



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 18 595 T2** 2006.01.12

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 953 882 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 18 595.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 108 435.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **29.04.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.11.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.07.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.01.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G03G 5/082** (2006.01)  
**G03G 5/147** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**12116898**      **30.04.1998**      **JP**

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

(74) Vertreter:  
**TBK-Patent, 80336 München**

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

(72) Erfinder:  
**Masaya, Kawada, Ohta-ku, Tokyo, JP; Takaaki,  
Kaya, Ohta-ku, Tokyo, JP; Tetsuya, Karaki,  
Ohta-ku, Tokyo, JP**

(54) Bezeichnung: **Electrophotographisches Bildaufzeichnungsverfahren**

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 eingelegt, 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

**[0001]** Diese Erfindung betrifft ein Bilderzeugungsverfahren, das das elektrostatische Aufladen der Oberfläche eines lichtempfindlichen Elementes, das als Bildträger wirkt, das Schreiben von Videoinformationen auf die elektrostatisch aufgeladene Oberfläche mit Hilfe eines Strahles sichtbaren Lichtes oder eines linear abtastenden Laserstrahles sowie das Erzeugen eines Bildes typischerweise mit Hilfe von Toner und das Reinigen der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes nach der Übertragung des Tonerbildes umfasst. Genauer gesagt bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Bilderzeugungsverfahren gemäß Patentanspruch 1.

**[0002]** Die gegenwärtig erhältlichen Bilderzeugungsvorrichtungen, insbesondere elektrofotografischen Vorrichtungen, besitzen Drucker, die als Ausgabeeinrichtungen von Computern und Wortprozessoren, deren Bedarf in den letzten Jahren immer mehr angestiegen ist, und von Kopiergeräten operieren. Da diese Vorrichtungen in einer Vielzahl von Betriebsumgebungen arbeiten, sind sie öfters mit Einrichtungen zum Stabilisieren des ausgegebenen Bildes versehen, beispielsweise mit Einrichtungen zum Eliminieren des Einflusses von Schwankungen von Umweltfaktoren auf die Dichte des ausgegebenen Bildes. Ferner müssen solche Drucker wenig kosten und wartungsfrei sein, weil sie insbesondere nicht nur für Büro Zwecke, sondern auch für private Zwecke verwendet werden.

**[0003]** Des weiteren müssen solche Drucker vom ökologischen Standpunkt her auch umweltfreundlich und damit in der Lage sein, die gegenüberliegenden Seiten eines Kopierpapierblattes, bei dem es sich um Recyclingpapier handeln kann, zu bedrucken und den Verbrauch an Papier und elektrischer Energie zu reduzieren.

**[0004]** [Fig. 1](#) der Zeichnungen ist ein schematisches Blockdiagramm einer Bilderzeugungsvorrichtung, wobei der Bilderzeugungsprozeß eines Kopiergerätes dargestellt ist.

**[0005]** In [Fig. 1](#) ist mit **101** ein lichtempfindliches Element der Bilderzeugungsvorrichtung, die mit einem elektrofotografischen System verwendet wird (hiernach einfach als "lichtempfindliches Element" bezeichnet) gekennzeichnet, das von einer Hauptcoronaeinheit **102**, einer Einrichtung **103** zur Ausbildung eines latenten elektrostatischen Bildes, einer Entwicklungseinheit **104**, einem Kopierpapierzuführsystem **105**, einer Transfercoronaeinheit **106a**, einer Trenncoronaeinheit **106b**, einer Reinigungseinheit **107**, einem Zuführsystem **108** und einer konditionierenden Lichtquelle **109** umgeben wird, die in [Fig. 1](#) im Uhrzeigersinn angeordnet sind. Falls erforderlich, kann das lichtempfindliche Element **101** mit einer inneren Umfangsflächenheizeinrichtung **125** zum Steuern der Temperatur des lichtempfindlichen Elementes **101** versehen sein.

**[0006]** Die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes **101** wird von der Hauptcoronaeinheit **102** gleichmäßig und elektrostatisch aufgeladen und im Betrieb an der Stelle **103** zum Erzeugen des latenten elektrostatischen Bildes belichtet, um hierauf ein latentes elektrostatisches Bild auszubilden.

**[0007]** Das latente elektrostatische Bild wird dann von der Entwicklungshülse der Entwicklungseinheit **104**, die Toner auf der Oberfläche trägt, in ein sichtbares Tonerbild umgewandelt.

**[0008]** Kopierpapier P wird vom Kopierpapierzuführsystem **105** unter Führung von einer Kopierpapierführung **119** zugeführt, wobei der Vorderrand des Kopierpapieres von Registerrollen eingeklemmt wird, so daß das auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes **101** erzeugte Tonerbild mit Hilfe der Transfercoronaeinheit **106a** auf das Kopierpapier P übertragen wird. Dann wird das Kopierpapier P mit Hilfe der Trenncoronaeinheit **106b** und/oder einer Trenneinrichtung, wie einer Trennklinke (nicht gezeigt), vom lichtempfindlichen Element **101** getrennt, wonach das Tonerbild auf der Oberfläche des Papiers mit Hilfe des Abgabesystems **108** zu einer Fixiereinheit **123** bewegt wird. Dort wird das Tonerbild von Fixierrollen **124**, die in der Fixiereinheit **123** angeordnet sind, fixiert, bevor es zur Außenseite der Bilderzeugungsvorrichtung abgegeben wird.

**[0009]** Nachdem das Tonerbild auf das Kopierpapier P übertragen worden ist, wird die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes **101** von einem Reinigungsblatt **120** und einer Reinigungsrolle (oder Bürste) **121**, die in der Reinigungseinheit **107** angeordnet sind, gereinigt, um restlichen Toner und feine Papierpartikel, die an der Oberfläche haften, zu entfernen und dieses für den nächsten Kopierzyklus bereitzumachen.

**[0010]** Wie vorstehend beschrieben, muß eine Bilderzeugungsvorrichtung, um den Operationszyklus zur Ausbildung eines Tonerbildes auf der Oberfläche eines lichtempfindlichen Elementes und zur Übertragung des Tonerbildes auf ein Kopiermaterial, wie Kopierpapier, auf wiederholte Weise durchzuführen, mit einer Reinigungseinrichtung versehen sein, um die auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes zurückbleibenden fremden Gegenstände, einschließlich des restlichen Toners nach dem Übertragen des Tonerbildes, zu ent-

fernen.

**[0011]** Eine solche Reinigungseinheit **107** umfaßt in typischer Weise ein Reinigungsblatt aus Gummi oder Kunstharz und eine Reinigungsbürste aus Kunstharzfaser. Die pulverförmigen magnetischen Gegenstände, die auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes verbleiben, wie der restliche Toner, können auch durch magnetische Adsorption entfernt werden.

**[0012]** Eine derartige Reinigungseinheit und Reinigungseinrichtung, die für die Einheit verwendet werden kann, werden nachfolgend in Verbindung mit [Fig. 2](#) der beigefügten Zeichnungen beschrieben.

**[0013]** [Fig. 2](#) ist eine schematische Ansicht einer Reinigungseinheit, die für die Bilderzeugungsvorrichtung der [Fig. 1](#) verwendet werden kann.

**[0014]** Die Reinigungseinrichtung, die für die Reinigungseinheit **301** der [Fig. 2](#) verwendet werden kann, kann ein Reinigungsblatt **302** aus Urethankautschuk, eine Reinigungsrolle **303** aus Silikonkautschuk, Schwamm oder einem magnetischen Material, eine Abstreifrolle **304**, einen Abfalltonerpool **305** und ein Abfalltonerabgabesystem **306** umfassen.

**[0015]** Die Abstreifrolle **304** kann wo auch immer angeordnet sein und eine blattförmige Form besitzen. Sie wird dann als Abstreifer (oder Abstreifblatt) bezeichnet.

**[0016]** Zur Vereinfachung wird der Abstreifer in der nachfolgenden Beschreibung der Komponenten der Reinigungseinheit weggelassen.

**[0017]** In [Fig. 2](#) ist mit **301** eine Reinigungseinheit bezeichnet, die ein Reinigungsblatt **302** aus einem Material, das durch Vermischen von Urethankautschuk und einer oder mehreren Silikonverbindungen hergestellt wurde, um eine geeignete Elastizität und Härte zu erhalten, umfasst.

**[0018]** Eine Reinigungsrolle **303** aus einem Magneten ist aufstromseitig (untere Position in [Fig. 2](#)) relativ zum Reinigungsblatt **302** im Drehsinn des lichtempfindlichen Elementes angeordnet. Die Reinigungsrolle **303** zieht durch ihre Magnetkraft pulverförmige magnetische Materialien einschließlich des Toners an und wird somit mit den anhaftenden Materialien bedeckt. Der Überzug aus den pulverförmigen magnetischen Materialien stößt daher gegen die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes mit einer geeigneten Anschlagbreite (als "Spaltbreite" bezeichnet) und ist so ausgebildet, daß er die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes mit einer vorgegebenen Relativgeschwindigkeit abscheuert.

**[0019]** Während bei der obigen Beschreibung die Reinigungsrolle **303** aus einem Magneten besteht, kann sie auch eine Rolle sein, die mit der entgegengesetzten Polarität wie die des Toners vorgespannt ist, oder aus Silikonkautschuk eines Schwammharzes bestehen.

**[0020]** Ferner kann die Reinigungsrolle **303** durch ein bürstenförmiges Element ersetzt sein, das aus einem Material besteht, das in geeigneter Weise unter Berücksichtigung der Härte des lichtempfindlichen Elementes und der Prozessgeschwindigkeit der Bilderzeugungsvorrichtung ausgewählt ist.

**[0021]** Wenn die Bürste zusammen mit einem lichtempfindlichen Element verwendet wird, das eine hohe Oberflächenhärte besitzt, wie ein lichtempfindliches Element vom a-Si-Typ, kann es sich um eine Bürste aus einer chemischen Faser aus Polyethylen oder Polystyrol oder eine Bürste aus einer elektrisch leitenden Faser, die durch zusetzen von Kohlenstoff zu einer chemischen Faser erhalten wird, um die Faser mit einem gewünschten Niveau an elektrischer Leitfähigkeit zu versehen, oder einer Faser aus amorphem Metall (d.h. "Bol-fur", Marke, erhältlich von der Firma Unitika) handeln.

**[0022]** Die Spaltbreite des lichtempfindlichen Elementes **101** und der Reinigungsrolle oder der Reinigungsbürste wird auf wünschenswerte Weise auf einem konstanten Wert gehalten, um ein konstantes Reinigungsverhalten zu verwirklichen und Probleme zu verhindern, wie beispielsweise ein abradiertes lichtempfindliches Element infolge des Auftretens eines übermäßig starken örtlichen Anschlages.

**[0023]** Der Mechanismus zum Halten der Reinigungsrolle oder der Reinigungsbürste in Anschlag mit dem lichtempfindlichen Element **101** kann durch Verwendung von kleinen Rollen verwirklicht werden, die in Anschlag mit dem lichtempfindlichen Element in einem anderen Bereich als der Bilderzeugungsstelle gehalten werden, oder durch Drücken der Rolle gegen das lichtempfindliche Element unter einem vorgegebenen Druck-

niveau. Wenn die Reinigungsrolle aus einem magnetischen Material besteht, kann eine konstante Spaltbreite durch Regulierung der Dicke der Tonerbeschichtung verwirklicht werden.

[0024] Die Reinigungseinheit kann auch verwirklicht werden, indem ein Teil der obigen Komponenten entfernt wird oder eine oder mehrere zusätzliche Komponenten verwendet werden.

[0025] Die [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3D](#) der beigefügten Zeichnungen zeigen, wie der Reinigungsvorgang für eine Bilderzeugungsvorrichtung des in Rede stehenden Typs wiederholt wird.

[0026] In Verbindung mit den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3D](#) wird nunmehr der Reinigungsvorgang beschrieben. Das lichtempfindliche Element **101** ist aus Einfachheitsgründen mit einer geradlinigen Oberfläche (ohne Krümmungsradius) versehen.

#### Schritt 1

[0027] Das lichtempfindliche Element **101**, mit dem die Reinigungseinheit **301** in Anschlag gehalten wird, wird mit einer vorgegebenen Drehzahl gedreht. Beim Operationsschritt von [Fig. 3A](#) wird die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes **101** von links nach rechts bewegt, um dem Reinigungsblatt **302** näher zu treten.

[0028] Das lichtempfindliche Element **101** trägt auf seiner Oberfläche ein Tonerbild, das durch die folgenden Schritte hergestellt wurde: Elektrostatisches Aufladen der Oberfläche, Ausbilden eines latenten Bildes auf dieser und Entwickeln des latenten Bildes.

[0029] Die anhaftenden Materialien **3001** einschließlich des Toners, der nicht auf das Kopierpapier übertragen wurde, und Teilen von Kolophonium und Talkum werden ebenfalls näher an die Reinigungseinheit gebracht, da sie über elektrostatische Kräfte, intermolekulare Kräfte, Reibungskräfte und andere Kräfte, die deren Haftung bewirken, zum Haften an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes gebracht werden.

[0030] Falls erforderlich, wird das lichtempfindliche Element auf einem vorgegebenen Temperaturniveau gehalten.

[0031] Wie vorstehend beschrieben, kann die Reinigungseinheit auch keine Reinigungsrolle **303** (oder Reinigungsbürste, die hiernach nicht speziell erwähnt wird) aufweisen.

[0032] Wenn das Reinigungsblatt **302** an der Anschlagstelle der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes verwendet wird, kann auch Pulver auf dieses aufgebracht werden, um einen Schmiereffekt zu erreichen. Im Schritt der [Fig. 3A](#) wird ein Teil des gesammelten Abfalltoners oder der an der Reinigungsrolle über geeignete Mittel gehaltene Toner in geeigneter Weise von der Reinigungsrolle **303** mit Hilfe des Tonerpools **307** zugeführt.

#### Schritt 2

[0033] Wenn die Reinigungseinheit eine Reinigungsrolle **303** umfaßt, werden die vorstehend genannten haftenden Materialien **3001** einschließlich des restlichen Toners von der Reinigungsrolle **303** zum Sammeln abgescheuert und abgekratzt oder abgesaugt. Die anhaftenden Materialien **3001** werden dann in die Reinigungsrolle **303** aufgenommen ([Fig. 3B](#)).

#### Schritt 3

[0034] Die anhaftenden Materialien **3001**, die den restlichen Toner umfassen und von der Reinigungsrolle **303** aufgenommen werden, werden dann teilweise von einem geeigneten Mechanismus, wie einer Abstreifrolle **304** (oder einem Abstreifblatt, das hiernach nicht mehr speziell erwähnt wird) gesammelt. Die gesammelten anhaftenden Materialien **3001** einschließlich des restlichen Toners werden dann dem Tonerpool **305** innerhalb der Reinigungseinheit **301** zugeführt ([Fig. 3C](#)).

[0035] Wie vorstehend beschrieben, kann der restliche Toner von der Reinigungsrolle **303** zum Schmieren des Reinigungsblattes **302** auf dem lichtempfindlichen Element mit einer geeigneten Rate abgegeben werden.

[0036] Der gesammelte Toner wird dann mit Hilfe des Abfalltonerabgabesystems **306** in einen Abfalltonerbehälter (nicht gezeigt) bewegt.

[0037] Alternativ dazu kann der gesammelte Toner gesiebt werden, und der gesiebte Toner kann teilweise oder überwiegend wiederverwendet werden.

#### Schritt 4

[0038] Die anhaftenden Materialien **3001** einschließlich des restlichen Toners, der nicht von der Reinigungsrolle **303** gesammelt wurde, des restlichen Toners im Falle eines Systems, das keine Reinigungsrolle **303** aufweist, oder des restlichen Toners, der nach der Abgabe des Toners von der Reinigungsrolle zurückbleibt, werden näher zum Reinigungsblatt **302** geführt, wenn sie an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes **101** haften bleiben. Dann werden der restliche Toner und die anderen anhaftenden Materialien abgestreift und in typischer Weise vom Reinigungsblatt **302** der Reinigungseinheit **301** gesammelt.

[0039] Der gesammelte Toner wird dann mit Hilfe des Abfalltonerabgabesystems **306**, das eine Schnecke umfasst, in einen Abfalltonerspeicherbehälter (nicht gezeigt) bewegt und weiter abgeführt ([Fig. 3D](#)).

[0040] Der Abfalltonerspeicherbehälter kann an einer Stelle (nicht gezeigt) innerhalb der Bilderzeugungsvorrichtung angeordnet sein oder in die Reinigungseinheit eingearbeitet sein, wenn es sich bei der Bilderzeugungsvorrichtung um einen Laserdrucker (LBP) vom Kartuschentyp handelt.

[0041] Das latente elektrostatische Bild, das auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes zurückbleibt, wird von einer konditionierenden Lichtquelle **109** gelöscht (siehe [Fig. 1](#)).

[0042] Wie vorstehend beschrieben, kann die Reinigungsrolle **303** durch eine Reinigungsbürste ersetzt werden, die in Anschlag mit der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes gehalten wird, um diverse anhaftenden Materialien vom lichtempfindlichen Element abzustreifen.

[0043] Als Alternative wurde die Verwendung einer magnetischen Reinigungsrolle aus einem magnetischen Material, einer Reinigungsrolle, die mit einer zur Polarität des Toners entgegengesetzten Polarität vorgespannt ist, oder einer Reinigungsrolle, die Eigenschaften besitzt, die denen des Toners entgegengesetzt sind, vorgeschlagen, wobei die Reinigungsrolle den restlichen Toner auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes in kontaktfreier Weise sammelt oder direkt mit der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes oder indirekt hiermit mit Hilfe des bereits abgesaugten und auf der Oberfläche abgelagerten Toners in Kontakt gebracht wird.

[0044] Derartige Vorrichtungen (Reinigungsblatt, Reinigungsbürste, Reinigungsrolle etc.) sind selektiv innerhalb der Reinigungseinheit angeordnet und werden unabhängig voneinander oder in Kombination verwendet, um auf wirksame Weise Fremdmaterialien und Pulver des Toners von der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes zu entfernen.

[0045] Wie vorstehend ausgeführt, findet eine zunehmende Zahl von Bilderzeugungsvorrichtungen unter verschiedenen unterschiedlichen Betriebsbedingungen einschließlich einer gut klimatisierten Umgebung Verwendung, wobei sich diese Betriebsbedingungen zwischen einer solchen mit niedriger Temperatur/geringen Feuchtigkeit und einer solchen mit hoher Temperatur/hohen Feuchtigkeit erstrecken.

[0046] Beim Einsatz in einer besonders rauen Umgebung besteht ein starker Bedarf nach einer Bilderzeugungsvorrichtung, die auf elektrofotografisch beständige Weise arbeitet, ohne zu Problemen, wie einem schlechten Reinigungsverhalten und der Adhäsion von geschmolzenem Toner, zu führen und damit die Anforderungen an Wartungsfreiheit und eine lange nutzbare Lebensdauer zu erfüllen.

[0047] Somit muß eine Bilderzeugungsvorrichtung unter Verwendung eines elektrofotografischen Systems auf beständige Weise klare Bilder mit hoher Qualität über eine lange Zeitdauer liefern, und zwar unabhängig von Umweltveränderungen, da derartige Vorrichtungen mehr und mehr privat in unterschiedlichen Umgebungen verwendet werden. Des weiteren müssen derartige Bilderzeugungsvorrichtungen eine geringe Größe besitzen und mit reduzierten Kosten verbunden sein.

[0048] Damit eine Bilderzeugungsvorrichtung über einen verlängerten Zeitraum klare Bilder mit hoher Qualität liefert, ist es ferner erforderlich, das latente Bild genau zu steuern und die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes gleichmäßig zu reinigen. Des weiteren muß die Reinigungseinheit der Bilderzeugungsvorrichtung eine geringe Größe erhalten und eine verringerte Zahl von Teilen aufweisen, die einfach ausgebildet sind.

**[0049]** Wenn jedoch das Reinigungssystem vereinfacht wird und eine lange nutzbare Lebensdauer erhält, entsteht das Problem, daß der restliche Toner, wenn auch nur teilweise, nicht vom Reinigungsblatt **302** und anderen Elementen entfernt wird und auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes verbleibt.

**[0050]** Damit werden aber die verbleibenden anhaftenden Materialien den Schritten vom elektrostatischen Aufladeschritt an mehr als einmal ausgesetzt.

**[0051]** Des weiteren können sich die auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes verbleibenden Materialien über einen größeren Bereich der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes verbreiten und/oder höher auf diesem angeordnet werden, wenn sie vom Reinigungsblatt **302** und der Reinigungsbürste oder der Reinigungsrolle **303** und auch vom Kopiermaterial (nicht gezeigt) und/oder der auf der Oberfläche vorhandenen Wärme abgezogen werden.

**[0052]** Des weiteren können bei der Wiederholung der obigen Schritte zusätzliche Fremdmaterialien an der Oberfläche haften, so daß der Bereich und die Höhe der haftenden Materialien vergrößert werden.

**[0053]** Die Materialien, die nicht von der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes von der Reinigungseinheit entfernt werden, wachsen daher allmählich, bis sie schließlich zu sichtbaren schwarzen Flecken auf den von der Vorrichtung erzeugten Bildern werden.

**[0054]** Insbesondere dann, wenn die Bilderzeugungsvorrichtung nach einer langen Pause verwendet wird, wird oft festgestellt, daß sich der Toner und die Papierreste, die sich in der Reinigungseinheit gesammelt haben (hiernach zusammen als gesammelter Toner bezeichnet), innerhalb der Einheit angehäuft haben.

**[0055]** Wenn festgestellt wird, daß sich der angesammelte Toner nicht angehäuft hat, wenn die Vorrichtung nach einer langen Pause verwendet wird, können sich der restliche Toner, der sich in der Nähe des Kontaktpunktes oder der Kontaktlinie der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes und der Reinigungseinheit befindet, und der angesammelte Toner oft anhäufen, wenn die Temperatur in der Nähe des lichtempfindlichen Elementes der Vorrichtung ansteigt, so daß daher auch die Temperatur des Toners ansteigt.

**[0056]** Insbesondere bei einer Bilderzeugungsvorrichtung, die mit einer Heizeinrichtung zum Regulieren der Oberflächentemperatur des lichtempfindlichen Elementes versehen ist, kann sich der auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes und der Reinigungseinheit vorhandene Toner anhäufen, so daß ein Phänomen entsteht, das als Blockierphänomen bezeichnet wird und die Reinigungseinrichtung der Reinigungseinheit einschließlich des Reinigungsblattes und der Reinigungsrolle durch den Temperaturanstieg in den Anfangsstadien des nach einer langen Pause durchgeführten Bilderzeugungsvorganges beschädigt.

**[0057]** Ferner entsteht beim Wachsen des Toners eine Reihe von Problemen in bezug auf die Reinigungseinheit, beispielsweise beschädigte Reinigungselemente, wie ein abgebrochenes oder mit Graten versehenes Reinigungsblatt und eine Reinigungsrolle, die eine oder mehrere Nuten aufweist, die auf der Oberfläche ausgebildet sind, ein vibrierendes Reinigungsblatt und eine ungleiche Spaltbreite, die sich zwischen der Reinigungsrolle und dem lichtempfindlichen Element und entlang der Achse des lichtempfindlichen Elementes erstreckt. Derartige Probleme können dazu führen, daß der entsprechende Teil der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes nicht richtig gereinigt wird.

**[0058]** Dann weist die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes eine "fehlerhafte Reinigung" auf, die von einem zufriedenstellend gereinigten Zustand weit entfernt ist.

**[0059]** Eine solche fehlerhafte Reinigung kann wiederum nachteilige Phänomene erzeugen, wie "schwarze Streifen" von Toner, die von einem abgesplitterten Reinigungsblatt erzeugt werden, eine "Filmbildung", die bewirkt, daß die gesamte Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes dünn mit Toner beschichtet ist, und eine "Verschmelzung" von Toner, die schwarze Flecken auf dem Bild erzeugt.

**[0060]** Des weiteren können sowohl die Tonerbeschichtung auf der Oberfläche der Reinigungsrolle als auch der Druck der Reinigungsrolle, der auf das lichtempfindliche Element aufgebracht wird, zu einer örtlichen Unebenheit führen, die bewirkt, daß das lichtempfindliche Element ungleichmäßig abgekratzt wird.

**[0061]** Dann können Lichtstrahlen, die auf das lichtempfindliche Element treffen, ungleichmäßig gebrochen werden, so daß Interferenz entsteht, die wiederum zu örtlichen Veränderungen der wirksamen Lichtmenge führt, die in die fotoleitende Schicht des lichtempfindlichen Elementes eindringt, so daß auf diese Weise eine

ungleichmäßige Bilddichte entsteht.

**[0062]** Diese und andere Phänomene verschlechtern die Bildqualität und bewirken, daß einige der Komponenten des lichtempfindlichen Elementes und der Reinigungseinheit eine häufige Wartung und sogar einen Austausch erforderlich machen, so daß die Bilderzeugungsvorrichtung als Ganzes in keiner Weise mehr wartungsfrei ist.

**[0063]** Es sind verschiedenartige Techniken vorgeschlagen und gegenwärtig zur Anwendung gebracht worden, um derartige Probleme zu eliminieren, indem die an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes haftenden Fremdmaterialien vollständig entfernt werden. Zu diesen bekannten Techniken gehören die folgenden:

- (1) Eine Technik zum Steuern des Drucks (Anschlagdrucks), unter dem das Reinigungselement, wie das Reinigungsblatt, die Reinigungsbürste oder die Reinigungsrolle, gegen das lichtempfindliche Element gepresst wird;
- (2) eine Technik zum Wählen der optimalen Relativgeschwindigkeit zwischen dem Reinigungselement und dem lichtempfindlichen Element und zur Verwendung eines optimalen Materiales für das Reinigungselement, um den Effekt des Abstreifens der anhaftenden Materialien zu verbessern;
- (3) eine Technik zum Modifizieren des Oberflächenprofils der Reinigungsrolle, indem beispielsweise eine schraubenförmige Nut auf der Oberfläche ausgebildet wird; und
- (4) eine Technik zum Steuern des Reinigungsvorganges mit Hilfe eines magnetischen Materiales oder einer Vorspannung.

**[0064]** Das Phänomen eines "verschmierten Bildes (durch große Feuchtigkeit verursacht)", das auftritt, wenn die Bilderzeugungsvorrichtung in einer Umgebung mit großer Feuchtigkeit/hoher Temperatur verwendet wird, kann besonders augenscheinlich werden, wenn die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes in der Lage ist, Feuchtigkeit unter dem Einfluß von Coronaprodukten, die auf Ozon zurückzuführen sind, das von der Coroneinheit erzeugt wird, wenn diese auf wiederholter Weise eingesetzt wird, zu adsorbieren. Dann führt dieses Phänomen zu einem seitlichen Ausfluß der elektrostatischen Ladung und zu einem verschmierten Bild.

**[0065]** Im Falle eines lichtempfindlichen Elementes vom a-Si-Typ beschreibt die japanische Gebrauchsmusterveröffentlichung 1-34205 eine Maßnahme gegen ein verschmiertes Bild, bei der eine Heizeinrichtung Verwendung findet, um die Feuchtigkeit auszutreiben, die von der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes adsorbiert worden ist. In entsprechender Weise beschreibt die japanische Patentveröffentlichung 2-38956 ein Verfahren zum Entfernen von Coronaprodukten von der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes durch Abbürsten der Oberfläche mit Hilfe einer Bürste, die aus einer magnetischen Rolle und einem magnetischen Toner gebildet ist. Die japanische Offenlegungsschrift 61-100780 beschreibt ein Verfahren zum Entfernen von Coronaprodukten durch Abscheuern der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes mit Hilfe einer elastischen Rolle.

**[0066]** Ferner kann auch eine Reinigungsrolle oder eine Reinigungsbürste der vorstehend beschriebenen Art verwendet werden, um die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes abzuschleuern.

**[0067]** Die Technik zum Abscheuern der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes ist insbesondere dann durchführbar, wenn die Oberfläche sehr hart ist, wie dies bei einem lichtempfindlichen Element vom a-Si-Typ der Fall ist.

**[0068]** Im Falle eines relativ weichen lichtempfindlichen Elementes, wie einem organischen lichtempfindlichen Element (OPC), wurde eine Technik zur Ausbildung einer elektrofotografischen Vorrichtung vorgeschlagen, bei der das lichtempfindliche Element im Betriebsverlauf abgeschleuert und poliert wird, und eine Technik zum gleichmäßigen Polieren des lichtempfindlichen Elementes, damit dieses eine verlängerte nutzbare Lebensdauer erhält.

**[0069]** Die meisten vorgeschlagenen Techniken zum Verbessern des Effektes der Entfernung von Fremdmaterialien bestehen darin, das Ausmaß des Anschlages oder des Eindringens (Verformung) des Reinigungselementes oder die Relativgeschwindigkeit zwischen der Reinigungsbürste oder der Reinigungsrolle und dem lichtempfindlichen Element zu erhöhen, um auf diese Weise die Reibkraft zu vergrößern.

**[0070]** Dabei wird jedoch die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes abradert, so daß der Versuch einer Verlängerung der nutzbaren Lebensdauer desselben blockiert wird. Des weiteren kann das Reinigungsblatt abbrechen bzw. absplintern und die Reinigungsrolle kann Schrammen erhalten, wenn das lichtempfindliche Element und die Reinigungseinheit einer derart schweren Belastung ausgesetzt sind. Alles in allem brin-

gen diese Maßnahmen eine erhöhte Belastung auf die Bilderzeugungsvorrichtung auf, die das lichtempfindliche Element und die Reinigungseinheit umfasst.

**[0071]** Wenn ein solches abgebrochenes oder zerkratztes Profil nicht vorhanden ist, kann das beeinflusste Element eine Profiländerung aufweisen, die in nachteiliger Weise das Reinigungsverhalten der Reinigungseinheit beeinflusst.

**[0072]** Während eine Technik zum Steuern des Reinigungsvorganges mit Hilfe eines magnetischen Materials oder einer Vorspannung das Reinigungsvermögen verbessern kann, ohne die Reibung zu erhöhen, können jedoch einige der Substanzen, die auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes verbleiben, durch eine magnetische Kraft oder eine Coulomb'sche elektrostatische Anziehungskraft nicht beeinflusst werden, wenn solche Substanzen beispielsweise nicht magnetisch sind.

