(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3566621号
(P3566621)
(45)発行日　平成16年9月15日(2004.9.15)　(24)登録日　平成16年6月18日(2004.6.18)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G03G 5/08　G03G 5/08 311
G03G 5/08 301

請求項の数 7　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願2000-95010(P2000-95010)
(22)出願日　平成12年3月30日(2000.3.30)
(65)公開番号　特開2001-281896(P2001-281896A)
(43)公開日　平成13年10月10日(2001.10.10)
審査請求日　平成14年6月14日(2002.6.14)

(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　100123788
弁理士　宮崎　昭夫
(74)代理人　100088328
弁理士　金田　暢之
(74)代理人　100106297
弁理士　伊藤　克博
(74)代理人　100106138
弁理士　石橋　政幸
(72)発明者　江原　俊幸
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電子写真感光体及びそれを用いた装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
導電性基体の上に非晶質Ｓｉを含む光導電層と非晶質材料からなる表面保護層を順次積層して形成される電子写真感光体であって、
該感光体の、波長600nmから700nmの範囲の反射率(%)の最小値(Min)と最大値(Max)が０≦(Max-Min)/(Max＋Min)≦0.20を満たし、
10μｍ×10μｍの範囲における光導電層表面側界面の中心線平均粗さをＲａ１、表面層最表面の中心線平均粗さをＲａ２とした時、Ｒａ１/Ｒａ２≧1.3 かつ 22≦Ｒａ１≦100nmであること
を特徴とするデジタル画像を形成するための電子写真感光体。
【請求項２】
前記感光体は表面を研磨処理されている請求項１に記載のデジタル画像を形成するための電子写真用感光体。
【請求項３】
前記感光体において、導電性基体の10μｍ×10μｍの範囲における表面粗さＲａが10nm未満である請求項２に記載のデジタル画像を形成するための電子写真感光体。
【請求項４】
最表面に水素を含有した非晶質炭素からなる層を有している請求項１～３のいずれかに記載のデジタル画像を形成するための電子写真用感光体。
【請求項５】

前記光導電層の厚さが、14～50μｍである請求項１～４のいずれかに記載のデジタル画像を形成するための電子写真用感光体。
【請求項６】
導電性基体の上に非晶質Ｓｉを含む光導電層と非晶質材料からなる表面保護層を順次積層して形成される電子写真感光体を用いたデジタル画像を形成するための電子写真装置であって、該感光体の、波長600nmから700nmの範囲の反射率(％)の最小値(Ｍin)と最大値(Ｍax)が０≦(Max-Min)/(Max＋Min)≦0.20を満たし、該感光体の10μｍ×10μｍの範囲における光導電層表面側界面の中心線平均粗さをＲａ１、表面層最表面の中心線平均粗さをＲａ２とした時、Ｒａ１/Ｒａ２≧1.3 かつ 22≦Ｒａ１≦100nmであることを特徴とするデジタル画像を形成するための電子写真装置。
【請求項７】
前記感光体は表面を研磨処理されていることを特徴とする請求項６記載のデジタル画像を形成するための電子写真装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、電子写真用感光体及び電子写真装置に関する。さらに詳しくは、本発明は、むら削れを生じても画像濃度むらを生じない非晶質シリコン系感光体及び電子写真装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
複写機、ファクシミリ、プリンターなどの電子写真装置では、表面に光導電層が設けられた感光体の外周面をコロナ帯電、ローラ帯電、ファーブラシ帯電、磁気ブラシ帯電と言った帯電手段で一様に帯電させ、ついで被複写体の被複写像を反射光や変調信号に応じたレーザーやＬＥＤによる露光をさせることにより前記感光体の外周面上の静電潜像を形成し、さらに該感光体上にトナーを付着させることでトナー像を形成し、これを複写用紙などに転写させて複写が行なわれる。
【０００３】
このようにして電子写真装置で複写を行なったのちには、感光体の外周面上にトナーが一部残留するため、該残留トナーを除去する必要がある。かかる残留トナーの除去は、クリーニングブレード、ファーブラシ、マグネットブラシ等を用いたクリーニング工程によって行なわれるのが一般的である。
【０００４】
また、近年環境への配慮から、廃トナーの低減乃至解消を目的にクリーニング装置を省略した電子写真装置も提案、上市されている。この方式は特開平６－１１８　７４１号公報に開示されている様なブラシ帯電器の様な直接帯電器でクリーニング工程を兼ねるもの、特開平１０－３０７　４５５号公報に開示されている様な現像器でクリーニング工程を兼ねるもの等があるが、いずれの方式においてもトナーと感光体表面が摺擦、除去させる工程を含んでいる。
【０００５】
しかしながら、近年印刷画像の高画質化のために、従来よりも平均粒径の小さいトナーや省エネルギーに対応した融点の低いトナーが用いられるようになり、感光体表面に融着してしまう現象がある。このような融着初期のものをも除去させるトナー除去工程において、クリーニング工程への負荷が大きくなり、感光体表面層のむら削れが発生したり、帯電部材などが偏在して当接を続け感光体表面層のむら削れを生ずることがあった。
【０００６】
こうした状況で画像露光が照射されると表面層の厚さむらに起因して、干渉が生じ、光導電層への入射光に差を生じてハーフトーン画像に帯状にむらが現れるという問題があった。加えて、近年、電子写真装置のデジタル化の進展に伴い、単一波長を主とする光源による潜像形成が主流になりつつあり、干渉が顕著に発生しその問題を助長している。

【０００７】
上記の問題を解決するための対策として、特公平５－４９　１０８号公報、特公平５－７３　２３２、同７３　２３３、７３　２３４号公報に開示されているように、アモルファスＳｉを感光層とした感光体において、該光導電層と表面層の間に中間層を設けたり、界面の組成を連続的に変化させて、界面の反射を減少または無くすことによって、表面層の削れむらに起因する入射光量むらから生ずるハーフトーン画像むらを防止する方法が提案されている。
【０００８】
近年のデジタル複写機、プリンターにはこうした感光体が用いられているが、前記クリーナーや接触帯電器起因による数１０μｍから数ｍｍの細かなピッチのシャープな膜厚むらに起因するハーフトーン画像むら防止には不十分な場合が多い。また、界面組成を連続的に変化させ、当該部分の界面反射を抑制させるように制御する構成では、感光体特性個体内バラツキ、個体間バラツキを抑えて安定して生産する為に製造条件を厳しく管理する必要が有り、さらには、感光体の処方が変わった場合の最適な連続界面は、様々な特性のバランスにおいて決定されるといった、デリケートな面を有するものである。
【０００９】
また、特開平１１－２９９６号公報においては、感光体を研磨して表面粗さＲｚの値を所定の値に規定する提案がなされている。しかし、クリーナーや接触帯電器起因による数１０μｍから数ｍｍの細かなピッチのシャープな膜厚むらに起因するハーフトーン画像むらの発生や防止については説明がない。
【００１０】
【発明が解決しようとする課題】
近年、電子写真装置のデジタル化の進展に伴い、レーザーやＬＥＤアレイといった単一波長を主とする光源による潜像形成が主流になりつつと同時に、電気回路素子の発達に伴い複写速度、すなわち感光体回転数も上昇の一途をたどっている。その結果、光導電層と表面層の間に中間層を設けたり、界面の組成を連続的に変化させて、界面の反射を減少または無くす前記提案の方法のみでは、表面層の削れむらに起因する単一波長の干渉による光導電層への入射露光量に差を生じ、その結果帯状濃度差が印刷画像上に発生してしまう場合があった。
【００１１】
また、導電性基体の表面をあらかじめ粗しておく工程を新たに設けることはコスト高につながる。また、前記濃度差の発生しない範囲の粗さで基体を加工すると画像鮮鋭度が低下するなど新たな問題を発生することもあった。
【００１２】
そこで、本発明者らが鋭意研究を重ねた結果、表面層のむら削れによるハーフトーンスジムラ防止の効果は必ずしも、界面組成の制御、及び基体の粗さ制御のみによっては決まらず、ａ－Ｓｉ感光体表面固有の微視的な（具体的には数ｎｍから数十ｎｍオーダー）表面粗さにも大きく依存していることを見出した。
【００１３】
したがって本発明は上記知見により完成されたものであり、その目的はクリーニング時のトナー融着を防止して、とりわけデジタル画像を形成する際において良好な画像形成の維持を達成した感光体並びに画像形成装置を提供することにある。
【００１４】
【課題を解決するための手段】
本発明者らは、上述の問題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、
導電性基体の上に非晶質Ｓｉを含む光導電層と非晶質材料からなる表面保護層を順次積層して形成される電子写真感光体であって、該感光体の、波長600nmから700nmの範囲の反射率(%)の最小値(以後Minと呼ぶ)と最大値(以後Maxと呼ぶ)が０≦(Max-Min)/(Max＋Min)≦0.20 を満たし、10μｍ×10μｍの範囲における光導電層表面側界面の中心線平均粗さをＲａ1、表面層最表面の中心線平均粗さをＲａ2とした時、Ｒａ1/Ｒａ2≧1.3 か

