



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 697 21 607 T2 2004.03.18

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 791 861 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 697 21 607.1

(96) Europäisches Aktenzeichen: 97 102 712.3

(96) Europäischer Anmeldetag: 19.02.1997

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 27.08.1997

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 07.05.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 18.03.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: G03G 13/08  
G03G 21/00

(30) Unionspriorität:  
**5540596** 20.02.1996 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:  
**Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:  
**Kukimoto, Tsutomu, Ohta-ku, Tokyo, JP; Urawa, Motoo, Ohta-ku, Tokyo, JP; Aita, Shuichi, Ohta-ku, Tokyo, JP; Yoshida, Satoshi, Ohta-ku, Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336 München**

(54) Bezeichnung: **Bildherstellungsverfahren**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****FACHGEBIET DER ERFINDUNG UND VERWANDTER STAND DER TECHNIK**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bilderzeugungsverfahren (oder Bildaufzeichnungsverfahren), bei dem von der Elektrophotographie, der elektrostatischen Aufzeichnung usw. Gebrauch gemacht wird. Die vorliegende Erfindung betrifft im Einzelnen ein Bilderzeugungsverfahren, wie es bei einem Kopiergerät, einem Drucker oder einem Faksimilegerät angewandt wird, bei dem auf einem elektrostatischen Bildträgerelement ein Tonerbild erzeugt wird und auf ein Übertragungs-Bildempfangsmaterial übertragen wird, um darauf ein Bild zu erzeugen.

[0002] Bisher ist eine große Zahl von elektrophotographischen Verfahren bekannt gewesen. Bei diesen Verfahren wird im allgemeinen auf einem lichtempfindlichen Element, das eine photoleitfähige Substanz umfasst, auf verschiedene Weise ein elektrostatisches Latentbild erzeugt; dann wird das Latentbild mit einem Toner entwickelt, und das erhaltene Tonerbild wird – gewünschtenfalls nach seiner Übertragung auf ein Übertragungs-Bildempfangsmaterial wie z. B. Papier – durch Erhitzen und/oder Pressen fixiert, um eine Kopie oder einen Druck zu erhalten.

[0003] Bekannte Verfahren zur Entwicklung elektrostatischer Latentbilder umfassen das Kaskadenentwicklungsverfahren, das Magnetbürstenentwicklungsverfahren, das Druck- bzw. Pressentwicklungsverfahren und das Einkomponenten-Entwicklungsverfahren. Ferner ist als eine Art des Einkomponenten-Entwicklungsverfahrens auch ein Entwicklungsverfahren bekannt, bei dem in Kombination mit einem sich drehenden Entwicklungszyylinder, in dem ein Magnet enthalten ist, ein magnetischer Toner verwendet wird und unter Einwirkung eines elektrischen Feldes zwischen dem Entwicklungszyylinder und einem lichtempfindlichen Element (hin- und her springen gelassen wird).

[0004] Das Einkomponenten-Entwicklungssystem hat den Vorteil, dass es eine Entwicklungseinrichtung erlaubt, die raumsparend und leicht ist, da sie keine Tonerträgerteilchen wie z. B. Glasperlen, Eisenpulver oder magnetische Tonerträgerteilchen aus Ferrit, wie sie bei einem Zweikomponenten-Entwicklungssystem benötigt werden, erfordert. Ferner ist bei dem Zweikomponenten-Entwicklungssystem die Aufrechterhaltung einer konstanten Tonerkonzentration in einer Entwicklermischung mit Tonerträgerteilchen und folglich die Anwendung einer Einrichtung zur Ermittlung der Tonerkonzentration und zum Nachfüllen der notwendigen Tonermenge notwendig, wodurch auch die Masse der Entwicklungseinrichtung erhöht wird. Bei dem Einkomponenten-Entwicklungssystem ist so eine Einrichtung nicht erforderlich, so dass eine raumsparende und leichte Entwicklungseinrichtung angewendet werden kann.

[0005] Als Drucker, bei denen von der Elektrophotographie Gebrauch gemacht wird, nehmen Laserdrucker und LED-Drucker (Leuchtdiodendrucker) eine marktbeherrschende Stellung ein, und technisch ist eine höhere Auflösung erwünscht, z. B. eine Erhöhung von einem herkömmlichen Auflösungsgrad von 240 oder 300 dpi (dpi = Punkte pro Inch) auf 400 dpi, 600 dpi oder 800 dpi. Dementsprechend ist ein Entwicklungssystem mit einer höheren Auflösung erforderlich. Als Kopiergerät ist ein Gerät mit einem höheren Funktionsgrad erwünscht, damit eine digitale Bilderzeugung erfolgt. Für ein Digitalkopiergerät wird hauptsächlich ein System zur Erzeugung elektrostatischer Latentbilder durch Bestrahlung mit Laserlicht, das für eine Bilderzeugung mit hoher Auflösung geeignet ist, übernommen. Somit ist ähnlich wie bei Druckern auch ein Entwicklungssystem mit einer höheren Auflösung oder einer höheren Bildschärfe erforderlich. Aus diesem Grund wird ein Toner verwendet, der eine geringere Teilchengröße hat, und Toner, die eine geringere Teilchengröße mit einer bestimmten Teilchengrößenverteilung haben, sind in den Japanischen Offengelegten Patentanmeldungen (JP-A) 1-112253, JP A 1-191156, JP-A 2-214156, JP-A 2-284158, JP-A 3-181952 und JP-A 4-162048 vorgeschlagen worden.

[0006] Ein Tonerbild, das auf einem lichtempfindlichen Element gebildet worden ist, wird bei einem Übertragungsschritt auf ein Übertragungs(bildempfangs)material übertragen, und der Anteil des Toners, der nach dem Übertragungsschritt auf dem lichtempfindlichen Element zurückbleibt, (d. h. der nach der Übertragung zurückgebliebene Toner) wird bei einem Reinigungsschritt entfernt, um in einen Abfalltonerbehälter zurückgewonnen zu werden. Bei dem Reinigungsschritt sind als Reinigungseinrichtung üblicherweise eine Rakel, eine Pelzbürste, eine Walze usw. angewendet worden. Durch eine Reinigungseinrichtung oder ein Reinigungselement wird der nach der Übertragung zurückgebliebene Toner mechanisch abgeschabt bzw. abgekratzt oder zurückgehalten, um in einen Abfalltonerbehälter zurückgewonnen zu werden. Folglich sind dadurch, dass so ein Reinigungselement gegen die Oberfläche des lichtempfindlichen Elements gepresst wird, einige Probleme verursacht worden. Beispielsweise kann das lichtempfindliche Element durch starkes Pressen des Reinigungselements abgenutzt werden, was zu einer kurzen Lebensdauer des lichtempfindlichen Elements führt. Was ferner das Bilderzeugungsgerät anbetrifft, so wird natürlich wegen der Bereitstellung so einer Reinigungseinrichtung das gesamte Gerät vergrößert, was der allgemeinen Nachfrage nach einem kleineren Gerät im Wege steht.

[0007] Ferner ist unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes und der wirksamen Ausnutzung eines Toners ein System gewünscht worden, das nicht zu Abfalltoner oder nur zu einer geringen Menge von Abfalltoner

führt, und folglich ist ein Toner, der einen guten Übertragungswirkungsgrad zeigt, erwünscht gewesen.

[0008] Andererseits ist z. B. in der Japanischen Offengelegten Patentanmeldung (JP-A) 5-2287 ein System mit gleichzeitiger Entwicklung und Reinigung oder ein so genanntes System ohne Reinigungseinrichtung vorgeschlagen worden, um Bildfehler wie z. B. ein positives Geister- bzw. Gedächtnisbild, ein negatives Geister- bzw. Gedächtnisbild usw., die auf so einen nach der Übertragung zurückgebliebenen Toner zurückzuführen sind, zu vermeiden. Heutzutage, da die Nutzung der Elektrophotographie vielseitig entwickelt worden ist, ist es jedoch notwendig geworden, dass solche Tonerbilder auf verschiedene Übertragungs(bildempfängs)materialien übertragen werden, und folglich ist ein Toner erwünscht, der bei der Übertragung auf verschiedene Übertragungs-Bildempfängsmaterialien ein gutes Übertragungsverhalten zeigt.

[0009] In JP-A 2-51168 ist die Verwendung eines durch Polymerisation hergestellten sphärischen Toners und eines sphärischen Tonerträgers vorgeschlagen worden, wobei in keiner Weise auf Toner, die durch den Pulverisierprozess hergestellt werden, Bezug genommen wird.

[0010] Die vorstehend erwähnten Publikationen JP-A 59-133573, JP-A 62-203182, JP-A 63-133179, JP-A 64-20587, JP-A 2-302772, JP-A 5-2289, JP-A 5-54382 und JP-A 5-61383, die die bisher vorgeschlagenen Systeme ohne Reinigungseinrichtung betreffen, gehen nicht auf bestimmte Zusammensetzungen von dabei verwendeten Tonern ein. Einige von ihnen sind vorgeschlagen worden, um Schwierigkeiten während der bildmäßigen Belichtung, die eine Folge des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners sind, z. B. dadurch zu vermeiden, dass eine Bestrahlung mit Licht von hoher Intensität durchgeführt wird oder ein Toner, der eine bestimmte Wellenlänge des Belichtungslichts durchlässt, verwendet wird.

[0011] In dem Fall, dass lediglich so ein intensiviertes Belichtungslicht angewendet wird, ist es jedoch wahrscheinlich, dass die Punkte des elektrostatischen Latentbildes unscharf werden, so dass die Fähigkeit zur Wiedergabe einzelner Punkte beeinträchtigt werden kann, was eine schlechte Auflösung und ein graphisches Bild mit ungenügender Gradation zur Folge hat.

[0012] Andererseits zeigt die Verwendung eines Toners, der Licht mit der Belichtungswellenlänge durchlässt, im allgemeinen nur eine geringe Wirkung, weil die Unterbrechung des Belichtungslichtes hauptsächlich eher durch Belichtungslicht, das an den Oberflächen der Tonerteilchen gestreut wird, als durch die Farbe des Toners an sich verursacht wird. Ferner schränkt diese Maßnahme den Spielraum für die Auswahl des Tonerfarbmittels ein, und sie erfordert im Fall einer Vollfarben-Bilderzeugung mindestens drei Belichtungseinrichtungen, die Licht mit verschiedenen Wellenlängen emittieren. Dies steht in einem klaren Widerspruch zu der Aufgabe der Bereitstellung eines einfacheren Bilderzeugungsgeräts, das für das System mit gleichzeitiger Entwicklung und Reinigung typisch ist.

[0013] Ferner wird es bei dem System mit gleichzeitiger Entwicklung und Reinigung, das im wesentlichen keine Reinigungseinrichtung enthält, bevorzugt, dass die Oberfläche des elektrostatischen Bildträgerelements mit dem Toner und dem Tonerträgerelement, die durch die Entwicklungseinrichtung gehalten werden, gerieben oder geschabt wird. Dies führt bei einer lange dauernden Anwendung leicht zu Schwierigkeiten wie z. B. einer Verschlechterung des Toners, einer Oberflächenverschlechterung des Tonerträgerelements und einer Oberflächenverschlechterung oder einem Abrieb des elektrostatischen Bildträgerelements, die alle eine Verschlechterung des Verhaltens in Bezug auf eine kontinuierliche oder lange dauernde Bilderzeugung zur Folge haben, deren Vermeidung erwünscht gewesen ist.

[0014] In JP-A 3-259161 ist ein nichtmagnetischer Einkomponentenentwickler vorgeschlagen worden, der einen vorgegebenen Formfaktor, eine vorgegebene spezifische Oberfläche und eine vorgegebene Teilchengröße hat, wobei dieser Entwickler jedoch hinsichtlich der Haltbarkeit oder des Verhaltens in Bezug auf eine kontinuierliche Bilderzeugung noch verbessert werden könnte.

[0015] In JP-A 61-279864 ist ein Toner vorgeschlagen worden, der einen Formfaktor SF-1 von **120–180** und einen Formfaktor SF-2 von **110–130** hat. Als Ergebnis eines Nacharbeitsexperiments von Beispielen dieser Publikation zeigte der erhaltene Toner jedoch einen niedrigen Übertragungswirkungsgrad, so dass eine weitere Verbesserung erforderlich ist.

[0016] Ferner ist in JP-A 63-235953 ein magnetischer Toner vorgeschlagen worden, der unter Einwirkung einer mechanischen Stoßkraft sphärisch (kugelförmig) gemacht worden ist, wobei dieser Toner jedoch eine weitere Verbesserung des Übertragungswirkungsgrades erfordert.

[0017] In den letzten Jahren ist die Aufmerksamkeit auf einen Primäraufladeprozess oder/und einen tertragungsprozess gelenkt worden, bei denen im Gegensatz zu dem herkömmlichen Primärauflade- und übertragungsprozess, bei dem von der Roronaentladung Gebrauch gemacht wird, unter dem Gesichtspunkt der Ökologie ein Kontaktaufladeelement angewendet wird, das an ein lichtempfindliches Element anstößt. So ein Kontaktaufladeprozess und so ein Kontaktübertragungsprozess sind z. B. in JP-A 63-149669 und JP-A 2-123385 vorgeschlagen worden. Bilderzeugungsverfahren, die in diesen Publikationen offenbart sind, umfassen einen Aufladeschritt, bei dem ein elektrostatisches Bildträgerelement gleichzeitig aufgeladen wird, indem bewirkt wird, dass eine elektrisch leitende elastische Walze, die zum Aufladen dient, an das Bildträgerelement anstößt, während an die Walze eine Spannung angelegt wird, einen Belichtungsschritt zum Belichten des aufgeladenen Bildträgerelements, einen Entwicklungsschritt zur Erzeugung eines Tonerbildes auf dem Bildträgerelement, ei-

nen Übertragungsschritt, bei dem bewirkt wird, dass ein Übertragungs-Bildempfangsmaterial zwischen dem Bildträgerelement, auf dem das Tonerbild getragen wird, und einer elektrisch leitenden Walze, an die eine Spannung für die Übertragung angelegt wird und die an das Bildträgerelement anstößt, hindurchgeht, um das Tonerbild auf das Übertragungs-Bildempfangsmaterial zu übertragen, und einen Fixierschritt zur Erzeugung eines fixierten Bildes.

[0018] Bei so einem Walzenübertragungssystem, bei dem nicht von der Roronaentladung Gebrauch gemacht wird, stößt die Übertragungswalze jedoch über das Übertragungs-Bildempfangsmaterial an das lichtempfindliche Element (Bildträgerelement) an, so dass das Tonerbild während seiner Übertragung von dem lichtempfindlichen Element auf das Übertragungs-Bildempfangsmaterial zusammengepresst wird, so dass leicht eine teilweise Übertragungsstörung, die als Übertragungsausfall oder Hohlbild (wie in **Fig. 12B** veranschaulicht) bezeichnet wird, verursacht wird.

[0019] Bei einem Toner, der einen kleineren Durchmesser hat, wird bewirkt, dass er bezüglich einer Coulombischen Kraft, die während der Übertragung auf die Tonerteilchen einwirkt, eine verhältnismäßig große Adhäsionskraft von Tonerteilchen an dem lichtempfindlichen Element (wie z. B. eine Bildkraft und eine Van-der-Waalsche Kraft) hat, was leicht eine erhöhte Menge des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners zur Folge hat.

[0020] Bei solchen Bilderzeugungsverfahren, die einen Kontaktübertragungsprozess einschließen, ist somit erforderlich gewesen, dass ein Toner und ein lichtempfindliches Element eine gute Trennbarkeit voneinander zeigen.

[0021] In US-A 5 328 792 ist ein nichtmagnetischer Einkomponentenentwickler für die Verwendung bei einem Entwicklungsprozess offenbart, bei dem die Reinigung zu derselben Zeit wie die Entwicklung durchgeführt wird.

[0022] In EP-A 0 330 498 wird ein nichtmagnetischer Toner vorgeschlagen, wobei der Toner 17–60% (auf die Anzahl bezogen) nichtmagnetische Tonerteilchen, die eine Größe von 5 µm oder darunter haben, 1–30% (auf die Anzahl bezogen) nichtmagnetische Tonerteilchen, die eine Größe von 8–12,7 µm haben, und 2,0 Volumen% oder weniger nichtmagnetische Tonerteilchen, die eine Größe von 16 µm oder darüber haben, enthält.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0023] Es ist eine allgemeine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Bilderzeugungsverfahren bereitzustellen, bei dem die vorstehend erwähnten Probleme bekannter Bilderzeugungsverfahren gelöst sind.

[0024] Es ist eine speziellere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Bilderzeugungsverfahren bereitzustellen, das keine positiven oder negativen Geister- bzw. Gedächtaisbilder oder nur wenige zulässt.

[0025] Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Bilderzeugungsverfahren bereitzustellen, das fähig ist, eine gute Übertragbarkeit auf verschiedene Übertragungs-Bildempfangsmaterialien einschließlich dicken Papiers und lichtdurchlässiger Folien für Overheadprojektoren zu zeigen.

[0026] Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Bilderzeugungsverfahren bereitzustellen, das keine Reinigungseinrichtung erfordert, die ausschließlich für die Reinigung der Oberfläche eines elektrostatischen Bildträgerelements angewendet wird.

[0027] Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Bilderzeugungsverfahren bereitzustellen, bei dem erlaubt wird, dass ein Toner eine ausgezeichnete Übertragbarkeit zeigt, wenig nach dsr Übertragung zurückgebliebenen Toner hinterlässt und keinen oder einen gut unterdrückten Übertragungsausfall verursacht.

[0028] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Bilderzeugungsverfahren mit einem Aufladeschritt, bei dem ein elektrostatisches Latentbildträgerelement durch eine Aufladeeinrichtung aufgeladen wird,

einem Belichtungsschritt, bei dem das aufgeladene Bildträgerelement belichtet wird, um darauf ein elektrostatisches Latentbild zu erzeugen,

einem Entwicklungsschritt, bei dem das elektrostatische Latentbild mit einem nichtmagnetischen Toner, der durch eine Entwicklungseinrichtung aufbewahrt wird, entwickelt wird, um auf dem Bildträgerelement ein Tonerbild zu erzeugen, und

einem Übertragungsschritt, bei dem das Tonerbild, das sich auf dem Bildträgerelement befindet, über ein oder ohne ein Zwischenübertragungselement auf ein Übertragungs-Bildempfangsmaterial übertragen wird, bereitgestellt, bei dem

(I) ein Anteil des Toners, der nach dem Übertragungsschritt auf dem Bildträgerelement zurückgeblieben ist, während eines nachfolgenden Entwicklungsschrittes durch die Entwicklungseinrichtung zurückgewonnen wird;

(II) der nichtmagnetische Toner nichtmagnetische Tonerteilchen umfasst, die einen Fozmfaktor SF-1 von **120–160**, einen Fomfaktor SF-2 von **115–140** und eine massegemittelte Teilchengröße von 4 – 9 µm haben; und

(III) der nichtmagnetische Toner ferner feine anorganische Teilchen (a), die eine anzahlgemittelte Primär-

teilchengröße von höchstens 50 nm haben, und feine sphärische Teilchen (b), die eine anzahlgemittelte Primärteilchengröße von 50–1000 nm und eine auf der spezifischen Oberfläche basierende Sphärität  $\psi$  von 0,91–1,00 haben, enthält, die den nichtmagnetischen Tonerteilchen jeweils von außen zugesetzt worden sind.

[0029] Diese und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden bei einer Be trachtung der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Verbin dung mit den beigefügten Zeichnungen klarer werden.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0030] **Fig. 1** ist eine schematische Zeichnung eines Bilderzeugungsgeräts für die Durchführung einer Ausführungsform des Bilderzeugungsverfahrens gemäß der Erfindung.

[0031] **Fig. 2** ist eine vergrößerte Zeichnung der Entwicklungseinrichtung in dem Gerät von **Fig. 1**.

[0032] **Fig. 3** ist eine Teilschnittzeichnung, die ein Beispiel für den Schichtaufbau eines als elektrostatisches Latentbildträgerelement dienenden lichtempfindlichen Elements zeigt.

[0033] **Fig. 4** ist eine vergrößerte Zeichnung eines anstoßenden Übertragungselements.

[0034] **Fig. 5** ist eine schematische Zeichnung, die die Durchführung einer anderen Ausführungsform des Bilderzeugungsverfahrens gemäß der Erfindung veranschaulicht.

[0035] **Fig. 6** ist eine Zeichnung eines Geräts für die Messung eines spezifischen Widerstands beim Betrieb eines Kontaktaufladeselements.

[0036] **Fig. 7** ist eine graphische Darstellung, die die Veränderung des spezifischen Widerstandes von magnetischen Teilchen, die bei einem Kontaktaufladeelement verwendet werden, in Abhängigkeit von einem einwirkenden elektrischen Feld zeigt.

[0037] **Fig. 8** ist eine vergrößerte Schnittzeichnung des Schichtaufbaus eines lichtempfindlichen Elements, das in dem Bilderzeugungsgerät von **Fig. 5** angewendet wird.

[0038] **Fig. 9** ist eine Zeichnung eines Bildmusters für die Bewertung eines Geisterbildes.

[0039] **Fig. 10** ist eine Zeichnung einer Gruppe von Bildmustern für die Bewertung der Fähigkeit zur Wiedergabe der Gradation.

[0040] **Fig. 11** ist eine Zeichnung eines Geräts für die Messung der triboelektrischen Aufladbarkeit eines Toners.

[0041] **Fig. 12A** und **12B** veranschaulichen ein gutes kopiertes Bild, das frei von Übertragungsausfall ist, bzw. ein schlechtes kopiertes Bild, das von Übertragungsausfall begleitet ist (Hohlbild).

[0042] **Fig. 13** ist eine graphische Darstellung, die Bereiche von Formfaktoren SF-1 und SF-2 nichtmagnetischer Tonerteilchen zeigt, die im Rahmen der Erfindung zweckmäßig angewendet werden.

[0043] **Fig. 14** ist eine graphische Darstellung, die eine Beziehung zwischen Belichtungsintensität und Potenzial eines lichtempfindlichen Elements zeigt.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0044] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die unerwünschte Erscheinung eines positiven Geister- bzw. Gedächtnisbildes oder eines negativen Geister- bzw. Gedächtnisbildes, die bei einem so genannten System ohne Reinigungseinrichtung oder System mit gleichzeitiger Entwicklung und Reinigung, das nicht mit einer Reinigungseinrichtung, die ausschließlich für die Reinigung der Oberfläche eines elektrostatischen Bildträgerelements angewendet wird, ausgestattet ist, leicht auftritt, im wesentlichen zu verhindern.

[0045] Die Formfaktoren SF-1 und SF-2 von nichtmagnetischen Tonerteilchen, auf die hierin Bezug genommen wird, sind Werte, die in der folgenden Weise gemessen werden. Eine bestimmte Menge einer Probe von Tonerteilchen oder einer Tonerprobe [die zusätzlich zu den Tonerteilchen äußere Zusatzstoffe einschließlich der feinen anorganischen Teilchen (a) und der feinen sphärischen Teilchen (b) enthalten kann, ohne dass der Messwert im Hinblick auf die Grö-Bendifferenz wesentlich beeinträchtigt wird] wird genommen und mit 1000facher Vergrößerung durch ein Feldemissions-Rasterelektronenmikroskop ("FE-SEM S-800", erhältlich von Hitachi Seisakusho K.K.) betrachtet, und Bilder von 1000 Tonerteilchen, die eine Teilchengröße (Durchmesser) von 2  $\mu\text{m}$  oder mehr haben, werden durch Zufallsauswahl als Proben genommen. Die Bilddaten werden in einen Bildanalysator ("Luzex 3", erhältlich von Nireco K.K.) eingegeben, wobei Mittelwerte der Formfaktoren SF-1 und SF-2 erhalten werden, die auf den folgenden Gleichungen basieren:

$$\text{SF-1} = [ (\text{MXLNG})^2 / \text{AREA} ] \times (\pi/4) \times 100$$

$$SF-2 = [(PERIME)^2/AREA] \times (1/4\pi) \times 100$$

worin MXLNG die maximale Länge eines Probenteilchens bezeichnet, PERIME den Umfang des Probenteilchens bezeichnet und AREA die Projektionsfläche des Probenteilchens bezeichnet.

[0046] Der Formfaktor SF-1 gibt die Rundheit von Tonerteilchen wieder, und der Formfaktor SF-2 gibt die Unebenheit bzw. Rauheit von Tonerteilchen wieder.

[0047] Ein Toner, der einen Formfaktor SF-1 von weniger als **120** oder einen Formfaktor SF-2 von weniger als **115** hat, verursacht im allgemeinen leicht ein Ankleben von Toner an einem Tonerträgerelement. Ein Toner, der einen Formfaktor SF-1 von mehr als **160** hat, hat eine Gestalt, die von einer Kugel abweicht und einer unbestimmten Gestalt nahekommt, und wird in einem Entwicklerbehälter leicht zerbrochen, so dass eine Veränderung der Teilchengrößenverteilung oder eine breitere Verteilung der triboelektrischen Ladung verursacht wird, was zu Hintergrundschleier oder Umkehrschleier führt. Ein Toner, der einen SF-2-Wert von mehr als **140** hat, verursacht leicht eine Verminderung des Wirkungsgrades der Übertragung von dem elektrostatischen Latentbildträgerelement auf ein Übertragungs(bildempfangs)material und führt bei der Wiedergabe von Buchstaben- bzw. (Schrift)zeichenbildern oder Linienbildern leicht zu einem Übertragungsausfall (einem Hohlbild). Es wird bevorzugt, dass nichtmagnetische Tonerteilchen, die durch den Pulverisierprozess hergestellt worden sind, nach einer Oberflächenbehandlung für die Erzielung einer kugelförmigen Gestalt verwendet werden.

[0048] Das Verhältnis B/A eines Wertes B, der erhalten wird, indem von einem SF-2-Wert **100** subtrahiert wird, zu einem Wert A, der erhalten wird, indem von einem SF-1-Wert **100** subtrahiert wird, wird durch eine Gerade wiedergegeben, die durch den Ursprung eines in **Fig. 13** gezeigten Koordinatensystems hindurchgeht, und das Verhältnis B/A kann vorzugsweise höchstens 1,0, insbesondere 0,2 – 0,9 und vor allem 0,35–0,85 betragen, um zu bewirken, dass die nichtmagnetischen Tonerteilchen eine verbesserte Übertragbarkeit zeigen, während ein gutes Entwicklungsverhalten beibehalten wird.

[0049] Der nichtmagnetische Toner, der bei dem Bilderzeugungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird, hat die Fozm einer Mischung aus solchen nichtmagnetischen Tonerteilchen, die einen SF-1-Wert von **120–160**, einen SF-2-Wert von **115–140** und eine massegemittelte Teilchengröße von 4–9  $\mu\text{m}$  haben, mit feinen anorganischen Teilchen (a), die eine anzahlgemittelte Primärteilchengröße von höchstens 50 nm haben, und feinen sphärischen Teilchen (b), die eine anzahlgemittelte Primärteilchengröße von 50 – 1000 nm und eine auf der spezifischen Oberfläche basierende Sphärizität  $\psi$  von 0, 91–1, 00 haben, wobei die Teilchen (a) und (b) den nichtmagnetischen Tonerteilchen jeweils von außen zugesetzt worden sind. Dies hat zur Folge, dass der nichtmagnetische Toner eine ausgezeichnete Übertragbarkeit und ein ausgezeichnetes Verhalten in Bezug auf eine kontinuierliche Bilderzeugung zeigt, während des Entwicklungsschrittes auch in dem Fall, dass er nach dem Übertragungsschritt auf dem Bildträgerelement zurückgeblieben ist, seine einfache Rückgewinnung erlaubt, und auch eine ausgezeichnete Fähigkeit zur Wiedergabe der Punkte von digitalen Latentbildern zeigt.

[0050] Eine bessere Vermeidung des Übertragungsausfalls bei Buchstaben- bzw. (Schrift)zeichenbildern oder Linienbildern aus dem nichtmagnetischen Toner wird möglich, weil die feinen anorganischen Teilchen (a) und die feinen sphärischen Teilchen (b) auf den nichtmagnetischen Tonerteilchen getragen werden.

[0051] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird es bevorzugt, dass der nichtmagnetische Toner [einschließlich der Teilchen (a) und (b)] eine nach der BET-Methode unter Verwendung von Stickstoffgas als Adsorbat gemessene spezifische Oberfläche Sb ( $\text{m}^2/\text{cm}^3$ ) hat und eine geometrische spezifische Oberfläche St ( $= 6/D^4$ ) ( $\text{m}^2/\text{cm}^2$ ) hat, die auf der Annahme basiert, dass er ausschließlich aus genau sphärischen (kugelförmigen) nichtmagnetischen Tonerteilchen, die jeweils ihre massegemittelte Teilchengröße ( $D^4$ ) haben, besteht, wobei Sb und St die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$3,0 \leq \text{Sb/St} \leq 7,0 \text{ und } \text{Sb} \geq \text{St} \times 1,5 + 1,5.$$

[0052] Es wird ferner bevorzugt, dass der nichtmagnetische Toner (und im Einzelnen seine Tonerteilchen) eine anzahlgemittelte Teilchengröße  $D_1$  ( $\mu\text{m}$ ) hat (haben), die die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$10 < D_1 \times \text{Sb} \leq 50, \text{ insbesondere } 15 < D_1 \times \text{Sb} \leq 40.$$

[0053]  $D_1$  kann vorzugsweise 3,5 – 8,0  $\mu\text{m}$  betragen. Sb kann vorzugsweise 3,2 – 6,8  $\text{m}^2/\text{cm}^3$  und insbesondere 3,4 – 6,3  $\text{m}^2/\text{cm}^3$  betragen.

[0054] Das Volumen einer Tonerpräbe kann unter Anwendung der wahren Dichte, die z. B. mit einem automatischen Gerät zur trockenen Dichtemessung ("Accupyc 1330", erhältlich von K. K. Shimadzu Seisakusho) gemessen wird, aus ihrer Masse berechnet werden. Das Verfahren zur Messung der wahren Dichte kann auf andere pulverförmige Substanzen anwendbar sein.

[0055] Wenn das Verhältnis Sb/St unter 3,0 liegt, wird leicht der Übertragungswirkungsgrad vermindert, und bei einem über 7,0 liegenden Wert führt der Toner leicht zu einer niedrigeren Bilddichte. Dies ist vermutlich der Funktion der feinen anorganischen Teilchen (a) und der feinen sphärischen Teilchen (b) als Abstandshalter zwischen den nichtmagnetischen Tonerteilchen und dem Tonerträgerelement und zwischen den nichtmagneti-

schen Tonerteilchen und dem elektrostatischen Latentbildträgerelement zuzuschreiben.

[0056] Die vorstehend erwähnte Bedingung für die nach der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche Sb des nichtmagnetischen Toners kann erfüllt werden, indem die spezifische Oberfläche der nichtmagnetischen Tonerteilchen, die spezifischen Oberflächen und die Zusatzmengen der feinen anorganischen Teilchen (a) und der feinen sphärischen Teilchen (b), die den Tonerteilchen zugesetzt werden, und die Intensität, mit der diese Teilchen vermischt werden, eingestellt werden.

[0057] Zur wirksamen Ausnutzung der feinen anorganischen Teilchen (a) und der feinen sphärischen Teilchen (b) wird es ferner bevorzugt, dass die Tonerteilchen eine nach der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche Sr von  $1,2 - 2,5 \text{ m}^2/\text{cm}^3$  und insbesondere von  $1,4 - 2,1 \text{ m}^2/\text{cm}^3$  haben und die nach der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche  $1,5 - 2,5$ -mal so groß ist wie der vorstehend erwähnte St-Wert [d. h. die geometrische spezifische Oberfläche ( $= 6/D_4$ ), die auf der Annahme basiert, dass die Tonerteilchen ausschließlich aus genau sphärischen (kugelförmigen) Teilchen, die jeweils ihre massegemittelte Teilchengröße ( $D_4$ ) haben, bestehen].

[0058] Es wird ferner bevorzugt, dass die nach der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche Sb des nichtmagnetischen Toners nach dem Zusatz der feinen Teilchen (a) und (b) um mindestens  $1,5 \text{ m}^2/\text{cm}^3$  größer ist als die nach der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche Sr der nichtmagnetischen Tonerteilchen. Die nichtmagnetischen Tonerteilchen können vor dem Zusatz der feinen Teilchen (a) und (b) vorzugsweise eine derartige Porenradienverteilung (als Maß der Oberflächenrauheit) liefern, dass im Porenradienbereich von  $1 - 100 \text{ nm}$  eine Porenflächenverteilung erhalten wird, die einen 60%-Porenradius (d. h. einen Radius, der eine kumulierte Porenfläche von 60% ergibt) von höchstens  $3,5 \text{ nm}$  zeigt. Es wird ferner bevorzugt, dass die nach der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche Sb des nichtmagnetischen Toners und die nach der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche Sr der Tonerteilchen ein Verhältnis Sb/Sr im Bereich von  $2 - 5$  ergeben.

[0059] Es wird angenommen, dass die Erfüllung der vorstehend erwähnten Bedingungen für den 60%-Porenradius wirksam ist, um die Menge der Poren oder Unebenheiten, die größer als die Primärteilchengröße der feinen Teilchen (a) sind, zu vermindern, so dass die feinen Teilchen (a) weiter wirksam ausgenutzt werden, um den Übertragungswirkungsgrad zu verbessern.