**[0073]** Des weiteren benötigt man bei einer derartigen Technik einen Permanentmagneten oder einen Elektromagneten oder eine Energiequelle, wodurch wiederum der Versuch zur Reduzierung der Größe und der Kosten der Vorrichtung blockiert wird.

**[0074]** Es ist daher wesentlich, die obigen Probleme zu klären, wenn man eine wartungsfreie elektrofotografische Vorrichtung geringer Größe mit niedrigen Kosten, die ihr Reinigungsverhalten auf beständige Weise über eine verlängerte Zeitdauer aufrechterhalten kann, herstellen will.

**[0075]** Obwohl eine solche Vorrichtung auch eine verbesserte Konfiguration aufweisen sollte, kann es unverzichtbar erforderlich sein, das Steuervermögen des Reinigungseffektes der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes zu verbessern, wenn man eine derartige Vorrichtung realisiert.

**[0076]** Mit anderen Worten, um die Qualität eines von einer derartigen Vorrichtung erzeugten Bildes zu verbessern, muß der Reinigungseffekt der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes rigoros gesteuert werden, indem die Adhäsion der Fremdmaterialien und des Toners an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes mit Hilfe einer Reinigungseinheit gesteuert wird.

**[0077]** Die japanischen Offenlegungsschriften 60-22131, 60-22132 und 1-269945 und die japanische Patentveröffentlichung 4-62579 beschreiben Techniken zum Definieren des Zustandes der obersten Fläche eines lichtempfindlichen Elementes mit Hilfe des Kontaktwinkels mit reinem Wasser, obwohl keine dieser Veröffentlichungen auf zufriedenstellende Weise die Korrelation der Adhäsionseigenschaften oder der Benetzbarkeit mit Fremdmaterialien, wie Toner, mit dem Reinigungsvermögen erörtert.

**[0078]** Die US-A-5 106 710 beschreibt einen elektrofotografischen Prozeß, bei dem festgestellt wurde, daß bestimmte relative Eigenschaften des Toners und des Zwischenbildes, wie die Adhäsionsarbeit, für die Herstellung von guten Endbildern wichtig sind.

**[0079]** Es ist besonders wünschenswert, wenn das Reinigungsvermögen auf einfache Weise gemessen werden kann und die durch die Messung erhaltenen Ergebnisse verwendet werden, um eine optimale Kombination des lichtempfindlichen Elementes und des Toners zu definieren, damit die elektrofotografische Vorrichtung auf beständige Weise Bilder mit hoher Qualität erzeugen kann.

**[0080]** Eine derartige Ausführungsform ist besonders wirksam und nutzbringend zur Verringerung der Wartungsfrequenz von kleinen elektrofotografischen Vorrichtungen, die häufig verwendet werden, wie Laserdrucker, kleine Kopiergeräte und Faxgeräte.

**[0081]** Angesichts der vorstehend geschilderten Probleme ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Bilderzeugungsverfahren zu schaffen, mit dem ein verbessertes Reinigungsvermögen der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes und somit eine Verlängerung der nutzbaren Lebensdauer des lichtempfindlichen Elementes erreicht werden kann.

**[0082]** Erfindungsgemäß wird ferner ein Bilderzeugungsverfahren zur Verfügung gestellt, das die folgenden Schritte umfasst: Elektrostatisches Aufladen eines lichtempfindlichen Elementes und Belichten desselben zur Ausbildung eines latenten Bildes, Ausbilden eines Tonerbildes und Entfernen von allem überflüssigen Toner von der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes, wobei das Benetzungsvermögen (W) der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes relativ zum Toner zwischen 60 und 110 mN/m liegt.

- [0083] Das Benetzungsvermögen  $W$  des lichtempfindlichen Elementes relativ zu anhaftenden Materialien einschließlich Toner kann von der Forkes'schen Extensionstheorie abgeleitet werden.
- [0084] Durch Definieren und Steuern des Benetzungsvermögens des lichtempfindlichen Elementes relativ zu Fremdmaterialien, die an der Oberfläche haften, ist es möglich, die Belastung zu verringern und den zum Entfernen von Fremdmaterialien von der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes erforderlichen Mechanismus zur Reinigung der Oberfläche desselben zu vereinfachen.
- [0085] Des weiteren können das Verhalten der Reinigungseinheit und das des lichtempfindlichen Elementes durch Verringerung der Reinigungsbelastung über eine verlängerte Zeitdauer aufrechterhalten werden.
- [0086] Auf diese Weise ist es möglich, die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Schritte zur Ausbildung des latenten und sichtbaren Bildes und von anderen Bilderzeugungsschritten über eine lange Zeit aufrechtzuerhalten, so daß mit der Vorrichtung auf beständige Weise Bilder mit hoher Qualität zur Verfügung gestellt werden können.
- [0087] Es folgt nunmehr eine Kurzbeschreibung der Zeichnungen. Hiervon zeigen:
- [0088] [Fig. 1](#) eine schematische Ansicht einer Bilderzeugungsvorrichtung unter Verwendung eines elektrografischen Systems, wobei dessen Konfiguration dargestellt ist;
- [0089] [Fig. 2](#) eine schematische Ansicht einer Reinigungseinheit, die für eine Bilderzeugungsvorrichtung verwendet werden kann, wobei deren Konfiguration dargestellt ist;
- [0090] die [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#), [Fig. 3C](#) und [Fig. 3D](#) schematische Seitenansichten einer Reinigungseinheit, wobei ein Reinigungsvorgang dargestellt ist;
- [0091] [Fig. 4](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem linearen Druck eines Reinigungsblattes und dem Reinigungsvermögen desselben zeigt;
- [0092] [Fig. 5](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem linearen Druck eines Reinigungsblattes und dem abgesplitterten Zustand desselben zeigt;
- [0093] die [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) schematische Ansichten einer Entwicklungseinheit und des Verhaltens von Toner;
- [0094] die [Fig. 8A](#), [Fig. 8B](#), [Fig. 8C](#), [Fig. 8D](#), [Fig. 8E](#) und [Fig. 8F](#) schematische Schnittansichten der lichtempfindlichen Elemente, wobei deren Schichtstruktur dargestellt ist;
- [0095] [Fig. 9](#) eine schematische Ansicht einer Vorrichtung zur Herstellung eines lichtempfindlichen Elementes, das für eine Bilderzeugungsvorrichtung verwendet wird;
- [0096] [Fig. 10](#) eine schematische Ansicht einer anderen Vorrichtung zur Herstellung eines lichtempfindlichen Elementes, das für eine Bilderzeugungsvorrichtung verwendet wird;
- [0097] [Fig. 11](#) eine schematische Schnittansicht eines lichtempfindlichen Elementes, wobei dessen Schichtstruktur dargestellt ist;
- [0098] [Fig. 12](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen  $E_u$  und den Temperatureigenschaften eines lichtempfindlichen Elementes zeigt;
- [0099] [Fig. 13](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen D.O.S. und dem optischen Speicherniveau eines lichtempfindlichen Elementes zeigt;
- [0100] [Fig. 14](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen D.O.S. und dem Schmierbildniveau eines lichtempfindlichen Elementes zeigt;
- [0101] [Fig. 15](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen  $\text{Si-H}_2/\text{Si-H}$  (Wasserstoffbindungs niveau) und dem Grobbildniveau eines lichtempfindlichen Elementes zeigt;

- [0102] [Fig. 16](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem spezifischen Flächenwiderstand und der Güte eines lichtempfindlichen Elementes wiedergibt;
- [0103] [Fig. 17](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Adhäsionsarbeit und dem Reinigungsvermögen bei verlängertem Gebrauch wiedergibt; und
- [0104] [Fig. 18](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Adhäsionsarbeit und der Bildqualität bei verlängertem Gebrauch wiedergibt.
- [0105] Die vorliegende Erfindung wird nunmehr in größeren Einzelheiten unter Bezugnahme auf die beige-fügten Zeichnungen, wann immer erforderlich, beschrieben.
- [0106] Obwohl die ein lichtempfindliches Element vom a-Si-Typ aufweisende Bilderzeugungsvorrichtung mit einer Heizeinrichtung zum Erhitzen des lichtempfindlichen Elementes versehen sein kann, handelt es sich aus Energiespargründen bei der Heizeinrichtung vorzugsweise um eine solche mit geringer Leistung oder kann diese vollständig entfallen.
- [0107] Der Spielraum des lichtempfindlichen Elementes relativ zu geschmolzenem Toner wird erweitert, wenn die Oberflächentemperatur des lichtempfindlichen Elementes fällt.
- [0108] Es ist selbstverständlich, daß sich, die Betriebseigenschaften des lichtempfindlichen Elementes einschließlich des Tragvermögens der elektrostatischen Ladung mit einer Temperaturänderung nicht verändern, wenn eine Heizeinrichtung geringer Leistung oder gar keine Heizeinrichtung verwendet wird.
- [0109] Ein für die Zwecke der Erfindung verwendetes lichtempfindliches Element vom a-Si-Typ hat vorzugsweise verbesserte Betriebseigenschaften. Ein solches lichtempfindliches Element vom a-Si-Typ umfasst vorzugsweise eine fotoleitende Schicht, die Wasserstoff mit 10 bis 30 Atom% enthält und ein charakteristisches Energieniveau von 50 bis 60 meV am exponentiellen Urbach-Ende des Fotoabsorptionsspektrums sowie eine lokalisierte Zustandsdichte von  $1 \times 10^{14}$  bis  $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  besitzt.
- [0110] Die Vorteile der vorliegenden Erfindung werden erhöht, wenn ein lichtempfindliches Element vom a-Si-Typ mit einer verbesserten Temperaturcharakteristik in bezug auf eine Änderung des Tragvermögens von elektrischer Ladung mit der Temperatur als Kombination mit dem obigen Effekt verwendet wird.
- [0111] Es werden nunmehr der Gesamtprozeß der Elektrofotografie und die in diesem Prozeß verwendete Reinigungseinheit in Verbindung mit [Fig. 1](#), die ein Blockdiagramm einer Bilderzeugungsvorrichtung zeigt, beschrieben.
- [0112] Gemäß [Fig. 1](#) wird das lichtempfindliche Element **101**, das sich in Richtung des Pfeiles X drehen kann, von einer Hauptcoronaeinheit **102**, einer Stelle **103** zur Ausbildung eines latenten elektrostatischen Bildes, einer Entwicklungseinheit **104**, einem Kopierpapierzuführsystem **105**, einer Transfercoronaeinheit **106A**, einer Trenncoronaeinheit **106B**, einer Reinigungseinheit **107**, einem Abgabesystem **108** und einer konditionierenden Lichtquelle **109** umgeben. Falls erforderlich, kann das lichtempfindliche Element **101** mit einer Heizeinrichtung **125** für die innere Umfangsfläche zum Steuern der Temperatur des lichtempfindlichen Elementes **101** versehen sein.
- [0113] Bei dem Bilderzeugungsprozeß wird die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes **101** von der Hauptcoronaeinheit **102**, an die eine Hochspannung von + 5 bis 10 kV durch eine Spannungsanlageeinrichtung (nicht gezeigt) angelegt wird, gleichmäßig und elektrostatisch aufgeladen.
- [0114] Im Betrieb wird Licht von einer Lampe **110** emittiert und vom Original **112**, das auf einer Originalglasablage **111** angeordnet ist, und des weiteren von Spiegeln **113**, **114**, **115** reflektiert, bevor es von einer Linse **118** der Linseneinheit **117** fokussiert und vom Spiegel **116** reflektiert wird, um die Stelle des lichtempfindlichen Elementes zur Ausbildung eines latenten elektrostatischen Bildes zu belichten und auf dieser ein latentes elektrostatisches Bild auszubilden.
- [0115] Das latente Bild wird von der Entwicklungseinheit **104**, an die eine vorgegebene Wechselspannung (Wechselstrom) oder Wechsel- plus Gleichspannung (Gleichstrom) angelegt wird, mit Toner negativer Polarität (hiernach als "negativer Toner" bezeichnet) versorgt, um eine Umwandlung in ein Tonerbild durchzuführen.

[0116] Kopierpapier P wird vom Kopierpapierzuführsystem **105** von einer Kopierpapierführung **119** geführt zugeführt, wobei der Vorderrand eines Kopierpapierblattes von Registerrollen **122** gehalten wird, so daß das auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes **101** ausgebildete Tonerbild mit Hilfe der Transfercoronaeinheit **106A** auf das Kopierpapier P übertragen wird. An die Transfercoronaeinheit wird eine Hochspannung von 7 bis 8 kV gelegt, wobei ein elektrisches Feld mit einer Polarität, die zu der des Toners entgegengesetzt ist, zwischen der Transfercoronaeinheit **106A** und dem lichtempfindlichen Element **101** von hinten erzeugt wird.

[0117] Dann wird das Kopierpapier P vom lichtempfindlichen Element **101** mit Hilfe der Trenncoronaeinheit **106B** und/oder einer Trenneinrichtung, wie beispielsweise einer Trennklinke (nicht gezeigt), getrennt und mit Hilfe des Kopierpapiertransferabgabesystems **108** zu einer Fixiereinheit **123** bewegt, in der das Tonerbild von Fixierrollen **124**, die in der Fixiereinheit **123** angeordnet sind, fixiert wird, bevor es zur Außenseite der Bilderzeugungsvorrichtung abgegeben wird.

[0118] Der restliche Toner auf dem lichtempfindlichen Element **101** wird vom Reinigungsblatt **120**, das in der Reinigungseinheit **107** angeordnet ist, abgestreift. Die Reinigungseinheit **107** kann zusätzlich eine Reinigungsrolle umfassen. Nach dem Reinigungsvorgang wird das auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes verbleibende latente elektrostatische Bild von einer konditionierenden Lichtquelle **109** gelöscht.

[0119] Bei der Bilderzeugungsvorrichtung der [Fig. 1](#) handelt es sich um eine Analogbilderzeugungsvorrichtung, bei der das lichtempfindliche Element positiv elektrifiziert und negativ elektrifizierter Toner verwendet wird.

[0120] Im Falle einer Digitalbilderzeugungsvorrichtung wird vom Original reflektiertes Licht in ein Signal umgewandelt, bevor die Stelle **103** zur Erzeugung des latenten elektrostatischen Bildes mit dem reflektierten Licht belichtet wird. Als Licht kann kohärentes Licht, wie ein Laserstrahl, mit einer vorgegebenen Wellenlänge in Abhängigkeit von der Lichtempfindlichkeit und anderen Eigenschaften des lichtempfindlichen Elementes verwendet werden.

[0121] Die Polarität der elektrostatischen Aufladung, die Polarität des Toners, der Prozeß der elektrostatischen Aufladung und der Entwicklungsprozeß sowie der Übertragungsprozeß und die einzusetzenden Spannungen können in Abhängigkeit von den jeweiligen Umständen verändert werden.

#### Reinigungseinrichtung

[0122] [Fig. 2](#) zeigt schematisch eine Reinigungseinheit, die für die Zwecke der Erfindung verwendet werden kann.

[0123] Die Reinigungseinheit **301** der [Fig. 2](#) umfaßt ein Reinigungsblatt **302**, das typischerweise aus Urethankautschuk hergestellt ist, eine Reinigungsrolle **303** aus Silikonkautschuk, Schwamm oder einem magnetischen Material, eine Abstreifrolle **304**, einen Abfalltonerpool **305** und ein Abfalltonerabgabesystem **306**.

[0124] Die Reinigungseinheit kann durch eine ähnliche Reinigungseinheit ersetzt werden, die einige der vorstehend aufgeführten Komponenten und/oder einige andere Komponenten aufweist.

[0125] Das Reinigungsblatt **302** ist so angeordnet, daß es mit einem geeigneten Anschlagdruck oder mit einer geeigneten Eindringgröße gleichmäßig gegen die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes stößt. Das Reinigungsblatt **302** kann, falls erforderlich, mit einem Vergleichmäßigungs- oder Verschiebemechanismus versehen sein, um die Gleichmäßigkeit des Anschlages zwischen sich und der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes zu verbessern.

[0126] Falls erforderlich, ist ferner eine Reinigungsrolle **303** in der Nachbarschaft des Reinigungsblattes **302** angeordnet. Diese Reinigungsrolle **303** besteht aus einem elastischen Material, wie Silikonkautschuk, einem Schwammmaterial oder einem magnetischen Material und/oder ist einer Vorspannung ausgesetzt, deren Polarität zu der des Toners entgegengesetzt ist.

[0127] Die Reinigungsrolle **303** stößt direkt oder indirekt gegen das lichtempfindliche Element über magnetisches Pulver, wie Toner, das durch magnetische Kräfte an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes zum Haften gebracht wird.

**[0128]** Des weiteren kann eine Reinigungsbürste aus Kunstharzfaser oder Metallfaser unabhängig oder in Kombination mit einer Reinigungsrolle aus Kunstharz oder einem magnetischen Material verwendet werden.

**[0129]** Wenn die Reinigungseinrichtung, die das Reinigungsblatt **302** aus Urethankautschuk umfasst, das in der Reinigungseinheit **301** angeordnet ist, relativ zur Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes bewegt wird, entsteht Reibung.

**[0130]** Die an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes haftenden Materialien werden unter dem Effekt der erzeugten Reibungskraft abgescheuert und abgestreift. Der abgestreifte und gesammelte Toner (gesammelter Toner) wird von der Abstreifrolle (oder dem Abstreifer) **304** teilweise von der Reinigungsrolle **303** entfernt und einem Abfalltonerspeicherbehälter (nicht gezeigt) über den Abfalltonerpool **305** der Reinigungseinheit und das Abfalltonerabgabesystem **306** zugeführt.

**[0131]** Wie vorstehend erläutert, ist eine beträchtliche Last, typischerweise in der Form einer Reibkraft, erforderlich, um die auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes angeordneten Fremdmaterialien abzuschuern und zu entfernen.

**[0132]** Der Anschlagdruck des Reinigungsblattes **302** oder, einfacher gesagt, der Druck des Reinigungsblattes liegt vorzugsweise zwischen 2 und 100 gf/cm, bevorzugter zwischen 5 und 50 gf/cm, wie die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zeigen, die die Beziehung zwischen dem Reinigungsvermögen und dem abgesplitterten Zustand des Blattes zeigen. [Fig. 4](#) zeigt ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem Lineardruck eines Reinigungsblattes und dem Reinigungsvermögen desselben verdeutlicht (hiernach in der Form von Auswertungsergebnissen beschrieben), wenn die Spaltbreite (W) (die Breite des Kontaktes der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes und des Blattes) zwischen 30 und 120 µm variiert wird. [Fig. 5](#) ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem Lineardruck eines Reinigungsblattes und dem abgesplitterten bzw. abgeblättern Zustand desselben (hiernach in der Form von Auswertungsergebnissen beschrieben) zeigt, wenn die Höhe (H) der Vorsprünge auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes zwischen 0 und 20 µm variiert wird.

**[0133]** Somit wird der Anschlagdruck des Reinigungsblattes in Abhängigkeit vom Material des lichtempfindlichen Elementes, dem Oberflächenprofil einschließlich von Vorsprüngen und der Relativgeschwindigkeit der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes so gewählt, daß er im obigen Bereich liegt.

**[0134]** Die Reinigungsrolle **303** wird so angetrieben, daß sie sich mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit relativ zur Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes dreht, wenn sie in direktem oder indirektem Kontakt mit der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes gehalten wird.

**[0135]** Wie vorstehend beschrieben, ist die Reinigungsrolle **303** in der Reinigungseinheit **301** angeordnet, wobei eine Abstreifrolle (oder ein Abstreifer) **304** in Anschlag damit gehalten wird.

**[0136]** Die Reinigungsrolle **303** wird so angetrieben und gedreht, daß sich ihre Oberfläche mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit relativ zur Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes bewegt, so daß ihre Oberfläche die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes abschuern kann.

**[0137]** Die Bewegungsgeschwindigkeit der Reinigungsrolle wird als positiv (+) ausgedrückt, wenn sie sich in Richtung der Bewegung des lichtempfindlichen Elementes (hiernach als "vorwärts" bezeichnet) bewegt. Die Bewegungsgeschwindigkeit ist die Relativgeschwindigkeit in bezug auf das lichtempfindliche Element.

**[0138]** Um eine ungleichmäßige Reinigung und örtliche Streifen zu verhindern, liegt die Reinigungsgeschwindigkeit bei mehr als + 100 %, zwischen + 5 % und + 100 % oder zwischen - 4 % und - 80 %.

**[0139]** Die Relativgeschwindigkeit wird nunmehr beschrieben und definiert.

**[0140]** Der hier verwendete Wert "+ 100 %" betrifft einen Zustand, in dem sich die Reinigungsrolle mit einer Geschwindigkeit vorwärts bewegt, die der Bewegungsgeschwindigkeit der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes entspricht.

**[0141]** Der hier verwendete Wert "- 100%" betrifft einen Zustand, in dem sich die Reinigungsrolle rückwärts oder umgekehrt mit einer Geschwindigkeit dreht, die der Bewegungsgeschwindigkeit der Oberfläche der Reinigungsrolle entspricht.

- [0142] Wenn sich die Reinigungsrolle vollständig im Stillstand befindet, ist die Relativgeschwindigkeit "0 %".
- [0143] Wenn sich die Reinigungsrolle relativ zur Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes an der Anschlagstelle rückwärts dreht, kann ein guter Reinigungseffekt mit einer geringen Umdrehungsrate im Vergleich zu einem Zustand, in dem sich die Rolle vorwärts dreht, erzielt werden.
- [0144] Dies ist signifikant, wenn man den Antriebsmotor der Reinigungsrolle **303** betrachtet. Es kann jedoch auch ein zufriedenstellender Reinigungseffekt erzielt werden, wenn die Reinigungsrolle mit einer geeigneten Relativgeschwindigkeit vorwärts angetrieben wird.
- [0145] Des Weiteren kann die Reinigungsrolle in irgendeiner Richtung angetrieben werden, solange sie die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes abscheuern kann.
- [0146] Beispielsweise kann sie nicht nur in Drehrichtung des lichtempfindlichen Elementes (parallel zur Blattebene von [Fig. 4](#) oder [Fig. 5](#)), sondern auch in Richtung der Drehachse des lichtempfindlichen Elementes (senkrecht zur Blattebene von [Fig. 4](#) oder [Fig. 5](#)) bewegt werden. Darüber hinaus kann sie in einer Richtung bewegt werden, die durch eine geeignete Kombination der obigen zwei Richtungen erhalten wird.
- [0147] In jedem Fall sollte die Relativgeschwindigkeit nicht gleich  $0^\circ$  betragen und vorzugsweise außerhalb des Bereiches von  $-4\%$  bis  $+4\%$  liegen.
- [0148] Auch kann die Reinigungsrolle **303** mit einem Mechanismus zum Regulieren der Distanz zwischen sich und der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes oder der Spaltbreite und des Anschlagdrucks versehen sein.
- [0149] Wenn eine Reinigungsvorrichtung verwendet wird, die von einer magnetischen Kraft oder einer Coulomb'schen Kraft Gebrauch macht, werden die an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes haftenden Materialien durch die magnetische Kraft oder die Coulomb'sche Kraft der Einheit an die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes angezogen und von dieser entfernt.
- [0150] Eine solche Reinigungsvorrichtung wird vorzugsweise so angetrieben, daß sie sich in entsprechender Weise wie die vorstehend beschriebene Reinigungsrolle zum Abscheuern der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes bewegt, um die angesammelten Fremdmaterialien abzugeben und den Anzieheffekt der Reinigungsrollenoberfläche aufrechtzuerhalten.
- [0151] Wie vorstehend erläutert, besteht der Zweck des Reinigungsvorganges darin, die Fremdmaterialien auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes einschließlich des restlichen Toners mit einer Kraft zu entfernen, die größer ist als die Kraft, mit der sie an der Oberfläche haften.
- [0152] Somit kann die Belastung des Reinigungsvorganges reduziert werden, wenn die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes ein geringes Haftungsvermögen oder Benetzungspotential besitzt. Das Haftungsvermögen der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes kann in der Form der freien Oberflächenenergie (Synonym der Oberflächenspannung) detektiert werden.
- Freie Oberflächenenergie
- [0153] Es wird nunmehr die freie Oberflächenenergie beschrieben.
- [0154] Fremdmaterialien einschließlich des restlichen Toners haften an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes durch intermolekulare Kräfte (van der Waals'sche Kräfte), die physikalische Bindungen erzeugen.
- [0155] Intermolekulare Kräfte werden auf der obersten Fläche eines Objektes durch die freie Oberflächenenergie ( $\gamma$ ) erzeugt.
- [0156] Grob gesagt wird ein Objekt auf dreierlei Arten benetzt. Es gibt ein "Adhäsionsbenetzen", mit dem Objekt 1 an Objekt 2 haftet, ein "Ausbreitungsbenetzen", mit dem sich Objekt 1 auf Objekt 2 ausbreitet, und ein "Tauchbenetzen", mit dem Objekt 1 in Objekt 2 eintaucht oder einsinkt.

## "Adhäsionsbenetzen"

**[0157]** In bezug auf die freie Oberflächenenergie ( $\gamma$ ) und das Benetzungspotential wird die Beziehung zwischen Objekt 1 und Objekt 2 durch die nachfolgende Gleichung (1) ausgedrückt, die aus der Young'schen Gleichung erhalten wird.

$$\gamma_1 = \gamma_2 \cos\theta_{12} + \gamma_{12} \quad (1)$$

worin bedeuten:

- $\gamma_1$ : freie Oberflächenenergie der Oberfläche von Objekt 1,
- $\gamma_2$ : freie Oberflächenenergie von Objekt 2,
- $\gamma_{12}$ : freie Grenzflächenenergie von Objekt 1/Objekt 2 und
- $\theta_{12}$ : Kontaktwinkel von Objekt 1/Objekt 2.

**[0158]** Das Benetzungsvermögen von Objekt 2 relativ zu Objekt 1, wenn letzteres am ersten haftet, das zum Phänomen des "Adhäsionsbenetzens" (hiernach als Adhäsionsarbeit  $W_{a_{12}}$  bezeichnet) führt, kann durch die nachfolgende Gleichung (2) ausgedrückt werden, die aus der Dupre'schen Gleichung erhalten wurde:

$$\gamma_1 + \gamma_2 = W_{a_{12}} + \gamma_{12} \quad (2)$$

worin  $W_{a_{12}}$  die Adhäsionsarbeit von Objekt 1/Objekt 2 (Synonym "Haftungsvermögen") bedeutet.

**[0159]** Aus den Gleichungen (1) und (2) wird die Adhäsionsarbeit  $W_{a_{12}}$  durch die nachfolgende Gleichung (3) ausgedrückt:

$$W_{a_{12}} = \gamma_2 \times (1 + \cos\theta_{12}) \quad (3)$$

**[0160]** Im Falle der Haftung von Toner am lichtempfindlichen Element einer Bilderzeugungsvorrichtung ist in der obigen Gleichung das lichtempfindliche Element Objekt 1 und der Toner Objekt 2.

**[0161]** Aus Gleichung (3) kann der Wert  $\theta_{12}$  erhöht werden, um das Benetzungsvermögen zu verringern, indem die Adhäsionsarbeit  $W_{a_{12}}$  des lichtempfindlichen Elementes und des Toners verringert wird.

**[0162]** Während der Kontaktwinkel  $\theta_{12}$  zwischen einem festen Objekt und einem flüssigen Objekt direkt gemessen werden kann, um die Adhäsionsarbeit hiervon zu bestimmen, ist es nicht möglich, den Kontaktwinkel  $\theta_{12}$  zwischen zwei festen Objekten, wie einem lichtempfindlichen Element und Toner, direkt zu messen.

**[0163]** Vom Blickwinkel der vorliegenden Erfindung her ist sowohl das lichtempfindliche Element als auch der Toner fest, so daß daher der Kontaktwinkel dazwischen nicht direkt ermittelt werden kann. Daher muß die Adhäsionsarbeit eines lichtempfindlichen Elementes und von Toner ermittelt werden, indem die miteinander in Beziehung stehenden Komponenten der freien Oberflächenenergie ( $\gamma$ ) eines jeden Objektes erhalten werden, wie hiernach beschrieben.

**[0164]** Y. Kitazaki und T. Hata et al. berichteten in "Annual Report of Japan Association of Adhesion 8 (3)", S. 131–141 (1972), daß die Forke'sche Theorie in bezug auf nicht polare intermolekulare Kräfte auf Komponenten einer intermolekularen Kraft vom polaren oder Wasserstoffbindungstyp vom Gesichtspunkt der freien Oberflächenenergie (Synonym der Oberflächenspannung) her erweitert werden kann.

**[0165]** Somit kann auf der Basis der erweiterten Forke'schen Theorie die freie Oberflächenenergie für unterschiedliche Objekte in der Form von zwei oder drei Komponenten bestimmt werden. Nachfolgend wird eine Theorie der Adhäsionsbenetzung in der Form von drei Komponenten beschrieben. Diese Theorie basiert auf der folgenden Annahme.

## 1. Additivitätsregel der freien Oberflächenenergie ( )

$$\gamma = \gamma^d + \gamma^p + \gamma^h \quad (4)$$

worin bedeuten:

- $\gamma^d$ : Bipolare Komponente (Benetzung durch Polarität = Adhäsion),  
 $\gamma^p$ : Dispersive Komponente (nicht polare Benetzung = Adhäsion) und  
 $\gamma^h$ : Wasserstoffbindungskomponente (Benetzen durch Wasserstoffbindung = Adhäsion).

## 2. Additivitätsregel der Adhäsionsarbeit ( $W_{a_{12}}$ )

$$W_{a_{12}} = W_{a_{12}}^d + W_{a_{12}}^p + W_{a_{12}}^h \quad (5)$$

worin bedeuten:

- $W_{a_{12}}^d$ : Dipolkomponente (Benetzung = Adhäsion infolge von Polarität),  
 $W_{a_{12}}^p$ : Dispersionskomponente (Benetzung = Adhäsion durch nicht polaren Faktor) und  
 $W_{a_{12}}^h$ : Wasserstoffbindungskomponente (Benetzung. = Adhäsion durch Wasserstoffbindung)

## 3. Regel des geometrischen Durchschnitts der Adhäsionsarbeit ( $W_{a_{12}}$ )

$$\left. \begin{aligned} W_{a_{12}}^d &= \sqrt{\gamma_1^d \times \gamma_2^d} \\ W_{a_{12}}^p &= \sqrt{\gamma_1^p \times \gamma_2^p} \\ W_{a_{12}}^h &= \sqrt{\gamma_1^h \times \gamma_2^h} \end{aligned} \right\} \dots (6)$$

## 4. Intermolekulare Kraft

**[0166]** Die freie Oberflächenenergie und die Adhäsionsarbeit von unterschiedlichen Komponenten beeinflussen einander nicht.

