(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2005-250455
(P2005-250455A)

(43)公開日　平成17年9月15日(2005.9.15)

| (51) Int.Cl.[7] | F I | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|
| G03G 5/043 | G03G 5/043 | | 2H035 |
| G03G 5/047 | G03G 5/047 | | 2H068 |
| G03G 5/05 | G03G 5/05 | 101 | 2H200 |
| G03G 5/07 | G03G 5/07 | 101 | |
| G03G 5/147 | G03G 5/147 | 502 | |

審査請求 未請求　請求項の数 10　ＯＬ　（全 59 頁）　最終頁に続く

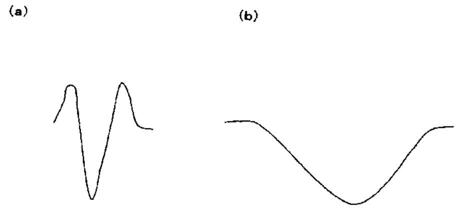
(21)出願番号　特願2005-13967 (P2005-13967)
(22)出願日　平成17年1月21日 (2005.1.21)
(31)優先権主張番号　特願2004-27072 (P2004-27072)
(32)優先日　平成16年2月3日 (2004.2.3)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　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　100085006
弁理士　世良　和信
(74)代理人　100100549
弁理士　川口　嘉之
(74)代理人　100106622
弁理士　和久田　純一
(72)発明者　太田　光弘
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　関谷　道代
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】電子写真装置

(57)【要約】
【課題】
高硬度かつ高弾性変形率の表面を有する機械的強度の高い電子写真感光体を搭載した中間転写方式の電子写真装置において、電子写真感光体の表面に特徴的な傷（図８（ａ））が突発的に生じても、それによる弊害が抑制され、もって良好な画像を継続して形成することのできる電子写真装置を提供する。
【解決手段】
電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が１５０Ｎ／mm$^2$ 以上２２０Ｎ／mm$^2$ 以下、かつ、弾性変形率が４８％以上６５％以下であり、中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が２２０Ｎ／mm$^2$ 以下、かつ、弾性変形率が５０％以上であり、電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）より大きい。
【選択図】　図８



【特許請求の範囲】
【請求項１】
支持体および該支持体上に設けられた感光層を有する電子写真感光体と、
該電子写真感光体の表面に接触配置された帯電部材を有し、該帯電部材によって該電子写真感光体の表面を帯電するための帯電手段と、
該帯電手段によって帯電された該電子写真感光体の表面に露光光を照射することによって該電子写真感光体の表面に静電潜像を形成するための露光手段と、
該露光手段によって形成された該電子写真感光体の表面の静電潜像をトナーにより現像することによって該電子写真感光体の表面にトナー像を形成するための現像手段と、
中間転写体と、
該現像手段によって形成された該電子写真感光体の表面のトナー像を該中間転写体の表面に一次転写するための一次転写部材と、
該一次転写部材によって一次転写された該中間転写体の表面のトナー像を転写材に二次転写するための二次転写部材と、
該電子写真感光体の表面に接触配置されたクリーニング部材を有し、該一次転写手段による一次転写後に該電子写真感光体の表面に残留するトナーを該クリーニング部材により除去することによって該電子写真感光体の表面をクリーニングするためのクリーニング手段と
を有する電子写真装置において、
該電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が１５０Ｎ／ｍｍ$^2$以上２２０Ｎ／ｍｍ$^2$以下、かつ、弾性変形率が４８％以上６５％以下であり、
該中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が２２０Ｎ／ｍｍ$^2$以下、かつ、弾性変形率が５０％以上であり、
該電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が該中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）より大きい
ことを特徴とする電子写真装置。
【請求項２】
前記電子写真感光体の表面の弾性変形率が５０％以上である請求項１に記載の電子写真装置。
【請求項３】
前記電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が１６０Ｎ／ｍｍ$^2$以上２００Ｎ／ｍｍ$^2$以下である請求項１または２に記載の電子写真装置。
【請求項４】
前記中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が１００Ｎ／ｍｍ$^2$以下である請求項１～３のいずれかに記載の電子写真装置。
【請求項５】
前記中間転写体の表面の弾性変形率が８０％以下である請求項１～４のいずれかに記載の電子写真装置。
【請求項６】
前記電子写真感光体の表面層は、連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合させることによって形成した層である請求項１～５のいずれかに記載の電子写真装置。
【請求項７】
前記連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物が、前記連鎖重合性官能基を２つ以上有する正孔輸送性化合物である請求項６に記載の電子写真装置。
【請求項８】
前記連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物が、前記連鎖重合性官能基としてアクリロイルオキシ基およびメタクリロイルオキシ基の少なくとも一方の基を有する正孔輸送性化合物である請求項６または７に記載の電子写真装置。
【請求項９】
前記電子写真感光体の表面層が、放射線を用いて前記連鎖重合性官能基を有する正孔輸

送性化合物を重合させることによって形成した層である請求項６～８のいずれかに記載の電子写真装置。

【請求項１０】

前記放射線が電子線である請求項９に記載の電子写真装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、電子写真装置、特には中間転写方式を採用した電子写真装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、画像形成装置には、電子写真方式、熱転写方式、インクジェット方式など様々な方式が採用されている。これらのうち、電子写真方式を採用した画像形成装置（電子写真装置）は、他の方式を採用した画像形成装置と比較して、高速、高画質、静粛性の点で優位性を有している。

【０００３】

電子写真方式による画像形成は、電子写真感光体の表面を帯電し、帯電された電子写真感光体の表面に露光光を照射することによって電子写真感光体の表面に静電潜像を形成し、この静電潜像をトナーにより現像することによって電子写真感光体の表面にトナー像を形成し、このトナー像を電子写真感光体の表面から紙などの転写材に転写し、転写残トナーを除去することによって電子写真感光体の表面をクリーニングする、というプロセスによって行われることが一般的である。そして、電子写真感光体の表面の帯電には、電子写真感光体の表面に接触配置された帯電部材（帯電ローラーなど）を用いて帯電することがよく行われており、また、電子写真感光体の表面のクリーニングには、電子写真感光体の表面に接触配置されたクリーニング部材（クリーニングブレードなど）を用いてクリーニングすることがよく行われている。

【０００４】

電子写真装置に搭載される電子写真感光体には、それに適用される電子写真プロセスに応じた感度、電気的特性および光学的特性を備えていることが要求される。また、電子写真感光体の表面には、帯電、露光（画像露光）、トナーによる現像、紙または中間転写体への転写、残留トナーのクリーニングなどの電気的外力および／または機械的外力が直接加えられるため、電子写真感光体には、それら外力に対する耐久性も要求される。具体的には、摺擦による表面の傷や摩耗の発生に対する耐久性、帯電による表面劣化（例えば転写効率や滑り性の低下）に対する耐久性、また、感度低下、電位低下などの電気的特性の劣化に対する耐久性が要求される。

【０００５】

また、モノクロームの電子写真装置だけではなく、多色（カラー）の電子写真装置（カラー電子写真装置）も、近年普及してきている。

カラー電子写真装置には様々な方式があるが、その中でも、各色のトナー像を中間転写体上に順次重ね合わせて合成トナー像（カラートナー像）を形成し、これを紙などの転写材に一括に転写する中間転写方式は、転写材として厚紙や封筒やラベル紙などの特殊な転写紙を用いた際の画質や信頼性が高いという点で、直接転写材上に各色のトナー像を順次重ね合わせる方式よりも優れている。

【０００６】

中間転写方式の電子写真装置に搭載される中間転写体には、電子写真感光体と同様、摺擦による表面の傷や摩耗の発生に対する耐久性、表面劣化（例えば転写効率の低下）に対する耐久性が要求され、また、抵抗変動などの電気的特性の劣化に対する耐久性も要求される。

【０００７】

電子写真感光体としては、低価格、高生産性などの利点から、光導電性物質（電荷発生物質や電荷輸送物質）として有機材料を用いた電子写真感光体、いわゆる有機電子写真感

光体が普及している。有機電子写真感光体としては、光導電性染料や光導電性顔料などの電荷発生物質を含有する電荷発生層と光導電性ポリマーや光導電性低分子化合物などの電荷輸送物質を含有する電荷輸送層とを積層してなる感光層、いわゆる積層型感光層を有する電子写真感光体が主流である。

【０００８】

また、有機電子写真感光体としては、表面層（電子写真感光体の最表面に位置する層）として結着樹脂中に光導電性物質を分子分散させた層を設けたものが一般的である。そして、このような電子写真感光体の表面の機械的強度（電気的外力および／または機械的外力に対する耐久性）は、表面層の結着樹脂の機械的強度に依存している。

【０００９】

近年の高画質化および高寿命化の要求に対して、従来の電子写真感光体の表面の機械的強度は十分とはいいがたい。なぜならば、高画質化を達成するために高感度化を目的とした組成で電子写真感光体の表面層が形成されていると、電子写真感光体を繰り返し使用した際に、帯電部材やクリーニング部材などの当接部材（電子写真感光体の表面に接触配置された部材）の摺擦によって電子写真感光体の表面の傷や摩耗が発生し、一方、高寿命化を達成するために耐傷性・耐摩耗性を目的とした組成で電子写真感光体の表面層が形成されていると、感度が低下したり残留電位が上昇したりして電子写真特性を満足することができなくなるからである。また、電子写真感光体の表面に傷や摩耗が発生すると、その表面の粗度が上昇し、電子写真感光体の容量が微小範囲で変化するため、感度の均一性が低下する。

【００１０】

これらの課題を解決するため、例えば、特開平０２－１２７６５２号公報（特許文献１）には、表面層となる電荷輸送層の結着樹脂として特定の硬化性樹脂を用いる技術が開示されている。また、例えば、特開平０５－２１６２４９号公報（特許文献２）や特開平０７－０７２６４０号公報（特許文献３）には、炭素－炭素二重結合を有するモノマーを熱または光のエネルギーを用いて硬化させて得られる硬化膜を電子写真感光体の表面層とする技術が開示されている。

しかしながら、これらに開示されている電子写真感光体は、感度と表面の機械的強度との両立という観点で改良の余地があった。

【００１１】

ところで、電子写真感光体の表面の機械的強度の劣化の度合いを知る１つの尺度として「硬度」があり、定量的に数値化することが試みられている。その例として、引っ掻き硬度試験、鉛筆硬度試験、ビッカース硬度試験などが挙げられる。

【００１２】

しかしながら、これらの試験によれば高い表面硬度を示す電子写真感光体でも、低い表面硬度を示す電子写真感光体よりも傷や摩耗が発生しやすかったり、摩耗はしにくいけれども傷は発生してしまったりする場合があった。つまり、引っ掻き硬度試験、鉛筆硬度試験、ビッカース硬度試験などによって示される表面硬度と電子写真感光体の表面の機械的強度との間には、必ずしも相関があるとはいえなかった。

【００１３】

硬度は、測定方法にもよるが、その多くは測定対象の変形量から定量的に数値化されている。しかしながら、変形には塑性変形と弾性変形とがあり、これを考慮せずに全変形量のみで硬度をとらえるのは無理があるからであると考える。

【００１４】

近年、硬度計の技術開発の発展により、硬度測定装置の高度化が進み、塑性変形や弾性変形を含めた物性を精度良く測定することができるようになってきている。

電子写真感光体の表面の機械的強度を向上させるためには、その硬度を高めるだけではなく、その弾性変形率も高める必要がある。

【００１５】

さて、高硬度かつ高弾性変形率の表面を有する電子写真感光体は、当接部材との間に異

物が挟まった場合に突発的に生じる傷の形状が、そうでない電子写真感光体に生じる傷に比べて特徴的である。

図８（ａ）には、高硬度かつ高弾性変形率の表面を有する電子写真感光体に生じる傷の一例を、図８（ｂ）には、そうでない電子写真感光体に生じる傷の一例を示す。

図８（ａ）に示すように、高硬度かつ高弾性変形率の表面を有する電子写真感光体と当接部材との間に異物が挟まった場合に生じる傷は、幅が狭く鋭くなり、かつ、傷の両端部が隆起した形状を有している。

【００１６】

中間転写方式の電子写真装置において、電子写真感光体の表面に図８（ａ）に示すような形状の傷が生じた場合にも良好な画像を継続して形成するためには、電子写真感光体の表面に追従性の良い中間転写体を用いる必要がある。

しかしながら、電子写真感光体の表面に追従性の良い中間転写体には、従来、低硬度の材料が用いられてきたため、電子写真感光体の表面の傷との摺擦により摩耗してしまい、良好な画像形成を継続することが困難であった。

【００１７】

例えば、特開２００３－３１６１７５公報（特許文献４）には、電子写真感光体のユニバーサル硬度が１５０～３５０Ｎ／ｍｍ$^2$であり、中間転写体（中間転写ベルト）のユニバーサル硬度が１０～２００Ｎ／ｍｍ$^2$であり、電子写真感光体のユニバーサル硬度が中間転写体のユニバーサル硬度より大である電子写真装置が開示されている。

【００１８】

しかしながら、この特開２００３－３１６１７５公報に開示された電子写真装置の中間転写体の表面の機械的強度は、高硬度かつ高弾性変形率の表面を有する機械的強度の高い電子写真感光体と組み合わせて用いるには十分ではなく、図８（ａ）に示すような形状の傷が電子写真感光体の表面に生じた場合に、この傷によって中間転写体の表面に傷が生じたり摩耗したりするという問題があった。

【特許文献１】特開平０２－１２７６５２号公報

【特許文献２】特開平０５－２１６２４９号公報

【特許文献３】特開平０７－０７２６４０号公報

【特許文献４】特開２００３－３１６１７５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１９】

本発明の目的は、高硬度かつ高弾性変形率の表面を有する機械的強度の高い電子写真感光体を搭載した中間転写方式の電子写真装置において、該電子写真感光体の表面に上記特徴的な傷（図８（ａ）に示すような形状の傷）が突発的に生じても、それによる上記弊害が抑制され、もって良好な画像を継続して形成することのできる電子写真装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００２０】

本発明は、支持体および該支持体上に設けられた感光層を有する電子写真感光体と、

該電子写真感光体の表面に接触配置された帯電部材を有し、該帯電部材によって該電子写真感光体の表面を帯電するための帯電手段と、

該帯電手段によって帯電された該電子写真感光体の表面に露光光を照射することによって該電子写真感光体の表面に静電潜像を形成するための露光手段と、

該露光手段によって形成された該電子写真感光体の表面の静電潜像をトナーにより現像することによって該電子写真感光体の表面にトナー像を形成するための現像手段と、

中間転写体と、

該現像手段によって形成された該電子写真感光体の表面のトナー像を該中間転写体の表面に一次転写するための一次転写部材と、

該一次転写部材によって一次転写された該中間転写体の表面のトナー像を転写材に二次転

写するための二次転写部材と、
該電子写真感光体の表面に接触配置されたクリーニング部材を有し、該一次転写手段による一次転写後に該電子写真感光体の表面に残留するトナーを該クリーニング部材により除去することによって該電子写真感光体の表面をクリーニングするためのクリーニング手段と
を有する電子写真装置において、
該電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が１５０Ｎ／ｍｍ$^2$以上２２０Ｎ／ｍｍ$^2$以下、かつ、弾性変形率が４８％以上６５％以下であり、
該中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が２２０Ｎ／ｍｍ$^2$以下、かつ、弾性変形率が５０％以上であり、
該電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が該中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）より大きい
ことを特徴とする電子写真装置である。
【発明の効果】
【００２１】
本発明によれば、電子写真感光体の表面に上記特徴的な傷（図８（ａ）に示すような形状の傷）が突発的に生じても、それによる上記弊害が抑制され、もって良好な画像を継続して形成することのできる電子写真装置を提供することができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２２】
以下、本発明を詳細に説明する。
上述のとおり、本発明に用いられる電子写真感光体は、その表面の２５℃／５０％ＲＨ環境下におけるユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が１５０Ｎ／ｍｍ$^2$以上２２０Ｎ／ｍｍ$^2$以下、弾性変形率が４８％以上６５％以下を示すものである。
【００２３】
図１に、本発明に用いられる電子写真感光体の表面におけるユニバーサル硬さ値（ＨＵ）と弾性変形率の関係を示す（概念図）。
例えば、電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が大きすぎると、また、弾性変形率が小さすぎると、電子写真感光体の表面の弾性力が不足しているため、電子写真感光体と帯電部材やクリーニング部材などの当接部材との間に挟まれた紙粉やトナーが電子写真感光体の表面を擦ることによって、電子写真感光体の表面に傷（図８（ｂ）に例示したような傷）が発生しやすくなり、それに伴って摩耗も発生しやすくなる。また、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が大きすぎると、たとえ弾性変形率が高くても弾性変形量は小さくなってしまうため、結果として電子写真感光体の表面の局部に大きな圧力がかかり、よって電子写真感光体の表面に深い傷（図８（ｂ）に例示したような傷）が発生しやすくなる。つまり、表面硬度（ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）に限らず、引っ掻き硬度試験、鉛筆硬度試験、ビッカース硬度試験などによって導き出される硬度も含む。）が大きい電子写真感光体が必ずしも好ましいとはいえないのである。
【００２４】
また、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が上記範囲にあっても弾性変形率が大きすぎると、塑性変形量も大きくなってしまうため、電子写真感光体と帯電部材やクリーニング部材などの当接部材との間に挟まれた紙粉やトナーが電子写真感光体の表面を擦ることによって、電子写真感光体の表面に細かい傷（図８（ｂ）に例示したような傷）が発生しやすくなり、また、摩耗も発生しやすくなる。
【００２５】
また、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が上記範囲にあっても弾性変形率が小さすぎると、塑性変形量が相対的に大きくなってしまうため、電子写真感光体の表面に細かい傷（図８（ｂ）に例示したような傷）が発生しやすくなり、また、摩耗も発生しやすくなる。これは、弾性変形率が小さすぎるだけでなくユニバーサル硬さ値（ＨＵ）も小さすぎる場合、特に顕著になる。

【００２６】
本発明の、表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が１５０Ｎ／ｍｍ$^2$以上２２０Ｎ／ｍｍ$^2$以下、弾性変形率が４８％以上６５％以下の電子写真感光体は、表面の傷（図８（ｂ）に例示したような傷）や摩耗の発生に対する耐久性に優れる反面、上述の、図８（ａ）に示すような特徴的な傷が突発的に生じやすい。また、表面が削れにくいことにより、この特徴的な傷が長期間保持されたままになりやすい。

【００２７】
中間転写方式の電子写真装置において、電子写真感光体の表面にこの特徴的な傷が生じた場合にも良好な画像を継続して形成するためには、電子写真感光体の表面に追従性の良い中間転写体を用いる必要がある。

しかしながら、電子写真感光体の表面に追従性の良い中間転写体には、従来、低硬度の材料が用いられてきたため、電子写真感光体の表面の上記特徴的な傷との摺擦により摩耗してしまい、良好な画像形成を継続することが困難であった。

【００２８】
そこで、本発明者らは鋭意検討したところ、表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が電子写真感光体の表面のそれよりも小さく、さらに、表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が２２０Ｎ／ｍｍ$^2$以下、かつ、弾性変形率が５０％以上の中間転写体であれば、電子写真感光体に対して良好に追従し、また、電子写真感光体の表面の上記特徴的な傷に起因する摩耗が発生しにくくなることを見いだした。

【００２９】
このような効果をより十分に発現させるためには、電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）は１６０Ｎ／ｍｍ$^2$以上２００Ｎ／ｍｍ$^2$以下であることがより好ましく、また、その弾性変形率は５０％以上６５％以下であることがより好ましい。また、中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）は１００Ｎ／ｍｍ$^2$以下であることがより好ましく、７０Ｎ／ｍｍ$^2$以下であることがより一層好ましく、一方、５Ｎ／ｍｍ$^2$以上であることがより好ましく、１０Ｎ／ｍｍ$^2$以上であることがより一層好ましい。また、中間転写体の表面の弾性変形率は５０％以上８０％以下であることが好ましい。

【００３０】
本発明において、電子写真感光体や中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率は、２５℃／５０％ＲＨ環境下、微小硬さ測定装置フィッシャースコープＨ１００Ｖ（フィッシャー社製）を用いて測定した値である。このフィッシャースコープＨ１００Ｖは、測定対象（電子写真感光体の表面）に圧子を当接し、この圧子に連続的に荷重をかけ、荷重下での押し込み深さを直読することにより連続的硬さが求められる装置である。

【００３１】
本発明においては、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用い、また、圧子に連続的にかける荷重の最終（最終荷重）は、測定対象が電子写真感光体の場合は６ｍＮ、中間転写体の場合は０．１ｍＮとし、圧子に最終荷重６ｍＮまたは０．１ｍＮをかけた状態を保持する時間（保持時間）は０．１秒とした。また、測定点は２７３点とした。