つ 22≦Ｒａ１≦100nmであることを特徴とするデジタル画像を形成するための電子写真感光体を用いることにより、トナー融着を防止して、良好な画像形成の維持できることを見出し、本発明を完成するに至った。

【００１５】

【発明の実施の形態】

本発明における微視的な表面粗さとは、原子間力顕微鏡(ＡＦＭ)[Quesant社製Ｑ-Ｓcope250]を用いて測定した表面粗さＲaの値を指し、微視的な表面粗さを高い精度で再現性良く測定するためには、10μｍ×10μｍの測定範囲で、かつサンプルの曲率傾き(tilt)による誤差を避けるように測定した結果であることが望ましい。具体的には、Quesant社製Ｑ-Ｓcope250のＴilt Removalモードにより、試料のＡＦＭ像の持つ曲率を放物線にフィットさせた後、平坦化する補正(Ｐarabolic)があげられる。電子写真感光体は一般に円筒形状を取っており好適な手法である。

【００１６】

更に、像に傾きが残る場合には、傾きを除去する補正（Ｌｉｎｅ　ｂｙ　ｌｉｎｅ）を行なう。この様に、データに歪みを生じさせない範囲でサンプルの傾きを適宜補正することが可能である。

【００１７】

本発明の１０μｍ×１０μｍの範囲における中心線平均粗さＲａは、原子間力顕微鏡（ＡＦＭ）［Ｑｕｅｓａｎｔ社製Ｑ－Ｓｃｏｐｅ２５０（Ｖｅｒｓｉｏｎ　３．１８１）］により、三次元形状から計算された値を指す。

【００１８】

本発明者らが、該原子間力顕微鏡により測定した三次元形状から任意の断面曲線の二次元中心線平均粗さＲａを求めたところ、三次元形状から求めた１０μｍ×１０μｍの範囲における中心線平均粗さＲａと概ね一致した。しかしながら、測定値の安定性、干渉発生のメカニズムの面では、三次元形状から求めたＲａがより好ましい。

【００１９】

本発明の要点である、表面層の平行度をかく乱させる為の微細粗さ関係式Ｒａ１／Ｒａ２≧１．３を成立させる手段としては、後述の感光体成膜条件の制御、表面材料の選択によっても可能であるし、必要に応じて更に特公平０７－０７７　７０２記載のような感光体表面処理方法により、所望の表面微細粗さに研磨処理しても良い。具体的には、（株）富士フィルム社製、乃至（株）３M社製のラッピングテープを回転する感光体に加圧当接させ研磨処理することが挙げられる。

【００２０】

殊にＲａ１は基体の表面処理による粗しと光導電層の作成条件、具体的には原料ガス比率、ガス流量、基体温度、放電電力によって制御される。Ｒａ２は表面層の作成条件、具体的には原料ガス比率、ガス流量、基体温度、放電電力、及び後処理である表面研磨処理や電子写真装置内での研磨を伴う工程によって制御される。

【００２１】

［光導電層表面側界面と表面層最表面の微細な表面粗さと表面層の平行度］

以下、本発明の重要な指標である表面層部分の微細平行度について述べる。

【００２２】

原子間力顕微鏡（Ａｔｏｍｉｃ　Ｆｏｒｃｅ　Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｙ）は横分解能（試料面に平行な方向の分解能）は　０．５ｎｍを上まわり、縦分解能（試料面に垂直方向の分解能）は　０．０１～０．０２ｎｍを持ち、試料の三次元的な形状を測定することが可能で、従来から広く用いられている表面粗さ計との大きな違いは、その高い分解能にある。

【００２３】

尚、本発明者らはＡＦＭの測定に際して、いくつかの試料に対して、いくつかのスキャンサイズで測定を行なった。スキャンサイズとは、スキャンする四角形の一辺の長さであり、従って　１０μｍとは、１０μｍ×１０μｍすなわち　１００μｍ^2 の範囲をスキャンすることを意味する。グラフ横軸をスキャンサイズにして、その結果の一部を図９に示す

。
【００２４】
スキャンサイズを大きく、すなわち測定範囲を広くすると測定値は安定するが、試料基体のうねり、突起などの特異形状、加工形状の影響により、微細形状が反映され難くなり、視野角が小さいと測定個所の選択バラツキが大きくなる為、本発明は測定の検知能力と安定性の総合的に優れた１０μｍ×１０μｍ視野で表記した。以上の経緯から、本発明の発明思想は１０μｍ×１０μｍ視野に限定されるものではない。
【００２５】
これほどまでの高い分解能においては、感光体基板の粗さが支配的なオーダーの粗さではなく、光導電層や表面層と言った堆積膜そのものの性質に起因する粗さの測定が可能である。
【００２６】
感光体基体の粗さは、前記の旋盤やボールミル、ディンプル処理加工と言った「歯形」や「処理部材」と言った「型」に依存するものであるが、堆積膜そのものの粗さには「型」はなく、複雑な形状因子が存在する。
【００２７】
観察像の例について図８に示す。詳細は後述実験例、実施例の説明で述べる。
【００２８】
表面層の干渉については、サブミクロンオーダーの表面層膜厚パラメータだけでなく、光導電層表面側界面と表面層最表面のきわめて微細な表面粗さも加味した表面層の平行性も大きく関与しているのではないかと、本発明者らは考え、分析により検証した。
【００２９】
具体的には、電界放射型走査電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ）（日立製作所製Ｓ－４２００型）装置を用い、集束イオンビーム（ＦＩＢ：Ｆｏｃｕｓｅｄ　Ｉｏｎ　Ｂｅａｍ）（ｆｅｉ社製ＦＩＢ－２００型ＦＩＢ装置）にて断面加工した試料を観察した。
【００３０】
観察像の例について図６、７に示す。
【００３１】
図６（ａ）に示したサンプルは、本発明に関わる表面層部分の断面観察像であり、図６（ｂ）は層の境界付近の拡大像、図６（ｃ）、（ｄ）はそれぞれ（ａ）、（ｂ）で観察される層の輪郭をわかりやすく図示した図面である。図６（ａ）～（ｄ）からわかるように、本発明のＲａ１値に相当する光導電層表面側界面の粗さに比べ、本発明のＲａ２値に相当する表面層最表面の粗さが小さくなっている。それに比較し、図７（（ａ）～（ｄ）の意味は図６の場合と同じ）に示したサンプルは、光導電層表面側界面の粗さに比べ、表面層最表面の粗さがほぼ等しく、すなわち微細な表面形状にほぼ平行に沿う形になっている。詳細な数値比較は後述実験例、実施例の説明で述べる。
【００３２】
［表面層膜厚と感度の関係］
上記感光体は表面分光反射率が以下の式を満たすことが望ましい。
【００３３】
波長６００ｎｍから７００ｎｍの範囲で、反射率（％）のＭｉｎとＭａｘが
０≦（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）≦０．２０
好ましくは、
０≦（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）≦０．１０
更に好ましくは、
０≦（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）≦０．０５
ここで、本発明による反射率とは、分光光度計［大塚電子社製　ＭＣＰＤ－２０００］を用いて測定した反射率（百分率）の値をさす。概要を述べると、まず、分光器の光源の分光発光強度Ｉ（０）を取り、次いで感光体の分光反射光度Ｉ（Ｄ）を取り、反射率Ｒ＝Ｉ（Ｄ）／Ｉ（０）を求める。高い精度で再現性良く測定するためには、曲率をもつ感光体

に対して角度が一定となるようにディテクターを治具固定することが望ましい。

【００３４】

平行度制御の具体例を図４－１、２に示す。図４－１は波長域を４００から７２０ｎｍの範囲で、図４－２は波長域を６００から７００ｎｍの範囲で示したもので、データはそれぞれ同一のものである。Ａ、Ｂが光導電層／表面層界面と最表面の平行度が良い例、Ｃ、Ｄ、Ｅが光導電層／表面層界面と最表面の平行度を撹乱させた例である。