**[0167]** Durch Anwendung dieser Regel bei der Forkes'schen Theorie kann die freie Grenzflächenenergie  $\gamma_{12}$  von zwei Objekten durch die nachfolgenden Formeln (3) und (4) ausgedrückt werden:

$$\gamma_{12} = \gamma_1 + \gamma_2 - 2 \cdot (\gamma_1^d \cdot \gamma_2^d)^{1/2} - 2 \cdot (\gamma_1^p \cdot \gamma_2^p)^{1/2} - 2 \cdot (\gamma_1^h \cdot \gamma_2^h)^{1/2} \quad (7)$$

$$\gamma_{12} = \left\{ \sqrt{(\gamma_1^d)} - \sqrt{(\gamma_2^d)} \right\}^2 + \left\{ \sqrt{(\gamma_1^p)} - \sqrt{(\gamma_2^p)} \right\}^2 - \left\{ \sqrt{(\gamma_1^h)} - \sqrt{(\gamma_2^h)} \right\}^2 \quad \dots (8)$$

**[0168]** Aus den obigen zwei Gleichungen und aus Gleichung (2) kann die folgende Gleichung erhalten werden:

$$W_{a_{12}} = 2 \cdot (\gamma_1^d \cdot \gamma_2^d)^{1/2} + 2 \cdot (\gamma_1^p \cdot \gamma_2^p)^{1/2} + 2 \cdot (\gamma_1^h \cdot \gamma_2^h)^{1/2} \quad (9)$$

**[0169]** Wenn es sich bei den Objekten 1 und 2 um ein lichtempfindliches Element und anhaftende Materialien einschließlich Toner und andere Fremdmaterialien handelt, muß keines dieser Objekte verflüssigt werden, um die freie Oberflächenenergie eines jeden Objektes und somit die Adhäsionsarbeit ( $W_a$ ) hiervon zu bestimmen.

**[0170]** Somit kann die freie Oberflächenenergie unter Verwendung von Mitteln bestimmt werden, deren Komponenten p, d und h der freien Oberflächenenergie bekannt sind, und durch Messen der Adhäsion eines jeden dieser Mittel.

**[0171]** In einem Beispiel wurden reines Wasser, Methylenjodid und  $\alpha$ -Bromonaphthalin als Mittel ausgewählt, ihre entsprechenden Kontaktwinkel auf der Oberfläche eines lichtempfindlichen Elementes mit Hilfe eines Kontaktwinkelmeßgerätes Ca-S ROLL (Marke, erhältlich von der Firma Kyowa Kaimen) gemessen, und die freie Oberflächenenergie wurde mit Hilfe von Computersoftware EG-11 zum Analysieren der freien Oberflächenenergie

gie (Marke, erhältlich von der Firma Kyowa Kaimen) ermittelt.

**[0172]** Irgendwelche anderen Mittel, bei denen die Komponenten p, d und h in geeigneter Weise kombiniert werden können, können für die erfindungsgemäßen Zwecke ebenfalls verwendet werden. In entsprechender Weise kann auch irgendeine andere generell anwendbare Messtechnik, wie das Wilhelmy-Verfahren und das De Noui-Verfahren, erfindungsgemäß eingesetzt werden.

**[0173]** Wie vorstehend ausgeführt, gibt es mehrere Arten einer "Befeuchtung". Was jedoch die Beobachtung der Adhäsion oder Verschmelzung/Adhäsion von Toner an der Oberfläche eines lichtempfindlichen Elementes anbetrifft, so haftet der restliche Toner auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes an demselben, und, wenn das lichtempfindliche Element auf wiederholte Weise einem Reinigungs- und elektrostatischen Aufladeprozess unterzogen wird, verbreitet sich über die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes, um zu einem Film zu werden, der fest an der Oberfläche haftet, so daß das Benetzungsphänomen auftritt. Eine "Adhäsionsbenetzung" spielt daher eine wichtige Rolle bei der Haftung des restlichen Toners an der Oberfläche eines lichtempfindlichen Elementes.

**[0174]** Des weiteren vergrößern Fremdmaterialien, wie Papierabfall, Kolophonium und Talkum, die an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes haften, schließlich den Kontaktbereich mit dem lichtempfindlichen Element (hiernach als "Grenzfläche" bezeichnet), so daß ein starkes Benetzen stattfindet.

**[0175]** Wenn die Fremdmaterialien, die an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes haften, durch Feuchtigkeit "benetzt" werden können, sitzen sie direkt an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes, so daß das Bild auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes mit Graten versehen wird, welches Phänomen als "dichtes Feuchtigkeitsverschmieren" bezeichnet wird.

**[0176]** Beim Bilderzeugungsprozess durch Elektrofotografie haften diverse Substanzen einschließlich Toner an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes, wenn auch nur zeitweise.

**[0177]** Von diesen Substanzen müssen der Toner, der nicht auf das Kopierpapier übertragen wurde, oder der sogenannte "Resttoner" und andere Fremdmaterialien innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer gereinigt und entfernt werden.

**[0178]** Der hier verwendete Begriff "vorgesehene Zeitdauer" betrifft eine Zeitdauer von dem Zeitpunkt, von dem an diverse Substanzen, wenn auch nur zeitweise, an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes haften, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die anhaftenden Materialien auf wiederholte Weise einem Verbreitungs- und/oder weiteren Adhäsionszyklus ausgesetzt werden, um den Bereich der Grenzfläche zwischen ihnen und der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes zu vergrößern.

**[0179]** Wenn das lichtempfindliche Element unter derartigen Bedingungen gereinigt wird, beeinflussen die "Adhäsionsbenetzung" und die "Ausbreitungsbenetzung" von Fremdmaterialien das Reinigungsvermögen des lichtempfindlichen Elementes sowie die nutzbare Lebensdauer der Reinigungseinheit und des lichtempfindlichen Elementes wesentlich.

**[0180]** Daher gelangten die Erfinder der vorliegenden Erfindung zu der Auffassung, daß eine elektrofotografische Vorrichtung haltbar gemacht werden und Bilder hoher Qualität erzeugen kann, wenn die vorstehend definierte Adhäsionsarbeit ( $W_a$ ) gesteuert wird, und gelangten nach intensiven Untersuchungen zur Erfindung einer derartigen elektrofotografischen Vorrichtung.

#### Steuerung

**[0181]** Wie vorstehend beschrieben, sollte das Reinigungsvermögen des lichtempfindlichen Elementes, insbesondere die Reinigungsbelastung des lichtempfindlichen Elementes, so gesteuert werden, daß Bilder hoher Qualität auf einer beständigen Basis erhalten werden.

**[0182]** Als Ergebnis von intensiven Untersuchungen stellten die Erfinder der vorliegenden Erfindung fest, daß sowohl die Belastung des lichtempfindlichen Elementes als auch die der Reinigungseinheit reduziert werden kann, wenn die Adhäsionsarbeit ( $W_a$ ) aus der Benetzungsarbeit des lichtempfindlichen Elementes und des Toners (hiernach einfach als Adhäsionsarbeit  $W$  bezeichnet) auf einen Wert zwischen 60 und 110 mN/m, vorzugsweise zwischen 75 und 85 mN/m, gesteuert wird.

[0183] Die [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zeigen schematisch einen Teil der Entwicklungseinheit und das Verhalten des Toners.

[0184] Die Entwicklungseinheit **1001** der [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) enthält ein magnetisches Material **1003** und besitzt eine Entwicklungshülse **1002** zum Bewegen von Toner nahe an die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes, ein Abstreifblatt **1004** zum Steuern der Menge des auf dem Zylinder der Entwicklungseinheit **1001** abgelagerten Toners, eine Spannungsanlageeinrichtung (nicht gezeigt) zum Anlegen einer Entwicklungsvorspannung an die Entwicklungshülse **1002** und einen Tonerpool **1005** zum Lagern von Toner.

[0185] Eine Entwicklungsvorspannung (Wechselspannung + Gleichspannung) wird an die Entwicklungshülse **1002** in der Entwicklungseinheit **1001** gelegt, um einen Entwicklungsprozeß durchzuführen.

[0186] Es gibt zwei Arten von Toner, einen Einkomponententoner (magnetischen Toner) und einen Zweikomponententoner (Toner + Träger). Der Toner verhält sich unterschiedlich zwischen der Entwicklungshülse **1002** und dem lichtempfindlichen Element in Abhängigkeit von seiner Zusammensetzung.

[0187] Im Falle des Einkomponententoners, wie in [Fig. 6](#) gezeigt, bewegt sich der Toner mit einer hohen Geschwindigkeit zwischen der Entwicklungshülse **1002** und dem lichtempfindlichen Element hin und her, springt daher auf konstante Weise, und zwar in Abhängigkeit von der Korrelation der Entwicklungsvorspannung, insbesondere ihrer Wechselstromkomponente, und dem magnetischen Körper **1003** in der Entwicklungseinheit **1001**.

[0188] Dann wird der Toner auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes in Abhängigkeit von der Korrelation der Entwicklungsvorspannung, insbesondere ihrer Gleichstromkomponente, dem elektrischen Potential der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes und der magnetischen Kraft des magnetischen Körpers **1003** in der Entwicklungseinheit **1001** entwickelt.

[0189] Im Falle des Zweikomponententoners, wie in [Fig. 7](#) gezeigt, erstreckt sich der Toner von der Entwicklungshülse **1002** bis zur Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes in der Form von Ketten und kontaktiert die Oberfläche in einer Art und Weise wie bei einer magnetischen Bürste. Der Toner wird auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes in Abhängigkeit von der Korrelation der Entwicklungsvorspannung, insbesondere ihrer Gleichstromkomponente, dem elektrischen Potential der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes und der magnetischen Kraft des Magnetkörpers **1003** in der Entwicklungseinheit **1001** entwickelt.

[0190] Es ist wünschenswert, die Entwicklungsbedingungen einschließlich der Entwicklungsvorspannung in geeigneter Weise zu regulieren und einen geeigneten Toner in Abhängigkeit vom Typ und der Permittivität des lichtempfindlichen Elementes, der Prozessgeschwindigkeit und von anderen Faktoren zu regulieren.

[0191] Generell enthält Toner ein Additiv, das der Oberfläche der Partikel des klassierten Produktes zugesetzt ist (hiernach als äußeres Additiv bezeichnet), wobei im Falle des Zweikomponententoners ein als Träger bezeichnetes Material des weiteren zugesetzt ist.

[0192] Das äußere Additiv wird normalerweise in der Form von feinen Partikeln mit einem Durchmesser zwischen einigen 10 und einigen 1.000 Å, der kleiner ist als der Durchmesser von Partikeln des klassierten Produktes und als der Durchmesser von Partikeln des Trägers, zugesetzt.

[0193] In einem Versuch wurden der Partikeldurchmesser und die Durchmesservertelung des Toners mit Hilfe eines Partikelgrößenverteilungsmeßgerätes HEROS (Marke, erhältlich von der Firma JEOL) vom Laserbeugungstyp untersucht. Bei der tatsächlichen Messung wurde der Bereich zwischen 0,05 und 200 µm in eine logarithmische Unterteilung von 32 aufgeteilt, und ein 50 %-Durchschnittspartikeldurchmesser wurde als durchschnittlicher Partikeldurchmesser verwendet. Falls nicht anders ausgeführt, bezieht sich der hier verwendete Tonerpartikeldurchmesser auf den Partikeldurchmesser des klassierten Produktes und des Trägers mit Ausnahme des äußeren Additives.

[0194] Für den durchschnittlichen Gesamtpartikeldurchmesser können alternativ mehr als 100 Partikelproben willkürlich mit Hilfe eines optischen Mikroskops oder eines Rasterelektronenmikroskops herausgegriffen werden und kann die größte horizontale Sehnenlänge als durchschnittlicher Partikeldurchmesser verwendet werden.

**[0195]** Obwohl der durchschnittliche Partikeldurchmesser im Hinblick auf die Bildqualität vorzugsweise so klein wie möglich ist, liegt er im Hinblick auf das Reinigungsvermögen und eine einfache Herstellung vorzugsweise zwischen 1 und 50  $\mu\text{m}$ . Besonders bevorzugt liegt der durchschnittliche Partikeldurchmesser zwischen 2 und 20  $\mu\text{m}$ .

**[0196]** Für die Zwecke der Erfindung kann eine Vielzahl von klassierten Tonerprodukten und/oder eine Vielzahl von Trägern zum Gebrauch vermischt werden, wenn diese einen durchschnittlichen Partikeldurchmesser aufweisen, der in dem vorstehend genannten Bereich liegt.

**[0197]** Für die Zwecke der Erfindung sind die Tonerpartikel nicht unbedingt kugelförmig und können Oberflächenwellungen zeigen, solange wie sie einen durchschnittlichen Partikeldurchmesser besitzen, der in dem vorstehend definierten Bereich liegt.

**[0198]** Vorzugsweise wird der Abstand zwischen der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes und der Hülse (hiernach als "SD-Spalt" bezeichnet) hinsichtlich der Sprungbewegung des Toners, dem Kettenkontakt des Toners und der Verhinderung einer Streuung des Toners innerhalb der Entwicklungseinheit klein gehalten.

**[0199]** Wenn der SD-Spalt zu klein ist, können andererseits elektrische Entladungen zwischen dem lichtempfindlichen Element und der Entwicklungseinrichtung, wie dem Toner und der Entwicklungshülse, stattfinden, die das latente Bild nachteilig beeinflussen, und kann ferner die freie Bewegung des Toners behindert werden, so daß das lichtempfindliche Element und die Entwicklungseinrichtung beschädigt werden.

**[0200]** Daher wird erfindungsgemäß der SD-Spalt generell zwischen 50 und 1.000  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 100 und 600  $\mu\text{m}$ , gehalten.

#### Lichtempfindliches Elementes

**[0201]** Für die Zwecke der Erfindung ist das lichtempfindliche Element einer elektrofotografischen Vorrichtung vorzugsweise ein anorganisches lichtempfindliches Element, ein lichtempfindliches Element aus amorphem Silicium (hiernach als "lichtempfindliches a-Si-Element" bezeichnet), das insbesondere durch Verwendung von amorphem Silicium als Hauptmaterial hergestellt wird, oder ein organisches lichtempfindliches Element (OPC) aus einem organischen Halbleitermaterial.

**[0202]** Lichtempfindliche a-Si-Elemente werden in geeigneter Weise in einem Medium für Hochgeschwindigkeitskopiergeräte verwendet und arbeiten auf beständige Weise mit einer langen nutzbaren Lebensdauer, wenn sie sehr häufig eingesetzt werden.

**[0203]** Für eine Bilderzeugungsvorrichtung, die ein derartiges elektrofotografisches lichtempfindliches Element umfaßt, spielt der Reinigungsschritt im elektrofotografischen Prozeß eine sehr signifikante Rolle, um eine hohe Effizienz und eine verlängerte nutzbare Lebensdauer der Vorrichtung zu realisieren.

**[0204]** Andererseits werden OPCs häufig und in geeigneter Weise in Kartuschen von LBPs und Kopiergeräten mit niedriger bis mittlerer Geschwindigkeit verwendet.

**[0205]** Ein OPC ist ein lichtempfindliches Element, das Bilder mit hoher Qualität liefern kann. Ein OPC besitzt keine Oberfläche, die so hart ist wie die eines lichtempfindlichen a-Si-Elementes.

**[0206]** Daher kann die Filmdicke der lichtempfindlichen Schicht aus OPC reduziert und auf diese Weise die nutzbare Lebensdauer des lichtempfindlichen Elementes und der der Kartusche, die dieses enthält, verringert werden, wenn die Oberfläche mit einem Reinigungsblatt abgescuert wird.

**[0207]** Wie vorstehend erläutert, kann jedoch die nutzbare Lebensdauer des lichtempfindlichen Elementes verlängert werden, indem die vom Reinigungsblatt ausgeübte Belastung einschließlich des linearen Drucks verringert wird, um auf diese Weise die Abfallrate der Filmdicke des lichtempfindlichen Elementes zu verringern.

#### Lichtempfindliches a-Si-Element

**[0208]** Während ein lichtempfindliches a-Si-Element, das für die Zwecke der Erfindung verwendet wird, ein solches von einem bekannten üblichen Typ sein kann, der ein elektrisch leitendes Substrat und eine lichtemp-

findliche Schicht einschließlich einer fotoleitenden Schicht aus einem Nichteinkristallmaterial, das Siliciumatome enthält, die als Hauptelement wirken, umfasst und dem, falls erforderlich, Wasserstoff (H) oder Halogen (X) zugesetzt wird (hiernach manchmal als "a-Si:H,X" bezeichnet), kann das Verhalten eines derartigen lichtempfindlichen Elementes über geeignete Mittel verbessert werden, wann immer erforderlich. Falls erforderlich, kann die lichtempfindliche Schicht eine Oberflächenschicht und eine Ladungsinjektionsverhinderungsschicht (Barrierenschicht) zusätzlich zur fotoleitenden Schicht enthalten.

**[0209]** Bei einem lichtempfindlichen Element vom a-Si-Typ, der für die Zwecke der Erfindung ein verbessertes Verhalten zeigt, enthält die fotoleitende Schicht vorzugsweise Wasserstoff mit 10 bis 30 Atom% und besitzt ein charakteristisches Energieniveau von 50 bis 60 meV am exponentiellen Urbach-Ende des Fotoabsorptionsspektrums sowie eine lokalisierte Zustandsdichte von  $1 \times 10^{14}$  bis  $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ .

**[0210]** Ein lichtempfindliches Element, das für eine Bilderzeugungsvorrichtung verwendet wird, die in der vorstehend beschriebenen Weise ausgebildet ist, besitzt ausgezeichnete Eigenschaften in bezug auf das elektrische, optische und fotoleitende Verhalten, die Bildqualität, die Haltbarkeit und die Umwelteignung einschließlich der Temperaturabhängigkeit des Tragvermögens seiner elektrostatischen Ladung.

**[0211]** Das für die vorliegende Erfindung verwendete fotoleitende Element wird nunmehr in Verbindung mit den Zeichnungen in größeren Einzelheiten erläutert.

**[0212]** Die [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8F](#) sind schematische Schnittansichten von lichtempfindlichen Elementen, die für eine erfindungsgemäß ausgebildete Bilderzeugungsvorrichtung verwendet werden können.

**[0213]** Das für eine Bilderzeugungsvorrichtung gemäß [Fig. 8A](#) verwendete lichtempfindliche Element **700** besitzt eine lichtempfindliche Schicht **702**, die auf einem Substrat **701** angeordnet ist, das für das lichtempfindliche Element wirkt. Die lichtempfindliche Schicht **702** umfaßt eine fotoleitende Schicht **703** aus a-Si:H, X.

**[0214]** Das für die in [Fig. 8B](#) gezeigte Bilderzeugungsvorrichtung verwendete lichtempfindliche Element **700** umfaßt ebenfalls eine lichtempfindliche Schicht **702**, die auf einem Substrat **701** angeordnet ist, das für das lichtempfindliche Element wirkt. Die lichtempfindliche Schicht **702** umfaßt eine fotoleitende Schicht **703** aus a-Si:H, X und eine Oberflächenschicht **704** aus amorphem Silicium (oder nicht monokristallinem Kohlenstoff (d.h. amorphem Kohlenstoff)).

**[0215]** Das für die Bilderzeugungsvorrichtung gemäß [Fig. 8C](#) verwendete lichtempfindliche Element **700** umfaßt ebenfalls eine lichtempfindliche Schicht **702**, die auf einem Substrat **701** angeordnet ist, das für das lichtempfindliche Element wirkt. Die lichtempfindliche Schicht **702** besitzt eine fotoleitende Schicht **703** aus a-Si:H, X, eine Oberflächenschicht **704** aus amorphem Silicium (oder amorphem Kohlenstoff) und eine Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** aus amorphem Silicium.

**[0216]** Beide lichtempfindliche Elemente **700**, die für eine Bilderzeugungsvorrichtung der [Fig. 8D](#) und [Fig. 8E](#) Verwendung finden, besitzen ebenfalls eine lichtempfindliche Schicht **702**, die auf einem Substrat **701** angeordnet ist, das für das lichtempfindliche Element wirkt. Die lichtempfindliche Schicht **702** umfaßt eine Ladungserzeugungsschicht **707** aus a-Si:H, X, eine Ladungstransportschicht **708**, wobei die Ladungserzeugungsschicht **707** und die Ladungstransportschicht **708** eine fotoleitende Schicht **703** bilden, und eine Oberflächenschicht **704** aus amorphem Silicium (oder amorphem Kohlenstoff). Das lichtempfindliche Element **700** für die in [Fig. 8E](#) gezeigte Bilderzeugungsvorrichtung umfaßt zusätzlich eine Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** aus amorphem Silicium, die zwischen der Ladungstransportschicht **708** und dem Substrat **701** angeordnet ist.

**[0217]** Das für die Bilderzeugungsvorrichtung der [Fig. 8F](#) verwendete lichtempfindliche Element **700** unterscheidet sich von seinem Gegenpart der [Fig. 8E](#) in bezug auf die Reihenfolge der Anordnung der Ladungserzeugungsschicht **707** und der Ladungstransportschicht **708**, vom Substrat **701** aus gesehen. Dabei sind beim lichtempfindlichen Element der [Fig. 8F](#) die Ladungserzeugungsschicht **707** und die Ladungstransportschicht **708** nacheinander auf die Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** aus amorphem Silicium in der vorstehend genannten Reihenfolge gelegt.

Substrat 701

**[0218]** Das Substrat kann elektrisch leitend oder elektrisch isolierend sein. Wenn es elektrisch leitend ist, können die zu dessen Herstellung verwendeten Materialien Metalle, wie Al, Cr, Mo, Au, In, Nb, Te, V, Ti, Pt, Pd und

Fe, und Legierungen hiervon, wie rostfreier Stahl, umfassen. Alternativ dazu kann ein elektrisch isolierendes Substrat verwendet werden, das aus einem Film oder einer Folie aus Kunstharz, wie Polyester, Polyethylen, Polycarbonat, Zelluloseacetat, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polystyrol oder Polyamid, oder Glas oder Keramik besteht und eine elektrisch leitend gemachte Oberfläche auf mindestens der Seite zur Ausbildung einer lichtempfindlichen Schicht aufweist.

**[0219]** Das Substrat **701** kann eine zylindrische Form oder die Form eines Endlosbandes mit einer glatten oder gewellten Oberfläche besitzen. Die Dicke des Substrates kann so ausgewählt werden, daß hiermit ein lichtempfindliches Element **700** hergestellt werden kann, das in geeigneter Weise für eine Bilderzeugungsvorrichtung verwendet werden kann, und ist normalerweise größer als 10 µm aus Herstellungs-, Handhabungs- und Gründen der mechanischen Festigkeit.

**[0220]** Insbesondere dann, wenn das lichtempfindliche Element zur Aufzeichnung von Bildern mit Hilfe von kohärentem Licht, wie einem Laserstrahl, verwendet wird, kann das Substrat **701** auf seiner Oberfläche Wellungen innerhalb einer Grenze aufweisen, mit der die Zahl der fotoerzeugten Träger nicht wesentlich reduziert wird, um auf wirksame Weise die Möglichkeit der Erzeugung von fehlerhaften Fehlern infolge von Interferenzringen, die auf sichtbaren Bildern entstehen, zu vermeiden. Die japanischen Offenlegungsschriften 60-168156, 60-178457, 60-225854 und 61-231561 beschreiben bekannte Verfahren zum Herstellen von Wellungen auf einem Substrat **701**, die für die Zwecke der Erfindung eingesetzt werden können.

**[0221]** Als alternative Technik zum wirksamen Eliminieren der Möglichkeit der Erzeugung von fehlerhaften Bildern infolge von Interferenzringen, die auftreten können, wenn kohärentes Licht, wie ein Laserstrahl, verwendet wird, kann eine Lichtabsorptionsschicht oder eine Antiinterferenzschicht oder ein entsprechender Bereich in oder unter der lichtempfindlichen Schicht **702** ausgebildet werden.

**[0222]** Die Feinheit/Grobheit der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes kann durch die Ausbildung von feinen Schrammen auf der Oberfläche des Substrates gesteuert werden. Derartige Schrammen können mit Hilfe eines Poliermaterials oder durch chemisches Ätzen, Trockenätzen im Plasma oder Sputtern erzeugt werden. Die Tiefe der Schrammen bzw. Kratzer kann derart sein, daß hierdurch die Zahl der fotoerzeugten Träger nicht wesentlich reduziert wird.

#### Fotoleitende Schicht 703

**[0223]** Für die Zwecke der Erfindung wird die fotoleitende Schicht **703** als Teil der lichtempfindlichen Schicht **702** auf dem Substrat **701** mit, falls erforderlich, einer Unterschicht (nicht gezeigt), die dazwischen angeordnet ist, typischerweise mit Hilfe einer Vakuumabscheidefilmbildetechnik mit Parametern, die in geeigneter Weise ausgewählt werden, um die gewünschten Eigenschaften zu erhalten, erzeugt. Spezielle Dünnschichtabscheidetechniken, die für die Zwecke der Erfindung verwendet werden können, umfassen Glimmentladetechniken (Wechselstromentlade-CVD-Techniken, wie Niedrigfrequenz-CVD, Hochfrequenz-CVD und Mikrowellen-CVD, sowie Gleichstromentlade-CVD-Techniken), Sputtern, Vakuumbedampfen, Ionenplattieren, fotoassistiertes CVD und thermisches CVD.

**[0224]** Aus der vorstehend wiedergegebenen Liste von Dünnschichtabscheidetechniken kann eine geeignete Technik in Abhängigkeit von den Herstellbedingungen, dem Kapitalinvestment, dem Herstellungsumfang, den Eigenschaften, die von den Produkten der lichtempfindlichen Elemente, die für die Bilderzeugungsvorrichtung verwendet werden, erwartet werden, und von anderen Faktoren ausgewählt werden. Die Anwendung einer Hochfrequenzglimmentladetechnik unter Anwendung einer Versorgungsfrequenz im HF-Band, µ-W-Band oder VHF-Band wird jedoch bevorzugt wegen der Einfachheit der Steuerung der Herstellbedingungen.

**[0225]** Zur Herstellung einer fotoleitenden Nichteinkristallsiliciumschicht **703** mit Hilfe einer Glimmentladetechnik werden ein Quellgas, das Si in der Form von Siliciumatomen (Si) zur Verfügung stellen kann, ein Quellgas, das H in der Form von Wasserstoffatomen (H) zur Verfügung stellen kann, und/oder ein Quellgas, das X in der Form von Halogenatomen (X) zur Verfügung stellen kann, in einem gewünschten gasförmigen Zustand gehalten und in ein Reaktionsgefäß eingeführt, dessen Innendruck reduziert werden kann, um eine Glimmentladung innerhalb des Reaktionsgefäßes zu bewirken. Auf diese Weise wird eine Schicht aus a-Si:H, X auf dem in einer vorgegebenen Position im Reaktionsgefäß angeordneten Substrat **701** ausgebildet.

**[0226]** Die fotoleitende Schicht **703** muß Wasserstoffatome und/oder Halogenatome enthalten, um die freien Bindungen der Siliciumatome zu kompensieren und die Qualität der Schicht insbesondere in bezug auf die Fotoleitfähigkeit und das Ladungsträgervermögen zu verbessern. von diesem Gesichtspunkt her beträgt der An-

teil der Wasserstoffatome und der Halogenatome oder die Summe aus der Menge der Wasserstoffatome und Halogenatome vorzugsweise 10 bis 30 Atom%, bevorzugter 15 bis 25 Atom%, relativ zur Summe der Menge der Siliciumatome und Wasserstoffatome und/oder Halogenatome.

**[0227]** Des weiteren wird bevorzugt, die fotoleitende Schicht durch Hinzufügung von  $H_2$  und/oder He oder eines Gases einer Siliciumverbindung, die ebenfalls Wasserstoffatome enthält, in einem gewünschten Anteil zu den obigen Gasen herzustellen, so daß Wasserstoffatome strukturell in die gebildete fotoleitende Schicht **703** eingeführt werden können, um das Steuervermögen des Anteils der eingeführten Wasserstoffatome zu verbessern und die gewünschten Filmeigenschaften für die Zwecke der Erfindung zu erhalten. Die vorstehend aufgeführten Gase können entweder einzeln oder als Gemisch, das ein gewünschtes Mischungsverhältnis besitzt, verwendet werden.

**[0228]** Ein Quellgas zur Zuführung von Halogenatomen, das für die Zwecke der Erfindung verwendet werden kann, können ein Halogengas, ein oder mehrere gasförmige Halogenide, ein oder mehrere gasförmige Interhalogenverbindungen, die Halogen enthalten, oder eine oder mehrere gasförmige oder vergasbare Halogenverbindungen aus halogensubstituierten Silanderivaten sein. Des weiteren können auch eine oder mehrere gasförmige oder vergasbare hydrierte Siliciumverbindungen, die Siliciumatome und Halogenatome enthalten, verwendet werden. Spezielle Beispiele von Halogenverbindungen, die vorzugsweise für die Zwecke der Erfindung eingesetzt werden können, sind Fluorgas ( $F_2$ ) und Interhalogenverbindungen, wie  $BrF$ ,  $ClF$ ,  $ClF_3$ ,  $BrF_3$ ,  $BrF_5$ ,  $JF_3$  und  $JF_7$ .

**[0229]** Spezielle Beispiele von Siliciumverbindungen, die Halogenatome oder halogensubstituierte Silanderivate enthalten, sind Siliciumfluoride, wie  $SiF_4$  und  $Si_2F_6$ .

**[0230]** Für die Zwecke der Erfindung kann der Anteil der Wasserstoffatome und/oder Halogenatome, die in der fotoleitenden Schicht **703** enthalten sind, gesteuert werden, indem die Temperatur des Substrates **701**, die Rate, mit der das Quellenmaterial für die Zuführung von Wasserstoffatomen und/oder Halogenatomen in das Reaktionsgefäß eingeführt wird, und/oder die Rate zur Zufuhr der Entladungsenergie gesteuert werden.

