴンミラーを含んでなる光学系を使用してもよい。あるいは、原稿からの反射光を通すレンズおよびミラーを含んでなる光学系を採用することによって、複写機の構成の画像形成装置とすることもできる。

【0091】

現像器113は、電子写真感光体1の静電潜像を現像してトナー像を形成する役割を有するものである。本例における現像器113は、現像剤(トナー)Tを磁氣的に保持する磁気ローラ113Aを備えている。

40

【0092】

現像剤Tは、電子写真感光体1の表面上に形成されるトナー像を構成するものであり、現像器113において摩擦帯電する。現像剤Tとしては、例えば、磁性キャリアおよび絶縁性トナーを含んでなる2成分系現像剤と、磁性トナーを含んでなる1成分系現像剤とが挙げられる。

【0093】

磁気ローラ113Aは、電子写真感光体1の表面(現像領域)に現像剤を搬送する役割を有するものである。磁気ローラ113Aは、現像器113において摩擦帯電した現像剤Tを一定の穂長に調整された磁気ブラシの形で搬送する。この搬送された現像剤Tは、電

50

子写真感光体 1 の現像領域において、静電潜像との静電引力によって電子写真感光体 1 の表面に付着してトナー像を形成する（静電潜像を可視化する）。トナー像の帯電極性は、正規現像によって画像形成が行なわれる場合には電子写真感光体 1 の表面の帯電極性と逆極性とされ、反転現像によって画像形成が行なわれる場合には電子写真感光体 1 の表面の帯電極性と同極性とされる。

【 0 0 9 4 】

なお、現像器 1 1 3 は、本例においては乾式現像方式を採用しているが、液体现像剤を用いた湿式現像方式を採用してもよい。

【 0 0 9 5 】

転写器 1 1 4 は、電子写真感光体 1 と転写器 1 1 4 との間の転写領域に供給された記録媒体 P に、電子写真感光体 1 のトナー像を転写する役割を有するものである。本例における転写器 1 1 4 は、転写用チャージャ 1 1 4 A および分離用チャージャ 1 1 4 B を備えている。転写器 1 1 4 では、転写用チャージャ 1 1 4 A において記録媒体 P の背面（非記録面）がトナー像とは逆極性に帯電され、この帯電電荷とトナー像との静電引力によって、記録媒体 P 上にトナー像が転写される。また、転写器 1 1 4 では、トナー像の転写と同時的に、分離用チャージャ 1 1 4 B において記録媒体 P の背面が交流帯電され、記録媒体 P が電子写真感光体 1 の表面から速やかに分離させられる。

【 0 0 9 6 】

転写器 1 1 4 としては、電子写真感光体 1 の回転に従動し、且つ、電子写真感光体 1 とは微小間隙（例えば 0 . 5 mm 以下）を介して配置された転写ローラを用いることも可能である。この転写ローラは、例えば直流電源により、電子写真感光体 1 上のトナー像を記録媒体 P 上に引きつけるような転写電圧を印加するように構成される。転写ローラを用いる場合には、分離用チャージャ 1 1 4 B のような転写分離装置は省略することもできる。

【 0 0 9 7 】

定着器 1 1 5 は、記録媒体 P に転写されたトナー像を記録媒体 P に定着させる役割を有するものであり、一対の定着ローラ 1 1 5 A、1 1 5 B を備えている。定着ローラ 1 1 5 A、1 1 5 B は、例えば金属ローラ上に四フッ化エチレンなどで表面被覆したものである。定着器 1 1 5 では、一対の定着ローラ 1 1 5 A、1 1 5 B の間を通過させる記録媒体 P に対して熱および圧力などを作用させることによって、記録媒体 P にトナー像を定着させることができる。

【 0 0 9 8 】

クリーニング器 1 1 6 は、電子写真感光体 1 の表面に残存するトナーを除去する役割を有するものであり、クリーニングブレード 1 1 6 A を備えている。クリーニングブレード 1 1 6 A は、電子写真感光体 1 の表面から残留トナーを掻きとる役割を有するものである。クリーニングブレード 1 1 6 A は、例えばポリウレタン樹脂を主成分としたゴム材料で形成されている。

【 0 0 9 9 】

除電器 1 1 7 は、電子写真感光体 1 の表面電荷を除去する役割を有するものであり、特定波長（例えば 7 8 0 nm 以上）の光を出射可能とされている。除電器 1 1 7 は、例えば LED などの光源によって電子写真感光体 1 の表面の軸方向全体を光照射することにより、電子写真感光体 1 の表面電荷（残余の静電潜像）を除去するように構成されている。