【００３５】

且つ、Ａ、Ｂ、Ｃは上記本発明の範囲外の例である。

【００３６】

Ａ、Ｂと２本線があるのはそれぞれ表面保護層の膜厚違いによる差であり、膜厚の差に応じてグラフ上左右に波形が移動する。その最大値は波形の振幅に相当する為、光導電層／表面層界面と最表面の平行度が良いものは、平行度を撹乱させたものに比べ、単一波長固定で見た場合、膜厚変動に対して反射率は大きく変動する。すなわち、膜厚変動に対して大きく感度変動が生じる。

【００３７】

ひるがえって、Ｃ、Ｄ、ＥはＲａ２を変化させ光導電層／表面層界面と最表面の平行度を撹乱させている為、その変動は著しく小さい。

【００３８】

更に、本発明の実施例であるＤ、Ｅについては、その変動はほとんど無視しうる量となり、仮にクリーニング工程での感光体表面層のむら削れが発生したり、帯電部材などが偏在して当接を続け感光体表面層のむら削れを生ずることがあった場合でも、画像むらの出現を防止することが可能である。

【００３９】

［表面層むら削れとハーフトーン画像濃度むらの関係］

図５に前述分析結果と電子写真評価結果から、表面層むら削れとハーフトーン画像濃度むら発生のメカニズムと本発明の効果のメカニズムについて説明する。

【００４０】

前述してきたようにａ－Ｓｉ感光体の表面は、その製法上、Ｒａ１とＲａ２がほぼ同じになる為、各部分において表面層厚が一定、すなわち表面と光導電層の界面に対して表面はほぼ平行となる。表面から入射した光は表面と光導電層の界面で反射し、表面からの反射光と干渉する為、干渉の原理から、表面層の層厚に応じて入射光量が決まる、即ち、膜厚が異なれば電位が異なり、画像に現れる。これは前述図４－１、２において説明したとおりである。

【００４１】

現実には、図５－１のように表面層にむら削れ部分を生じ、むら削れの形態がいかなるものであれ、少なくともむら削れ部分以外については干渉条件を満たす為、当該部分の入射光量差がむら削れ部分と差を生じさせ、画像むらを引き起こす。

【００４２】

しかし、図５－２のように光導電層と表面層の関係がＲａ１／Ｒａ２≧１．３、好ましくはＲａ１／Ｒａ２≧１．５、更に好ましくはＲａ１／Ｒａ２≧２．０の関係にした感光体においては、干渉条件が成立せず、電位が表面層の層厚に依存しなくなる。なお、Ｒａ１を２２ｎｍ以上、より好ましくは３０ｎｍ以上とすることで、干渉の発生を防止し、その様な部分において画像に現れる場合がある傷やスジ削れの発生を防止することができる。

【００４３】

表面層作成条件及びまたは後処理により、Ｒａ２をコントロールし、Ｒａ１／Ｒａ２＜１にする場合にも平行度を撹乱させる効果はあるが、耐刷によってＲａ２は減少する為、使用中に干渉条件が成立する場合も有るので、はじめから、干渉条件の成立しない範囲、Ｒａ１／Ｒａ２≧１．３、好ましくはＲａ１／Ｒａ２≧１．５、より好ましくはＲａ１／Ｒａ２≧１．８に製造することが好ましい。

【００４４】

また、基板加工によりＲａ１をコントロールする場合には、基板面と表面もほぼ平行になる為、その両者での干渉も無視できなくなる。表面層と異なり、光導電層は吸収が大きい為、基板から反射する光が表面の反射光と干渉しないようにする為には、基板からの反射光が表面に戻らないように、光導電層で十分吸収できる厚さ若しくは波長に設定すれば良い。

【００４５】

露光波長及び光導電層の吸収係数にもよるが、現在主流の露光波長においては、膜厚を１４μｍ以上、好ましくは２０μｍとすることで、基板とＲａ１面とでの干渉の発生を防止することができる。

【００４６】

一方、膜厚を５０μｍを以下とすることで、Ｒａ１のコントロールを容易にし、コントロールが難しくなる場合に生じる可能性のある膜ハガレ、画像欠陥の増加、コスト増大等を防止することができる。

【００４７】

従って、上記感光体の光導電層の膜厚は、１４～５０μｍであることが望ましい。より好ましくは、２０～５０μｍである。

【００４８】

本発明における微視的な表面粗さとは、前述の様な原子間力顕微鏡（ＡＦＭ）［Ｑｕｅｓａｎｔ社製Ｑ－Ｓｃｏｐｅ２５０］を用いて測定した表面粗さＲａの値が扱い易く、微視的な表面粗さを高い精度で再現性よく測定するためには、１０μｍ×１０μｍの測定範囲での結果であることが望ましい。また表面層まで成膜した感光体でＲａ１を測定する為には、感光体の断面をＦＥ－ＳＥＭ、ＴＥＭ等で観察して求めた表面粗さとＡＦＭによって求めた表面粗さの関係から検量線を作り、断面観察から得た光導電層までの粗さをＲａ２に置換するという操作でも代用可能である。

【００４９】

以下、必要に応じて図面を参照しつつ、本発明を詳細に説明する。

【００５０】

「本発明に係わるａ－Ｓｉ感光体」

図１に本発明に係わる電子写真感光体の一例を示す。

【００５１】

本例の電子写真感光体は、例えばＡｌ、ステンレス等の導電性材料からなる基体１０１上に、光導電層１０２および表面保護層１０３を順次積層したものである。尚、これら層の他に、下部阻止層１０４、上部阻止層１０７などの種々の機能層を必要に応じて設けてもよいものである。例えば、下部阻止層１０４、上部阻止層１０７等を設けそのドーパントを１３族元素、１５族元素など選択することにより、正帯電、負帯電と言った帯電極性の制御も可能となる。

【００５２】

これらドーパントとしては、正帯電用としては、Ｐ型伝導特性を与える１３族原子を用いることができ、具体的には、硼素（Ｂ）、アルミニウム（Ａｌ）、ガリウム（Ｇａ）、インジウム（Ｉｎ）、タリウム（Ｔｌ）等があり、特にＢ、Ａｌ、Ｇａが好適である。負帯電用としては、ｎ型伝導特性を与える１５族原子を用いることができ、具体的には、燐（Ｐ）、砒素（Ａｓ）、アンチモン（Ｓｂ）、ビスマス（Ｂｉ）等があり、特にＰ、Ａｓが好適である。

【００５３】

伝導性を制御する原子の含有量としては、好ましくは1×10^{-2}～1×10^{4}原子ｐｐｍ、より好ましくは5×10^{-2}～5×10^{3}原子ｐｐｍ、最適には1×10^{-1}～1×10^{3}原子ｐｐｍとされるのが望ましい。

【００５４】

伝導性を制御する原子、たとえば、１３族原子あるいは１５族原子を構造的に導入するには、層形成の際に、１３族原子導入用の原料物質あるいは１５族原子導入用の原料物質を

ガス状態で反応容器中に、光導電層を形成するための他のガスとともに導入してやればよい。１３族原子導入用の原料物質あるいは１５族原子導入用の原料物質となり得るものとしては、常温常圧でガス状のまたは、少なくとも層形成条件下で容易にガス化し得るものが採用されるのが望ましい。

【００５５】

そのような１３族原子導入用の原料物質として具体的には、硼素原子導入用としては、B_2H_6、B_4H_{10}、B_5H_9、B_5H_{11}、B_6H_{10}、B_6H_{12}、B_6H_{14}等の水素化硼素、BF_3、BCl_3、BBr_3等のハロゲン化硼素等が挙げられる。この他、$AlCl_3$、$GaCl_3$、$Ga(CH_3)_3$、$InCl_3$、$TlCl_3$等も挙げることができる。

【００５６】

１５族原子導入用の原料物質として有効に使用されるのは、燐原子導入用としては、PH_3、P_2H_4等の水素化燐、PH_4I、PF_3、PF_5、PCl_3、PCl_5、PBr_3、PBr_5、PI_3等のハロゲン化燐が挙げられる。この他、AsH_3、AsF_3、$AsCl_3$、$AsBr_3$、AsF_5、SbH_3、SbF_3、SbF_5、$SbCl_3$、$SbCl_5$、BiH_3、$BiCl_3$、$BiBr_3$等も１５族原子導入用の出発物質の有効なものとして挙げることができる。

【００５７】

導電性基体としてはＡｌ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ａｕ、Ｉｎ、Ｎｂ、Ｔｅ、Ｖ、Ｔｉ、Ｐｔ、Ｐｄ、Ｆｅ等の金属、およびこれらの合金、例えばステンレス等が挙げられ、これらの中では、Ａｌがコスト、重量、加工性の点で好ましい。また、ポリエステル、ポリエチレン、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリアミド等の合成樹脂のフィルムまたはシート、ガラス、セラミック等の電気絶縁性基体の少なくとも感光層を形成する側の表面を導電処理した基体も用いることができる。蒸着される導電性材料としては、Ａｌ、Ｃｒが感光層とのオーミック接合が取れやすい点で好ましい。