**[0231]** Falls erforderlich, kann für die Zwecke der Erfindung die fotoleitende Schicht **703** Atome enthalten, mit denen die Leitfähigkeit gesteuert werden kann. Atome zum Steuern der Leitfähigkeit können gleichmäßig in der fotoleitenden Schicht **703** verteilt oder in Richtung der Filmdicke teilweise ungleichmäßig verteilt sein.

**[0232]** Atome, die zum Steuern der Leitfähigkeit verwendet werden können, können solche von sogenannten Verunreinigungselementen sein, die auf dem technischen Gebiet der Halbleiter verwendet werden, wie die der Gruppe IIIa des Periodensystems vom p-Leitungstyp (hiernach als "Atome der Gruppe IIIa" bezeichnet) und die der Gruppe Va des Periodensystems vom n-Leitungstyp (hiernach als "Atome der Gruppe Va" bezeichnet). Spezielle Beispiele von Atomen der Gruppe IIIa sind Atome aus Bor (B), Aluminium (Al), Gallium (Ga), Indium (In) und Thallium (Tl), von denen B, Al und Ga, insbesondere B, am meisten geeignet sind. Spezielle Beispiele von Atomen der Gruppe Va sind Atome aus Phosphor (P), Arsen (As), Antimon (Sb) und Wismut (Bi), von denen P und As am meisten geeignet sind.

**[0233]** Der Anteil der in der fotoleitenden Schicht **703** enthaltenen Atome zum Steuern der Leitfähigkeit liegt vorzugsweise zwischen  $1 \times 10^{-1}$  und  $1 \times 10^4$  Atom-ppm, bevorzugter zwischen  $5 \times 10^{-1}$  und  $5 \times 10^3$  Atom-ppm, am bevorzugtesten zwischen  $1 \times 10^{-1}$  und  $1 \times 10^3$  Atom-ppm.

**[0234]** Atome der Gruppe IIIa oder Atome der Gruppe Va können strukturell eingeführt werden, um die Leitfähigkeit für die Zwecke der Erfindung zu steuern, indem ein Quellenmaterial, das Atome der Gruppe IIIa oder Atome der Gruppe Va in das Reaktionsgefäß in einem gasförmigen Zustand einführen kann, zusammen mit anderen Gasen im Schritt zur Ausbildung der fotoleitenden Schicht **703** eingeführt wird. Vorzugsweise besitzt das Quellenmaterial, das Atome der Gruppe IIIa oder Atome der Gruppe Va einführen kann, die Form eines Gases bei Raumtemperatur unter atmosphärischem Druck oder kann in einfacher Weise zumindest unter den Schichtausbildungsbedingungen vergast werden.

**[0235]** Spezielle Beispiele von Quellenmaterialien, die zur Einführung von Atomen der Gruppe IIIa verwendet werden können, sind hydrierte Borwasserstoffe, wie  $B_2H_6$ ,  $B_4H_{10}$ ,  $B_5H_9$ ,  $B_5H_{11}$ ,  $B_6H_{10}$ ,  $B_6H_{12}$ , und  $B_6H_{14}$ , und halogenierte Borverbindungen, wie  $BF_3$ ,  $BCl_3$  und  $BBr_3$  sowie  $AlCl_3$ ,  $GaCl_3$ ,  $Ga(CH_3)_3$ ,  $InCl_3$  und  $TlCl_3$ .

**[0236]** Spezielle Beispiele von Quellenmaterialien, die zur Einführung von Atomen der Gruppe Va verwendet werden können, sind hydrierte Phosphorverbindungen, wie  $PH_3$  und  $P_2H_4$ , und halogenierte Phosphorverbindungen.

dungen, wie  $\text{PH}_4\text{J}$ ,  $\text{PF}_3$ ,  $\text{PF}_5$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{PBr}_3$ ,  $\text{PBr}_5$  und  $\text{PJ}_3$ , zur Einführung von Phosphoratomen. Ferner können auch Verbindungen, wie  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{AsF}_3$ ,  $\text{AsCl}_3$ ,  $\text{AsBr}_3$ ,  $\text{AsF}_5$ ,  $\text{SbH}_3$ ,  $\text{SbF}_3$ ,  $\text{SbF}_5$ ,  $\text{SbCl}_3$ ,  $\text{SbCl}_5$ ,  $\text{BiH}_3$ ,  $\text{BiCl}_3$  und  $\text{BiBr}_3$ , als Ausgangsmaterialien zur Einführung von Atomen der Gruppe Va Verwendung finden.

**[0237]** Jedes dieser vorstehend aufgeführten Quellenmaterialien zur Einführung von Atomen zum Steuern der Leitfähigkeit kann mit  $\text{H}_2$  und/oder He verdünnt werden.

**[0238]** Für die Zwecke der Erfindung ist es wirksam, daß die fotoleitende Schicht **703** Kohlenstoffatome, Sauerstoffatome und/oder Stickstoffatome enthält. Der Anteil der Kohlenstoffatome, Sauerstoffatome und/oder Stickstoffatome relativ zur Summe der Siliciumatome, Kohlenstoffatome, Sauerstoffatome und Stickstoffatome liegt vorzugsweise zwischen  $1 \times 10^{-5}$  bis 10 Atom%, bevorzugter zwischen  $1 \times 10^{-4}$  bis 8 Atom%, am bevorzugtesten zwischen  $1 \times 10^{-3}$  bis 5 Atom%. Die Kohlenstoffatome, Sauerstoffatome und/oder Stickstoffatome können in der fotoleitenden Schicht **703** gleichmäßig verteilt sein oder in Richtung der Filmdicke teilweise ungleichmäßig verteilt sein, so daß sich ein variierender Anteil ergibt.

**[0239]** Für die Zwecke der Erfindung wird die Dicke der fotoleitenden Schicht **703** in geeigneter Weise festgelegt, indem der Effekt auf das elektrofotografische Verhalten und die elektrische Kapazität unter den vorstehend angegebenen Betriebsbedingungen sowie die wirtschaftliche Durchführbarkeit berücksichtigt werden, obwohl die Dicke vorzugsweise zwischen 20 und 50  $\mu\text{m}$ , bevorzugter zwischen 23 und 45  $\mu\text{m}$ , am bevorzugtesten zwischen 25 und 40  $\mu\text{m}$ , liegt. Während die Temperatur des Substrates **701** bei der Ausbildung der fotoleitenden Schicht in geeigneter Weise in einem optimalen Bereich, der in der Designphase definiert wird, ausgewählt werden kann, liegt die Temperatur vorzugsweise zwischen 200 und 350°C, bevorzugter zwischen 230 und 330°C, am bevorzugtesten zwischen 250 und 310°C.

**[0240]** Die Temperatur des Substrates und der Gasdruck während des Vorganges zur Ausbildung der fotoleitenden Schicht werden normalerweise nicht unabhängig, sondern unter Berücksichtigung der wechselseitigen organischen Beziehungen festgelegt, so daß das hergestellte lichtempfindliche Element die beabsichtigten Eigenschaften aufweisen kann.

#### Oberflächenschicht 704

**[0241]** Erfindungsgemäß wird vorzugsweise eine Oberflächenschicht **704** auf der fotoleitenden Schicht **703**, die auf dem Substrat **701** in der vorstehend beschriebenen Weise ausgebildet wurde, erzeugt. Diese Oberflächenschicht **704** besitzt eine freie Oberfläche und dient dazu, dem hergestellten lichtempfindlichen Element geeignete Eigenschaften zu verleihen, insbesondere in bezug auf den Feuchtigkeitswiderstand, die Fähigkeit für einen kontinuierlichen wiederholten Gebrauch, den Widerstand gegenüber Spannungen, die Eignung für rauhe Betriebsbedingungen und die Haltbarkeit. Die Oberflächenschicht wird vorzugsweise aus einem besonders harten Material hergestellt, wie beispielsweise amorphem Silicium, das geeignete elektrische und optische Eigenschaften besitzt.

**[0242]** Obwohl die Oberflächenschicht **704** aus irgendeinem geeigneten amorphen Silicium hergestellt werden kann, wird das Material vorzugsweise aus amorphen Siliciummaterialien ausgewählt, die Wasserstoffatome (H) und/oder Halogenatome (X) und zusätzlich Kohlenstoffatome enthalten (hiernach als "a-SiC:H, X" bezeichnet), aus amorphen Siliciummaterialien, die Wasserstoffatome (H) und/oder Halogenatome (X) und zusätzlich Sauerstoffatome enthalten (hiernach als "a-SiO:H, X" bezeichnet), aus amorphen Siliciummaterialien, die Wasserstoffatome (H) und/oder Halogenatome (X) und zusätzlich Stickstoffatome enthalten (hiernach als "a-SiN:H, X" bezeichnet), und amorphen Siliciummaterialien, die Wasserstoffatome (H) und Halogenatome (X) und zusätzlich Kohlenstoffatome, Sauerstoffatome und/oder Stickstoffatome enthalten (hiernach als "a-Si (C, O, N):H, X" bezeichnet).

**[0243]** Spezielle Dünnschichtabscheidetechniken, die zur Ausbildung der Oberflächenschicht **704** eingesetzt werden können, umfassen Glimmentladungstechniken (Wechselstromentladungs-CVD-Techniken, wie Niedrigfrequenz-CVD, Hochfrequenz-CVD und Mikrowellen-CVD, sowie Gleichstromentladungs-CVD-Techniken), Sputtern, Vakuumbedampfen, Ionenplattieren, fotoassistiertes CVD und thermisches CVD. Während ein geeignetes Verfahren aus den vorstehend aufgeführten Dünnschichtabscheidetechniken in Abhängigkeit von den Herstellbedingungen, dem Kapitalinvestment, dem Herstellungsumfang, den von den Produkten der lichtempfindlichen Elemente für die Bilderzeugungsvorrichtung erwarteten Eigenschaften und anderen Faktoren ausgewählt werden kann, wird die gleiche Abscheidetechnik wie die zur Ausbildung der fotoleitenden Schicht verwendete im Hinblick auf die Produktivität der Herstellung der lichtempfindlichen Elemente bevorzugt.

**[0244]** Zur Herstellung einer Oberflächenschicht **704** aus a-SiC:H, X mit Hilfe einer Glimmentladungstechnik werden ein Quellengas, das Si in der Form von Siliciumatomen (Si) zur Verfügung stellen kann, ein Quellengas, das C in der Form von Kohlenstoffatomen (C) zur Verfügung stellen kann, ein Quellengas, das H in der Form von Wasserstoffatomen (H) zur Verfügung stellen kann, und/oder ein Quellengas, das X in der Form von Halogenatomen (X) zur Verfügung stellen kann, in einem gewünschten gasförmigen Zustand erhalten und in ein Reaktionsgefäß eingeführt, dessen Innendruck reduziert werden kann, um eine Glimmentladung im Reaktionsgefäß zu bewirken. Dadurch wird eine Schicht aus a-SiC:H, X auf dem in einer vorgegebenen Position im Reaktionsgefäß angeordneten Substrat **701**, das bereits die fotoleitende Schicht **703** trägt, ausgebildet. Obwohl Halogenatome (X), die für die fotoleitende Schicht verwendet werden, auch für die Oberflächenschicht eingesetzt werden können, stellt die Verwendung von Fluoratomen eine bevorzugte Wahl dar.

**[0245]** Der Kohlenstoffanteil der Oberflächenschicht liegt vorzugsweise zwischen 30 und 90 % relativ zur Summe aus dem Siliciumanteil und dem Kohlenstoffanteil, wenn die Schicht aus einem Material hergestellt wird, das a-SiC als Hauptbestandteil enthält.

**[0246]** Wenn der Wasserstoffanteil der Oberflächenschicht zwischen 30 und 70 Atom% begrenzt wird, wird eine sehr harte Oberflächenschicht hergestellt und werden die elektrischen Eigenschaften und die Eignung für ein kontinuierliches Hochgeschwindigkeitsverfahren des erzeugten lichtempfindlichen Elementes beträchtlich verbessert.

**[0247]** Der Wasserstoffanteil der Oberflächenschicht kann gesteuert werden, indem der Durchsatz des H<sub>2</sub>-Gases, die Temperatur des Substrates, die Entladungsenergie und der Gasdruck gesteuert werden.

**[0248]** Für die Zwecke der Erfindung kann der Anteil der Wasserstoffatome und/oder Halogenatome, die in der Oberflächenschicht **704** enthalten sind, gesteuert werden, indem die Temperatur des Substrates **701**, die Rate, mit der das Quellenmaterial für die Wasserstoffatome und/oder Halogenatome in das Reaktionsgefäß eingeführt wird, und/oder die Rate der Zufuhr der Entladungsenergie gesteuert werden.

**[0249]** Kohlenstoffatome, Sauerstoffatome und/oder Stickstoffatome können gleichmäßig in der Oberflächenschicht oder teilweise ungleichmäßig verteilt sein, um einen variierenden Anteil in Richtung der Filmdicke aufzuweisen.

**[0250]** Falls erforderlich, kann für die Zwecke der Erfindung die Oberflächenschicht **704** Atome enthalten, mit denen die Leitfähigkeit gesteuert werden kann. Die Atome zum Steuern der Leitfähigkeit können gleichmäßig in der Oberflächenschicht **704** oder teilweise ungleichmäßig in Richtung der Filmdicke verteilt sein.

**[0251]** Atome, die zum Steuern der Leitfähigkeit verwendet werden können, können solche von sogenannten Verunreinigungselementen sein, die auf dem technischen Gebiet der Halbleiter verwendet werden, wie "Atome der Gruppe IIIa" und "Atome der Gruppe Va".

**[0252]** Jedes der vorstehend aufgeführten Quellenmaterialien zur Einführung von Atomen zum Steuern der Leitfähigkeit kann mit einem Gas, wie H<sub>2</sub>, Hs, Ar und/oder Ne, für den Gebrauch verdünnt werden.

**[0253]** Für die Zwecke der Erfindung liegt die Filmdicke der Oberflächenschicht **704** vorzugsweise zwischen 0,01 und 3 µm, bevorzugter zwischen 0,05 und 2 µm, am bevorzugtesten zwischen 0,1 und 1 µm. Wenn die Filmdicke geringer ist als 0,01 µm, kann die Oberflächenschicht schließlich abradert werden und verloren gehen, während sich das lichtempfindliche Element im Gebrauch befindet. Wenn andererseits die Filmdicke größer als 3 µm ist, können sich die Elektrofotografieeigenschaften des lichtempfindlichen Elementes durch ein erhöhtes Restpotential verschlechtern.

**[0254]** Alternativ dazu kann die Oberflächenschicht aus einem amorphen Kohlenstofffilm, der Kohlenstoff als Hauptbestandteil enthält (hiernach als "a-C:H" bezeichnet), oder einem amorphen Kohlenstofffilm, der a-C:H als Hauptbestandteil enthält und Bindungen an Fluor im Inneren und/oder auf der obersten Fläche aufweist, hergestellt werden.

**[0255]** Eine a-C:H- oder a-C:H:F-Oberflächenschicht besitzt eine Härte, die der von a-SiC entspricht oder größer als diese ist, und ist stark wasserabweisend und hat eine geringe Reibung. Hiermit können auf wirksame Weise verschmierte Bilder in einer besonders feuchten Umgebung verhindert werden, wenn keine Umgebungsschutzheizungsvorrichtung vorgesehen ist. Hiermit kann auch das lichtempfindliche Element gegen Beschädigungen infolge von mechanischer Reibung, die durch Tonerpartikel verursacht wird, geschützt werden.

**[0256]** Eine Oberflächenschicht **704** aus a-C:H:F wird nachfolgend in größeren Einzelheiten beschrieben. Wasserstoffcarbid findet als Quellgas Verwendung und wird durch Glimmentladung unter Verwendung von Hochfrequenzenergie zersetzt. Da die Oberflächenschutzschicht stark transparent ausgebildet sein sollte, um jedweden Verlust an Lichtempfindlichkeit zu verhindern, wird Wasserstoffgas, Heliumgas oder Argongas in geeigneter Weise mit dem Quellgas vermischt. Die Substrattemperatur wird in geeigneter Weise zwischen Raumtemperatur und 350°C reguliert.

**[0257]** Substanzen, die Kohlenstoff für die Zwecke der Erfindung liefern können, umfassen gasförmige oder vergasbare Substanzen, die auf wirksame Weise Wasserstoffcarbid für den Gebrauch zur Verfügung stellen können, wie CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> und C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, insbesondere CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, und die vorteilhaft sind in bezug auf eine einfache Handhabung während des Prozesses zur Ausbildung der Schicht und in bezug auf die Effizienz zur Zuführung von Kohlenstoff. Jedes der vorstehend aufgeführten Quellenmaterialien zum Zuführen von Kohlenstoff kann, falls erforderlich, mit einem Gas, wie H<sub>2</sub>, He, Ar, N<sub>2</sub> und/oder Ne, zum Gebrauch verdünnt werden.

**[0258]** Während die Hochfrequenzenergie für den obigen Prozeß vorzugsweise so stark wie möglich ist, um eine gründliche Zersetzung des Wasserstoffcarbides zu ermöglichen, können abnorm große Entladungen auftreten, die das Verhalten des hergestellten elektrofotografischen lichtempfindlichen Elementes verschlechtern, wenn die Energie zu groß ist. Daher sollte das Energieniveau so ausgewählt werden, daß keine derartigen abnormen Entladungen auftreten. Speziell beträgt das Energieniveau vorzugsweise mehr als 10 W/cc für ein Wasserstoffcarbid enthaltendes Quellgas.

**[0259]** Der Druck des Raumes, in dem elektrische Entladungen erzeugt werden, ist vorzugsweise geringer als 15 Pa, bevorzugter geringer als 6,5 Pa, am bevorzugtesten geringer als 1,5 Pa. Die untere Grenze des Drucks wird so gewählt, daß elektrische Entladungen auf beständige Weise unter diesem Druck erzeugt werden können.

**[0260]** Um einen Bereich herzustellen, in dem Fluoratome an den Film gebunden sind, nachdem eine Oberflächenschutzschicht hergestellt wurde, die typischerweise aus a-C:H besteht, kann ein Fluor enthaltendes Gas eingeführt werden, um ein Plasma mit Hilfe einer geeigneten Hochfrequenzenergie zu erzeugen und die Oberflächenschutzschicht zu ätzen. Mit diesem Prozeß werden Fluoratome in die Oberflächenschutzschicht eingebaut. Das Energieniveau, das für diesen Prozeß eingesetzt wird, kann irgendwo zwischen 10 W und 5.000 W in Abhängigkeit von der Ätzrate liegen. In entsprechender Weise kann das Druckniveau in Abhängigkeit von der Ätzrate in einem Bereich zwischen 0,1 Pa und einigen Pa ausgewählt werden.

**[0261]** Gase vom Fluortyp, die für die Zwecke der Erfindung verwendet werden können, umfassen CF<sub>4</sub>, CHF<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, ClF<sub>3</sub>, CHClF<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>, C<sub>4</sub>F<sub>10</sub> und andere Fluor enthaltende Gase.

**[0262]** Die Tiefe, auf die der Film geätzt wird, beträgt für die Zwecke der Erfindung mindestens 20 Å. Die Reproduzierbarkeit und die Gleichmäßigkeit werden in vorteilhafter Weise verbessert, wenn der Film um mehr als 100 Å geätzt wird. Während die Ätztiefe für die Zwecke der Erfindung größer als 20 Å, vorzugsweise größer als 100 Å, sein kann, ist eine Ätztiefe von weniger als 5.000 Å, vorzugsweise weniger als 1.000 Å, besonders vorteilhaft in bezug auf das Steuervermögen des Prozesses und die industrielle Produktivität.

**[0263]** Wenn eine a-C:H-Oberflächenschicht **704** erzeugt wird, sollte der vorstehend beschriebene Prozeß ohne die Verwendung von Fluor und eines Quellgases zum Liefern von Fluor durchgeführt werden.

**[0264]** Zur Herstellung einer Oberflächenschicht **704**, die für die Zwecke der Erfindung in zufriedenstellender Weise geeignet ist, müssen die Temperatur des Substrates **701** und der Gasdruck im Reaktionsgefäß in geeigneter Weise ausgewählt werden.

**[0265]** Die Temperatur des Substrates und der Gasdruck während der Ausbildung der Oberflächenschicht werden normalerweise nicht unabhängig, sondern unter Berücksichtigung der wechselseitigen organischen Beziehungen festgelegt, so daß das hergestellte lichtempfindliche Element die gewünschten Eigenschaften aufweisen kann.

**[0266]** Für die Zwecke der Erfindung kann das Ladungstragvermögen des lichtempfindlichen Elementes verbessert werden, indem eine Blockierschicht (untere Oberflächenschicht) angeordnet wird, die Kohlenstoffatome, Sauerstoffatome und Stickstoffatome in einem geringeren Ausmaß als die Oberflächenschicht zwischen der fotoleitenden Schicht und der Oberflächenschicht enthält.

**[0267]** Des weiteren können Bereiche zwischen der Oberflächenschicht **704** und der fotoleitenden Schicht **703** angeordnet werden, bei denen der Anteil der Kohlenstoffatome, Sauerstoffatome und/oder Stickstoffatome in Richtung auf die fotoleitende Schicht **703** abnimmt. Mit einer derartigen Anordnung kann die Adhäsion der Oberflächenschicht und der fotoleitenden Schicht verbessert werden, um das Risiko der Interferenz von Licht, das von der Grenzfläche der beiden Schichten reflektiert wird, zu verringern.

**[0268]** Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** Das Verhalten eines lichtempfindlichen Elementes, das für eine Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der Erfindung verwendet wird, kann auf wirksame Weise verbessert werden, indem eine Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** angeordnet wird, die in der Lage ist, die von der Seite des elektrisch leitenden Substrates **701** zwischen dem elektrisch leitenden Substrat **701** und der fotoleitenden Schicht **703** injizierten elektrischen Ladungen zu blockieren. Eine solche Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** blockiert auf wirksame Weise die von der Seite des Substrates **701** zur Seite der fotoleitenden Schicht **703** injizierten elektrischen Ladungen, wenn die freie Oberfläche der lichtempfindlichen Schicht **702** einem elektrostatischen Aufladungsprozeß unterzogen wird, um eine vorgegebene Polarität zu erhalten, blockiert jedoch nicht die Ladungen, wenn die lichtempfindliche Schicht **702** einem elektrostatischen Aufladungsprozeß unterzogen wird, der zur entgegengesetzten Polarität führt. Mit anderen Worten, die Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** ist polaritätsabhängig. Um die Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** polaritätsabhängig zu machen, wird sie mit Atomen zum Steuern der Leitfähigkeit in einem größeren Ausmaß als die fotoleitende Schicht **703** versehen.

**[0269]** Atome zum Steuern der Leitfähigkeit in der Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** können gleichmäßig in der Oberflächenschicht **704** oder teilweise ungleichmäßig in Richtung der Filmdicke verteilt sein. Wenn die Schicht ein ungleichmäßiges Verteilungsmuster besitzt, sind die Atome vorzugsweise dichter in Bereichen, die näher zum Substrat liegen, verteilt. In jedem Fall ist es erforderlich, in jeder Ebene parallel zur Oberfläche des Substrates ein gleichmäßiges Verteilungsmuster zu realisieren, damit die Schicht gleichmäßige intraplanare Eigenschaften besitzt.

**[0270]** Atome, die zum Steuern der Leitfähigkeit in der Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** verwendet werden können, können solche von sogenannten Verunreinigungselementen sein, die auf dem technischen Gebiet der Halbleiter verwendet werden, wie "Atome der Gruppe IIIa" und "Atome der Gruppe Va".

**[0271]** Für die Zwecke der Erfindung liegt die Filmdicke der Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** vorzugsweise zwischen 0,1 und 5 µm, bevorzugter zwischen 0,3 und 4 µm, am bevorzugtesten zwischen 0,5 und 3 µm, was den wirtschaftlichen Gesichtspunkt anbetrifft.

**[0272]** Während erfindungsgemäß das Mischungsverhältnis der zu verwendenden Verdünnungsgase, der Gasdruck, die Entladungsenergie und die Temperatur des Substrates zur Ausbildung der Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** in geeigneter Weise aus den entsprechenden Bereichen der vorstehend genannten Werte ausgewählt werden können, so werden diese Faktoren zur Ausbildung der Schicht normalerweise nicht unabhängig, sondern unter Berücksichtigung der wechselseitigen organischen Beziehungen festgelegt, so daß das hergestellte lichtempfindliche Element die gewünschten Eigenschaften aufweisen kann.

**[0273]** Des weiteren kann in einem lichtempfindlichen Element für eine Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der Erfindung eine Adhäsionsschicht aus amorphem Material, das  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}$  oder Silicium als Basissubstanz und zusätzlich Wasserstoffatome und/oder Halogenatome sowie Kohlenstoffatome, Sauerstoffatome und/oder Stickstoffatome enthält, zwischen dem Substrat **701** und der fotoleitenden Schicht **703** oder der Ladungsinjektionsverhinderungsschicht **705** ausgebildet werden, um die Adhäsion der Schichten zu verbessern. Ferner kann auch eine Lichtabsorptionsschicht vorgesehen werden, um das Auftreten von Interferenzringen infolge vom Substrat reflektierten Lichtes zu verhindern.

**[0274]** Die obigen Schichten werden mit Hilfe einer bekannten Vorrichtung, wie in [Fig. 9](#) gezeigt, und eines bekannten Filmerzeugungsverfahrens ausgebildet.

**[0275]** [Fig. 9](#) ist eine schematische Ansicht einer Vorrichtung, die zur Herstellung eines lichtempfindlichen Elementes für eine Bilderzeugungsvorrichtung mit Hilfe von Hochfrequenzplasma-CVD unter Verwendung eines Hochfrequenzbandes für die Stromversorgungsfrequenz (hiernach als "RF-PCVD" bezeichnet) verwendet werden kann.

**[0276]** Die Vorrichtung umfasst grob gesagt eine Abscheideeinheit (**3100**), eine Quellengaszuführereinheit (**3200**) und ein Auslasssystem (nicht gezeigt) zum Reduzieren des Drucks innerhalb des Reaktionsgefäßes

**(3111)**. Das innerhalb der Abscheideeinheit **(3100)** angeordnete Reaktionsgefäß **(3111)** ist mit einem zylindrischen Substrat **(3112)**, einer Substratheizeinrichtung **(3113)** und einem Quellengaseinlaßrohr **(3114)** versehen, die im Reaktionsgefäß angeordnet sind, und ist an eine Hochfrequenzanpassungsbox **(3115)** angeschlossen.

**[0277]** Die Quellengaszuführeinheit **(3200)** umfasst Quellengaszylinder **(3221 bis 3226)**, die entsprechende Quellengase, wie  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{GeH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{B}_2\text{H}_6$  und  $\text{BH}_3$ , enthalten, Ventile **(3231 bis 3236, 3241 bis 3246, 3251 bis 3256)** und Massenstromsteuereinheiten **(3211 bis 3216)**, wobei die Zylinder der entsprechenden Quellengase über ein Ventil **(3160)** und ein Rohrsystem **(3116)** an das Gaseinlassrohr **(3114)** im Reaktionsgefäß **(3111)** angeschlossen sind.

**[0278]** Eine Vorrichtung zum Herstellen eines lichtempfindlichen Elementes für eine Bilderzeugungsvorrichtung mit Hilfe von Hochfrequenzplasma-CVD unter Verwendung eines VHF-Bandes für die Stromversorgungsfrequenz (hiernach als "VHF-PCVD" bezeichnet) kann erhalten werden, indem die Abscheideeinheit **(3100)** der Vorrichtung der [Fig. 9](#), die für RF-PCVD geeignet ist, durch eine Abscheideeinheit **(4100)**, die in [Fig. 10](#) gezeigt ist, ersetzt wird, welche an die Gaszuführeinheit **(3200)** angeschlossen wird.

**[0279]** Die erhaltene Vorrichtung umfasst grob gesagt ein Reaktionsgefäß **(4111)**, eine Quellengaszuführeinheit **(3200)** und ein Auslasssystem (nicht gezeigt) zum Reduzieren des Drucks innerhalb des Reaktionsgefäßes **(4111)**. Das Reaktionsgefäß **(4111)** ist in seinem Inneren mit zylindrischen Substraten **(4112)**, die durch Motoren **(4120)** gedreht werden können, einer Substratheizeinrichtung **(4113)** und einer Elektrode **(4114)**, die auch als Quellengaseinlassrohr wirkt und an eine Hochfrequenzanpassungsbox **(4115)** angeschlossen ist, versehen. Der Innenraum des Reaktionsgefäßes **(4111)** ist mit Hilfe eines Auslassrohres **(4121)** an eine Diffusionspumpe (nicht gezeigt) angeschlossen.

**[0280]** Die Quellengaszuführeinheit **(3200)** umfasst Quellengaszylinder **(3221 bis 3226)**, die entsprechende Quellengase, wie  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{GeH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{B}_2\text{H}_6$  und  $\text{PH}_3$ , enthalten, Ventile **(3231 bis 3236, 3241 bis 3246, 3251 bis 3256)** und Massenstromsteuereinheiten **(3211 bis 3216)**, wobei die Zylinder der entsprechenden Quellengase über ein Ventil **(3160)** an das Gaseinlassrohr **(4114)** im Reaktionsgefäß **(4111)** angeschlossen sind. Der Raum **(4130)**, der von den zylindrischen Substraten **(4112)** umgeben ist, bildet einen Entladerraum.

#### Organischer Fotoleiter (OPC)

**[0281]** Es wird nunmehr ein lichtempfindliches OPC-Element als eine Varietät eines lichtempfindlichen Elementes gemäß der Erfindung beschrieben. [Fig. 11](#) ist eine schematische Schnittansicht eines lichtempfindlichen OPC-Elementes, das für eine Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der Erfindung verwendet wird, wobei dessen Schichtstruktur gezeigt ist.

**[0282]** Das lichtempfindliche OPC-Element **700** der [Fig. 11](#) umfaßt eine lichtempfindliche Schicht **702**, die auf einem Substrat **701** angeordnet ist, das für das lichtempfindliche Element wirkt. Die lichtempfindliche Schicht **702** besitzt eine Ladungserzeugungsschicht **707** und eine Ladungstransportschicht **708**. Falls erforderlich, umfaßt sie auch eine Schutzschicht oder Oberflächenschicht **704** und eine Zwischenschicht **715** zwischen geeigneten Schichten, wie zwischen dem Substrat **701** und der Ladungserzeugungsschicht **707**.