【００３２】
フィッシャースコープＨ１００Ｖ（Ｆｉｓｃｈｅｒ社製）の出力チャートの概略を図２に示す。また、本発明に用いられる電子写真感光体を測定対象としたときのフィッシャースコープＨ１００Ｖ（Ｆｉｓｃｈｅｒ社製）の出力チャートの一例を図３に示す。図２、３中、縦軸は圧子にかけた荷重Ｆ（ｍＮ）を、横軸は圧子の押し込み深さｈ（μｍ）を示す。図２は、圧子にかける荷重を段階的に増加させて荷重が最大になった（Ａ→Ｂ）後、段階的に荷重を減少させた（Ｂ→Ｃ）ときの結果を示している。図３は、圧子にかける荷重を段階的に増加させて最終的に荷重を６ｍＮとし、その後、段階的に荷重を減少させたときの結果を示している。

ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）は、圧子に最終荷重６ｍＮまたは０．１ｍＮをかけたとき

の該圧子の押し込み深さから下記式により求めることができる。なお、下記式中、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）はユニバーサル硬さ（ユニバーサル硬さ値（ＨＵ））を意味し、$F_f$は最終荷重を意味し、$S_f$は最終荷重をかけたときの圧子の押し込まれた部分の表面積を意味し、$h_f$（μｍ）は最終荷重をかけたときの圧子の押し込み深さを意味する。

【００３３】

【数１】

$$HU = \frac{F_f\,[N]}{S_f\,[mm^2]} = \frac{6\times10^{-3}\ \text{または}\ 0.1\times10^{-3}}{26.43\times(h_f\times10^{-3})^2}$$

【００３４】

また、弾性変形率は、圧子が測定対象（電子写真感光体の表面）に対して行った仕事量（エネルギー）、すなわち、圧子の測定対象（電子写真感光体の表面）に対する荷重の増減によるエネルギーの変化より求めることができる。具体的には、弾性変形仕事量Ｗｅを全仕事量Ｗｔで除した値（Ｗｅ／Ｗｔ）が弾性変形率である。なお、全仕事量Ｗｔは図２中のＡ－Ｂ－Ｄ－Ａで囲まれる領域の面積であり、弾性変形仕事量Ｗｅは図２中のＣ－Ｂ－Ｄ－Ｃで囲まれる領域の面積である。

【００３５】

以下、本発明に用いられる電子写真感光体について、その製造方法も含めてより詳細に説明する。

表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率が上記範囲にある電子写真感光体を得るためには、電子写真感光体の表面層を、連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合させることによって形成することが、特には、連鎖重合性官能基を（同一分子内に）２つ以上有する正孔輸送性化合物を重合および架橋させることによって形成することが有効である。なお、電子写真感光体の表面層とは、電子写真感光体の最表面に位置する層、換言すれば、支持体から最も離隔した位置にある層を意味する。

【００３６】

まず、連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を用いて表面層を形成する方法についてより具体的に説明する。

上記表面層は、連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物および溶剤、必要に応じてさらに結着樹脂を含む表面層用塗布液を塗布し、該連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合（および架橋）させ、塗布した表面層用塗布液を硬化させることによって形成することができる。

表面層用塗布液を塗布する際には、例えば、浸漬塗布法（浸漬コーティング法）、スプレーコーティング法、カーテンコーティング法、スピンコーティング法などの塗布方法を用いることができる。これら塗布方法の中でも、効率性や生産性の観点から、浸漬塗布法、スプレーコーティング法が好ましい。

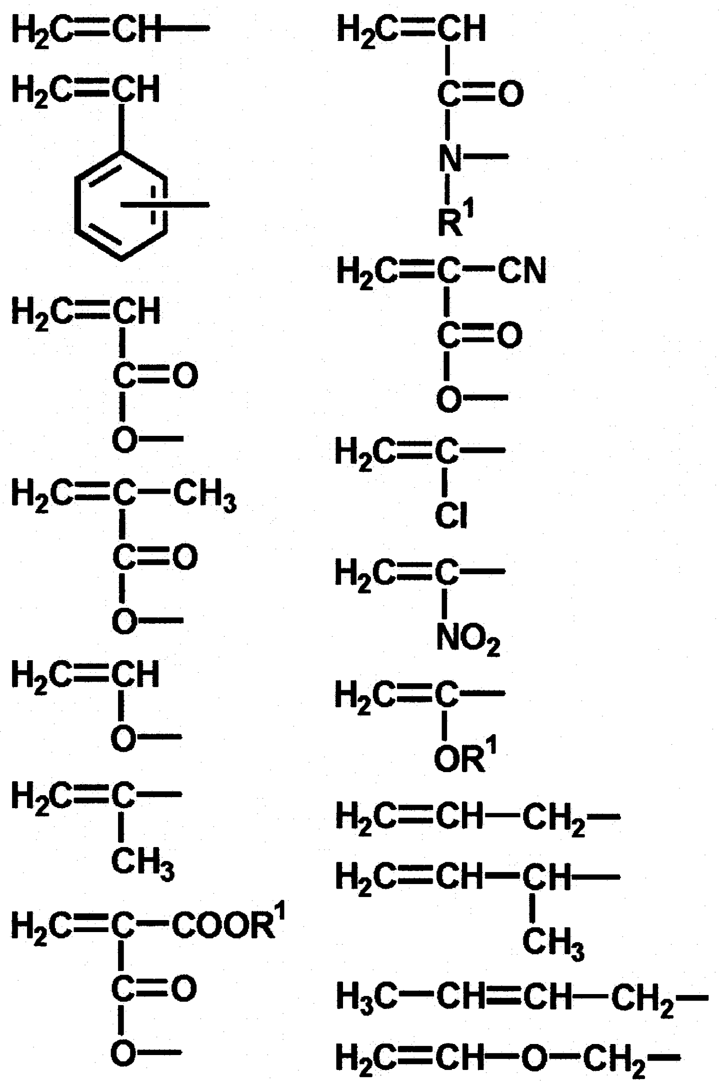
【００３７】

連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合（および架橋）させる方法としては、熱や、可視光、紫外線などの光や、電子線やγ線などの放射線を用いる方法が挙げられる。必要に応じて、表面層用塗布液に重合開始剤を含有させてもよい。

なお、連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合（および架橋）させる方法としては、電子線やγ線などの放射線、特には電子線を用いる方法が好ましい。放射線による重合は、重合開始剤を特に必要としないからである。重合開始剤を用いずに連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合（および架橋）させることにより、非常に高純度な３次元マトリックスの表面層を形成することができ、良好な電子写真特性を示す電子写真感光体を得ることができる。また、放射線の中でも電子線による重合は、照射による電

子写真感光体へのダメージが非常に少なく、良好な電子写真特性を発現させることができる。
【００３８】
電子線の照射により連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合（および架橋）させてユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率が上記範囲にある本発明の電子写真感光体を得るには、電子線の照射条件を考慮することが重要である。
電子線を照射する際には、スキャニング型、エレクトロカーテン型、ブロードビーム型、パルス型およびラミナー型などの加速器を用いて行うことができる。加速電圧は２５０ｋＶ以下であることが好ましく、特には１５０ｋＶ以下であることがより好ましい。照射線量は０．１～１００Ｍｒａｄの範囲であることが好ましく、特には０．５～２０Ｍｒａｄの範囲であることがより好ましい。加速電圧や照射線量が大きすぎると、電子写真感光体の電気的特性が劣化する場合がある。照射線量が小さすぎると、連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物の重合（および架橋）が不十分となり、表面層用塗布液の硬化が不十分となる場合がある。
【００３９】
また、表面層用塗布液の硬化を促進するためには、電子線による連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物の重合（および架橋）の際に、被照射体（電子線が照射されるもの）を加熱することが好ましい。加熱するタイミングは、電子線照射前、照射中、照射後のいずれの段階でもよいが、連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物のラジカルが存在する間、被照射体が一定の温度になっていることが好ましい。加熱は、被照射体の温度が室温～２５０℃（より好ましくは５０～１５０℃）となるように行うことが好ましい。加熱の温度が高すぎると、電子写真感光体の材料に劣化が生じる場合がある。加熱の温度が低すぎると、加熱を行うことによって得られる効果が乏しくなる。加熱の時間は、おおよそ数秒から数十分程度が好ましく、具体的には２秒～３０分が好ましい。
【００４０】
電子線照射時および被照射体加熱時の雰囲気は、大気中、窒素やヘリウムなどの不活性ガス中、真空中のいずれであってもよいが、酸素によるラジカルの失活を抑制することができるという点で、不活性ガス中または真空中が好ましい。
【００４１】
また、電子写真感光体の表面層の膜厚は、電子写真特性の観点から、３０μｍ以下であることが好ましく、２０μｍ以下であることがより好ましく、１０μｍ以下であることがより好ましく、７μｍ以下であることがより好ましい。一方、電子写真感光体の耐久性の観点から、０．５μｍ以上であることが好ましく、１μｍ以上であることがより好ましい。
【００４２】
さて、本発明において、「連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物」とは、正孔輸送性化合物の分子の一部に連鎖重合性官能基が化学結合しているものをいう。
連鎖重合とは、高分子物の生成反応を大きく連鎖重合と逐次重合に分けた場合の前者の重合反応形態を示し、詳しくは、その反応形態が主にラジカルまたはイオンなどの中間体を経由して反応が進行する不飽和重合、開環重合または異性化重合などのことをいう。
連鎖重合性官能基とは、上記反応形態が可能な官能基を意味する。以下、応用範囲の広い不飽和重合性官能基および開環重合性官能基の例を示す。
不飽和重合とは、ラジカルやイオンなどによって不飽和の基、例えば、Ｃ＝Ｃ、Ｃ≡Ｃ、Ｃ＝Ｏ、Ｃ＝Ｎ、Ｃ≡Ｎなどが重合する反応であり、その中でもＣ＝Ｃが主である。以下に、不飽和重合性官能基の具体例を示す。
【００４３】

【化１】



【００４４】

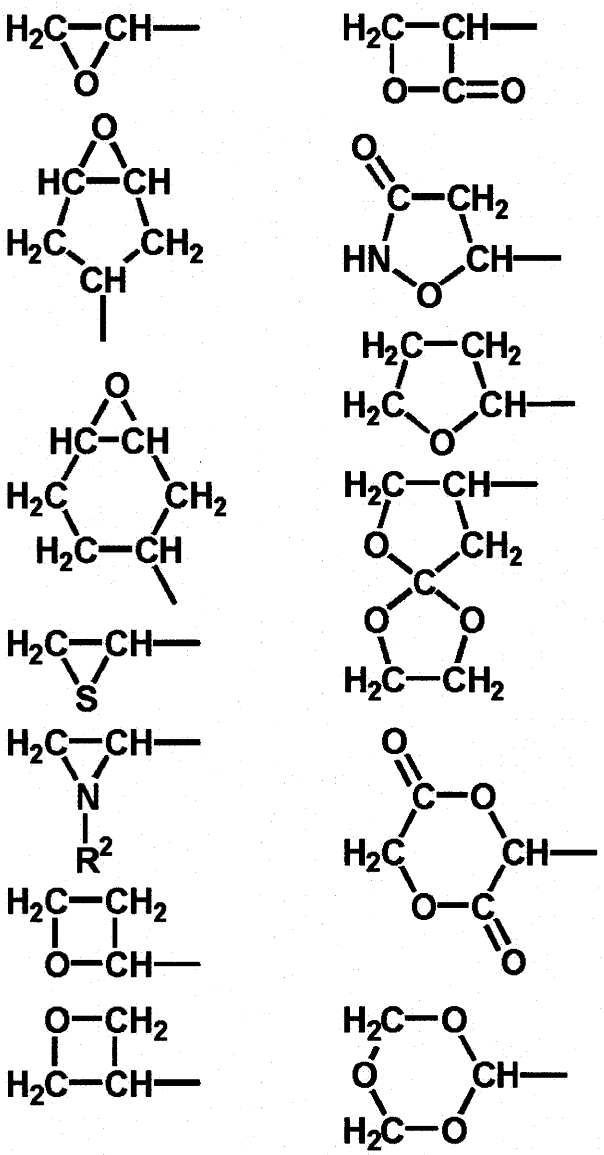
上記式中、Ｒ$^1$は、水素原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換のアラルキル基などを示す。ここで、アルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基などが挙げられる。アリール基としては、フェニル基、ナフチル基、アンスリル基などが挙げられる。アラルキル基としては、ベンジル基、フェネチル基などが挙げられる。

【００４５】

開環重合とは、炭素環やオクソ環や窒素ヘテロ環などのひずみを有する不安定な環状構造が、開環すると同時に重合を繰り返し、鎖状高分子を生成する反応であり、イオンが活性種として作用するものが大半である。以下に、開環重合性官能基の具体例を示す。

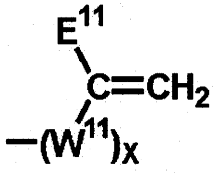
【００４６】

【化２】



【００４７】
上記式中、Ｒ$^2$は、水素原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換のアラルキル基などを示す。ここで、アルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基などが挙げられる。アリール基としては、フェニル基、ナフチル基、アンスリル基などが挙げられる。アラルキル基としては、ベンジル基、フェネチル基などが挙げられる。
【００４８】
上に例示した連鎖重合性官能基の中でも、下記式（１）～（３）で示される構造を有する連鎖重合性官能基が好ましい。
【００４９】

【化３】



(1)

【００５０】

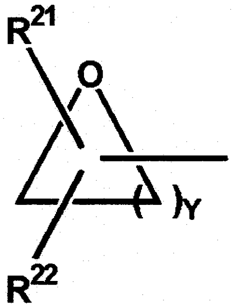
式（１）中、Ｅ$^{11}$は、水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換のアラルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、シアノ基、ニトロ基、－ＣＯＯＲ$^{11}$、または、－ＣＯＮＲ$^{12}$Ｒ$^{13}$を示す。Ｗ$^{11}$は、置換または無置換のアルキレン基、置換または無置換のアリーレン基、－ＣＯＯ－、－Ｏ－、－ＯＯ－、－Ｓ－、または、ＣＯＮＲ$^{14}$－を示す。Ｒ$^{11}$～Ｒ$^{14}$は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアリール基、または、置換または無置換のアラルキル基を示す。下付文字のＸは、０または１を示す。ここで、ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子などが挙げられる。アルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などが挙げられる。アリール基としては、フェニル基、ナフチル基、アンスリル基、ピレニル基、チオフェニル基、フリル基などが挙げられる。アラルキル基としては、ベンジル基、フェネチル基、ナフチルメチル基、フルフリル基、チエニル基などが挙げられる。アルコキシ基としては、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基などが挙げられる。アルキレン基としては、メチレン基、エチレン基、ブチレン基などが挙げられる。アリーレン基としては、フェニレン基、ナフチレン基、アントラセニレン基などが挙げられる。

【００５１】

上記各基が有してもよい置換基としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などのハロゲン原子や、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などのアルキル基や、フェニル基、ナフチル基、アンスリル基、ピレニル基などのアリール基や、ベンジル基、フェネチル基、ナフチルメチル基、フルフリル基、チエニル基などのアラルキル基や、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基などのアルコキシ基や、フェノキシ基、ナフトキシ基などのアリールオキシ基や、ニトロ基や、シアノ基や、水酸基などが挙げられる。

【００５２】

【化４】



(2)

【００５３】

式（２）中、Ｒ$^{21}$、Ｒ$^{22}$は、それぞれ独立に、水素原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアリール基、または、置換または無置換のアラルキル基を示す。下付文字のＹは、１～１０の整数を示す。ここで、アルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などが挙げられる。アリール基としては、フェニル基、

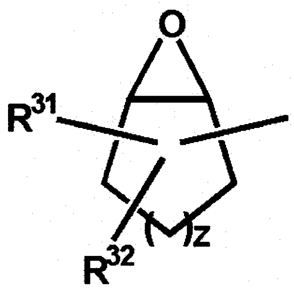
ナフチル基などが挙げられる。アラルキル基としては、ベンジル基、フェネチル基などが挙げられる。

【００５４】

上記各基が有してもよい置換基としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などのハロゲン原子や、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などのアルキル基や、フェニル基、ナフチル基、アンスリル基、ピレニル基などのアリール基や、ベンジル基、フェネチル基、ナフチルメチル基、フルフリル基、チエニル基などのアラルキル基や、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基などのアルコキシ基や、フェノキシ基、ナフトキシ基などのアリールオキシ基などが挙げられる。

【００５５】

【化５】




(3)

【００５６】

式（３）中、Ｒ$^{31}$、Ｒ$^{32}$は、それぞれ独立に、水素原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアリール基、または、置換または無置換のアラルキル基を示す。下付文字のＺは、０～１０の整数を示す。ここで、アルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などが挙げられる。アリール基としては、フェニル基、ナフチル基などが挙げられる。アラルキル基としては、ベンジル基、フェネチル基などが挙げられる。

【００５７】

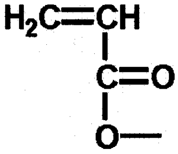
上記各基が有してもよい置換基としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などのハロゲン原子や、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などのアルキル基や、フェニル基、ナフチル基、アンスリル基、ピレニル基などのアリール基や、ベンジル基、フェネチル基、ナフチルメチル基、フルフリル基、チエニル基などのアラルキル基や、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基などのアルコキシ基や、フェノキシ基、ナフトキシ基などのアリールオキシ基などが挙げられる。

【００５８】

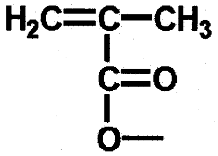
上記式（１）～（３）で示される構造を有する連鎖重合性官能基の中でも、下記式（Ｐ－１）～（Ｐ－１１）で示される構造を有する連鎖重合性官能基がより好ましい。

【００５９】

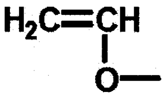
【化６】



(P-1)

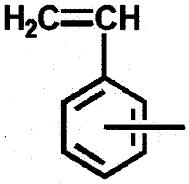


(P-2)

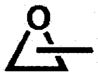


(P-3)

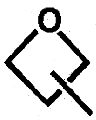
(P-4)



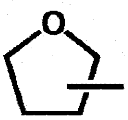
(P-5)



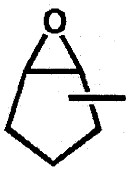
(P-6)



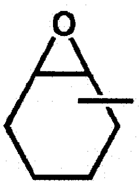
(P-7)



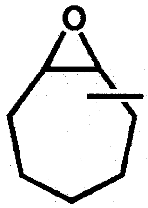
(P-8)



(P-9)



(P-10)



(P-11)

【００６０】

上記式（Ｐ－１）～（Ｐ－１１）で示される構造を有する連鎖重合性官能基の中でも、上記式（Ｐ－１）で示される構造を有する連鎖重合性官能基すなわちアクリロイルオキシ基、上記式（Ｐ－２）で示される構造を有する連鎖重合性官能基すなわちメタクリロイルオキシ基がより一層好ましい。

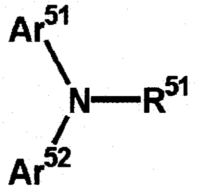
【００６１】

本発明においては、上記の連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物の中でも、連鎖重合性官能基を（同一分子内に）２つ以上有する正孔輸送性化合物が好ましい。以下に、連鎖重合性官能基を２つ以上有する正孔輸送性化合物の具体例を示す。

【００６２】

【化７】

$$(P^{41})_a-A^{41}-[R^{41}-(P^{42})_d]_b \qquad (4)$$

【００６３】
上記式（４）中、$P^{41}$、$P^{42}$は、それぞれ独立に、連鎖重合性官能基を示す。$R^{41}$は、２価の基を示す。$A^{41}$は、正孔輸送性基を示す。下付文字のａ、ｂ、ｄは、それぞれ独立に、０以上の整数を示す。ただし、ａ＋ｂ×ｄは２以上である。また、ａが２以上の場合は、ａ個の$P^{41}$は同一であっても異なっていてもよく、ｂが２以上の場合は、ｂ個の［$R^{41}$－（$P^{42}$）$_d$］は同一であっても異なっていてもよく、ｄが２以上の場合は、ｄ個の$P^{42}$は同一であっても異なっていてもよい。
【００６４】
上記式（４）中の（$P^{41}$）$_a$および［$R^{41}$－（$P^{42}$）$_d$］$_b$をすべて水素原子に置き換えたものを例示すると、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体（トリフェニルアミンなど）、９－（ｐ－ジエチルアミノスチリル）アントラセン、１，１－ビス－（４－ジベンジルアミノフェニル）プロパン、スチリルアントラセン、スチリルピラゾリン、フェニルヒドラゾン類、チアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、フェナジン誘導体、アクリジン誘導体、ベンゾフラン誘導体、ベンズイミダゾール誘導体、チオフェン誘導体、Ｎ－フェニルカルバゾール誘導体などが挙げられる。これら（上記式（４）中の（$P^{41}$）$_a$および［$R^{41}$－（$P^{42}$）$_d$］$_b$をすべて水素原子に置き換えたもの）の中でも、下記式（５）で示される構造を有するものが好ましい。
【００６５】
【化８】


(5)