[0060] Die spezifischen Oberflächen Sb und St, auf die hierin Bezug genommen wird, basieren auf Werten, die unter Anwendung eines Geräts ("Autosorb 1", erhältlich von Yuasa Ionix R. R.) zur Messung der spezifischen Oberfläche nach der BET-Mehrpunktmethode unter Verwendung von Stickstoffgas als Adsorbat an einer Prabenoberfläche gemessen werden. Der 60%-Porenradius wird bei einer (Kumulierte Porenfläche-Porenradius)-Rennlinie an der Desorptionsseite ermittelt. Die Porenradienverteilung wird gemäß der BJH method (von Barret, Joyner & Harenda vorgeschlagen) auf Basis von Adsorptionstestdaten, die mit "Autosorb 1" erhalten werden, berechnet.

[0061] Zur Erzielung von Bildern mit höherer Qualität durch getreue Entwicklung von feineren Punkten werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung Tonerteilchen verwendet, die eine massegemittelte Teilchengröße von  $4 - 9 \mu\text{m}$  haben. Im Fall von Tonerteilchen, die eine massegemittelte Teilchengröße von weniger als  $4 \mu\text{m}$  haben, ist es wegen einer Verminderung des Übertragungswirkungsgrades wahrscheinlich, dass nach der Übertragung auf dem lichtempfindlichen Element eine erhöhte Tonermenge zurückbleibt, und sie verursachen wegen Schleierbildung und Übertragungsstörungen Bildunregelmäßigkeiten, so dass sie im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht bevorzugt werden. Andererseits verursachen Tonerteilchen, die eine massegemittelte Teilchengröße von mehr als  $9 \mu\text{m}$  haben, leicht ein Zerstreuen von Buchstaben- bzw. (Schrift)zeichenbildern und Linienbildern.

[0062] Die Teilchengrößenverteilung und die mittlere Teilchengröße von Tonerteilchen oder eines Toners, auf die hierin Bezug genommen wird, basieren auf Werten, die unter Anwendung eines Zählgeräts (Coulter counter Model TA-II oder Coulter Multisizer, erhältlich von Coulter Electronics Inc.), an den eine Schnittstelle (erhältlich von Nikkaki K. K.) für die Ausgabe der auf die Anzahl bezogenen Verteilung und der auf die Masse bezogenen Verteilung und ein Arbeitsplatzcomputer ("PC-9801", erhältlich von NEC R. R.) angeschlossen sind, gemessen werden. Als Elektrolytlösung kann unter Verwendung von analysenreinem Natriumchlorid eine wässrige 1%ige NaCl-Lösung hergestellt werden. Alternativ ist es möglich, eine handelsübliche Elektrolytlösung (z. B. "ISOTON R-II", erhältlich von Coulter Scientific Japan K. K.) zu verwenden.

[0063] Zur Messung werden in 100 bis 150 ml der Elektrolytlösung als Dispergiermittel 0,1 bis 5 ml eines Tensids, vorzugsweise eines Al-kylbenzolsulfonsäuresalzes, hineingegeben, und es werden 2 bis 20 mg einer Probe dazugegeben. [Ein Toner, der zusätzlich zu Tonerteilchen äußere Zusatzstoffe wie z. B. die feinen anorganischen Teilchen (a) und die feinen sphärischen Teilchen (b) enthält, kann vorteilhaft als Probe verwendet werden, ohne dass die Messung der Tonerteilchengrößen im Hinblick auf die Größendifferenz wesentlich beeinträchtigt wird.] Die erhaltene Dispersion der Probe in der Elektrolytlösung wird etwa 1 – 3 Minuten lang einer Dispergierbehandlung mit einem Ultraschalldispergiergerät unterzogen und dann einer Messung der Teilchengrößeverteilung im Bereich von  $2 \mu\text{m}$  oder darüber unter Anwendung des vorstehend erwähnten Geräts (vorzugsweise Coulter Counter Model TA-II) mit einer Messöffnung von  $100 \mu\text{m}$  unterzogen, wobei die auf

das Volumen bezogene Verteilung und die auf die Anzahl bezogene Verteilung erhalten werden.

[0064] Die massegemittelte Teilchengröße D4 und die anzahlgemittelte Teilchengröße D1 können aus der auf das Volumen bezogenen Verteilung bzw. aus der auf die Anzahl bezogenen Verteilung erhalten werden, während ein Mittelwert in jedem Kanal als repräsentativer Wert für jeden Kanal genommen wird.

[0065] Der nichtmagnetische Toner, der im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann zur Erzielung eines verbesserten Übertragungswirkungsgrades im Fall seiner Anwendung auf einen Übertragungsprozess, bei dem ein Übertragungselement angewendet wird, an das eine Spannung angelegt wird, vorzugsweise eine in der folgenden Weise nach der Zweikomponentenmethode gemessene Aufladbarkeit pro Masseneinheit von 30 – 80 mC/kg und insbesondere von 40 – 70 mC/kg haben.

[0066] In einer Umgebung mit einer Temperatur von 23°C und einer relativen Feuchtigkeit von 60% werden 9,5 g Eisenpulver mit Teilchengrößen, die einer Siebmaschenzahl zwischen 200 mesh und 300 mesh entsprechen, ("EFV200/300", erhältlich von POWDERTEC K.K.) mit 0,5 g einer Tonerprobe vermischt, und die erhaltene Mischung wird in eine Polyethylenflasche mit einem Fassungsvermögen von 50 – 100 ml eingefüllt, worauf 50-maliges Schütteln von Hand folgt. Dann werden 1,0–1,2 g der geschüttelten Mischung in einen zur Messung dienenden Metallbehälter **72** (in Fig. 11 gezeigt) eingefüllt, der an seinem Boden mit einem 500-mesh-Sieb **73** versehen und mit einem Metaldeckel **74** bedeckt ist. Die Gesamtmasse des Behälters **72** wird gewogen und mit  $W_1$  (g) bezeichnet. Dann wird eine Saugvorrichtung **71**, die mindestens bei einem Teil, der mit dem Behälter **72** in Berührung kommt, aus einem isolierenden Material besteht, in Betrieb gesetzt, und der in dem Behälter befindliche Toner wird entfernt, indem er 1 min lang durch eine Ansaugöffnung **77** angesaugt wird, während der Druck bei einem Manometer **75** durch Einstellen eines Ansaugsteuerventils **76** auf einem konstanten Wert von 2450 Pa (250 mmWS) gehalten wird. Der Wert, der zu dieser Zeit bei einem Potenziometer **79** abgelesen wird, das mit dem Behälter über einen Kondensator **78** mit einer Kapazität C (μF) verbunden ist, wird mit V (Volt) bezeichnet. Die Gesamtmasse des Behälters nach dem Ansaugen wird gemessen und mit  $W_2$  (g) bezeichnet. Die triboelektrische Ladung T (mC/kg) des Toners wird dann als:  $T \text{ (mC/kg)} = C \times V / (W_1 - W_2)$  berechnet.

[0067] Zur ausreichenden Einhaltung der Gestalt von Tonerteilchen, die durch den Pulverisierprozess unter Einwirkung einer thermischen und mechanischen Schlagkraft hergestellt werden, können die nichtmagnetischen Tonerteilchen vorzugsweise ein Bindemittelharz enthalten, das eine durch GPC (Gel-Permeationschromatographie) gemessene Molmassenverteilung hat, die an der Seite niedrigerer Molmassen einen Peak im Molmassenbereich von 3000 – 15.000 zeigt. In dem Fall, dass die Molmasse des Peaks an der Seite niedrigerer Molmassen einen Wert von 15.000 überschreitet, wird es schwierig, die Formfaktoren SF-1 und SF-2 in den Bereichen der vorliegenden Erfindung einzustellen. Wenn die Molmasse des Peaks unter 3000 liegt, wird leicht ein Ankleben von geschmolzenen Tonerteilchen in einem zur Behandlung der Oberfläche der Tonerteilchen dienenden Gerät verursacht. Molmasse und Molmassenverteilung eines Toner-Bindemittelharzes, auf die hierin Bezug genommen wird, basieren auf der folgenden GPC-Messung. Eine Tonerprobe wird zur Vorbereitung durch einen Soxhlet-Extraktor 20 Stunden lang mit Tetrahydrofuran (THF) als Lösungsmittel extrahiert, um eine GPC-Probe herzustellen, die dann einer GPC-Messung unter Anwendung einer Reihe von Säulen (z. B. A-801, 802, 803, 804, 805, 806 und 807, alle erhältlich von Showa Denko K. K.) unterzogen wird, um eine Molmassenverteilung zu messen, die auf einer mit Standard-Polystyrolharzen erhaltenen Eichkurve basiert.

[0068] Es wird bevorzugt, dass ein Bindemittelharz verwendet wird, bei dem das Verhältnis Mw/Mn der massegemittelten Molmasse (Mw) zu der anzahlgemittelten Molmasse (Mn) **2–100** beträgt.

[0069] Der Toner kann im Hinblick auf seine Fixierbarkeit und Lagerbeständigkeit vorzugsweise eine Glasumwandlungstemperatur Tg im Bereich von 50–75°C und insbesondere von 52–70°C haben.

[0070] Die Glasumwandlungstemperatur Tg eines Toners kann unter Anwendung eines Hochpräzisions-Differentialabtastkalorimeters mit Innenheizung und Eingangsgrößenkompensation (DSC) (z. B. "DSC-7", erhältlich von Perkin-Elmer Corp.) gemessen werden. Die Messung kann gemäß ASTM D3418-82 durchgeführt werden. Vor der Aufnahme einer DSC-Kurve (Differentialthermoanalysekurve) wird eine Probe zur Beseitigung ihrer thermischen Vorgeschichte einmal erhitzt und abgeschreckt und dann zur Aufnahme von DSC-Kurven wieder mit einer Temperaturerhöhungsgeschwindigkeit von 10°C/min in einem Temperaturbereich von 0–200°C erhitzt.

[0071] Das Tonerbindemittelharz kann beispielsweise Polystyrol; Homopolymere von Styrollderivaten wie z. B. Poly-p-chlorstyrol und Polyvinyltoluol; Styrolcopolymeren wie z. B. Styrol-p-Chlorstyrol-Copolymer, Styrol-Vinyltoluol-Copolymer, Styrol-Vinylnaphthalin-Copolymer, Styrol-Acrylat-Copolymer, Styrol-Methacrylat-Copolymer, Styrol-Methyl- $\alpha$ -chlormethacrylat-Copolymer, Styrol-Acrylnitril-Copolymer, Styrol-Vinylmethylether-Copolymer, Styrol-Vinylethylether-Copolymer, Styrol-Vinylmethylketon-Copolymer, Styrol-Butadien-Copolymer, Styrol-Isopren-Copolymer und Styrol-Acrylnitril-Inden-Copolymer; Polyvinylchlorid, Phenolharz, naturharzmodifiziertes Phenolharz, naturharzmodifiziertes Maleinsäureharz, Acryl-harz, Methacrylharz, Polyvinylacetat, Silikonharz, Polyesterharz, Polyurethan, Polyamidharz, Furanharz, Epoxyharz, Xyloharz, Polyvinylbutyral, Terpenharz, Cumaron-Inden-Harz und Phtnolharz umfassen. Bevorzugte Arten des Bindemittelharzes können vernetzte Styrolharze einschließen.

[0072] Beispiele für das Comonomer, das zusammen mit Styrolmonomer so ein Styrolcopolymer bildet, können andere Vinylmonomere einschließlich Monocarbonsäuren mit einer Doppelbindung und Derivaten davon wie z. B. Acrylsäure, Methylacrylat, Ethylacrylat, Butylacrylat, Dodecylacrylat, Octylacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, Phenylacrylat, Methacrylsäure, Methylmethacrylat, Ethylmethacrylat, Butylmethacrylat, Octylmethacrylat, Acrylnitril, Methacrylnitril und Acryl-amid; Dicarbonsäuren mit einer Doppelbindung und Derivaten davon wie z. B. Maleinsäure, Butylmaleat, Methylmaleat und Dimethylmaleat; Vinylestern wie z. B. Vinylchlorid, Vinylacetat und Vinylbenzoat; ethylenischer Olefine wie z. B. Ethylen, Propylen und Butylen; Vinylketonen wie z. B. Vinylmethylketon und Vinylhexylketon und Vinylethern wie z. B. Vinylmethylether, Vinylethylether und Vinylisobutylether umfassen. Diese Vinylmonomere können allein oder in einer Mischung aus zwei oder mehr Arten verwendet werden.

[0073] Das Vernetzungsmittel kann hauptsächlich eine Verbindung sein, die zwei oder mehr Doppelbindungen hat, die einer Polymerisation zugänglich sind; Beispiele dafür können aromatische Divinylverbindungen wie z. B. Divinylbenzol und Divinylnaphthalin; Carbonsäureester mit zwei Doppelbindungen wie z. B. Ethylen-glykoldiacrylat, Ethylenglykoldimethacrylat und 1,3-Butandioldimethacrylat; Divinylverbindungen wie z. B. Divinylanilin, Divinylether, Divinylsulfid und Divinylsulfon und Verbindungen mit drei oder mehr Vinylgruppen umfassen. Diese können einzeln oder in einer Mischung verwendet werden.

[0074] Zur Erzielung einer verbesserten Trennbarkeit des Toners von einem Fixierelement und auch einer verbesserten Fixierbarkeit während des Heißpressfixierens wird es auch bevorzugt, dass in Tonerteilchen ein Wachs eingemischt wird. Beispiele für solche Wachse können Paraffinwachs und Derivate davon, mikrokristallines Wachs und Derivate davon, Fischer-Tropsch-Wachs und Derivate davon, Polyolefinwachs und Derivate davon und Carnaubawachs und Derivate davon umfassen. Die Derivate können Oxide, Blockcopolymeren mit einem Vinylmonomer und Ppropfmodifikationsprodukte umfassen.

[0075] Es ist außerdem auch möglich, dass langkettige Alkohole, langkettige aliphatische Säuren, Säureamide, Ester, Ketone, hydriertes Ricinusöl und Derivate davon, Pflanzenwachse, Tierwachse, Mineralwachse und Petrolactam bzw. Petrolatum verwendet werden.

[0076] Es wird bevorzugt, dass ein Ladungssteuerungsmittel in die Tonerteilchen eingemischt wird (innerer Zusatz) oder ein Ladungssteuerungsmittel mit den Tonerteilchen vermischt wird (Zusatz von außen bzw. äußerer Zusatz). Durch Verwendung so eines negativen oder positiven Ladungssteuerungsmittels wird es möglich, eine optimale Steuerung bzw. Einstellung der Ladung zu bewirken, die für das Entwicklungssystem geeignet ist.

[0077] Beispiele für die negativen Ladungssteuerungsmittel können organische Metallkomplexe und Chelatverbindungen einschließlich Monoazo-Metallkomplexen, Acetylaceton-Metallkomplexen und Organometallkomplexen aromatischer Hydroxycarbonsäuren und aromatischer Dicarbonsäuren umfassen. Andere Beispiele können aromatische Hydroxycarbonsäuren, aromatische Mono- und Polycarbonsäuren und ihre Metallsalze, Anhydride und Ester und Phenolderivate wie z. B. Bisphenole umfassen.

[0078] Beispiele für die positiven Ladungssteuerungsmittel können Nigrosin und modifizierte Produkte davon mit Metallsalzen aliphatischer Säuren usw., Oniumsalze einschließlich quaternärer Ammoniumsalze wie z. B. Tributylbenzylammonium-1-hydroxy-4-naphtholsulfonat und Tetrabutylammoniumtetrafluoroborat und ihre homologen Verbindungen einschließlich Phosphoniumsalzen und Lackpigmente davon; Triphenylmethanfarbstoffe und Lackpigmente davon (wobei die Lackbildner z. B. Wolframatophosphorsäure, Molybdatophosphorsäure, Wolframatomolybdatophosphorsäure, Tannin, Laurinsäure, Gallussäure, Hexacyanoferrate(III) und Hexacyanoferrate(II) umfassen); Metallsalze höherer aliphatischer Säuren; Diorganozinnoxide wie z. B. Dibutylzinnoxid, Dioctylzinnoxid und Dicyclohexylzinnoxid; Diorganozinnborate wie z. B. Dibutylzinnborat, Diocetylzinnborat und Dicyclohexylzinnborat umfassen. Diese können einzeln oder in einer Mischung aus zwei oder mehr Arten verwendet werden.

[0079] Das Ladungssteuerungsmittel kann vorzugsweise in Form von feinen Teilchen, die eine anzahlgemittelte Teilchengröße von höchstens 4 µm und insbesondere höchstens 3 µm haben, verwendet werden. Im Fall des inneren Zusatzes zu den Tonerteilchen kann das Ladungssteuerungsmittel vorzugsweise in einer Menge von 0,1–20 Masssteilen und insbesondere 0,2–10 Masssteilen pro 100 Masssteile des Bindemittelharzes verwendet werden.

[0080] Der nichtmagnetische Toner kann ein Farbmittel enthalten. Es ist beispielsweise möglich, dass ein schwarzes Farbmittel wie z. B. Ruß oder eine schwarze Farbmittelmischung aus gelben/magentafarbenen und cyanfarbenen Farbmitteln, wie sie nachstehend beschrieben werden, verwendet wird.

[0081] Typische Beispiele für das gelbe Farbmittel können kondensierte Azoverbindungen, Isoindolinonverbindungen, Anthrachinonverbindungen, Azo-Metallkomplexe, Methinverbindungen und Arylamidverbindungen umfassen. Vorzuziehende bestimmte Beispiele dafür können C.I. Pigment Yellow 12, 13, 14, 15, 17, 62, 74, 83, 93, 94, 95, 97, 109, 110, 111, 120, 127, 128, 129, 147, 168, 174, 176, 180, 181 und 191 umfassen.

[0082] Beispiele für das magentafarbene (purpurne) Farbmittel können kondensierte Azoverbindungen, Diketopyrrolopyrrolverbindungen, Anthrachinonverbindungen, Chinacridonverbindungen, Lackverbindungen basischer Farbstoffe, Naphtholverbindungen, Benzimidazolverbindungen, Thioindigoverbindungen und Perylen-

verbindungen umfassen. Bevorzugte bestimmte Beispiele dafür können C.I. Pigment Red 2, 3, 5, 6, 7, 23; 48 : 2, 48 : 3, 48 : 4, 57 : 1, 81 : 1, 114, 146, 166, 169, 177, 184, 185, 202, 206, 220, 221 und 254 umfassen.

[0083] Beispiele für das cyanfarbene (blaugrüne) Farbmittel können Kupferphthalocyaninverbindungen und Derivate davon und Anthrachinonverbindungen umfassen. Bevorzugte bestimmte Beispiele dafür können C. I. Pigment Blue 1, 7, 15, 15 : 1, 15 : 2, 15 : 3, 15 : 4, 60, 62 und 66 umfassen.

[0084] Diese Farbmittel können einzeln, in einer Mischung oder im Zustand einer festen Lösung verwendet werden. Das Farbmittel kann im Hinblick auf den Farbtonwinkel, die Sättigung (Chromatizität), die Helligkeit, die Witterungsbeständigkeit, die Lichtdurchlässigkeit im Fall seiner Verwendung in einer OHP-Folie (Over-headfolie für Projektionszwecke) und die Dispergierbarkeit in dem Toner ausgewählt werden. Das Farbmittel kann in einer Menge von 1 – 20 Masssteilen pro 100 Masssteile des Bindemittelharzes zugesetzt werden.

[0085] Im Hinblick auf die Ladungsstabilität, das Entwicklungsverhalten, die F1ießfähigkeit und die Lagerbeständigkeit des resultierenden nichtmagnetischen Toners können die feinen anorganischen Teilchen (a) vorzugsweise Siliciumdioxid, Aluminiumoxid, Titandioxid oder ein Mischoxid von diesen umfassen. Es wird weiter bevorzugt, dass Siliciumdioxid verwendet wird. Das Siliciumdioxid kann entweder das so genannte Trockenverfahren-Siliciumdioxid oder Kieselpuder (Fumed Silica), das durch Dampfphasenoxidation von Siliciumhalogenid oder -alkoxid gebildet wird, oder das Nassverfahren-Siliciumdioxid sein, das aus Silicaten, Siliciumalkoxid oder Wasserglas gebildet wird. Das Trockenverfahren-Siliciumdioxid wird jedoch bevorzugt, weil an der Oberfläche und im Inneren des Siliciumdioxids weniger Silanolgruppen vorhanden sind und auch weniger Produktionsrückstände wie z. B.  $Na_2O$  und  $SO_3^-$  zurückbleiben. Das Trockenverfahren-Siliciumdioxid kann, die Form eines gemischten Metalloxidpulvers aus Siliciumdioxid und einem anderen Metalloxid haben, wenn beispielsweise bei dem Herstellungsverfahren zusammen mit Siliciumhalogenid ein anderes Metallhalogenid wie z. B. Aluminiumchlorid oder Titanchlorid verwendet wird. Feines Siliciumdioxidpulver kann hierin so ein gemischtes Metall-oxidpulver umfassen.

[0086] Die feinen anorganischen Teilchen (a) können vorzugsweise eine nach der BET-Methode unter Verwendung von Stickstoff als Adsorbatgas gemessene spezifische Oberfläche von mindestens 30  $m^2/g$  und insbesondere von 50 – 400  $m^2/g$  haben, damit gute Ergebnisse erzielt werden. Es ist zweckmäßig, dass 0,1 – 8, vorzugsweise 0,5 – 5 und insbesondere 1,0 – 3,0 Masssteile pro 100 Masssteile der nichtmagnetischen Toner-Teilchen verwendet werden.

[0087] Die feinen anorganischen Teilchen (a) können vorzugsweise eine anzahlgemittelte Primärteilchengröße von höchstens 50 nm und insbesondere von 1 – 30 nm haben.

[0088] Die anzahlgemittelte Primärteilchengröße der feinen anorganischen Teilchen (a), auf die hierin Bezug genommen wird, basiert auf Werten, die erhalten werden, indem Probenteilchen mit 100.000facher Vergrößerung durch ein Elektronenmikroskop betrachtet werden und 100 Teilchen, die jeweils eine Größe von 1 nm oder darüber haben, genommen werden, um den Mittelwert der Durchmesser der längeren Achsen der 100 Teilchen zu berechnen.

[0089] Zur Hydrophobierung und/oder zur Steuerung bzw. Einstellung der Aufladbarkeit wird es auch bevorzugt, dass die feinen anorganischen Teilchen (a) wie gewünscht mit einem Behandlungsmittel wie z. B. Siliconlack, Siliconlack, der verschiedene funktionelle Gruppen hat, Siliconöl, Siliconöl, das verschiedene funktionelle Gruppen hat, Silan-Haftmittel, Silan-Haftmittel, das verschiedene Funktionelle Gruppen hat, anderen Organosiliciumverbindungen oder Organotitanverbindungen behandelt worden sind. Das Behandlungsmittel kann in Form einer Mischung verschiedener Arten verwendet werden.

[0090] Um einen Toner bereitzustellen, der eine hohe Aufladbarkeit, einen geringeren Verbrauch und eine hohe Übertragbarkeit zeigt, wird es ferner bevorzugt, dass die feinen anorganischen Teilchen (a) verwendet werden, die mindestens mit Siliconöl behandelt worden sind.

[0091] Zur Verbesserung der Übertragbarkeit und/oder des Verhaltens in Bezug auf die gleichzeitige Entwicklung und Reinigung enthält der nichtmagnetische Toner gemäß der vorliegenden Erfindung zusätzlich zu den feinen anorganischen Teilchen (a) feine anorganische oder organische sphärische Teilchen (b), deren Gestalt einer genau sphärischen (kugelförmigen) Gestalt nahekommt und die eine anzahlgemittelte Primärteilchengröße von 50 – 1000 nm und vorzugsweise 70 – 900 nm haben. Es wird bevorzugt, dass z. B. sphärische Siliciumdioxidteilchen oder sphärische Harzteilchen verwendet werden. Die feinen sphärischen Teilchen (b) können vorzugsweise eine nach der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche von höchstens 30  $m^2/g$  haben.

[0092] Die feinen sphärischen Teilchen (b) können eine auf der spezifischen Oberfläche basierende Sphärität  $\psi$  von 0,91 – 1,00 gemäß der folgenden Definition haben:  $\psi = [\text{geometrische spezifische Oberfläche (m}^2/\text{g}) / \text{tatsächlich nach der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche (m}^2/\text{q})]$  der feinen sphärischen Teilchen (b)].

[0093] Die Werte der nach der BET-Methode gemessenen spezifischen Oberfläche ( $m^2/g$ ) der feinen sphärischen Teilchen (b) für die Berechnung von  $\psi$ , auf die hierin Bezug genommen wird, basieren auf einer Messung unter Anwendung eines Geräts zur Messung der spezifischen Oberfläche ("Autosorb 1", erhältlich von QUANANTACHROME Co.), die in der folgenden Weise durchgeführt wird.

[0094] Zur Ermittlung der spezifischen Oberfläche nach der BET-Mehrpunktmethode werden etwa 0,3 g feine sphärische Teilchen (b) in eine Messzelle eingewogen, mindestens 1 Stunde lang bei einer Temperatur von 40°C und einem Vakuum von  $1,0 \times 10^{-3}$  mmHg evakuiert und dann einer Stickstoffadsorption unterzogen, während bei der Temperatur von flüssigem Stickstoff gekühlt wird.

[0095] Die geometrische spezifische Oberfläche ( $m^2/q$ ), die auf der Annahme basiert, dass die feinen sphärischen Teilchen (b) genau sphärisch (kugelförmig) sind, kann folgendermaßen gemessen werden. Eine Probe von feinen sphärischen Teilchen (b) wird mit 10.000facher Vergrößerung durch ein Elektronenmikroskop photographiert, und Bilder von 100 Teilchen, die jeweils eine Teilchengröße von mindestens 10 nm haben, werden zufällig ausgewählt, um den Mittelwert der Durchmesser der längeren Achsen der 100 Teilchen zu erhalten. Dann wird angenommen, dass ein feines sphärisches Teilchen (b) eine genaue Kugel mit dem Radius  $r$  ( $= 1/2 \times$  Mittelwert der Durchmesser der längeren Achsen) ist, so dass die Oberfläche des Teilchens als  $4\pi r^2$  ( $m^2$ ) berechnet wird und das Volumen des Teilchens als  $4\pi r^3/3$  ( $m^3$ ) berechnet wird. Die angenommene geometrische spezifische Oberfläche kann dann unter Anwendung der separat gemessenen Dichte  $d_b$  ( $g/m^3$ ) der feinen sphärischen Teilchen (b) als  $4\pi r^2/(db \times 4\pi r^3/3) = 3/(d_b \times r)$  berechnet werden.

[0096] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es als Folge des kombinierten äußeren Zusatzes der feinen sphärischen Teilchen (b), die eine auf der spezifischen Oberfläche basierende Sphärität  $\psi$  von 0,91 – 1,00 haben, und der feinen anorganischen Teilchen (a) möglich, Für eine lange Zeit ein zufriedenstellendes Verhalten in Bezug auf die gleichzeitige Entwicklung und Rsiniquag beizubehalten. Die feinen sphärischen Teilchen (b) können vorzugsweise in einer Menge von 0,01 – 1,0 Masssteilen und insbesondere von 0,03 – 0,8 Masssteilen pro 100 Masssteile der nichtmagnetischen Tonerteilchen zugesetzt werden.

[0097] In dem Fall, dass die feinen sphärischen Teilchen (b) als sphärische Harzteilchen gebildet sind, können die Harzteilchen z. B. durch Emulsionspolymerisation oder Sprühtrocknung unter geregelten Bedingungen hergestellt werden. Durch Verwendung von Harzteilchen, die eine Glasumwandlungstemperatur von mindestens 75 °C und insbesondere von 80 – 150 °C haben und z. B. durch Emulsionspolymerisation von Styrolmonomer oder Methylmethacrylatmonomer erhalten werden, kann eine gute Wirkung erzielt werden.

[0098] Der Toner, der im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann andere Zusatzstoffe in einem derartigen Ausmaß enthalten, dass die vorliegende Erfindung im wesentlichen nicht beeinträchtigt wird. Beispiele für solche Zusatzstoffe können Gleitmittelpulver wie z. B. Polytetrafluorethylenpulver, Zinkstearatpulver und Polyvinylidenfluoridpulver; Schleifmittel wie z. B. Ceroxidpulver, Siliciumcarbidpulver, Strontiumtitanatpulver und Calciumtitanatpulver; Antibackmittel und elektrische Leitfähigkeit erteilende Mittel wie z. B. Rußpulver, Zinkoxidpulver und Zinnoxidpulver umfassen.

[0099] Die nichtmagnetischen Tonerteilchen, die im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet werden, können in der folgenden Weise hergestellt werden. Ein erstes Verfahren kann die folgenden Schritte umfassen: Vermischen der Bestandteile wie z. B. eines Bindemittelharzes, eines Wachses, eines Metallsalzes oder eines Metall-komplexes, eines Pigments oder eines Farbstoffs als Farbmittel und gewünschtenfalls anderer Zusatzstoffe wie z. B. eines Ladungssteuerungsmittels mit einem Mischgerät wie z. B. einem Henschel-Mischer oder einer Kugelmühle; Schmelzkneden der Mischung mit einer HeiBkneteinrichtung wie z. B. Heizwalzen, einem Knetar oder einem Extruder zum guten Dispergieren oder Auflösen der Metall-verbiadung, des Pigments oder des Farbstoffs usw. in dem schmelzgekneteten Harz; Pulverisieren des gekneteten Produkts nach Abkühlen und Verfestigen und Klassieren des pulverisierten Produkts bei einem Klassierschritt, dsr eine Endstufe enthält, bei der im Hinblick auf den Herstellungswirkungsgrad die Anwendung eines Mehrkammersichters bevorzugt wird.

[0100] Die erhaltenen Tonerteilchen können vorzugsweise einer Oberflächenbehandlung zum Erreichen der vorgeschriebenen Formfaktoren SF-1 und SF-2 unterzogen werden. Die Oberflächenbehandlung kann z. B. durch ein Heißwasserverfahren, bei dem die pulverisierten Tonerteilchen in heißem Wasser dispergiert und erhitzt werden, ein Wärmebehandlungsverfahren, bei dem die Tonerteilchen in einen heißen Gasstrom hineingebracht werden, und ein mechanisches Schlagverfahren, bei dem auf die Tonerteilchen mechanische Energie einwirkt, erfolgen. Als Typ des mechanischen Schlagverfahrens wird vorzugsweise ein thermomechanisches Schlagverfahren übernommen, bei dem unter dem Gesichtspunkt der Verhinderung des Agglomerierens und wegen der Produktivität eine Behandlungstemperatur gewählt wird, die in der Nähe der Glasumwandlungstemperatur  $T_g$  der Tonerteilchen und insbesondere im Bereich von  $T_g \pm 10^\circ\text{C}$  liegt. Ferner wird eine Behandlungstemperatur im Bereich von  $T_g$  (Glasumwandlungstemperatur)  $\pm 5^\circ\text{C}$  bevorzugt, die wirksam ist, um die Zahl der Oberflächenporen oder -unebenheiten, die einen Radius von 10 nm oder darüber haben, zu vermindern und zu erreichen, dass die feinen anorganischen Teilchen (a) wirksamer sind, um einen verbesserten Übertragungswirkungsgrad zu erzielen.

[0101] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird es bevorzugt, dass ein elektrostatisches Latentbildträgerelement angewendet wird, dessen Oberfläche Trennbarkeit zeigt. Dies hat zur Folge, dass es möglich wird, die Menge des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners beträchtlich zu vermindern, wodurch ein negatives Geisterbild, das durch Lichtunterbrechung wegen des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners verursacht wird, im wesentlichen vermieden wird und auch während der Entwicklung ein besserer Wir-

kungsgrad der Rückgewinnung des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners in dem Entwicklungsbe- reich erzielt wird, wodurch ein positives Geisterbild gut verhindert wird.

[0102] Nua wird der Mechanismus für das Auftreten von Geisterbildern beschrieben.

[0103] Die Lichtunterbrechung wegen des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners tritt vor allem in dem Fall auf, dass die Oberfläche eines elektrostatischen Latentbildträgerelements wiederholt angewendet wird, um auf einem Blatt eines Übertragungs(bildempfangs)materials (oder Aufzeichnungspapiers) ein Bild zu erzeugen. In dem Fall, dass ein Umfang des Bildträgerelements kürzer ist als die Länge eines Übertragungs-Bildempfangsmaterials in der Bewegungsrichtung, muss die Oberfläche des Bildträgerelements einer Folge von Aufladung-Belichtung-Entwicklung unterzogen werden, während der nach der Übertragung zurückgebliebene Toner darauf vorhanden ist, so dass das Potenzial auf dem Bildträgerelement während der Belichtung auf dem Bereich, wo der nach der Übertragung zurückgebliebene Toner vorhanden ist, nicht ausreichend vermindert wird, was zu einem ungenügenden Entwicklungskontrast führt. Dies hat zur Folge, dass bei einem Bilderzeugungsverfahren, bei dem der Umkehrentwicklungsbetrieb angewendet wird, in dem resultierenden Bild ein negatives Geisterbild auftritt, das eine niedrigere Bilddichte als der umgebende Bereich hat.