**[0283]** Von der Oberflächenschicht **704**, der fotoleitenden Schicht und der Zwischenschicht **715**, die vorgesehen sein kann, falls erforderlich, des lichtempfindlichen OPC-Elementes der Erfindung kann die Oberflächenschicht in bekannter Weise ausgebildet werden, obwohl sie auch mit einem Fluor enthaltenden Material, wie Polytetrafluorethylen (hiernach als PTFE bezeichnet), vermischt oder beschichtet sein kann, um die Haltbarkeit zu verbessern.

**[0284]** Obwohl ein lichtempfindliches Element mit einer Oberfläche, die keine Fluoratome enthält, oder ein lichtempfindliches Element, das nicht mit einer Fluor enthaltenden Schicht versehen ist, hinsichtlich Wasserfestigkeit und Reinigungsvermögen auch frei von Problemen sein kann, ist die Anordnung einer Oberfläche, die Fluoratome enthält, und/oder einer Beschichtung mit einer Fluor enthaltenden Schicht vorteilhafter, da hierdurch eine bessere Wasserfestigkeit, Glätte und Haltbarkeit erzielt werden.

#### Harzbeispiel

**[0285]** Beispiele von Harzen, die zur Ausbildung der Oberflächenschicht, der fotoleitenden Schicht, der Ladungstransportschicht und der Ladungserzeugungsschicht eines elektrofotografischen lichtempfindlichen Ele-

menten für die Zwecke der Erfindung verwendet werden können, werden nachfolgend beschrieben.

**[0286]** Bei Polyester handelt es sich um ein gekoppeltes Polymer aus einer Säurekomponente und einer Alkoholkomponente, das durch Kondensieren einer Dicarbonsäure und von Glycol oder der Hydroxylgruppe von Hydroxybenzoesäure und einer Verbindung mit einer Carboxylgruppe erhalten werden kann.

**[0287]** Säuren, die für die Säurekomponente verwendet werden können, umfassen aromatische Dicarbonsäuren, wie Terephthalsäure, Isophthalsäure und Naphthalindicarbonsäure, aliphatische Dicarbonsäuren, wie Succininsäure, Adipinsäure und Sebacinsäure, alicyclische Dicarbonsäuren, wie Hexahydroterephthalsäure, und Oxy-carbonsäuren, wie Hydroxyethoxybenzoesäure.

**[0288]** Glycole, die für die Glycolkomponente verwendet werden können, umfassen Ethylenglycol, Trimethylenglycol, Tetramethylenglycol, Hexamethylenglycol, Cyclohexandimethylol, Polyethylenglycol und Polypropylenglycol.

**[0289]** Innerhalb des Ausmaßes, in dem das Polyesterharz im wesentlichen linear ist, kann eine multifunktionelle Verbindung, die aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Pentaerythritol, Trimethylolpropan, Pyromellithsäure und ihre Derivate bildenden Ester enthält, copolymerisiert werden.

**[0290]** Für die Zwecke der Erfindung findet ein Polyesterharz mit hohem Schmelzpunkt Verwendung.

**[0291]** Ein Polyesterharz mit hohem Schmelzpunkt, das erfindungsgemäß verwendet werden kann, besitzt eine Grenzviskosität, die vorzugsweise größer ist als 0,4 dl/g, bevorzugter größer als 0,5 dl/g, am bevorzugtesten größer als 0,65 dl/g, gemessen in Orthochlorophenol bei 36°C.

**[0292]** Ein Polyesterharz mit hohem Schmelzpunkt, das in vorteilhafter Weise für die Zwecke der Erfindung verwendet werden kann, ist ein Harz vom Polyalkylenterephthalattyp. Ein Harz vom Polyalkylenterephthalattyp umfasst hauptsächlich Terephthalsäure als Säurekomponente und Alkylenglycol als Glycolkomponente.

**[0293]** Spezielle Beispiele eines solchen Harzes sind Polyethylenterephthalat (PET), das hauptsächlich Terephthalsäure und Ethylenglycol als Komponenten enthält, Polybutylenterephthalat (PBT), das hauptsächlich Terephthalsäure und 1,4-Tetramethylenglycol (1,4-Butylenglycol) enthält, und Polycyclohexyldimethylenterephthalat (PCT), das hauptsächlich Terephthalsäure und Cyclohexandimethylol enthält.

**[0294]** Ein anderes Beispiel eines hochmolekularen Polyesterharzes, das in vorteilhafter Weise für die Zwecke der Erfindung verwendet werden kann, ist ein Harz vom Polyalkylenphthalattyp. Ein solches Harz vom Polyalkylenphthalattyp umfasst Naphthalindicarbonsäure als Säurekomponente und Alkylenglycol als Glycolkomponente. Spezielle Beispiele sind Polyethylenphthalat (PEN), das hauptsächlich Naphthalindicarbonsäure und Ethylenglycol enthält.

**[0295]** Ein Polyesterharz mit hohem Schmelzpunkt, das erfindungsgemäß verwendet werden kann, besitzt einen Schmelzpunkt, der vorzugsweise höher ist als 160°C, bevorzugter höher als 200°C.

**[0296]** Für die Zwecke der Erfindung kann auch Acrylharz anstelle von Polyesterharz verwendet werden. Des Weiteren kann difunktionelles Acryl, hexafunktionelles Acryl oder Phosphazene als Bindemittel verwendet werden.

**[0297]** Derartige Harze besitzen eine relativ hohe Kristallinität, und aller Wahrscheinlichkeit nach sind Ketten aus gehärtetem Harzpolymer und Ketten aus Polymer mit hohem Schmelzpunkt wechselseitig im Harz gebunden, um eine gleichmäßige, dichte und haltbare Oberflächenschicht zu erzeugen. Da Polyesterharz mit niedrigem Schmelzpunkt eine relativ geringe Kristallinität besitzt, findet wahrscheinlich die Bindung der Ketten aus gehärtetem Harzpolymer nur höchst ungleichmäßig statt, so daß die Oberfläche eine schlechte Haltbarkeit besitzt.

**[0298]** Für die Zwecke der Erfindung findet ein Harz Verwendung, das ein ausgewähltes Ausmaß an Dispersion besitzt und in bezug auf das Ladungsträgerverhalten und die Lichtempfindlichkeit in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen gesteuert ist.

**[0299]** Die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes kann mit einem PTFE-Harz oder nicht beschichtet sein, wie vorstehend beschrieben.

## Toner/anorganisches Feinpulver

**[0300]** Der für die Zwecke der Erfindung zu verwendende Toner sollte vorzugsweise so ausgewählt werden, daß er nicht in einfacher Weise an der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes haften und in einfacher Weise von der Reinigungseinheit gesammelt werden kann, d.h. innerhalb eines vorgegebenen Bereiches der Adhäsionsarbeit dazwischen.

**[0301]** Der Toner wird typischerweise durch Verwendung eines Bindemittelharzes, Säureanhydrides o.ä., wie nachfolgend beschrieben, hergestellt.

**[0302]** 200 Gewichtsanteile von Toluol werden in ein Reaktionsgefäß eingegeben und auf Rückflusstemperatur erhitzt. Dann wird ein Gemisch aus 77 Gewichtsanteilen Styrolmonomer, 13 Gewichtsanteilen n-Butylacrylat, 10 Gewichtsanteilen Monobutylmaleat und 6 Gewichtsanteilen di-tert-Butylperoxid 4 Stunden lang in das zurückgeflossene Toluol eingetropfelt.

**[0303]** Im rückgeflossenen Toluol wird die Polymerisation vervollständigt (120 bis 130°C), und das Toluol wird entfernt, um ein Copolymer vom Styroltyp zu erhalten.

**[0304]** Dann werden 30 Gewichtsanteile des Copolymers vom Styroltyp in ein Gemisch der nachfolgenden Monomere eingeführt, um das Mischen zu beenden.

**[0305]** 42 Gewichtsanteile Styrolmonomer, 12 Gewichtsanteile n-Butylacrylat, 12 Gewichtsanteile n-Butylmethacrylat, 4 Gewichtsanteile Monobutylmaleat, 0,4 Gewichtsanteile Divinylbenzol und 1,6 Gewichtsanteile Benzoylperoxid werden vermischt, und 170 Gewichtsanteile Wasser enthaltend 0,1 Gewichtsanteile von darin gelöstem teilweise verseiften Polyvinylalkohol werden dem Gemisch zugesetzt, um eine dispergierte Suspension zu erzeugen.

**[0306]** Diese dispergierte Suspension wird in das 15 Gewichtsanteile Wasser enthaltende Reaktionsgefäß unter einer durch Stickstoff ersetzten Atmosphäre eingegeben, um zu bewirken, daß eine Suspensionspolymerisationsreaktion bei einer Reaktionstemperatur zwischen 70 und 95°C über 6 Stunden stattfindet. Nach der Reaktion und einem nachfolgenden Filtrations/Dehydrations/Trocknungsvorgang wird eine Harzzusammensetzung erhalten.

**[0307]** Was die Molekulargewichtsverteilung der erhaltenen Harzzusammensetzung anbetrifft, so liegt der Hauptpeak des Molekulargewichtes bei 7.500, während eine Schulter bei einem Molekulargewicht von 35.000 liegt. Tg beträgt 60°C, und der JIS-Säurewert beträgt 22,0

**[0308]** Unter Verwendung eines derartigen Harzes, einer magnetischen Substanz, wie Ferrit, einem geeigneten Öl, einer feinpulverigen anorganischen Substanz, wie feinpulverigem Silica, das hydrophob gemacht wurde, und einem geeigneten äußeren Additiv wird ein Toner hergestellt.

**[0309]** Der Partikeldurchmesser und die Zusammensetzung des Toners werden dann unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen der Bilderzeugungsvorrichtung, mit der der Toner verwendet wird, reguliert.

**[0310]** Die freie Oberflächenenergie ( $\gamma$ ) des Toners kann ermittelt werden, indem eine Probe des Toners typischerweise durch Druckformen oder Heißdruckformen in eine Form mit einer ebenen Oberfläche gebracht wird, der Kontaktwinkel des Mittels relativ zur ebenen Oberfläche der Probe in der vorstehend beschriebenen Weise gemessen wird und mit dem erhaltenen Wert die vorstehend beschriebenen Berechnungen durchgeführt werden.

**[0311]** Je nach der Art des verwendeten Mittels kann die geformte Probe innerhalb von einigen Minuten klebrig werden oder sich in anderer Weise an der Oberfläche auflösen. Es ist daher wichtig, unterschiedliche Beobachtungsstellen für unterschiedliche Mittel zu wählen und die Messung des Kontaktwinkels innerhalb einer kurzen Zeitdauer nach dem Auftropfenlassen des Mittels zu beenden.

**[0312]** Der restliche Toner auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes kann in wirksamer Weise gesammelt werden. Irgendwelche möglichen Probleme, die auftreten können, weil der Toner an der Oberfläche fest haftet, können verhindert werden, indem eine geeignete Kombination aus einem lichtempfindlichen Element und Toner ausgewählt wird, mit der das relative Haftungsvermögen oder die Haftungsarbeit W der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes und des Toners aus den erhaltenen Werten der freien Oberflächene-

nergie so berechnet werden kann, daß sie innerhalb eines speziellen Bereiches liegt.

**[0313]** Ferner können für die Zwecke der Erfindung geeignete Transfermittel und/oder Trennmittel zum wirksamen Übertragen des entwickelten Toners auf Kopierpapier sowie ein vorbereitender Prozeß zur Verbesserung der Übertragungseffizienz, wie ein Prozeß zum Anlegen eines elektrischen Feldes an den Toner vor der Übertragung, eingeführt werden.

**[0314]** Es wurde festgestellt, daß die Heizeinrichtung des lichtempfindlichen Elementes einer Bilderzeugungsvorrichtung durch eine Heizeinrichtung mit reduzierter Leistung ersetzt oder vollständig in Fortfall gebracht werden kann und eine mögliche Verschmelzung des Toners verhindert werden kann, wenn ein lichtempfindliches Element, insbesondere ein lichtempfindliches Element vom a-Si-Typ, mit verbesserten Temperatureigenschaften und verbesserten Oberflächenbedingungen verwendet wird.

**[0315]** Somit können das Reinigungsvermögen des lichtempfindlichen Elementes und die Haltbarkeit der Reinigungseinheit und der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes verbessert werden, indem irgendeine der vorstehend beschriebenen Einrichtungen und irgendeiner der vorstehend beschriebenen Effekte unabhängig oder in Kombination zum Lösen der Probleme der bestehenden lichtempfindlichen Elemente eingesetzt werden. Auf diese Weise kann die Reinigungseinheit und damit die Bilderzeugungsvorrichtung verkleinert werden.

**[0316]** Die Spaltbreite des lichtempfindlichen Elementes und der Reinigungsrolle oder der Reinigungsbürste sollte auf einem vorgegebenen Niveau gehalten werden, um das Reinigungsvermögen auf einem konstanten Niveau zu halten und Probleme, wie ein übermäßig starker örtlicher Anschlag des lichtempfindlichen Elementes und der Reinigungsrolle oder Bürste und ein abradiertes lichtempfindliches Element, zu verhindern.

**[0317]** Der Mechanismus, um das lichtempfindliche Element und die Reinigungsrolle oder die Reinigungsbürste in Anschlag zu halten, kann Rollen umfassen, die außerhalb des Bildbereiches in Anschlag stehen. Alternativ dazu kann die Reinigungsrolle in einfacher Weise unter einem vorgegebenen Druck gegen das lichtempfindliche Element gepreßt werden. Die Dicke der Tonschicht kann unter Verwendung einer Reinigungsrolle aus magnetischem Material reguliert werden.

**[0318]** Beispielsweise kann das zu verwendende Entwicklungsmittel (Toner) über eine bekannte Technik mit Wachs versehen werden.

**[0319]** Des weiteren können das Wachs vom Kohlenwasserstofftyp und der Partikeldurchmesser des feinen partikelförmigen Harzes mit Hilfe einer Technik reguliert werden, wie sie in der offengelegten japanischen Patentanmeldung 09-068822 beschrieben wird, und die Harzpartikel können ebenfalls mit Hilfe einer Technik, die in dieser Veröffentlichung beschrieben ist, oberflächenbehandelt werden.

**[0320]** Somit wird erfindungsgemäß die freie Oberflächenenergie sowohl für die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes als auch für den zu verwendenden Toner ermittelt, und wird die Adhäsionsarbeit  $W$  durch Berechnungen unter Verwendung der Werte für die freie Oberflächenenergie erhalten. Erfindungsgemäß findet eine Kombination aus einem lichtempfindlichen Element und einem Toner Verwendung, bei der der Wert von  $W$  in einem Bereich zwischen 60 und 110 [mN/m] liegt.

**[0321]** Die Entwicklungsvorspannung und die Intensität des zum Belichten verwendeten Lichtes werden vorzugsweise in Abhängigkeit vom lichtempfindlichen Element und vom Toner reguliert.

**[0322]** Die Erfindung wird nunmehr anhand von Versuchen und Beispielen ohne Beschränkung weiter beschrieben.

#### Versuch 1: a-Si/SiC Eu, D.O.S.

**[0323]** In diesem Versuch wurde eine Filmerzeugungsvorrichtung, die zur Durchführung einer HF-PCVD-Technik gemäß [Fig. 9](#) geeignet war, dazu verwendet, um ein lichtempfindliches Element für eine Bilderzeugungsvorrichtung herzustellen. Als erstes wurden ein Aluminiumzylinder mit einem Durchmesser von 80, der spiegelpoliert worden war, und ein anderer Aluminiumzylinder ebenfalls mit einem Durchmesser von 80, dessen Oberfläche mit dem vorstehend beschriebenen bekannten Verfahren zur Erzeugung von Wellungen bearbeitet worden war, verwendet. Dann wurden eine Ladungsinjektionsverhinderungsschicht, eine fotoleitende Schicht und eine Oberflächenschicht auf jedem der Zylinder unter den in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführten Bedingungen ausgebildet.

Tabelle 1

	Ladungsinjektionsverhinderungsschicht	Fotoleitende Schicht	Oberflächenschicht
Gasdurchsatz			
SiH <sub>4</sub> [SCCM]	100	200	10
H <sub>2</sub> [SCCM]	300	800	
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> [PPM] (auf der Basis von SiH <sub>4</sub> )	2000	2	
NO [SCCM]	50		
CH <sub>4</sub> [SCCM]			500
Substrattemperatur [°C]	290	290	290
Innendruck [Pa]	50	65	65
Leistung [W]	500	800	300
Filmdicke (µm)	3	30	0,5

**[0324]** Ferner wurden diverse Proben des lichtempfindlichen Elementes hergestellt, indem das Mischungsverhältnis von SiH<sub>4</sub> und H<sub>2</sub> der fotoleitenden Schicht und die Entladungsenergie verändert wurden. Falls erforderlich, wurde die Oberfläche einer der erhaltenen Proben poliert, um die Vorsprünge auf der Oberfläche zu entfernen, oder einem Verfahren zum Aufrauen der Oberfläche unter Verwendung von pulverförmigem SiC oder Diamant unterzogen.

**[0325]** Die hergestellten Proben des lichtempfindlichen Elementes wurden an einer entsprechenden Bilderzeugungsvorrichtung (NP6750: Marke, erhältlich von der Firma Canon; modifiziert für den Test) montiert und in bezug auf die Temperaturabhängigkeit des Ladungsträgervermögens (Temperatureigenschaften), des optischen Speichervermögens und von fehlerhaften Bildern getestet.

**[0326]** Bei jeder Probe wurde das Oberflächenpotential des lichtempfindlichen Elementes beobachtet, indem der in der Vorrichtung NP6750 enthaltene Trommeloberflächenpotentialsensor im Test zur Auswertung der

elektrischen Eigenschaften einer jeden Probe an der Stelle der Entwicklungseinheit der Bilderzeugungsvorrichtung, ohne daß tatsächlich ein Bild erzeugt wurde, und an einer Stelle zwischen der Coroneinheit und der Entwicklungseinheit im Drehsinn des lichtempfindlichen Elementes, die praktisch nicht von den elektrischen Entladungen beeinflusst wurde und nicht den Belichtungsprozeß beeinflusste, angeordnet wurde. Der Abstand zwischen dem Sensor und der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes wurde mit dem des SD-Spaltes gleichgesetzt.

**[0327]** Nach dem Anordnen des Potentialsensors wurden die charakteristischen Werte beobachtet. Das Durchschnittspotential in Umfangsrichtung, das in der Mitte in Axialrichtung entnommen wurde, wurde als Oberflächenreferenzpotential  $V_d$  des lichtempfindlichen Elementes verwendet. Die Ungleichmäßigkeit des Potentials in Umfangsrichtung  $\Delta V_{d\_rot}$  und die Ungleichmäßigkeit des Potentials in Axialrichtung  $\Delta V_{d\_ax}$  des lichtempfindlichen Elementes wurden ebenfalls ausgewertet.

**[0328]** Nach dem Belichten der Probe mit konditionierendem Licht von der Konditionierlichtquelle **109** wurde eine vorgegebene Spannung mit Hilfe der Coroneinheit angelegt, und der Coronastrom, die Coronaspannung und das Oberflächenpotential des lichtempfindlichen Elementes wurden beobachtet, während das lichtempfindliche Element ohne Zufuhr von Kopierpapier leer rotierte. Die elektrischen Eigenschaften des lichtempfindlichen Elementes wurden vor und nach einem Langlaufstest gemessen, um die Haltbarkeit zu beobachten.

#### Ungleichmäßigkeit des Potentials

**[0329]** Von den Proben des lichtempfindlichen Elementes wurden die für den Haltbarkeitstest verwendet, deren Werte  $\Delta V_{d\_rot}$  und  $\Delta V_{d\_ax}$  beide weniger als 20 V betragen.

#### Temperatureigenschaften

**[0330]** Die Temperaturabhängigkeit des Ladungsträgervermögens (hiernach als "Temperatureigenschaften" bezeichnet) wurde ausgewertet, indem das Oberflächenpotential des lichtempfindlichen Elementes (Dunkelpotential:  $V_d$ ) gemessen wurde, als kein Bildbelichtungssignal auf die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes abgestrahlt wurde, während die Oberflächentemperatur des lichtempfindlichen Elementes von Raumtemperatur auf 45°C verändert wurde, um die Änderung von  $V_d$  pro 1°C zu ermitteln. Proben mit 2 V/Grad oder weniger wurden als gut eingestuft.

#### Bilderzeugungsbedingungen

**[0331]** Charakteristische Werte wurden mit einem Bilderzeugungstest unter Verwendung der Tonerproben, die durch den vorstehend beschriebenen Prozeß hergestellt wurden, ausgewertet.

**[0332]** Der Bilderzeugungseffekt wurde mit einem kontinuierlichen Bilderzeugungstest ausgewertet, der unter den folgenden Bedingungen durchgeführt wurde:

- Umgebung von 35 ± 2°C, 85 ± 10 % RH  
(hiernach als Umgebung H/H bezeichnet)
- Umgebung von 25 ± 2°C, 45 ± 5 % RH  
(hiernach als Umgebung N/N bezeichnet)
- Umgebung von 25 ± 2°C, 10 ± 5 % RH  
(hiernach als Umgebung N/L bezeichnet)
- Umgebung von 15 ± 2°C, 10 ± 5 % RH  
(hiernach als Umgebung L/L bezeichnet)

#### Entscheidung über fehlerhafte Reinigung

**[0333]** Um das Verhalten in bezug auf eine fehlerhafte Reinigung auszuwerten, wurde das Vorhandensein oder Fehlen von "Trübungen" auf ebenem weißen Papier durch Toner mit Hilfe eines Tricolor [Schwarz/Halbtone/Weiß]-Test-Charts (FY-9-9017-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon) und eines NA-7-Test-Charts (FY-9-9060-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon) ermittelt.

**[0334]** Wenn die erzeugten Bilder in bezug auf die Umgebungsunterschiede differenziert wurden, wurde das Bild mit der schlechtesten Bildqualität für die Auswertung verwendet.

**[0335]** Genauer gesagt, das Tricolor-Chart wurde zur Bilderzeugung in den unterschiedlichen Umgebungen

verwendet, und das erhaltene Bild wurde ausgewertet, indem die Klarheit der Grenzen der unterschiedlichen Farben, das Vorhandensein oder Fehlen von Streifen oder von leckendem Toner im Drehsinn des lichtempfindlichen Elementes und das Vorhandensein von Trübungen ermittelt wurden.

**[0336]** Die Trübungen auf dem Bild wurden unter Verwendung eines Reflektionsdensitometers (Reflektometer Model CC-6 DS: Marke, erhältlich von der Firma Tokyo Denshoku) ausgewertet, wobei der Wert Ds-Dr erhalten wurde. Ds gibt die am schlechtesten reflektierte Dichte von Weiß des Kopierpapiers nach der Abbildung wieder, während Dr die durchschnittliche reflektierte Dichte von Weiß des Kopierpapiers vor der Abbildung wiedergibt.

**[0337]** Es wurden die folgenden Einstufungen hinsichtlich der Trübung verwendet:

1. Ausgezeichnet: Ds-Dr weniger als 1,0 %
2. Gut: Ds-Dr zwischen 1,0 und 1,3 %
3. Ziemlich gut: Ds-Dr zwischen 1,3 und 1,7 %
4. Verwendbar: Ds-Dr zwischen 1,7 und 2,0 %
5. Im großen und ganzen verwendbar: Ds-Dr mehr als 2,0 %

**[0338]** In den Beispielen wurden die Proben verwendet, die mit einer Einstufung von 3 oder mehr ausgewertet wurden.

**[0339]** Vor und nach dem Haltbarkeitstest und nach dem Testen von jeweils 1.000 Proben wurde die Reinigungseinheit herausgenommen und hinsichtlich des Vorhandenseins oder Fehlens von Absplitterungen des Reinigungsblattes über ein Mikroskop untersucht. Ferner fand eine Auswertung durch Messen der Dichte der hergestellten Bilder statt.

**[0340]** Das lichtempfindliche Element wurde des weiteren vor und nach dem Haltbarkeitstest und ferner nach dem Testen von jeweils 1.000 Proben herausgenommen, um das Vorhandensein oder Fehlen von Resttoner auf der Oberfläche zu beobachten.

**[0341]** Die Bilddichte wurde mit Hilfe eines SPI-Filters unter Verwendung eines Macbeth-Density Meter RD-918 (Marke, erhältlich von der Firma Macbeth) ermittelt.

**[0342]** Zuerst wurde das obige Chart verwendet, um die Bilder auszuwerten, und das Vorhandensein oder Fehlen von schwarzen Streifen wurde im Drehsinn des lichtempfindlichen Elementes überprüft.

**[0343]** Als zweites wurde ein Klebeelement, wie ein Haftband, auf die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes an einer Stelle aufgebracht, die die Reinigungseinheit passiert hatte, und der Kleber wurde mit dem Kopierpapier zum Haften gebracht. Dann wurde die Reflektionsdichte des Klebers mit Hilfe eines Reflektionsdensitometers wie im Falle der Trübungsauswertung gemessen. Der Durchschnitt der Messwerte wird mit Dt ausgedrückt.

**[0344]** Des weiteren wurde die Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes durch Trockenwischen oder Feuchtwischen unter Verwendung von Alkohol sauber gewischt, um restlichen Toner zu entfernen, und der gleiche Test wurde durchgeführt, um den Effekt des Reinigungsvorganges auszuwerten. Der vom Reflektionsdensitometer erhaltene Wert wird mit Dn bezeichnet.

**[0345]** Wie im Falle der Trübungsauswertung wurde die Reinigung als fehlerhaft eingestuft, wenn Dt-Dn größer als 2,0 % war oder wenn schwarze Streifen durch Toner auf dem Bild erzeugt worden waren, die im Drehsinn des lichtempfindlichen Elementes verliefen.

**[0346]** Die nachfolgenden Einstufungen in bezug auf eine fehlerhafte Reinigung wurden verwendet, um das Reinigungsverhalten auszuwerten.

5. Ausgezeichnet  
(keine schwarzen Streifen infolge des Blattes und Dt-Dn geringer als 1,0 %)
4. Gut  
(keine schwarzen Streifen infolge des Blattes und Dt-Dn zwischen 1,0 und 1,3 %)
3. Ziemlich gut  
(weniger als 3 schwarze Streifen weniger als 1,5 mm lang und Dt-Dn zwischen 1,3 und 1,7 %)
2. Verwendbar  
(weniger als 5 schwarze Streifen weniger als 2,0 mm lang und Dt-Dn zwischen 1,7 und 2,0 %)

1. Im großen und ganzen verwendbar  
(schwarze Streifen, die außerhalb der obigen Definitionen lagen, und Dt-Dn größer als 2,0 %)

#### Optisches Speichervermögen

**[0347]** Ein Halbtonchart (Testchart FY 9-9042-000 oder FY 9-9098-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon) und ein Phantomchart (FY 9-9040-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon) wurden zur Auswertung des optischen Speichervermögens verwendet.

**[0348]** Die Größe des optischen Speichervermögens wurde ermittelt, indem das Bild in diversen unterschiedlichen Umgebungen mit Hilfe eines Reflektionsdensitometers (erhältlich von der Firma Macbeth) beobachtet und nach dem Erzeugen eines Bildes die durchschnittliche Reflektionsdichte des Halbtonabschnittes von der durchschnittlichen Reflektionsdichte des optischen Speicherabschnittes auf dem Halbtonbereich (Dm-Dr) subtrahiert wurde. Die erhaltenen Ergebnisse wurden durch visuelle Beobachtung reguliert und wie folgt eingestuft:

1. Ausgezeichnet
2. Gut
3. Ziemlich gut
4. Verwendbar
5. Im großen und ganzen verwendbar

**[0349]** Die für die Einstufung des optischen Speichervermögens verwendeten Einstufungen waren wie folgt:

1. Größe des optischen Speichers: geringer als 0,05 und visuell nicht erkennbar (ausgezeichnet)
2. Größe des optischen Speichers: nicht geringer als 0,05 und geringer als 0,10; keine Differenz der Dichte visuell erkennbar (gut)
3. Größe des optischen Speichers: nicht geringer als 0,10 und geringer als 0,15; Unterschied der Dichte visuell geringfügig erkennbar (ziemlich gut)
4. Größe des optischen Speichers: nicht geringer als 0,15 und geringer als 0,20; Unterschied der Dichte erkennbar (verwendbar)
5. Größe des optischen Speichers: nicht geringer als 0,35; Unterschied der Dichte visuell erkennbar (im großen und ganzen verwendbar)

#### Verschmiertes Bild

**[0350]** Um das Ausmaß der Verschmierung von Bildern, die von jeder der Proben gebildet wurden, auszuwerten, wurde die die Probe des lichtempfindlichen Elementes und Toners tragende Bilderzeugungsvorrichtung über eine geeignete Zeitdauer, die 72 h überstieg, in einer H/H-Umgebung belassen, um das Innere der Vorrichtung in ausreichender und beständiger Weise der Umgebung auszusetzen. Danach wurde ein Haltbarkeits-test unter Verwendung von 50.000 Blatt Kopierpapier durchgeführt. Dann wurde der Strom abgeschaltet und die Vorrichtung über 24 h stehen gelassen. Danach wurde ein Bilderzeugungstest kontinuierlich auf 100 Blatt Kopierpapier unter Verwendung der nachfolgend aufgeführten Charts durchgeführt, und die erzeugten Bilder wurden ausgewertet.

**[0351]** Während die getesteten Proben eine Umgebungsschutzheizeinrichtung (Trommelheizeinrichtung) in Abhängigkeit von ihrem Typ trugen, wurde der Versuch ohne Verwendung einer Heizeinrichtung durchgeführt.

**[0352]** Es wurden die nachfolgenden Bilderzeugungscharts verwendet:  
ABC-Chart (FY9-9058-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon) und  
NA-7-Chart (FY9-9060-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon).

**[0353]** Das Ausmaß der Verschmierungen der Bilder wurde durch visuelle Beobachtung einschließlich einer Beobachtung durch ein Mikroskop ausgewertet und gemäß dem folgenden System eingestuft.