【００６６】
上記式（５）中、$R^{51}$は、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアリール基、または、置換または無置換のアラルキル基を示す。$Ar^{51}$、$Ar^{52}$は、それぞれ独立に、置換または無置換のアリール基を示す。$R^{51}$、$Ar^{51}$、$Ar^{52}$は、Ｎ（窒素原子）と直接結合してもよいし、アルキレン基（メチル基、エチル基、プロピレン基など）、ヘテロ原子（酸素原子、硫黄原子など）または－ＣＨ＝ＣＨ－を介してＮ（窒素原子）と結合してもよい。ここで、アルキル基としては、炭素原子数が１～１０のものが好ましく、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などが挙げられる。アリール基としては、フェニル基、ナフチル基、アンスリル基、フェナンスリル基、ピレニル基、チオフェニル基、フリル基、ピリジル基、キノリル基、ベンゾキノリル基、ガルバゾリル基、フェノチアジニル基、ベンゾフリル基、ベンゾチオフェニル基、ジベンゾフリル基、ジベンゾチオフェニル基などが挙げられる。アラルキル基としては、ベンジル基、フェネチル基、ナフチルメチル基、フルフリル基、チエニル基などが挙げられる。なお、上記式（５）中の$R^{51}$は、置換または無置換のアリール基であることが好ましい。
【００６７】
上記各基が有してもよい置換基としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などのハロゲン原子や、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などのアルキル基や、フェニル基、ナフチル基、アンスリル基、ピレニル基などのアリール基や、ベンジル基、フェネチル基、ナフチルメチル基、フルフリル基、チエニル基などのアラルキル基や、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基などのアルコキシ基や、フェノキシ基、ナフトキシ基などのアリールオキシ基や、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルア

ミノ基、ジフェニルアミノ基、ジ（ｐ－トリル）アミノ基などの置換アミノ基や、スチリル基、ナフチルビニル基などのアリールビニル基や、ニトロ基や、シアノ基や、水酸基などが挙げられる。

【００６８】

上記式（４）中の$R^{41}$の２価の基としては、置換または無置換のアルキレン基、置換または無置換のアリーレン基、$-CR^{411}=CR^{412}-$（$R^{411}$、$R^{412}$は、それぞれ独立に、水素原子、置換または無置換のアルキル基、または、置換または無置換のアリール基を示す。）、－ＣＯ－、－ＳＯ－、$-SO_2-$、酸素原子、硫黄原子など、また、これらを組み合わせたものが挙げられる。これらの中でも、下記式（６）で示される構造を有する２価の基が好ましく、さらには下記式（７）で示される構造を有する２価の基がより好ましい。

【００６９】

【化９】

$$-(X^{61})_{p6}-(Ar^{61})_{q6}-(X^{62})_{r6}-(Ar^{62})_{s6}-(X^{63})_{t6}- \qquad (6)$$

$$-(X^{71})_{p7}-(Ar^{71})_{q7}-(X^{72})_{r7}- \qquad (7)$$

【００７０】

上記式（６）中、$X^{61}$～$X^{63}$は、それぞれ独立に、置換または無置換のアルキレン基、$-(CR^{61}=CR^{62})_{n6}-$（$R^{61}$、$R^{62}$は、それぞれ独立に、水素原子、置換または無置換のアルキル基、または、置換または無置換のアリール基を示す。下付文字のｎ６は、１以上の整数を示す（好ましくは５以下。）。）、－ＣＯ－、－ＳＯ－、$-SO_2-$、酸素原子、または、硫黄原子を示す。$Ar^{61}$、$Ar^{62}$は、それぞれ独立に、置換または無置換のアリーレン基を示す。下付文字のｐ６、ｑ６、ｒ６、ｓ６、ｔ６は、それぞれ独立に、０以上の整数を示す（好ましくは１０以下、より好ましくは５以下。）。ただし、ｐ６、ｑ６、ｒ６、ｓ６、ｔ６のすべてが０であることはない。ここで、アルキレン基としては、炭素原子数が１～２０、特に１～１０のものが好ましく、メチレン基、エチレン基、プロピレン基などが挙げられる。アリーレン基としては、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナンスレン、ピレン、ベンゾチオフェン、ピリジン、キノリン、ベンゾキノリン、カルバゾール、フェノチアジン、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェンなどから２個の水素原子を取った２価の基が挙げられる。アルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基などが挙げられる。アリール基としては、フェニル基、ナフチル基、チオフェニル基などが挙げられる。

【００７１】

上記各基が有してもよい置換基としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などのハロゲン原子や、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などのアルキル基や、フェニル基、ナフチル基、アンスリル基、ピレニル基などのアリール基や、ベンジル基、フェネチル基、ナフチルメチル基、フルフリル基、チエニル基などのアラルキル基や、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基などのアルコキシ基や、フェノキシ基、ナフトキシ基などのアリールオキシ基や、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジ（ｐ－トリル）アミノ基などの置換アミノ基や、スチリル基、ナフチルビニル基などのアリールビニル基や、ニトロ基や、シアノ基や、水酸基などが挙げられる。

【００７２】

上記式（７）中、$X^{71}$、$X^{72}$は、それぞれ独立に、置換または無置換のアルキレン基、$-(CR^{71}=CR^{72})_{n7}-$（$R^{71}$、$R^{72}$は、それぞれ独立に、水素原子、

置換または無置換のアルキル基、または、置換または無置換のアリール基を示す。下付文字のｎ７は、１以上の整数を示す（好ましくは５以下。）。）、－ＣＯ－、または、酸素原子を示す。Ａｒ⁷¹は、置換または無置換のアリーレン基を示す。下付文字のｐ７、ｑ７、ｒ７は、それぞれ独立に、０以上の整数を示す（好ましくは１０以下、より好ましくは５以下。）。ただし、ｐ７、ｑ７、ｒ７のすべてが０であることはない。ここで、アルキレン基としては、炭素原子数が１～２０、特に１～１０のものが好ましく、メチレン基、エチレン基、プロピレン基などが挙げられる。アリーレン基としては、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナンスレン、ピレン、ベンゾチオフェン、ピリジン、キノリン、ベンゾキノリン、カルバゾール、フェノチアジン、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェンなどから２個の水素原子を取った２価の基が挙げられる。アルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基などが挙げられる。アリール基としては、フェニル基、ナフチル基、チオフェニル基などが挙げられる。

【００７３】

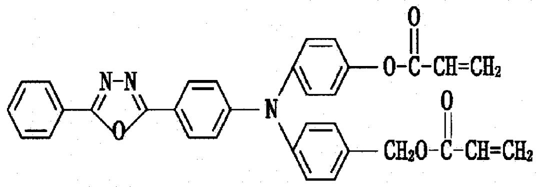
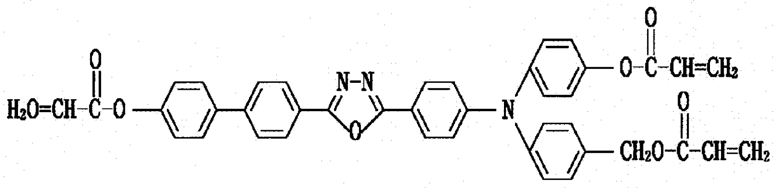
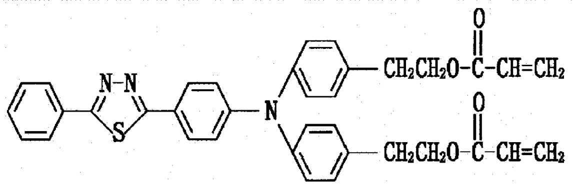
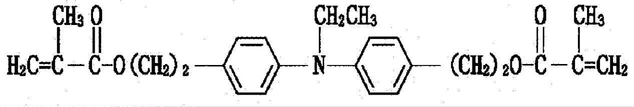
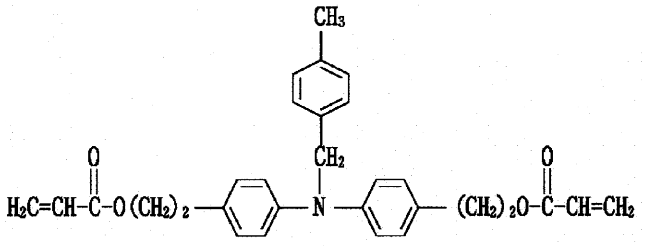
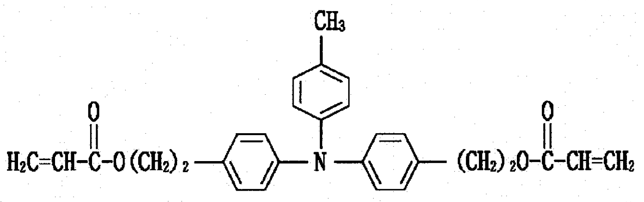
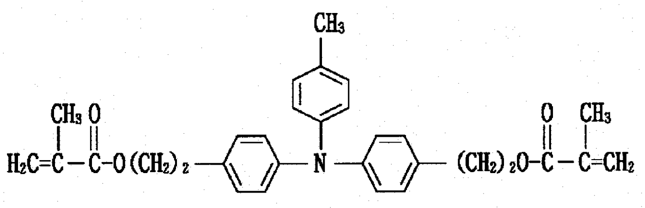
上記各基が有してもよい置換基としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などのハロゲン原子や、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などのアルキル基や、フェニル基、ナフチル基、アンスリル基、ピレニル基などのアリール基や、ベンジル基、フェネチル基、ナフチルメチル基、フルフリル基、チエニル基などのアラルキル基や、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基などのアルコキシ基や、フェノキシ基、ナフトキシ基などのアリールオキシ基や、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジ（ｐ－トリル）アミノ基などの置換アミノ基や、スチリル基、ナフチルビニル基などのアリールビニル基や、ニトロ基や、シアノ基や、水酸基などが挙げられる。

【００７４】

以下に、連鎖重合性官能基を２つ以上有する正孔輸送性化合物の好適な例（化合物例）を挙げる。

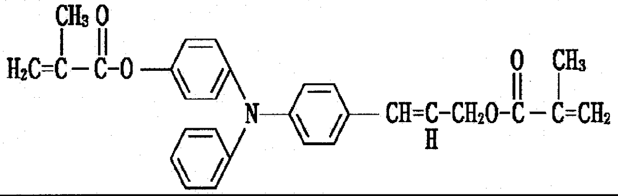
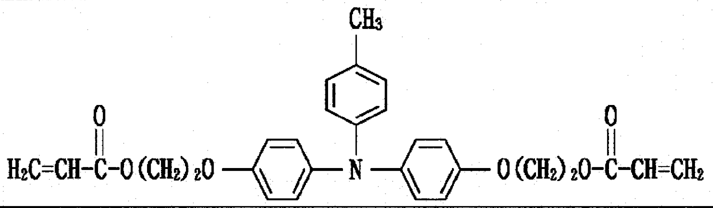
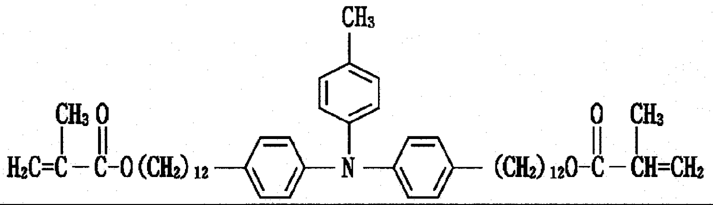
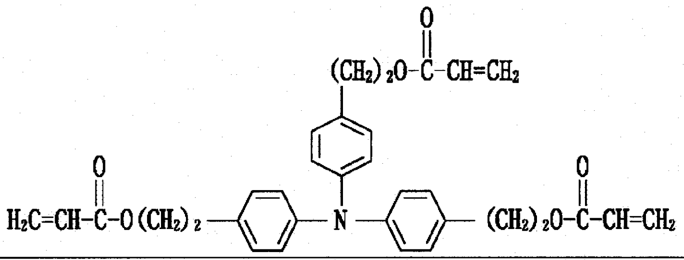
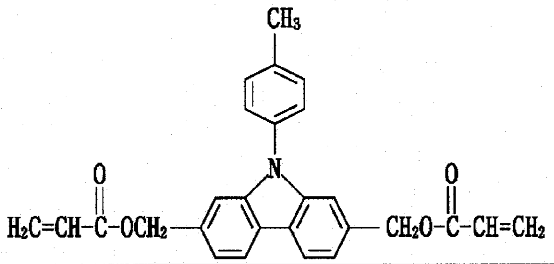
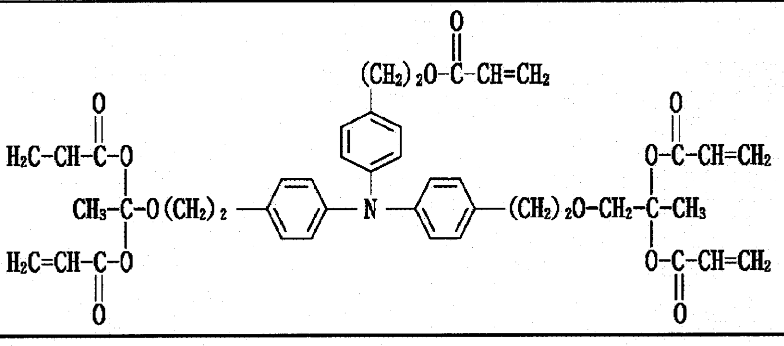
【００７５】

【表１】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |
| 4 |  |
| 5 |  |
| 6 |  |
| 7 |  |

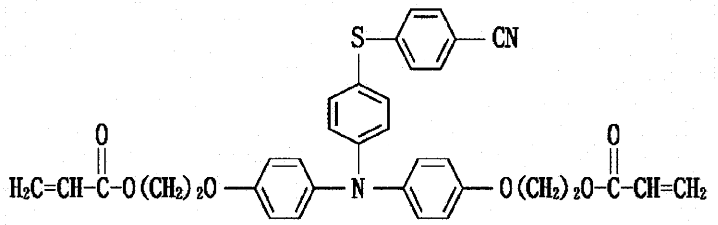
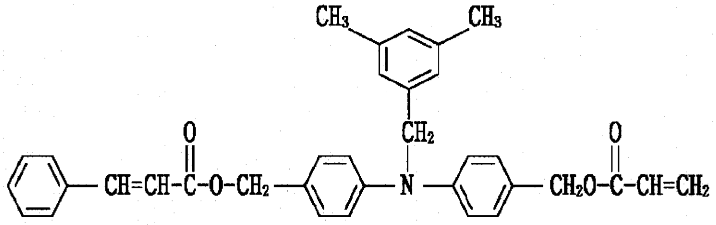
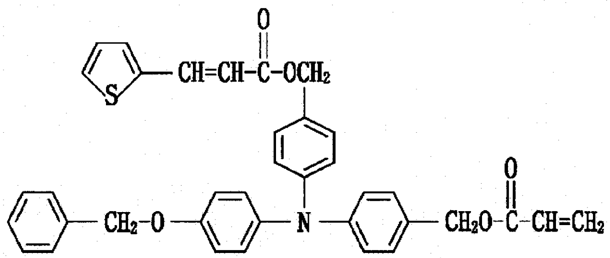
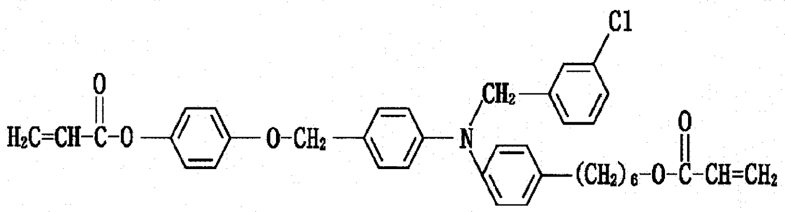
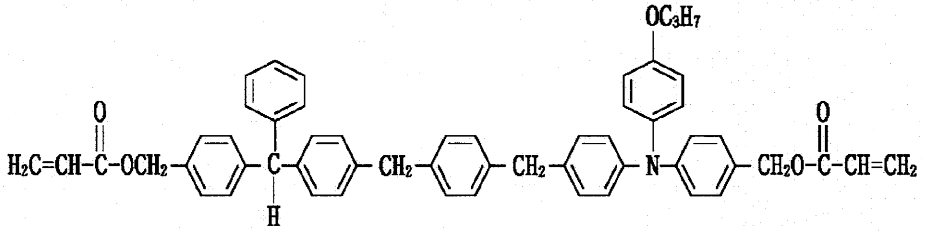
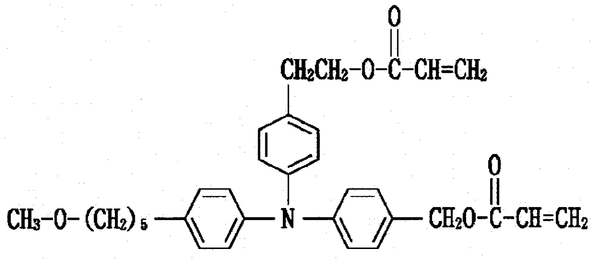
【００７６】

【表２】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 8 |  |
| 9 |  |
| 10 |  |
| 11 |  |
| 12 |  |
| 13 |  |

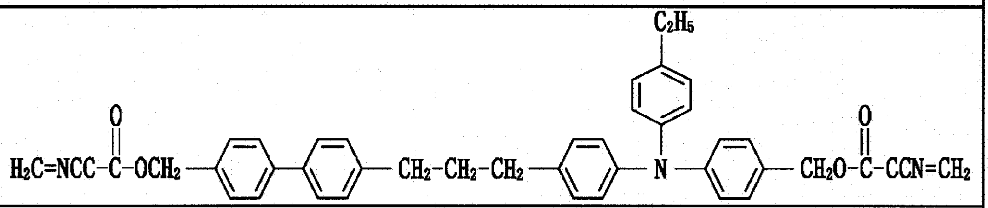
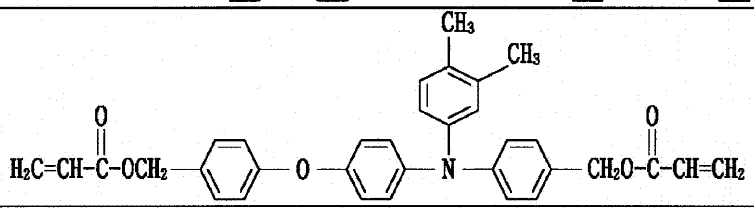
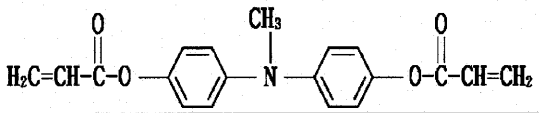
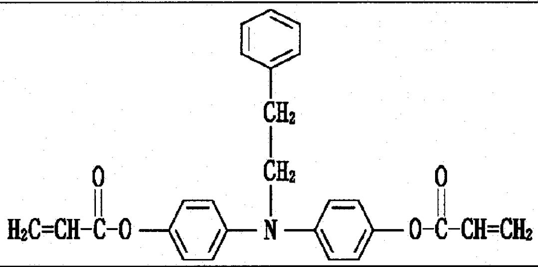
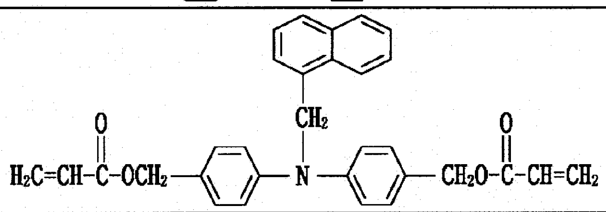
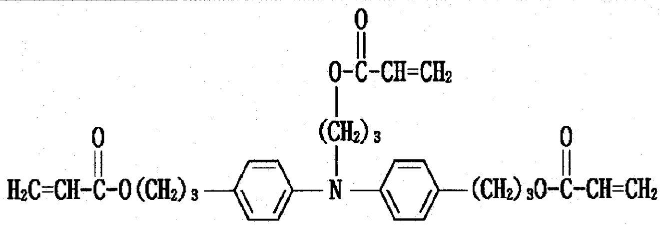
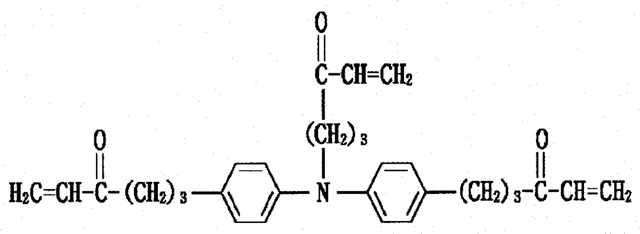
【００７７】

【表３】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 14 |  |
| 15 |  |
| 16 |  |
| 17 |  |
| 18 |  |
| 19 |  |