[0104] Andererseits wird in dem Fall, dass der nach der Übertragung zurückgebliebene Toner während des Entwicklungsschrittes nicht ausreichend durch Reinigung entfernt wird, ein Toner zum Zweck der Entwicklung auf dem Bildträgerelement, auf dem der nach der Übertragung zurückgebliebene Toner getragen wird, abgeschieden, was zu einem positiven Geisterbild führt, das eine höhere Bilddichte als die Umgebung hat.

[0105] Bei dem Bilderzeugungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung können die vorstehend erwähnten Geisterbilder gut verhindert werden.

[0106] Die vorliegende Erfindung ist in dem Fall besonders wirksam, dass das elektrostatische Latentbildträgerelement hauptsächlich aus einem polymeren Bindemittel besteht. So ein Bildträgerelement kann beispielsweise bereitgestellt werden, wenn auf einem anorganischen lichtempfindlichen Element aus z. B. Selen oder amorphem Silicium eine harzartige Schutzschicht gebildet wird oder wenn ein organisches lichtempfindliches Element mit getrennten Funktionen mit einer Ladungstransportschicht, die aus einer Ladungstransportsubstanze und einem Harz besteht, als Oberflächenschicht versehen wird oder wenn ferner darauf eine harzartige Schutzschicht, wie sie vorstehend beschrieben wurde, gebildet wird. So einer Oberflächenschicht kann Trennbarkeit erteilt werden, indem (1) zur Bildung der Oberflächenschicht ein Harz mit einer niedrigen Oberflächenenergie verwendet wird, (2) ein Zusatzstoff für die Erteilung von Wasserabweisungsvormögen oder lipophilem Verhalten eingemischt wird oder (3) ein Pulver aus einer Substanz mit einer hohen Trennbarkeit dispergiert wird. Die Bedingung (1) kann erfüllt werden, indem ein Harz verwendet wird, in dessen Struktur eine fluorhaltige Gruppe oder eine siliciumhaltige Gruppe eingeführt ist. Die Bedingung (2) kann erfüllt werden, indem als Zusatzstoff ein Tensid eingemischt wird. Die Bedingung (3) kann erfüllt werden, indem ein Pulver aus einer fluorhaltigen Verbindung wie z. B. Polytetrafluorethylen, Polyvinylidenfluorid oder Fluorkohlenstoff verwendet wird. Von diesen ist Polytetrafluorethylen besonders geeignet. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird es besonders bevorzugt, dass in der äußersten Oberflächenschicht ein Pulver aus einer trennbaren Substanz wie z. B. einem fluorhaltigem Harz dispergiert wird.

[0107] Durch Anwendung solcher Maßnahmen wird es möglich, das elektrostatische Latentbildträgerelement mit einer Oberfläche zu versehen, die mit Wasser einen Kontaktwinkel von mindestens 85 Grad und vorzugsweise mindestens 90 Grad zeigt. Bei weniger als 85 Grad ist es wahrscheinlich, dass sich der Toner und das Tonerträgerelement während einer lange dauernden Anwendung verschlechtern.

[0108] So ein Trennbarkeit erteilendes Pulver kann in die Oberflächenschicht eingemischt werden, indem auf einem schon gebildeten Bildträgerelement eine äußerste Oberflächenschicht gebildet wird, die aus einem Bindemittelharz und so einem Pulver, das darin dispergiert ist, besteht, oder indem so ein Pulver in der äußersten, harzartigen Schicht eines organischen Bildträgerelements dispergiert wird, ohne dass von neuem eine Oberflächenschicht gebildet wird.

[0109] So ein Trennbarkeit erteilendes Pulver kann in die Oberflächenschicht vorzugsweise in einer Menge von 1–60 Masse% und insbesondere 2–50 Masse%, auf die Gesamtmasse der Oberflächenschicht bezogen, hineingegeben werden. Bei weniger als 1 Masse% ist die Wirkung der Verminderung der Menge des zurückbleibenden Toners ungenügend und ist die Wirkung der Verbesserung des Reinigungsverhaltens ungenügend, so dass es wahrscheinlich ist, dass die Wirkung der Verhinderung von Geisterbildern ungenügend ist. Bei mehr als 60 Masse% wird leicht die Festigkeit der Oberflächenschicht vermindert und ist es wahrscheinlich, dass die Menge des einfallenden Lichts, die zu der lichtempfindlichen Schicht gelangt, vermindert wird. Die Teilchen können im Hinblick auf die Bildqualität vorzugsweise eine Teilchengröße von höchstens 1 µm und insbesondere höchstens 0,5 µm haben. Bei mehr als 1 µm ist es wahrscheinlich, dass die Deutlichkeit von Linienbildern wegen einer Streuung des einfallenden Lichts beeinträchtigt wird.

[0110] Die vorliegende Erfindung ist in dem Fall besonders wirksam, dass ein System mit Direktaufladung oder Rontaktaufladung angewendet wird, bei dem bewirkt wird, dass ein Aufladeelement das Bildträgerelement direkt berührt oder daran anstößt. Wenn nach dem Übertragungsschritt eine erhöhte Tonermenge zurückbleibt, haftet der zurückbleibende Toner an dem Direktaufladeelement an, so dass bei dem nachfolgenden

Aufladeschritt eine fehlerhafte Aufladung verursacht wird. Die Notwendigkeit einer Verminderung der Menge des zurückbleibenden Toners ist folglich stärker als bei dem Koronaaufladesystem, bei dem die Aufladeeinrichtung frei von Kontakt mit dem Bildträgerelement ist.

[0111] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, ein Bilderzeugungsverfahren bereitzustellen, bei dem das System mit gleichzeitiger Entwicklung und Reinigung angewendet wird und das fähig ist, graphische Bilder mit ausgezeichneten Gradationseigenschaften bzw. einer ausgezeichneten Gradationskurve zu liefern, während die Fähigkeit zur Wiedergabe einzelner Punkte nicht beeinträchtigt wird.

[0112] Als Ergebnis unserer ausgedehnten Untersuchung ist gefunden worden, dass es möglich ist, bei dem System mit gleichzeitiger Entwicklung und Reinigung graphische Bildar mit einer guten Fähigkeit zur Wiedergabe einzelner Punkte und ausgezeichneten Gradationseigenschaften zu liefern, wenn ein Latentbild mit einer Belichtungsintensität (d. h. mit einer flächenbezogenen Belichtungsmenge) erzeugt wird, die mindestens eine minimale Belichtungsintensität  $E_{min}$  ist und unter einer maximalen Belichtungsintensität  $E_{max}$  liegt, wobei  $E_{min}$  und  $E_{max}$  bei einer Oberflächenpotenzial-Belichtungsintensität-Kennlinie eines lichtempfindlichen Elements (einer Kennlinie, die vorzugsweise unter Betriebsbedingungen erhalten wird, die mit denen identisch sind, die wirklich bei einem Bilderzeugungsgerät gewählt werden), wie sie in **Fig. 14** gezeigt ist, ermittelt werden.  $E_{min}$  wird bei so einer Oberflächenpotenzial-Belichtungsintensität-Rennlinie des lichtempfindlichen Elements ermittelt, indem eine erste Steigung S1 einer Geraden, die einen Punkt, der dem Dunkelbereichspotenzial Vd entspricht, und einen Punkt, der dem Wert  $(Vd + Restpotenzial Vr)/2$  entspricht, verbindet, ermittelt wird, der Berührungs punkt einer Tangente, die eine Steigung von S1/20 hat, mit der Oberflächenpotenzial-Belichtungsintensität-Kennlinie ermittelt wird und die minimale Belichtungsintensität als Belichtungsintensität am Berührungs punkt festgelegt wird. Andererseits wird  $E_{max}$  als das 5fache der Belichtungsintensität, bei der das Oberflächenpotenzial der Oberflächenpotenzial-Belichtungsintensität-Kennlinie auf die Hälfte von Vd abgenommen hat, festgelegt.

[0113] Für die Belichtungseinrichtung gibt es keine besondere Einschränkung, jedoch kann im Hinblick auf den geringen Lichtpunkt durchmesser und die Leistung vorzugsweise ein Laser angewendet werden. Wenn die Belichtungsintensität unter der vorstehend angegebenen minimalen Belichtungsintensität  $E_{min}$  liegt, ist es wahrscheinlich, dass das resultierende Bild von verdünnten oder eingerissenen Linien begleitet ist und auch von einem Geisterbild begleitet ist. In dem Fall, dass die Belichtungsintensität 5-mal so hoch wie die Belichtungsintensität, bei der das Oberflächenpotenzial auf die Hälfte von Vd abgenommen hat, oder noch höher ist, ist es zwar möglich, dass keine Geisterbilder auftreten, ist es jedoch wahrscheinlich, dass einzelne Bildpunkte verformt werden, so dass eine fehlerhafte Auflösung und schlechtere Gradationseigenschaften verursacht werden.

[0114] Unter dem Gesichtspunkt der Ausführung des Bilderzeugungsgeräts liefert ein größeres Verhältnis [Belichtungsintensitätsbereich  $(E_{max} - E_{min})/Belichtungsintensität$ , bei der das Oberflächenpotenzial auf die Hälfte von Vd abgenommen hat] einen größeren Spielraum für die Auswahl der Belichtungsintensität. Das Verhältnis kann vorzugsweise mindestens 0,7 und insbesondere mindestens 1,0 betragen.

[0115] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann eine noch bessere Fähigkeit zur Wiedergabe einzelner Punkte erzielt werden, wenn die Belichtungsintensität, bei der das Oberflächenpotenzial des lichtempfindlichen Elements auf die Hälfte von Vd abgenommen hat, höchstens 0,5  $cJ/m^2$  beträgt. Dies liegt daran, dass so ein lichtempfindliches Element, das eine verhältnismäßig hohe Empfindlichkeit hat, als Reaktion auf eine Lichtunterbrechung durch den nach der Übertragung zurückgebliebenen Toner eine geringere Potenzialschwankung zeigt als im Fall der Anwendung eines lichtempfindlichen Elements mit einer verhältnismäßig niedrigen Empfindlichkeit. Ein besseres Ergebnis kann erzielt werden, wenn die Belichtungsintensität, bei der das Oberflächenpotenzial auf die Hälfte von Vd abgenommen hat, höchstens 0,3  $eJ/m^2$  beträgt.

[0116] Ein Typ des elektrostatischen Latentbildträgerelements, der im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorzugsweise angewendet wird, kann einen Aufbau haben, wie er nachstehend beschrieben wird.

[0117] Ein elektrisch leitender Träger kann im allgemeinen aus einem Metall wie z. B. Aluminium oder Edelstahl, aus einem Kunststoff, der mit einer Schicht aus einer Aluminiumlegierung oder Indiumoxid-Zinnoxid-Legierung überzogen ist, aus einem Papier oder einer Kunststofffolie, die mit elektrisch leitenden Teilchen imprägniert sind, oder aus einem Kunststoff, der ein elektrisch leitendes Polymer umfasst, in Form eines Zylinders oder einer Platte oder Folie oder eines endlosen Bandes bestehen.

[0118] Es ist möglich, dass zwischen dem elektrisch leitenden Träger und der lichtempfindlichen Schicht eine Unter- bzw. Grundierschicht angeordnet wird, um das Haftvermögen und die Auftragbarkeit der lichtempfindlichen Schicht zu verbessern, den Träger zu schützen, auf dem Träger vorhandene Fehler zu bedecken, die Ladungsinjektion aus dem Träger zu verbessern und die lichtempfindliche Schicht vor einem Spannungs durchschlag zu schützen. Die Unter- bzw. Grundierschicht kann aus Polyvinylalkohol, Poly-N-vinylimidazol, Polyethylenoxid, Ethylcellulose, Methylcellulose, Nitrocellulose, Ethylen-Acrylsäure-Copolymer, Polyvinylbutyral, Phenolharz, Casein, Polyamid, Copolyamid, Leim, Gelatine, Polyurethan oder Aluminiumoxid bestehen. Die Dicke der Unterschicht kann vorzugsweise etwa 0,1–10  $\mu m$  und insbesondere etwa 0,1–3  $\mu m$  betragen.

[0119] Die lichtempfindliche Schicht kann aus einer einzigen Schicht bestehen, die eine Ladungserzeugungs-

substanz und eine Ladungstransportsubstanz enthält, oder eine Schichtstruktur haben, bei der eine Ladungserzeugungsschicht, die eine Ladungserzeugungsubstanz enthält, und eine Ladungstransportschicht, die eine Ladungstransportsubstanz enthält, übereinander geschichtet sind.

[0120] Die Ladungserzeugungsschicht kann eine Ladungserzeugungsubstanz umfassen; Beispiele dafür können organische Substanzen wie z. B. Azopigmente, Phthalocyaninpigmente, Indigopigmente, Perylenpigmente, polycyclische Chinonpigmente, Pyryliumsalze, Thiopyryliumsalze und Triphenylmethanfarbstoffe und anorganische Substanzen wie z. B. amorphes Silicium in Form einer Dispersion in einer Schicht aus einem geeigneten Bindemittelharz oder einer daraus bestehenden aufgedampften Schicht einschließen.

[0121] Das Bindemittel kann aus vielen verschiedenen Harzen ausgewählt werden; Beispiele dafür können Polycarbonatharz, Polyesterharz, Polyvinylbutyralharz, Polystyrolharz, Acrylharz, Methacrylharz, Phenolharz, Siliconharz, Epoxyharz, und Vinylacetatharz umfassen. Das Bindemittelharz kann in einer Menge von höchstens 80 Masse und vorzugsweise 0–40 Masse% der Ladungserzeugungsschicht enthalten sein. Die Ladungserzeugungsschicht kann vorzugsweise eine Dicke von höchstens 5  $\mu$ ra und insbesondere 0,05–2  $\mu$ m haben.

[0122] Die Ladungstransportschicht hat die Funktion, dass sie Ladungsträger aus der Ladungserzeugungsschicht aufnimmt und die Ladungsträger unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes transportiert. Die Ladungstransportschicht kann gebildet werden, indem eine Ladungstransportsubstanz wahlweise zusammen mit einem Bindemittelharz in einem geeigneten Lösungsmittel gelöst wird, um eine Auftragflüssigkeit zu bilden, und die Auftragflüssigkeit aufgetragen wird. Die Dicke kann vorzugsweise 0,5–40  $\mu$ m betragen. Beispiele für die Ladungstransportsubstanz können polycyclische aromatische Verbindungen, die in ihrer Hauptkette oder Seitenkette eine Struktur wie z. B. Biphenylen, Anthracen, Pyren oder Phenanthren haben; stickstoffhaltige cyclische Verbindungen, wie z. B. Indol, Carbazol, Oxadiazol und Pyrazolin; Hydrazone, Styrylverbindungen, Selen, Selen-Tellur, amorphes Silicium und Cadmiumsulfid umfassen.

[0123] Beispiele für das Bindemittelharz zum Auflösen oder Dispergieren der Ladungstransportsubstanz können Harze wie z. B. Polycarbonatharz, Polyesterharz, Polystyrolharz, Acrylharze und Polyamidharze und organische photoleitfähige Polymere wie z. B. Poly-N-vinylcarbazol und Polyvinylanthracen umfassen.

[0124] Die lichtempfindliche Schicht kann ferner gewünschenfalls mit einer Schutzschicht beschichtet werden, die aus einer oder mehr als einer Art eines Harzes wie z.B. Polyester, Polycarbonat, Acrylharz, Epoxyharz oder Phenolharz zusammen mit seinem Härtungsmittel besteht.

[0125] So eine Schutzschicht kann ferner elektrisch leitende feine Teilchen aus Metall oder Metalloxid enthalten; bevorzugte Beispiele dafür können ultrafeine Teilchen aus Zinkoxid, Titanoxid, Zinnoxid, Antimonoxid, Indiumoxid, Bismutoxid, zinnoxidbeschichtetem Titanoxid, zinnbeschichtetem Indiumoxid, antimonbeschichtetem Zinnoxid und Zirkoniumoxid umfassen. Diese können einzeln oder in Form einer Mischung aus zwei oder mehr Arten verwendet werden. Die Schutzschicht kann ferner feine isolierende Teilchen enthalten. Solche Teilchen, die in der Schutzschicht dispergiert sind, können vorzugsweise eine Teilchengröße haben, die kleiner als die Wellenlänge von darauf auffallendem Licht ist, um eine Streuung des auffallenden Lichts zu verhindern, die auf die dispergierten Teilchen zurückzuführen ist. Im Einzelnen können die elektrisch leitenden oder isolierenden Teilchen, die im Rahmen der vorliegenden Erfindung dispergiert werden, vorzugsweise eine Teilchengröße von höchstens 0,5  $\mu$ m haben. Ihr Gehalt kann vorzugsweise 2 – 90 Masse% und insbesondere 5–80 Masse des gesamten Feststoffgehalts in der Schutzschicht betragen. Die Schutzschicht kann vorzugsweise eine Dicke von 0,1–10  $\mu$ m und insbesondere von 1–7  $\mu$ m haben.

[0126] Die vorstehend erwähnten Schichten können z. B. durch Sprühbeschichtung bzw. Spritzdüsenauftrag, Strahllauftrag oder Tauchlauftrag gebildet werden.

[0127] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Entwicklung durch das Umkehrentwicklungssystem unter der Bedingung durchgeführt werden, dass sich die Toner-Schicht auf dem Tonerträgerelement und die Oberfläche des lichtempfindlichen Elements an einer Stelle berühren, wo sie einander nahe sind.

[0128] In diesem Fall wird während der Entwicklung oder während der Drehung vor oder nach der Entwicklung an das lichtempfindliche Element durch ein Aufladeelement usw. eine Gleichstrom- oder Wechselstromvorspannung angelegt, um eine derartige Steuerung zu bewirken, dass der nach der Übertragung auf dem lichtempfindlichen Element zurückgebliebene Toner durch das Tonerträgerelement der Entwicklungseinrichtung zurückgewonnen werden kann. Die Gleichstromkomponente der Vorspannung wird zu dieser Zeit auf einen Pegel eingestellt, der zwischen dem Hellbereichspotenzial und dem Dunkelbereichspotenzial liegt.

[0129] Zu dieser Zeit ist es wichtig, dass die Ladungspolarität und die Ladungsmenge des Toners, der sich auf dem lichtempfindlichen Element befindet, in den jeweiligen Schritten des elektrophotographischen Prozesses gesteuert werden. Beispielsweise wird im Fall des Umkehrentwicklungsbetriebes, bei dem ein negativ aufladbares lichtempfindliches Element und ein negativ aufladbarer Toner angewendet werden, das sichtbar gemachte Tonerbild im Rahmen der vorliegenden Erfindung auf ein Übertragungs-Bildempfangsmaterial übertragen, an das eine positive Spannung angelegt wird. In diesem Fall kann sich die Ladungspolarität des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners in Abhängigkeit von der Art (Dicke, spezifischer Widerstand, Dielektrizitätskonstante usw.) des Übertragungs-Bildempfangsmaterials und von einer Beziehung zu der Bildfläche

weit von positiv bis negativ erstrecken. Wegen einer negativen Ladung für die Primärladung des negativ aufladbaren lichtempfindlichen Elements ist es jedoch sogar in dem Fall, dass nicht nur die Oberfläche des lichtempfindlichen Elements, sondern auch der zurückgebliebene Toner nach dem Übertragungsschritt positiv aufgeladen ist, möglich, dass sie gleichmäßig negativ aufgeladen werden. Dies hat zur Folge, dass der negativ aufgeladene zurückgebliebene Toner in dem Bereich mit dem Hellbereichspotenzial, d. h. in dem Bereich, der mit einem Toner zu entwickeln ist, dort bleibt und der zurückgebliebene Toner in dem Bereich mit dem Dunkelbereichspotenzial, d. h. in dem Bereich, der nicht mit einem Toner zu entwickeln ist, unter der Einwirkung eines elektrischen Entwicklungsfeldes zu dem Tonerträgerelement wie z. B. einem Entwicklungszylinder angezogen wird, so dass der zurückgebliebene Toner nicht in dem Bereich mit dem Dunkelbereichspotenzial auf dem lichtempfindlichen Element bleibt.

[0130] Es ist auch möglich, dass ein Verfahren angewendet wird, bei dem ein Toner als Einkomponentenentwickler auf die Oberfläche einer elastischen Walze usw. aufgetragen wird und bewirkt wird, dass er mit der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements in Kontakt kommt. In diesem Fall ist der Kontakt zwischen der Toner-Schicht und der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements wichtig. Da in diesem Fall durch ein elektrisches Feld, das zwischen dem lichtempfindlichen Element und der elastischen Walze, die dem lichtempfindlichen Element über den Toner gegenüberliegt, einwirkt, die Entwicklung und die Reinigung gleichzeitig bewirkt werden können, ist es notwendig, dass die Oberfläche der elastischen Walze oder ihre Nachbarschaft ein Potenzial hat und über einen schmalen Zwischenraum zwischen der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements und der Oberfläche, die den Toner trägt, ein elektrisches Feld ausübt. Zu diesem Zweck ist es auch möglich, dass eine elastische Walze angewendet wird, die aus einem elastischen Gummi besteht, der auf einen mittleren spezifischen Widerstand eingestellt ist, so dass ein elektrisches Feld beibehalten wird, während eine Leitung zu der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements verhindert wird, oder dass auf der elektrisch leitenden Walze eine dünne isolierende Oberflächenschicht gebildet wird. Es ist auch möglich, dass ein Entwicklungszylinder aus elektrisch leitendem Harz angewendet wird, der gebildet wird, indem diejenige Seite einer elektrisch leitenden Walze, die der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements gegenüberliegt, mit einer isolierenden Schicht überzogen wird, oder dass ein isolierender Entwicklungszylinder angewendet wird, der an seiner nicht dem lichtempfindlichen Element gegenüberliegenden Seite eine elektrisch leitende Schicht hat.

[0131] Im Fall der Anwendung eines Einkomponenten-Kontaktentwicklungsverfahrens kann sich ein Entwicklungszylinder oder eine Walze, die einen nichtmagnetischen Toner trägt, in einer Richtung drehen, die mit der Drehrichtung des lichtempfindlichen Elements an einer Stelle, an der sie in Kontakt oder benachbart sind, identisch oder dieser entgegengesetzt ist. Im Fall von identischen Umfangsdrehrichtungen kann sich der Entwicklungszylinder oder die Walze, die den Toner trägt, vorzugsweise mit einer Geschwindigkeit drehen, die 100% oder mehr der Umfangsgeschwindigkeit des lichtempfindlichen Elements beträgt. Im Fall von weniger als 100% ist eine Beeinträchtigung der resultierenden Bildqualität wahrscheinlich. Eine höhere Umfangsgeschwindigkeit führt zu einer höheren Geschwindigkeit der Tonerzuführung zu der Entwicklungsstelle und dazu, dass der Toner häufiger an dem Latentbild anhaftet und davon abgelöst wird, so dass die Abtrennung des nicht erforderlichen Toneranteils von dem Toner und das Anhaften des Toners an einem Bereich, bei dem das Anhaften erforderlich ist, öfter wiederholt werden, um ein Bild zu liefern, das dem Latentbild getreu ist. Was das Verhalten in Bezug auf die gleichzeitige Entwicklung und Reinigung anbetrifft, so wird für eine bequeme Rückgewinnung von zurückgebliebenem Toner ein höheres Umfangsgeschwindigkeitsverhältnis bevorzugt, da es möglich ist, die vorteilhafte Wirkung einer räumlichen Abtrennung des anhaftenden zurückgebliebenen Toners von der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements durch den Unterschied der Umfangsgeschwindigkeiten und einer Rückgewinnung des abgetrennten Toners durch ein elektrisches Feld zu erzielen.

[0132] Zum Vermeiden einer Umweltverschmutzung wird vorzugsweise ein Aufladeelement angewendet, das mit einem elektrostatischen Latentbildträgerelement wie z. B. einem lichtempfindlichen Element in Kontakt ist, damit die Erzeugung von Ozon vermieden wird.

[0133] Einige Ausführungsformen des Bilderzeugungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf Zeichnungen beschrieben.

[0134] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** umfasst ein Bilderzeugungssystem eine lichtempfindliche Trommel **100**, um die herum eine als Kontaktaufladeeinrichtung dienende Primäraufladewalze **117**, eine als Entwicklungsvorrichtung dienende Entwicklungseinrichtung **140**, eine Übertragungs-Aufladewalze **114** und Ausrichtwalzen **124** angeordnet sind. Die lichtempfindliche Trommel **100** wird durch die Primäraufladewalze **117**, an die durch eine zum Anlegen einer Vorspannung dienende Einrichtung **131** eine Gleichspannung von z. B. –1350 Volt angelegt wird, auf z. B. –700 Volt aufgeladen. Die aufgeladene lichtempfindliche Trommel **100** wird mit Laserlicht **123** aus einem Laser **121** belichtet, um darauf ein digitales elektrostatisches Latentbild zu erzeugen. Das elektrostatische Latentbild, das sich auf der lichtempfindlichen Trommel befindet, wird mit einem nichtmagnetischen Einkomponententoner aus der Entwicklungseinrichtung **140** entwickelt, um darauf ein Tonerbild zu erzeugen, das unter der Wirkung einer Übertragungswalze **114**, die über ein Übertragungs-Bildempfangsmaterial **127** (wie z. B. Normalpapier oder eine lichtdurchlässige OHP-Folie) an die lichtempfindliche Trommel anstößt und an die von einer zum Anlegen einer Vorspannung dienenden Einrichtung **134** eine Vorspannung angelegt

wird, auf das Übertragungs-Bildempfangsmaterial übertragen wird. Das Übertragungs-Bildempfangsmaterial, auf dem das Tonerbild **129** getragen wird, wird durch ein Förderband **125** zu einer SeiBpressfixiereinrichtung, die eine Heizwalze **128** und eine Presswalze **126** umfasst, befördert, wo das Tonerbild auf dem Übertragungs-Bildempfangsmaterial fixiert wird.

[0135] Die Aufladewalze **117** besteht im wesentlichen aus einem mittigen Metallkern **117b** und einer elektrisch leitenden elastischen Schicht **117a**, die den Metallkern **117b** unter Bildung einer äußeren Umfangsschicht überzieht. Die Aufladewalze **117** wird unter einem vorgeschriebenen Druck gegen das lichtempfindliche Element **100** gepresst und wird in entgegengesetzter Richtung zu der des lichtempfindlichen Elements gedreht, wie durch Pfeile gezeigt wird.

[0136] Bevorzugte Betriebsbedingungen für die Aufladewalze **117** können einen Walzenanstoßdruck von 5 – 500 g/em und eine Gleichspannung mit überlagerter Wechselspannung, die eine Wechselspannung mit einem Spitze-Spitze-Wert von 0,5 – 5 kV und einer Wechselstromfrequenz von 50 Hz – 5 kHz und eine Gleichspannung von  $\pm 0,02$  –  $\pm 1,5$  kV einschließt, oder eine Gleichspannung allein von  $\pm 0,2$  –  $\pm 1,5$  kV umfassen.

[0137] Die Aufladewalze, die als Rontaktaufladeeinrichtung dient, kann vorzugsweise einen elektrisch leitenden Gummi umfassen und kann mit einer Trennbarkeit zeigenden Oberflächenschicht beschichtet sein, die z. B. aus einem Polyamidharz, PVDF (Polyvinylidenfluorid) oder PVDC (Polyvinylidenchlorid) besteht.

[0138] Wie in **Fig. 1** (und auch in **Fig. 2** in einer vergrößerten Form) gezeigt ist, ist ein Tonerträgerelement (nachstehend als "Entwicklungszyylinder" bezeichnet) **104** der Entwicklungseinrichtung **140** in Kontakt mit der lichtempfindlichen Trommel **100** angeordnet. Der Entwicklungszyylinder **104** hat die Form einer elastischen Walze, die einen Metallkern **104a**, an den von einer zum Anlegen einer Vorspannung dienenden Einrichtung **133** eine Vorspannung angelegt wird, und eine elastische Schicht **104b** umfasst. Die Entwicklungseinrichtung **140** ist innen mit einer Tonerauftragwalze **141** ausgestattet, die einen Metallkern **141a**, an den von einer zum Anlegen einer Vorspannung dienenden Einrichtung **132** eine Vorspannung angelegt wird, und eine elastische Schicht **141b** umfasst. Die Menge des Toners, der an dem Entwicklungszyylinder **104** anhaftet und zu dem Entwicklungsbereich befördert wird, wird durch den Anstoßdruck, unter dem eine Tonerregulierrakel **143** an den Entwicklungszyylinder **104** anstößt, eingestellt. Der Toner **102**, der sich auf dem Entwicklungszyylinder **104** befindet, wird in dem Entwicklungsbereich unter der Wirkung einer Entwicklungsvorspannung, die mindestens eine Gleichspannung umfasst und an den Entwicklungszyylinder **104** angelegt wird, auf die lichtempfindliche Trommel **100** entsprechend dem darauf befindlichen elektrostatischen Latentbild übertragen, wodurch ein Tonerbild erzeugt wird.

[0139] Bevorzugte Bedingungen für die gleichzeitige Erzielung von Entwicklung und Reinigung können im Fall eines Hellbereichspotenzials von 0 – 250 Volt und eines Dunkelbereichspotenzials von 100–300 Volt auf der lichtempfindlichen Trommel **100** eine Vorspannung von der zum Anlegen einer Vorspannung dienenden Einrichtung **132** von 100–900 Volt und eine Vorspannung von der zum Anlegen einer Vorspannung dienenden Einrichtung **133** von 100–900 Volt umfassen. Es wird ferner bevorzugt, dass die Vorspannung von der Einrichtung **132** um 10–400 Volt höher ist als die von der Einrichtung **133**, damit die Zuführung des nichtmagnetischen Toners **142** zu dem Entwicklungszyylinder **104** und die Ablösung des nichtmagnetischen Toners von dem Entwicklungszyylinder **104** gleichmäßig bewirkt werden. Es wird bevorzugt, dass die Tonerauftragwalze **141** wie gezeigt in entgegengesetzter Richtung zu der des Entwicklungszyinders **104** gedreht wird, damit die Zuführung und die Ablösung des nichtmagnetischen Toners gleichmäßig bewirkt werden.

[0140] Das Tonerbild, das auf der lichtempfindlichen Trommel **100** erzeugt worden ist, wird durch eine Übertragungseinrichtung über ein Zwischenübertragungselement (z. B. eine Trommel oder ein Band, nicht gezeigt) oder ohne ein Zwischenübertragungselement auf das Übertragungs-Bildempfangsmaterial **127** übertragen.

**Fig. 1** zeigt den Fall einer Ausführungsform, bei der das Tonerbild ohne so ein Zwischenübertragungselement auf das Übertragungs-Bildempfangsmaterial **127** übertragen wird. Bei dem in der Ausführungsform von **Fig. 1** gezeigten Übertragungsschritt wird die Tonerbildübertragung in einem Kontaktübertragungsbetrieb durchgeführt.

[0141] Bei dem Kontaktübertragungsschritt wird das Tonerbild, das sich auf der lichtempfindlichen Trommel **100** (dem elektrostatischen Latentbildträgerelement) befindet, dadurch elektrostatisch auf das Übertragungs-Bildempfangsmaterial **127** übertragen, dass die Übertragungswalze **114** (die als Übertragungseinrichtung dient) über das Übertragungs-Bildempfangsmaterial **127** an die lichtempfindliche Trommel **100** anstößt. Der durch einen linearen Druck ausgedrückte Übertragungs-Anstoßdruck kann vorzugsweise mindestens 2,9 N/m (3 g/cm) und insbesondere mindestens 19,6 N/m (20 g/cm) betragen. Wenn der lineare Anstoßdruck unter 2,9 N/m (3 g/cm) liegt, ist es wahrscheinlich, dass das Übertragungs-Bildempfangsmaterial eine Abweichung der Beförderung oder eine Übertragungsstörung verursacht. Die Kontaktübertragungseinrichtung kann eine Übertragungswalze oder ein Übertragungsband sein.

[0142] Bei dem in **Fig. 1** (oder **Fig. 4**) gezeigten Übertragungsschritt hat die Übertragungseinrichtung die Form einer Übertragungswalze **114**, die einen Metallkern **114a**, an den von einer zum Anlegen einer Vorspannung dienenden Einrichtung **134** eine Vorspannung angelegt wird, und eine elektrisch leitende elastische Schicht **114b** umfasst.

[0143] Die elektrisch leitende elastische Schicht kann vorzugsweise aus einem elastischen Material wie z. B. Polyurethanskautschuk oder EPDM bestehen, in dem ein elektrische Leitfähigkeit erteilendes Mittel wie z. B. Kohlenstoff dispergiert ist, so dass es einen spezifischen Volumenwiderstand von  $10^6$  –  $10^{10}$   $\Omega\cdot\text{cm}$  hat.

[0144] So eine Kontaktübertragungseinrichtung ist besonders wirksam, wenn sie in einem Bilderzeugungsgerät angewendet wird, das eine lichtempfindliche Trommel mit einem kleinen Durchmesser von höchstens 50 mm hat. Dies liegt daran, dass so eine lichtempfindliche Trommel mit einem kleinen Durchmesser für einen identischen linearen Druck eine starke Krümmung (einen kleinen Krümmungsradius) hat, so dass bei dem Anstoßbereich leicht eine Verstärkung des Druckes erzielt werden kann. Eine ähnliche Wirksamkeit kann bei einem Bilderzeugungsgerät gezeigt werden, das ein bandförmiges lichtempfindliches Element mit einem Krümmungsradius von höchstens 25 mm an der Übertragungsstelle hat.