【 0 1 0 0 】

本実施形態の画像形成装置 1 0 0 では、電子写真感光体 1 の有する上述の効果を奏することができる。

【 0 1 0 1 】

（実施例）

本発明の実施形態に係る電子写真感光体 1 について、次の通り評価を行なった。

【 0 1 0 2 】

電子写真感光体 1 の作製について

< 円筒状基体 1 0 >

10

20

30

40

50

円筒状基体 10 は、アルミニウム合金素管（外径：30 mm、長さ 360 mm）を用いて作製した。円筒状基体 10 の外周面に対して、鏡面加工、およびウェットブラスト加工を行ない、洗浄した。

【0103】

まず、円筒状基体 10 の表面の鏡面加工として、円筒状基体 10 を両端保持し、1500 ~ 8000 rpm にて高速回転させた状態で、ダイヤモンドバイトを押し当てて、送り 0.08 ~ 0.5 mm にてパニッシング加工した。すなわち、バイトの仕上げ面に、ワーク回転方向に奥行きを持たせたダイヤモンドバイトを円筒状基体 10 の表面に押し当てることで、滑らかな仕上げ面を得た。

【0104】

このような鏡面加工の後、円筒状基体 10 に対して脱脂洗浄を行なった。

【0105】

次に、ウェットブラスト加工として、アルミナなどの高硬度な研磨材と水とを攪拌し、圧縮空気と混合・加速させて、鏡面加工された円筒状基体 10 の表面に投射することによって粗面化を行なった。これによれば、円筒状基体 10 を回転させながら加工処理することによって、短時間で均一な加工面を形成することができる。本実施例のように、ウェットブラスト加工によれば、他の加工方法と比べて、粒径の小さい研磨材を一様に投射することを比較的容易に行なうことが可能であることから、均一性に優れた加工面を得ることができる。

【0106】

具体的には、ウェットブラスト加工の条件として、次のパラメータを調整することによって、15 種類の異なる表面を有する円筒状基体 10 のサンプルを用意した。

【0107】

研磨材材質・粒径：A（アラシダム（褐色溶解アルミナ））#320 ~ #4000

研磨材濃度：10 ~ 18 %

投射エア圧：0.10 ~ 0.35 MPa

投射距離（ワーク中心とブラストヘッド間距離）：20 ~ 300 mm

投射時間：1 ~ 60 秒間

ワーク回転数：120 ~ 180 rpm

なお、異なる研磨材材質・粒径を用いることによって Sa1 の値を調整するとともに、投射エア圧、投射距離および投射時間（1 ~ 60 秒間）を変化させることによって、St_r の値を調整した。

【0108】

そして、ウェットブラストを行なった後に、表面に残存している残渣を洗浄して除去することによって、円筒状基体 10 を用意した。

【0109】

このようにして用意された円筒状基体 10 を、図 2 に示すプラズマ CVD 装置にセットして、表 1 に示す条件で、円筒状基体 10 の表面に、電荷注入阻止層 11a、光導電層 11b、および表面層 12 を形成した。

【0110】

【表 1】

層の種類		電荷注入 阻止層	光導電層	表面層		
				第1層	第2層	第3層
ガスの種類	SiH ₄ (sccm)	170	340	30	6	
	H ₂ (sccm)	200	200	—	—	—
	B ₂ H ₆ *	0.10%	0.3ppm	—	—	—
	CH ₄ (sccm)	—	—	600	600	600
	NO*	10%	—	—	—	—
圧力(Pa)		60	60	60	60	60
基体温度(°C)		300	300	250	250	250
直流電圧(V)		-900	-1000	-400	-400	-400
パルス周波数(KHz)		50	50	50	50	50
Duty比(%)		70	70	70	70	70
膜厚(μm)		5	14	0.3	0.7	0.2

*SiH₄ガスに対する流量比

10

【0111】

表1におけるB₂H₆およびNOの流量は、SiH₄の流量に対する比で表している。なお、プラズマCVD装置の電源としては、直流パルス電源（パルス周波数：50kHz、Duty比：70%）を使用した。また、膜厚の測定は、その断面をSEM（走査型電子顕微鏡）およびXMA（X線マイクロアナライザ）で分析することにより行なった。各層の具体的な構成は次の通りである。