【００５８】

また、基体の形状は平滑表面あるいは凹凸表面の円筒状または板状無端ベルト状であることができ、その厚さは、所望通りの画像形成装置用感光体を形成し得るように適宜決定するが、基体は製造上および取り扱い上、機械的強度等の点から通常は１０μｍ以上とされる。

【００５９】

特にレーザー光などの可干渉性光を用いて像記録を行う場合には、可視画像において現われる、いわゆる干渉縞模様による画像不良をより効果的に解消するために、光生成キャリアの減少が実質的にない範囲で基体の表面に凹凸を設けてもよい。基体の表面に設けられる凹凸は、特開昭６０－１６８　１５６号公報、同６０－１７８　４５７号公報、同６０－２２５　８５４号公報、同６１－２３１　５６１号公報等に記載された公知の方法により作成される。

【００６０】

又、基体の表面に微細なキズをつける事により感光体表面の微細粗さを制御する事もできる。キズの作成は研磨材を使用しても良いし、化学反応によるエッチングやプラズマ中のいわゆるドライエッチング、スパッタリング法等を用いても良い。この際に該キズの深さ、大きさは光生成キャリアの減少が実質的にない範囲であれば良い。

【００６１】

光導電層１０２としては、光導電性を有するものであれば、有機質のものでも、無機質のものでもよいが、無機光導電体としては、例えばシリコン原子と、水素原子またはハロゲン原子を含む非晶質材料（「ａ－Ｓｉ（Ｈ，Ｘ）」と略記する）あるいはａ－Ｓｅ等が代表的なものとして挙げられる。これらの中では、ａ－Ｓｉ（Ｈ，Ｘが、安定性、無公害性の点で好ましい。

【００６２】

また、光導電層１０２の膜厚としては特に限定はないが、前述の理由や、製造コストなどを考慮すると１４～５０μｍ程度が適当である。より好ましくは、２０～５０μｍである。

【００６３】

更に、特性を向上させる為に下部光導電層１０５と上部光導電層１０６の様に複数の層構成にしても良い。特に、半導体レーザーの様に、比較的長波長であって且つ波長ばらつきのほとんどない光源に対しては、こうした層構成の工夫によって画期的な効果が現れる。

【００６４】

表面保護層１０３は、一般的にａ－ＳｉＣ（Ｈ，Ｘ）で形成されるが、ａ－Ｃ（Ｈ，Ｘ）としても良い。ハロゲン原子を含有させる場合は、それぞれａ－ＳｉＣ（Ｈ，Ｆ）、ａ－Ｃ（Ｈ，Ｆ）が、硬度、表面性などの点で好ましい。

【００６５】

また、光導電層１０２と表面保護層１０３の界面組成を連続的に変化させ、当該部分の界面反射を抑制させるように制御することも可能であり、効果的であるが、感光体特性を個体内バラツキ、個体間バラツキ共に安定して生産する為には、製造条件を厳しく管理する必要が有る。その点、Ｒａ１／Ｒａ２≧１．３を満たしていれば、界面組成の連続変化は必須な構成ではない。

【００６６】

「本発明に係わる　ａ－Ｓｉ感光体成膜装置」

本発明に係わる　ａ－Ｓｉ感光体成膜装置の一例を以下に示す。

【００６７】

本発明では、感光体ドラム１は　ａ－Ｓｉ感光体としており、ａ－Ｓｉ感光層を高周波プラズマＣＶＤ（ＰＣＶＤ）法により成膜した。本発明で使用したＰＣＶＤ装置を図３に示す。

【００６８】

図３に示す装置は、電子写真用感光体の製造に使用する一般的なＰＣＶＤ装置である。このＰＣＶＤ装置は、堆積装置300、原料ガス供給装置及び排気装置(ともに図示せず)を備えて構成されている。

【００６９】

堆積装置３００には縦型の真空容器からなる反応容器３０１を有し、この反応容器３０１内の周囲には内には縦方向の原料ガス導入管３０３が複数本配設され、ガス導入管３０３の側面には、長手方向に沿って多数の細孔が設けられている。反応容器３０１内の中心には、螺旋状に巻線したヒーター３０２が縦方向に延設され、感光体ドラム１の基体となる円筒体３１２は、容器３０１内の上部の蓋３０１ａを開けて挿入され、ヒーター３０２を内側にして容器３０１内に垂直に設置される。また、反応容器３０１の側面の一方に設けた凸部３０４から高周波電力が供給される。

【００７０】

反応容器３０１の下部には、原料ガス導入管３０３に接続された原料ガス供給管３０５が取り付けられ、この供給管３０５は、供給バルブ３０６を介して図示しないガス供給装置に接続されている。また、反応容器３０１に下部には排気管３０７が取り付けられ、この排気管３０７はメイン排気バルブ３０８を介して図示しない排気装置（真空ポンプ）に接続されている。排気管３０７には、他に真空計３０９、サブ排気バルブ３１０が取り付けられている。

【００７１】

上記の装置を用いたＰＣＶＤ法による　ａ－Ｓｉ感光層の形成は次のように行なわれる。まず、反応容器３０１内に感光体ドラム１の基体となる円筒体３１２をセットし、蓋３０１ａを閉じた後、図示しない排気装置により容器３０１内を所定の低圧以下の圧力まで排気し、以後排気を続けながら、ヒーター３０２により基体３１２を内側から加熱して、基体３１２を２０℃～４５０℃の範囲内の所定の温度に制御する。

【００７２】

基体３１２が所定の温度に維持されたら、所望の原料ガスをそれぞれの流量制御器（図示せず）により調節しながら、導入管３０３を通って反応容器３０１内に導入する。導入された原料ガスは反応容器３０１内を満たした後、排気管３０７を通って容器３０１外に排気される。

【００７３】

このようにして、原料ガスが満たされた反応容器３０１内が所定の圧力になって安定したことを真空計３０９により確認したら、図示しない高周波電源（１３．５６ＭＨｚのＲＦ帯域、または　５０～１５０　ＭＨｚのＶＨＦ帯域、等）により、高周波を所望の投入電力量で容器３０１内に導入し、容器３０１内にグロー放電を発生させる。このグロー放電のエネルギーによって、原料ガスの成分が分解してプラズマイオンが生成し、基体３１２の表面に珪素を主体とした　ａ－Ｓｉ堆積層が形成される。この際、ガス種、ガス導入量、ガス導入比率、圧力、基体温度、投入電力、膜厚などのパラメータを調整することにより様々な特性の　ａ－Ｓｉ堆積層を形成することにより、電子写真特性を制御することが出来る。

【００７４】

このようにして基体３１２の表面にａ－Ｓｉ堆積層が所望の膜厚で形成されたら、高周波電力の供給を止め、供給バルブ３０６等を閉じて、反応容器３０１内への原料ガスの導入を停止し、一層分のａ－Ｓｉ堆積層の形成を終える。同様の操作を複数回繰り返すことにより所望の多層構造のａ－Ｓｉ堆積層、つまりａ－Ｓｉ感光層が形成され、基体３１２の表面に多層構造のａ－Ｓｉ感光層を有する感光体ドラム１が製造される。

【００７５】

また、前述の一層分のａ－Ｓｉ堆積層の形成を終える際に、高周波電力を停止させず、かつ原料ガスの供給も停止させず連続的に次の層の電力条件、ガス組成に変化させたり、または、高周波電力は一旦停止させるものの、原料ガスを前の層の構成から開始し、所望の構成に連続的に変化させながら成膜させることで表面保護層と光導電層の界面反射を制御することが可能である。

【００７６】

以上において、ガス導入管３０３の長手方向上に分布した細孔から反応容器３０１内に導入される原料ガスの導入管３０３長手方向での流量分布、排気管からの排ガスの流出速度、放電エネルギー等を調整することによって、基体３１２上のａ－Ｓｉ堆積層の長手方向に沿った電子写真特性を制御することが出来る。

【００７７】

「本発明に係わる電子写真装置」

このように作製した電子写真感光体を用いた本発明の電子写真装置の一例を図２に示す。尚、本例の装置は、円筒状の電子写真感光体を用いる場合に好適なものであるが、本発明の電子写真装置は本例に限定されるものではなく、感光体形状は無端ベルト状等の所望のものであってよい。

【００７８】

図２において、２０４が本発明に言うところの電子写真感光体であり、２０５は該感光体２０４に静電潜像形成のための帯電を行なう一次帯電器である。２０６は静電潜像の形成された感光体２０４に現像材（トナー）を供給するための現像器であり、２０７は感光体表面のトナーを転写材に移行させるための転写帯電器である。