[0145] Bei dem Bilderzeugungsverfahren gemäß dsr vorliegenden Erfindung kann durch Verwendung eines nichtmagnetischen Toners, der nichtmagnetische Tonerteilchen, die einen Formfaktor SF-1 von **120–160**, einen Formfaktor SF-2 von **115–140** und eine massegemittelte Teilchengröße von 4–9  $\mu\text{m}$  haben, zusammen mit feinen anorganischen Teilchen (a), die eine anzahlgemittelte Primärteilchengröße von höchstens 50 nm haben, und feinen sphärischen Teilchen (b), die eine anzahlgemittelte Primärteilchengröße von 50–1000 nm und eine auf der spezifischen Oberfläche basierende Sphärität  $\psi$  von 0,91–,00 haben, die den nichtmagnetischen Tonerteilchen jeweils von außen zugesetzt worden sind, umfasst, ein guter Übertragungswirkungsgrad erzielt werden.

[0146] Nach dem Übertragungsschritt zurückgebliebener Toner wird zu der Stelle der Aufladewalze **117** befördert, und der Toner, der an der Walze **117** vorübergegangen ist, wird durch gleichzeitige Reinigung und Entwicklung mittels der Entwicklungseinrichtung **140** in die Entwicklungseinrichtung **140** zurückgewonnen. Die Entwicklung eines elektrostatischen Latentbildes auf der lichtempfindlichen Trommel **100** und die Rückgewinnung des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners von der lichtempfindlichen Trommel **100** werden in diesem Fall wegen des kombinierten äußeren Zusatzes der feinen anorganischen Teilchen (a) und der feinen sphärischen Teilchen (b) unter der Bedingung, dass die nichtmagnetische Tonerschicht auf dem sich drehenden Entwicklungszylinder **104** gegen die sich drehende lichtempfindliche Trommel **100** gepresst wird, zur gleichen Zeit gleichmäßig durchgeführt, wodurch auch ein ausgezeichnetes Verhalten in Bezug auf die kontinuierliche Bilderzeugung auf einer großen Zahl von Blättern gezeigt wird.

[0147] Die vorliegende Erfindung ist auch auf ein Bilderzeugungssystem, bei dem ein lichtempfindliches Element, das eine Ladungsinjektionsschicht hat, in Kombination mit einem Rontaktaufladeelement angewendet wird und der gleichzeitigen Entwicklungs- und Reinigungsbehandlung unterzogen wird, wirksam anwendbar. Eine bevorzugte Ausführungsform davon wird unter Bezugnahme auf **Fig. 5** bis **8** beschrieben.

[0148] Ein Bilderzeugungssystem, das in **Fig. 5** gezeigt ist, umfasst eine lichtempfindliche Trommel (ein lichtempfindliches Element) **100** mit einer Oberflächenladungsinjektionsschicht und hat z. B. einen Schichtaufbau, wie er in **Fig. 8** gezeigt ist, der ein Aluminiumsubstrat (Al-Substrat) **81**, eine elektrisch leitende Überzugsschicht **82**, eine Unter- bzw. Grundierschicht **83**, eine Ladungserzeugungsschicht **84**, eine Ladungstransportschicht **85** und so eine Oberflächenladungsinjektionsschicht **86** umfasst. Die lichtempfindliche Trommel **100** wird mit einem Kontaktaufladelement, an das eine Vorspannung angelegt wird, aufgeladen. Das Kontaktaufladeelement kann ein rakelförmiges Element sein, kann jedoch vorzugsweise ein Element in drehbarer Form wie z. B. ein drehbares Walzelement, ein drehbares Bürstenwalzelement oder ein drehbares Bandelement sein, so dass es eine bezüglich der lichtempfindlichen Trommel **100** zweckmäßig eingestellte Umfangsgeschwindigkeit zum Erzielen eines für das System mit gleichzeitiger Entwicklung und Reinigung (oder System ohne Reinigungseinrichtung) geeigneten Aufladeschrittes haben kann. **Fig. 5** zeigt ein Beispiel für so ein Rontaktaufladelement in Form einer Magnetbürstenwalze **117a**, an die von einer zum Anlegen einer Vorspannung dienenden Einrichtung **131a** eine Vorspannung angelegt wird.

[0149] Bei dem in **Fig. 5** gezeigten Bilderzeugungssystem wird es ferner bevorzugt, dass der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements Trennbarkeit erteilt wird, so dass sie mit Wasser einen Kontaktwinkel von mindestens 85 Grad und insbesondere mindestens 90 Grad zeigt, um die Übertragbarkeit des Toners im Übertragungsschritt zu verbessern, wodurch die Menge des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners beträchtlich vermindert wird. Dies hat zur Folge, dass eine Unterbrechung des Lichts, die auf den nach der Übertragung zurückgebliebenen Toner zurückzuführen ist, fast vermieden werden kann, so dass das negative Geisterbild im wesentlichen verhindert wird. Ferner wird auch die Reinigungswirkung in Bezug auf den zurückgebliebenen Toner beim Entwicklungsschritt verbessert, so dass eine Verhinderung des positiven Geisterbildes möglich ist.

[0150] So ein lichtempfindliches Element, das eine Ladungsinjektionsschicht hat, kann wegen einer Ladungsinjektion mit einem guten Wirkungsgrad beim Aufladen durch Anlegen einer niedrigen Gleichspannung, die (im Vergleich zu der Aufladung durch Gleichstrom-Entladung) dem Ladungspotenzial des lichtempfindlichen Elements näher ist, gleichmäßig auf die Polarität des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners aufgeladen werden, so dass eine übermäßige Ladung des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners verhindert werden kann. Dies hat zur Folge, dass eine weitere wirksame Unterdrückung einer übermäßigen, auf die Rück-

gewinnung des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners zu dem Tonerträgerelement während der Entwicklung zurückzuführenden Aufladung des Toners und einer Erweiterung der Tonerladungsverteilung möglich wird.

[0151] Es wird ferner bevorzugt, einen Aufladeschritt durchzuführen, indem bewirkt wird, dass ein Rontaktaufladeelement, das einen spezifischen Volumenwiderstand von  $10^4$  –  $10^{10}$   $\Omega\cdot\text{cm}$  hat, der gemäß einem Verfahren zur Messung des dynamischen spezifischen Widerstandes in Kontakt mit einem sich drehenden leitfähigen Substrat in einem elektrischen Feld von 20 bis  $V_1$  (Volt/cm) gemessen wird, an ein lichtempfindliches Element anstößt, das eine Ladungsinjektionsschicht mit einem spezifischen Volumenwiderstand von  $1 \times 10^8$  –  $1 \times 10^{15}$   $\Omega\cdot\text{cm}$  hat, worin  $V_1$  das größere der elektrischen Felder  $(V - V_D)/d$  und  $V/d$  bezeichnet,  $V$  die an das Kontaktaufladeelement angelegte Spannung bezeichnet,  $V_D$  das Potenzial des lichtempfindlichen Elements unmittelbar vor dem Kontakt mit dem Rontaktaufladeelement bezeichnet und  $d$  den Abstand zwischen dem Bereich des Rontaktaufladeelements, an den eine Spannung angelegt wird, und dem lichtempfindlichen Element bezeichnet.

[0152] Dadurch, dass so ein Kontaktaufladeelement und so ein lichtempfindliches Element in Kombination angewendet werden, wird es möglich, eine niedrige Aufladungseinleitungsspannung  $V_h$  zu erzielen und das lichtempfindliche Element auf ein Potenzial aufzuladen, das etwa 90% oder mehr der Spannung beträgt, die an das Aufladeelement angelegt wird. Wenn an ein Kontaktaufladeelement beispielsweise eine durch den Absolutwert ausgedrückte Gleichspannung von 100–2000 Volt angelegt wird, kann ein lichtempfindliches Element, das eine Ladungsinjektionsschicht hat, auf ein Potenzial aufgeladen werden, das 80% oder mehr oder sogar 90% oder mehr der angelegten Spannung beträgt. Im Gegensatz dazu kann ein lichtempfindliches Element gemäß dem herkömmlichen Aufladeverfahren, bei dem von einer Entladung Gebrauch gemacht wird, bei einer angelegten Spannung von bis zu 640 Volt nur auf ein Potenzial, das fast 0 beträgt, oder bei einer angelegten Spannung von mehr als 640 Volt auf ein Potential, das gleich der Differenz "Angelegte Spannung minus 640 Volt" ist, aufgeladen werden.

[0153] Wenn die Ladungsinjektionsschicht einen spezifischen Volumenwiderstand von  $1 \times 10^8$  –  $1 \times 10^{15}$   $\Omega\cdot\text{cm}$  hat, ist es möglich, das Bildfließen in einer Umgebung mit hoher Feuchtigkeit gut zu verhindern und durch das Kontaktaufladeelement eine Injektionsaufladung zu bewirken. Es wird ferner bevorzugt, dass die Ladungsinjektionsschicht einen spezifischen Volumenwiderstand von  $1 \times 10^{11}$  –  $1 \times 10^{14}$   $\Omega\cdot\text{cm}$  und insbesondere  $1 \times 10^{12}$  –  $1 \times 10^{14}$   $\Omega\cdot\text{cm}$  hat.

[0154] Die Ladungsinjektionsschicht kann vorzugsweise als Schicht aus einem Bindemittelharz, das darin dispergierte elektrisch leitende Teilchen enthält, gebildet werden. So eine Harzsicht mit dispergierten leitfähigen Teilchen kann durch ein geeignetes Auftragverfahren wie z. B. Tauchen, Sprühbeschichtung bzw. Spritzdüsenauftrag, Walzenauftrag oder Strahllauftrag gebildet werden. Ferner kann die Ladungsinjektionsschicht auch mit einer Mischung oder einem Copolymer aus einem isolierenden Bindemittelharz und einem lichtdurchlässigen Harz, das eine hohe Ionenleitfähigkeit zeigt, oder allein mit einem photoleitfähigen Harz, das eine mittlere Leitfähigkeit zeigt, gebildet werden. Zur Bildung der Harzsicht mit dispergierten leitfähigen Teilchen können die elektrisch leitenden Teilchen vorzugsweise in einer Menge von 2 – 250 Masseteilen und insbesondere von 2 – 190 Masseteilen pro 100 Masseteile des Bindemittelharzes zugesetzt werden. Unterhalb von 2 Masseteilen wird es schwierig, einen gewünschten spezifischen Volumenwiderstand zu erhalten. Bei mehr als 250 Masseteilen wird bewirkt, dass die erhaltene Ladungsinjektionsschicht eine niedrigere Schichtfestigkeit hat und deshalb leicht durch Schaben oder Kratzen abgerieben wird, was zu einer kurzen Lebensdauer des lichtempfindlichen Elements führt. Wenn der Widerstand vermindert wird, ist es ferner wahrscheinlich, dass das Potenzial des Latentbildes zum Fließen gebracht wird, was schlechte Bilder zur Folge hat.

[0155] Das Bindemittelharz der Ladungsinjektionsschicht kann mit denen der unteren Schichten identisch sein, jedoch muss in diesem Fall damit gerechnet werden, dass die Ladungstransportschicht während des Auftragens der Ladungsinjektionsschicht beeinträchtigt wird, so dass der Auswahl des Auftragverfahrens besondere Beachtung geschenkt werden muss.

[0156] Die Ladungsinjektionsschicht kann vorzugsweise ferner Gleitmittelteilchen enthalten, so dass ein Kontaktspalt (Aufladespalt) zwischen dem lichtempfindlichen Element und dem Aufladeelement während der Aufladung wegen einer verminderten Reibung dazwischen vergrößert wird, wodurch ein verbessertes Aufladeverhalten erzielt wird. Das Gleitmittelpulver kann vorzugsweise ein fluorhaltiges Harz, Siliconharz oder Polyolefinharz, die eine niedrige kritische Oberflächenspannung haben, umfassen. Polytetrafluorethylenharz (PTFE-Harz) wird stärker bevorzugt. In diesem Fall kann das Gleitmittelpulver in einer Menge von 2 bis 50 Masse% und vorzugsweise von 5 bis 40 Masse%, auf das Bindemittelharz bezogen, zugesetzt werden. Unterhalb von 2 Masse% ist die Gleitmittelmenge ungenügend, so dass die Verbesserung des Aufladeverhaltens ungenügend ist. Oberhalb von 50 Masse% werden die Bildauflösung und die Empfindlichkeit des lichtempfindlichen Elements beträchtlich herabgesetzt.

[0157] Die Ladungsinjektionsschicht kann vorzugsweise eine Dicke von 0,1 – 10  $\mu\text{m}$  und insbesondere von 1–7  $\mu\text{m}$  haben.

[0158] Es wird bevorzugt, dass eine Ladungsinjektion durch ein Rontaktaufladeelement mit einem mittleren

spezifischen Widerstand in ein lichtempfindliches Element mit einem mittleren spezifischen Oberflächenwiderstand bewirkt wird. Es wird ferner eher bevorzugt, dass Ladungen in elektrisch leitende Teilchen, die in einem lichtdurchlässigen isolierenden Bindemittelharz der Ladungsinjektionsschicht dispergiert sind, injiziert werden, als dass Ladungen in ein Fangstellenpotenzialniveau einer Substanz, die die Oberfläche des lichtempfindlichen Elements bildet, injiziert werden.

[0159] Theoretisch wird angenommen, dass Ladungen durch ein Rontaktaufladeelement in sehr kleine Kondensatoren injiziert werden, die dadurch gebildet werden, dass die Ladungstransportschicht als Dielektrikum zwischen Elektroden angeordnet ist, die aus dem elektrisch leitenden Substrat (im allgemeinen Al) und jedem elektrisch leitenden Teilchen in der Ladungsinjektionsschicht bestehen. Die elektrisch leitenden Teilchen sind in diesem Fall elektrisch voneinander unabhängig, und jedes bildet eine Art von sehr kleiner umgeerdeter bzw. potenzialfreier Elektrode. Dies hat zur Folge, dass die Oberfläche des lichtempfindlichen Elements aus makroskopischer Sicht auf ein gleichmäßiges Potenzial aufgeladen zu sein scheint, jedoch wird tatsächlich ein derartiger Zustand gebildet, dass das lichtempfindliche Element an seiner Oberfläche von einer großen Zahl von sehr kleinen geladenen elektrisch leitenden Teilchen bedeckt ist. Folglich kann in dem Fall, dass das lichtempfindliche Element einer bildmäßigen Belichtung mit Laserlicht unterzogen wird, durch elektrisch unabhängige, sehr kleine elektrisch leitende Teilchen ein elektrostatisches Latentbild aufrechterhalten werden.

[0160] Dies hat zur Folge, dass ein verbessertes Ladungsinjektionsverhalten und eine verbesserte Fähigkeit zur Beibehaltung der Ladung erzielt werden können, indem Fangstellenenergieniveaus, die in der Oberfläche eines herkömmlichen lichtempfindlichen Elements kaum vorhaadsn sind, durch elektrisch leitende feine Teilchen ersetzt werden.

[0161] Die Werte des spezifischen Volumenwiderstandes der hierin beschriebenen Laduagsinjektionsschicht basieren auf Werten, die nach einem Verfahren gemessen werden, bei dem eine Ladungsinjektionsschicht auf einer PET-Folie mit einer darauf abgeschiedenen bzw. aufgedampften leitfähigen Schicht (Au-Schicht) gebildet und einer Messung des spezifischen Volumenwiderstandes unter Anwendung eines Geräts zur Messung des spezifischen Volumenwiderstandes ("41408 pAMATER", erhältlich von Hewlett-Packard Co.) unter Aalegen einer Spannung von 100 Volt in einer Umgebung mit 23°C und 65% rel.F. unterzogen wird.

[0162] Das Verfahren zur Messung des dynamischen spezifischen Widerstandes bei einem Kontaktaufladeelement wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschrieben, worin das Rontaktaufladeelement eine Aufladewalzeneinrichtung **117a** umfasst, die eine aus magnetischen Teilchen bestehende Magnetbürste enthält. Die Messung kann in einer Umgebung mit einer Temperatur von 23°C und einer Feuchtigkeit von 65% (rel.F.) durchgeführt werden.

[0163] Unter Bezugnahme auf **Fig. 6** ist eine drehbare Aufladewalzeneinrichtung **117a** in Bezug auf eine drehbare Aluminiumtrommel (ein elektrisch leitendes Substrat) **2** derart angeordnet, dass ihr Zylinder oder Rückhalteelement **1-a** (in dem ein stationärer Magnet **1b** eingeschlossen ist) mit einem Zwischenraum **4** (von etwa 0,5 mm) von der Trommel **2** angeordnet ist, und mit einer aus magnetischen Teilchen bestehenden Magnetbürste **7** beschichtet, die mit der Trommel **2** einen Kontaktspalt **3** (von etwa 5 mm) bildet. Die Aufladewalzeneinrichtung **117a** und die Aluminiumtrommel **2** (mit einem lichtempfindlichen Element vergleichbar) werden in diesem Fall in Richtungen und mit Geschwindigkeiten, die mit denen bei einem wirklichen Bilderzeugungsvorgang identisch sind, gedreht, während an die Aufladeeinrichtung **117a** von einer Gleichstromquelle **6** eine Gleichspannung angelegt wird, wodurch mit einem Amperemeter **5** der Strom, der tatsächlich durch das System fließt, gemessen wird, um den Widerstand zu berechnen, aus dem auf Basis des Zwischenraums **4**, des Spalts **3** und der axialen Länge (Breite), entlang der die magnetischen Teilchen mit der Aluminiumtrommel in Kontakt sind, der dynamische spezifische Widerstand (spezifische Volumenwiderstand) berechnet wird.

[0164] Der spezifische Widerstand eines Aufladeelements zeigt im allgemeinen eine gewisse Abhängigkeit von dem einwirkenden elektrischen Feld, d. h. er variiert bis zu einem gewissen Grade mit einer Änderung des elektrischen Feldes, das auf das Aufladeelement einwirkt, so dass er bei einem höheren elektrischen Feld höher wird und bei einem niedrigeren elektrischen Feld niedriger wird.

[0165] Wenn im Fall der Aufladung des lichtempfindlichen Elements durch Ladungsinjektion die aufzuladende Oberfläche des lichtempfindlichen Elements in einen Spaltbereich zwischen dem lichtempfindlichen Element und dem Aufladeelement eintritt, ist zwischen dem Potenzial des lichtempfindlichen Elements vor dem Eintritt und der Spannung, die an das Aufladeelement angelegt wird, eine große Spannungsdifferenz vorhanden, so dass das Aufladeelement einem hohen elektrischen Feld ausgesetzt ist. Während das lichtempfindliche Element durch den Spaltbereich hindurchgeht, wird jedoch in das lichtempfindliche Element eine Ladung injiziert, so dass das lichtempfindliche Element in dem Spaltbereich nach und nach aufgeladen wird. Dies hat zur Folge, dass sich das Potenzial auf dem lichtempfindlichen Element nach und nach der Spannung, die an das Aufladeelement angelegt wird, annähert, so dass das einwirkende elektrische Feld für das Aufladeelement vermindert wird. Mit anderen Worten, das elektrische Feld, das in dem Schritt der Aufladung des lichtempfindlichen Elements auf das Aufladeelement einwirkt, ist an der Seite, die in Bezug auf den Spaltbereich stromaufwärts gelegen ist, höher und an der Seite, die in Bezug auf den Spaltbereich stromabwärts gelegen ist, niedriger.

[0166] In dem Fall, dass ein lichtempfindliches Element vor dem Aufladeschritt einer Vorbelichtung unterzo-

gen wird, um die Ladung davon zu entfernen, beträgt das Potenzial auf dem lichtempfindlichen Element vor dem Eintritt in den Spaltbereich des Aufladeelements folglich fast 0 Volt, so dass das elektrische Feld an der stromaufwärts gelegenen Seite fast nur durch die Spannung, die an das Aufladeelement angelegt wird, festgelegt wird. Andererseits wird das elektrische Feld, das auf das Aufladeelement in dem Fall einwirkt, dass so ein Ladungsentfernungsschritt nicht enthalten ist, auf Basis der Beträge und Polaritäten der Spannungen für die Aufladung und die Übertragung, d. h. auf Basis des Potenzials auf dem lichtempfindlichen Element nach der Übertragung und der Spannung, die an das Aufladeelement angelegt wird, festgelegt.

[0167] Bei der Aufladung eines lichtempfindlichen Elements durch Ladungsinjektion verschlechtert sich das Aufladeverhalten an der stromabwärts gelegenen Seite des Spaltbereichs des lichtempfindlichen Elements sogar in dem Fall, dass der spezifische Widerstand des Aufladeelements bei einem elektrischen Feld an einer bestimmten Stelle davon im Bereich von  $1 \times 10^4 - 1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  liegt, beträchtlich, wenn der spezifische Widerstand bei einem elektrischen Feld von z. B.  $0,3 \times V/d$  (Volt/cm), d. h. bei einem elektrischen Feld mit einer angelegten Spannung, die das 0,3-fache der an das Aufladeelement angelegten Spannung (V) beträgt,  $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  überschreitet, so dass die Aufladung in einem Bereich bis zu 70% der angelegten Spannung gut durchgeführt werden kann, jedoch für die restlichen 30% der angelegten Spannung verschlechtert wird, wodurch eine Aufladung des lichtempfindlichen Elements auf ein gewünschtes Potenzial durch Ladungsinjektion schwierig gemacht wird. Mit anderen Worten, die Fähigkeit zur Ladungsinjektion in das lichtempfindliche Element wird durch den spezifischen Widerstand in einem niedrigeren elektrischen Feld stark beeinflusst.

[0168] Wie aus der vorstehenden Betrachtung ersichtlich ist, ist es wichtig, dass ein Kontaktaufladeelement angewendet wird, das an ein lichtempfindliches Element anstößt und einen spezifischen Volumenwiderstand von  $10^4$  bis  $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  hat, der gemäß einem Verfahren zur Messung des dynamischen spezifischen Widerstandes in Kontakt mit einem sich drehenden leitfähigen Substrat in einem elektrischen Feld von 20 (Volt/cm) bis  $V_1$  (Volt/cm) gemessen wird, worin  $V_1$  das größere der elektrischen Felder  $(V - V_D)/d$  und  $V/d$  bezeichnet. Dies hat zur Folge, dass es möglich wird, auf dem lichtempfindlichen Element ein Potenzial zu erzielen, das mit der angelegten Spannung fast identisch ist.

[0169] Eine gute Bilderzeugung kann durchgeführt werden, wenn das Potenzial auf dem lichtempfindlichen Element bis zu etwa 80% der angelegten Spannung beträgt. Unter diesem Gesichtspunkt ist es auch möglich, dass ein Kontaktaufladeelement angewendet wird, das in einem Bereich von  $V_3$  ( $= 0,2 \times V/d$ ) bis  $V_1$  (Volt/cm) des elektrischen Feldes einen spezifischen Widerstand von  $1 \times 10^4 - 1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  zeigt. Bei dem Bilderzeugungsverfahren mit gleichzeitiger Entwicklung und Reinigung oder Bildszeugungsverfahren ohne Reinigungseinrichtung ist gefunden worden, dass der nach der Übertragung zurückgebliebene Toner, dessen Polarität normalerweise in dem Aufladeelement eingestellt wird, dazu neigt, während der Bilderzeugung nach und nach aus dem Aufladeelement auszutreten, wenn die Potenzialdifferenz zwischen dem Potenzial auf dem lichtempfindlichen Element und der an das Kontaktaufladelement angelegten Spannung einen bestimmten Wert (unseres Wissens etwa 50 Volt oder mehr) überschreitet. Es ist infolgedessen wichtig, dass die Potenzialdifferenz auf ein Ausmaß, bei dem kein negatives Geister- bzw. Gedächtnisbild, das auf eine Lichtunterbrechung während der bildmäßigen Belichtung zurückzuführen ist, verursacht wird, unterdrückt wird.

[0170] Andererseits ist es im Fall der Anwendung eines Aufladeelements, das bei einem elektrischen Feld, das durch eine an das Aufladeelement angelegte Spannung verursacht wird, einen spezifischen Widerstand von weniger als  $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$  hat, wahrscheinlich, dass in Kratzer oder feinste Löcher bzw. Durchschlagstellen, die an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements gebildet worden sind, ein übermäßig hoher Kriech- bzw. Ableitstrom fließt, wodurch eine ungenügende Aufladung in der Nachbarschaft, eine Vergrößerung der feinsten Löcher bzw. Durchschlagstellen und eine Leitungsstörung des Aufladeelements verursacht werden. Bei den Kratzern oder feinsten Löchern bzw. Durchschlagstellen auf dem lichtempfindlichen Element ist die elektrisch leitende Schicht (Metallsubstrat) des lichtempfindlichen Elements an der Oberfläche freigelegt, so dass auf dem lichtempfindlichen Element ein Potenzial von 0 Volt erhalten wird, was zur Folge hat, dass das maximale elektrische Feld, das auf das Aufladeelement einwirkt, durch die daran angelegte Spannung festgelegt wird.

[0171] Dies bedeutet, dass sogar in dem Fall, dass der spezifische Widerstand des Aufladeelements an einer einzelnen Stelle des einwirkenden elektrischen Feldes im Bereich von  $1 \times 10^4 - 1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  eingestellt ist, in einigen Fällen fehlerhafte Aufladung oder schlechte Beständigkeit gegen hohe Spannung resultiert.

[0172] In dem Fall, dass ein Vorbelichtungsschritt angewendet wird oder an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements Kratzer oder feinste Löcher bzw. Durchschlagstellen vorhanden sind, wird es infolgedessen bevorzugt, dass ein Kontaktaufladeelement angewendet wird, das im Bereich von 20 (Volt/cm) bis  $V_1$  (Volt/cm) eines einwirkenden elektrischen Feldes einen spezifischen Widerstand im Bereich von  $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm} - 1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  hat, worin  $V_1$  als das größere der elektrischen Felder (i) und (ü) definiert ist, wobei (i) das maximale elektrische Feld ist, das auf das Aufladeelement zum Aufladen des lichtempfindlichen Elements einwirkt, d. h. das elektrische Feld, das auf der Differenz zwischen dem Potenzial des lichtempfindlichen Element an dem stromaufwärts gelegenen Ende des Aufladeelementspaltes und dsr an das Aufladeelement angelegten Spannung basierend ermittelt wird, und (ii) das elektrische Feld ist, das auf der an das Aufladeelement angelegten Spannung basierend ermittelt wird.

[0173] Wenn die Breite des Spaltes (der Kontaktstelle) zwischen dem Aufladeelement und dem lichtempfindlichen Element erhöht wird, nimmt die Kontaktfläche zwischen diesen Elementen zu und wird die Kontaktzeit verlängert, so dass die Aufladung des lichtempfindlichen Elements durch Ladungsinjektion gut durchgeführt wird. Um sogar bei einer kleinen Spaltbreite ein gutes Ladungsinjektionsverhalten zu erzielen, wird der spezifische Widerstand des Aufladeelements derart eingestellt, dass sein maximaler Wert R1 und sein minimaler Wert R2 in dem Bereich des einwirkenden elektrischen Feldes die folgende Bedingung erfüllen:  $R1/R2 \leq 1000$ . Diese Bedingung ist erwünscht, um während des Schrittes, bei dem in dem Spalt die Aufladung bewirkt wird, eine sprunghafte Änderung zu vermeiden, die dazu führt, dass die Ladungsinjektion in das lichtempfindliche Element nicht gut nachfolgen kann, sondern das lichtempfindliche Element durch den Spaltbereich hindurchgeht, ohne dass es ausreichend aufgeladen wird.

[0174] In dem Fall, dass ein Kontaktaufladeelement in Kombination mit einem lichtempfindlichen Element, das keine Ladungsinjektionsschicht hat, angewendet wird, kann der nach der Übertragung zurückgebliebene Toner durch Wechselstromentladung nicht gleichmäßig auf eine vorgeschriebene Polarität aufgeladen werden und kann er im Fall der Gleichstromentladung zwar gleichmäßig auf eine vorgeschriebene Polarität aufgeladen werden, wird jedoch leicht übermäßig aufgeladen, so dass das Entwicklungsverhalten beeinträchtigt wird. Im Gegensatz dazu kann der nach der Übertragung zurückgebliebene Toner durch Anwendung eines lichtempfindlichen Elements, das eine Ladungsinjektionsschicht hat, in Kombination mit einem Kontaktaufladeelement gleichmäßig auf eine vorgeschriebene Polarität und mit einer gut eingestellten Ladung aufgeladen werden, wodurch eine ausgezeichnete Rückgewinnung des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners erlaubt wird und ein Bilderzeugungsverfahren mit einem stabilen Verhalten bei wiederholter Entwicklung bereitgestellt wird.

[0175] Es wird bevorzugt, dass das Kontaktaufladeelement im Fall der triboelektrischen Aufladung mit einem lichtempfindlichen Element eine Ladungspolarität hat, die mit der Ladungspolarität des lichtempfindlichen Elements identisch ist. Unseres Wissens wird das Aufladungspotenzial eines lichtempfindlichen Elements, das durch Ladungsinjektion aufgeladen wird, als Summe der Ladungsinjektion und der triboelektrischen Aufladung des lichtempfindlichen Elements durch Kontakt mit dem Kontaktaufladeelement erzielt. Wenn das Kontaktaufladeelement durch Kontakt mit dem lichtempfindlichen Element eine triboelektrische Ladungspolarität hat, die der Ladungspolarität des lichtempfindlichen Elements entgegengesetzt ist, wird das Potenzial des resultierenden lichtempfindlichen Elements durch einen Beitrag der triboelektrischen Aufladung vermindert, was zu einer Potenzialdifferenz zwischen dem Kontaktaufladeelement und der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements führt. Die auf triboelektrische Aufladung zurückzuführende Verminderung des Potenzials des lichtempfindlichen Elements kann bis zu mehrere zehn Volt betragen, und das elektrische Feld kann eine Verschlechterung des Rückgewinnungsverhaltens und eine Zurückhaltung des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners durch das Kontaktaufladeelement oder eine Übertragung von magnetischen Teilchen auf das lichtempfindliche Element bewirken, wenn das Kontaktaufladeelement solche magnetischen Teilchen enthält, was zu positivem Geisterbild oder Schleier führt.

[0176] Es wird bevorzugt, dass sich das Kontaktaufladeelement in Bezug auf das lichtempfindliche Element mit einer unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeit bewegt. Dadurch, dass für einen Unterschied zwischen den Umfangsbewegungsgeschwindigkeiten des Kontaktaufladeelements und des lichtempfindlichen Elements gesorgt wird, wird es möglich, für eine lange Zeit Ladungsstabilität zu erzielen, eine lange Lebensdauer des lichtempfindlichen Elements aufrechtzuerhalten und auch eine lange Lebensdauer der Aufladewalze zu erreichen, wodurch ein Bilderzeugungssystem mit einem sehr stabilen Aufladeverhalten und einer langen Lebensdauer bereitgestellt wird. Im Einzelnen haftet ein Toner leicht an der Oberfläche des Kontaktaufladeelements an, und der anhaftende Toner neigt dazu, die Aufladung zu hemmen. Die unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten des lichtempfindlichen Elements und des Kontaktaufladeelements erlauben die Zuführung einer wesentlich größeren Oberfläche des Kontaktaufladeelements pro Oberflächeneinheit des lichtempfindlichen Elements, wodurch die Hemmung der Aufladung vermindert wird. Wenn der nach der Übertragung zurückgebliebene Toner zu der Aufladestelle gelangt, bewegt sich ein Anteil des Toners, der eine geringere Anziehungskraft zu dem lichtempfindlichen Element zeigt, unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes zu dem Aufladeelement, wodurch der spezifische Widerstand der Oberfläche des Aufladeelements örtlich verändert wird, so dass der Ladungsinjektionsweg unterbrochen wird, was zu einer fehlerhaften Aufladung führt. So eine Schwierigkeit kann dadurch gemildert werden, dass für die unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten gesorgt wird.

[0177] Zum Zweck der gleichzeitigen Entwicklung und Reinigung wird erwartet, dass durch die unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten des Kontaktaufladeelements und des lichtempfindlichen Elements der anhaftende Toner physikalisch bzw. mechanisch von dem lichtempfindlichen Element abgelöst wird, um seine Rückgewinnung unter Einwirkung eines elektrischen Feldes zu fördern, und die Ladung des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners wirksamer gesteuert bzw. eingestellt wird, um seine Rückgewinnung im Entwicklungsschritt zu verbessern.

[0178] Um eine Abnutzung und eine Beschmutzung der Oberflächen des lichtempfindlichen Elements und des Kontaktaufladeelements wegen des Abriebs dazwischen, der eine Begleiterscheinung der unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten ist, zu vermeiden, ist es wirksam, dass ein lichtempfindliches Element ange-

wendet wird, das eine Oberfläche hat, die mit Wasser einen Kontaktwinkel von mindestens 85 Grad zeigt.