1. Ausgezeichnet
2. Gut
3. Ziemlich gut
4. Verwendbar
5. Im großen und ganzen verwendbar

**[0354]** Für die Auswertung der verschmierten Bilder wurden folgende Einstufungen vorgenommen.

1. Ausmaß von unscharfen, feine Linien trennenden Lücken: nicht geringer als 9,0 und visuell nicht erkenn-

bar (ausgezeichnet)

2. Ausmaß von unscharfen, feine Linien trennenden Lücken: nicht weniger als 7,1 und visuell im wesentlichen nicht erkennbar (gut)
3. Ausmaß von unscharfen, feine Linien trennenden Lücken: nicht geringer als 5,0 und visuell im wesentlichen nicht erkennbar (ziemlich gut)
4. Ausmaß von unscharfen, feine Linien trennenden Lücken: nicht geringer als 4,5 und visuell erkennbar (verwendbar)
5. Ausmaß von unscharfen, feine Linien trennenden Lücken: geringer als 4,0 und visuell erkennbar (im großen und ganzen verwendbar)

#### Grobheit der Bilder

**[0355]** Zur Auswertung der Grobheit der Bilder, die mit jeder Probe hergestellt wurden, wurde die die Probe des lichtempfindlichen Elementes und Toner aufweisende Bilderzeugungsvorrichtung in einer geeigneten Umgebung über eine 42 h übersteigende Zeitdauer belassen, um das Innere der Vorrichtung in ausreichender und beständiger Weise der Umgebung auszusetzen. Danach wurde ein Haltbarkeitstestvorgang unter Verwendung von 5.000 Blatt Kopierpapier durchgeführt. Dann wurde der Strom ausgeschaltet, und man ließ die Vorrichtung über 24 h stehen. Danach wurde ein Bilderzeugungstest kontinuierlich auf 100 Blatt Kopierpapier unter Verwendung der nachfolgend aufgeführten Charts durchgeführt, und die erzeugten Bilder wurden ausgewertet.

**[0356]** Während die getesteten Proben in Abhängigkeit vom Typ eine Umgebungsschutzheizeinrichtung (Trommelheizeinrichtung) aufwiesen, wurde der Versuch ohne Verwendung der Heizeinrichtung durchgeführt.

**[0357]** Es wurden die folgenden Abbildungscharts verwendet:

NA-7 Chart (FY9-9060-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon) und Halbtontestchart (FY9-9042-000 oder FY9-9098-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon).

**[0358]** Das Ausmaß der Grobheit der Bilder wurde durch visuelle Beobachtung einschließlich Beobachtung durch ein Mikroskop ausgewertet und gemäß dem folgenden System eingestuft.

1. Ausgezeichnet
2. Gut
3. Ziemlich gut
4. Verwendbar
5. Im großen und ganzen verwendbar

**[0359]** Es wurden folgende Einstufungen für die Auswertung der groben Bilder verwendet.

1. Ausmaß der gebrochene feine Linien trennenden Lücken: Nicht geringer als 9,0 und visuell nicht erkennbar (ausgezeichnet)
2. Ausmaß der gebrochene feien Linien trennenden Lücken: Nicht geringer als 7,1 und visuell im wesentlichen nicht erkennbar (gut)
3. Ausmaß der gebrochene feine Linien trennenden Lücken: Nicht geringer als 5,0 und visuell im wesentlichen nicht erkennbar (zulässig)
4. Ausmaß der gebrochene feine Linien trennenden Lücken: Nicht geringer als 4,5 und visuell erkennbar (verwendbar)
5. Ausmaß der gebrochene feine Linien trennenden Lücken: Nicht mehr als 4,0 (weniger als 4,5) und visuell erkennbar (schlecht verwendbar)

#### Fleckenniveau

**[0360]** Ferner wurden die erhaltenen Bilder in bezug auf weiße Flecken und schwarze Flecken sowie andere Defekte ausgewertet. Genauer gesagt, die Größe und Zahl der Flecken wurde unter Verwendung des folgenden ermittelt:

Flat Black Test Chart (FY9-9073-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon),  
Halbtontestchart (FY-9042-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon) und  
weißes Papier (Kopierpapier).

**[0361]** Des weiteren wurde ein Haltbarkeitstest unter Verwendung des DC-AI Test Chart (FY-9045-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon) als Original durchgeführt. Während dieses Testes wurden die obigen Testcharts verwendet, um über jede geeignete Zahl von Blättern Abbildungsproben zu erzeugen.

[0362] Andererseits wurde ein 1 µm dicker a-Si-Film durch Abscheidung auf einem Glassubstrat (7059: Marke, erhältlich von der Firma Corning) und einem Si-Wafer, der in einem zylindrischen Probenhalter angeordnet war, unter den Bedingungen zur Herstellung einer fotoleitenden Schicht hergestellt. Dann wurde eine kammförmige Al-Elektrode durch Verdampfen auf dem Abscheidungsfilm auf dem Glassubstrat ausgebildet, und die charakteristische Energie am exponentiellen Urbach-Schwanz (Eu) sowie die lokalisierte Zustandsdichte (D.O.S.) wurden über CPM beobachtet, wobei der Wasserstoffanteil des Abscheidungsfilmes auf dem Si-Wafer mit Hilfe von FT-IR (Fourier-Transformations-Infrarotabsorption) gemessen wurde.

[0363] [Fig. 12](#) zeigt die Beziehung zwischen Eu und der Temperaturcharakteristik, und die [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) zeigen die Beziehungen zwischen D.O.S. und dem optischen Speicherniveau sowie dem Bildverschmierungsniveau. [Fig. 15](#) zeigt die Beziehung zwischen dem Verhältnis Si-H<sub>2</sub>/Si-H und dem Grobbildniveau. Der Wasserstoffanteil sämtlicher Proben lag zwischen 10 und 30 Atom%.

[0364] Wie man den [Fig. 12](#) bis [Fig. 15](#) entnehmen kann, wurde festgestellt, daß ausgezeichnete Elektrofotografien erhalten werden können, wenn die charakteristische Energie (Eu) am exponentiellen Urbach-Schwanz zwischen 50 und 60 meV liegt, erhalten vom Unterbandlückenlichtabsorptionsspektrum, und der Wert D.O.S. unter dem Leitungsband zwischen  $1 \times 10^{14}$  und  $1 \times 10^{16}$  cm<sup>-3</sup> liegt, wobei das Wasserstoffbindungsverhältnis (Verhältnis Si-H<sub>2</sub>/Si-H) zwischen 0,2 und 0,5 liegt.

#### Spezifischer elektrischer Widerstand

[0365] Proben von Oberflächenschichten wurden in der gleichen Weise hergestellt, und der elektrische Widerstand wurde unter Verwendung einer kammförmigen Elektrode gemessen. Der elektrische Widerstand wurde innerhalb eines Bereiches von angelegten Spannungen zwischen 250 V und 1 kV mit Hilfe eines MΩ-Testers von der Firma HIOKI gemessen. Dann wurde die Stehspannung unter Verwendung des Widerstandes der obigen Proben und der kritischen Spannung für ein dielektrisches Durchschlagen, erhalten durch Anlegen der obigen Spannung an die Proben, gemessen.

[0366] Proben der lichtempfindlichen Elemente, die eine Oberflächenschicht besaßen, die der der obigen Proben entsprach, wurden hergestellt und in einer entsprechenden Bilderzeugungsvorrichtung montiert. Die Bilderzeugungsvorrichtung ließ man dann in einer Umgebung von 20°C und 10 % RH über eine geeignete Zeitdauer von mehr als 72 h stehen, um das Innere der Vorrichtung in ausreichender und beständiger Weise der Umgebung auszusetzen. Des weiteren wurde eine Entwicklungseinheit installiert, und ein Haltbarkeitstest wurde unter Verwendung von 50 Blatt Kopierpapier durchgeführt. Dann wurde ein Bilderzeugungstest kontinuierlich auf 100 Blatt Kopierpapier unter Verwendung eines ebenen schwarzen Charts, eines Halbtoncharts und eines Blattes Kopierpapier als Originale durchgeführt, und die erhaltenen Bilder wurden in bezug auf die Erzeugung von feinen Leckagelöchern aus den feinen Defekten auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes ausgewertet. Das lichtempfindliche Element wurde ebenfalls in bezug auf die Stehspannung getestet.

[0367] Wie man [Fig. 16](#) entnehmen kann, die die erhaltenen Ergebnisse der Proben des Abscheidungsfilmes und lichtempfindlichen Elementes zeigt, liegt der elektrische Widerstand der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes vorzugsweise zwischen  $1 \times 10^{10}$  und  $5 \times 10^{15}$  Ωcm, bevorzugter zwischen  $5 \times 10^{12}$  und  $5 \times 10^{14}$  Ωcm, um ausgezeichnete elektrische Eigenschaften hinsichtlich des Ladungsträgervermögens, der elektrostatischen Aufladungseffizienz und der restlichen elektrischen Ladung zu verwirklichen und feine Leckagelöcher zu vermeiden, die die Oberflächenschicht beschädigen können, wenn Spannung angelegt wird.

[0368] Der obige Haltbarkeitstest wurde durchgeführt, indem die Entwicklungseinheit und die Reinigungseinheit von der Bilderzeugungsvorrichtung entfernt wurden, wie vorstehend beschrieben (hiernach als "Leervorrichtung" bezeichnet), jedoch ein Elektrometer anstelle der Entwicklungseinheit und ein anderes Elektrometer in einer geeigneten Position zwischen der Entwicklungseinheit und dem elektrostatischen Aufladeelement angeordnet wurde.

[0369] Die Proben wurden einem Haltbarkeitstest unterzogen, der einem Lauftest von mehr als 1.000 Blatt für sämtliche der vorstehend genannten Testgegenstände entsprach, und zwar bei 25°C und 45 % RH, wenn nicht anders vermerkt, obwohl im Test tatsächlich kein Kopierpapier verwendet wurde.

[0370] Während des Haltbarkeitstests wurde die Umgebungsschutzheizeinrichtung ausgeschaltet.

[0371] Auf diese Weise wurde der Einfluss eines fehlerhaften Reinigungsblattes, einer fehlerhaften Reinigungsrolle und/oder einer fehlerhaften Reinigungsbürste sowie einer fehlerhaften Reinigung infolge von verschmolzenem Toner und/oder eines Filmbildungsphänomens in ausreichender Weise gegenüber dem Einfluß von Variationen in der Filmdicke des lichtempfindlichen Elementes, der Stärke des Belichtungslichtes zum Ausbilden eines Bildes und dem Oberflächenpotential des lichtempfindlichen Elementes erfolgreich isoliert.

[0372] Das Oberflächenpotential des lichtempfindlichen Elementes wurde an anderen Stellen als bei der Entwicklungseinheit für den Haltbarkeitstest überwacht.

[0373] Es wurde festgestellt, daß die Schwankungen der elektrischen Eigenschaften der leerlaufenden Vorrichtung mit dem getesteten lichtempfindlichen Element nach dem Haltbarkeitstest innerhalb von  $\pm 5\%$  der entsprechenden Werte vor dem Haltbarkeitstest lagen, so daß hiermit bewiesen wurde, daß im Betriebsverhalten der Vorrichtung während des Tests keine wesentliche Änderung auftrat.

Versuch 2 (lichtempfindliches Element vom  $x_a$ -Si-Typ/a-C-Oberflächenschicht\*\*Eu, D.O.S.)

[0374] In diesem Versuch wurde eine Filmerzeugungsvorrichtung, die zur Durchführung der VHF-PCVD-Technik gemäß [Fig. 10](#) geeignet war, verwendet, um ein lichtempfindliches Element für eine Bilderzeugungsvorrichtung herzustellen. Zuerst wurden ein Aluminiumzylinder mit einem Durchmesser von 80, der spiegelpoliert worden war, und ein anderer Aluminiumzylinder ebenfalls mit einem Durchmesser von 80, dessen Oberfläche jedoch behandelt worden war, um über die vorstehend beschriebene bekannte Technik Wellungen zu erzeugen, verwendet. Dann wurden eine Ladungsinjektionsverhinderungsschicht, eine fotoleitende Schicht und eine Oberflächenschicht auf jedem der Zylinder unter den in der folgenden Tabelle 2 aufgeführten Bedingungen ausgebildet.

Tabelle 2

	Ladungsinjektionsverhinderungsschicht	Fotoleitende Schicht	Oberflächenschicht
Gasdurchsatz			
SiH <sub>4</sub> [SCCM]	150	200	
SiF <sub>4</sub> [SCCM]	5	3	
H <sub>2</sub> [SCCM]	500	800	450
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> [PPM] (auf der Basis von SiH <sub>4</sub> )	1500	3	
NO [SCCM]	10		
CH <sub>4</sub> [SCCM]	5		0 → 200 → 200
CF <sub>4</sub> [SCCM]			(0 → 300 → 300)
Substrattemperatur [°C]	300	300	250
Innendruck [Pa]	4	1,3	2,7
Leistung [W]	200	600	800
Filmdicke [µm]	2	30	0,5

**[0375]** Ferner wurden diverse lichtempfindliche Elemente hergestellt, indem das Mischungsverhältnis von SiH<sub>4</sub> und H<sub>2</sub> der fotoleitenden Schicht und die Entladungsenergie verändert wurden.

**[0376]** Wann immer erforderlich, wurde die Oberfläche der erhaltenen Proben mit SiC-Pulver und Diamantpulver poliert, um die Wellungen und Grobheit zu entfernen.

**[0377]** Für die Oberflächenschicht von einigen Proben wurde CF<sub>4</sub> durch a-C:H ersetzt.

**[0378]** Wie in Versuch 1 wurde ein 1 µm dicker a-Si-Film durch Abscheidung auf einem Glassubstrat (7059: Marke, erhältlich von der Firma Corning) und einem Si-Wafer, der an einem zylindrischen Halter angeordnet war, unter den Bedingungen der Herstellung einer fotoleitenden Schicht ausgebildet. Dann wurde eine kammförmige Al-Elektrode durch Verdampfen auf dem Abscheidungsfilm des Glassubstrates erzeugt, und die charakteristische Energie am exponentiellen Urbach-Schwanz (Eu) sowie die lokalisierte Zustandsdichte (D.O.S.) wurden mit Hilfe von CPM beobachtet, wobei der Wasserstoffgehalt des Abscheidungsfilmes auf dem Si-Wafer mit Hilfe von FT-IR (Fourier-Transformations-Infrarotabsorption) gemessen wurde.

**[0379]** Wie bei Versuch 1 wurde festgestellt, daß ausgezeichnete Elektrofotografien erhalten werden können, wenn die charakteristische Energie (Eu) am exponentiellen Urbach-Schwanz zwischen 50 und 60 meV, erhalten aus dem Unterbandlückenlichtabsorptionsspektrum, und die D.O.S. unter dem Leitungsband zwischen  $1 \times 10^{14}$  und  $10 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  liegen.

**[0380]** Wie im Versuch 1 liegt der elektrische Widerstand der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes vorzugsweise zwischen  $1 \times 10^{10}$  und  $5 \times 10^{15} \Omega\text{cm}$ , bevorzugter zwischen  $1 \times 10^{12}$  und  $1 \times 10^{14} \Omega\text{cm}$ , um ausgezeichnete elektrische Eigenschaften hinsichtlich des Ladungsträgervermögens, der elektrostatischen Aufladungseffizienz und der restlichen elektrischen Ladung zu erzielen und feine Leckagelöcher, die die Oberflächenschicht beschädigen können, wenn daran Spannung liegt, zu verhindern.

**[0381]** Die vorliegende Erfindung wird nunmehr weiter anhand von Beispielen beschrieben.

**[0382]** Die Erfindung wird jedoch in keiner Weise durch die Beispiele beschränkt. Es können auch andere Konfigurationen für die Zwecke der Erfindung Verwendung finden, solange wie solche Konfigurationen die Effekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung liefern.

**[0383]** In den nachfolgenden Beispielen wurden lichtempfindliche Elemente mit einer fotoleitenden Schicht mit ausgezeichneten Werten in bezug auf Eu, D.O.S. und einer Oberflächenschicht mit einem ausgezeichneten spezifischen Widerstand verwendet.

#### Beispiel 1 a-Si/SiC + Einkomponententoner

**[0384]** Eine Filmerzeugungsvorrichtung, die für die HF-PCVD-Technik gemäß [Fig. 9](#) geeignet war, wurde verwendet, um ein lichtempfindliches Element für eine Bilderzeugungsvorrichtung herzustellen, das eine Ladungsinjektionsverhinderungsschicht, eine fotoleitende Schicht und eine Oberflächenschicht wie in Versuch 1 aufwies.

**[0385]** Identische fotoleitende Schichten wurden für Proben von lichtempfindlichen Elementen hergestellt, die ebenfalls ausgezeichnete Werte für D.O.S. und Eu aufwiesen.

**[0386]** In diesem Beispiel wurden lichtempfindliche Elemente mit drei unterschiedlichen Außendurchmessern von 30, 80 und 108 hergestellt.

**[0387]** Die Oberflächenschichten der Proben wurden durch Regulierung des Mischungsverhältnisses der Quellengase und der Entladungsenergie differenziert. Die hergestellten lichtempfindlichen Elemente wurden poliert, um die Vorsprünge zu entfernen, und mit Hilfe von SiC-Pulver und Diamantpulver in bezug auf die Grobheit behandelt, um die freie Oberflächenenergie ( $\gamma_{\text{Trommel}}$ ) und andere charakteristische Werte zu ermitteln.

**[0388]** Die erhaltenen charakteristischen Werte der lichtempfindlichen Elemente A1 bis J1 dieses Beispiels sind in der nachfolgenden Tabelle 3 aufgeführt.

**[0389]** Die freie Oberflächenenergie wurde für jede Probe mit Hilfe eines Kontaktwinkelmessgerätes CA-S ROLL und von Computersoftware EG-11, wie vorher beschrieben (Marken, erhältlich von der Firma Kyowa Kai-

men), ermittelt.

**[0390]** Die Oberflächengrobheit Rz wurde mit Hilfe eines Surf Coder Se-30D (Marke, erhältlich von der Firma Kosaka Research) bestimmt.

Tabelle 3

	D.O.S. [cm <sup>-3</sup> ]	Eu [meV]	Spezifischer Flächen- widerstand [Ω. cm]	Fläche Rz [μm]	- TROMMEL [mN/m]
A1			5,0x10 <sup>11</sup>	0,12	40,3
B1			3,1x10 <sup>11</sup>	0,24	42,8
C1			1,5x10 <sup>12</sup>	0,21	53,0
D1			7,8x10 <sup>12</sup>	0,46	46,1
E1	4x10 <sup>15</sup>	53	1,3x10 <sup>13</sup>	0,34	56,3
F1			5,1x10 <sup>13</sup>	0,10	43,3
G1			8,8x10 <sup>13</sup>	0,40	60,0
H1			1,4x10 <sup>14</sup>	0,35	58,2
I1			9,8x10 <sup>14</sup>	0,28	47,5
J1			3,1x10 <sup>15</sup>	0,30	43,9

**[0391]** Toner wurden in der nachfolgend beschriebenen Weise hergestellt.

Tonerherstellbeispiel 1 (Einkomponententoner und Zweikomponententoner)

**[0392]** Das Bindemittelharz wurde in der folgenden Weise hergestellt.

**[0393]** 6,0 Mol Terephthalsäure, 3,0 Mol n-Dodeceny succinimid, 10,0 Mol eines Propylenoxidadductes (2,2 Mol) von bis-Phenol A, 0,7 Mol Trimellithanhydrid und 0,1 Mol Dibutylzinnoxid wurden in ein mit einem Thermometer, einem Rührstab, einem Kondensator und einem Stickstoffeinlassrohr versehenes Reaktionsgefäß gegeben. Nach Austausch der Innenatmosphäre mit Stickstoff wurde die Temperatur des Reaktionsgefäßes allmählich erhöht, und die Materialien wurden miteinander bei 180°C über 5 h zur Reaktion gebracht. Dann wurde die Temperatur weiter auf 200°C erhöht, und der Innendruck wurde reduziert (15 hPa), um die Reaktion für eine Dehydrokondensation über 4 h anzuregen, an deren Ende die Reaktion beendet wurde, um Polyesterharz (1) zu erhalten. Das erhaltene Polyesterharz (1) wies ein Spitzenmolekulargewicht von 10700 und einen Glasübergangspunkt von 63°C auf.

**[0394]** Dann wurden 100 Gewichtsteile des als Bindemittelharz erhaltenen Polyesterharzes (1), 5 Gewichtsteile eines Rußpigmentes, 4 Gewichtsteile eines Brom-di-tert-butylsalicylatkomplexes mit Hilfe eines Henschel-Mischers zur Vorbereitung vermischt und dann mit Hilfe eines auf 130°C erhitzten Biaxialextruders aufgeschmolzen und geknetet. Nach dem Abkühlen des gekneteten Gemisches wurde dieses mit Hilfe einer Pulverisiermaschine unter Verwendung eines Luftstrahles in feine Partikel pulverisiert und mit Hilfe eines Windsortierers sortiert, um ein sortiertes pulveriges Produkt (1) mit einem gewichtsgemittelten Partikeldurchmesser von 8 μm zu erhalten.

**[0395]** Ein Polymer A wurde aus 1.600 g Styrol, 400 g Butylacrylat und 4 g 2,2-bis (4,4-di-t-Butylperoxid-cyclohexyl)propan mit Hilfe einer Suspensionspolymerisationstechnik erhalten.

**[0396]** In entsprechender Weise wurde ein Polymer B aus 2550 g Styrol, 450 g Butylacrylat und 60 g di-t-butylperoxid mit Hilfe einer Lösungspolymerisationstechnik unter Verwendung von Xylol als Lösungsmittel erhalten. Dann wurden das Polymer A und das Polymer B als Lösung in einem Gewichtsverhältnis von 25:75 vermischt, um ein Harz (4) vom Styroltyp zu erzeugen. Das erhaltene Harz (4) vom Styroltyp wies Spitzenmolekulargewichte von 9.400 und 720.000 sowie einen Glasübergangspunkt von 60°C auf.

**[0397]** Dann wurden 100 Gewichtsteile des Harzes (4) vom Styroltyp vorbereitend mit 80 Gewichtsteilen Magnetit (magnetisches Eisenoxid), 2 Gewichtsteilen Chrom di-t-butylsalicylat und 3 Gewichtsteilen eines Ethylen-Propylen-Copolymers mit niedrigem Molekulargewicht in einem Hentschel-Mischer vermischt und dann mit Hilfe eines auf 130°C erhitzten Biaxialextruders aufgeschmolzen und geknetet. Nach dem Abkühlen des gekneteten Gemisches wurde dieses mit Hilfe einer Pulverisiermaschine unter Verwendung eines Luftstrahles in feine Partikel pulverisiert und mit Hilfe eines Windsortierers sortiert, um ein sortiertes Pulverprodukt (2) mit einem gewichtsgemittelten Partikeldurchmesser von 8 µm zu erhalten.

#### Äußeres Additiv

**[0398]** Ein behandeltes anorganisches Pulvermaterial wurde in der folgenden Weise hergestellt.

**[0399]** 1 kg Toluol und 200 kg eines zu behandelnden Pulvermaterials wurden in einen Behälter eingegeben und mit Hilfe eines Mixers gerührt, um einen Schlamm zu erzeugen, dem ein vorgegebenes Behandlungsmittel zugesetzt wurde. Das Gemisch wurde im Mischer weiter gerührt, und der Schlamm wurde mit Hilfe einer Sandmühle unter Verwendung von Zirkondioxidkugeln als Zerkleinerungsmedium 30 Minuten lang zerkleinert.

**[0400]** Dann wurde der Schlamm aus der Sandmühle herausgenommen, und das darin enthaltene Toluol wurde bei 60°C unter reduziertem Druck abgetrieben. Danach wurde der Schlamm gerührt und in einem Behälter aus rostfreiem Stahl bei 200 bis 300°C über 2 h getrocknet. Das erhaltene Pulverprodukt wurde dann in einer Hammermühle zerkleinert, um das gewünschte und behandelte anorganische Pulvermaterial zu erzeugen. Die obige Technik wird als Verfahren mit organischem Lösungsmittel (Lösungsmittelverfahren) bezeichnet.

**[0401]** Ein gewünschtes und behandeltes anorganisches Material kann alternativ mit Hilfe eines Dampfphasenverfahrens hergestellt werden. Bei diesem Dampfphasenverfahren wird das zu behandelnde Feinpulver langsam gerührt, während es, falls erforderlich ist, mit einer geeigneten Menge von n-Hexan verdünnt wird. Dann wird das Pulver versprüht und das zu behandelnde Feinpulver wird weiter zugesetzt, während der restliche Teil der vorgegebenen Menge versprüht wird. Nachdem der Prozeß des Zusetzens der vorgegebenen Menge beendet ist, wird das Gemisch bei hoher Geschwindigkeit und Raumtemperatur gerührt und dann auf 200 bis 300°C erhitzt. Dann wird das Gemisch auf Raumtemperatur abgekühlt, während es gerührt wird, und aus dem Mischer herausgenommen. Danach wird es mit Hilfe einer Hammermühle zerkleinert, um das gewünschte und behandelte anorganische Pulvermaterial herzustellen.

**[0402]** Das erhaltene anorganische Pulvermaterial wird 100 Gewichtsteilen des vorstehend beschriebenen sortierten Produktes zugesetzt und in einem Hentschel-Mischer verrührt, um einen Toner a herzustellen. Die Rate, mit der das äußere Additiv zugesetzt wird, wird in geeigneter Weise in Abhängigkeit vom Typ des äußeren Additives, der Härte des zu verwendenden lichtempfindlichen Elementes, der Qualität des herzustellenden Bildes und von anderen Faktoren ausgewählt. Im Falle des vorstehend beschriebenen äußeren Additives wurde dieses mit 1 bis 30 Gewichtsteilen in bezug auf die vorstehend erwähnte Menge des sortierten Produktes verwendet.

**[0403]** Wenn ein Einkomponententoner verwendet wird, wurde der Toner a direkt eingesetzt (hiernach als Toner a1 bezeichnet). Wenn andererseits ein Zweikomponententoner verwendet wird, wurde der Toner in der nachfolgend beschriebenen Weise hergestellt.

**[0404]** Der obige Toner a wurde mit einem Ferrit-Trägermaterial vom Cu-Zn-Fe-Typ, das zu 0,45 Gew.% mit Silikonharz beschichtet war, vermischt, um eine Tonerkonzentration von 5 Gew.% zu erhalten und ein Entwicklungsmittel herzustellen (hiernach als Toner b1 bezeichnet).

**[0405]** Der obige Toner a wurde mit einem Ferrit-Trägermaterial vom Cu-Zn-Fe-Typ, das mit Styrol-Butylmethacrylat-Copolymer (Gewichtsverhältnis 80:20) zu 0,35 Gew.% und mit Silikonharz zu 0,15 Gew.% beschichtet war, vermischt, um eine Tonerkonzentration von 0,7 Gew.% zu erhalten und ein Entwicklungsmittel (hiernach als Toner c1 bezeichnet) zu erzeugen.

**[0406]** Dann wurde der Toner a mit einem Ferrit-Trägermaterial vom Cu-Fe-Typ, das mit Styrol-Methylmethacrylat-Copolymer (Gewichtsverhältnis 65:35) zu 2,5 Gew.% beschichtet war, vermischt, um eine Tonerkonzentration von 7 Gew.% zu erhalten und ein Entwicklungsmittel (hiernach als Toner d1 bezeichnet) herzustellen.

#### Tonerherstellbeispiel 2

**[0407]** Ein anderer Toner wurde in der folgenden Weise hergestellt.

**[0408]** 85 Gewichtsteile Styrol, 15 Gewichtsteile n-Butyl-acrylat und 0,27 Gewichtsteile Monobutylmaleat wurden einem Reflux von 300 Teilen Xylol zugesetzt und gerührt. Dann wurde eine Lösung zugetropft, die durch Lösen von 2 Gewichtsteilen di-tert-Butyl-peroxid in 10 Gewichtsteilen Xylol erhalten wurde. Als die Menge der zugetropften Lösung auf nahezu die Hälfte der Anfangsmenge verringert worden war, wurden 0,05 Gewichtsteile Monobutylmaleat zugesetzt. Das Gemisch ließ man den Polymerisationsprozeß über 5 h beenden, um eine Lösung eines Polymers mit niedrigem Molekulargewicht (L: Säurewert Av = 0,22) zu erhalten.

**[0409]** Eine Suspension wurde in einem Reaktionsgefäß aus 180 Gewichtsteilen entlüftetem Wasser, 200 Gewichtsteilen einer 2 Gew.-%-igen wässrigen Lösung aus Polyvinylalkohol, 74 Gewichtsteilen Styrol, 25 Gewichtsteilen n-Butyl-Acrylat, 5 Gewichtsteilen Monobutylmaleat und 0,005 Gewichtsteilen Divenylbenzol hergestellt.

**[0410]** Danach wurde eine Lösung aus 0,1 Teilen 2,2-bis (4,4-di-tert-butylperoxidcyclohexyl)propan (Halbwertszeit: 10 h, Temperatur 92°C), die in 10 Teilen Xylol gelöst war, in die obige Suspension getropft. Als die Menge der zugetropften Lösung nahezu auf die Hälfte der Anfangsmenge gesunken war, wurde ein Teil Monobutylmaleat zugesetzt. Nach einem vorgegebenen Prozeß der Anhebung und Beibehaltung der Temperatur wurde ein Polymer mit hohem Molekulargewicht erhalten (H: Av = 9,45).

**[0411]** Nach Beendigung der Reaktion wurde eine wäßrige NaOH-Lösung der Suspension in einer Menge zugesetzt, die dem doppelten Wert von Av des Polymers (H) mit hohem Molekulargewicht entsprach, wonach 2 h lang gerührt wurde. Nach dem Filtern und Waschen des Gemisches mit Wasser und nach dem Trocknen wurde dieses chemisch analysiert, wobei festgestellt wurde, daß der unlösliche Tetrahydrophoran (THF)-Anteil nur 0,7 % betrug oder im wesentlichen 0 entsprach.