【００７９】

２０８は感光体表面の浄化をはかるクリーナーである。本例では感光体表面の均一削除を有効に行なうため、前述の如き弾性ローラー２０８－１とクリーニングブレード２０８－２を用いて感光体表面の浄化を行なっているが、いずれか一方のみでも差しつかえない。

【００８０】

２０９および２１０は、それぞれ次回の複写動作にそなえて感光体表面の除電を行なうためのＡＣ除電器および除電ランプであり、２１３は紙等の転写材、２１４は転写材の送りローラーである。露光Ａの光源には、ハロゲン光源、或いは単一波長を主とする光源を用

いる。
【００８１】
このような装置を用い、複写画像の形成は、例えば以下のように行なわれる。まず電子写真感光体２０４を所定の速度で矢印の方向へ回転させ、一次帯電器２０５を用いて感光体２０４の表面を一様に帯電させる。次に、帯電された感光体２０４の表面に画像の露光Ａを行ない、該画像の静電潜像を感光体２０４の表面に形成させる。そして感光体２０４の表面の静電潜像の形成された部分が現像器２０６の設置部を通過する際に、現像器２０６によってトナーが感光体２０４の表面に供給され、静電潜像がトナー２０６ａによる画像として顕像化（現像）され、更にこのトナー画像は感光体２０４の回転とともに転写帯電器２０７の設置部に到達し、ここで送りローラー２１４によって送られてくる転写材２１３に転写されるのである。
【００８２】
転写終了後、次の複写工程に備えるために電子写真感光体２０４の表面から残留トナーがクリーナー２０８によって除去され、更に該表面の電位がゼロ若しくは殆どゼロとなるように除電器２０９および除電ランプ２１０により除電され、１回の複写工程を終了する。
【００８３】
「本発明に係わる電子写真感光体表面研磨装置」
図１０において、１０００　はａ－Ｓｉ感光体、１０２０　は弾性支持機構、具体的には空気圧ホルダーで、本実験ではブリヂストン社製空気圧式ホルダー（商品名：エアーピック、型番：ＰＯ４５ＴＣＡ＊８２０）を用いた。１０３０　は研磨テープを巻回してａ－Ｓｉ感光体　１０００　に押圧させる加圧弾性ローラ、１０３１　は研磨テープ、１０３２　は送り出しロール、１０３３　は巻き取りロール、１０３４、１０３５　は定量送りだしロール、キャプスタンローラである。
【００８４】
１０３１　の研磨テープは通常ラッピングテープと呼ばれるものが好ましく、砥粒としてはＳｉＣ、Al_2O_3、Fe_2O_3などが用いられる。ここでは、富士フィルム社製ラッピングテープＬＴ－Ｃ２０００　を用いた。
【００８５】
加圧弾性ローラ　１０３０　は、ネオプレンゴム、シリコンゴムなどの材質からなり、ＪＩＳゴム硬度２０～８０であり、ＪＩＳゴム硬度３０～４０が更に好適である。また形状は中央部の直径が両端部より太いものが好ましく、直径差が０．０～０．６ｍｍ、更には０．２～０．４ｍｍが好適である。該ローラ　１０３０　を回転する感光体　１０００　に対して４９ｋＰａ～１９６ｋＰａ（０．５ｋｇ／ｃｍ^2～２．０ｋｇ／ｃｍ^2）に加圧しながら、ラッピングテープを送り感光体表面の研磨を行なう。
【００８６】
［実験例］
以下、本発明を種々の実験例に基づき詳細に説明する。
【００８７】
＜実験例１＞　平行性排除による効果
前記ａ－Ｓｉ感光体成膜装置を用いて基体形状及び製造条件の各パラメーターを振ることにより、Ｒａ１／Ｒａ２を　１．０５～１．４０、Ｒａ１を２０～１３０ｎｍ、光導電層の膜厚を１５～６０μｍに変化させた電子写真用感光体Ｎｏ．１０１～１１３を製造した。
【００８８】
導電性基体にはＡｌからなる円筒状基体を用い、切削加工、ディンプル加工等、さまざまな基体表面機械加工を施したものを用いた。ただし、製造条件による微細粗さの制御効果を明確にする為、また、画像欠陥の発生を極力防止する為に、導電性基体の１０μｍ×１０μｍの範囲における表面粗さＲａが１０ｎｍ未満となる様に切削洗浄処理を行なった。
【００８９】
Ｒａ１／Ｒａ２と、Ｒａ１の値及び波長６００ｎｍから７００ｎｍの範囲での反射率（％

）のＭｉｎとＭａｘの（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）の値と画像評価の結果を表１に示す。

【００９０】

画像評価はキヤノン製ＧＰ６０５（前露光７００ｎｍＬＥＤアレイ、画像露光６７５ｎｍレーザー、プロセススピード３００ｍｍ／ｓｅｃ）を用いて印字率１％と通常より印字率を下げたテストパターンにて１００万枚の通紙耐久を行ない、定期的にハーフトーン画像を出力し、ハーフトーンの均一性、がさつきの感応評価を行なった。

【００９１】

表１の記号は、◎：優れている、○：実用上問題なし、×：実用上問題あり、を意味する。

【００９２】

表１の結果より、Ｒａ１／Ｒａ２≧１．３　かつ　２２≦Ｒａ１≦１００ｎｍかつ（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）≦０．２０　が好適であることが分かった。

【００９３】

【表１】

	Ｒａ１／Ｒａ２	Ｒａ１［ｎｍ］	反射率比	膜厚［μｍ］	画像評価		
					ハーフトーンスジむら	がさつき	干渉縞
101	１．０５	２０	０．６０	３０	×	◎	◎
102	１．０５	５０	０．４０	３０	×	◎	◎
103	１．１１	５０	０．３５	３０	×	◎	◎
104	１．２０	５０	０．３０	３０	×	◎	◎
105	１．３１	２０	０．２５	３０	×	◎	◎
106	１．３１	５０	０．１８	３０	○	◎	◎
107	１．３１	９５	０．１５	３０	○	○	◎
108	１．４０	９５	０．１１	３０	◎	○	◎
109	１．４０	１１０	０．１０	３０	◎	×	◎
110	１．４０	１３０	０．０９	３０	◎	×	◎
111	１．４０	７０	０．１２	１５	◎	○	○
112	１．４０	７０	０．１２	３０	◎	○	◎
113	１．４０	７０	０．１２	６０	◎	○	◎
評価機	Ｑｕｅｓａｎｔ社製　ＡＦＭと日立製作所製　Ｓ－４２００型　ＦＥ－ＳＥＭ				キヤノン製　ＧＰ６０５機により検討		

【００９４】

＜実験例２＞　研磨処理による効果

前記ａ－Ｓｉ感光体成膜装置を用いて基体形状及び製造条件の各パラメーターを振ることにより、Ｒａ１／Ｒａ２、Ｒａ１、反射率を変化させた電子写真用感光体Ｎｏ．２０１～２０８を製造した。光導電層の膜厚は３０μｍで一定とした。

【００９５】

導電性基体は１０μｍ×１０μｍの範囲における表面粗さＲａが１０ｎｍ未満となる様に切削洗浄処理を行なった。

【００９６】

次いで、成膜済みの感光体を図１０に示すような研磨装置を用い、本発明のＲａ２に相当する表面層最表面を研磨した。その一例を図８に示す。初期Ｒａ　４０ｎｍ程度であった最表面の粗さが、徐々に研磨され、Ｒａ　１０ｎｍ程度まで平滑になった。この間、本発明のＲａ１に相当する光導電層表面側界面の粗さは変化しない為、Ｒａ１／Ｒａ２の値は大きくなる。そして、図５－２に示したような層構成になり、肉眼では表面層の色が黒っぽく見える様になる。

【００９７】

Ｒａ１／Ｒａ２と、Ｒａ１の値及び波長６００ｎｍから７００ｎｍの範囲での反射率（％）のＭｉｎとＭａｘの（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）の値と画像評価の結果を表２に示す。

【００９８】

画像評価はキヤノン製ＧＰ６０５（前露光７００ｎｍＬＥＤアレイ、画像露光６７５ｎｍレーザー、プロセススピード３００ｍｍ／ｓｅｃ）を用いて印字率１％と通常より印字率を下げたテストパターンにて１００万枚の通紙耐久を行ない、定期的にハーフトーン画像を出力し、ハーフトーンの均一性（スジむら、干渉縞）の評価を、デジタル画像の鮮鋭さは線幅６０～５００μｍ、間隔６０～５００μｍの範囲でパターンを形成し、その再現性の良否で判定した。