[0179] In dem Fall, dass für solche unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten gesorgt wird, wird es zur Erzielung eines stabilen Aufladeverhaltens und eines verbesserten Verhaltens Bezug auf die Rückgewinnung des nach der Übertragung zurückgebliebenen Toners beim Entwicklungsschritt bevorzugt, dass sich das lichtempfindliche Element mit einer Umfangsgeschwindigkeit  $V$  bewegt und dass sich das Kontaktaufladeelement (z. B. eine Aufladewalze) mit einer Umfangsgeschwindigkeit  $v$  bewegt, wobei  $V$  und  $v$  die folgende Bedingung erfüllen:  $|v/V| \geq 1,1$ , d. h. das Kontaktaufladeelement bewegt sich mit einer höheren Umfangsgeschwindigkeit, die mindestens 110% der Umfangsgeschwindigkeit des lichtempfindlichen Elements beträgt (wobei die Umfangsgeschwindigkeiten durch ihren Absolutwert ausgedrückt werden).

[0180] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst das Kontaktaufladeelement magnetische Teilchen und insbesondere elektrisch leitende magnetische Teilchen, die einen spezifischen Volumenwiderstand haben, der in dem Bereich von  $10^4$  –  $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$  eingestellt ist.

[0181] Die magnetischen Teilchen können vorzugsweise eine Teilchengröße (einen volumengemittelten Durchmesser) von 5–200  $\mu\text{m}$  haben, damit sie nicht leicht an dem lichtempfindlichen Element anhaften, sondern auf der Aufladewalze dichte Magnetbürstenbüschel bilden, wodurch der Wirkungsgrad der Ladungsinjektion in das lichtempfindliche Element verbessert wird. Es wird insbesondere bevorzugt, dass die mittlere Teilchengröße im Bereich von 10–100  $\mu\text{m}$  liegt, damit der nach der Übertragung auf dem lichtempfindlichen Element zurückgebliebene Toner wirksam abgeschabt wird und der Toner wirksam auf elektrostatischem Wege in die Magnetbürste aufgenommen wird, wodurch der Toner für eine zuverlässige Ladungseinstellung zeitweilig in der Magnetbürste zurückgehalten wird. Es wird vor allem eine mittlere Teilchengröße von 10–50  $\mu\text{m}$  bevorzugt.

[0182] Die mittlere Teilchengröße magnetischer Teilchen kann ermittelt werden, indem ein Laserstrahlbeugungs-Messgerät zur Messung der Teilchengrößenverteilung ("HEROS", erhältlich von Nippon Denshi K. K.) angewendet wird, um eine Messung von Teilchen mit einer Größe im Bereich von 0,05–200  $\mu\text{m}$  durchzuführen, die auf Basis eines logarithmischen Maßstabs auf 32 Kanäle aufgeteilt werden, um die Zahl der Teilchen in jedem Kanal zu messen und die Teilchengröße, die bei einer (Kumulierte Volumen-Teilchengröße)-Kennlinie einem Volumen von 50% entspricht, als mittlere Teilchengröße zu ermitteln.

[0183] Die Verwendung solcher magnetischen Teilchen als Kontaktaufladeelement führt zu einer beträchtlich erhöhten Zahl von Kontaktstellen mit dem lichtempfindlichen Element und ist vorteilhaft, um auf dem lichtempfindlichen Element ein gleichmäßigeres Ladungspotenzial zu erzielen. Ferner werden magnetische Teilchen, die direkt mit dem lichtempfindlichen Element in Kontakt kommen, ausgetauscht, während sich die Magnetbürste dreht, so dass eine Verschlechterung des Ladungsinjektionsverhaltens, die auf eine Verschmutzung der Oberfläche der magnetischen Teilehen zurückzuführen ist, deutlich vermindert werden kann.

[0184] Der Zwischenraum (entsprechend der Bezugszahl 4 in **Fig. 6**) zwischen einem elektrisch leitenden Rückhaltelement **1a**, auf dem die magnetischen Teilchen getragen werden, und einem lichtempfindlichen Element kann vorzugsweise im Bereich von 0,2–2 mm liegen. Bei weniger als 0,2 mm wird es schwierig, dass die magnetischen Teilchen durch den Zwischenraum hindurchgehen und störungsfrei auf dem Rückhaltelement befördert werden, so dass leicht eine fehlerhafte Aufladung, ein übermäßiger Stau der magnetischen Teilchen bei dem Spaltbereich und ein Anhaften von magnetischen Teilchen an dem lichtempfindlichen Element verursacht werden. Bei mehr als 2 mm wird es schwierig, zwischen den magnetischen Teilchen und dem lichtempfindlichen Element einen breiten Spalt zu bilden. Es wird besonders bevorzugt, dass der Abstand 0,2–1 mm und vor allem 0,3–0,7 mm beträgt.

[0185] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird es bevorzugt, dass das Kontaktaufladeelement (**117a** in **Fig. 6**) einen Magneten (**1-b**) enthält, so dass der Magnet eine magnetische Flussdichte  $B$  (T: Tesla) erzeugt und die magnetischen Teilchen bei der magnetischen Flussdichte  $B$  eine maximale Magnetisierung  $\sigma_B$  ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ ) zeigen, die die folgende Formel erfüllt:  $B \cdot \sigma_B \geq 4$ . In dem Fall, dass die vorstehend angegebene Formel erfüllt ist, wirkt die magnetische Kraft in einem geeigneten Grade auf die magnetischen Teilchen ein, so dass die magnetischen Teilchen durch eine ausreichende Kraft zurückgehalten werden und die magnetischen Teilchen nicht leicht auf das lichtempfindliche Element übertragen werden.

[0186] Die magnetischen Teilchen für die Verwendung bei der Injektionsaufladung können aus einer Substanz bestehen, die geeignet ist, um magnetische Teilchen bereitzustellen, die Büschel bilden, die sich unter der Einwirkung eines Magnetfelds aufstellen, um eine Magnetbürste zu bilden. Beispiele für so eine Substanz können eine Legierung oder Verbindung, die ein ferrimagnetisches Element wie z. B. Eisen, Cobalt oder Nickel enthält einen Ferrit, der einen durch Oxidation oder Reduktion eingestellten spezifischen Widerstand hat; und Zn-Cu-Ferrit, der mit Wasserstoff reduziert worden ist, umfassen. Zur Erzielung eines Ferrits, der in einem elektrischen Feld einen spezifischen Widerstand hat, wie sie jeweils vorstehend beschrieben wurden, kann der Ferrit aus einer eingestellten Zusammensetzung von Metallen gebildet werden. Eine Zunahme des Anteiles von zweiwertigen Metallen, die von Eisen verschieden sind, führt zu einem niedrigeren spezifischen Widerstand und verursacht leicht eine sprunghafte Verminderung des spezifischen Widerstandes.

[0187] Es ist erwünscht, dass die triboelektrische Ladungspolarität der magnetischen Teilchen der Ladungs-

polarität des lichtempfindlichen Elements nicht entgegengesetzt ist, da eine Verminderung des Ladungspotenzials des lichtempfindlichen Elements durch die Menge der triboelektrischen Ladung eine Kraft erzeugt, die derart gerichtet ist, dass sie die Übertragung der magnetischen Teilchen auf das lichtempfindliche Element fördert, so dass eine Bediagus für die Zurückhaltung der magnetischen Teilchen auf dem Rontaktaufladeelement strenger wird. Die triboelektrische Ladungspolarität der magnetischen Teilchen kann beispielsweise durch Oberflächenbehandlung der magnetischen Teilchen gesteuert bzw. eingestellt werden.

[0188] Die Oberflächenbehandlung kann durch Beschichten der Oberfläche der magnetischen Teilchen mit einer aufgedampften Schicht, einer elektrisch leitenden Harzschicht, einer Harzschicht mit einem dispergierten elektrisch leitenden Pigment usw. erfolgen. So eine Oberflächendeckschicht muss die magnetischen Teilchen nicht vollständig bedecken, sondern die magnetischen Teilchen können durch die Deckschicht hindurch frei liegen. Die Oberflächenschicht kann sogar in voneinander getrennten Teilen gebildet werden, solange das triboelektrische Aufladungsverhalten der magnetischen Teilchen ausreichend modifiziert wird.

[0189] Im Hinblick auf die Produktivität und die Fertigungskosten wird es bevorzugt, dass die magnetischen Teilchen durch eine Harzschicht mit einem dispergierten elektrisch leitenden Pigment beschichtet werden. Zum Unterdrücken der Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes von dem elektrischen Feld wird es ferner bevorzugt, dass eine harzartige Deckschicht gebildet wird, die ein elektrisch leitendes Pigment mit Elektronenleitung enthält, das in einem Bindemittelharz mit hohem spezifischem Widerstand dispergiert ist.

[0190] Es ist wichtig, dass die magnetischen Teilchen nach der Beschichtung einen spezifischen Widerstand haben, der in dem vorstehend beschriebenen Bereich liegt. Es wird ferner bevorzugt, dass die magnetischen Kernteilchen einen spezifischen Widerstand haben, der in dem vorstehend beschriebenen Bereich liegt, damit eine sprunghafte Verminderung des spezifischen Widerstandes an der Seite eines höheren elektrischen Feldes vermieden wird und eine weite Toleranz für die Einschränkung des Auftretens von Leckbzw. Ableitungsbildern, die auf die Größe und Tiefe von Sprüngen bzw. Rissen oder Fehlern auf dem lichtempfindlichen Element zurückzuführen sind, erzielt wird.

[0191] Beispiele für ein Bindemittelharz zum Beschichten der magnetischen Teilchen können Vinylharze, Polycarbonat, Phenolharz, Polyester, Polyurethan, Epoxyharz, Polyolefine, fluorhaltiges Harz, Siliconharze und Polyamide umfassen. Um eine Verunreinigung des Toners zu verhindern, wird es bevorzugt, dass ein Harz mit einer niedrigen kritischen Oberflächenspannung verwendet wird. Beispiele für ein bevorzugtes Harz können Polyolefin, fluorhaltiges Harz und Siliconharz umfassen.

[0192] Ferner wird es unter dem Gesichtspunkt der Erzielung einer weiten Toleranz für die Einschränkung des Auftretens von Leck- bzw. Ableitungsbildern, die auf eine Verminderung des spezifischen Widerstandes an der Seite eines höheren elektrischen Feldes oder auf Sprünge bzw. Risse auf dem lichtempfindlichen Element zurückzuführen sind, bevorzugt, dass die magnetischen Teilchen mit einem Siliconharz, das gegen hohe Spannung beständig ist, beschichtet werden.

[0193] Beispiele für das fluorhaltige Harz können Polyvinylfluorid, Polyvinylidenfluorid, Polytrifluorethylen, Polychlortrifluorethylen, Polydichlordifluorethylen, Polytetrafluorethylen und Polyhexafluorpropylen und lösungsmittellösliche Copolymere von fluorhaltigen Monomeren, die so ein fluorhaltiges Harz bilden, und einem anderen Monomer, das damit copolymerisierbar ist, umfassen.

[0194] Beispiele für das als Bindemittelharz dienende Siliconharz können KR271, RR282, KR311, RR255 und KR155 (unmodifiziertes Siliconlack), RR211, RR212, RR216, RR213, RR217 und RR9218 (modifizierte Siliconlack), SA-4, KR206 und KR5206 (Siliconalkyldlack), ES1001, ES1001N, ES1002T und ES1004 (Siliconepoxylack), KR9706 (Siliconacryllack) und KR5203 und KR5221 (Siliconpolyesterlack), jeweils von Shin-Etsu Silicone R.R. erhältlich; und SR2100, SR2101, SR2107, SR2110, SR2108, SR2109, SR2400, SR2410, SR2411, SH805, SH806 und SH840, jeweils von Toray Silicone R.R. erhältlich, umfassen.

[0195] Die feinen elektrisch leitenden Teilchen oder Pigmentteilchen, die in dem zur Beschichtung dienenden Bindemittelharz zu dispergieren sind, können ein Metall wie z. B. Kupfer, Nickel, Eisen, Aluminium oder Silber; ein Metalloxid wie z. B. Eisenoxid, Ferrit, Zinkoxid, Zinnoxid, Antimonoxid oder Titanoxid oder elektrisch leitendes Pulver mit Elektronenleitfähigkeit wie z. B. Ruß umfassen.

[0196] Es ist auch möglich, dass eine Substanz mit Ionenleitfähigkeit wie z.B. Lithiumperchlorat und quaternäre Ammoniumsalze verwendet wird.

[0197] Das in **Fig. 5** gezeigte Bilderzeugungssystem kann in Bezug auf die Schritte nach dem vorstehend beschriebenen Ladungsinjektions-Aufladeschritt in derselben Weise wie bei dem in **Fig. 1** gezeigten System betrieben werden.

[0198] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf bestimmte Beispiele beschrieben.

[0199] Herstellungsbeispiel 1 für nichtmagnetischen Toner

Polyesterharz [Mw (massegemittelte Molmasse) = $2 \times 105$ ; PM <sub>L</sub> = etwa 7000; Tg (Glasumwandlungstemperatur) = 63°C]	100 Masssteile
Ruß	7 Masseteile
Monoazofarbstoff-Eisenkomplex(negatives Ladungssteuerungsmittel)	2 Masseteile
Niedermolekulares Polypropylen(Trennmittel)	2 Masseteile

[0200] Die vorstehend angegebenen Bestandteile wurden in einem Mischer vermischt und dann durch einen bei 130°C erhitzen Doppelschneckenextruder schmelzgeknetet. Nach Abkühlung wurde das schmelzgeknetete Produkt durch eine Hammermühle grob zerkleinert, durch eine Strahlmühle fein pulverisiert und dann durch einen Mehrkammersichter unter Ausnutzung des Coanda-Effekts genau klassiert, wobei nichtmagnetische Tonerteilchen erhalten wurden.

[0201] Die auf diese Weise erhaltenen nichtmagnetischen Tonerteilchen zeigten die Formfaktoren SF-1 von **163** und SF-2 von **155**. Die nichtmagnetischen Tonerteilchen wurden einer Oberflächenbehandlung unter Einwirkung thermomechanischer Schläge (bei 60°C) durch Anwendung eines Geräts zum Modifizieren von Oberflächeneigenschaften ("Hybridizer", erhältlich von Nara Kikai Seisakusho K.K.) unterzogen, wobei nichtmagnetische Tonerteilchen mit den Formfaktoren SF-1 von **145** und SF-2 von **122** erhalten wurden. Die nichtmagnetischen Tonerteilchen mit den auf diese Weise verminderten Formfaktoren wurden in einer Menge von **100** Masssteilen mit 1,8 Masssteilen feinen hydrophoben Trockenverfahren-Siliciumdioxidteilchen [DP<sub>1</sub> (anzahlgemittelte Primärteilchengröße) = 12 nm, Sb (nach der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche) = 120 m<sup>2</sup>/g], die nach Hydrophobieren mit Dimethylsiliconöl und Hexamethyldisilazan gebildet worden waren, und 0,3 Masssteilen feinen sphärischen Polymethylmethacrylatteilchen [ $\psi$  (auf der spezifischen Oberfläche basierende Sphärität) = 0,99, DP<sub>1</sub> = 400 nm, Sb = 15 m<sup>2</sup>/g; Tg = 125°C; Mw =  $3 \times 10^5$ ], die von außen dazugegeben wurden, vermischt, wobei der Nichtmagnetische Toner (A) erhalten wurde.

[0202] Der auf diese Weise erhaltene Nichtmagnetische Toner (A) zeigte D4 (massegemittelte Teilchengröße) = 6,6 µm und D1 (anzahlgemittelte Teilchengröße) = 5,4 µm, die unter Anwendung eines Coulter-Zählgeräts ("Multisizer", erhältlich von Coulter Electronics Inc.) gemessen wurden, SF-1 = 145, und SF-2 = 122. Die Eigenschaften des Nichtmagnetischen Toners (A) sind in den nachstehenden Tabellen 1A und 1B zusammen mit denen der Nichtmagnetischen Toner, die in den folgenden Herstellungsbeispielen erhalten werden, gezeigt.

#### Herstellungsbeispiel 2 für nichtmagnetischen Toner

Styrol-Butylacrylat-Monobutylmaleat-Copolymer (Mw = $3 \times 10^5$ , PM <sub>L</sub> = etwa 10 <sup>4</sup> , Tg = 62°C)	100 Masssteile
Ruß	7 Masseteile
Monoazofarbstoff-Eisenkomplex(negatives Ladungssteuerungsmittel)	2 Masseteile
Niedermolekulares Polypropylen(Trennmittel)	2 Masseteile

[0203] Nichtmagnetische Tonerteilchen wurden ähnlich wie in Herstellungsbeispiel 1 hergestellt, außer dass die vorstehend angegebenen Bestandteile verwendet wurden.

[0204] Die auf diese Weise erhaltenen nichtmagnetischen Tonerteilchen zeigten die Formfaktoren SF-1 von **157** und SF-2 von **150**. Die nichtmagnetischen Tonerteilchen wurden einer Oberflächenbehandlung unter Einwirkung thermomechanischer Schläge (bei 64 °C) durch Anwendung desselben Geräts zum Modifizieren von Oberflächeneigenschaften wie in Herstellungsbeispiel 1 unterzogen, wobei nichtmagnetische Tonerteilchen mit den Formfaktoren SF-1 von 152 und SF-2 von **130** erhalten wurden. Die nichtmagnetischen Tonerteilchen mit den auf diese Weise verminderten Formfaktoren wurden in einer Menge von 100 Masssteilen mit 1,8 Masssteilen feinen hydrophoben Trockenverfahren-Siliciumdioxidteilchen (DP<sub>1</sub> = 8 nm, Sb = 100 m<sup>2</sup>/g), die nach Hydrophobieren mit Dimethylsiliconöl gebildet worden waren, und 0,3 Masssteilen feinen sphärischen Polymethylmethacrylatteilchen ( $\psi$  = 0,97, DP<sub>1</sub> = 400 nm, Sb = 15 m<sup>2</sup>/g; Tg = 128°C; Mw =  $3,5 \times 10^5$ ], die von außen dazugegeben wurden, vermischt, wobei der Nichtmagnetische Toner (B) erhalten wurde.

[0205] Der auf diese Weise erhaltene Nichtmagnetische Toner (B) zeigte D4 = 6,8 µm und D<sub>1</sub> = 5,9 µm, SF-1 = 152 und SF-2 = 131.

[0206] Herstellungsbeispiel 3 für nichtmagnetischen Toner Nichtmagnetischer Toner (C) wurde in einer ähnlichen Weise wie in Herstellungsbeispiel 1 hergestellt, außer dass anstelle der feinen sphärischen Polymethylmethacrylatteilchen 0,5 Masssteile feine sphärische Siliciumdioxidteilchen ( $\psi$  = 0,99; DP<sub>1</sub> = 100 nm; Sb = 20 m<sup>2</sup>/g) verwendet wurden.

[0207] Herstellungsbeispiel 4 für nichtmagnetischen Toner Nichtmagnetischer Toner (D) wurde in einer ähnlichen Weise wie in Herstellungsbeispiel 2 hergestellt, außer dass anstelle der feinen sphärischen Polymethylmethacrylatteilchen 0,5 Masssteile feine sphärische Siliciumdioxidteilchen ( $\psi = 0,98$ ;  $DP_1 = 100$  nm;  $Sb = 20$   $m^2/g$ ) verwendet wurden.

Herstellungsbeispiel 5 für nichtmagnetischen Toner

[0208] Nichtmagnetischer Vergleichstoner (i) wurde in einer ähnlichen Weise wie in Herstellungsbeispiel 1 hergestellt, außer dass die feinen sphärischen Polymethylmethacrylatteilchen weggelassen wurden.

Herstellungsbeispiel 6 für nichtmagnetischen Toner

[0209] Nichtmagnetischer Vergleichstoner (ii) wurde in einer ähnlichen Weise wie in Herstellungsbeispiel 2 hergestellt, außer dass die feinen sphärischen Polymethylmethacrylatteilchen weggelassen wurden.

Herstellungsbeispiel 7 für nichtmagnetischen Toner

[0210] Nichtmagnetischer Vergleichstoner (iii) wurde in einer ähnlichen Weise wie in Herstellungsbeispiel 1 hergestellt, außer dass zum Vermischen mit den feinen Teilchen nichtmagnetische Tonerteilchen mit SF-1 von **163** und SF-2 von **155** als solche vor der Behandlung unter Einwirkung thermomechanischer Schläge verwendet wurden.

Herstellungsbeispiel 8 für nichtmagnetischen Toner

[0211] Nichtmagnetischer Vergleichstoner (iv) wurde in einer ähnlichen Weise wie in Herstellungsbeispiel 2 hergestellt, außer dass zum Vermischen mit den feinen Teilchen nichtmagnetische Tonertsilchen mit SF-1 von **157** und SF-2 von **150** als solche vor der Behandlung unter Einwirkung thermomechanischer Schläge verwendet wurden.

Herstellungsbeispiel 9 für nichtmagnetischen Toner

[0212] Nichtmagnetischer Vergleichstoner (v) wurde in einer ähnlichen Weise wie in Herstellungsbeispiel 1 hergestellt, außer dass anstelle der feinen sphärischen Polymethylmethacrylatteilchen feine Styrol/Methylmethacrylat-Copolymerteilchen ( $\psi = 0,8$ ;  $DP_1 = 600$  nm  $Sb = 12,5$   $m^2/g$ ;  $Tg = 98^\circ C$ ; Copolymerisations-Masseverhältnis = 75/25;  $Mw = 5 \times 105$ ) verwendet wurden.

Herstellungsbeispiel 10 für nichtmagnetischen Toner

Polyesterharz ( $Mw = 1 \times 105$ , $PM_{L_1} = 6000$ , $Tg = 55^\circ C$ )	100 Masssteile
Kupferphthalocyanin (Farbmittel)	7 Masssteile
Dialkylsalicylsäure-Metallverbindung(negatives Ladungssteuerungsmittel)	2 Masssteile
Esterwachs(Trennmittel)	2 Masssteile

[0213] Nichtmagnetischer Toner (E) wurde in einer ähnlichen Weise wie in Herstellungsbeispiel 1 hergestellt, außer dass die vorstehend angegebenen Bestandteile verwendet wurden.

[0214] Die Eigenschaften der Nichtmagnetischen Toner, die in den vorstehend angegebenen Herstellungsbeispielen hergestellt wurden, sind zusammen in den Tabellen 1A und 18 gezeigt. Ferner sind die Eigenschaften der Zusatzstoffe, die zur Herstellung der jeweiligen nichtmagnetischen Toner verwendet wurden, zusammen in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 1a

Nicht-magneti-scher Toner	Eigenschaften von Tonerteilchen								Tonereigenschaften											
	SF-1	SF-2	Sb SF-2 - 100 SF-1 - 100 m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>	D <sub>4</sub> μm	D <sub>1</sub> μm	ρ <sup>*</sup> g/cm <sup>3</sup>	St m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>	Sb/St m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>	60-%- radius nm	SF-1	SF-2 SF-1 - 100 m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>	D <sub>4</sub> μm	D <sub>1</sub> μm	ρ <sup>*</sup> g/cm <sup>3</sup>	St m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>	Sb/St m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>	St x 1,5 + 1,5			
(A)	145	122	0,49	1,79	6,6	5,8	1,10	0,91	1,97	2,1	144	122	0,49	5,5	6,6	5,8	1,10	0,91	6,0	2,9
(B)	152	130	0,58	1,68	6,8	5,9	1,05	0,88	1,91	2,5	152	131	0,60	5,8	6,8	5,9	1,05	0,88	6,6	2,8
(C)	145	122	0,49	1,79	6,6	5,8	1,10	0,91	1,97	2,1	143	124	0,56	5,6	6,6	5,8	1,10	0,91	6,2	2,9
(D)	145	122	0,49	1,79	6,6	5,8	1,10	0,91	1,97	2,1	144	125	0,57	6,0	6,6	5,8	1,10	0,91	6,6	2,9
(E)	147	125	0,53	1,70	6,2	5,3	1,10	0,97	1,75	2,3	148	127	0,56	5,4	6,2	5,3	1,10	0,97	5,6	3,0
vgl.																				
(i)	145	122	0,49	1,79	6,6	5,8	1,10	0,91	1,97	2,1	144	122	0,49	5,3	6,6	5,8	1,10	0,91	5,8	2,9
(ii)	152	130	0,58	1,68	6,8	5,9	1,05	0,88	1,91	2,5	152	131	0,60	5,6	6,8	5,9	1,05	0,88	6,8	2,8
(iii)	163	158	0,92	1,88	9,5	8,0	1,10	0,63	2,98	4,0	163	158	0,92	2,3	9,5	8,0	1,10	0,63	10,6	2,4
(iv)	157	150	0,87	1,98	8,3	7,2	1,05	0,72	2,75	3,7	156	151	0,91	2,5	8,3	7,2	1,05	0,72	8,6	2,6
(v)	145	122	0,49	1,79	6,6	5,8	1,10	0,91	1,97	2,1	143	123	0,53	5,5	6,6	5,8	1,10	0,91	5,8	2,9

\*ρ: Dichte

Tabelle 1B

Nichtmagneti- scher Toner	Teilchengrößenverteilung der Toner teilchen			Aufladbarkeit des Toners
	(%, auf die Anzahl bezogen)	$\leq 5 \mu\text{m}$	$D_v^* \text{ (}\mu\text{m)}$	
(A)	40	6,6	15	68
(B)	37	6,8	20	63
(C)	40	6,6	15	70
(D)	40	6,6	15	65
(E)	46	6,2	6	75
Vergl. (i)	40	6,6	15	57
Vergl. (ii)	37	6,8	20	55
Vergl. (iii)	15	9,5	65	31
Vergl. (iv)	24	8,3	55	37
Vergl. (v)	40	6,6	15	59

\* $D_v$ : volumengemittelte Teilchengröße

Tabelle 2

Nichtmagnetischer Toner	Feine anorganische Teilchen (a)				Feine sphärische Teilchen (b)			
	Art	DP <sub>1</sub> (nm)	Sb (m <sup>2</sup> /g)	Menge (Masseteile)	Art*	DP <sub>1</sub> (nm)	$\psi$	Sb (m <sup>2</sup> /g)
(A)	Silicium-dioxid	12	120	1,8	S. PMMA	400	0,99	15
(B)	"	8	100	1,8	"	400	0,99	15
(C)	"	12	120	1,8	S. Silicium-dioxid	100	20	0,5
(D)	"	8	100	1,8	"	100	20	0,5
(E)	"	12	120	1,8	S. PMMA	400	0,99	15
vgl. (i)	"	12	120	1,8	-	-	-	-
" (ii)	"	8	100	1,8	-	-	-	-
" (iii)	"	12	120	0,5	S. PMMA	400	0,99	15
" (iv)	"	8	100	0,5	"	400	0,99	15
" (v)	"	12	120	1,8	St/MMA	600	0,80	12,5

\*: S.MMA: sphärische Polymethylmethacrylatteilchen  
 S.Siliciumdioxid: sphärische Siliciumdioxidteilchen  
 St/MMA: Styrol/Methylmethacrylat-Copolymererteilchen

Herstellungsbeispiel 1 (lichtempfindliches Element)

[0215] Lichtempfindliches Element Nr. 1 wurde hergestellt, indem ein Aluminiumzylinder (31) mit einem

Durchmesser von 30 mm durch Tauchauftrag nacheinander mit den folgenden Schichten beschichtet wurde, um einen in **Fig. 3** gezeigten Schichtaufbau zu bilden.

(32) Elektrisch leitende Überzugsschicht:

[0216] Gebildet in einer Dicke von 15  $\mu\text{m}$  mit Phenolharz, das darin dispergierte Pulver aus Zinnoxid und Titanoxid enthielt.

(33) Unter- bzw. Grundierschicht:

[0217] Gebildet in einer Dicke von 0,6  $\mu\text{m}$  mit modifiziertem Polyamid und Copolyamid.

(34) Ladungserzeugungsschicht:

[0218] Gebildet in einer Dicke von 0,6  $\mu\text{m}$  mit Butyralharz, das darin dispergiertes Titanoxidphthalocyanin mit einer Absorption im Bereich langer Wellenlängen enthielt.

(35) Ladungstransportschicht:

[0219] Gebildet in einer Dicke von 20  $\mu\text{m}$  durch Auftragen einer Auftragflüssigkeit, die erhalten worden war, indem eine Löcher (Defektelektronen) transportierende Triphenylaminverbindung und ein Polycarbonatharz (mit einer Molmasse von 20.000 gemäß einem Ostwald-Viskosimeter) in einem Masseverhältnis von 8 : 10 ineinander gelöst wurden und ferner Polytetrafluorethylenpulver (Teilchengröße: 0,2  $\mu\text{m}$ ) in einer Menge von 5 Masse% des gesamten Feststoffgehalts gleichmäßig dispergiert wurde. Diese Oberflächenschicht zeigte mit Wasser einen Kontaktwinkel  $\theta$  von 93 Grad.

[0220] Der Kontaktwinkel wurde unter Anwendung von reinem Wasser und einem Kontaktwinkelmessgerät ("Model CA-DS", erhältlich von Kyowa Raunen Kagaku K. K.) gemessen.

Herstellungsbeispiel 2 (lichtempfindliches Element)

[0221] Lichtempfindliches Element Nr. 2 wurde bis zur Bildung der Ladungserzeugungsschicht in derselben Weise wie in Herstellungsbeispiel 1 hergestellt. Darauf wurde mit einer Mischung aus der Löcher (Defektelektronen) transportierenden Triphenylaminverbindung und dem Polycarbonatharz, die in einem Masseverhältnis von 10 : 10 ineinander gelöst waren, eine 18  $\mu\text{m}$  dicke Ladungstransportschicht gebildet, die ferner mit einer 5  $\mu\text{m}$  dicken Schutzschicht beschichtet wurde, die gebildet wurde, indem eine Auftragflüssigkeit aufgetragen wurde, die erhalten worden war, indem dieselbe Triphenylaminverbindung und dasselbe Polycarbonatharz in einem Masseverhältnis von 5 : 10 ineinander gelöst wurden und ferner Polytetrafluorethylenpulver (Teilchengröße: 0,2  $\mu\text{m}$ ) in einer Menge von 30 Masse% des gesamten Feststoffgehalts gleichmäßig dispergiert wurde. Die Schutzschicht zeigte mit Wasser einen Kontaktwinkel  $\theta$  von 101 Grad.

Herstellungsbeispiel 3 (lichtempfindliches Element)

[0222] Lichtempfindliches Element Nr. 3 wurde in derselben Weise wie in Herstellungsbeispiel 1 hergestellt, außer dass die Ladungserzeugungsschicht und die Ladungstransportschicht folgendermaßen gebildet wurden.

(34) Ladungserzeugungsschicht:

[0223] Gebildet in einer Dicke von 0,6  $\mu\text{m}$  mit Butyralharz, das ein darin dispergiertes Azopigment mit einer Absorption im Bereich langer Wellenlängen enthielt.

(35) Ladungstransportschicht:

[0224] Gebildet in einer Dicke von 22  $\mu\text{m}$  durch Auftragen einer Auftragflüssigkeit, die erhalten worden war, indem eine Löcher (Defektelektronen) transportierende Triphenylaminverbindung und ein Polycarbonatharz (mit einer Molmasse von 20.000 gemäß einem Ostwald-Viskosimeter) in einem Masseverhältnis von 8 : 10 ineinander gelöst wurden und ferner Polytetrafluorethylenpulver (Teilchengröße: 0,2  $\mu\text{m}$ ) in einer Menge von 10 Masse% des gesamten Feststoffgehalts gleichmäßig dispergiert wurde. Diese Oberflächenschicht zeigte mit Wasser einen Kontaktwinkel  $\theta$  von 96 Grad.

## Herstellungsbeispiel 4 (lichtempfindliches Element)

[0225] Lichempfindliches Element Nr. 4 wurde in derselben Weise wie in Herstellungsbeispiel 3 hergestellt, außer dass das Polytetrafluorethylenpulver aus der Ladungstransportschicht weggelassen wurde. Die Oberflächenschicht zeigte mit Wasser einen Kontaktwinkel von 74 Grad.

[0226] Die Oberflächenpotenzial-Belichtungsintensität-Kennlinien der in den vorstehend beschriebenen Herstellungsbeispielen hergestellten lichempfindlichen Elemente wurden in der folgenden Weise gemessen.

[0227] Im Einzelnen wurde jede Probe eines lichempfindlichen Elements auf ein vorgeschriebenes Dunkelbereichspotenzial aufgeladen und dann kontinuierlich mit Laserlicht belichtet, dessen Wellenlänge mit der Wellenlänge des Laserlichts eines nachstehend beschriebenen Laserdruckers ("LBP-860", hergest. durch Canon) identisch war. Danach wurde das resultierende Oberflächenpotenzial gemessen. Durch Wiederholung des Vorgangs bei verschiedenen Belichtungsintensitäten wurde für die Probe eines lichempfindlichen Elements eine Oberflächenpotenzial-Belichtungsintensität-Kennlinie erhalten.