**[0412]** 100 Gewichtsteile Xylol und 28 Gewichtsteile des obigen Polymers (H) mit hohem Molekulargewicht wurden als Bindemittelharz verwendet und in einem Reflux-Zustand bei hoher Temperatur für eine vorbereitende Lösung gerührt. Nachdem der obige Zustand 12 Stunden lang aufrechterhalten worden war, wurde eine gleichmäßige Lösung (Y) des Polymers (H) mit hohem Molekulargewicht erhalten.

**[0413]** 300 Gewichtsteile einer gleichmäßigen Lösung des Polymers (L) mit niedrigem Molekulargewicht wurden in einem anderen Behälter im Refluxzustand gehalten.

**[0414]** Die Lösung (Y) und die Lösung aus dem Polymer (L) mit niedrigem Molekulargewicht wurden miteinander im Refluxzustand vermischt, und das organische Lösungsmittel wurde entfernt. Dann wurde das erhaltene Harz abgekühlt, um zu verfestigen, und der erhaltene Feststoff wurde zerkleinert, um Tonerharz (2) herzustellen. Dieses Harz (2) wies Spitzen des Molekulargewichtes bei 8.000 und 690.000 auf und hatte die folgenden Werte: Mw = 300.000, Mw/Mn = 45, Glasübergangspunkt Tg = 60°C und Av = 2,61 für das gesamte Harz.

**[0415]** Dann wurden 100 Gewichtsteile des obigen Harzes (2), 100 Gewichtsteile von ferromagnetischem Eisenoxid, 7 Gewichtsteile Wachs und 2 Gewichtsteile eines Ladungssteuermittels gelöst und in einem auf 130°C erhitzten Biaxialextruder geknetet. Das geknetete Gemisch wurde abgekühlt und in einer Hammermühle zerkleinert. Das zerkleinerte Produkt wurde dann weiter in einer Strahlmühle zerkleinert, um ein Pulverprodukt herzustellen, das dann mit Hilfe eines Windsortierers mit fester Wand sortiert wurde, um ein sortiertes Pulver zu erhalten. Das über das obige Verfahren erhaltene sortierte Pulver wurde weiter in einem Sortierer mit Mehrfachunterteilung unter Ausnutzung des Coanda-Effektes (Elbow Jet Sorting Machine: erhältlich von der Firma Nittetsu Mining) weiter sortiert, um ultrafeines Pulver und grobes Pulver zu trennen, so daß als Ergebnis ein negativ aufladbarer Toner mit einem gewichtsgemittelten Durchmesser (D4) von 6,5 µm erhalten wurde (Anteil der magnetischen Tonerpartikel mit einem Durchmesser von 12,7 µm: 0,1 %).

**[0416]** Dann wurde hydrophobes Feinpulver aus Silica mit 1,8 Gew.% als äußeres Additiv 100 Gewichtsteilen

des obigen Toners zugesetzt und mit Hilfe eines Hentschel-Mischers vermischt, um Toner e1 herzustellen. Die Zugaberate des äußeren Additives kann in einem Bereich zwischen 1 und 30 Gew.% reguliert werden.

**[0417]** In entsprechender Weise wurde hydrophobes Feinpulver aus Silica mit 1,2 Gew.% als äußeres Additiv 100 Gewichtsteilen des obigen Toners zugesetzt und mit Hilfe eines Hentschel-Mischers vermischt, um Toner f1 herzustellen.

**[0418]** Die vorstehend beschriebenen lichtempfindlichen Elemente und Toner wurden hinsichtlich der Adhäsionsarbeit (W[mN/m]) getestet. Tabelle 4 zeigt die erhaltenen Ergebnisse.

Tabelle 4

Adhäsionsarbeit zwischen lichtempfindlichem Element und Toner (W:mN/m)

Licht-empfindliches Element	Toner					
	a1	b1	c1	d1	e1	f1
A1	78,5	75,8	72,1	68,0	62,9	60,2
B1	80,3	79,5	75,2	72,1	68,2	64,4
C1	82,5	80,5	78,6	74,8	72,6	68,8
D1	82,3	83,0	81,5	78,0	74,5	72,2
E1	87,6	84,6	82,8	81,3	78,3	75,0
F1	89,9	88,2	85,7	82,0	82,1	80,9
G1	94,7	90,1	88,5	84,6	83,2	82,5
H1	98,1	94,5	90,6	88,1	84,7	83,8
I1	102,1	100,2	94,8	90,5	88,4	86,0
J1	108,6	102,6	99,1	95,6	90,6	88,8

**[0419]** Jedes der hergestellten lichtempfindlichen Elemente wurde in einer der nachfolgend aufgeführten Bilderzeugungsvorrichtungen in Abhängigkeit vom Außendurchmesser angeordnet und hinsichtlich seiner Eigenschaften ausgewertet, wie in Versuch 1. Das lichtempfindliche Element mit einem Durchmesser von 30 wurde in der Bilderzeugungsvorrichtung A (GP55II: Marke, erhältlich von der Firma Canon, modifiziert für den Test) montiert. Das lichtempfindliche Element mit einem Durchmesser von 80 wurde in der Bilderzeugungsvorrichtung B (NP6750: Marke, erhältlich von der Firma Canon, modifiziert für den Test) montiert. Das lichtempfindliche Element mit einem Durchmesser von 108 wurde in der Bilderzeugungsvorrichtung C (NP6085: Marke, erhältlich von der Firma Canon, modifiziert für den Test) montiert.

**[0420]** Die Operationsgeschwindigkeit des lichtempfindlichen Elementes wurde in einem Bereich zwischen 100 und 600 mm/sec variiert. Dann wurde das lichtempfindliche Element Vorkonditionierungslicht von einer Vorkonditionierungslichtquelle **109** ausgesetzt. Danach wurde das vorstehend beschriebene kurze Element zum elektrostatischen Aufladen verwendet, um die vorgegebene Spannung an das lichtempfindliche Element zu legen. Dieses wurde dann im Leerlauf ohne Verwendung von Kopierpapier betrieben, um den Aufladestrom, die Spannung und das elektrische Potential auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes zu beobachten.

**[0421]** Die Proben zeigten ausgezeichnete Ergebnisse wie in Versuch 1 hinsichtlich der Temperatureigenschaften, des optischen Speichervermögens, von verschmierten Bildern und von Leckageflecken.

**[0422]** Die lichtempfindlichen Elemente wurden in entsprechenden Bilderzeugungsvorrichtungen montiert und über einen Durchlauf von 200 Blatt Kopierpapier betätigt, um die Haltbarkeit in drei unterschiedlichen Umgebungen von N/N (25°C, 45 % RH), H/H (35°C, 85 % RH) und N/L (25°C, 10 % RH) auszuwerten. Ein TC-AI-Testchart (FY9-9045-000: Marke, erhältlich von der Firma Canon) wurde verwendet, um eine Bildprobe nach dem Durchlauf von allen jeweils ausgewählten Papierbögen für den Haltbarkeitstest zu erzeugen.

**[0423]** Die hergestellten Bilder wurden in bezug auf eine fehlerhafte Reinigung, das optische Speichervermögen, verschmierte Bilder und Bilddefekte, wie weiße Flecken und schwarze Flecken, unter Anwendung des Wertungssystems von Versuch 1 ausgewertet.

**[0424]** Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der Auswertung, die mit dem hergestellten Bild, der Reinigungseinheit und dem lichtempfindlichen Element vor und nach dem Haltbarkeitstest durchgeführt wurde. Die in Tabelle 5 verwendeten Einstufungssymbole werden nachfolgend beschrieben.

- ⊙: Ausgezeichnet (die anfängliche Bildqualität ist sehr gut aufrechterhalten, kein abgesplittertes Blatt, keine Verschlechterung der Einstufung einschließlich der Trübung auf dem Bild, keine Verschlechterung in bezug auf ein verschmiertes Bild). Einstufung 5.
- : gut (die anfängliche Bildqualität wird besser als beim Stand der Technik aufrechterhalten, ein abgesplittertes Blatt ist beobachtbar, die Einstufung der fehlerhaften Reinigung verschlechtert sich um eine Stufe). Einstufung 4.
- ⊖: schlecht (die anfängliche Bildqualität wird im Ausmaß des Standes der Technik oder schlechter aufrechterhalten). Einstufung 3 bis 1 (in Abhängigkeit vom Niveau der fehlerhaften Reinigung).

Tabelle 5

## Haltbarkeitsauswertung

lichtempfindliches Element	Toner					
	a1	b1	c1	d1	e1	f1
A1	⊙	⊙	⊙-○	○	○	○
B1	⊙	⊙	⊙	⊙-○	○	○
C1	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙-○	○
D1	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙-○	⊙-○
E1	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
F1	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
G1	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
H1	⊙-○	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
I1	○	⊙-○	⊙	⊙	⊙	⊙
J1	○	○	⊙-○	⊙-○	⊙	⊙

Beispiel 2 (a-Si/a-C + Einkomponententoner, Zweikomponententoner)

**[0425]** Eine Filmerzeugungsvorrichtung, mit der die VHF-PCVD-Technik gemäß [Fig. 10](#) durchgeführt werden konnte, wurde verwendet, um ein für eine Bilderzeugungsvorrichtung zu verwendendes lichtempfindliches Element herzustellen. Zuerst wurden Aluminiumzylinder mit entsprechenden Durchmessern von 30, 80 und 108, die spiegelpoliert worden waren, und andere entsprechende Aluminiumzylinder, deren Oberfläche über die vorstehend beschriebene bekannte Technik bearbeitet worden war, um Wellungen herzustellen, eingesetzt. Dann wurden lichtempfindliche Elemente mit einer Ladungsinjektionsverhinderungsschicht, einer fotoleitenden Schicht und einer Oberflächenschicht aus den obigen Zylindern unter den in der nachfolgenden Tabelle 6 aufgeführten Bedingungen hergestellt.

Tabelle 6

	Ladungsinjek- tionsverhin- derungsschicht	Fotoleitende Schicht	Oberflächen- schicht
Gasdurchsatz			
SiH <sub>4</sub> [SCCM]	150	200	
SiF <sub>4</sub> [SCCM]	5	3	
H <sub>2</sub> [SCCM]	500	800	450
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> [PPM] (auf der Basis von SiH <sub>4</sub> )	1500	3	
NO [SCCM]	10		
CH <sub>4</sub> [SCCM]	5		0 - 200 - 200
Substrat- temperatur [°C]	300	300	250
Innendruck [Pa]	4	1,3	2,7
Leistung [W]	200	600	800
Filmdicke [µm]	2	30	0,5

**[0426]** Proben A2 bis J2 des nachfolgend aufgeführten lichtempfindlichen Elementes wurden hergestellt, indem die Quellgase und die Entladungsenergie für die fotoleitende Schicht und die Oberflächenschicht reguliert wurden. Ferner wurden Toner a2 bis f2, die wie in Beispiel 1 hergestellt wurden, verwendet.

**[0427]** Diese lichtempfindlichen Elemente und Toner wurden in bezug auf die Adhäsionsarbeit ([mN/m]) getestet. Tabelle 7 zeigt die erhaltenen Ergebnisse.

Tabelle 7

Adhäsionsarbeit zwischen dem lichtempfindlichen Element und dem Toner (W:mN/m)

Licht-empfindliches Element	Toner					
	a2	b2	c2	d2	e2	f2
A2	77,6	76,5	74,1	70,0	65,2	62,2
B2	80,1	80,0	77,0	74,1	67,3	64,0
C2	82,0	81,5	78,5	74,7	72,7	68,7
D2	83,2	82,9	81,7	79,0	74,4	72,7
E2	87,7	85,0	83,4	82,7	79,0	75,8
F2	88,9	87,5	84,9	82,5	81,2	79,9
G2	93,9	91,7	87,6	83,4	82,3	82,1
H2	98,0	94,1	91,6	87,7	84,5	82,9
I2	103,8	101,4	94,5	90,0	87,4	85,9
J2	109,0	103,1	99,7	96,0	90,4	88,4

**[0428]** Jedes der hergestellten lichtempfindlichen Elemente wurde in einer der Bilderzeugungsvorrichtungen in Abhängigkeit vom Außendurchmesser montiert und in bezug auf die Eigenschaften wie in Beispiel 1 ausgewertet. Die Elemente zeigten zufriedenstellende Ergebnisse hinsichtlich der Haltbarkeit, wie in Tabelle 8 dargestellt, und wie im Falle von Beispiel 1. Die Absplitterungen des Blattes infolge von Vorsprüngen der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes waren reduziert oder eliminiert.

Tabelle 8

## Haltbarkeitsauswertung

lichtempfindliches Element	Toncr					
	a2	b2	c2	d2	e2	f2
A2	⊙	⊙	⊙-○	⊙-○	○	○
B2	⊙	⊙	⊙	⊙-○	○	○
C2	⊙	⊙	⊙	⊙-○	⊙-○	○
D2	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙-○	⊙-○
E2	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
F2	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
G2	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
H2	⊙-○	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
I2	○	○	⊙	⊙	⊙	⊙
J2	○	○	⊙-○	⊙-○	⊙	⊙

Beispiel 3 (a-Si/a-C: F+Einkomponenten-, Zweikomponenten-Toner)

[0429] Eine Filmerzeugungsvorrichtung, mit der eine VHF-PCVD-Technik gemäß [Fig. 10](#) durchgeführt werden konnte, wurde verwendet, um ein für eine Bilderzeugungsvorrichtung zu verwendendes lichtempfindliches Element herzustellen. Zuerst wurden Aluminiumzylinder mit entsprechenden Durchmessern von 30, 80 und 108, die spiegelpoliert worden waren, und andere entsprechende Aluminiumzylinder, deren Oberfläche bearbeitet worden war, um Wellungen über die vorstehend beschriebene bekannte Technik herzustellen, verwendet. Dann wurden lichtempfindliche Elemente mit einer Ladungsinjektionsverhinderungsschicht, einer fotoleitenden Schicht und einer Oberflächenschicht aus den obigen Zylindern unter den in der nachfolgenden Tabelle 9 aufgeführten Bedingungen hergestellt.

Tabelle 9

	Ladungsinjektionsverhinderungsschicht	Fotoleitende Schicht	Oberflächenschicht
Gasdurchsatz			
SiH <sub>4</sub> [SCCM]	150	200	
SiF <sub>4</sub> [SCCM]	5	3	
H <sub>2</sub> [SCCM]	500	800	450
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> [PPM] (auf der Basis von SiH <sub>4</sub> )	1500	3	
NO [SCCM]	10		
CH <sub>4</sub> [SCCM]	5		0 - 50 - 30
CF <sub>4</sub> [SCCM]			(0 - 100 - 170)
Substrattemperatur [°C]	300	300	250
Innendruck [Pa]	4	1,3	2,7
Leistung [W]	200	600	800
Filmdicke [µm]	2	30	0,5

**[0430]** Proben A3 bis J3 des nachfolgend aufgeführten lichtempfindlichen Elementes wurden durch Regulierung der Quellgase und der Entladungsenergie für die fotoleitende Schicht und die Oberflächenschicht hergestellt. Ferner wurden die in Beispiel 2 verwendeten Toner in diesem Beispiel eingesetzt. Die vorstehend beschriebenen lichtempfindlichen Elemente und Toner wurden in bezug auf die Adhäsionsarbeit (W[mN/m]) getestet. Tabelle 10 zeigt die erhaltenen Ergebnisse.

Tabelle 10

Adhäsionsarbeit zwischen dem lichtempfindlichen Element und dem Toner (W:mN/m)

lichtempfindliches Element	Toner					
	a2	b2	c2	d2	e2	f2
A3	77.4	76.0	74.0	68.5	63.2	60.1
B3	78.8	78.0	77.0	74.1	67.3	64.0
C3	81.5	80.5	77.6	75.0	72.7	70.0
D3	82.3	82.0	79.6	77.4	75.1	73.5
E3	87.0	84.1	82.7	80.7	78.1	75.2
F3	87.9	86.2	83.4	81.4	80.1	78.7
G3	92.4	90.3	86.6	82.0	81.9	80.4
H3	95.0	93.3	90.7	86.5	83.4	81.3
I3	98.4	97.6	94.5	90.0	87.4	85.9
J3	104.0	103.1	99.1	96.0	90.4	88.4

[0431] Jedes der hergestellten lichtempfindlichen Elemente wurde in einer der Bilderzeugungsarrangements in Abhängigkeit vom Außendurchmesser montiert und hinsichtlich der Eigenschaften wie in Versuch 1 ausgewertet. Die Elemente zeigten zufriedenstellende Ergebnisse hinsichtlich der Haltbarkeit, wie in Tabelle 11 aufgeführt, und wie im Fall des vorstehenden Beispiels 1. Darüber hinaus wurde festgestellt, daß die Adhäsionsarbeit einer jeden Probe dieses Beispiels im Vergleich mit Beispiel 2 zur günstigen Seite hin verschoben worden war, obwohl die gleichen Toner verwendet wurden. Ferner wurde festgestellt, daß sich die Proben dieses Beispiels unter Verwendung einer a-C:F-Oberflächenschicht besser verhielten als ihre Gegenstücke von Beispiel 2 unter Verwendung einer a-C:H-Oberflächenschicht. Es wurde festgestellt, daß sich die Absplitterungen des Blattes infolge von Vorsprüngen der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes reduziert hatten oder eliminiert worden waren.

Tabelle 11

## Haltbarkeitsauswertung

lichtempfindliches Element	Toner					
	a2	b2	c2	d2	e2	f2
A3	⊗	⊗	⊗-○	○	○	○
B3	⊗	⊗	⊗	⊗-○	○	○
C3	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗-○	○
D3	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗-○
E3	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
F3	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
G3	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
H3	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
I3	⊗-○	⊗-○	⊗	⊗	⊗	⊗
J3	○	○	⊗-○	⊗	⊗	⊗

Beispiel 4 (OPC + Einkomponenten-, Zweikomponententoner)

**[0432]** Ein OPC (organisches lichtempfindliches Element) umfasst ein Substrat, eine Ladungserzeugungsschicht und eine Ladungstransportschicht. Falls erforderlich, können zusätzlich eine Schutzschicht oder eine Oberflächenschicht und eine Zwischenschicht vorgesehen sein.

**[0433]** In diesem Beispiel wurden die Herstellbedingungen eines jeden lichtempfindlichen OPC-Elementes, genauer gesagt die der Oberflächenschicht, der elektrostatischen Schicht, der Zwischenschicht, falls eine solche vorhanden ist, und insbesondere der Oberflächenschicht, variiert.

**[0434]** Die Herstellbedingungen wurden variiert, indem die Adhäsionsarbeit  $W$  reguliert wurde, wobei darauf Wert gelegt wurde, keine signifikante Differenzierung in bezug auf die elektrischen Eigenschaften einschließlich der Lichtempfindlichkeit und der Härte vorzunehmen.

**[0435]** Obwohl in diesem Beispiel keine Überzugsschicht (oder Oberflächenschutzschicht) verwendet wurde, kann eine solche Schicht eingesetzt werden, wenn sie den Effekt der vorliegenden Erfindung nicht nachteilig beeinflusst.

**[0436]** Wie bei den vorhergehenden Beispielen wurden in diesem Beispiel Proben mit Außendurchmessern von 30, 80 und 108 hergestellt.

**[0437]** Die Adhäsionsarbeit  $W$  einer jeden Kombination aus den lichtempfindlichen Elementen A4 bis J4 dieses Beispiels und von Tonern a4 bis f4, die wie bei den vorhergehenden Beispielen hergestellt wurden, mit Ausnahme des Mischungsverhältnisses des äußeren Additives und des Zusammensetzungsanteils des Bindemittelharzes wurde ermittelt. Die hergestellten lichtempfindlichen Elemente wurden in entsprechenden Bilderzeugungsvorrichtungen der in Beispiel 1 aufgeführten Typen in Abhängigkeit vom Außendurchmesser montiert, und Tausende bis Zehntausende Blätter Kopierpapier wurden für den Haltbarkeitstest in den in Beispiel 1 beschriebenen Umgebungen verwendet, um die Proben auszuwerten. Die nachfolgenden Tabellen 12 und 13 zeigen die erhaltenen Ergebnisse.

Tabelle 12

Adhäsionsarbeit zwischen lichtempfindlichem Element und Toner (W:mN/m)





























































lichtempfindliches Element	Toner					
	a4	b4	c4	d4	e4	f4
A4	73.8	72.0	70.0	68.5	62.0	60.1
B4	77.2	74.5	71.9	74.1	63.5	60.3
C4	81.0	78.5	72.6	75.0	64.3	60.6
D4	82.9	80.4	76.0	77.4	70.5	65.3
E4	87.2	84.1	81.2	80.7	75.9	70.5
F4	90.2	86.2	82.9	81.4	76.3	74.5
G4	96.1	90.3	85.7	81.7	78.6	75.5
H4	98.1	95.4	92.1	86.5	88.0	76.7
I4	100.0	97.6	97.2	94.8	92.6	80.5
J4	103.6	102.7	101.5	100.0	98.0	85.8

**[0438]** Bei diesem Beispiel hielten die Proben die anfänglichen Bedingungen hinsichtlich des Reinigungsvermögens und der Bildqualität aufrecht. Ferner wurde die Abkratzzrate des lichtempfindlichen Elementes reduziert. Somit konnte bewiesen werden, daß durch die Verwendung von OPC die nutzbare Lebensdauer verbessert wird.

**[0439]** Es wurden keine Tonerschmelzung und keine abgesplitterten Blätter festgestellt.

Tabelle 13

## Haltbarkeitsauswertung

lichtempfindliches Element	Toner					
	a4	b4	c4	d4	e4	f4
A4						
B4						
C4						
D4						
E4						
F4						
G4						
H4						
I4						
J4						

Beispiel 5 (OPC/PTFE + Einkomponenten-, Zweikomponententoner)

**[0440]** Die gleichen lichtempfindlichen Elemente wie in Beispiel 4 wurden mit einer zusätzlichen Überzugsschicht verwendet.

**[0441]** Obwohl jede beliebige bekannte Überzugsschicht für die Zwecke der Erfindung eingesetzt werden kann, wurde in diesem Beispiel ein Fluor enthaltendes Material, wie Polytetrafluorethylen (PTFE, wie "Teflon" (Marke)), verwendet.

**[0442]** Die Proben der lichtempfindlichen Elemente wurden durch Verwendung von PTFE-Partikeln mit unterschiedlichen gemittelten Partikeldurchmessern und unterschiedlichen Anteilen differenziert. Dabei wurde festgestellt, daß der gemittelte Partikeldurchmesser eines für die Zwecke der Erfindung zu verwendenden Harzes vom Fluortyp geringer sein sollte als der des Toners, vorzugsweise geringer als 3 µm, bevorzugter geringer als 1 µm, am bevorzugtesten geringer als 0,5 µm, was die Bildqualität und die Oberflächenhärte anbetrifft.

**[0443]** Andererseits liegt der Anteil des Harzes vom Fluortyp vorzugsweise zwischen 5 bis 70 Gew.% relativ zum Gesamtgewicht der Überzugsschicht hinsichtlich der Korrelation der freien Oberflächenenergie  $\gamma$ , der Adhäsionsarbeit  $W$ , des Ladungsträgervermögens und der Oberflächenhaltbarkeit.

**[0444]** Während ein lichtempfindliches Element mit einer Oberfläche, die weder Fluor enthält noch eine Überzugsschicht aufweist, hinsichtlich des Wasserabstoßvermögens und des Reinigungsvermögens gleich gut funktionieren kann, kann ein lichtempfindliches Element mit einer Oberfläche, die Fluor enthält und/oder eine Überzugsschicht trägt, einen Wert aufweisen, der in einem wirksamen Bereich für die Adhäsionsarbeit  $W$  liegen kann. Ein solches lichtempfindliches Element besitzt eine Oberfläche, die hinsichtlich der Adhäsionsarbeit besonders konvergent ist, eine hohe Glätte besitzt und sehr haltbar ist.

**[0445]** PTFE-Partikel wurden mit dem Material der lichtempfindlichen Elemente gemäß Beispiel 4 vermischt, um lichtempfindliche Elemente A5 bis J5 herzustellen.

**[0446]** Der Partikeldurchmesser der bei diesen lichtempfindlichen Elementen verwendeten PTFE-Partikel lag innerhalb eines geeigneten Bereiches.

[0447] Die lichtempfindlichen Elemente A5 bis J5 dieses Beispiels und die Toner gemäß Beispiel 4 wurden kombiniert, um die Adhäsionsarbeit  $W$  einer jeden Kombination zu beobachten. Die hergestellten lichtempfindlichen Elemente wurden in entsprechenden Bilderzeugungsvorrichtungen in Abhängigkeit vom Außendurchmesser montiert und einem Haltbarkeitstest wie in Beispiel 1 unterzogen. Die Tabellen 14 und 15 zeigen die erhaltenen Ergebnisse.

Tabelle 14

Adhäsionsarbeit zwischen lichtempfindlichem Element und Toner ( $W$ :mN/m)

lichtempfindliches Element	Toner					
	a4	b4	c4	d4	e4	f4
A5	75.8	73.7	71.2	70.2	62.8	62.2
B5	77.5	76.1	72.9	74.9	65.0	63.4
C5	80.1	79.0	75.9	75.2	68.7	65.1
D5	82.7	82.1	76.7	76.1	72.6	68.1
E5	85.6	85.7	82.0	79.7	76.5	72.7
F5	89.4	87.1	83.6	82.1	78.0	75.4
G5	92.7	90.0	85.0	83.7	78.7	75.8
H5	96.8	94.6	90.4	85.6	87.5	77.5
I5	97.0	96.7	96.1	93.1	91.2	79.5
J5	100.4	99.4	97.8	97.0	96.1	85.4

[0448] Es wurde festgestellt, daß sich die Adhäsionsarbeit einer jeden Probe dieses Beispiels im Vergleich zu Beispiel 4 auf günstige Weise verschoben hatte, obwohl die gleichen Toner verwendet wurden.

[0449] Als Ergebnis eines Haltbarkeitstests wurde festgestellt, daß die Proben dieses Beispiels mit einer Fluor enthaltenden Oberflächenschicht besser funktionierten als die entsprechenden Proben von Beispiel 4, die keine derartige Oberflächenschicht aufwiesen, insbesondere hinsichtlich der Bildung von abnormen Geräuschen, d.h. eines sogenannten "Knirschgeräusches", die vom Reinigungsblatt während der Reibung zwischen dem Blatt und dem lichtempfindlichen Element erzeugt werden können, wenn die Betriebsgeschwindigkeit und die Umgebung verändert wurden. Wie in Beispiel 4 wurde kein abgesplittertes Blatt gefunden.

Tabelle 15

Haltbarkeitsauswertung:

lichtempfindliches Element	Toner					
	a4	b4	c4	d4	e4	f4
A5	⊙	⊙-○	⊙-○	⊙-○	○	○
B5	⊙	⊙	⊙-○	⊙	○	○
C5	⊙	⊙	⊙	⊙	○	○
D5	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙-○	○
E5	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙-○
F5	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
G5	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
H5	⊙-○	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
I5	⊙-○	⊙-○	⊙-○	⊙	⊙	⊙
J5	○	⊙-○	⊙-○	⊙-○	⊙-○	⊙

[0450] Während bei diesem Beispiel die Oberfläche der lichtempfindlichen Elemente Fluor in einem dispergierten Zustand enthielt, können die lichtempfindlichen Elemente auch so ausgebildet sein, daß sie eine Oberflächenschicht besitzen, die durch Beschichten der Oberfläche mit einer Fluor enthaltenden Zusammensetzung verwirklicht wird.

[0451] Was die Überzugsschicht anbetrifft, so erhält der hergestellte Überzug vorzugsweise Fluor in einem geeigneten dispergierten Zustand zum Steuern des Ladungsträgervermögens und der Lichtempfindlichkeit. Wenn die Oberfläche mit einem Pulver vom Fluorharztyp beschichtet wird, kann der Fluoranteil unter Berücksichtigung der Gleichmäßigkeit der elektrostatischen Aufladung und der Qualität des Bildes ausgewählt werden.

[0452] Somit kann Fluorharz in einem dispergierten Zustand in der Oberfläche eines lichtempfindlichen Elementes vorhanden sein und/oder ein Fluor enthaltender Überzug kann auf der Oberfläche ausgebildet sein, um die Zwecke der Erfindung zu verwirklichen.

[0453] Es werden nunmehr Vergleichsbeispiele beschrieben.

Vergleichsbeispiel (lichtempfindliche Elemente und Toner, die von den obigen Beschreibungen abweichen)

[0454] Wie in Beispiel 1 wurden lichtempfindliche a-Si-Elemente I bis X hergestellt, indem die Entladungsenergie und das Mischungsverhältnis der Quellgase insbesondere während des Schrittes der Ausbildung der Oberflächenschicht verändert wurden. Toner i bis vi wurden ebenfalls in der beschriebenen Weise hergestellt, wobei auf die obigen Beispiele Bezug genommen wurde mit Ausnahme des Mischungsanteils des äußeren Additives und des Bindemittelharzes. Dann wurde die Adhäsionsarbeit ( $W$  [mN/m]) einer jeden Kombination ausgewertet. Die nachfolgende Tabelle 16 zeigt die Ergebnisse.

Tabelle 16

Adhäsionsarbeit zwischen lichtempfindlichem Element und Toner (W:mN/m)

lichtempfindliches Element	Toner					
	i	ii	iii	iv	v	vi
I	119.8	118.8	117.1	115.5	111.9	110.5
II	120.1	119.5	119.2	116.1	115.7	111.9
III	121.8	120.5	119.6	115.8	116.4	114.2
IV	122.9	121.4	120.5	116.7	117.2	115.7
V	124.0	122.7	122.8	117.3	118.2	116.0
VI	124.7	123.5	123.7	118.0	119.1	117.9
VII	125.1	123.7	122.5	120.6	120.2	118.2
VIII	125.8	124.9	123.6	122.1	121.3	119.8
IX	127.4	126.0	124.8	123.5	121.9	120.7
X	128.6	127.4	126.1	125.0	123.6	122.8

[0455] Tabelle 17 zeigt die mit einem Haltbarkeitstest erhaltenen Ergebnisse.