【００９９】

表２の記号は、◎：優れている、○：実用上問題なし、×：実用上問題あり、を意味する。

【０１００】

表２の結果より、Ｒａ１／Ｒａ２≧１．３好ましくはＲａ１／Ｒａ２≧１．５かつ２２≦Ｒａ１≦１００ｎｍ、かつ（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）≦０．２０　が好適であることが分かった。

【０１０１】

【表２】

	Ｒａ１／Ｒａ２	Ｒａ１[ｎｍ]	反射率比	画像評価	
				ハーフトーンスジむら	デジタル画像の鮮鋭さ
201	１．２２	４０	０．３０	×	◎
202	１．３２	３４	０．１９	○	◎
203	１．３２	７３	０．１７	○	◎
204	１．３２	１１８	０．１４	○	×
205	１．４５	９５	０．１３	○	○
206	１．５０	２０	０．２１	×	◎
207	１．５０	５４	０．１２	○	◎
208	１．５０	１１０	０．１０	◎	×
評価機	Ｑｕｅｓａｎｔ社製 ＡＦＭと日立製作所製 Ｓ－４２００型 ＦＥ－ＳＥＭ			キヤノン製 ＧＰ６０５機により検討	

【０１０２】
＜実験例３＞　表面層材質による効果
表面層の材料を同一条件で光導電層まで成膜した後、Ｎｏ．３０１～３０３がａ－ＳｉＣ：ＨとＮｏ．３０４～３０６がａ－Ｃ：Ｈの２種類にした以外は、実験例１、２と同様に、Ｒａ１／Ｒａ２と、Ｒａ１を変化させた電子写真用感光体を製造した。光導電層の膜厚は３０μｍで一定とした。
【０１０３】
導電性基体は１０μｍ×１０μｍの範囲における表面粗さＲａが１０ｎｍ未満となる様に切削洗浄処理を行なった。
【０１０４】
Ｒａ１／Ｒａ２と、Ｒａ１の値と画像評価の結果を表３に示す。
【０１０５】
画像評価はキヤノン製ＧＰ６０５（前露光７００ｎｍＬＥＤアレイ、画像露光６７５ｎｍレーザー、プロセススピード３００ｍｍ／ｓｅｃ）を用いて印字率１％と通常より印字率を下げたテストパターンにて１００万枚の通紙耐久を行ない、定期的にハーフトーン画像を出力し、ハーフトーンの均一性の評価を、デジタル画像の鮮鋭さは線幅６０～５００μｍ、間隔６０～５００μｍの範囲でパターンを形成し、その再現性の良否で判定した。
【０１０６】
表３の記号は、◎：優れている、○：実用上問題なし、×：実用上問題あり、を意味する。
【０１０７】
表３の結果より、最表面に水素を含有した非晶質炭素からなる層を用いることによって、被覆平坦化効果が加わり、Ｒａ１／Ｒａ２≧１．３なる条件を得やすくなり、良好な結果を得られることが判明した。
【０１０８】

【表３】

	Ｒａ１／Ｒａ２	Ｒａ１［ｎｍ］	画像評価	
			ﾊｰﾌﾄｰﾝ スジむら	デジタル画像の鮮鋭さ
301	１．１９	２２	×	◎
302	１．１９	３４	×	◎
303	１．１９	５４	×	◎
304	１．４５	２３	○	◎
305	１．４５	３４	○	◎
306	１．４５	５３	○	◎
評価機	Ｑｕｅｓａｎｔ社製 ＡＦＭと 日立製作所製 Ｓ－４２００型 ＦＥ－ＳＥＭ		キヤノン製 ＧＰ６０５機により 検討	

【０１０９】

【実施例】

以下、本発明を実施例と比較例に基づき説明する。

【０１１０】

＜実施例１＞

前記ａ－Ｓｉ感光体成膜装置を用いてφ１０８鏡面加工基体形状及び製造条件の各パラメーターを振ることにより、Ｒａ１／Ｒａ２＝２．００、Ｒａ１＝４０、光導電層の膜厚を３０μｍの電子写真用感光体を製造した。反射率の（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）は　０．０５　であった。

【０１１１】

この感光体のＲａ１／Ｒａ２とＲａ１、画像評価の結果を表４に示す。

【０１１２】

画像評価はキヤノン製ＧＰ６０５（前露光７００ｎｍＬＥＤアレイ、画像露光６７５ｎｍレーザー、プロセススピード３００ｍｍ／ｓｅｃ）を用いて５００万枚の通紙耐久を行ない、ハーフトーン画像の均一さ（スジむら、干渉縞）及びデジタル画像の鮮鋭さの評価をし、その結果から総合評価を行なった。

【０１１３】

表４の記号は、◎：優れている、○：実用上問題なし、×：実用上問題あり、を意味する。

【０１１４】

また、実施例１に用いた感光体のＦＥ－ＳＥＭにより測定した表面層部分の断面観察像を図６に、その分光反射データを図４－２のＥに示す。

【０１１５】

＜実施例２＞

前記ａ－Ｓｉ感光体成膜装置を用いてφ１０８鏡面加工基体形状及び製造条件の各パラメーターを振り製造した電子写真用感光体を図１０に示すような研磨装置を用い、Ｒａ１／Ｒａ２＝２．８５、Ｒａ１＝５０、光導電層の膜厚を３０μｍの電子写真用感光体を得た

。反射率の（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）は　０．０３　であった。
【０１１６】
実施例１と同様に評価したこの感光体のＲａ１／Ｒａ２とＲａ１、画像評価の結果を表４に示す。
【０１１７】
＜実施例３＞
前記ａ－Ｓｉ感光体成膜装置を用いて表面層の材料をａ－Ｃ：Ｈとした以外は実施例１と同様にφ１０８鏡面加工基体形状及び製造条件の各パラメーターを振り、Ｒａ１／Ｒａ２＝３．００、Ｒａ１＝７０、光導電層の膜厚を３０μｍの電子写真用感光体を製造した。反射率の（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）は　０．０２　であった。
【０１１８】
実施例１と同様に評価したこの感光体のＲａ１／Ｒａ２とＲａ１、画像評価の結果を表４に示す。
【０１１９】
＜実施例４＞
前記ａ－Ｓｉ感光体成膜装置を用いてφ１０８鏡面加工基体形状及び製造条件の各パラメーターを振り製造した電子写真用感光体を図１０に示すような研磨装置を用い、Ｒａ１／Ｒａ２＝１．５０、Ｒａ１＝７０、光導電層の膜厚が１５μｍの電子写真用感光体を得た。反射率の（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）は　０．１２　であった。
【０１２０】
実施例１と同様に評価したこの感光体のＲａ１／Ｒａ２とＲａ１、画像評価の結果を表４に示す。
【０１２１】
＜比較例１＞
前記ａ－Ｓｉ感光体成膜装置を用いてφ１０８鏡面加工基体形状及び製造条件の各パラメーターを振ることにより、Ｒａ１／Ｒａ２＝１．２５、Ｒａ１＝５０、光導電層の膜厚を３０μｍの電子写真用感光体を製造した。反射率の（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）は　０．２２　であった。
【０１２２】
実施例１と同様に評価したこの感光体のＲａ１／Ｒａ２とＲａ１、画像評価の結果を表４に示す。
【０１２３】
比較例１に用いた感光体のＦＥ－ＳＥＭにより測定した表面層部分の断面観察像を図７に、その分光反射データを図４－２のＣに示す。
【０１２４】
＜比較例２＞
前記ａ－Ｓｉ感光体成膜装置を用いてφ１０８鏡面加工基体形状及び製造条件の各パラメーターを振ることにより、Ｒａ１／Ｒａ２＝１．４０、Ｒａ１＝１２０、光導電層の膜厚を３０μｍの電子写真用感光体を製造した。反射率の（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）は　０．１０　であった。
【０１２５】
実施例１と同様に評価したこの感光体のＲａ１／Ｒａ２とＲａ１、画像評価の結果を表４に示す。
【０１２６】
【表４】

	Ｒａ１／Ｒａ２	Ｒａ１［ｎｍ］	反射率比	膜厚［μｍ］	画像評価			
					ﾊｰﾌﾄｰﾝ スジむら	デジタル画像の鮮鋭さ	干渉縞	総合評価
実施例１	２．００	４０	０．０５	３０	◎	◎	◎	◎
実施例２	２．８５	５０	０．０３	３０	◎	◎	◎	◎
実施例３	３．００	７０	０．０２	３０	◎	○	◎	◎
実施例４	１．５０	７０	０．１２	１５	◎	○	○	○
比較例１	１．２５	５０	０．２２	３０	×	◎	◎	×
比較例２	１．４０	１２０	０．１０	３０	◎	×	◎	×
評価機	Ｑｕｅｓａｎｔ社製 ＡＦＭと日立製作所製 Ｓ－４２００型 ＦＥ－ＳＥＭ				キヤノン製 ＧＰ６０５機により検討			