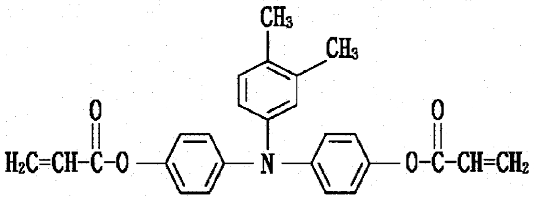
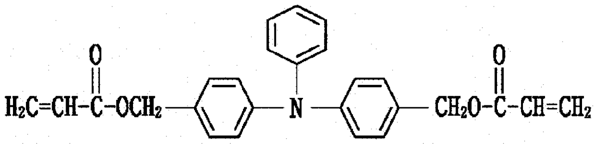
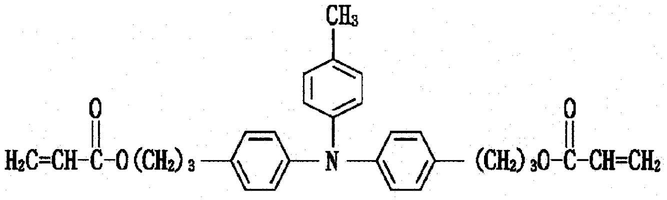
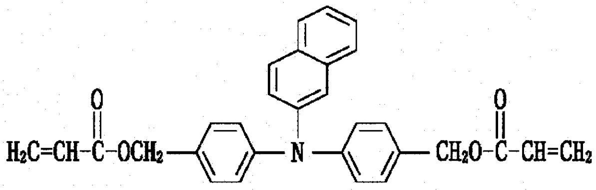
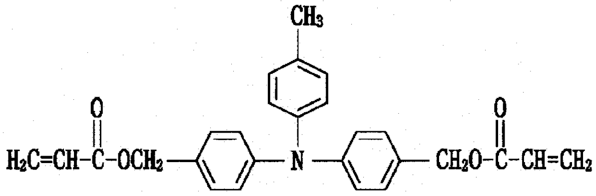
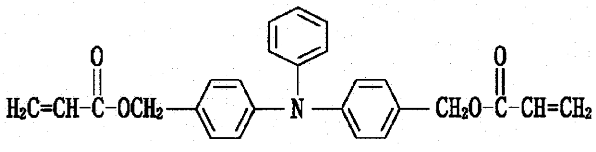
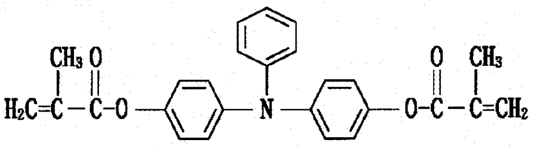
【００７８】

【表４】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 20 |  |
| 21 |  |
| 22 |  |
| 23 |  |
| 24 |  |
| 25 |  |
| 26 |  |

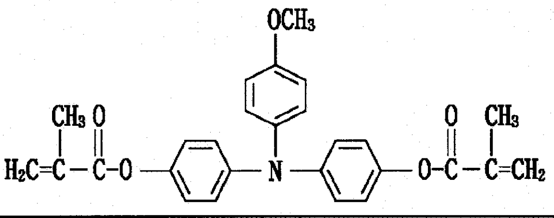
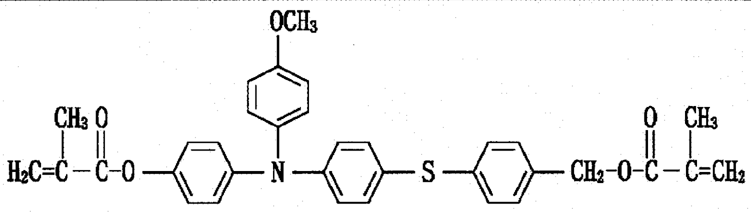
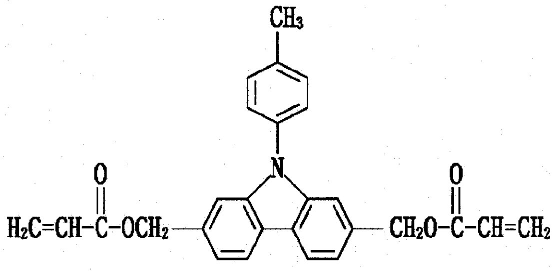
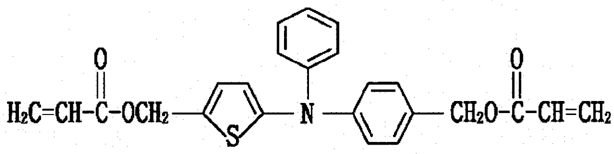
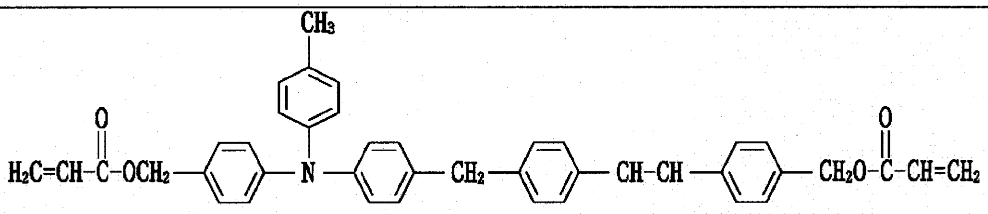
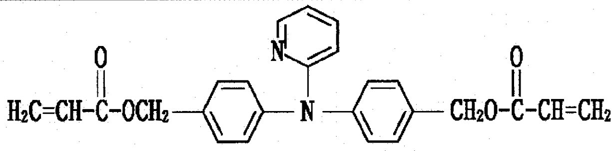
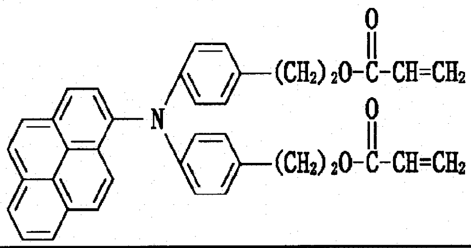
【００７９】

【表５】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 27 |  |
| 28 |  |
| 29 |  |
| 30 |  |
| 31 |  |
| 32 |  |
| 33 |  |

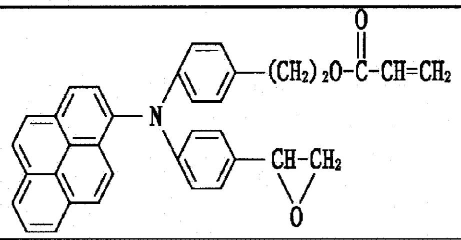
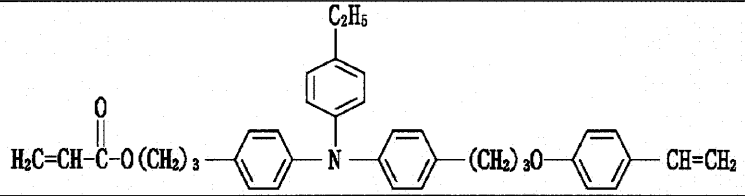
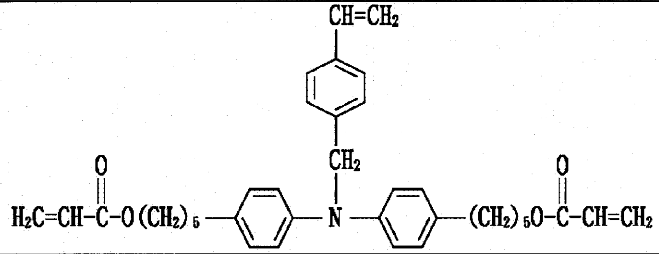
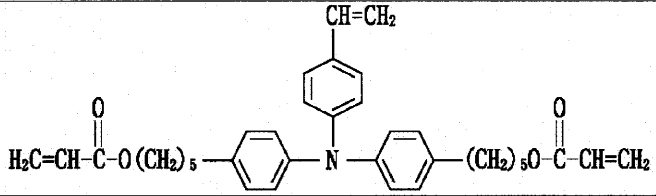
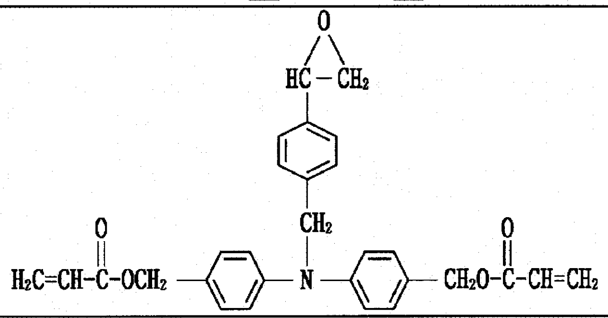
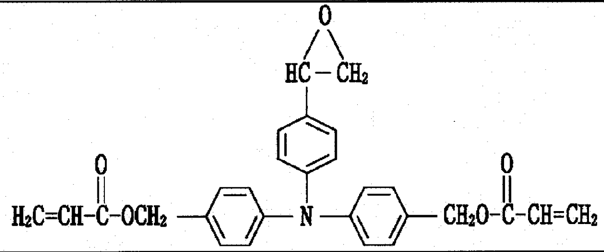
【００８０】

【表６】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 34 |  |
| 35 |  |
| 36 |  |
| 37 |  |
| 38 |  |
| 39 |  |
| 40 |  |

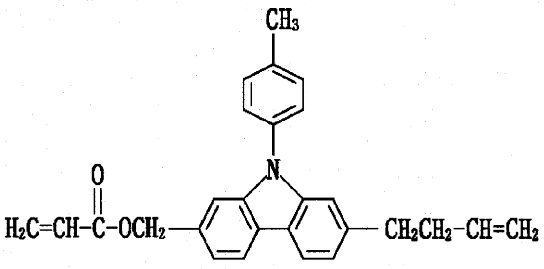
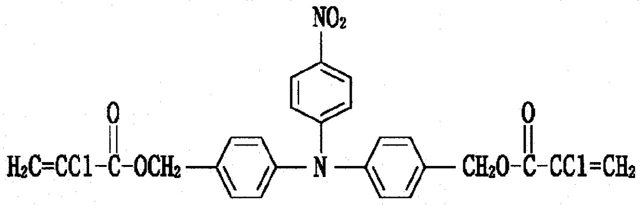
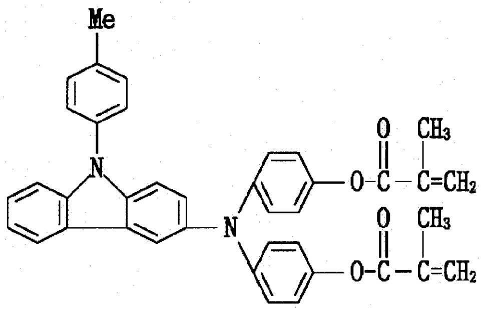
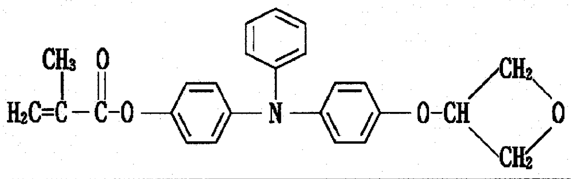
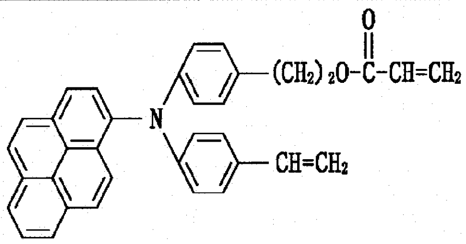
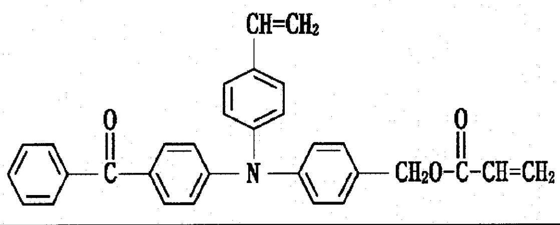
【００８１】

【表７】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 41 |  |
| 42 |  |
| 43 |  |
| 44 |  |
| 45 |  |
| 46 |  |

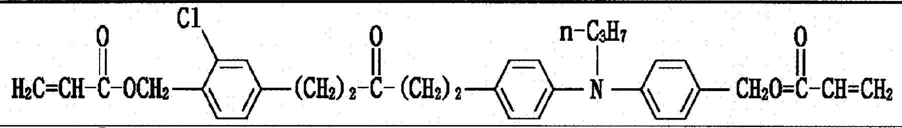
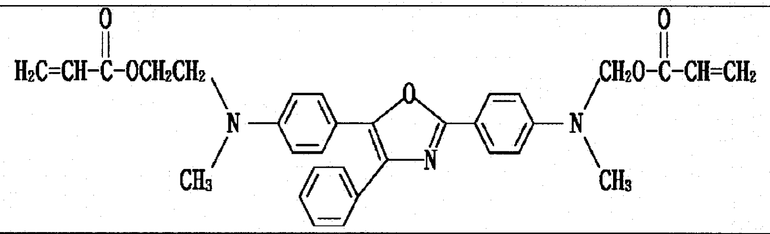
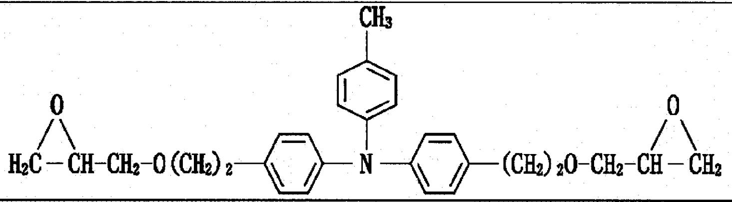
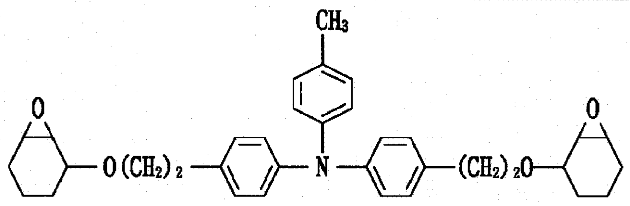
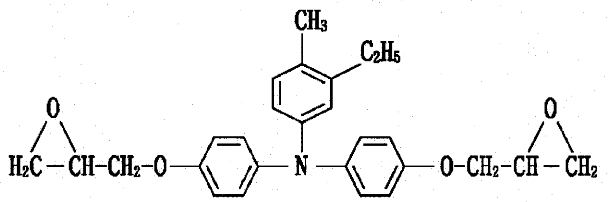
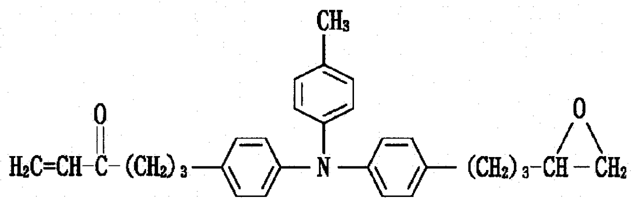
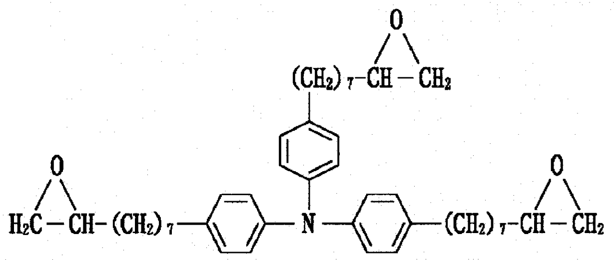
【００８２】

【表８】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 47 |  |
| 48 |  |
| 49 |  |
| 50 |  |
| 51 |  |
| 52 |  |

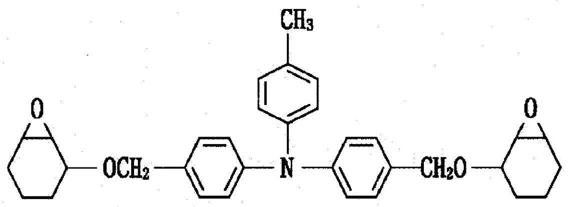
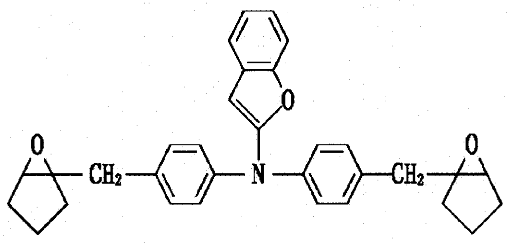
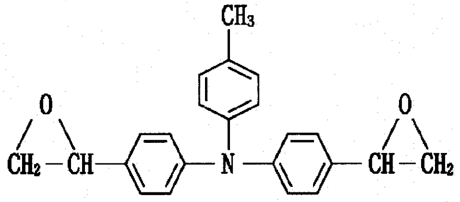
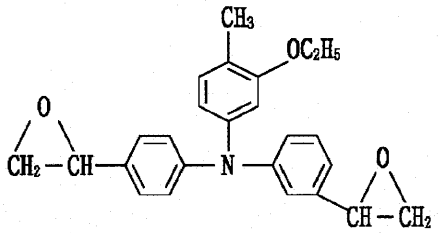
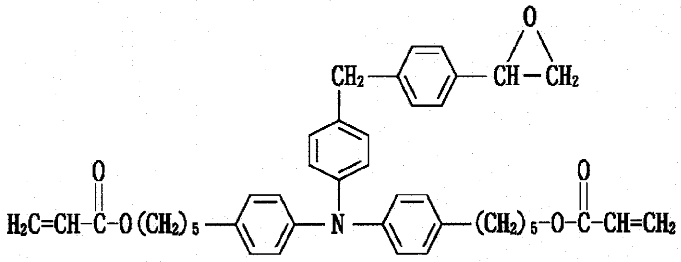
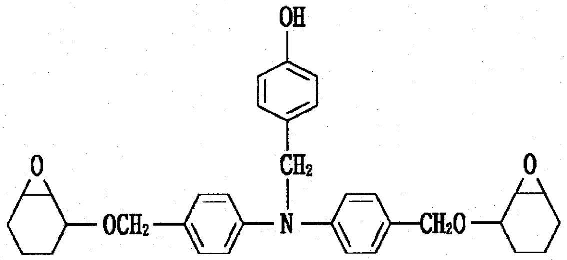
【００８３】

【表９】

| No. | 化合物例 |
| --- | --- |
| 53 |  |
| 54 |  |
| 55 |  |
| 56 |  |
| 57 |  |
| 58 |  |
| 59 |  |

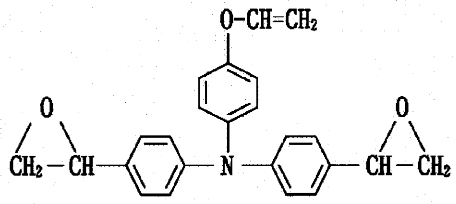
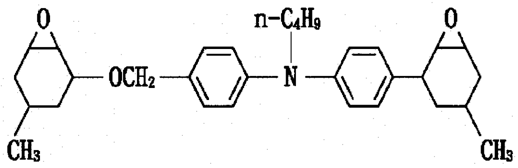
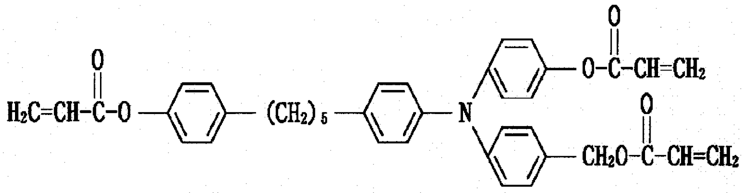
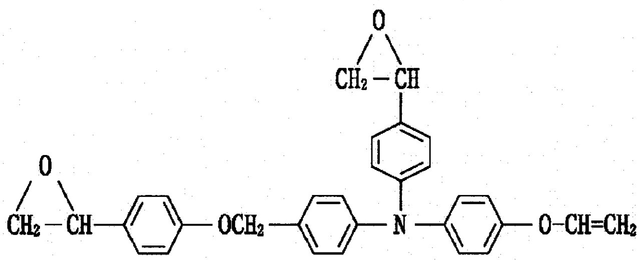
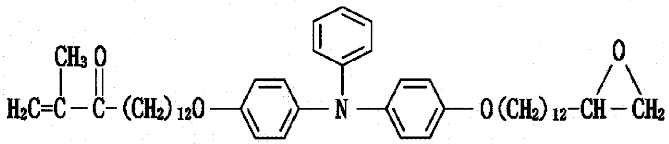
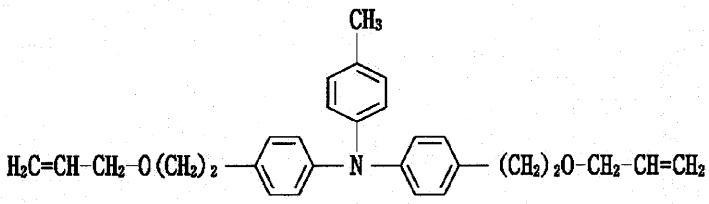
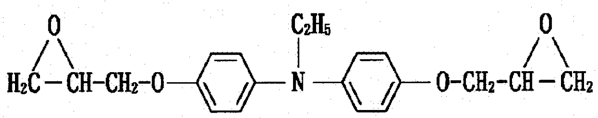
【００８４】

【表１０】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 60 |  |
| 61 |  |
| 62 |  |
| 63 |  |
| 64 |  |
| 65 |  |