20

【0112】

<電荷注入阻止層>

電荷注入阻止層11aは、アモルファスシリコン（a-Si）に窒素（N）および酸素（O）を加えたアモルファスシリコン（a-Si）系材料に、ドーパントとしてホウ素（B）を含有させたものである。

【0113】

電荷注入阻止層11aの膜厚は5μmとした。

30

【0114】

<光導電層>

光導電層11bは、アモルファスシリコン（a-Si）に炭素（C）、窒素（N）および酸素（O）などを加えたアモルファスシリコン（a-Si）系材料に、ドーパントとしてホウ素（B）を含有させたものである。

【0115】

光導電層11bの膜厚は14μmとした。

【0116】

<表面層>

表面層12は、アモルファス炭化シリコン（a-SiC）とアモルファスカーボン（a-C）とを積層した構成である。

40

【0117】

表面層12の膜厚は計1.2μmとし、表面層第3層の膜厚は0.2μmとした。

【0118】

ここで、表面層12の表面粗さを変更させることによって、電子写真感光体1のサンプル1～15を作製した。

【0119】

以上のようにして得られた電子写真感光体1のサンプル1～15について、表面層12の表面性状を測定した。

【0120】

50

当該測定は、オリンパス株式会社製3次元測定レーザ顕微鏡OLS4100により、ISO25178に準拠した3次元粗さパラメータにて表面形状の評価を実施した。測定条件として、倍率50倍のレンズを使用し、 $260\mu\text{m} \times 261\mu\text{m}$ の範囲を高速測定モードにて測定した。測定対象が円筒形状であるため、補正はXY方向曲率補正を実施した。それに加えて、旋削加工の周期スジ影響を消すために、中心波長 $c = 0.080\text{mm}$ のフィルタ補正を展開し、各パラメータを算出した。なお、ここでの測定結果は、電子写真感光体1の、円筒状基体10の軸方向中央部において、 100mm の範囲内の5箇所の測定結果の算術平均である。

【0121】

各サンプルのStrおよびSalについては、後述する表2に示す通りである。

10

【0122】

次いで、作製した電子写真感光体1の各サンプルを、京セラドキュメントソリューションズ株式会社製のカラー複合機TASKalfa 3550ci改造装置に組み込み、それぞれのサンプルについて、60万枚(600K)連続印刷時における電子写真感光体1の表面層12のSa減少率(%）、電子写真感光体1の周辺部材であるクリーニングブレード116Aの傷の評価、帯電ローラの表面汚染状態の観察による画像特性の評価を行なった。そして、それらの個別特性を踏まえた総合的な評価である総合評価を行なった。

【0123】

上述のそれぞれの個別特性の評価は次の条件にて行なった。すなわち、室温23 および相対湿度60%の評価環境下において、20万枚連続印刷を行なった時点、40万枚連続印刷した時点、および60万枚連続印刷した各時点において、電子写真感光体1の表面性状の上記レーザ顕微鏡による測定、クリーニングブレード116Aのエッジ部の傷の有無、帯電ローラの表面汚染状態の拡大鏡(20倍)による観察、を行なった。

20

【0124】

ここで、Sa減少率(%)とは、電子写真感光体1の表面層のSaの値が印刷を行う前の初期値から減少した割合を示すものであって、例えば70%と記載している場合には印刷前の状態に対してSaの値が30%になっていることを意味する。なお、Sa減少率(%)のデータにおいて、印を付している値は、20万枚(200K)連続印刷時における電子写真感光体1の表面層12のSa減少率(%)を示している。

【0125】

また、クリーニングブレード116Aの破損モードについては次の通りである。評価Aは、20万枚(200K)連続印刷の結果、クリーニングブレード116Aに多少の破損が見られたことを示す。評価Bとは、1000枚以下の少数印刷の時点で、クリーニングブレード116Aに明らかな破損が見られたことを示す。

30

【0126】

評価結果について、表2に示す。

【0127】

【表 2】

サンプルNo.	表面層の 表面状態		個別特性				総合評価
	Str	Sal	600k耐久時 Sa減少率[%]	ブレード破損	破損モード	画像特性	
1	0.59	0.9	64 ※	x	A	△	△
2	0.67	1.0	65 ※	△	A	○	○
3	0.79	0.9	68 ※	△	A	○	○
4	0.58	1.6	-	x	B	△	△
5	0.68	1.8	70	◎	-	◎	◎
6	0.79	1.6	76	◎	-	◎	◎
7	0.59	4.6	-	x	B	△	△
8	0.67	4.5	57	○	-	◎	◎
9	0.79	4.7	66	◎	-	◎	◎
10	0.58	9.7	-	x	B	x	x
11	0.67	10.3	45	○	-	◎	◎
12	0.79	10.0	54	○	-	◎	◎
13	0.59	14.5	-	x	B	x	x
14	0.67	14.7	-	x	B	x	x
15	0.79	14.7	-	x	B	x	x