[0228] **Fig.** 14 zeigt eine Oberflächenpotenzial-Belichtungsintensität-Kennlinie des in Herstellungsbeispiel 1 erhaltenen lichempfindlichen Elements, die erhalten wurde, indem das Dunkelbereichspotenzial  $V_d$  bei -700 Volt genommen wurde. Wie in **Fig.** 14 gezeigt ist, betrug die Halbierungs-Belichtungsintensität  $E_{1/2}$  [d. h. die Belichtungsintensität, bei der das Oberflächenpotenzial auf die Hälfte des Dunkelbereichspotenzials (d. h. auf -350 Volt) abgenommen hat] 0,12  $\text{cJ}/\text{m}^2$ . Das Restpotenzial  $V_r$  [d. h. das Potenzial, das durch Bestrahlung mit dem 30fachen der Halbierungs-Belichtungsintensität (= mit 3,6  $\text{cJ}/\text{m}^2$ ) erhalten wird] betrug -55 Volt. Eine erste Steigung, die erhalten wird, indem ein Punkt, der  $V_d$  (= -700 Volt) entspricht, und ein Punkt, der dem Potenzial von  $(V_d + V_r)/2$  [= (-700 - 55) Volt/2 = -378 Volt] entspricht, verbunden werden, betrug etwa  $[( -378 + 700 ) \text{ Volt}] / (0,11 \text{ cJ}/\text{m}^2)$  = etwa 2900  $\text{Vm}^2/\text{eJ}$ . Eine zweite Steigung betrug somit etwa  $150 \text{ Vm}^2/\text{cJ}$  [=  $(2900 \text{ Vm}^2/\text{cJ}) / 20$ ]. Die minimale Belichtungsintensität  $E_{\min}$ , die am Berührungs punkt einer Tangente, die eine Steigung von  $150 \text{ Vm}^2/\text{cJ}$  hat, mit der Kennlinie erhalten wird, betrug  $0,43 \text{ cJ}/\text{m}^2$ , und die maximale Belichtungsintensität  $E_{\max}$  betrug  $0,60 \text{ eJ}/\text{m}^2$  ( $= 0,12 \text{ eJ}/\text{m}^2 \times 5$ ).

[0229] Gleiche Messungen der Oberflächenpotenzial-Belichtungsintensität-Kennlinien und eine Ermittlung der Parameter wurden bei den durch Herstellungsbeispiele 2 – 4 hergestellten Lichempfindlichen Elementen Nr. 2 – 4 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3

Lichtempfindliches Element	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
Dunkelbereichspotenzial $V_d$	-700 V	-700 V	-700 V	-700 V
Restpotenzial $V_r$	-55 V	-60 V	-20 V	-15 V
$(V_d + V_r)/2$	-378 V	-380 V	-360 V	-358 V
<b>Erste Steigung: <math>V_d - (V_d + V_r)/2</math></b>	<b>2900 <math>V\text{m}^2/\text{cJ}</math></b>	<b>3200 <math>V\text{m}^2/\text{cJ}</math></b>	<b>640 <math>V\text{m}^2/\text{cJ}</math></b>	<b>560 <math>V\text{m}^2/\text{cJ}</math></b>
<b>Zweite Steigung: erste Steigung/20</b>	<b>150 <math>V\text{m}^2/\text{cJ}</math></b>	<b>160 <math>V\text{m}^2/\text{cJ}</math></b>	<b>32 <math>V\text{m}^2/\text{cJ}</math></b>	<b>28 <math>V\text{m}^2/\text{cJ}</math></b>
$E_{\text{min.}} \text{ [Berührungs punkt mit Tangente}$ $(\text{zweite Steigung})]$	$0,43 \text{ cJ/m}^2$	$0,40 \text{ cJ/m}^2$	$2,45 \text{ cJ/m}^2$	$2,80 \text{ cJ/m}^2$
$E_{\text{max.}} \text{ (= } 5 \times E_{1/2})$	$0,60 \text{ cJ/m}^2$	$0,60 \text{ cJ/m}^2$	$2,85 \text{ cJ/m}^2$	$3,10 \text{ cJ/m}^2$
<b>Kontaktwinkel mit Wasser 0</b>	<b>93 Grad</b>	<b>101 Grad</b>	<b>96 Grad</b>	<b>74 Grad</b>

[0230] Unter Anwendung der in der vorstehend beschriebenen Weise hergestellten lichtempfindlichen Elementen und nichtmagnetischen Toner wurde gemäß den folgenden Beispielen eine Bilderzeugung durchgeführt.

## Beispiel 1

[0231] Ein Laserdrucker ("LBP-8 Mark IV", erhältlich von Canon K.K.) wurde nach einem Umbau als elektrophotographisches Gerät (Bilderzeugungsgerät) angewendet. Im Einzelnen wurde der Laserdrucker in eine Form umgebaut, wie sie in **Fig. 1** knapp veranschaulicht ist, und zwar mit Ausnahme der Einrichtung des Kontaktlaufadelements **117**; das Förderband **125** wurde weggelassen.

[0232] Zuerst wurde die Gummi-Reinigungsralke in der Betriebskassette für den Drucker entfernt, und eine Rontaktaufladeeinrichtung, die eine Gummiwalze enthielt, an die eine Gleichspannung von -1400 Volt angelegt wurde, wurde eingebaut.

[0233] Ferner wurde die Entwicklungseinrichtung in der Betriebskassette folgendermaßen umgebaut. Der Edelstahl-Entwicklungszyylinder. (Tonerträgerelement) wurde durch ein Tonerträgerelement in Form einer Walze (Durchmesser: 16 mm) ersetzt, die einen Polyurethanschaumstoff umfasste und an eine lichtempfindliche Trommel (lichtempfindliches Element) anstieß. Das Tonerträgerelement war derart eingerichtet, dass es sich mit einer Umfangsbewegungsrichtung, die an der Berührungs- bzw. Kontaktstelle mit der lichtempfindlichen Trommel mit der Umfangsbewegungsrichtung der lichtempfindlichen Trommel identisch war, und mit einer Umfangsgeschwindigkeit, die 150% der Umfangsgeschwindigkeit der lichtempfindlichen Trommel (d. h. der Betriebsgeschwindigkeit von 47 mm/s) betrug, drehte.

[0234] Ähnlich wie in **Fig. 1** und 2 gezeigt stieß eine Tonerauftragwalze (**141**), an die eine Gleichstromvorspannung von -420 Volt angelegt wurde, als Einrichtung zum Auftragen eines Toners auf das Tonerträgerelement **104** an das Tonerträgerelement **104** an. Ferner war eine harzbeschichtete Edelstahlralke **143** derart angeordnet, dass sie die Tonerauftragsschicht auf dem Tonerträgerelement **104** regulierte. Die Entwicklungsvorspannung, die an das Tonerträgerelement angelegt wurde, war nur eine Gleichstromkomponente von -400 Volt.

[0235] Die lichtempfindliche Trommel wurde auf ein Dunkelbereichspotenzial von -800 Volt aufgeladen und derart belichtet, dass ein Hellbereichspotenzial von -150 Volt erhalten wurde. Dies waren die Standardbedingungen.

[0236] Bei dem umgebauten Gerät wurde die lichtempfindliche Trommel durch die Walzenaufladeeinrichtung gleichmäßig aufgeladen und dann mit Laserlicht belichtet, um darauf ein elektrostatisches Latentbild zu erzeugen. Das Latentbild wurde dann mit dem auf dem Tonerträgerelement befindlichen Nichtmagnetischen Toner (A) entwickelt, und das erhaltene Tonerbild wurde durch eine Übertragungswalze, an die eine Vorspannung angelegt wurde, auf ein Übertragungs-Bildempfangsmaterial übertragen und dann mit einer Seibpresswalzen-Fixiereinrichtung fixiert.

[0237] Die Übertragungswalze war einer in **Fig. 4** veranschaulichten Form ähnlich und hatte eine elektrisch leitende elastische Schicht, die aus Ethylen-Propylen-Gummi bestand, der darin dispergierten elektrisch leitenden Kohlenatoff enthielt, so dass ein spezifischer Volumenwiderstand von  $108 \Omega \cdot \text{cm}$  erhalten wurde, eine Oberfläche-Gummihärte von 24 Grad und einen Durchmesser von 20 mm. Die Übertragungswalze stieß unter einem Druck von 49 N/m (50 g/cm) an die lichtempfindliche Trommel an und drehte sie mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 48 mm/s, die mit der Umfangsgeschwindigkeit der lichtempfindlichen Trommel identisch war, während an die Übertragungswalze eine Übertragungsvorspannung von +2000 Volt angelegt wurde.

[0238] Unter Verwendung des Nichtmagnetischen Toners (A) wurde in einer Umgebung mit einer Temperatur von  $23^\circ\text{C}$  und einer Feuchtigkeit von 65% (rel.F.) eine Bewertung des Betriebsverhaltens durchgeführt.

[0239] In diesem bestimmten Beispiel (Beispiel 1) wurde das in Herstellungsbeispiel 2 hergestellte lichtempfindliche Element Nr. 2 (das mit Wasser einen Kontaktwinkel  $\theta$  von 101 Grad zeigte) angewendet und auf ein Dunkelbereichspotenzial von -800 Volt aufgeladen. Das aufgeladene lichtempfindliche Element wurde mit drei verschiedenen Graden der Belichtungsintensität, wie sie in Tabelle 4 gezeigt sind, d. h. mit  $0,25 \text{ eJ/m}^2$  ( $< E_{\min}$ ), mit  $0,85 \text{ eJ/m}^2$  ( $> E_{\max}$ ) und mit einem mittleren Intensitätsgrad ( $0,50 \text{ eJ/m}^2$ ) zwischen  $E_{\min}$  und  $E_{\max}$  belichtet. Die Belichtungsintensität von  $0,50 \text{ eJ/m}^2$  lieferte ein Hellbereichspotenzial von -150 Volt und wurde als Standard-Belichtungsintensität gewählt.

[0240] Wie in Tabelle 4 gezeigt ist, wurden bei allen drei Graden der Belichtungsintensität und insbesondere bei dem mittleren Grad der Belichtungsintensität von  $0,50 \text{ eJ/m}^2$  in Bezug auf Geisterbilder, Fähigkeit zur Wiedergabe einzelner Punkte, Fähigkeit zur Wiedergabe der Gradation, Bilddichte, Schleier und Verhalten bei der kontinuierlichen Bilderzeugung ziemlich gute Bilder erhalten.

[0241] Bei dem vorstehend beschriebenen Vorgang wurde in Bezug auf die Übertragung von dem lichtempfindlichen Element Nr. 2 auf das Übertragungs-Bildempfangsmaterial ein hoher Übertragungswirkungsgrad von 97% erzielt. Es wurden gute Bilder erhalten, die frei von Übertragungsausfall bei Buchstaben- bzw. (Schrift)zeichenbildern und Linienbildern und frei von Verstreuen von Toner waren.

Die Bewertungsverfahren sind nachstehend beschrieben.

[Bewertung]

[0242] Bewertungen der folgenden Bewertungsgegenstände (1)–(3) wurden nach der Bilderzeugung auf 100 Blättern durchgeführt.

[0243] (1) Wahrscheinlichkeit des Verursachens von Geisterbildern bei einem System mit gleichzeitiger Entwicklung und Reinigung:

[0244] Eine Bildbewertung wurde unter Anwendung eines in **Fig. 9** gezeigten Prüfmusters durchgeführt, das in einer ersten Zone mit einer senkrechten Länge von einem Trommelumfang schwarze und weiße Streifen enthielt und eine anschließende Halbton-Bildzone (entsprechend einem zweiten und einem darauf folgenden Trommelumfang) hatte, die gebildet worden war, indem eine schwarze Linie mit einer Breite von einem Punkt und eine leere (weiße) Linie mit einer Breite von zwei Punkten, die jeweils quer bzw. schräg verliefen, abwechselnd wiederholt wurden.

[0245] Die zur Prüfung verwendeten Übertragungs-Bildempfangsmaterialien umfassten ein Normalpapier (75 g/m<sup>2</sup>), ein dickes Papier (130 g/m<sup>2</sup>), ein weiteres dickes Papier (200 g/m<sup>2</sup>) und eine OHP-Folie (Overheadfolie für Projektionszwecke) aus Polyethylesterephthalat.

[0246] Die Bewertung von Geisterbildern wurde durchgeführt, indem Reflexionabilddichten (Aufsicht-Bilddichten) bei Bereichen in der Zone des zweiten Trommelumfangs, die dem schwarzen Druckbereich (dem schwarzen Streifenbereich) und dem weißen Nicht-Bildbereich (dem weißen Streifenbereich) in der Zone des ersten Trommelumfangs entsprechen, unter Anwendung eines Macbeth-Aufsichtdensitometers gemessen wurden und die Differenz  $\Delta d$  dazwischen ermittelt wurde, und zwar gemäß der folgenden Formel:

$\Delta d = [\text{Reflexionsdichte (Aufsicht-Bilddichte) bei einem Bereich, der einem schwarzen Streifenbereich entspricht}] - [\text{Reflexionsdichte (Aufsicht-Bilddichte) bei einem Bereich, der einem weißen Streifenbereich (Nicht-Bildbereich) entspricht}]$ .

[0247] Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 gezeigt. Eine geringere Differenz  $\Delta d$  (Absolutwert) zwischen den Reflexionsdichten gibt eine bessere Fähigkeit zur Verhinderung von Geisterbildern wieder.

[0248] (2) Eine Bewertung der Fähigkeit zur Wiedergabe der Gradation wurde durchgeführt, indem Bilddichten gemessen wurden, die durch acht in **Fig. 10** gezeigte Punktanordnungsmuster 1 bis 8 geliefert wurden, wobei die Größe eines Punktes als 42  $\mu$ ra x 42  $\mu$ m (600 Punkte/Inch) festgelegt wurde, während die Muster in **Fig. 10** in verschiedenen Vergrößerungen gezeigt sind.

[0249] Die acht Muster waren jeweils dafür bestimmt, die folgenden Bilddichtebereiche zu liefern.

Muster 1: 0,10–0,15,  
Muster 3: 0,20–0,30,  
Muster 5: 0,55–0,70,  
Muster 7: 0,75–0,90,

Muster 2: 0,15–0,20,  
Muster 4: 0,25–0,40,  
Muster 6: 0,65–0,80,  
Muster 8: 1,35–.

[0250] Die Fähigkeit zur Wiedergabe der Gradation wurde als "ausgezeichnet" bewertet, wenn alle vorstehend erwähnten Bereiche erfüllt wurden, als "gut" bewertet, wenn nur ein Bereich nicht erfüllt wurde, und als "schlecht" bewertet, wenn zwei oder mehr Bereiche nicht erfüllt wurden.

[0251] (3) Die Fähigkeit zur Wiedergabe einzelner Punkte in graphischen Bildern wurde bewertet, indem die Bilddichte eines kopierten Bildes von Muster 1 gemessen wurde. Diese Bewertung beruht darauf, dass Unschärfe eines Latentbildes eine vergrößerte entwickelte Fläche verursacht, so dass eine erhöhte Bilddichte wiedergegeben wird. Die Bewertung erfolgte gemäß drein folgenden Maßstab:

ausgezeichnet:	0,10–0,15,
gut	0,16–0,17,
schlecht:	0,18 oder darüber oder unter 0,10.

[0252] (4) Das Verhalten bei der kontinuierlichen Bilderzeugung (CIFC) wurde bei Bildern, die nach der Bilderzeugung auf 5000 Blättern erhalten worden waren, in Bezug auf Bildfehler, die einem Ankleben von geschmolzenem Toner an der Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel zuzuschreiben sind, bewertet. Die Bewertung wurde durchgeführt, indem solche Bildfehler mit bloßem Auge gezählt wurden, und wird gemäß dem folgenden Maßstab angegeben.

ausgezeichnet:	höchstens drei Bildfehler
gut:	4–10 Bildfehler,
schlecht:	11 oder mehr Bildfehler.

[0253] (5) Die Bilddichte wurde bei einem ununterbrochenen schwarzen Bild (5 mm × 5 mm) unter Anwendung eines Macbeth-Densitometers gemessen.

[0254] (6) Schleier wurde bewertet, indem unter Anwendung eines Aufsichtdensitometers ("REFLECTOMETER MODEL TC-6DS", erhältlich von TOKYO DENSHOKU K.K.) der niedrigste Reflexionsgrad Ds (%) auf einem weißen Hintergrundbereich auf einem Papier nach dem Drucken und der mittlere Reflexionsgrad Dr (%) auf dem Papier vor dem Drucken gemessen und aufgezeichnet wurden, wobei der Wert (Dr – Ds) als Schleier (%) aufgezeichnet wird. Ein Schleierwert von 2% oder weniger kann als im wesentlichen schleierfreier Zustand betrachtet werden, und ein Schleierwert von mehr als 5% liefert undeutliche Bilder mit wahrnehmbarem Schleier.

[0255] Die Bewertungsergebnisse sind zusammen mit denen der folgenden Beispiele und Vergleichsbeispiele in der nachstehenden Tabelle 4 gezeigt.

#### Beispiele 2– 5

[0256] Bilderzeugungsprüfungen wurden in derselben Weise wie in Beispiel 1 durchgeführt, außer dass anstelle des Nichtmagnetischen Toners (A) jeweils einer der Nichtmagnetischen Toner (B) – (E) verwendet wurde.

#### Vergleichsbeispiele 1– 5

[0257] Bilderzeugungsprüfungen wurden in derselben Weise wie in Beispiel 1 durchgeführt, außer dass anstelle des Nichtmagnetischen Toners (A) jeweils einer der Nichtmagnetischen Vergleichstoner (i) – (v) verwendet wurde.

#### Beispiele 6– 8

[0258] Bilderzeugungsprüfungen wurden in derselben Weise wie in Beispiel 1 durchgeführt, außer dass anstelle des in Beispiel 1 angewendeten Lichtempfindlichen Elements Nr. 2 jeweils eines der Lichtempfindlichen Elemente Nr. 1, 3 und 4 angewendet wurde.

[0259] Die Ergebnisse sind zusammen in den folgenden Tabellen 4 und 5 gezeigt.

**Tabelle 4**

Beispiel Beispiel Beisp. 1	(1) Bewertung von Geisterbildern			(3) Punkte	(2) Gradation	(4) CIFC	(6) Schleier	(5) I.D.
	Belich- tungs- inten- sität (cJ/m <sup>2</sup> )	(75 g/m <sup>2</sup> ) - Papier	(130 g/m <sup>2</sup> ) - Papier					
Beisp. 1	0,25 0,50 0,85 2 3 4 5	0 0 0 0,50 0,50 0,50 0,50	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 -0,01 0 0 0	ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet	ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet	0,4 0,3 0,4 0,3 0,5 0,5 0,3
Beisp. 1	0,50 0,50 0,50 0,50 0,50 0,50 0,50 0,50 0,50	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0	gut gut ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet	ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet	1,43 1,44 1,46 1,44 1,38 1,37 1,42 1,43 1,27	
Vgl. - beisp. 1	0,50 0,50 0,50 0,50 0,50	0 0 0 -0,01 -0,01	0 -0,01 -0,02 -0,02 -0,01	-0,01 -0,02 -0,03 -0,04 -0,01	-0,01 -0,03 -0,04 -0,05 0	ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet	ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet	0,5 0,6 0,5 0,5 0,7
Vgl. - beisp. 2	0,50 0,50 0,50 0,50 0,50	0 0 0 -0,01 -0,01	0 -0,02 -0,02 -0,02 0	-0,02 -0,03 -0,04 -0,05 -0,01	-0,02 -0,03 -0,04 -0,05 -0,02	ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet	ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet ausgezeichnet	1,42 1,43 1,42 1,43 1,27

**(2) Gradation: Fähigkeit zur Wiedergabe der Gradation**

- (3) Punkte:** Fähigkeit zur Wiedergabe einzelner Punkte
- (4) CIFC:** Verhalten bei der kontinuierlichen Bildzeugung
- (5) I.D.:** Bilddichte

Tabelle 5

Beispiel	Belich- tungs- inten- sität (cJ/m <sup>2</sup> )	(1) Bewertung von Geisterbildern			(3) Punkte	(2) Gradation	(4) CIPC	(6) schleier	(5) I.D.
		(75 g/m <sup>2</sup> ) - Papier	(130 g/m <sup>2</sup> ) - Papier	(200 g/m <sup>2</sup> ) - Papier					
Beisp. 6	0,25	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,3	1,41
	0,50	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,3	1,43
	0,85	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,4	1,43
Beisp. 7	2,0	0	0	0	-0,01	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,4	1,43
	2,7	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,4	1,45
Beisp. 8	3,5	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,4	1,47
	2,5	0	0	-0,01	-0,02	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,4	1,42
	3,0	0	0	0	-0,01	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,4	1,42
	3,5	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,5	1,44

(2) – (5) : Dasselbe wie in Tabelle 4

Magnetische Teilchen A

[0260] Magnetische Teilchen A für die Bildung einer Magnetbürsten-Aufladewalze wurden in Form von mag-

netischen Ferritteilchen mit einer mittleren Teilchengröße von 25  $\mu\text{m}$  und der Zusammensetzung  $(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{2,3}(\text{Cu})_{1,0}(\text{ZnO})_{1,0}$  bereitgestellt.

[0261] Magnetische Teilchen 8 Magnetische Teilchen B wurden hergestellt, indem die Oberfläche der Magnetischen Teilchen A mit 0,05 Massei eines Titanat-Haftmittels ("RR TSS", erhältlich von Ajinomoto K.K.) beschichtet wurde.

#### Magnetische Teilchen C

[0262] Magnetische Teilchen C wurden hergestellt, indem die Oberfläche der Magnetischen Teilchen A oxidiert wurde.

#### Magnetische Teilchen D

[0263] Magnetische Teilchen D wurden hergestellt, indem die Oberfläche von 100 Messeteilen der Magnetischen Teilchen C mit 1 Masssteil eines Siliconharzes, das 10 Masse% darin dispergierten Ruß enthielt, beschichtet wurde.

#### Magnetische Teilchen E

[0264] Magnetische Teilchen E wurden hergestellt, indem die Oberfläche von Magnetitteilchen mit einer mittleren Teilchengröße von 50  $\mu\text{m}$  oxidiert wurde.

[0265] Die Magnetischen Teilchen A – E zeigten eine Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes von einem einwirkenden elektrischen Feld, wie sie jeweils durch die Kennlinien A – E in Fig. 7 wiedergegeben wird.

[0266] Die mittlere Teilchengröße und die maximale Magnetisierung  $\sigma_B$  ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ ) unter Einwirkung eines elektrischen Feldes von 796 kA/m (10 kOe) der Magnetischen Teilchen A–E sind in der folgenden Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6

Magnetische Teilchen	Mittlere Teilchengröße ( $\mu\text{m}$ )	Maximale Magnetisierung $\sigma_B$ ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ )
<b>A</b>	<b>52</b>	<b>63</b>
<b>B</b>	<b>26</b>	<b>63</b>
<b>C</b>	<b>26</b>	<b>63</b>
<b>D</b>	<b>28</b>	<b>63</b>
<b>E</b>	<b>50</b>	<b>82</b>

#### Herstellungsbeispiel 5 (lichtfindliches Element)

[0267] Ein negativ aufladbares Lichtempfindliches Element Nr. 5 vom OPC-Typ (d. h. mit einem organischen Photoleiter) wurde hergestellt, indem die folgenden fünf Schichten um einen Aluminiumzylinder mit einem Durchmesser von 30 mm herum angeordnet wurden.

[0268] Eine erste Schicht war eine etwa 20  $\mu\text{m}$  dicke Harzschicht (elektrisch leitende Schicht) mit dispergierten elektrisch leitenden Teilchen zum Glätten bzw. Ausgleichen von Fehlern auf dem Aluminiumzylinder und zur Verhinderung des Auftretens von Rauschen bzw. Moiré aufgrund der Reflexion von Belichtungs-Laserlicht.

[0269] Eine zweite Schicht war eine Ladungsinjektionsverhinderungsschicht (Unter- bzw. Grundierschicht), die dazu dient, zu verhindern, dass negative Ladungen, die der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements erteilt worden sind, durch die Injektion positiver Ladungen aus dem Aluminiumträger vermindert werden, und wurde in Form einer etwa 1  $\mu\text{m}$  dicken Schicht mit einem mittleren spezifischen Widerstand von etwa 106  $\Omega\cdot\text{cm}$  aus PA 6/66/610/12 und methoxymethyliertem Polyamid gebildet.

[0270] Eine dritte Schicht war eine etwa 0,3  $\mu\text{m}$  dicke Ladungserzeugungsschicht aus einem Harz, in dem ein Bisazopigment dispergiert war; diese Schicht hat die Funktion, dass sie Paare von positiver und negativer Ladung erzeugt, wenn sie mit Laserlicht belichtet wird.

[0271] Eine vierte Schicht war eine etwa 25  $\mu\text{m}$  dicke Ladungstransportschicht aus einem Polycarbonatharz,

in dem ein Hydrazon dispergiert war, so dass ein p-Halbleiter gebildet wurde. Infolgedessen konnten sich negative Ladungen, die an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements erzeugt wurden, nicht durch diese Schicht hindurchbewegen, so dass nur positive Ladungen, die in der Ladungserzeugungsschicht erzeugt wurden, zu der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements transportiert wurden.

[0272] Eine fünfte Schicht war eine Ladungsinjektionsschicht, die aus 100 Masssteilen eines photochemisch härtbaren Acrylharzes, 167 Masssteilen  $\text{SnO}_2$ -Teilchen mit einem Durchmesser von etwa 0,03  $\mu\text{m}$ , denen durch Dotieren mit Antimon ein niedrigerer spezifischer Widerstand erteilt worden war, 20 Masssteilen Tetrafluorethylenharzteilchen und 1,2 Masssteilen eines Dispergiermittels bestand.

[0273] Die Ladungsinjektionsschicht wurde in einer Dicke von etwa 2,5  $\mu\text{m}$  durch Spritzdüsenauftrag einer Flüssigkeit, die die vorstehead angegebenen Substanzen enthielt, gebildet.

[0274] Als Ergebnis wurde erhalten, dass der spezifische Volumenwiderstand der Oberflächenschicht des lichtempfindlichen Elements auf  $5 \times 10^{12} \Omega\cdot\text{cm}$  im Gegensatz zu  $1 \times 10^{15} \Omega\cdot\text{cm}$  im Fall der Ladungstrichtungsschicht allein vermindert wurde. Die Oberflächenschicht zeigte mit Wasser einen Kontaktwinkel von 93 Grad.

#### Herstellungsbeispiel 6 (lichtempfindliches Element)

[0275] Lichtempfindliches Element Nr. 6 wurde bis zur Bildung der Unter- bzw. Grundierschicht in einer ähnlichen Weise wie in Herstellungsbeispiel 5 hergestellt. Darauf wurde eine 0,7  $\mu\text{m}$  dicke Ladungsinjektionsschicht in Form einer Schicht aus einem Butyralharz, die darin dispergiertes Titanoxidphthalocyaninpigment mit einer Absorptionsbande im Bereich langer Wellenlängen enthielt, gebildet, und diese Schicht wurde ferner mit einer 18  $\mu\text{m}$  dicken Ladungstrichtungsschicht aus einer Mischung einer Löcher (Defektelektronen) transportierenden Triphenylaminverbindung und eines Polycarbonatharzes, die in einem Masseverhältnis von 10 : 10 ineinander gelöst waren, beschichtet. Dann wurde die Ladungstrichtungsschicht ferner mit einer 3  $\mu\text{m}$  dicken Ladungsinjektionsschicht beschichtet, die durch Spritzdüsenauftrag einer Auftragflüssigkeit gebildet wurde, die erhalten worden war, indem dieselbe Triphenylaminverbindung und dasselbe Polycarbonatharz in einem Masseverhältnis von 5 : 10 ineinander gelöst wurden und darin ferner 120 Masssteile  $\text{SnO}_2$ -Teilchen mit einem Durchmesser von 0,03  $\mu\text{m}$ , die einen niedrigen spezifischen Widerstand hatten, pro 100 Masssteile des Harzes und Polytetrafluorethylenharzteilchen mit einem Durchmesser von 0,1  $\mu\text{m}$  in einer Menge von 30 Massenanteilen gesamten Feststoffgehalts gleichmäßig dispergiert wurden. Die Oberfläche des lichtempfindlichen Elements hatte einen spezifischen Widerstand von  $2 \times 10^3 \Omega\cdot\text{cm}$  und zeigte mit Wasser einen Kontaktwinkel von 101 Grad.

[0276] Herstellungsbeispiel 7 (lichtempfindliches Element) Lichtempfindliches Element Nr. 7 wurde in derselben Weise wie in Herstellungsbeispiel 6 hergestellt, außer dass die Polytetrafluorethylenharzteilchen aus der Ladungsinjektionsschicht (Oberflächenschicht) weggelassen wurden. Die erhaltene Oberflächenschicht zeigte mit Wasser einen Kontaktwinkel von 78 Grad.

[0277] Typische Eigenschaften der auf diese Weise hergestellten Lichtempfindlichen Elemente Nr. 5–7 sind in der folgenden Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7

Lichtempfindliches Element	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
Dunkelbereichspotenzial $V_d$	-700 V	-700 V	-700 V
Restpotenzial $V_r$	-55 V	-60 V	-50 V
$(V_d + V_r)/2$	-323 V	-320 V	-325 V
<b>Erste Steigung: <math>V_d - (V_d + V_r)/2</math></b>	<b>920 <math>V\cdot m^2/cJ</math></b>	<b>2900 <math>V\cdot m^2/cJ</math></b>	<b>3200 <math>V\cdot m^2/cJ</math></b>
<b>Zweite Steigung: erste Steigung/20</b>	<b>45 <math>V\cdot m^2/cJ</math></b>	<b>150 <math>V\cdot m^2/cJ</math></b>	<b>150 <math>V\cdot m^2/cJ</math></b>
<b><math>E_{min.}</math> [Berührungs punkt mit Tangente (zweite Steigung)]</b>	<b>1,55 <math>cJ/m^2</math></b>	<b>0,43 <math>cJ/m^2</math></b>	<b>0,43 <math>cJ/m^2</math></b>
<b><math>E_{max.}</math> (<math>= 5 \times E_{1/2}</math>)</b>	<b>1,89 <math>cJ/m^2</math></b>	<b>0,60 <math>cJ/m^2</math></b>	<b>0,60 <math>cJ/m^2</math></b>
<b>Kontaktwinkel mit Wasser <math>\theta</math></b>	<b>93 Grad</b>	<b>101 Grad</b>	<b>78 Grad</b>
<b>Spezifischer Oberflächen-Volumenwiderstand</b>	<b><math>1 \times 10^{13} \Omega \cdot cm</math></b>	<b><math>2 \times 10^{13} \Omega \cdot cm</math></b>	<b><math>2 \times 10^{15} \Omega \cdot cm</math></b>

Beispiel 9

[0278] Ein Laserdrucker ("LBP-860", erhältlich von Canon K.K.; Betriebsgeschwindigkeit: 47 mm/s) wurde in

der folgenden Weise umgebaut, um ein Gerät zu bilden, wie es ungefähr in **Fig. 5** gezeigt ist.

[0279] Die Betriebsgeschwindigkeit wurde auf das 1,5fache, d. h. auf 70 mm/s, erhöht, und die Erzeugung eines binären Latentbildes mit einer Auflösung von 600 Punkten/Inch wurde möglich gemacht. Die Gummi-Reinigungsralke in der Drucker-Betriebskassette wurde entfernt.

[0280] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5** wurde in diesem bestimmten Beispiel (Beispiel 9) als lichtempfindliches Element (**100**) das Lichtempfindliche Element Nr. 5 in Kombination mit einem Kontaktlaufadelement (**117**), das unter Verwendung von Magnetischen Teilchen B zur Bildung einer Magnetbürste (**117a**), die auf einem nichtmagnetischen elektrisch leitenden Zylinder (**117b**) aus Aluminium mit einer sandgestrahlten Oberfläche gehalten wurde, gebildet worden war, angewendet. Der Zylinder (**1-a** in **Fig. 6**) wurde angewendet, um die magnetischen Teilchen (**7**) darauf zu halten und in Kombination mit einem darin enthaltenen Magneten (**1-b** in **Fig. 6**) aufgestellte Büschel der Magnetbürste zu bilden, und in einem derartigen Abstand von dem lichtempfindlichen Element (**100** in **Fig. 5**) angeordnet, dass dazwischen ein Zwischenraum (**4** in **Fig. 6**) von etwa 500  $\mu\text{m}$  erhalten wurde und die magnetischen Teilchen mit dem lichtempfindlichen Element einen Aufladespalt (**3** in **Fig. 6**) von etwa 5 mm bildeten. Der Zylinder wurde in einer der Richtung des lichtempfindlichen Elements entgegengesetzten Richtung mit einer Umfangsgeschwindigkeit gedreht, die zweimal so hoch war wie die des lichtempfindlichen Elements, so dass die darauf befindliche Magnetbürste das lichtempfindliche Element mit einem vorgeschriebenen Unterschied der Umfangsgeschwindigkeiten gleichmäßig berührte.

[0281] Hierin wird der Unterschied zwischen den Umfangsgeschwindigkeiten als  $(|V-v|/V) \times 100$  berechnet, worin  $V$  die Umfangsgeschwindigkeit des lichtempfindlichen Elements bezeichnet und  $v$  die Umfangsgeschwindigkeit des Kontaktlaufadelements bezeichnet, und zwar jeweils an einer Berührungsstelle zwischen diesen Elementen.

[0282] Die Magnetwalze zeigte eine magnetische Flussdichte von 0,1 T und war derart befestigt, dass ihr Pol, der eine maximale magnetische Flussdichte zeigte, dem lichtempfindlichen Element gegenüberliegend angeordnet war. Die Magnetischen Teilchen B zeigten bei 0,1 T eine maximale Magnetisierung von etwa 63 (Am<sup>2</sup>/kg).