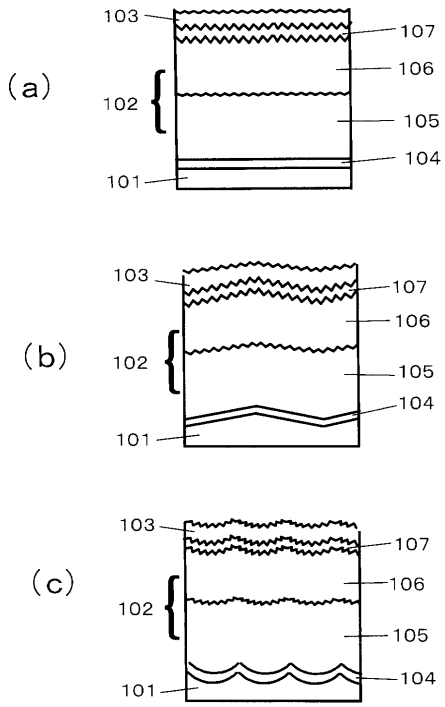
【０１２７】
＜実施例５＞
前記ａ－Ｓｉ感光体成膜装置を用いてφ３０鏡面加工基体形状及び製造条件の各パラメーターを振ることにより、Ｒａ１／Ｒａ２＝１．５０、Ｒａ１＝７０の電子写真用感光体を製造した。反射率の（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）は　０．１０　であった。
【０１２８】
この感光体のＲａ１／Ｒａ２とＲａ１、画像評価の結果を表５に示す。
【０１２９】
画像評価はキヤノン製ＧＰ４０５を用いて１００万枚の通紙耐久を行ない、ハーフトーン画像の均一さ及びデジタル画像の鮮鋭さの評価をし、その結果から総合評価を行なった。
【０１３０】
表５の記号は、☆：非常に優れている、◎：優れている、○：実用上問題なし、×：実用上問題あり、を意味する。
【０１３１】
＜比較例３＞
前記ａ－Ｓｉ感光体成膜装置を用いてφ３０鏡面加工基体形状及び製造条件の各パラメーターを振ることにより、Ｒａ１／Ｒａ２＝１．１０、Ｒａ１＝１０の電子写真用感光体を製造した。反射率の（Ｍａｘ－Ｍｉｎ）／（Ｍａｘ＋Ｍｉｎ）は　０．６０　であった。
【０１３２】
この感光体のＲａ１／Ｒａ２とＲａ１、画像評価の結果を表５に示す。
【０１３３】
画像評価はキヤノン製ＧＰ４０５を用いて１００万枚の通紙耐久を行ない、ハーフトーン画像の均一さ及びデジタル画像の鮮鋭さの評価をし、その結果から総合評価を行なった。
【０１３４】
表５の記号は、☆：非常に優れている、◎：優れている、○：実用上問題なし、×：実用上問題あり、を意味する。
【０１３５】
【表５】

	Ｒａ１／Ｒａ２	Ｒａ１［ｎｍ］	反射率比	画像評価		
				ﾊｰﾌﾄｰﾝ スジむら	デジタル画像の鮮鋭さ	総合評価
実施例５	１．５０	７０	０．１０	☆	◎	☆
比較例３	１．１０	１０	０．６０	×	◎	×
評価機	Ｑｕｃｓａｎｔ社製 ＡＦＭと日立製作所製 Ｓ－４２００型 ＦＥ－ＳＥＭ			キヤノン製 ＧＰ４０５機により検討		

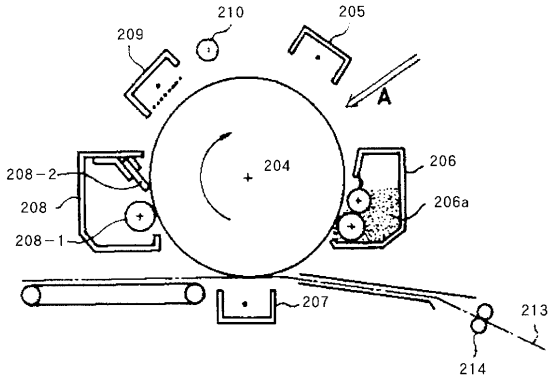
【０１３６】
【発明の効果】
以上述べたように、本発明の電子写真感光体並びに電子写真装置によれば、導電性基体の上に非晶質Ｓｉを含む光導電層と非晶質材料からなる表面保護層を順次積層してなり、波長600nmから700nmの範囲の反射率(%)のMinとMaxが０≦(Max-Min)/(Max＋Min)≦0.20を満たし、10μｍ×10μｍの範囲における光導電層表面側界面の中心線平均粗さをＲａ１、表面層最表面の中心線平均粗さをＲａ２とした時、Ｒａ１/Ｒａ２≧1.3 かつ 22≦Ｒａ１≦100nmとしたことで、界面組成を連続的に変化させることなく、クリーニング時のトナー融着を防止して、とりわけデジタル画像を形成する際において良好なハーフトーン画像品質の維持が可能となった。界面反射を抑制させる為の制御が不要であることから、安定して生産する為の厳しい製造条件管理が不要であると言った効果もある。
【０１３７】
また、前記光導電層の厚さを１４～５０μｍとすることにより、基板とＲａ１面とで干渉を生じることも無く、膜ハガレ、画像欠陥の増加、コスト増大、等を生じる可能性も極力低く抑えることが可能となった。
【０１３８】
また、最表面に水素を含有した非晶質炭素からなる層を用いることによって、被覆平坦化効果が加わり、Ｒａ１／Ｒａ２≧１．３なる条件を得やすくなり、容易に良好な結果を得ることが可能になった。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の電子写真感光体の一例の模式的断面図
【図２】本発明の電子写真装置の一例の模式的断面図
【図３】本発明に用いたａ－Ｓｉ感光体成膜装置の概略断面図
【図４】本発明の表面保護層の界面反射制御を説明する図
【図５】本発明に関わる表面保護層のむら削れが画像濃度差を生じさせる現象を説明する図
【図６】（ａ）　本発明の実施例の電界放射型走査電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ）による観察像の一例
（ｂ）　（ａ）の層の境界付近の拡大像
（ｃ）　（ａ）で観察される層の輪郭をわかりやすく図示した図面
（ｄ）　（ｂ）で観察される層の輪郭をわかりやすく図示した図面
【図７】（ａ）　本発明の比較例の電界放射型走査電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ）による観察像の一例
（ｂ）　（ａ）の層の境界付近の拡大像
（ｃ）　（ａ）で観察される層の輪郭をわかりやすく図示した図面
（ｄ）　（ｂ）で観察される層の輪郭をわかりやすく図示した図面

【図８】本発明に関わる導電性基体の原子間力顕微鏡観察像に基づく表面状態の一例を示す図
【図９】本発明のＡＦＭの測定範囲を説明する図
【図１０】本発明の表面研磨装置の概略断面図
【符号の説明】
１０１　導電性基体
１０２　光導電層
１０３　表面保護層
３００　堆積装置
３０１　反応容器
３０２　ヒーター
３０３　原料ガス導入管
３０４　凸部
３０５　原料ガス供給管
３０６　供給バルブ
３０７　排気管
３０８　メイン排気バルブ
３０９　真空計
３１０　サブ排気バルブ
３１２　基体
２０４　電子写真感光体
２０５　一次帯電器
２０６　現像器
２０７　転写帯電器
２０８　クリーナー
２０９　ＡＣ除電器
２１０　除電ランプ
２１３　転写材
２１４　送りローラー
１０００　ａ－Ｓｉ感光体
１０２０　弾性支持機構
１０３０　加圧弾性ローラ
１０３１　研磨テープ
１０３２　送り出しロール
１０３３　巻き取りロール
１０３４　定量送りだしロール
１０３５　キャプスタンローラ
Ａ　画像露光（アナログ光、或いはデジタル光）