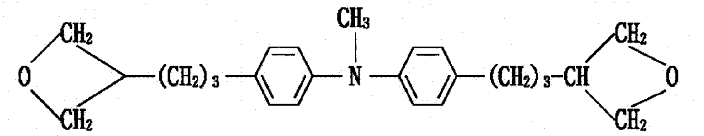
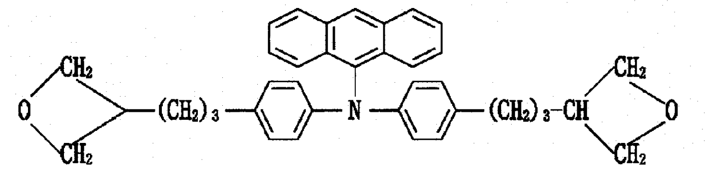
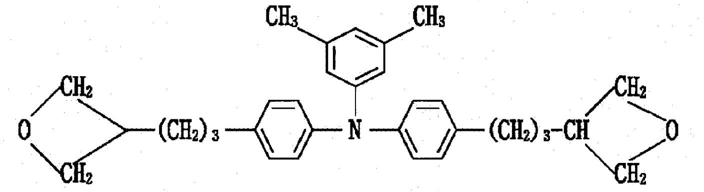
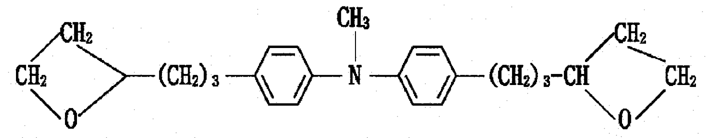
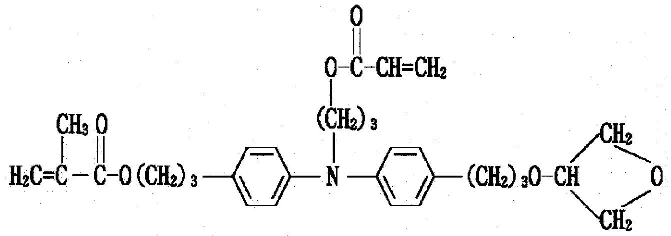
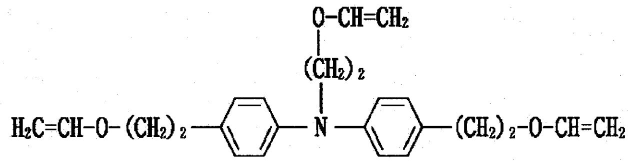
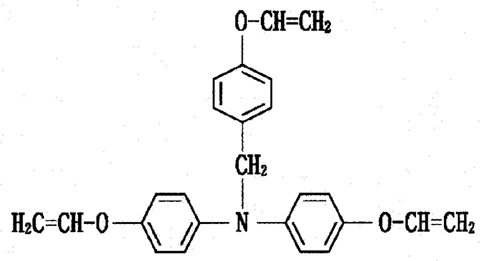
【００８５】

【表１１】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 66 |  |
| 67 |  |
| 68 |  |
| 69 |  |
| 70 |  |
| 71 |  |
| 72 |  |

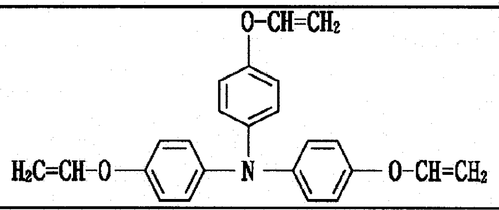
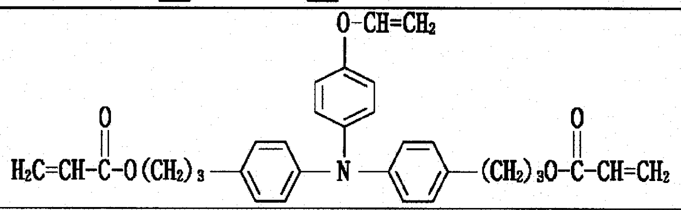
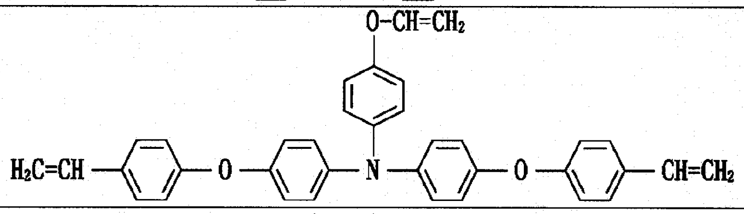
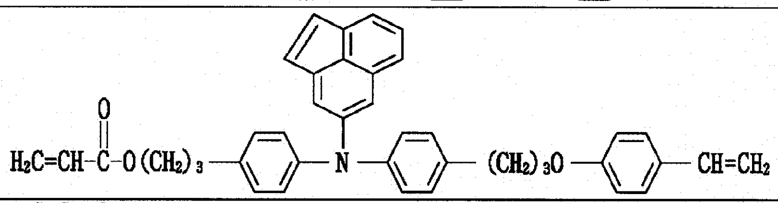
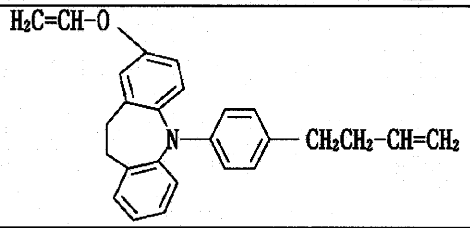
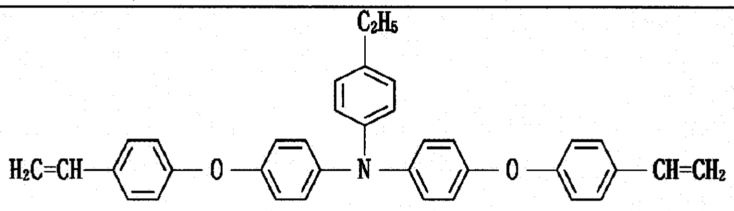
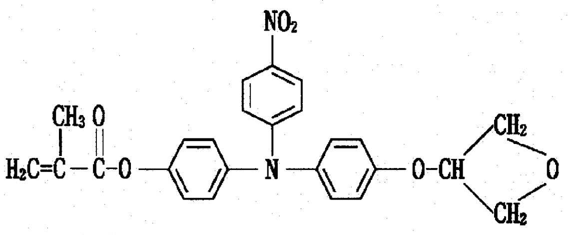
【００８６】

【表１２】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 73 |  |
| 74 |  |
| 75 |  |
| 76 |  |
| 77 |  |
| 78 |  |
| 79 |  |

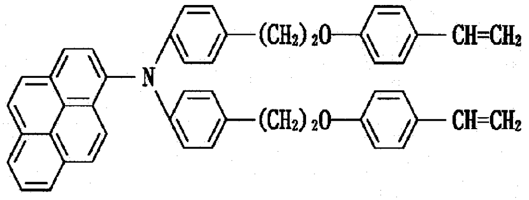
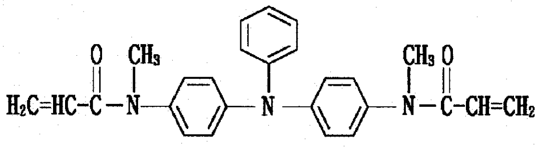
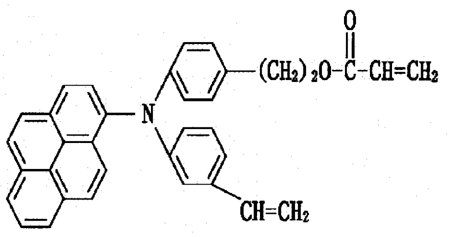
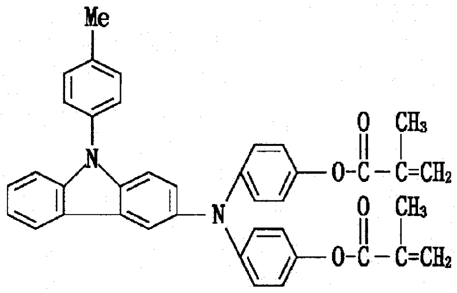
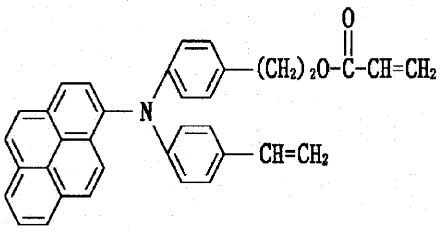
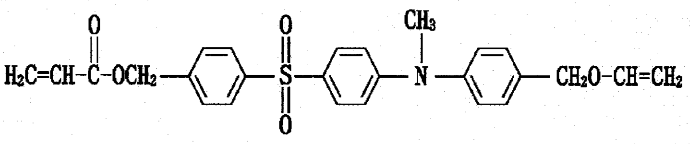
【００８７】

【表１３】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 80 |  |
| 81 |  |
| 82 |  |
| 83 |  |
| 84 |  |
| 85 |  |
| 86 |  |

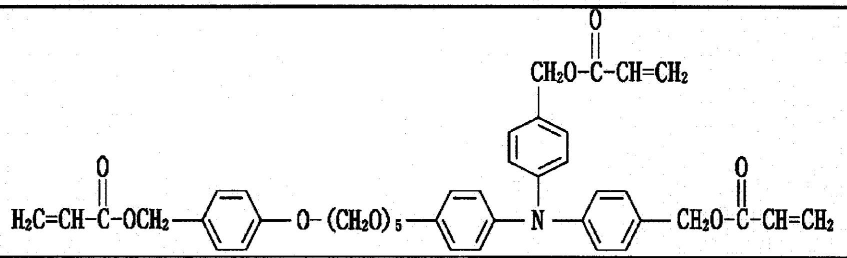
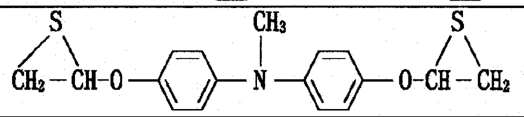
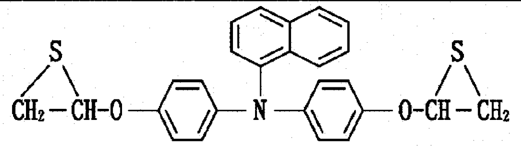
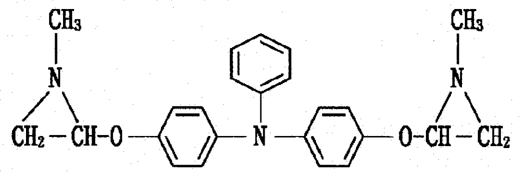
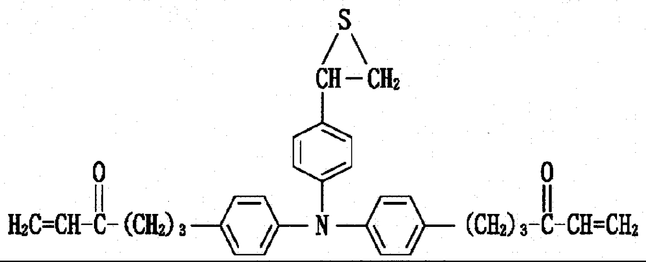
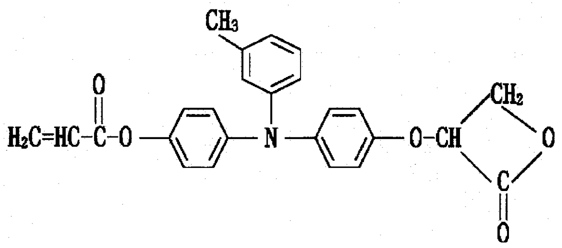
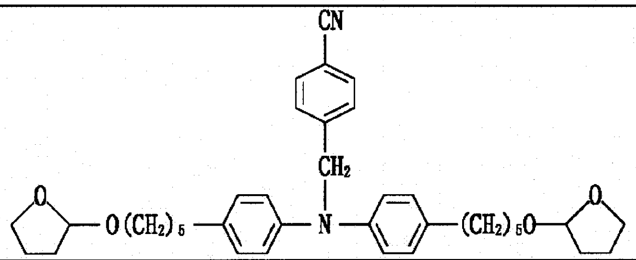
【００８８】

【表１４】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 87 |  |
| 88 |  |
| 89 |  |
| 90 |  |
| 91 |  |
| 92 |  |

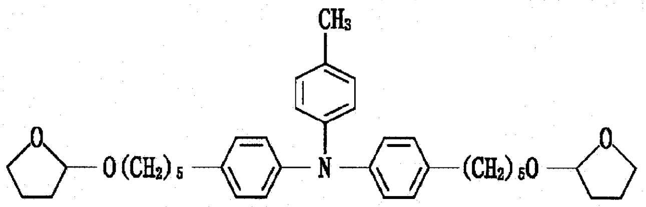
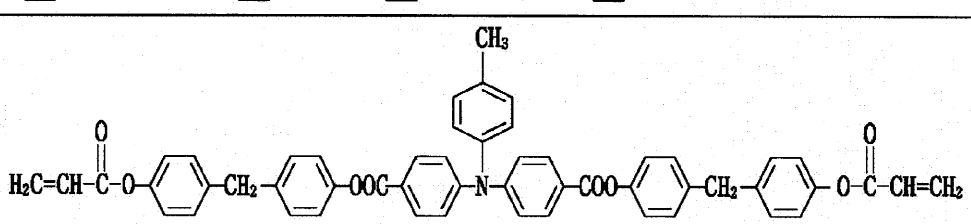
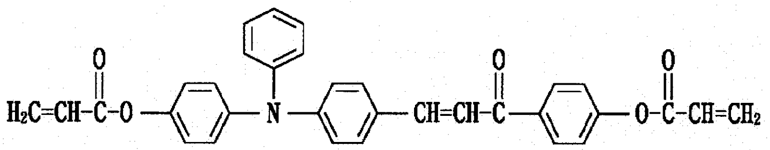
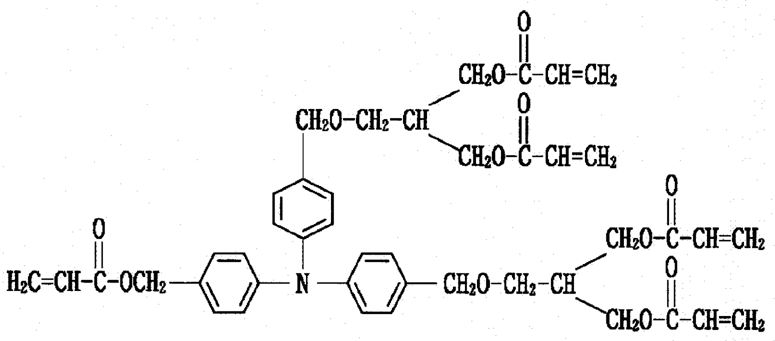
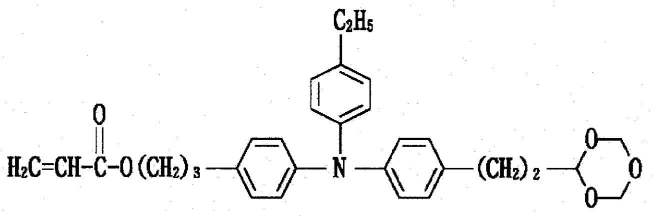
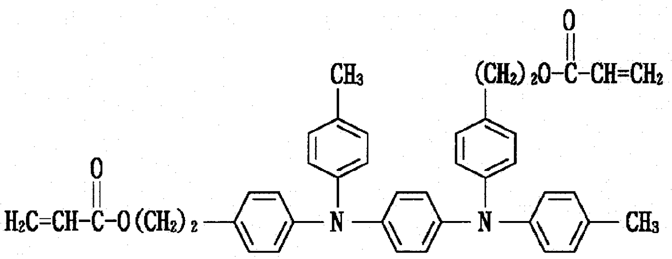
【００８９】

【表１５】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 93 |  |
| 94 |  |
| 95 |  |
| 96 |  |
| 97 |  |
| 98 |  |
| 99 |  |

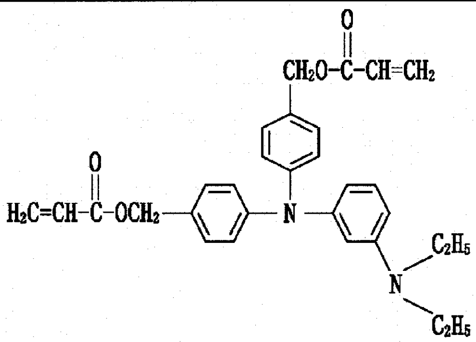
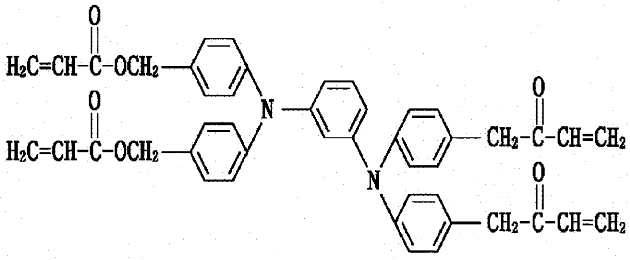
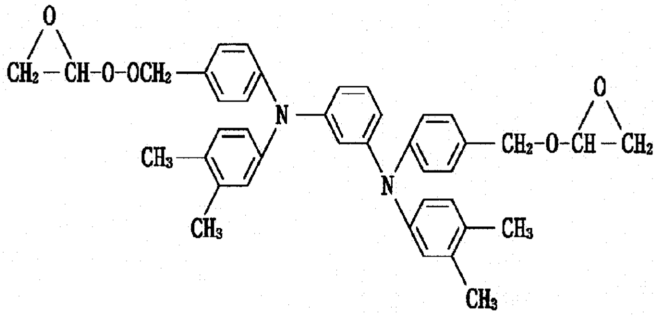
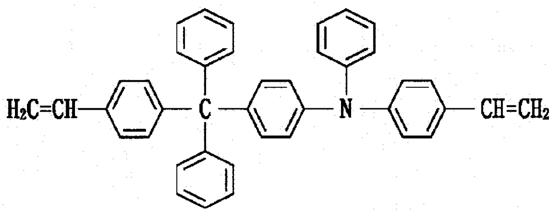
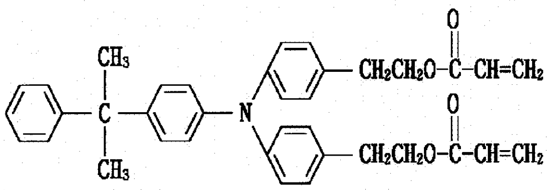
【００９０】

【表１６】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 100 |  |
| 101 |  |
| 102 |  |
| 103 |  |
| 104 |  |
| 105 |  |

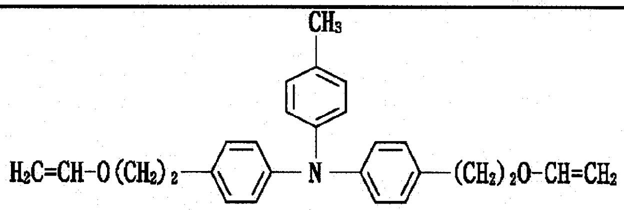
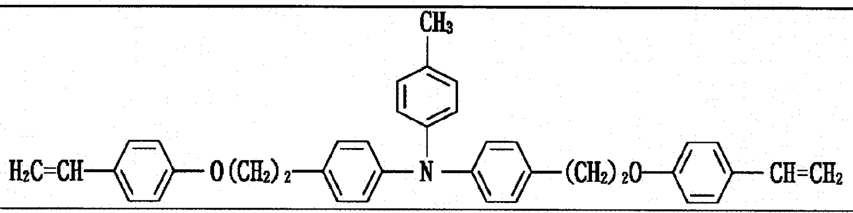
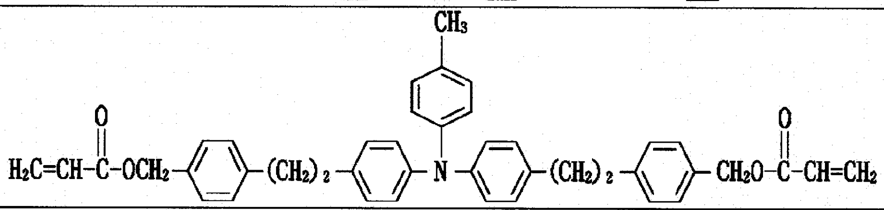
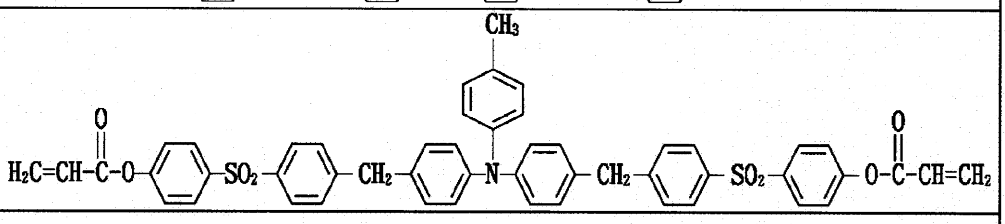
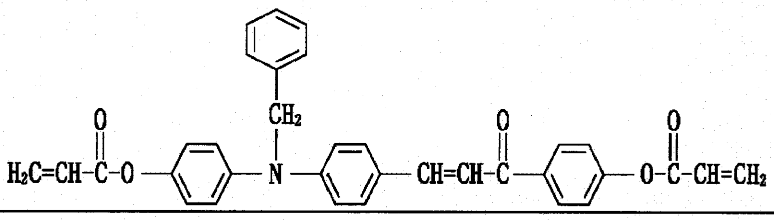
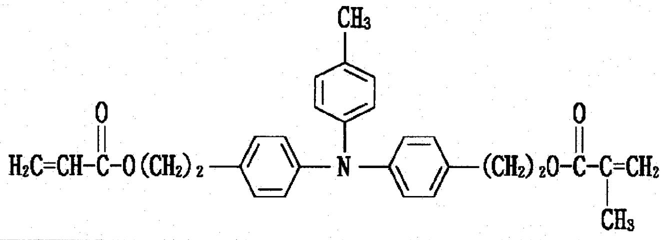
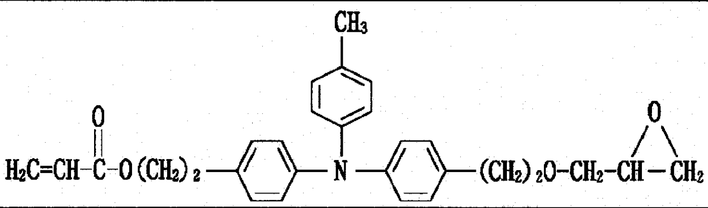
【００９１】