[0283] Übrigens ist es in dem Fall, dass die Magnetbürste festgehalten wird, ohne dass für einen Unterschied zwischen den Umfangsgeschwindigkeiten des lichtempfindlichen Elements und des Aufladeelements gesorgt wird, wahrscheinlich, dass die Magnetbürste während einer Abweichung bzw. Auslenkung in Umfangsrichtung oder axialer Richtung, bei der die Magnetbürste weggedrückt wird, keinen geeigneten Aufladespalt aufrechterhalten kann, da es der Magnetbürste selbst an einer physikalischen Rückstellkraft mangelt, was zu einer fehlerhaften Aufladung führt. Es wird aus diesem Grund bevorzugt, dass die Magnetbürste immer mit ihrer frischen Oberfläche gegen das lichtempfindliche Element gedrückt wird. Infolgedessen wurde der die Magnetbürste haltende Zylinder in diesem Beispiel mit einer Umfangsgeschwindigkeit, die zweimal so hoch war wie die des lichtempfindlichen Elements, und in einer den lichtempfindlichen Element entgegengesetzten Richtung gedreht.

[0284] Ferner wurde die Entwicklungseinrichtung in der Betriebskassette folgendermaßen umgebaut. Der Edelstahl-Entwicklungszyylinder (Tonerträgerelement) wurde durch ein Tonerträgerelement in Form einer Walze (Durchmesser: 16 mm) ersetzt, die einen Polyurethanschaumstoff umfasste und an das lichtempfindliche Element anstieß. Das Tonerträgerelement war derart eingerichtet, dass es sich mit einer Umfangsbewegungsrichtung, die an der Berührungs- bzw. Kontaktstelle mit der lichtempfindlichen Trommel **100** mit der Umfangsbewegungsrichtung der lichtempfindlichen Trommel identisch war, und mit einer Umfangsgeschwindigkeit, die 150% der Umfangsgeschwindigkeit der lichtempfindlichen Trommel (d. h. der Betriebsgeschwindigkeit von 47 mm/s) betrug, drehte.

[0285] Ähnlich wie in **Fig. 2** gezeigt stieß eine Tonerauftragwalze (**141**), an die eine Gleichstromvorspannung von -330 Volt angelegt wurde, als Einrichtung zum Auftragen eines Toners auf das Tonerträgerelement **104** an das Tonerträgerelement **104** an. Ferner war eine harzbeschichtete Edelstahlralke **143** derart angeordnet, dass sie die Tonerauftragsschicht auf dem Tonerträgerelement **104** regulierte. Die Entwicklungsvorspannung, die an das Tonerträgerelement angelegt wurde, war nur eine Gleichstromkomponente von -300 Volt.

[0286] Bei dem umgebauten Gerät wurde das lichtempfindliche Element (Nr. 5) durch das Kontaktlaufadelement, an das eine Gleichstromvorspannung von -700 Volt angelegt wurde, gleichmäßig auf ein Potenzial von -680 Volt aufgeladen und dann mit Laserlicht belichtet, um darauf ein elektrostatisches Latentbild zu erzeugen. Das Latentbild wurde dann mit dem Nichtmagnetischen Toner (A) entwickelt, um ein Tonerbild zu erzeugen, das dann durch ein Übertragungselement (**114**), an das eine Vorspannung angelegt wurde, auf ein Übertragungs-Bildempfangsmaterial übertragen wurde und auf dem Übertragungs-Bildempfangsmaterial fixiert wurde.

[0287] Mit jedem der vorstehend erwähnten vier Typen von Übertragungs-Bildempfangsmaterialien wurde bei einer Belichtungsintensität von 1,70 cJ/m<sup>2</sup> in einer Umgebung mit 23°C und 55% rel.F. eine kontinuierliche Bildherstellungsprüfung auf 500 Blättern durchgeführt, um im Anfangsstadium, beim 100. Blatt und beim 500. Blatt Bilddichte, Schleier, Geisterbild und Übertragungsausfall (Hohlbild) in Buchstaben- bzw. (Schrift)zeichenbildern und im Anfangsstadium die Fähigkeit zur Wiedergabe der Gradation zu bewerten.

[0288] Die Bewertung wurde in der folgenden Weise durchgeführt.

[0289] Es wurde eine Gesamtbewertung der Fähigkeit zur Verhinderung von Geisterbildern durchgeführt, die auf der maximalen Differenz zwischen den Reflexionsdichten von den Differenzen, die bei den vorstehend erwähnten vier Typen von Übertragungs-Bildempfangsmaterialien erhalten wurden, basierte, und die Einstufung erfolgte gemäß dem folgenden Maßstab.

AAA: 0,00,  
A: 0,03–0,04,  
C: 0,08–.

AA: 0,01–0,02,  
B: 0,05–0,07,

[0290] Eine Bewertung von Hohlbildern (Übertragungsausfall) wurde durchgeführt, indem ein Gittermuster erzeugt wurde, das gebildet wurde, indem jeweils senkrechte und waagerechte Linien mit einer Breite von 3 Punkten (etwa 125  $\mu$ ra) in einem Abstand von jeweils 15 Punkten (etwa 630  $\mu$ m) gezeichnet wurden. Die Ergebnisse wurden in drei Stufen gemäß dem folgenden Maßstab bewertet.

C: Auf dem gesamten Bild wurden Linien derart wiedergegeben, dass nur ihre Ränder stehen blieben und ihr mittlerer Bereich ausfiel (nicht vorhanden war).

B: In einem Teil des Bildes wurden Linien derart wiedergegeben, dass nur ihre Ränder stehen blieben und ihr mittlerer Bereich ausfiel.

A: Auf dem gesamten Bild wurde kein Ausfall eines mittleren Bereichs beobachtet.

[0291] Ferner wurde auch das Bilderzeugungsverhalten in Bezug auf dieselben Bewertungsgegenstände, die in Beispiel 1 beschrieben sind, bewertet.

[0292] Die Ergebnisse sind in Tabellen 8 und 9 zusammen mit denen der nachstehend beschriebenen Beispiele und Vergleichsbeispiele gezeigt.

#### Beispiele 10–13

[0293] Bilderzeugungsprüfungen wurden in derselben Weise wie in Beispiel 9 durchgeführt, außer dass anstelle des Nichtmagnetischen Toners (A) jeweils einer der Nichtmagnetischen Toner (B)–(E) verwendet wurde.

#### Vergleichsbeispiele 6–10

[0294] Bilderzeugungsprüfungen wurden in derselben Weise wie in Beispiel 9 durchgeführt, außer dass anstelle des Nichtmagnetischen Toners (A) jeweils einer der Nichtmagnetischen Vergleichstoner (i)–(v) verwendet wurde.

Tabelle 8

Beispiel	Bilddichte			Schleier			Geisterbilder			Hohlbild	
	Anfäng- lich	100 Blät- ter	500 Blät- ter	Anfäng- lich	100 Blät- ter	500 Blät- ter	Anfäng- lich	100 Blät- ter	500 Blät- ter	Anfäng- lich	100 Blät- ter
Beisp. 9	1,44	1,44	1,42	0,4	0,5	0,7	AAA	AA	A	A	A
10	1,45	1,44	1,43	0,4	0,3	0,4	AAA	AA	A	A	A
11	1,40	1,40	1,38	0,5	0,6	0,7	AAA	AA	A	A	A
12	1,39	1,39	1,38	0,5	0,5	0,5	AAA	AA	A	A	A
13	1,41	1,40	1,40	0,4	0,5	0,5	AAA	AA	A	A	A
Vgl.- beisp.	6	1,41	1,41	1,40	0,6	0,6	AA	A	B	A	A
7	1,43	1,42	1,40	0,6	0,6	0,7	AA	A	B	A	A
8	1,44	1,39	1,33	1,0	1,5	2,2	B	B	C	C	C
9	1,44	1,38	1,35	1,2	1,7	2,8	B	C	C	C	C
10	1,29	1,25	1,22	0,6	0,9	1,5	AAA	A	B	B	B

Tabelle 9

Beispiel	Belich-tungs-inten-sität (cJ/m <sup>2</sup> )	(1) Bewertung von Geisterbildern			(3) Punkte	(2) Gradation	(4) CIEC	(6) Schleier
		(75 g/m <sup>2</sup> ) -Papier	(130 g/m <sup>2</sup> ) -Papier	(200 g/m <sup>2</sup> ) -OHP-Folie				
Beisp. 9	1,00	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,4
	1,70	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,5
	2,40	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,6
10	1,70	0	0	0	0	gut	gut	0,4
11	1,70	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,5
12	1,70	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,5
13	1,70	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,5
Vgl. - beisp. 6	1,70	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,4
7	1,70	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,6
8	1,70	0	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet	0,6
9	1,70	0	-0,01	-0,02	-0,03	schlecht	schlecht	1,0
10	1,70	0	-0,01	-0,02	-0,03	schlecht	schlecht	1,2
			0	0	0	gut	gut	0,6

Beispiele 14-17

[0295] Bilderzeugungsprüfungen wurden in derselben Weise wie in Beispiel 9 durchgeführt, außer dass zur

Bildung einer Magnetbürsten-Aufladewalze anstelle der Nichtmagnetischen Teilchen 8 jeweils die Magnetischen Teilchen A, C, D bzw. E verwendet wurden. Beispiel 17, bei dem die Magnetischen Teilchen E verwendet wurden, lieferte schlechte Ergebnisse, und die Prüfung wurde nach 100 Blättern abgebrochen.

Beispiele 18–19

[0296] Bilderzeugungsprüfungen wurden in derselben Weise wie in Beispiel 9 durchgeführt, außer dass anstelle des Lichtempfindlichen Elements Nr. 5 jeweils eines der Lichtempfindlichen Elemente Nr. 6 und 7 angewendet wurde. Beispiel 19, bei dem das Lichtempfindliche Element Nr. 7 angewendet wurden, lieferte schlechte Ergebnisse, und die Prüfung wurde nach 100 Blättern abgebrochen.

[0297] Die Ergebnisse der Beispiele 14–19 sind zusammen in Tabllen 10 und 11 gezeigt.

Tabelle 10

Beispiel	Bilddichte			Schleier			Geisterbilder			Hohlbild		
	Anfäng- lich	100 Blät- ter	500 Blät- ter									
Beisp. 14	1,44	1,43	1,42	0,4	0,6	0,8	AAA	AAA	A	A	A	A
15	1,40	1,39	1,39	0,5	0,9	1,0	AA	AA	A	A	A	A
16	1,45	1,43	1,43	0,4	0,7	0,8	AAA	AAA	A	A	A	A
17	1,30	-	-	0,8	-	AAA	-	-	A	-	-	-
18	1,43	1,43	1,42	0,3	0,4	0,5	AAA	AAA	A	A	A	A
19	1,45	-	-	1,3	-	A	-	-	B	-	-	-

Tabelle 11

Beispiel Belich- tungs- inten- sität (cJ/m <sup>2</sup> )	(1) Bewertung von Geisterbildern			(3) Punkte	(2) Gradation	(4) CIPC
	(75 g/m <sup>2</sup> ) Papier	(130 g/m <sup>2</sup> ) Papier	(200 g/m <sup>2</sup> ) OHP- Folie			
Beisp. 14	1,70	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet
15	1,70	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet
16	1,70	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet
17	1,70	0	0	0	ausgezeichnet	ausgezeichnet
18	0,50	0	0	-0,01	ausgezeichnet	-
19	0,50	0	-0,01	-0,04	-0,05	ausgezeichnet

## Patentansprüche

1. Bilderzeugungsverfahren mit

einem Aufladeschritt, bei dem ein elektrostatisches Latentbildträgerelement (100) durch eine Aufladeeinrichtung (117) aufgeladen wird,  
einem Belichtungsschritt, bei dem das aufgeladene Bildträgerelement (100) belichtet wird, um darauf ein elektrostatisches Latentbild zu erzeugen,  
einem Entwicklungsschritt, bei dem das elektrostatische Latentbild mit einem nichtmagnetischen Toner (142), der durch eine Entwicklungseinrichtung (140) aufbewahrt wird, entwickelt wird, um auf dem Bildträgerelement (100) ein Tonerbild (129) zu erzeugen, und  
einem Übertragungsschritt, bei dem das Tonerbild (129), das sich auf dem Bildträgerelement befindet, über ein oder ohne ein Zwischenübertragungselement auf ein Übertragungs-Bildempfangsmaterial (127) übertragen wird,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**

2. (I) ein Anteil des Toners, der nach dem Übertragungsschritt auf dem Bildträgerelement (100) zurückgeblieben ist, während eines nachfolgenden Entwicklungsschrittes durch die Entwicklungseinrichtung (140) zurückgewonnen wird;

3. (II) der nichtmagnetische Toner (142) nichtmagnetische Tonerteilchen umfasst, die einen Formfaktor SF-1 von 120 – 160, einen Formfaktor SF-2 von 115 – 140 und eine massemittlerte Teilchengröße von 4 – 9  $\mu$ ra haben; und

4. (III) der nichtmagnetische Toner (142) ferner feine anorganische Teilchen (a), die eine anzahlgemittelte Primärteilchengröße von höchstens 50 nm haben, und feine sphärische Teilchen (b), die eine anzahlgemittelte Primärteilchengröße von 50 – 1000 nm und eine auf der spezifischen Oberfläche basierende Sphärizität  $\psi$  von 0,91 – 1,00 haben, enthält, die den nichtmagnetischen Tonerteilchen jeweils von außen zugesetzt worden sind.

5. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem das elektrostatische Latentbildträgerelement (100) durch eine Kontaktaufladeeinrichtung (117) aufgeladen wird, an die eine Vorspannung angelegt wird und die sich mit einer Umfangsgeschwindigkeit bewegt, die höher ist als die des elektrostatischen Latentbildträgerelements (100).

6. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 2, bei dem sich die Kontaktaufladeeinrichtung (117) in einer Richtung dreht, die an einer Berührungsstelle eine bezüglich des elektrostatischen Latentbildträgerelements (100) entgegengesetzte Umfangsbewegung verursacht.

7. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 2, bei dem sich die Kontaktaufladeeinrichtung (117) mit einer Umfangsgeschwindigkeit bewegt, die 1,1- bis 3-mal so hoch ist wie die des elektrostatischen Lateatbildträgerelements (100).

8. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem die Entwicklungseinrichtung eine Tonerträgerwalze (104) zum Tragen und Befördern einer Schicht des nichtmagnetischen Toners, die die Oberfläche des elektrostatischen Latentbildträgerelements (100) an der engsten Stelle dazwischen berührt, umfasst.

9. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 5, bei dem sich die Tonerträgerwalze (104) mit einer Umfangsgeschwindigkeit dreht, die 1,1- bis 3-mal so hoch ist wie die des elektrostatischen Latentbildträgerelements.

10. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem die Entwicklungseinrichtung (140) ferner eine Auftragwalze für die Zuführung des nichtmagnetischen Toners zu der Oberfläche der Tonerträgerwalze und eine Auftragrakel zur Bildung einer Schicht des nichtmagnetischen Toners auf der Oberfläche der Tonerträgerwalze umfasst.

11. Bilderzeugungsvsrfahren nach Anspruch 7, bei dem an die Auftragwalze (141) und an die Tonerträgerwalze (104) in der Entwicklungseinrichtung jeweils eine Gleichstromvorspannung angelegt wird.

12. Bilderzeuqungsverfahren nach Anspruch 8, bei dem die Gleichstromvorspannung, die an die Auftragwalze (141) angelegt wird, dieselbe Polarität wie und einen höheren Absolutwert als die Gleichstromvorspannung hat, die an die Tonerträgerwalze (104) angelegt wird.

13. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem die feinen anorganischen Teilchen (a) eine anzahl-

gemittelts Primärteilchengröße von 1 – 30 nm haben und die feinen sphärischen Teilchen (b) eine anzahlgemittelte Primärteilchengröße von 70 – 900 nm haben.

14. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 10, bei dem die feinen sphärischen Teilchen (b) feine sphärische Harzteilchen sind.

15. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 11, bei dem die feinen sphärischen Harzteilchen ein Vinylpolymer oder ein Vinylcopolymer umfassen.

16. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 11, bei dem die feinen sphärischen Harzteilchen eine Glasumwandlungstemperatur von 80 – 150°C haben.

17. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem die feinen anorganischen Teilchen (a) in einer Menge von 0,1 – 8 Masssteilen zugesetzt werden und die feinen sphärischen Teilchen (b) in einer Menge von 0,01 – 1,0 Masssteilen zugesetzt werden, und zwar jeweils pro 100 Masssteile der nichtmagnetischen Tonerteilchen.

18. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem die feinen sphärischen Teilchen (b) feine sphärische Siliciumdioxidteilchen sind.

19. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem der nichtmagnetische Toner eine nach der BET-Methode unter Verwendung von Stickstoffgas gemessene spezifische Oberfläche Sb ( $m^2/a_0 3$ ) hat und eine geometrische spezifische Oberfläche St ( $m^2/cm^3$ ) hat, die auf der Annahme basiert, dass er ausschließlich aus genau sphärischen (kugelförmigen) nichtmagnetischen Tonerteilchen, die jeweils die massegemittelte Teilchengröße haben, besteht, wobei Sb und St die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$3,0 \leq Sb/St \leq 7,0 \text{ und } Sb \geq St \times 1,5 + 1,5.$$

20. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 16, bei dem die nichtmagnetischen Tonerteilchen eine anzahlgemittelte Teilchengröße von 3,5 – 8,0  $\mu m$  haben.

21. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 17, bei dem die nichtmagnetischen Tonerteilchen eine anzahlgemittelte Teilchengröße D1 ( $\mu m$ ) haben, die die folgende Bedingung erfüllt

$$10 \leq D1 \times Sb \leq 50.$$

22. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem die nichtmagnetischen Tonerteilchen ein Verhältnis B/A von höchstens 1,00 liefern, worin B einen Wert bezeichnet, der erhalten wird, indem vom SF-2-Wert 100 subtrahiert wird, und A einen Wert bezeichnet, der erhalten wird, indem vom SF-1-Wert 100 subtrahiert wird.

23. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 19, bei dem das Verhältnis B/A der nichtmagnetischen Tonerteilchen im Bereich von 0,20 – 0,90 liegt.

24. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 19, bei dem das Verhältnis B/A der nichtmagnetischen Tonerteilchen im Bereich von 0,35 – 0,85 liegt.

25. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem die feinen anorganischen Teilchen (a) eine anorganische Substanz umfassen, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Siliciumdioxid, Titanoxid und Aluminiumoxid besteht; und die feinen sphärischen Teilchen (b) feine sphärische Harzteilchen sind.

26. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 22, bei dem die feinen anorganischen Teilchen (a) feine hydrophobe Siliciumdioxidteilchen sind.

27. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 22, bei dem die feinen anorganischen Teilchen (a) feine hydrophobe Titanoxidteilchen sind.

28. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 22, bei dem die feinen anorganischen Teilchen (a) feine hydrophobe Aluminiumoxidteilchen sind.

29. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 16, bei dem der nichtmagnetische Toner eine nach der BET-Methode gemessene spezifische Oberfläche von  $1,2 - 2,5 \text{ m}^2/\text{cm}^3$  hat.

30. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem die nichtmagnetischen Tonerteilchen bei einer (Kumulierte Porenfläche-Porenradius)-Verteilungskennlinie in einem Porenradienbereich von  $1 - 100 \text{ nm}$  einen 60-%-Porenradius von höchstens  $3,5 \text{ nm}$  haben.

31. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem das elektrostatische Latentbildträgerelement (100) eine Oberfläche hat, die mit Wasser einen Kontaktwinkel von mindestens 85 Grad zeigt.

32. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem das elektrostatische Latentbildträgerelement (100) eine Oberfläche hat, die mit Wasser einen Kontaktwinkel von mindestens 90 Grad zeigt.

33. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem das elektrostatische Latentbildträgerelement (100) eine Oberflächenschicht hat, die eine fluorhaltige Substanz umfasst.

34. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 30, bei dem das elektrostatische Latentbildträgerelement (100) eine Oberflächenschicht hat, die fluorhaltige Harzteilchen enthält.

35. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem das elektrostatische Bildträgerelement (100) ein lichtempfindliches Element mit einem organischen Photoleiter (OPC) ist und bei dem Belichtungsschritt mit einer Belichtungsintensität (flächenbezogenen Belichtungsmenge) belichtet wird, die mindestens eine minimale Belichtungsintensität ist und unter einer maximalen Belichtungsintensität liegt; wobei die erwähnte minimale Belichtungsintensität bei einer Oberflächenpotenzial-Belichtungsintensität-Kennlinie des lichtempfindlichen Elements ermittelt wird, indem eine erste Steigung 51 einer Geraden, die einen Punkt, der dem Dunkelbereichspotenzial  $V_d$  entspricht, und einen Punkt, der dem Wert  $(V_d + \text{Restpotenzial } V_r)/2$  entspricht, verbindet, ermittelt wird und der Berührungsypunkt einer Tangente, die eine Steigung von  $S1/20$  hat, mit der Oberflächenpotenzial-Belichtungsintensität-Rennlinie ermittelt wird, und die minimale Belichtungsintensität als Belichtungsintensität am Berührungsypunkt festgelegt wird und die erwähnte maximale Belichtungsintensität als das 5fache der Belichtungsintensität, bei der das Oberflächenpotenzial auf die Hälfte von  $V_d$  abgenommen hat, festgelegt wird.

36. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem das erwähnte elektrostatische Latentbildträgerelement (100) eine Oberflächenladungsinjektionsschicht hat.

37. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 33, bei dem das elektrostatische Latentbildträgerelement durch eine Magnetbürste (117a), an die eine Vorspannung angelegt wird, aufgeladen wird.

38. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 33, bei dem die Oberflächenladungsinjektionsschicht einen spezifischen Volumenwiderstand von  $1 \times 10^8$  bis  $1 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$  hat.

39. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 35, bei dem das erwähnte elektrostatische Latentbildträgerelement (100) durch ein daran anstoßendes Rontaktauladeelement (117) aufgeladen wird; wobei das erwähnte Kontaktauladeelement (117) einen spezifischen Volumenwiderstand von  $10^4$  bis  $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  hat, dsr gemäß einem Verfahren zur Messung des dynamischen spezifischen Widerstandes in Kontakt mit einem sich drehenden leitfähigen Substrat in einem elektrischen Feld von 20 bis  $V_1$  (Volt/cm) gemessen wird, worin  $V_1$  das größere der elektrischen Felder  $(V - V_D)/d$  und  $V/d$  bezeichnet,  $V$  die an das Kontaktauladeelement (117) angelegte Spannung bezeichnet,  $V_D$  das Potenzial des lichtempfindlichen Elements unmittelbar vor dem Kontakt mit dem Kontaktauladeelement (117) bezeichnet und  $d$  den Abstand zwischen dem Bereich des Kontaktauladeelements (117), an den eine Spannung angelegt wird, und dem lichtempfindlichen Element (100) bezeichnet.

40. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 36, bei dem das erwähnte Rontaktauladeelement eine Magnetbürste umfasst, die aus magnetischen Teilchen mit einem spezifischen Volumenwiderstand von  $10^4$  bis  $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$  gebildet ist.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