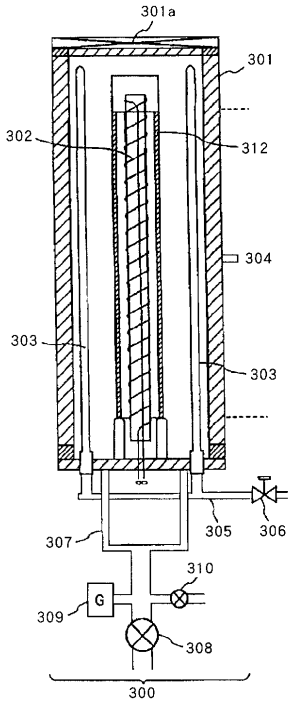
【図１】



【図２】



【図３】



【図４】

図4－1

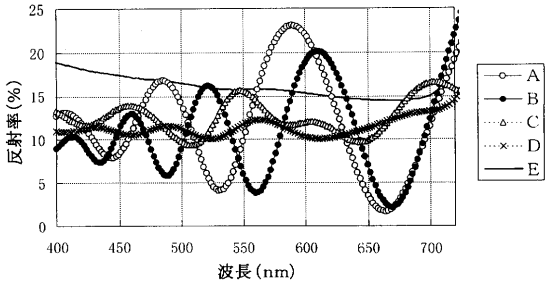
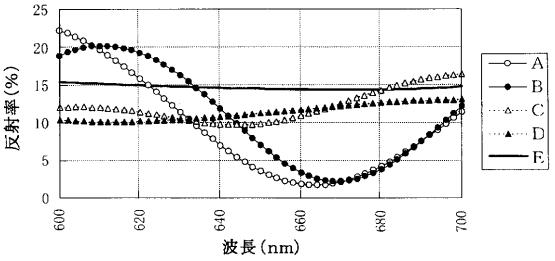
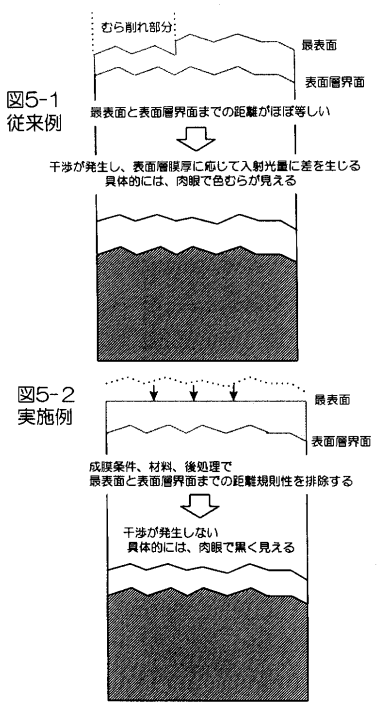


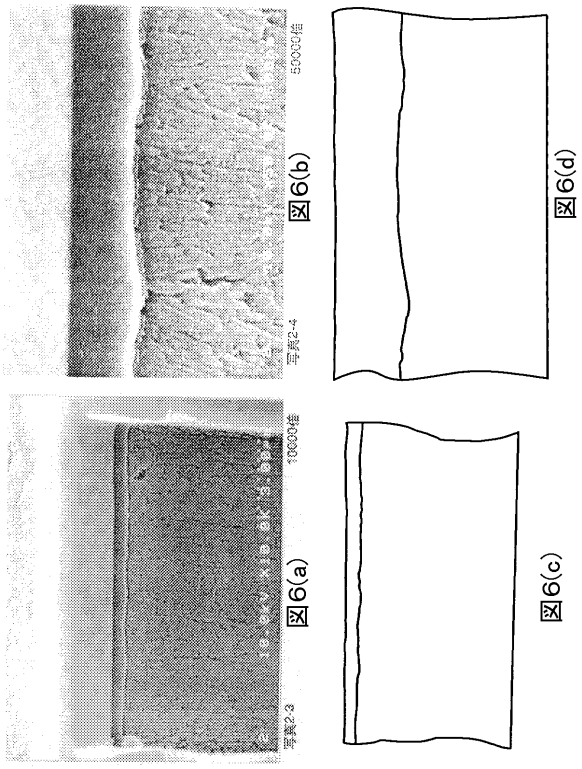
図4－2



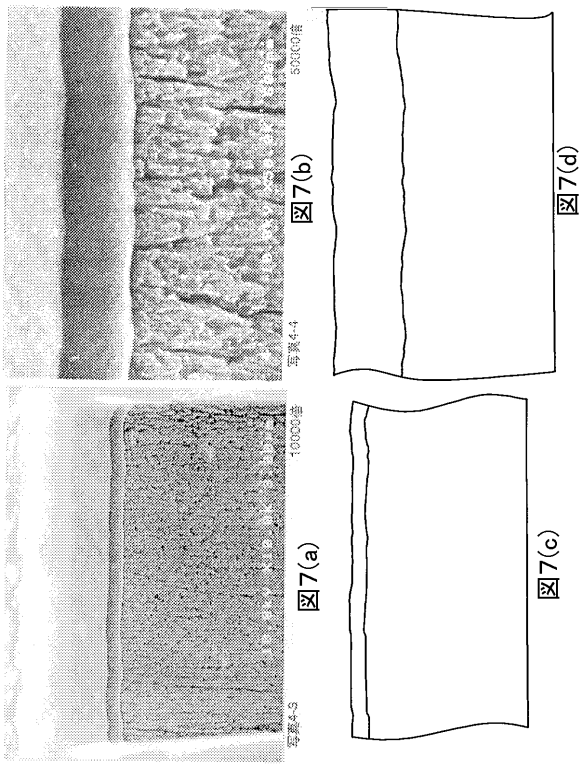
【図５】


むら削れ部分
最表面
表面層界面
図5-1
従来例
最表面と表面層界面までの距離がほぼ等しい
干渉が発生し、表面層膜厚に応じて入射光量に差を生じる
具体的には、肉眼で色むらが見える
図5-2
実施例
最表面
表面層界面
成膜条件、材料、後処理で
最表面と表面層界面までの距離規則性を排除する
干渉が発生しない
具体的には、肉眼で黒く見える

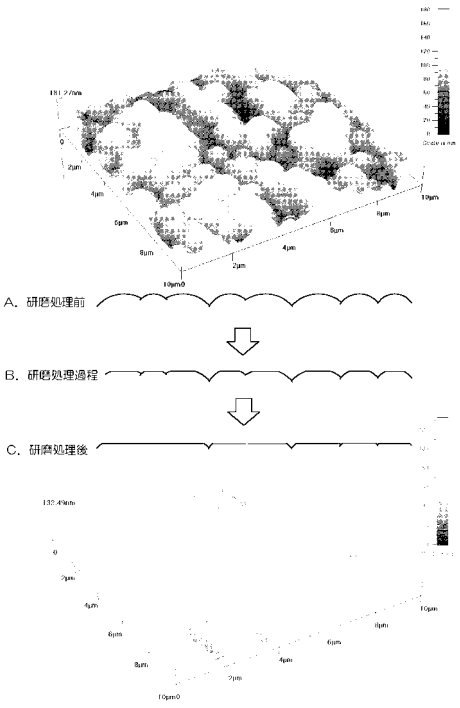
【図６】


50000倍
図6(b)
写真2-4
図6(d)
100000倍
図6(a)
写真2-3
図6(c)

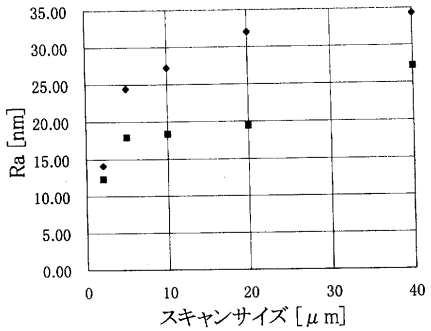
【図７】


50000倍
図7(b)
写真4-4
図7(d)
100000倍
図7(a)
写真4-3
図7(c)

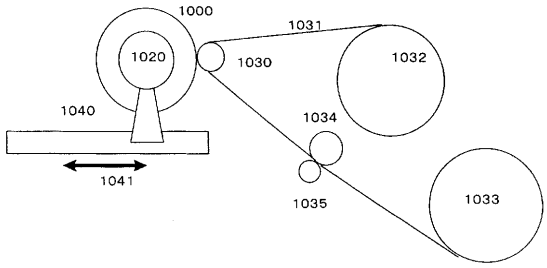
【図８】


A. 研磨処理前
B. 研磨処理過程
C. 研磨処理後

【図９】


35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
Ra [nm]
0
10
20
30
40
スキャンサイズ［μm］

【図１０】


1000
1020
1031
1030
1032
1040
1034
1041
1035
1033

フロントページの続き

(72)発明者　河田　将也
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
(72)発明者　大脇　弘憲
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
(72)発明者　河村　邦正
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
(72)発明者　唐木　哲也
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
(72)発明者　山崎　晃司
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　淺野　美奈

(56)参考文献　特開平０８－０４４０９８（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１７５２４５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０２９８５１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１２４５６１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
G03G　5/00 - 5/16