10

【0128】

表 2 において、△ は優れた特性を有する、△ は好ましい特性を有する、○ は要求レベルの特性を有する、x は要求レベルの特性を充足しない、ことを示す。

20

【0129】

すなわち、表 2 の結果から次のことが分かった。

電子写真感光体 1 は、Sal の値に起因して初期不良が生じた場合（サンプル 14 および 15）を除き、Str の値が 0.67 以上の場合（サンプル 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11 および 12）には、優れた効果を奏することが分かった。その中でも、Str の値が 0.79 以上の場合（サンプル 3, 6, 9 および 12）には、より優れた効果を奏することが分かった。

【0130】

これらの実験データによると、Str の値が所定以上であれば、表面層 12 の表面形状は均一性の高い凹凸を備えることによって、耐久使用時において、表面が徐々に磨耗しても表面粗さを一定範囲内に維持し続けることが可能である。その結果、表面層 12 とクリーニングブレード 116 A との間の摩擦抵抗の増大を効果的に抑制し続けることができる。これにより、クリーニングブレード 116 A の欠損を抑制することができ、印画した画像の異常スジなどの画像欠陥を低減することができたものと考えられる。なお、サンプル 14 および 15 において初期不良が生じた原因としては、Sal の値が大きい場合には、周辺部材であるクリーニングブレードなどとの摩擦抵抗が大きく、クリーニングブレード 116 A の欠損が生じたものと考えられる。

30

【0131】

また、Str の値が 0.67 以上の条件下において、さらに次のことが分かった。すなわち、Sal の値が 10.3 μm 以下の場合（サンプル 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11 および 12）には、優れた効果を奏することが分かった。これらの実験データによると、Sal が所定値よりも小さい場合には、電子写真感光体 1 の表面層 12 とクリーニングブレード 116 A との間の摩擦抵抗を低減することができ、クリーニングブレード 116 A の欠損が抑制されることによって、優れた耐久特性を得ることができたと考えられる。また、Sal の値が 0.9 μm 以上の場合には（サンプル 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11 および 12）、優れた効果を奏することが分かった。さらに、Sal の値が 1.6 μm 以上の場合（サンプル 5, 6, 8, 9, 11 および 12）には、より優れた効果を奏することが分かった。これらの実験データによると、Sal が所定値よりも大きい場合には、電子写

40

50

真感光体 1 の表面層 1 2 の磨耗が低減され、クリーニングブレード 1 1 6 A の欠損が抑制されることによって、優れた耐久特性を得ることができたと考えられる。

【 0 1 3 2 】

なお、本発明は上述の実施形態に示したもののだけに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で改良や変更ができることは言うまでもない。

【 0 1 3 3 】

例えば、上述の実施形態において、円筒状基体 1 0 と、電荷注入阻止層 1 1 a と、光導電層 1 1 b と、を別々の構成要素として説明したが、これに代えて、円筒状基体 1 0 の少なくとも表面が電荷注入阻止特性を備えるようにしてもよい。これによれば、別途電荷注入阻止層 1 1 a を設けることなく、円筒状基体 1 0 それ自体によって、円筒状基体 1 0 から光導電層 1 1 b へのキャリア（電子）の注入を阻止する役割を有することができる。