【表１７】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 106 |  |
| 107 |  |
| 108 |  |
| 109 |  |
| 110 |  |

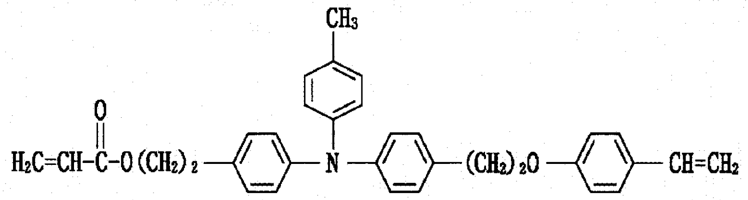
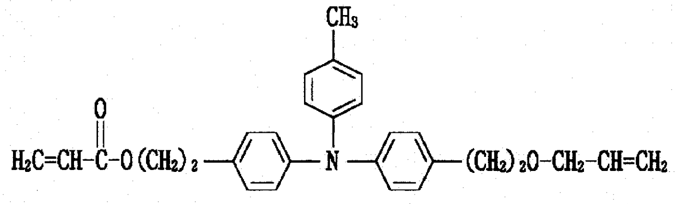
【００９２】

【表１８】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 111 |  |
| 112 |  |
| 113 |  |
| 114 |  |
| 115 |  |
| 116 |  |
| 117 |  |

【００９３】

【表１９】

| No. | 化合物例 |
|---|---|
| 118 |  |
| 119 |  |

【００９４】

本発明に用いられる連鎖重合性官能基を有する上記正孔輸送性化合物は、例えば特開２０００－６６４２４号公報、米国特許第６，１８０，３０３号に記載の方法により合成することが可能である。

【００９５】

次に、本発明の電子写真感光体について、表面層以外の層も含めてさらに詳しく説明する。上述のとおり、本発明の電子写真感光体は、支持体上に感光層を有する電子写真感光体である。感光層は、電荷輸送物質と電荷発生物質を同一の層に含有する単層型感光層であっても、電荷発生物質を含有する電荷発生層と電荷輸送物質を含有する電荷輸送層とに分離した積層型（機能分離型）感光層であってもよいが、電子写真特性の観点からは積層型感光層が好ましい。また、積層型感光層には、支持体側から電荷発生層、電荷輸送層の順に積層した順層型感光層と、支持体側から電荷輸送層、電荷発生層の順に積層した逆層型感光層があるが、電子写真特性の観点からは順層型感光層が好ましい。また、電荷発生層を積層構造としてもよく、また、電荷輸送層を積層構成としてもよい。

【００９６】

図４に、本発明の電子写真感光体の層構成の例を示す。

図４（ａ）に示される層構成の電子写真感光体は、支持体４１の上に電荷発生物質を含有する層（電荷発生層）４４１、電荷輸送物質を含有する層（第１の電荷輸送層）４４２が順に設けられており、さらにその上に表面層として、連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合させることによって形成した層（第２の電荷輸送層）４５が設けられている。

【００９７】

また、図４（ｂ）に示される層構成の電子写真感光体は、支持体４１の上に電荷発生物質と電荷輸送物質とを含有する層４４が設けられており、さらにその上に表面層として、連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合させることによって形成した層４５が設けられている。

【００９８】

また、図４（ｃ）に示される層構成の電子写真感光体は、支持体４１の上に電荷発生物質を含有する層（電荷発生層）４４１が設けられており、その上に表面層として連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合させることによって形成した層４５が直接設けられている。

【００９９】

また、図４（ｄ）～（ｉ）に示すように、支持体４１と電荷発生物質を含有する層（電荷発生層）４４１または電荷発生物質と電荷輸送物質とを含有する層４４との間に、バリ

ア機能や接着機能を有する中間層（「下引き層」とも呼ばれる。）４３や、干渉縞防止などを目的とする導電層４２などを設けてもよい。

【０１００】

その他、どのような層構成であっても、電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率が上記範囲にあるようにすればよいが、電子写真感光体の表面層を連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合させることによって形成した層とする場合は、図４（ａ）～（ｉ）に示される層構成のうち、図（ａ）、（ｄ）、（ｇ）で示される層構成が好ましい。

【０１０１】

支持体としては、導電性を示すもの（導電性支持体）であればよく、また、電子写真感光体の表面の硬度の測定に影響を与えないものであればよく、例えば、アルミニウム、銅、クロム、ニッケル、亜鉛、ステンレスなどの金属製（合金製）の支持体を用いることができる。また、アルミニウム、アルミニウム合金、酸化インジウム－酸化スズ合金などを真空蒸着によって被膜形成した層を有する上記金属製支持体やプラスチック製支持体を用いることもできる。また、カーボンブラック、酸化スズ粒子、酸化チタン粒子、銀粒子などの導電性粒子を適当な結着樹脂と共にプラスチックや紙に含浸した支持体や、導電性結着樹脂を有するプラスチック製の支持体などを用いることもできる。支持体の形状としては、円筒状（ドラム状）、ベルト状などが挙げられるが、円筒状が好ましい。

また、支持体の表面は、レーザー光などの散乱による干渉縞の防止などを目的として、切削処理、粗面化処理、アルマイト処理などを施してもよい。

上述のとおり、支持体と感光層（電荷発生層、電荷輸送層）または後述の中間層との間には、レーザー光などの散乱による干渉縞の防止や、支持体の傷の被覆を目的とした導電層を設けてもよい。

【０１０２】

導電層は、カーボンブラック、金属粒子、金属酸化物粒子などの導電性粒子を結着樹脂に分散させて形成することができる。導電層の膜厚は、１～４０μｍであることが好ましく、特には２～２０μｍであることがより好ましい。

【０１０３】

また、上述のとおり、支持体または導電層と感光層（電荷発生層、電荷輸送層）との間には、バリア機能や接着機能を有する中間層を設けてもよい。中間層は、感光層の接着性改良、塗工性改良、支持体からの電荷注入性改良、感光層の電気的破壊に対する保護などのために形成される。

【０１０４】

中間層は、ポリビニルアルコール、ポリ－Ｎ－ビニルイミダゾール、ポリエチレンオキシド、エチルセルロース、エチレン－アクリル酸共重合体、カゼイン、ポリアミド、Ｎ－メトキシメチル化６ナイロン、共重合ナイロン、にかわ、ゼラチンなどの材料を用いて形成することができる。中間層の膜厚は０．１～２μｍであることが好ましい。

【０１０５】

本発明の電子写真感光体に用いられる電荷発生物質としては、例えば、セレン－テルル、ピリリウム、チアピリリウム系染料、各種の中心金属および各種の結晶系（α、β、γ、ε、Ｘ型など）を有するフタロシアニン顔料や、アントアントロン顔料や、ジベンズピレンキノン顔料や、ピラントロン顔料や、モノアゾ、ジスアゾ、トリスアゾなどのアゾ顔料や、インジゴ顔料や、キナクリドン顔料や、非対称キノシアニン顔料や、キノシアニン顔料や、アモルファスシリコン（特開昭５４－１４３６４５号公報などに記載）などが挙げられる。これら電荷発生物質は１種のみ用いてもよく、２種以上用いてもよい。

【０１０６】

本発明の電子写真感光体に用いられる電荷輸送物質としては、上記の連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物以外に、例えば、ポリ－Ｎ－ビニルカルバゾール、ポリスチリルアントラセンなどの複素環や縮合多環芳香族を有する高分子化合物や、ピラゾリン、イミダゾール、オキサゾール、トリアゾール、カルバゾールなどの複素環化合物や、トリフ

ェニルメタンなどのトリアリールアルカン誘導体や、トリフェニルアミンなどのトリアリールアミン誘導体や、フェニレンジアミン誘導体や、Ｎ－フェニルカルバゾール誘導体や、スチルベン誘導体や、ヒドラゾン誘導体などが挙げられる。

【０１０７】

感光層を電荷発生層と電荷輸送層とに機能分離する場合、電荷発生層は、電荷発生物質を結着樹脂および溶剤と共に分散して得られる電荷発生層用塗布液を塗布し、乾燥することによって形成することができる。分散方法としては、ホモジナイザー、超音波分散機、ボールミル、振動ボールミル、サンドミル、ロールミル、アトライター、液衝突型高速分散機などを用いた方法が挙げられる。電荷発生物質と結着樹脂との割合は、１：０．３～１：４（質量比）の範囲が好ましい。また、上記電荷発生物質を単独で蒸着法などにより成膜し、電荷発生層とすることもできる。電荷発生層の膜厚は５μｍ以下であることが好ましく、特には０．１～２μｍであることがより好ましい。

【０１０８】

感光層を電荷発生層と電荷輸送層とに機能分離する場合、電荷輸送層、特に電子写真感光体の表面層でない電荷輸送層は、電荷輸送物質と結着樹脂を溶剤に溶解して得られる電荷輸送層用塗布液を塗布し、乾燥することによって形成することができる。また、上記電荷輸送物質のうち単独で成膜性を有するものは、結着樹脂を用いずにそれ単独で成膜し、電荷輸送層とすることもできる。電荷輸送物質と結着樹脂との割合は、２：８～１０：０（質量比）の範囲が好ましく、特には３：７～１０：０（質量比）の範囲がより好ましい。電荷輸送物質の量が少なすぎると、電荷輸送能が低下し、感度低下や残留電位上昇が生じる場合がある。

【０１０９】

電荷輸送層、特に電子写真感光体の表面層でない電荷輸送層の膜厚は１～５０μｍであることが好ましく、１～３０μｍであることがより好ましく、３～３０μｍであることがさらに好ましく、３～２０μｍであることが特に好ましい。

【０１１０】

電荷輸送物質と電荷発生物質を同一の層に含有させる場合、該層は、上記電荷発生物質および上記電荷輸送物質を結着樹脂および溶剤と共に分散して得られる該層用の塗布液を塗布し、乾燥することによって形成することができる。

【０１１１】

感光層（電荷輸送層、電荷発生層）に用いられる結着樹脂としては、例えば、スチレン、酢酸ビニル、塩化ビニル、アクリル酸エステル、メタクリル酸エステル、フッ化ビニリデン、トリフルオロエチレンなどのビニル化合物の重合体または共重合体や、ポリビニルアルコール樹脂や、ポリビニルアセタール樹脂や、ポリビニルブチラール樹脂や、ポリカーボネート樹脂や、ポリアリレート樹脂や、ポリエステル樹脂や、ポリスルホン樹脂や、ポリフェニレンオキサイド樹脂や、ポリウレタン樹脂や、セルロース樹脂や、フェノール樹脂や、メラミン樹脂や、ケイ素樹脂や、エポキシ樹脂などが挙げられる。これらは単独、混合または共重合体として１種または２種以上用いることができる。

【０１１２】

次に、本発明に用いられる中間転写体についてより詳細に説明する。

中間転写体の成形用原料のうち主たる材料である樹脂は、成形性の観点から熱可塑性樹脂が好ましいが、中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率が上記範囲になるように選択すれば特に制約はない。樹脂としては、例えば、ポリエチレンやポリプロピレンなどのオレフィン樹脂や、ポリスチレン樹脂や、アクリル樹脂や、ポリエステル樹脂や、ポリカーボネート樹脂や、ポリサルホンやポリエーテルサルホンやポリフェニレンサルファイドなどの硫黄含有樹脂や、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）やポリエチレン－四フッ化エチレン共重合体（ＥＴＦＥ）やポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）などのフッ素含有樹脂や、ポリウレタン樹脂や、シリコーン樹脂や、ケトン樹脂や、ポリ塩化ビニリデンや、熱可塑性ポリイミド樹脂や、ポリアミド樹脂や、変性ポリフェニレンオキサイド樹脂など、また、これらの各種変性樹脂などが挙げられる。これらは単

独、混合または共重合体として１種または２種以上用いることができる。

【０１１３】

中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率を制御するために、ゴムなどの弾性体を単独でまたは上記樹脂と混合して使用してもよい。例えば、ＣＲゴム（クロロプレンゴム）やフッ素ゴムやシリコーンゴムなどを使用することができる。

【０１１４】

また、中間転写体の電気抵抗値を調整するために、導電剤を用いることができる。導電剤としては、例えば、カーボンブラックや導電性金属酸化物などの導電性フィラーや、金属塩やグリコール類などの低分子量のイオン導電剤や、エーテル結合や水酸基などを分子内に含んだ帯電防止樹脂や、電子導電性を示す有機高分子化合物などが挙げられる。導電剤を用いる場合、樹脂と導電剤との分散状態が重要である。粒子の凝集や一部成分の極端な分離が生じないよう、材料と分散手段を適宜選択する必要がある。

【０１１５】

上記のような材料を適宜選択することによって、中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率を調整することができるが、さらに、中間転写体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率を調整する方法として、マイカ、カオリン類、ベントナイト、酸性白土、硫酸バリウム、酸化亜鉛、その他各種ウィスカーなどの無機フィラーを混合する方法が好ましい。これらは単独または混合して１種または２種以上用いることができる。中間転写体の形状としては、円筒状（ドラム状）、ベルト状などが挙げられるが、ベルト状が好ましい。

【０１１６】

次に、本発明の電子写真装置についてより詳細に説明する。

本発明の電子写真装置は、上述したような、表面が特定のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率を有する電子写真感光体、ならびに、表面が特定のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率を有する中間転写体を有することを特徴とする。

【０１１７】

図５は、本発明の電子写真装置の一例を示す模式的断面図である。

図５に示す構成の電子写真装置は、イエロー、マゼンタ、シアンおよびブラックの４色のトナーを用いてカラー画像を形成するカラー電子写真装置であり、第１の画像形成ユニットＳａ、第２の画像形成ユニットＳｂ、第３の画像形成ユニットＳｃ、および、第４の画像形成ユニットＳｄを有している。

【０１１８】

画像形成ユニットＳａ～Ｓｄは、それぞれ、円筒状（ドラム状）の電子写真感光体（以下「感光ドラム」ともいう。）１ａ、１ｂ、１ｃおよび１ｄと、感光ドラム１ａ～１ｄの周囲に配置された、一次帯電器（帯電手段）３ａ、３ｂ、３ｃおよび３ｄ、露光装置（露光手段）４ａ、４ｂ、４ｃおよび４ｄ、現像器（現像手段）５ａ、５ｂ、５ｃおよび５ｄ、ならびに、クリーニング装置（クリーニング手段）７ａ、７ｂ、７ｃおよび７ｄとを有している。感光ドラム１ａ～１ｄは、図中反時計周りに所定の周速度（プロセススピード）をもって回転駆動される。

【０１１９】

感光ドラム１ａ～１ｄの表面はその回転過程で、一次帯電器３ａ～３ｄにより、所定の極性・電位に一様に帯電処理される。次いで、露光装置４ａ～４ｄ（カラー原稿画像の色分解・結像露光光学系、画像情報の時系列電気デジタル画素信号に対応して変調されたレーザービームを出力するレーザースキャナによる走査露光系など）からの露光光（画像露光光）を受けることにより、目的とするカラー画像の各色成分像（イエロー成分像、マゼンタ成分像、シアン成分像およびブラック成分像）に対応した静電潜像が、それぞれ、感光ドラム１ａ～１ｄの表面に形成される。

【０１２０】

次いで、感光ドラム１ａの表面の静電潜像が、現像器５ａ（ブラック現像器５ａ）により、ブラックトナーにより現像される。また、イエロー現像器５ｂ、マゼンタ現像器５ｃ

、シアン現像器５ｄも作動して、それぞれ、感光ドラム１ｂ～１ｄの表面にイエロー、マゼンタ、シアンのトナー像を形成する。

【０１２１】

ベルト状の中間転写体（以下「中間転写ベルト」ともいう。）１１は、それぞれ感光ドラム１ａ～１ｄに対向する一次転写ローラー（一次転写部材）６ｐａ、６ｐｂ、６ｐｃおよび６ｐｄにより、感光ドラム１ａ～１ｄに所定の押圧力をもって当接され、感光ドラム１ａ～１ｄおよび一次転写ローラー６ｐａ～６ｐｄの回転に伴い、図中時計周りに感光ドラム１ａ～１ｄと同じ周速度で回転駆動される。１２は二次転写対向ローラー１３とともに中間転写ベルト１１を張架する張架ローラーである。

【０１２２】

感光ドラム１ａの表面に形成された上記のブラックトナー像は、感光ドラム１ａと中間転写ベルト１１との当接部を通過する過程で、一次転写ローラー６ｐａから中間転写ベルト１１に印加される一次転写バイアスにより形成される電界により、中間転写ベルト１１の表面に一次転写されていく。イエロートナー像、マゼンタトナー像、シアントナー像も同様に、それぞれ、感光ドラム１ｂ～１ｄから順次中間転写ベルト１１の表面に重ね合わせて転写され、目的のカラー画像に対応した合成トナー像が形成される。

【０１２３】

一次転写バイアスは、トナーとは逆極性である。トナーの極性が負の場合、一次転写バイアスは＋１００Ｖ～２ｋＶの範囲が好適である。

【０１２４】

一次転写を終えた感光ドラム１ａ～１ｄの表面は、それぞれ、クリーニング装置７ａ～７ｄによりクリーニングされる。

【０１２５】

二次転写ローラー（二次転写部材）６ｓは、二次転写対向ローラー１３に平行に軸受させて中間転写ベルト１１の下面部から、中間転写ベルト１１に当接配置される。

【０１２６】

転写材Ｐは、給紙カセットＣＰから転写材ガイドを通って、中間転写ベルト１１と二次転写ローラー６ｓとの当接部に所定のタイミングで給送される。また、二次転写バイアスが二次転写ローラー６ｓに印加される。この二次転写バイアスにより中間転写ベルト１１から転写材Ｐへ合成トナー像が二次転写される。

【０１２７】

二次転写を終えた中間転写ベルト１１の表面は、中間転写ベルト用クリーニング装置７ｉによりクリーニングされる。

【０１２８】

合成トナー像の転写を受けた転写材Ｐは定着器８へ導入され、合成トナー像は転写材Ｐ上に加熱定着される。

【実施例】

【０１２９】

以下に、具体的な実施例を挙げて本発明をさらに詳細に説明する。ただし、本発明はこれらに限定されるものではない。なお、実施例中の「部」は「質量部」を意味する。

【０１３０】

（電子写真感光体の製造例１）

直径８４ｍｍ、長さ３７０ｍｍのアルミニウムシリンダーの表面をホーニング処理し、超音波洗浄したものを支持体とした。

次に、Ｎ－メトキシメチル化６ナイロン５部をメタノール９５部に溶解させることによって、中間層用塗布液を調製した。

この中間層用塗布液を、支持体上に浸漬塗布し、２０分間１００℃で乾燥させることによって、膜厚が０．６μｍの中間層を形成した。

次に、ＣｕＫα特性Ｘ線回折におけるブラッグ角２θ±０．２°の９．０°、１４．２°、２３．９°および２７．１°に強いピークを有するオキシチタニウムフタロシアニン

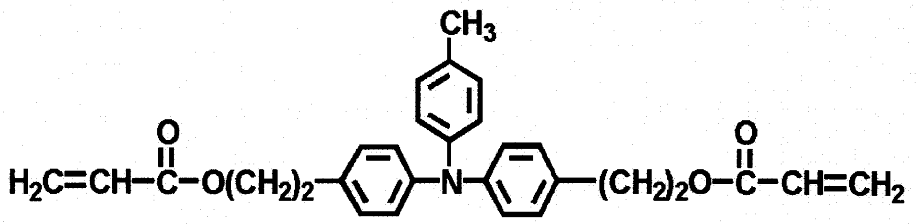
結晶（電荷発生物質）３部、ポリビニルブチラール樹脂（商品名：エスレックＢＭ２、積水化学（株）製）３部、および、シクロヘキサノン３５部を、直径１ｍｍのガラスビーズを用いたサンドミル装置で２時間分散した後、これに酢酸エチル６０部を加えることによって、電荷発生層用塗布液を調製した。