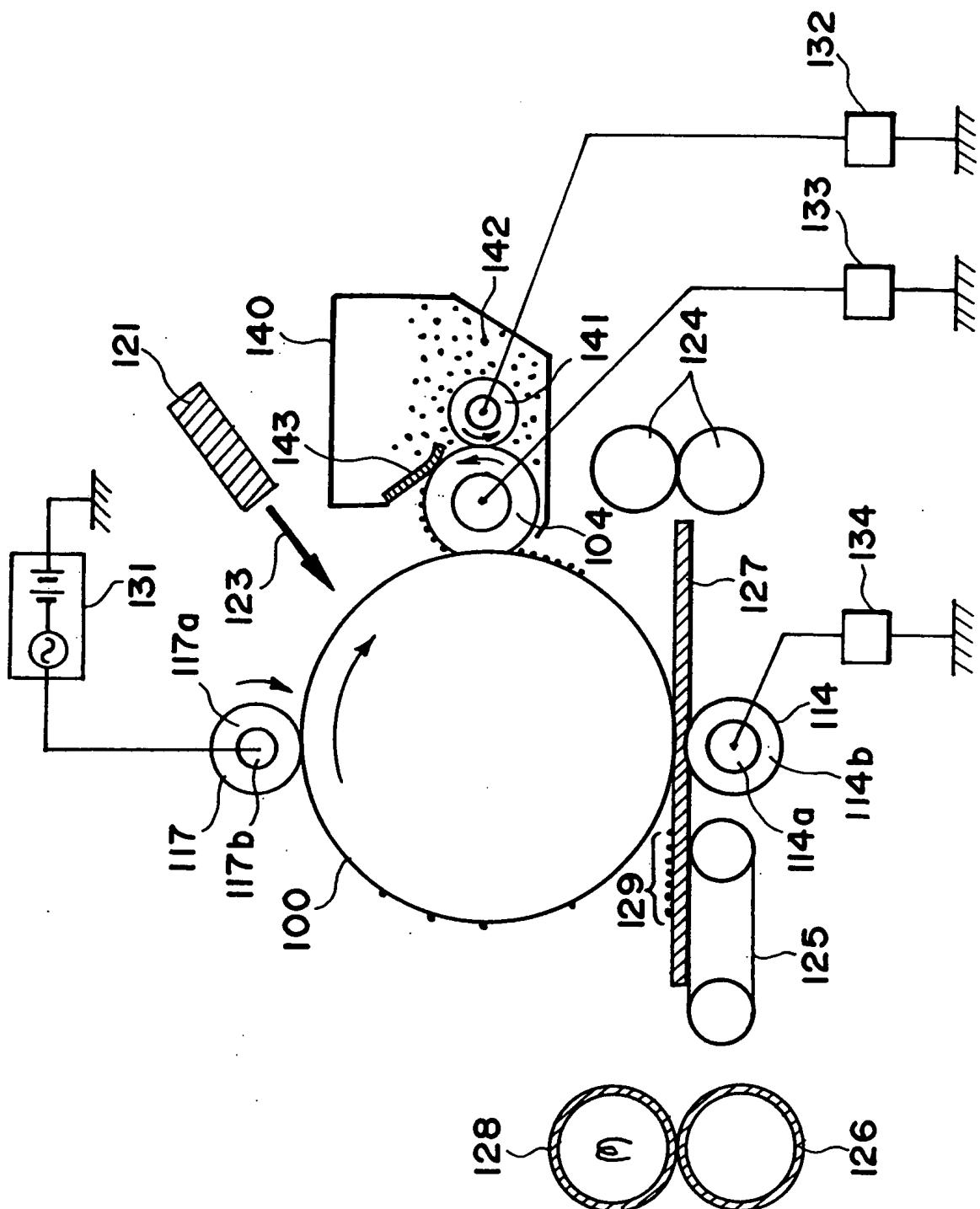


FIG. I

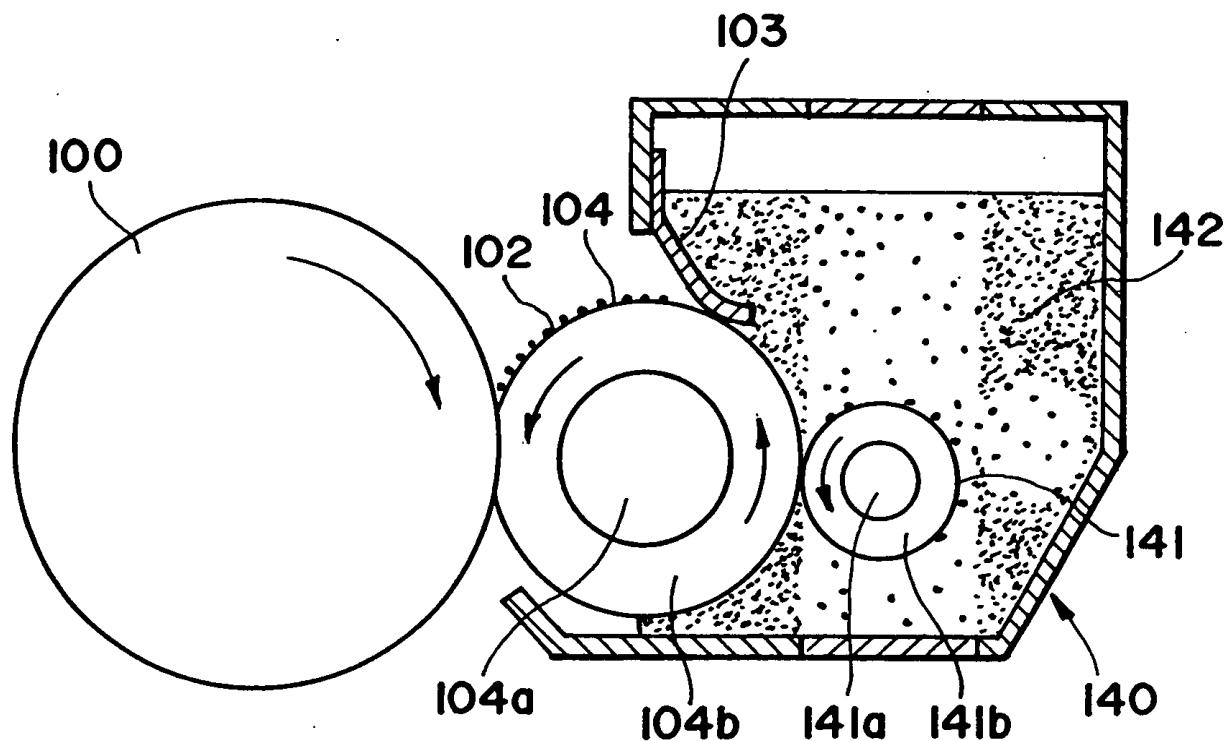


FIG. 2

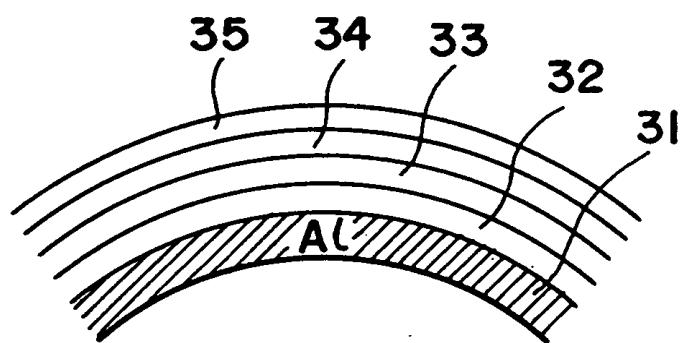


FIG. 3

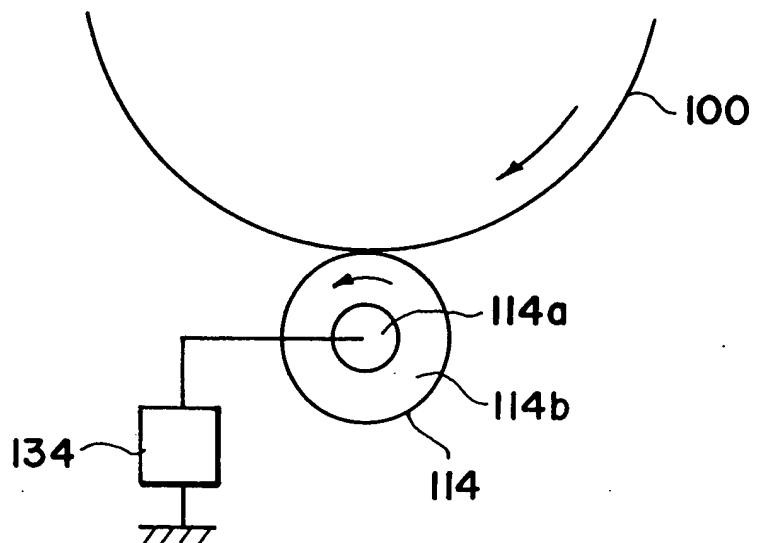


FIG. 4

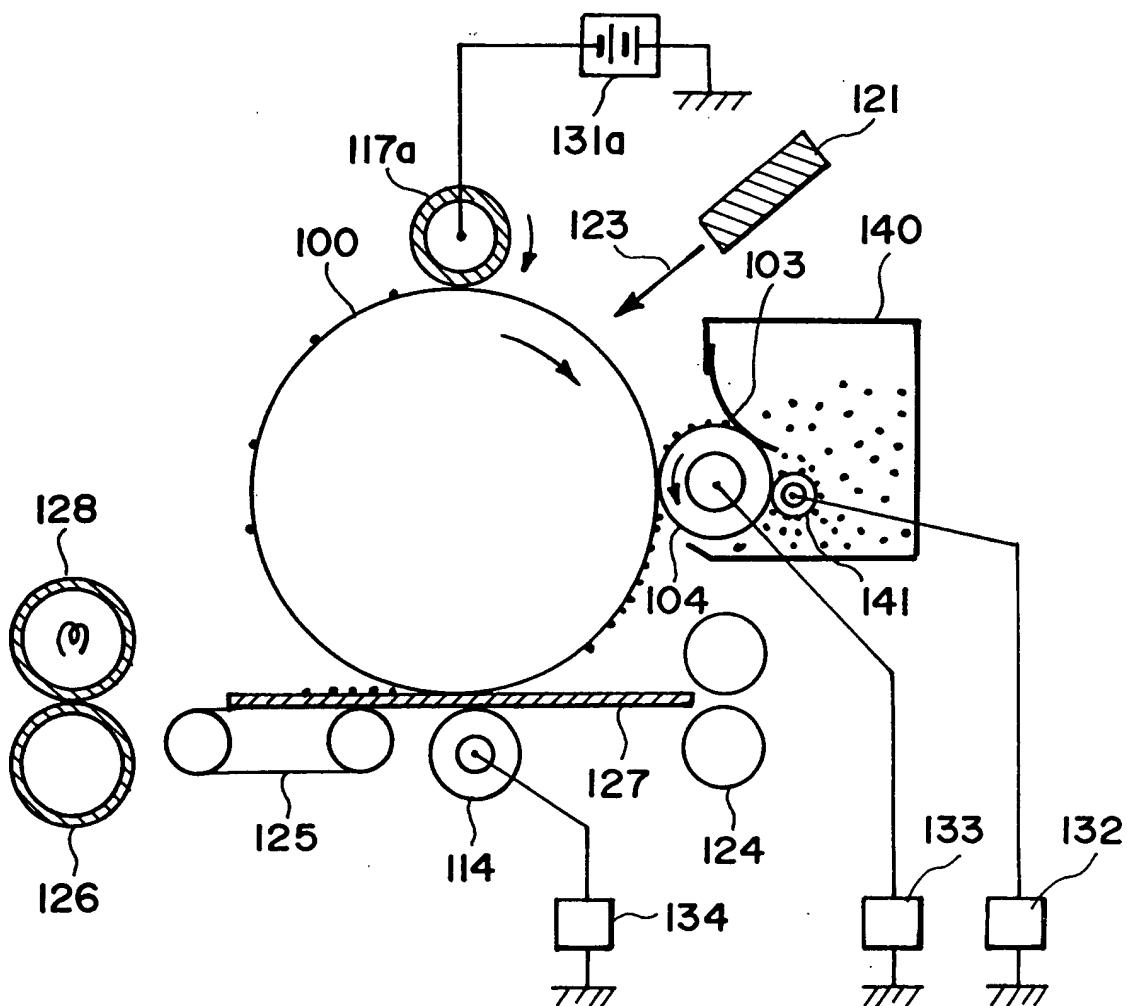
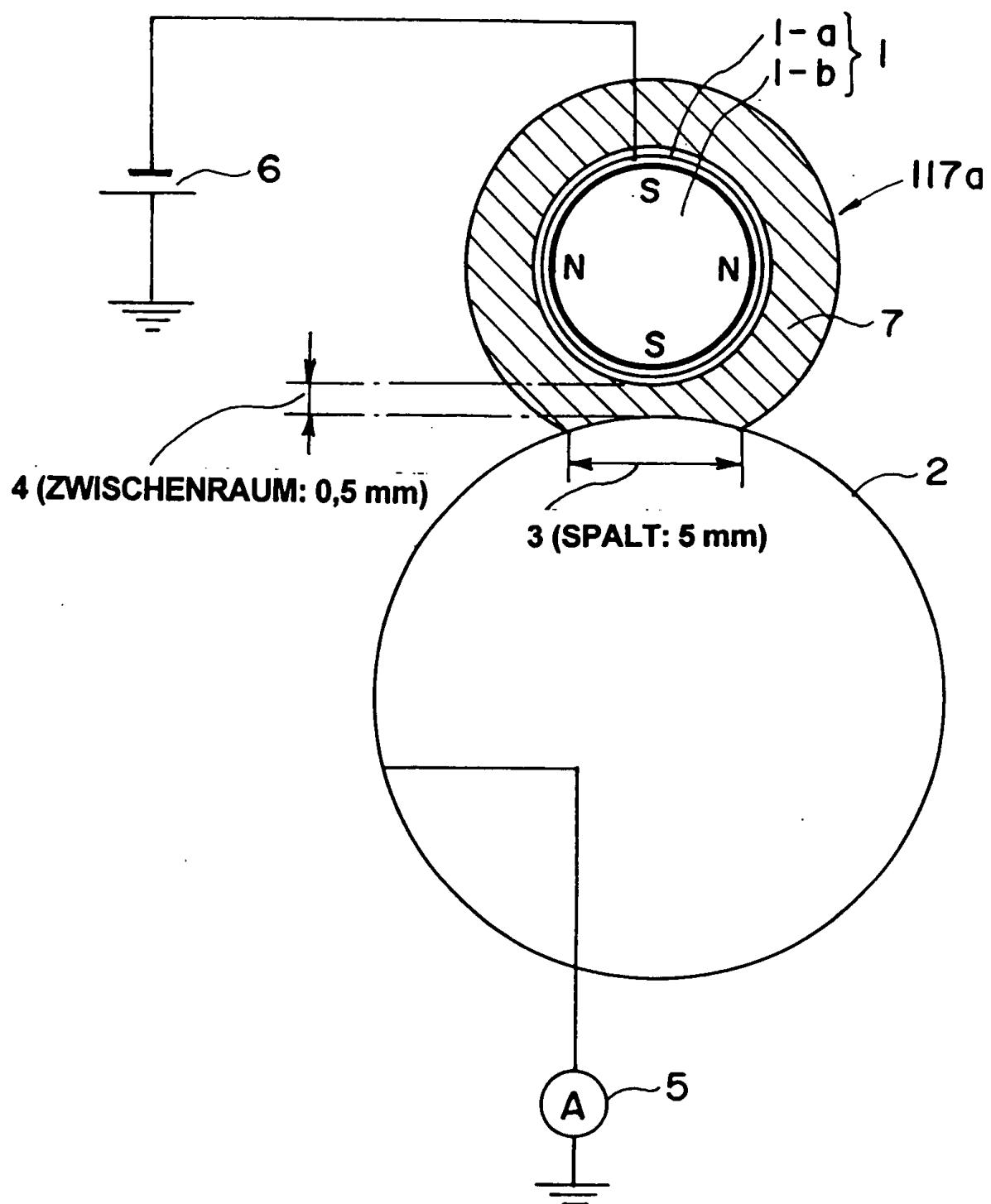
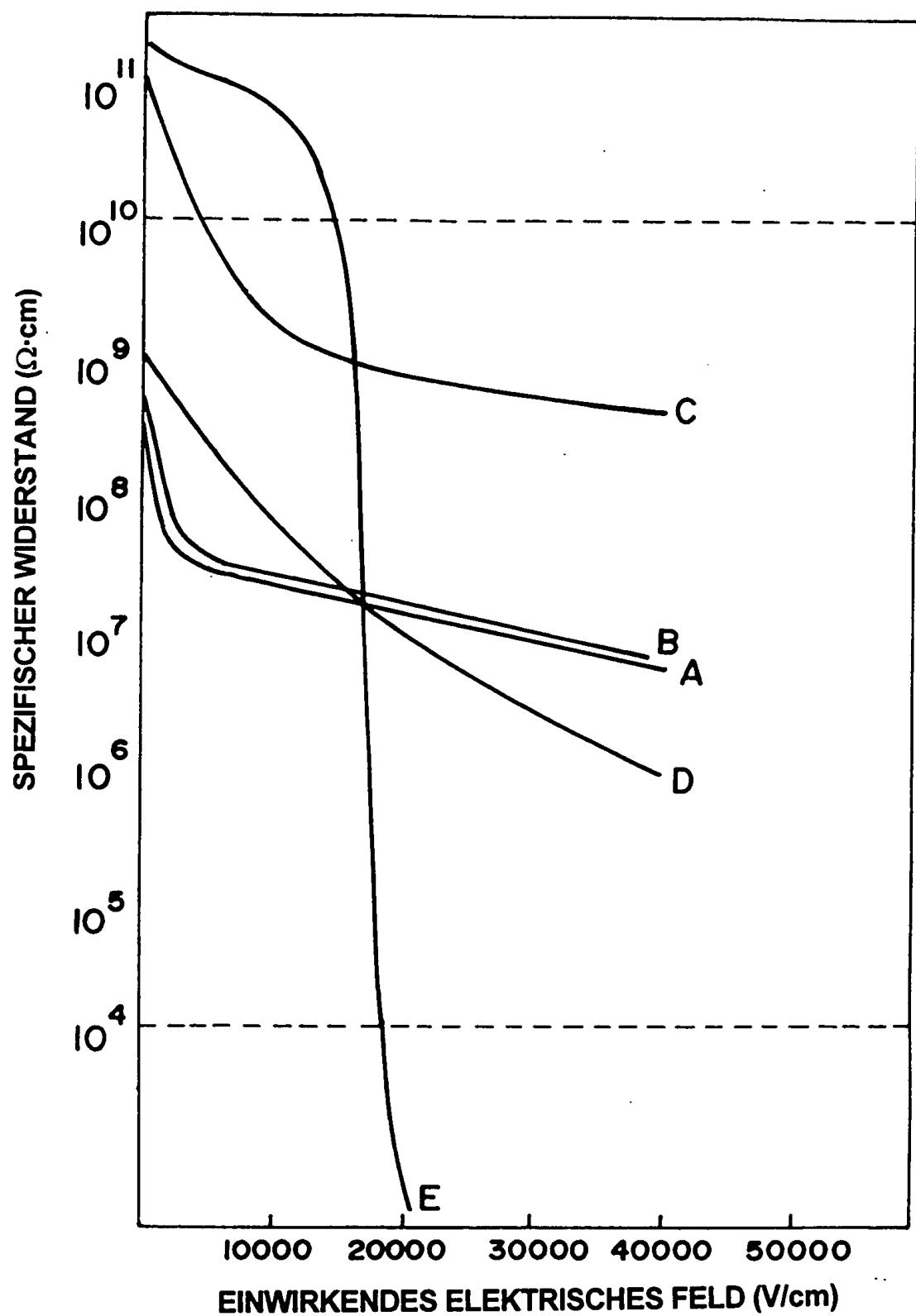


FIG. 5



**F I G. 6**

**MAGNETISCHE TEILCHEN**



**FIG. 7**

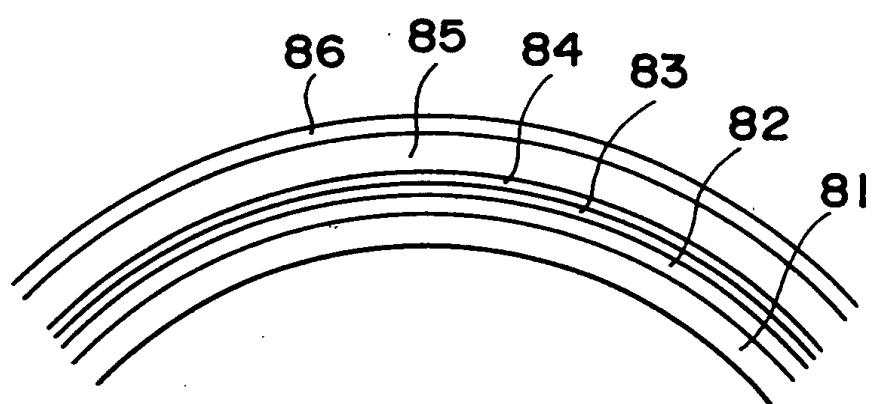


FIG. 8

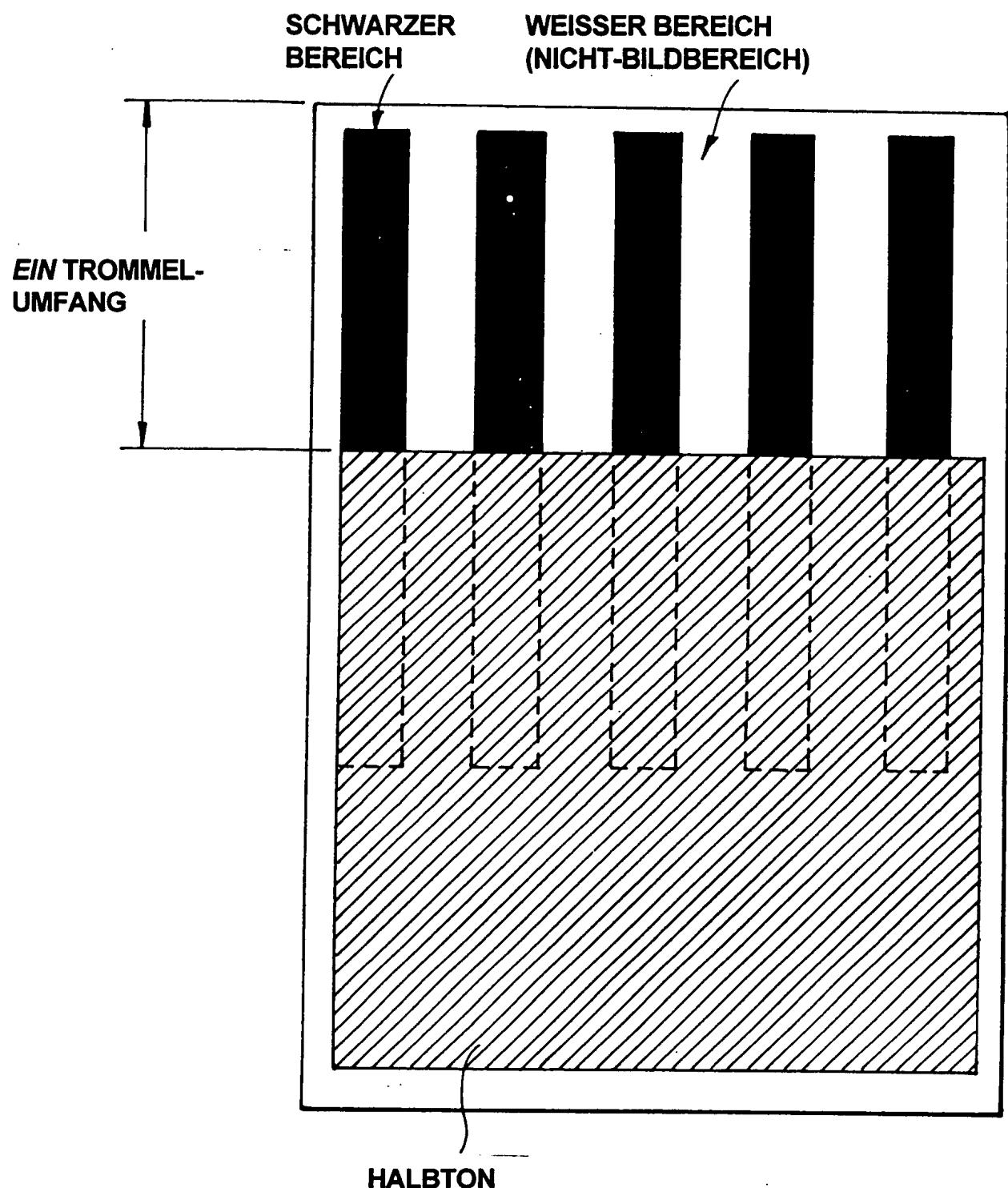
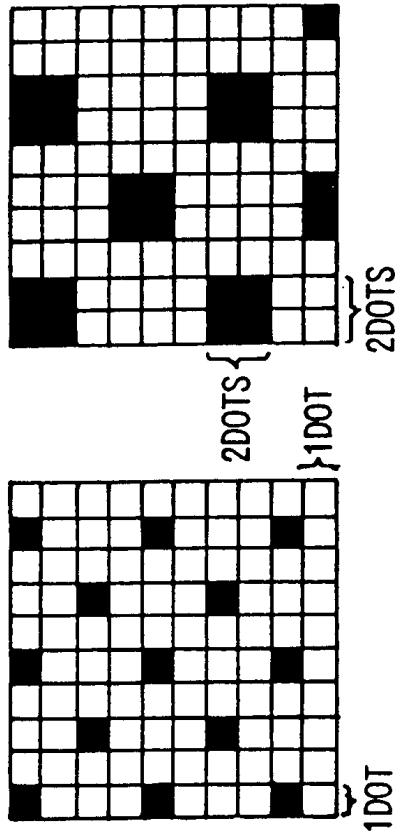
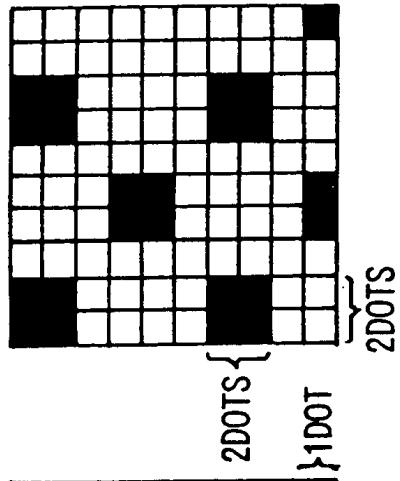


FIG. 9

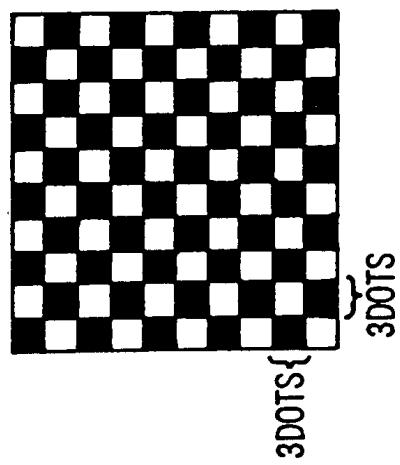
**MUSTER 1**



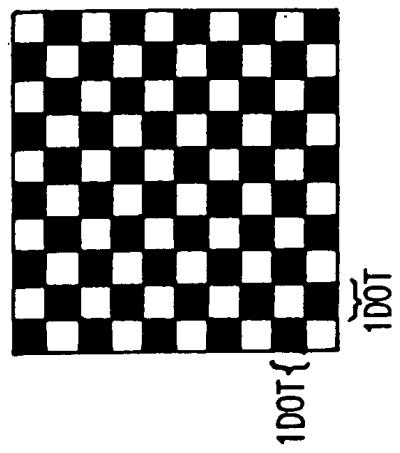
**MUSTER 3**



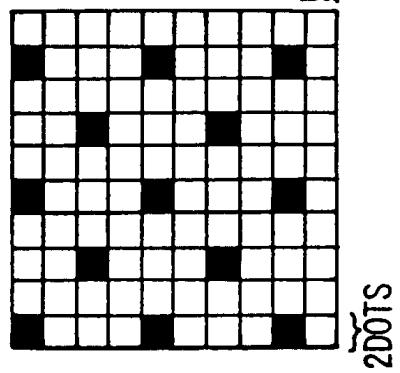
**MUSTER 5**



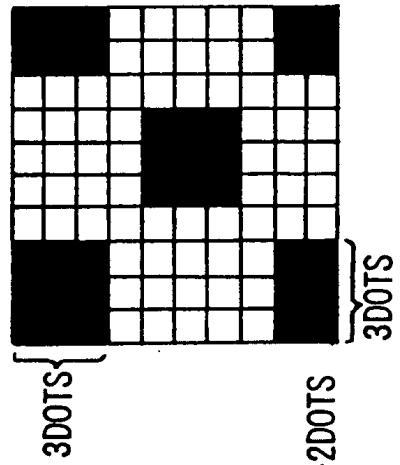
**MUSTER 7**



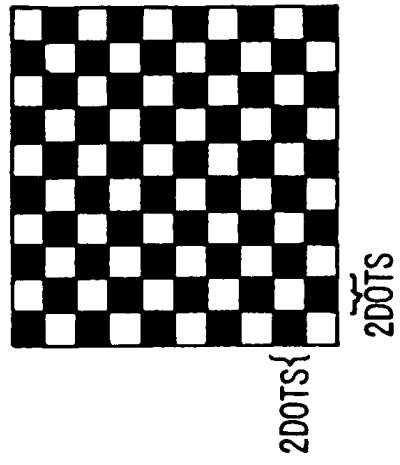
**MUSTER 2**



**MUSTER 4**



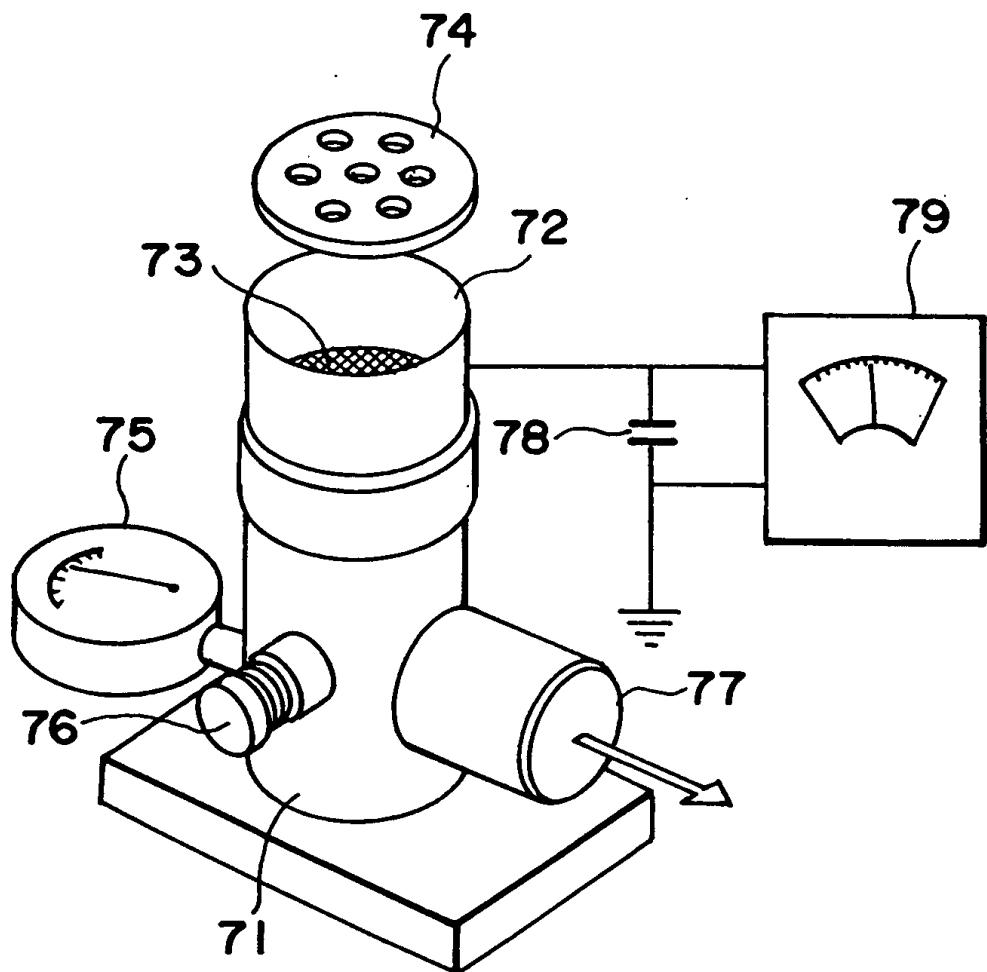
**MUSTER 6**



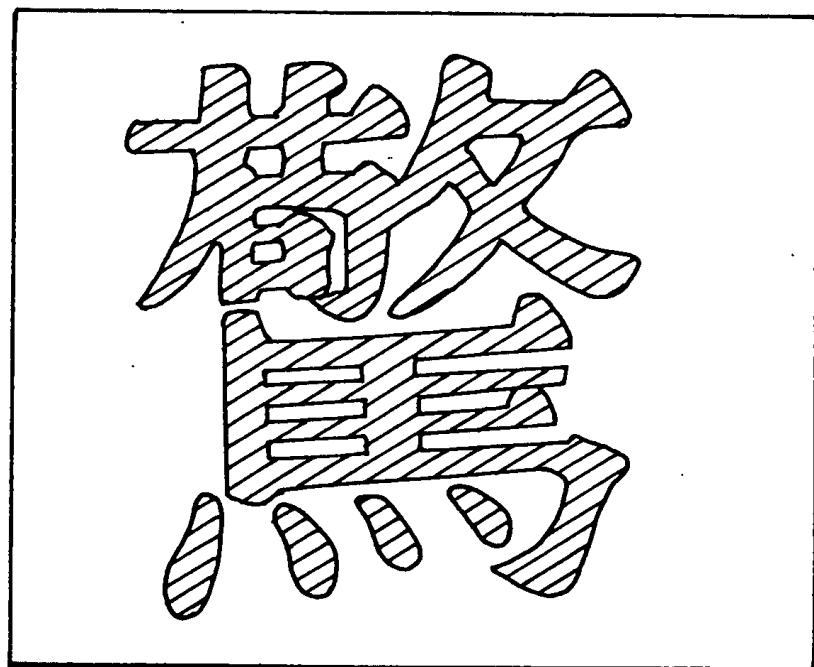
**MUSTER 8 (UNUNTER-BROCHEN SCHWARZ)**



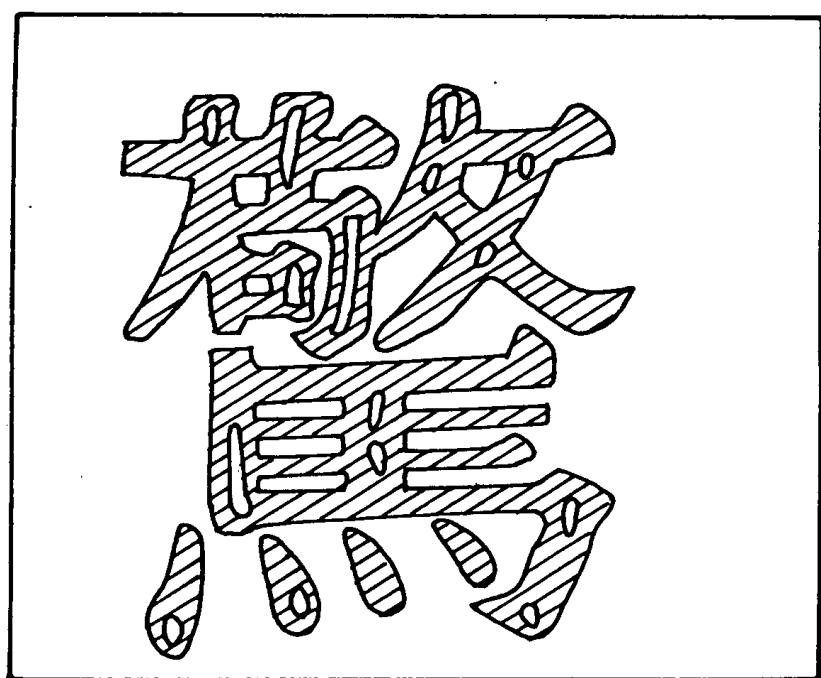
**F | G. 10**



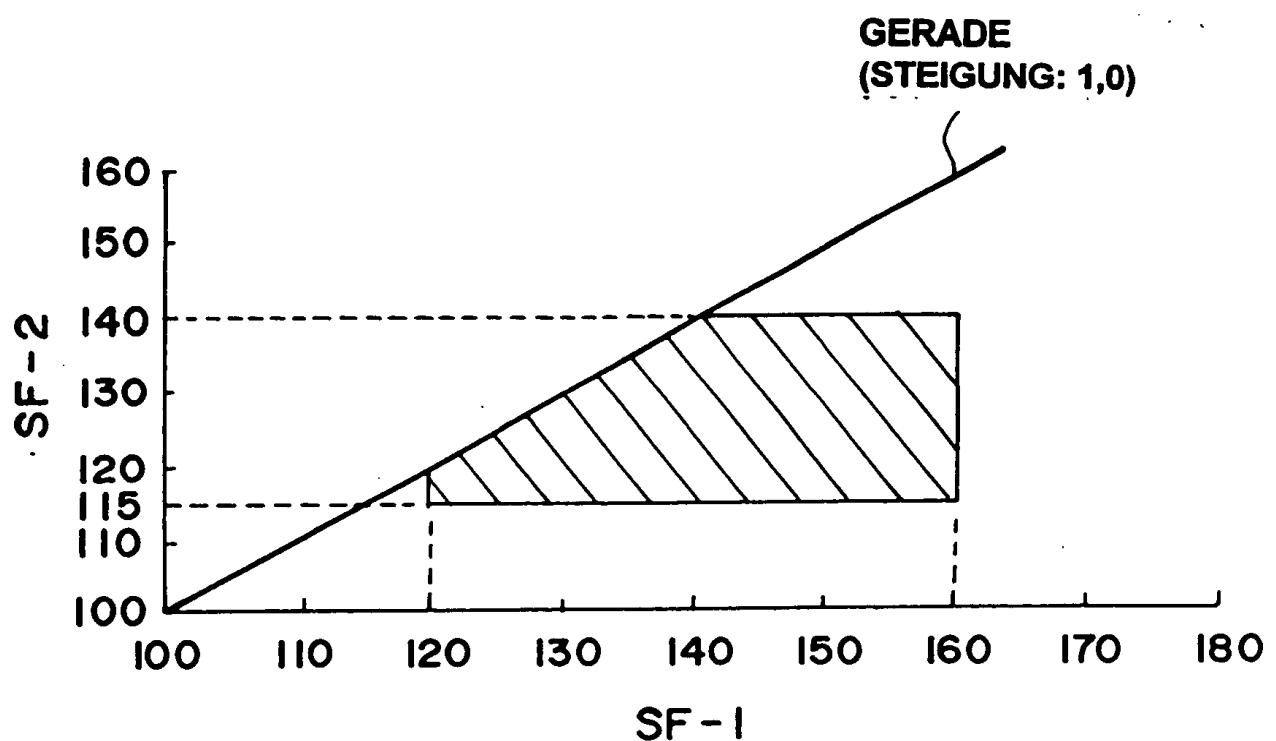
**F I G. II**



**FIG. I2A**



**FIG. I2B**



**F I G. 13**

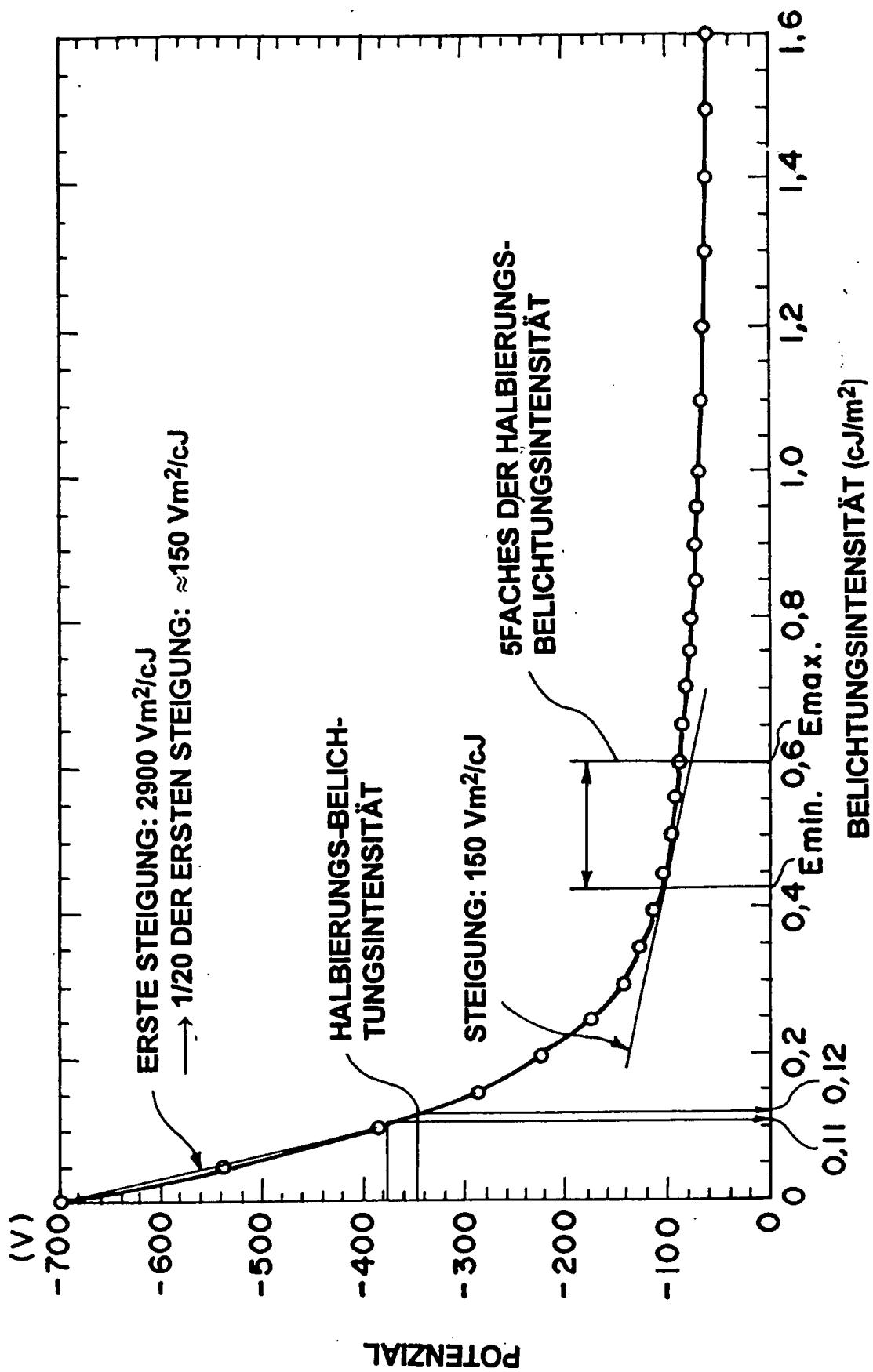


FIG. 14