10

【符号の説明】

【 0 1 3 4 】

- 1 電子写真感光体
- 2 プラズマ C V D 装置
- 3 支持体
- 4 真空反応室
- 5 回転手段
- 6 原料ガス供給手段
- 7 排気手段 20
- 1 0 円筒状基体
- 1 1 感光層
 - 1 1 a 電荷注入阻止層
 - 1 1 b 光導電層
- 1 2 表面層
- 3 0 フランジ部
- 3 1 導電性支柱
- 3 2 絶縁材
- 3 3 導板
- 3 4 直流電源 30
- 3 5 制御部
- 3 6 セラミックパイプ
- 3 7 ヒータ
- 3 8 ダミー基体
 - 3 8 A 下ダミー基体
 - 3 8 B 中間ダミー基体
 - 3 8 C 上ダミー基体
- 4 0 円筒状電極
- 4 1 , 4 2 プレート
- 4 3 , 4 4 絶縁部材 40
 - 4 2 A , 4 4 A ガス排出口
 - 4 5 a , 4 5 b ガス導入口
- 4 6 ガス吹き出し孔
- 4 9 圧力計
- 5 0 回転モータ
- 5 1 回転力伝達機構
- 5 2 回転導入端子
- 5 3 絶縁軸部材
- 5 4 絶縁平板
- 6 0 ~ 6 3 原料ガスタンク 50

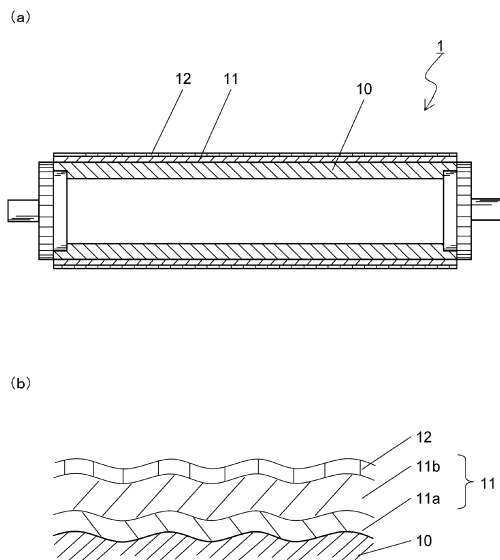
- 6 4 ドーパント専用ガスタンク
- 6 0 A ~ 6 4 A , 6 5 a , 6 5 b 配管
- 6 0 B ~ 6 4 B , 6 0 C ~ 6 4 C バルブ
- 6 0 D ~ 6 4 D マスフローコントローラ
- 7 1 メカニカルブースタポンプ
- 7 2 ロータリーポンプ
- 1 0 0 画像形成装置
- 1 1 1 帯電器
- 1 1 2 露光器
- 1 1 3 現像器
- 1 1 3 A 磁気ローラ
- 1 1 4 転写器
- 1 1 4 A 転写用チャージャ
- 1 1 4 B 分離用チャージャ
- 1 1 5 定着器
- 1 1 5 A , 1 1 5 B 定着ローラ
- 1 1 6 クリーニング器
- 1 1 6 A クリーニングブレード
- 1 1 7 除電器
- P 記録媒体
- T 現像剤

10

20

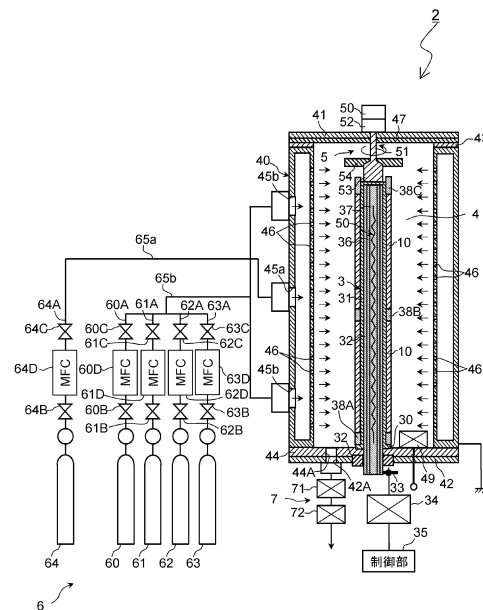
【図 1】

FIG. 1



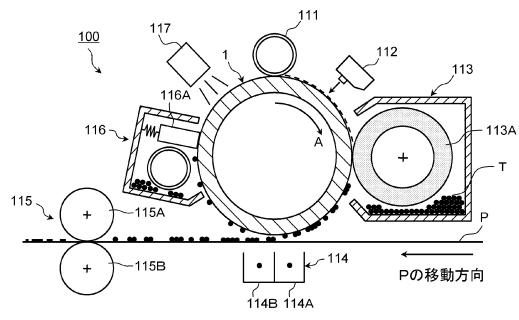
【図 2】

FIG. 2



【図3】

FIG. 3



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08-129266(JP,A)
特開2011-133865(JP,A)
特開2007-121533(JP,A)
特開平04-175767(JP,A)
特開平04-175759(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03G 5/00 - 5/16