この電荷発生層用塗布液を、中間層上に浸漬塗布し、１０分間５０℃で乾燥させることによって、膜厚が０．２μｍの電荷発生層を形成した。

次に、下記式（Ｅ－１）

【０１３１】

【化１０】



(E-1)

【０１３２】

で示される構造を有する正孔輸送性化合物６０部を、モノクロロベンゼン３０部／ジクロロメタン３０部の混合溶剤に溶解させることによって、電荷輸送層用塗布液を調製した。

この電荷輸送層用塗布液を、電荷発生層上に浸漬塗布した。

次に、電荷発生層上に塗布した電荷輸送層用塗布液に、酸素濃度１０ｐｐｍの雰囲気下で加速電圧１５０ｋＶ、照射線量４Ｍｒａｄの条件で電子線を照射し、その後、同雰囲気下で電子写真感光体（＝電子線の被照射体）の温度が１００℃になる条件で１０分間加熱処理を行い、膜厚１５μｍの電荷輸送層を形成した。

このようにして、支持体上に中間層、電荷発生層および電荷輸送層をこの順に有し、該電荷輸送層が表面層である電子写真感光体１を作製した。

電子写真感光体１は合計７個用意し、うち１つを表面物性（ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率）測定用とした。

【０１３３】

（電子写真感光体の製造例２）

電荷輸送層用塗布液に電子線を照射する際の照射線量を４Ｍｒａｄから８Ｍｒａｄに変更した以外は、電子写真感光体１と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体２とした。電子写真感光体２は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１３４】

（電子写真感光体の製造例３）

電荷輸送層用塗布液に電子線を照射する際の照射線量を４Ｍｒａｄから２０Ｍｒａｄに変更した以外は、電子写真感光体１と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体３とした。電子写真感光体３は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１３５】

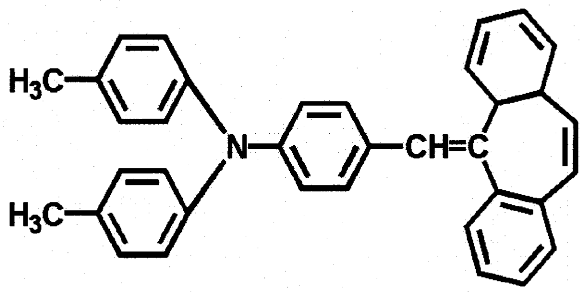
（電子写真感光体の製造例４）

電子写真感光体１と同様にして、支持体上に中間層および電荷発生層を形成した。

次に、下記式（Ｅ－２）

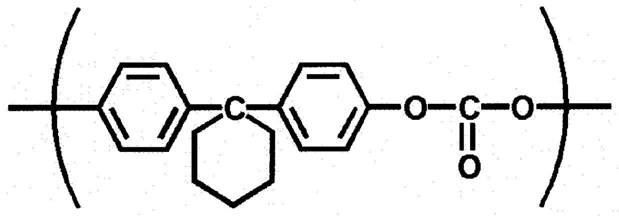
【０１３６】

【化１１】



(E-2)

【０１３７】
で示される構造を有するスチリル化合物１０部、および、下記式（Ｅ－３）
【０１３８】
【化１２】



(E-3)

【０１３９】
で示される繰り返し構造単位を有するポリカーボネート樹脂（粘度平均分子量（Ｍｖ）：２００００）１０部を、モノクロロベンゼン５０部／ジクロロメタン３０部の混合溶剤に溶解させることによって、第１電荷輸送層用塗布液を調製した。

この第１電荷輸送層用塗布液を、電荷発生層上に浸漬塗布し、１時間１２０℃で乾燥させることによって、膜厚が２０μｍの第１電荷輸送層を形成した。

次に、上記式（Ｅ－１）で示される構造を有する正孔輸送性化合物６０部を、モノクロロベンゼン５０部／ジクロロメタン５０部の混合溶剤に溶解させることによって、第２電荷輸送層用塗布液を調製した。

この第２電荷輸送層用塗布液を、第１電荷輸送層上にスプレーコーティングした。

次に、第１電荷輸送層層上に塗布した第２電荷輸送層用塗布液に、酸素濃度１０ｐｐｍの雰囲気下で加速電圧１５０ｋＶ、照射線量４Ｍｒａｄの条件で電子線を照射し、その後、同雰囲気下で電子写真感光体（＝電子線の被照射体）の温度が１００℃になる条件で１０分間加熱処理を行い、膜厚５μｍの第２電荷輸送層を形成した。

このようにして、支持体上に中間層、電荷発生層、第１電荷輸送層および第２電荷輸送層をこの順に有し、該第２電荷輸送層が表面層である電子写真感光体４を作製した。

電子写真感光体４は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１４０】
（電子写真感光体の製造例５）

第２電荷輸送層用塗布液に電子線を照射する際の照射線量を４Ｍｒａｄから８Ｍｒａｄに変更した以外は、電子写真感光体４と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体５とした。電子写真感光体５は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１４１】
（電子写真感光体の製造例６）

第２電荷輸送層用塗布液に電子線を照射する際の照射線量を４Ｍｒａｄから２０Ｍｒａｄに変更した以外は、電子写真感光体４と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体６とした。電子写真感光体６は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用

とした。

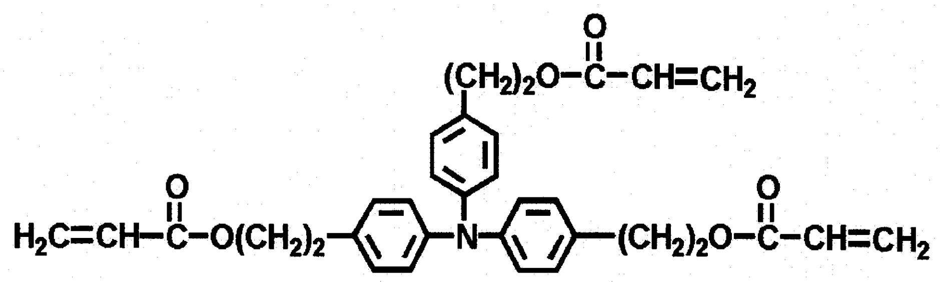
【０１４２】

（電子写真感光体の製造例７）

第２電荷輸送層に用いた正孔輸送性化合物を上記式（Ｅ－１）で示される構造を有する正孔輸送性化合物から下記式（Ｅ－４）

【０１４３】

【化１３】



(E-4)

【０１４４】

で示される構造を有する正孔輸送性化合物に変更した以外は、電子写真感光体４と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体７とした。電子写真感光体７は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１４５】

（電子写真感光体の製造例８）

第２電荷輸送層に用いた正孔輸送性化合物を上記式（Ｅ－１）で示される構造を有する正孔輸送性化合物から上記式（Ｅ－４）で示される構造を有する正孔輸送性化合物に変更した以外は、電子写真感光体５と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体８とした。電子写真感光体８は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１４６】

（電子写真感光体の製造例９）

第２電荷輸送層に用いた正孔輸送性化合物を上記式（Ｅ－１）で示される構造を有する正孔輸送性化合物から上記式（Ｅ－４）で示される構造を有する正孔輸送性化合物に変更した以外は、電子写真感光体６と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体９とした。電子写真感光体９は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

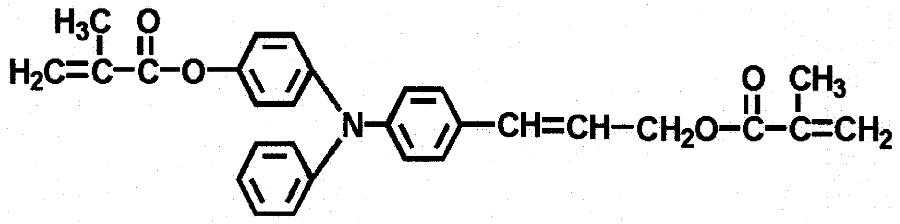
【０１４７】

（電子写真感光体の製造例１０）

電荷輸送層に用いた正孔輸送性化合物を上記式（Ｅ－１）で示される構造を有する正孔輸送性化合物から下記式（Ｅ－５）

【０１４８】

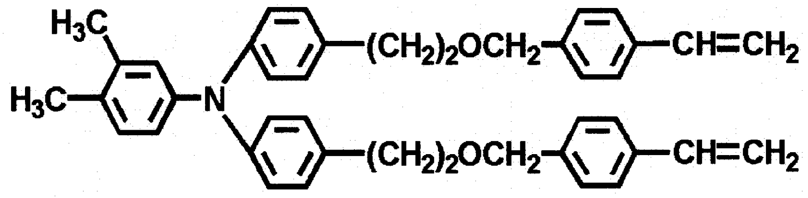
【化１４】

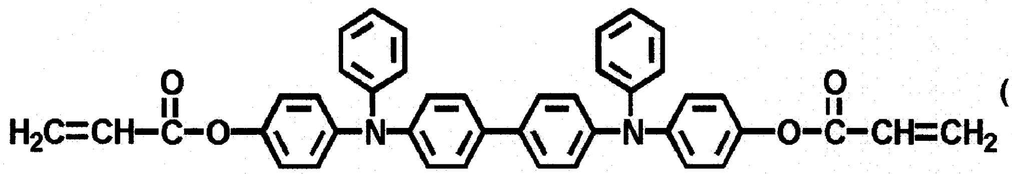


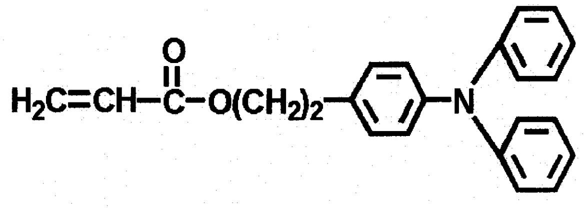
(E-5)

【０１４９】

で示される構造を有する正孔輸送性化合物に変更した以外は、電子写真感光体１と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体１０とした。電子写真感光体１０は

合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。
【０１５０】
（電子写真感光体の製造例１１）
電荷輸送層に用いた正孔輸送性化合物を上記式（Ｅ－１）で示される構造を有する正孔輸送性化合物から下記式（Ｅ－６）
【０１５１】
【化１５】

(E-6)

【０１５２】
で示される構造を有する正孔輸送性化合物に変更した以外は、電子写真感光体１と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体１１とした。電子写真感光体１１は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。
【０１５３】
（電子写真感光体の製造例１２）
電荷輸送層に用いた正孔輸送性化合物を上記式（Ｅ－１）で示される構造を有する正孔輸送性化合物から下記式（Ｅ－７）
【０１５４】
【化１６】

(E-7)

【０１５５】
で示される構造を有する正孔輸送性化合物に変更した以外は、電子写真感光体１と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体１２とした。電子写真感光体１２は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。
【０１５６】
（電子写真感光体の製造例１３）
第２電荷輸送層用塗布液を以下のように調製したものに変更した以外は、電子写真感光体７と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体１３とした。
すなわち、上記式（Ｅ－４）で示される構造を有する正孔輸送性化合物４０部、および、下記式（Ｅ－８）
【０１５７】
【化１７】

(E-8)

【０１５８】

で示される構造を有する正孔輸送性化合物２０部を、モノクロロベンゼン５０部／ジクロロメタン５０部の混合溶剤に溶解させることによって、電子写真感光体１３の第２電荷輸送層用塗布液を調製した。電子写真感光体１３は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１５９】

（電子写真感光体の製造例１４）

電荷輸送層用塗布液を以下のように調製したものに変更した以外は、電子写真感光体１と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体１４とした。

すなわち、まず、ポリテトラフルオロエチレン樹脂粒子（商品名：ルブロンＬ－２、ダイキン工業（株）製）５部およびモノクロロベンゼン５０部を、ガラスビーズを用いたサンドミル装置で分散した。これに、上記式（Ｅ－１）で示される構造を有する正孔輸送性化合物６０部およびジクロロメタン５０部を加えて、上記式（Ｅ－１）で示される構造を有する正孔輸送性化合物を溶解させた後、さらにジクロロメタン３０部を加えることによって、電子写真感光体１４の電荷輸送層用塗布液を調製した。電子写真感光体１４は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１６０】

（電子写真感光体の比較製造例１）

電荷輸送層用塗布液に電子線を照射した後の加熱処理を行わなかった以外は、電子写真感光体１と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体Ｃ１とした。電子写真感光体Ｃ１は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１６１】

（電子写真感光体の比較製造例２）

電荷輸送層用塗布液に電子線を照射した後の加熱処理を行わなかった以外は、電子写真感光体２と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体Ｃ２とした。電子写真感光体Ｃ２は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１６２】

（電子写真感光体の比較製造例３）

第２電荷輸送層用塗布液に電子線を照射した後の加熱処理を行わなかった以外は、電子写真感光体９と同様にして電子写真感光体を作製し、これを電子写真感光体Ｃ３とした。電子写真感光体Ｃ３は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１６３】

（電子写真感光体の比較製造例４）

電子写真感光体１と同様にして、支持体上に中間層および電荷発生層を形成した。

次に、上記式（Ｅ－２）で示される構造を有するスチリル化合物１０部、および、上記式（Ｅ－３）で示される繰り返し構造単位を有するポリカーボネート樹脂（粘度平均分子量（Ｍｖ）：２００００）１０部を、モノクロロベンゼン５０部／ジクロロメタン３０部の混合溶剤に溶解させることによって、電荷輸送層用塗布液を調製した。

この電荷輸送層用塗布液を、電荷発生層上に浸漬塗布し、１時間１２０℃で乾燥させることによって、膜厚が３０μｍの電荷輸送層を形成した。

このようにして、支持体上に中間層、電荷発生層および電荷輸送層をこの順に有し、該電荷輸送層が表面層である電子写真感光体Ｃ４を作製した。電子写真感光体Ｃ４は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１６４】

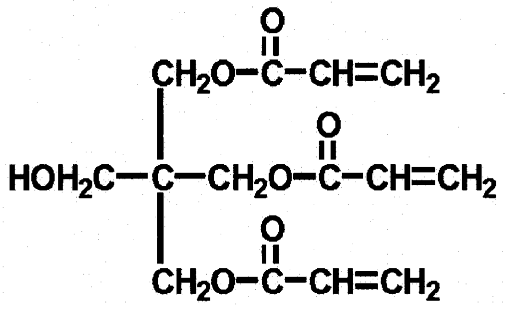
（電子写真感光体の比較製造例５）

電子写真感光体１と同様にして、支持体上に中間層、電荷発生層および電荷輸送層を形成した。次に、平均粒径０．０２μｍのアンチモン含有酸化スズ微粒子（商品名：Ｔ－１、三菱マテリアル（株）製）１００部、（３，３，３－トリフルオロプロピル）トリメトキシシラン（信越化学（株）製）３０部、および、９５％エタノール－５％水溶液３００部を混合した溶液をミリング装置で１時間分散し、分散後の溶液を濾過し、エタノールで

洗浄後乾燥し、１２０℃で１時間加熱することにより、上記アンチモン含有酸化スズ微粒子の表面を処理した。次に、下記式（Ｅ－１０）

【０１６５】

【化１８】



(E-10)

【０１６６】

で示される構造を有する硬化系アクリルモノマー（光重合性モノマー）２５部、２，２－ジメトキシ－２－フェニルアセトフェノン（光重合開始剤）５部、上記表面処理後のアンチモン含有酸化スズ微粒子５０部、および、エタノール３００部を、サンドミル装置で９６時間分散した後、これにポリテトラフルオロエチレン樹脂粒子（商品名：ルブロンＬ－２、ダイキン工業（株）製）２０部を加えて、さらにサンドミル装置で８時間分散することによって、保護層用塗布液を調製した。

この保護層用塗布液を、電荷輸送層上に浸漬塗布し、１０分間５０℃で乾燥後、メタルハライドランプにて１０００ｍＷ／ｃｍ$^2$の光強度の紫外線を３０秒間照射することによって、膜厚が３μｍの保護層を形成した。このようにして、支持体上に中間層、電荷発生層、電荷輸送層および保護層をこの順に有し、該保護層が表面層である電子写真感光体Ｃ５を作製した。

【０１６７】

（電子写真感光体の比較製造例６）

電子写真感光体４と同様にして、支持体上に中間層、電荷発生層および第１電荷輸送層を形成した。次に、上記式（Ｅ－３）で示される繰り返し構造単位を有するポリカーボネート樹脂（粘度平均分子量（Ｍｖ）：２００００）１０部を、モノクロロベンゼン１００部／ジクロロメタン６０部の混合溶剤に溶解させ、これに疎水性シリカ粒子１部を混合・分散することによって、保護層用塗布液を調製した。

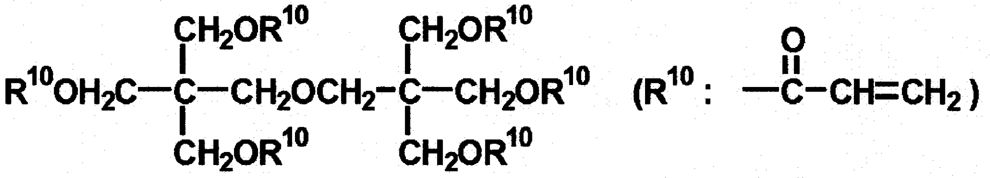
この保護層用塗布液を、第１電荷輸送層上にスプレーコーティングし、６０分間１１０℃で乾燥させることによって、膜厚が１．０μｍの保護層を形成した。このようにして、支持体上に中間層、電荷発生層、第１電荷輸送層（電荷輸送層）および保護層をこの順に有し、該保護層が表面層である電子写真感光体Ｃ６を作製した。電子写真感光体Ｃ６は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

（電子写真感光体の比較製造例７）

電子写真感光体６と同様にして、支持体上に中間層、電荷発生層および第１電荷輸送層を形成した。次に、上記式（Ｅ－１）で示される構造を有する正孔輸送性化合物３０部、および、下記式（Ｅ－１１）

【０１６８】

【化１９】



(E-11)

【０１６９】
で示される構造を有する化合物１０部を、モノクロロベンゼン５０部／ジクロロメタン５０部の混合溶剤に溶解させることによって、第２電荷輸送層用塗布液を調製した。この第２電荷輸送層用塗布液を、第１電荷輸送層上にスプレーコーティングした。
次に、第１電荷輸送層層上に塗布した第２電荷輸送層用塗布液に、酸素濃度１０ｐｐｍの雰囲気下で加速電圧１５０ｋＶ、照射線量２０Ｍｒａｄの条件で電子線を照射し、その後、同雰囲気下で電子写真感光体（＝電子線の被照射体）の温度が１００℃になる条件で１０分間加熱処理を行い、膜厚２μｍの第２電荷輸送層を形成した。このようにして、支持体上に中間層、電荷発生層、第１電荷輸送層および第２電荷輸送層をこの順に有し、該第２電荷輸送層が表面層である電子写真感光体Ｃ７を作製した。電子写真感光体Ｃ７は合計２個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。
【０１７０】
（電子写真感光体の表面物性の測定）
表面物性測定用の電子写真感光体１～１４およびＣ１～Ｃ７について、それぞれ、２５℃／５０％ＲＨ環境下に２４時間放置した後、上述のとおりにして、表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率の測定を行った。測定結果を表２０に示す。
【０１７１】

【表２０】

表２０

| | HU [N/mm$^2$] | 弾性変形率 [%] |
|---|---|---|
| 電子写真感光体1 | 190 | 52 |
| 電子写真感光体2 | 193 | 53 |
| 電子写真感光体3 | 195 | 55 |
| 電子写真感光体4 | 176 | 53 |
| 電子写真感光体5 | 180 | 55 |
| 電子写真感光体6 | 183 | 56 |
| 電子写真感光体7 | 206 | 53 |
| 電子写真感光体8 | 208 | 57 |
| 電子写真感光体9 | 215 | 60 |
| 電子写真感光体10 | 210 | 52 |
| 電子写真感光体11 | 215 | 51 |
| 電子写真感光体12 | 207 | 55 |
| 電子写真感光体13 | 210 | 52 |
| 電子写真感光体14 | 174 | 51 |
| 電子写真感光体C1 | 140 | 55 |
| 電子写真感光体C2 | 201 | 45 |
| 電子写真感光体C3 | 240 | 57 |
| 電子写真感光体C4 | 216 | 40 |
| 電子写真感光体C5 | 331 | 42 |
| 電子写真感光体C6 | 237 | 38 |
| 電子写真感光体C7 | 250 | 68 |

【０１７２】

（中間転写ベルトの製造例１～３ならびに比較製造例Ｃ１およびＣ２）

表２１に示すとおりの材料構成で、基層（下層）、中間層および表面層（上層）の３層構成または単層構成の中間転写ベルトを作製した。製造例１の中間転写ベルトを中間転写ベルト１、製造例２の中間転写ベルトを中間転写ベルト２、製造例３の中間転写ベルトを中間転写ベルト３、比較製造例１の中間転写ベルトを中間転写ベルトＣ１、比較製造例２の中間転写ベルトを中間転写ベルトＣ２とする。中間転写ベルト１、２、Ｃ１およびＣ２は、それぞれ、合計２個用意し、それぞれ、うち１つを表面物性測定用とした。また、中間転写ベルト３は合計２３個用意し、うち１つを表面物性測定用とした。

【０１７３】

【表２１】

表２１

| | 基層 | 中間層 | 表面層 |
|---|---|---|---|
| 中間転写ベルトの製造例1<br>中間転写ベルト1 | PVDF | CRゴム JISA硬度：65° | フッ素ゴム |
| 中間転写ベルトの製造例2<br>中間転写ベルト2 | PVDF | CRゴム JISA硬度：70° | フッ素ゴムにPTFE粒子を分散 |
| 中間転写ベルトの製造例3<br>中間転写ベルト3 | PVDF | CRゴム JISA硬度：70° | フッ素ゴム |
| 中間転写ベルトの比較製造例1<br>中間転写ベルトC1 | PVDF | CRゴム JISA硬度：70° | デソライトコート（光硬化性樹脂） |
| 中間転写ベルトの比較製造例2<br>中間転写ベルトC2 | ポリイミド樹脂（単層） | | |

【０１７４】

なお、中間転写ベルト１～３の基層および中間層ならびにＣ１およびＣ２の基層、中間層および表面層には、導電剤としてカーボンブラックが分散してある。

【０１７５】

（中間転写ベルトの表面物性の測定）

表面物性測定用の中間転写ベルト１～３ならびにＣ１およびＣ２について、それぞれ、２５℃／５０％ＲＨ環境下に２４時間放置した後、上述のとおりにして、表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率の測定を行った。測定結果を表２２に示す。

【０１７６】

【表２２】

表２２

| | HU $[N/mm^2]$ | 弾性変形率 [%] |
|---|---|---|
| 中間転写ベルト1 | 14 | 62 |
| 中間転写ベルト2 | 31 | 77 |
| 中間転写ベルト3 | 60 | 58 |
| 中間転写ベルトC1 | 65 | 40 |
| 中間転写ベルトC2 | 273 | 35 |

【０１７７】

（実施例１－１）

電子写真感光体１および中間転写ベルト１を図５に示す構成の電子写真装置に装着し、常温常湿（２３℃、５０％ＲＨ）環境下、１０００００枚の通紙耐久試験を行い、耐久試験後の画質（電子写真感光体の表面の傷部（上記特徴的な傷部）での転写性）および耐久性（電子写真感光体の表面の上記特徴的な傷部に対応する位置）を評価した。画質の評価にはハーフトーン画像およびベタ画像を用い、画像上の白スジおよび黒スジの発生のレベルを評価した。評価結果を表２３に示す。

【０１７８】
（実施例１－２）
実施例１－１において、中間転写ベルト１を中間転写ベルト２に変更した以外は、実施例１－１と同様にして評価を行った。評価結果を表２３に示す。
【０１７９】
（実施例１－３）
実施例１－１において、中間転写ベルト１を中間転写ベルト３に変更した以外は、実施例１－１と同様にして評価を行った。評価結果を表２３に示す。
【０１８０】
（比較例１－１）
実施例１－１において、中間転写ベルト１を中間転写ベルトＣ１に変更した以外は、実施例１－１と同様にして評価を行った。評価結果を表２３に示す。
【０１８１】
（比較例１－２）
実施例１－１において、中間転写ベルト１を中間転写ベルトＣ２に変更した以外は、実施例１－１と同様にして評価を行った。評価結果を表２３に示す。
【０１８２】
【表２３】

表２３

| | 電子写真感光体 | 中間転写ベルト | 画質 | 耐久性 |
|---|---|---|---|---|
| 実施例1−1 | 1 | 1 | 良好 | 良好 |
| 実施例1−2 | 1 | 2 | 良好 | 良好 |
| 実施例1−3 | 1 | 3 | 良好 | 良好 |
| 比較例1−1 | 1 | C1 | 良好 | 中間転写ベルトの表面がヒビ割れ |
| 比較例1−2 | 1 | C2 | 転写不良 | 良好 |

【０１８３】
実施例１－１～１－３ならびに比較例１－１および１－２の結果から、以下のことがわかる。画質すなわち電子写真感光体の表面の上記特徴的な傷部の転写性は、中間転写体（中間転写ベルト）の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）よりも低い方が有利となっている。
【０１８４】
また、中間転写体（中間転写ベルト）の耐久性は弾性変形率に依存している。実施例１－３の中間転写ベルト３と比較例１－１の中間転写ベルトＣ１とを対比すると、両者ともユニバーサル硬さ値が６０Ｎ／$mm^2$程度で近い値を示しているにも関わらず、中間転写ベルトＣ１の表面はヒビ割れが発生した。両者では弾性変形率が大きく異なり、弾性変形率が大きい方が、具体的には５０％以上が有利となっている。そしてまた、実施例１－１の中間転写ベルト１および実施例１－２の中間転写ベルト２は、ともにユニバーサル硬さ値が低いにも関わらず、耐久性が良好であった。その要因として、両者ともに弾性変形率が大きいことが挙げられる。
【０１８５】
（実施例２－１）
電子写真感光体１および中間転写ベルト３を図５に示す構成の電子写真装置に装着し、

常温常湿（２３℃、５０％ＲＨ）環境下、１０００００枚の通紙耐久試験を行い、耐久試験中の出力画像の評価および耐久試験後の電子写真感光体の表面の削れ量を測定した。削れ量の測定には、フィッシャー社製渦電流式膜厚計 PERMASCOPE TYPE E111 を使用した。

また、上記通紙耐久試験後、二次元接触表面粗さ計（製品名：接触式面粗さ測定器サーフコーダＳＥ３５００、（株）小坂研究所製）により、電子写真感光体の表面に形成された傷の形状を測定した。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１８６】

（実施例２－２）

実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体２に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１８７】

（実施例２－３）

実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体３に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１８８】

（実施例２－４）

実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体４に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１８９】

（実施例２－５）

実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体５に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１９０】

（実施例２－６）

実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体６に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１９１】

（実施例２－７）

実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体７に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１９２】

（実施例２－８）

実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体８に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１９３】

（実施例２－９）

実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体９に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１９４】

（実施例２－１０）

実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体１０に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１９５】

（実施例２－１１）

実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体１１に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１９６】

（実施例２－１２）

実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体１２に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。

【０１９７】
（実施例２－１３）
実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体１３に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。
【０１９８】
（実施例２－１４）
実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体１４に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２４に示す。
【０１９９】
（比較例２－１）
実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体Ｃ１に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２５に示す。
【０２００】
（比較例２－２）
実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体Ｃ２に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２５に示す。
【０２０１】
（比較例２－３）
実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体Ｃ３に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２５に示す。
【０２０２】
（比較例２－４）
実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体Ｃ４に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２５に示す。
【０２０３】
（比較例２－５）
実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体Ｃ５に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２５に示す。
【０２０４】
（比較例２－６）
実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体Ｃ６に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２５に示す。
【０２０５】
（比較例２－７）
実施例２－１において、電子写真感光体１を電子写真感光体Ｃ７に変更した以外は、実施例２－１と同様にして評価を行った。評価・測定結果を表２５に示す。
【０２０６】

【表２４】

表２４

| | 電子写真感光体 | 中間転写ベルト | 画像評価 | 削れ量[μm] | |
|---|---|---|---|---|---|
| 実施例2−1 | 1 | 3 | 良好 | 1.2 | 幅10〜20μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−2 | 2 | 3 | 良好 | 1.0 | 幅10〜20μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−3 | 3 | 3 | 良好 | 1.0 | 幅10〜20μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−4 | 4 | 3 | 良好 | 1.3 | 幅10〜20μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−5 | 5 | 3 | 良好 | 1.7 | 幅20〜40μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−6 | 6 | 3 | 良好 | 1.2 | 幅10〜20μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−7 | 7 | 3 | 良好 | 0.9 | 幅10〜20μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−8 | 8 | 3 | 良好 | 0.7 | 幅10〜20μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−9 | 9 | 3 | 良好 | 0.6 | 幅10〜20μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−10 | 10 | 3 | 良好 | 1.4 | 幅20〜30μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−11 | 11 | 3 | 良好 | 1.8 | 幅20〜40μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−12 | 12 | 3 | 良好 | 1.5 | 幅20〜40μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−13 | 13 | 3 | 良好 | 1.0 | 幅10〜20μm/深さ1〜2μm |
| 実施例2−14 | 14 | 3 | 良好 | 1.1 | 幅10〜20μm/深さ1〜2μm |

【０２０７】

【表２５】

表２５

| | 電子写真感光体 | 中間転写ベルト | 画像評価 | 削れ量[μm] | |
|---|---|---|---|---|---|
| 比較例2－1 | C1 | 3 | 傷によるスジ | 4.5 | 幅100～300μm/深さ2～4μm |
| 比較例2－2 | C2 | 3 | 傷によるスジ | 2.3 | 幅100～300μm/深さ2～4μm |
| 比較例2－3 | C3 | 3 | 傷によるスジ | 0.8 | 幅100～200μm/深さ2～4μm |
| 比較例2－4 | C4 | 3 | 傷によるスジ及びカブリ発生 | 25（途中で終了） | 幅100～300μm/深さ2～6μm |
| 比較例2－5 | C5 | 3 | 傷によるスジ | 8 | 幅100～300μm/深さ2～5μm |
| 比較例2－6 | C6 | 3 | 傷によるスジ | | |
| 比較例2－7 | C7 | 3 | 傷によるスジ | 1.5 | 幅100～200μm/深さ2～3μm |

【０２０８】

なお、上記通紙耐久試験後、実施例２－１の電子写真感光体１の表面に形成された傷の形状の、二次元接触表面粗さ計による測定データを図６（ａ）および図７に示す。図６（ａ）および図７に示すように、通紙耐久試験後、電子写真感光体１の表面に形成された傷は、鋭い形状のものであった。

また、実施例２－２～２－１４の電子写真感光体２～１４の表面に形成された傷の形状も、実施例２－１の電子写真感光体１の表面に形成された傷と同様であった。

また、上記通紙耐久試験後、実施例２－１～２－１４の中間転写ベルト３の表面には傷・摩耗はほとんどなく、耐久性は良好であり、また、電子写真感光体の表面に対する追従性も良好であった。

また、上記通紙耐久試験後、比較例２－１の電子写真感光体Ｃ１の表面に形成された傷の形状の、二次元接触表面粗さ計による測定データを図６（ｂ）に示す。図６（ｂ）に示すように、通紙耐久試験後、電子写真感光体Ｃ１の表面に形成された傷は、緩やかな形状のものであった。

【０２０９】

以上の結果から明らかなように、弾性変形率が４８％以上６５％以下であっても、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が１５０Ｎ／ｍｍ$^2$未満である電子写真感光体Ｃ１では削れ量が非常に大きく、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が２２０Ｎ／ｍｍ$^2$を超える電子写真感光体Ｃ３では削れ量は少ないが傷が発生した。

また、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が１５０Ｎ／ｍｍ$^2$以上２２０Ｎ／ｍｍ$^2$以下であっても、弾性変形率が４８％未満である電子写真感光体Ｃ２では耐摩耗性が劣り、さらに深い傷も発生した。

また、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）および弾性変形率ともに上記範囲にない電子写真感光体Ｃ５、Ｃ６およびＣ７は、摩耗および傷の少なくとも一方に問題があり、良好な画像を形成することはできなかった。

これに対し、ユニバーサル硬さ値（ＨＵ）が１５０Ｎ／ｍｍ$^2$以上２２０Ｎ／ｍｍ$^2$以下であり、かつ、弾性変形率が４８％以上６５％以下である電子写真感光体１～１４は削れ量も少なく、深い傷は発生していないが、鋭く細かい傷が発生する結果を示した。ここで、中間転写体（中間転写ベルト）の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）を２２０Ｎ／ｍ

ｍ$^2$以下とし、弾性変形率を５０％以上とし、かつ、中間転写体（中間転写ベルト）の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）を電子写真感光体の表面のユニバーサル硬さ値（ＨＵ）より小さくすれば、上記鋭く細かい傷に対しても十分な転写性と中間転写体（中間転写ベルト）の十分な耐久性を得ることができた。

【図面の簡単な説明】

【０２１０】

【図１】電子写真感光体の表面におけるユニバーサル硬さ値（ＨＵ）と弾性変形率の関係を示す概念図である。

【図２】フィッシャースコープＨ１００Ｖの出力チャートの概略を示す図である。

【図３】フィッシャースコープＨ１００Ｖの出力チャートの一例を示す図である。

【図４】電子写真感光体の層構成の例を示す図である。

【図５】電子写真装置の一例を示す模式的断面図である。

【図６】二次元接触表面粗さ計による測定データである。

【図７】二次元接触表面粗さ計による測定データである。

【図８】電子写真感光体に生じる傷の一例を示す図である。

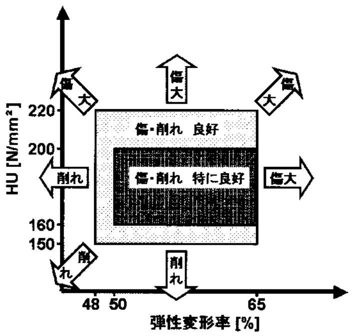
【符号の説明】

【０２１１】

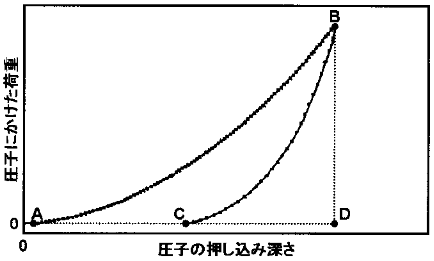
４１　支持体
４２　干渉縞防止などを目的とする導電層
４３　バリア機能や接着機能を有する中間層
４４　電荷発生物質と電荷輸送物質とを含有する層
４４１　電荷発生物質を含有する層
４４２　電荷輸送物質を含有する層
４５　連鎖重合性官能基を有する正孔輸送性化合物を重合させることによって形成した層
Ｓａ　第１の画像形成ユニット
Ｓｂ　第２の画像形成ユニット
Ｓｃ　第３の画像形成ユニット
Ｓｄ　第４の画像形成ユニット
１ａ　感光ドラム
１ｂ　感光ドラム
１ｃ　感光ドラム
１ｄ　感光ドラム
３ａ　一次帯電器
３ｂ　一次帯電器
３ｃ　一次帯電器
３ｄ　一次帯電器
４ａ　露光装置
４ｂ　露光装置
４ｃ　露光装置
４ｄ　露光装置
５ａ　現像器（ブラック現像器）
５ｂ　現像器（イエロー現像器）
５ｃ　現像器（マゼンタ現像器）
５ｄ　現像器（シアン現像器）
６ｐａ　一次転写ローラー
６ｐｂ　一次転写ローラー
６ｐｃ　一次転写ローラー
６ｐｄ　一次転写ローラー
６ｓ　二次転写ローラー
７ａ　クリーニング装置

７ｂ　クリーニング装置
７ｃ　クリーニング装置
７ｄ　クリーニング装置
７ｉ　中間転写ベルト用クリーニング装置
８　定着器
１１　中間転写ベルト
１２　張架ローラー
１３　二次転写対向ローラー
Ｐ　転写材
ＣＰ　給紙カセット

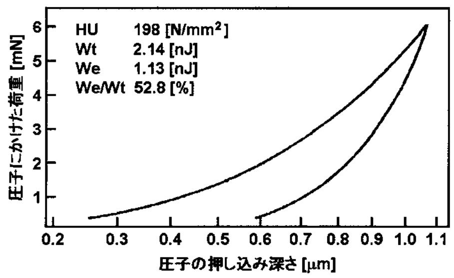
【図１】



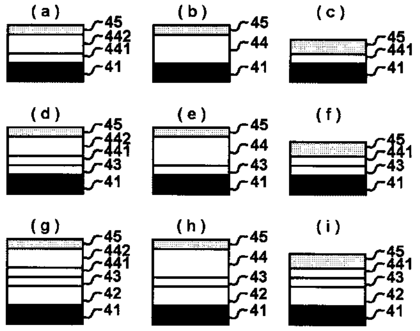

【図２】



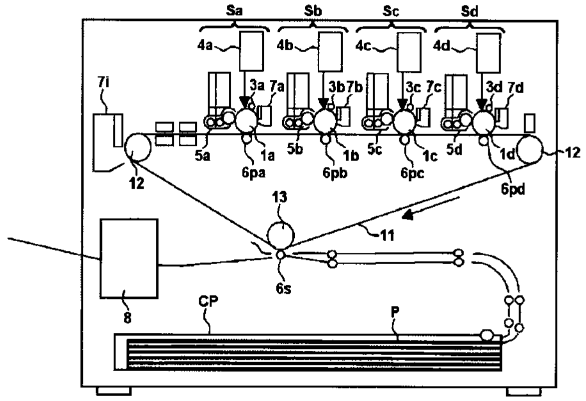
【図３】


HU 198 [N/mm²]
Wt 2.14 [nJ]
We 1.13 [nJ]
We/Wt 52.8 [%]
圧子にかけた荷重 [mN]
圧子の押し込み深さ [μm]

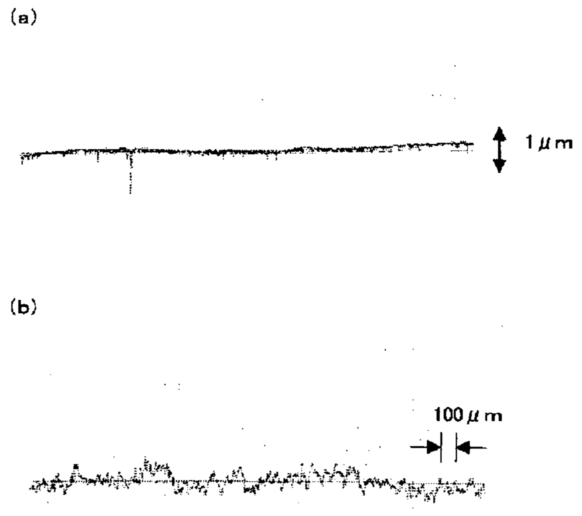
【図４】


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
(g)
(h)
(i)
45
442
441
44
43
42
41

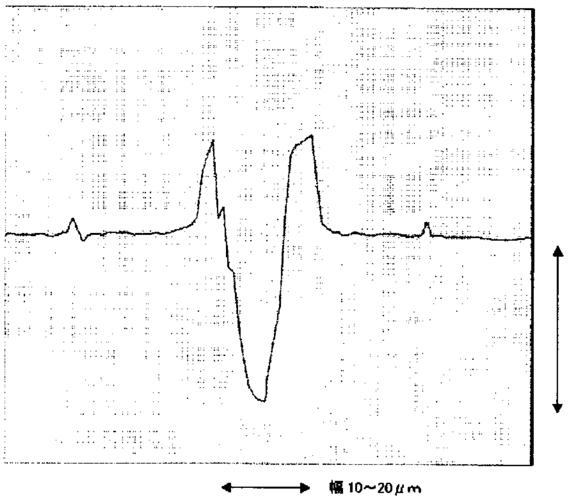
【図５】


Sa
Sb
Sc
Sd
4a
4b
4c
4d
7i
3a
7a
3b
7b
3c
7c
3d
7d
5a
1a
5b
1b
5c
1c
5d
1d
12
6pa
6pb
6pc
6pd
13
11
6s
8
CP
P

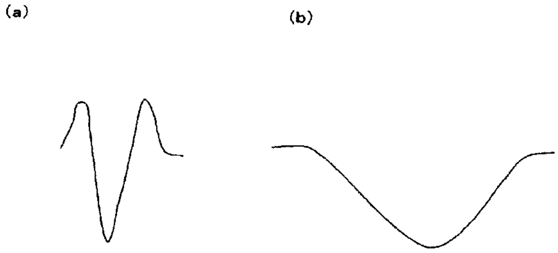
【図６】


(a)
1μm
(b)
100μm

【図７】




【図８】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl.[7] | ＦＩ | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|
| Ｇ０３Ｇ　15/16 | Ｇ０３Ｇ　15/16 | | |
| Ｇ０３Ｇ　21/00 | Ｇ０３Ｇ　21/00 | ３５０ | |

(72)発明者　植松　弘規
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　石井　周二
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

Ｆターム(参考) 2H035 CA07 CB02 CB03 CD13
2H068 AA03 AA08 AA13 AA28 AA37 AA39 BB07 BB08 BB49 BB60
FC01 FC15
2H200 FA02 FA09 FA16 GA12 GA14 GA16 GA23 GA34 GA44 GA47
GB12 GB22 GB25 HA02 HB12 JC04 JC13 JC15 JC16 JC17
LA40 LB13 MA03 MA04 MA11 MA13 MA14 MA17 MA20 MB02
MC01 MC02