Tabelle 17

Haltbarkeitsauswertung

lichtempfindliches Element	Toner					
	i	ii	iii	iv	v	vi
I	●	●	●	●	●	●-○
II	●	●	●	●	●	●
III	●	●	●	●	●	●
IV	●	●	●	●	●	●
V	●	●	●	●	●	●
VI	●	●	●	●	●	●
VII	●	●	●	●	●	●
VIII	●	●	●	●	●	●
IX	●	●	●	●	●	●
X	●	●	●	●	●	●

[0456] Bei diesem Vergleichsbeispiel, bei dem die Adhäsionsarbeit (W) 110 mN/m überstieg, waren Toner sehr oft verschmolzen, so daß abgesplitterte Reinigungsblätter und andere fehlerhafte Reinigungsblätter erzeugt wurden.

## Vergleichsbeispiel 2

[0457] Wie in Beispiel 4 wurden OPCs (organische lichtempfindliche Elemente) I' bis X' unter Veränderung der Harzzusammensetzungsverhältnisse und der Herstelltemperatur hergestellt. Toner i' bis vi' wurden gemäß Beispiel 4 ebenfalls hergestellt unter Veränderung der Harzzusammensetzungsverhältnisse und der Herstelltemperatur sowie der Zugaberate des äußeren Additives.

[0458] Dann wurde die Adhäsionsarbeit (W[mN/m]) einer jeden Kombination der OPCs I' bis X' und Toner i' bis vi' ausgewertet. Die nachfolgende Tabelle 18 zeigt die Ergebnisse.

Tabelle 18

Adhäsionsarbeit zwischen lichtempfindlichem Element und Toner (W:mN/m)

lichtempfindliches Element	Toner					
	i'	ii'	iii'	iv'	v'	vi'
I'	50.8	49.8	49.2	49.0	47.6	47.5
II'	51.1	50.5	50.0	49.5	48.0	47.7
III'	52.0	51.4	50.9	49.8	48.5	48.0
IV'	52.6	51.9	51.3	50.4	48.7	48.2
V'	53.8	53.2	52.0	51.9	51.0	49.7
VI'	55.1	54.0	52.7	52.2	51.7	50.6
VII'	56.7	55.1	53.7	52.5	52.8	51.2
VIII'	57.4	56.0	54.9	54.1	53.3	52.4
IX'	59.2	57.4	55.9	55.3	54.2	53.6
X'	59.6	59.1	57.1	56.4	55.7	55.1

[0459] Tabelle 19 zeigt die mit einem Haltbarkeitstest erhaltenen Ergebnisse.

Tabelle 19

## Haltbarkeitsauswertung

lichtempfindliches Element	Toner					
	i'	ii'	iii'	iv'	v'	vi'
I'	●	●	●	●	●	●—○
II'	●	●	●	●	●	●
III'	●	●	●	●	●	●
IV'	●	●	●	●	●	●
V'	●	●	●	●	●	●
VI'	●	●	●	●	●	●
VII'	●	●	●	●	●	●
VIII'	●	●	●	●	●	●
IX'	●	●	●	●	●	●
X'	●	●	●	●	●	●

[0460] Da bei diesem Vergleichsbeispiel die Adhäsionsarbeit ( $W$ ) weniger als 60 mN/m betrug, traten keine Verschmelzung von Toner noch ein abgesplittertes Reinigungsblatt infolge einer derartigen Verschmelzung oder von Vorsprüngen auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes auf.

[0461] Die Menge des Toners an der Anschlagstelle des Reinigungsblattes und der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes wurde jedoch während des Haltbarkeitstests verringert, so daß ein mit Graten versehenes Reinigungsblatt entstand, das abnorme Geräusche und ein Filmbildungsphänomen erzeugte. Somit besaßen die Proben einen verengten Spielraum in bezug auf derartige Probleme.

[0462] Des weiteren wurde das lichtempfindliche Element ungleichmäßig abgeschleudert, so daß örtlich verschmierte Bilder entstanden.

[0463] Das Reinigungsvermögen der Proben der obigen Beispiele und Vergleichsbeispiele wurde ebenfalls wie bei den Versuchen ausgewertet. Die [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) zeigen die Beziehung zwischen der Adhäsionsarbeit und dem Reinigungsvermögen sowie die Beziehung zwischen der Adhäsionsarbeit und der Bildqualität. Wie aus den [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) hervorgeht, liegt zusätzlich zu den obigen Ergebnissen die Adhäsionsarbeit vorzugsweise zwischen 64 und 110 mN/m, bevorzugter zwischen 75 und 95 mN/m, für die Zwecke der Erfindung.

[0464] Wie vorstehend im einzelnen beschrieben können mit der vorliegenden Erfindung die vorstehend aufgezeigten Probleme der elektrofotografischen Vorrichtungen, insbesondere die von digitalen elektrofotografischen Vorrichtungen, auf wirksame Weise gelöst werden. Dies betrifft insbesondere:

1. Die Reinigungsbeanspruchung, die zum Trennen des lichtempfindlichen Elementes und der Fremdmaterialien einschließlich des Toners auf der Oberfläche des lichtempfindlichen Elementes erforderlich ist, kann durch Begrenzung der Adhäsionsarbeit ( $W$ ) oder des Klebvermögens zwischen der Oberfläche eines lichtempfindlichen Elementes und Toner, die den Benetzungseffekt der Oberfläche mit Fremdmaterialien wiedergibt, reduziert werden.
2. Da die Beanspruchung des lichtempfindlichen Elementes verringert wird, wird die nutzbare Lebensdauer des lichtempfindlichen Elementes insbesondere im Falle eines OPC oder eines lichtempfindlichen Elementes, das einen Oberflächenüberzug aus einem Dünnsfilm trägt, verlängert.
3. Da die Beanspruchung der Reinigungseinheit einschließlich des Reinigungsblattes verringert wird, kann der regelmäßige Wartungsservice des Reinigungsblattes mit verlängerten Intervallen durchgeführt werden. Dieser Effekt ist besonders vorteilhaft, da hierdurch die Arbeitskosten und die Kartuschenkosten sowie die Größe der Reinigungseinheit und damit die Bilderzeugungsvorrichtung selbst reduziert werden können.

4. Der Motor zum Antreiben des lichtempfindlichen Elementes kann kleiner ausgebildet werden, so daß Energie gespart werden kann.

5. Es kann eine gute Bildqualität realisiert werden, so daß der Spielraum hinsichtlich der Verschmelzung unter Verwendung eines lichtempfindlichen Elementes mit guten Temperatureigenschaften ohne die Verwendung einer Trommelheizeinrichtung vergrößert werden kann. Durch die Verwendung eines lichtempfindlichen Elementes ohne eine Trommelheizeinrichtung kann daher Energie gespart werden.

[0465] Zusätzlich wurde der unerwartete Effekt einer Verringerung zur Herstellung von Abfalltoner erzielt.

[0466] Dies kann darauf zurückzuführen sein, daß durch die Verringerung des Benetzungseffektes des lichtempfindlichen Elementes der Anteil an Resttoner reduziert wurde. Somit können die Kartusche und andere Komponenten weiter verkleinert werden.

[0467] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Beispiele beschränkt, die modifiziert werden können, ohne die Schutzzumfang der Patentansprüche zu verlassen.

### Patentansprüche

1. Bilderzeugungsverfahren mit den folgenden Schritten:  
elektrostatisches Aufladen eines lichtempfindlichen Elementes (**700**) und Belichten desselben zur Ausbildung eines latenten Bildes;  
Ausbilden eines Tonerbildes; und  
Entfernen von jedem überflüssigen Toner von der Oberfläche (**704**) des lichtempfindlichen Elementes, **dadurch gekennzeichnet**, dass  
die Adhäsionsarbeit ( $W$ ) zwischen der Oberfläche (**704**) des lichtempfindlichen Elementes (**700**) und des im Schritt der Ausbildung des Tonerbildes zugeführten Toners zwischen 60 und 110 mN/m liegt, wobei die Adhäsionsarbeit ( $W$ ) aus der freien Oberflächenenergie ( $\gamma$ ) erhalten wird, die auf der Basis der Forkes'schen Theorie ermittelt wird.

2. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem die Adhäsionsarbeit ( $W$ ) zwischen 75 und 95 mN/m liegt.

3. Bilderzeugungsverfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, bei dem das lichtempfindliche Element (**700**) umfasst:  
ein elektrisch leitendes Substrat (**701**) und  
eine Lichtempfangsschicht (**702**) aus einem amorphen Material, das Silicium als Hauptsubstanz und Wasserstoff und/oder Halogen enthält,  
wobei der spezifische Widerstand der obersten Fläche (**704**) desselben zwischen  $1 \times 10^{10}$  und  $5 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$  liegt.

4. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 3, bei dem die Lichtempfangsschicht (**702**) mindestens einen Oberflächenbereich (**704**) besitzt, der hauptsächlich aus amorphem Siliciumcarbid hergestellt ist.

5. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 3, bei dem die Lichtempfangsschicht (**702**) mindestens einen Oberflächenbereich (**8704**) besitzt, der hauptsächlich aus amorphem Kohlenstoff hergestellt ist.

6. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 5, bei dem der amorphe Kohlenstoff Fluor enthält.

7. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 5, bei dem Kohlenstoffatome des amorphen Kohlenstoffes an Fluoratome gebunden sind.

8. Bilderzeugungsverfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, bei dem das lichtempfindliche Element (**700**) eine photoleitende Schicht (**703**) aufweist, die hauptsächlich aus einem organischen lichtempfindlichen Material hergestellt ist.

9. Bilderzeugungsverfahren nach Anspruch 8, bei dem die photoleitende Schicht (**703**) einen Oberflächenbereich (**704**) aufweist, der Fluor enthält.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

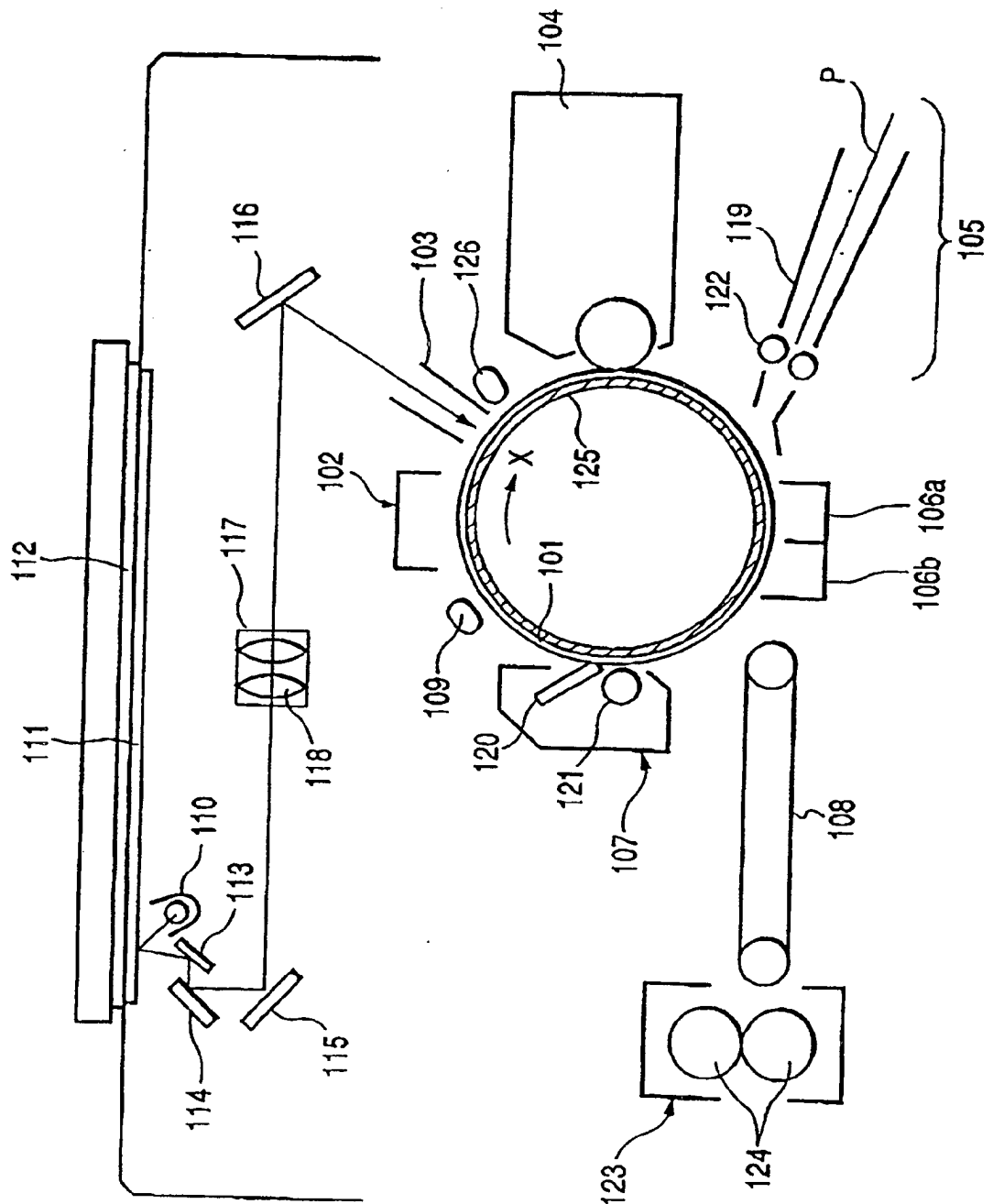
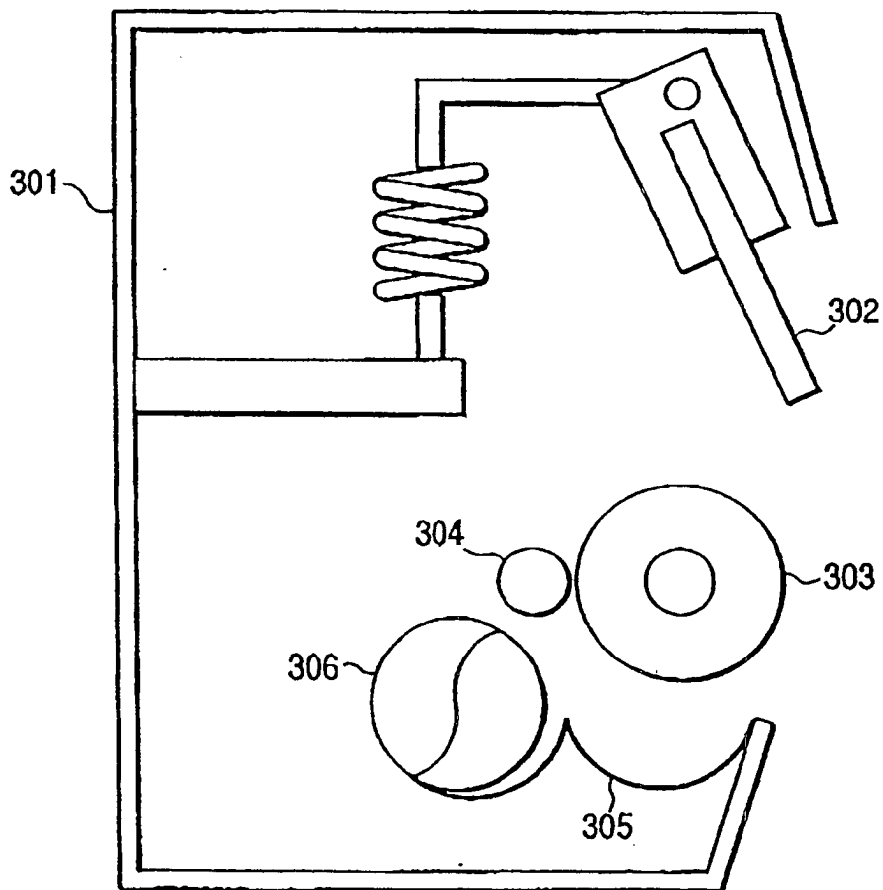
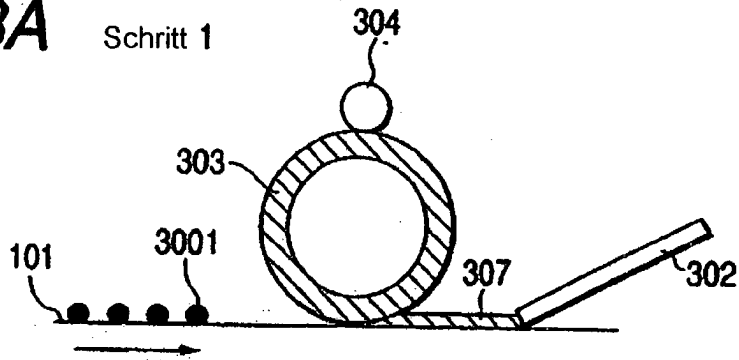


FIG. 2



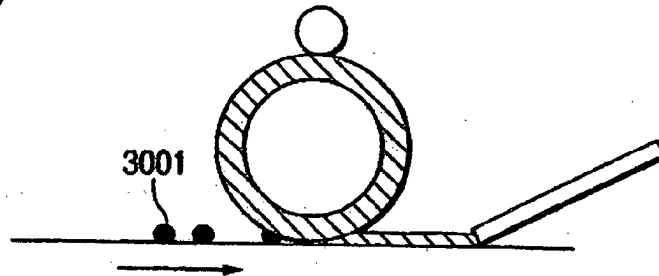
**FIG. 3A**

Schritt 1



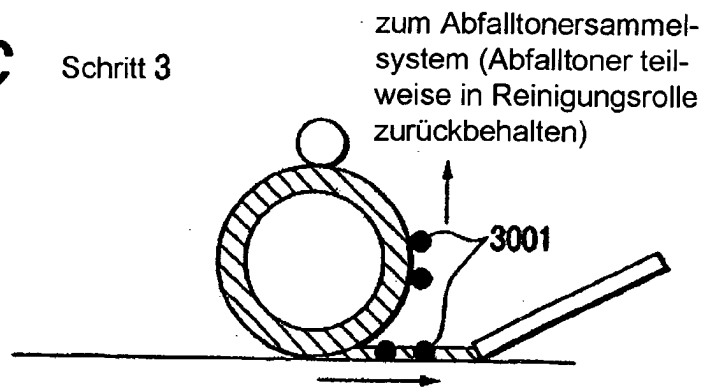
**FIG. 3B**

Schritt 2



**FIG. 3C**

Schritt 3



**FIG. 3D**

Schritt 4

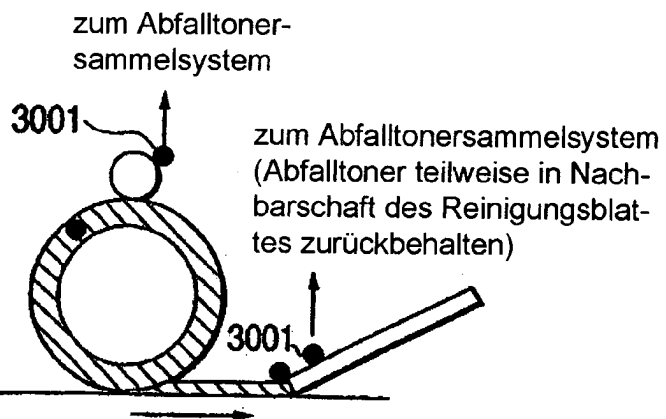


FIG. 4

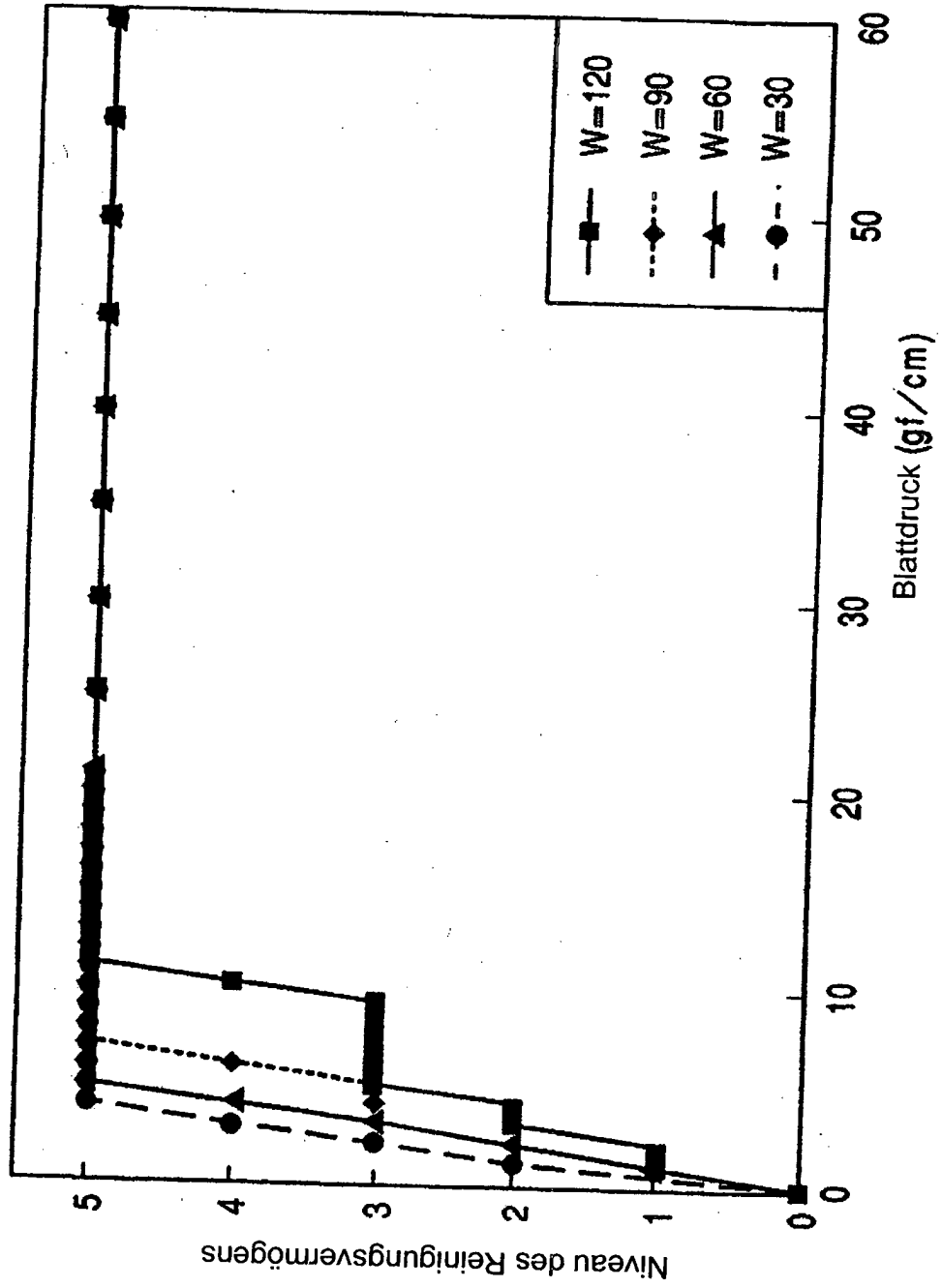


FIG. 5

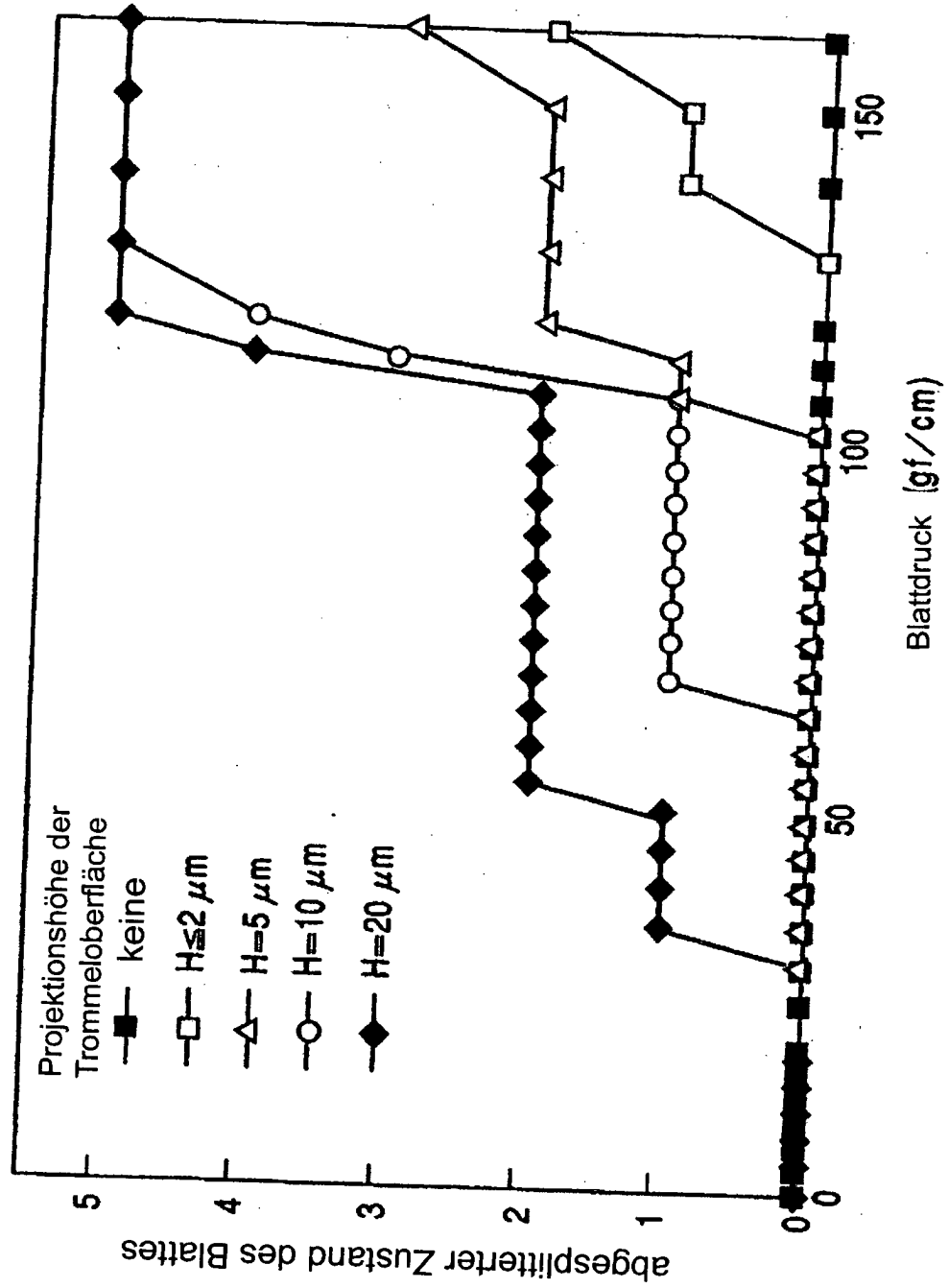


FIG. 6

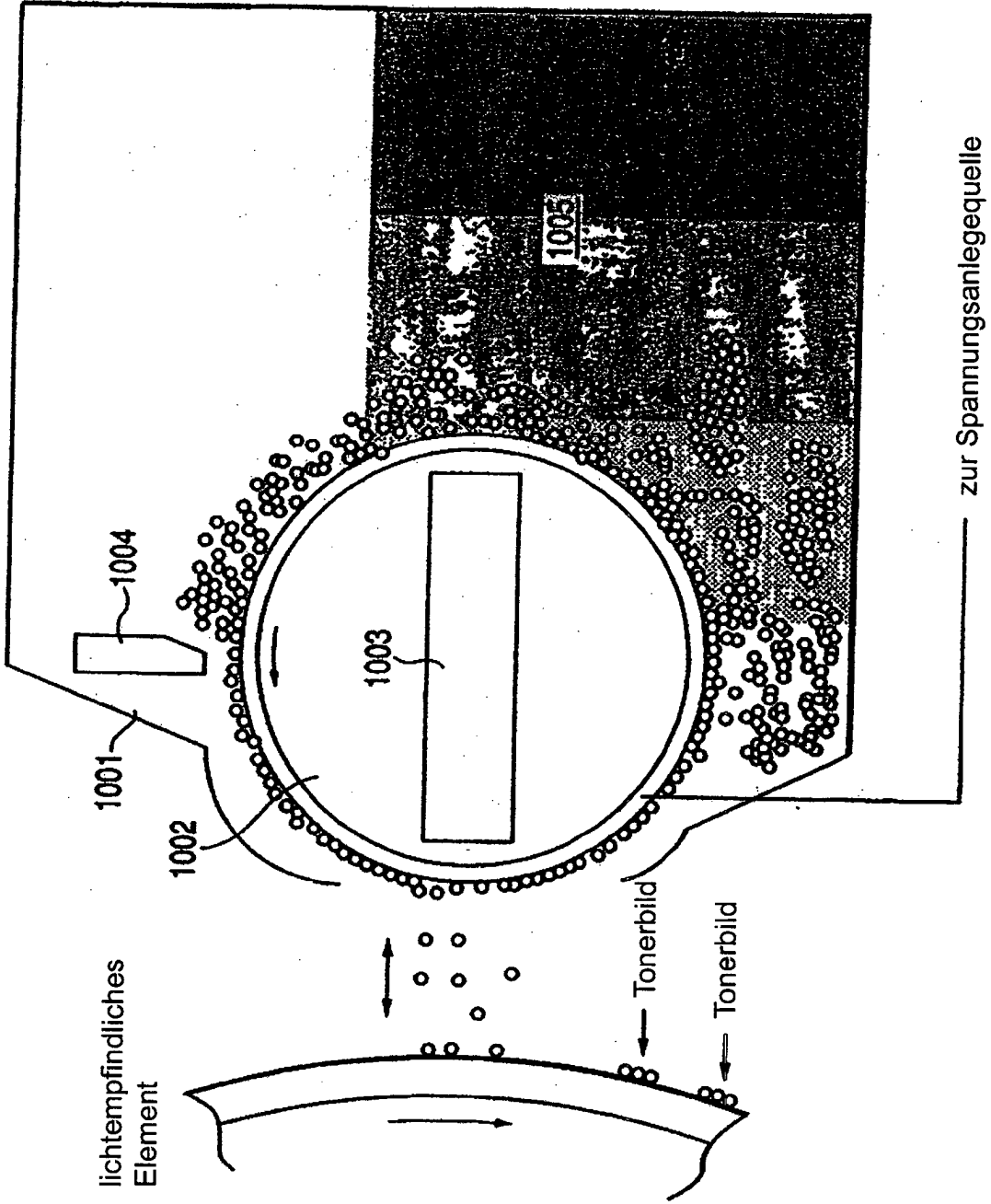
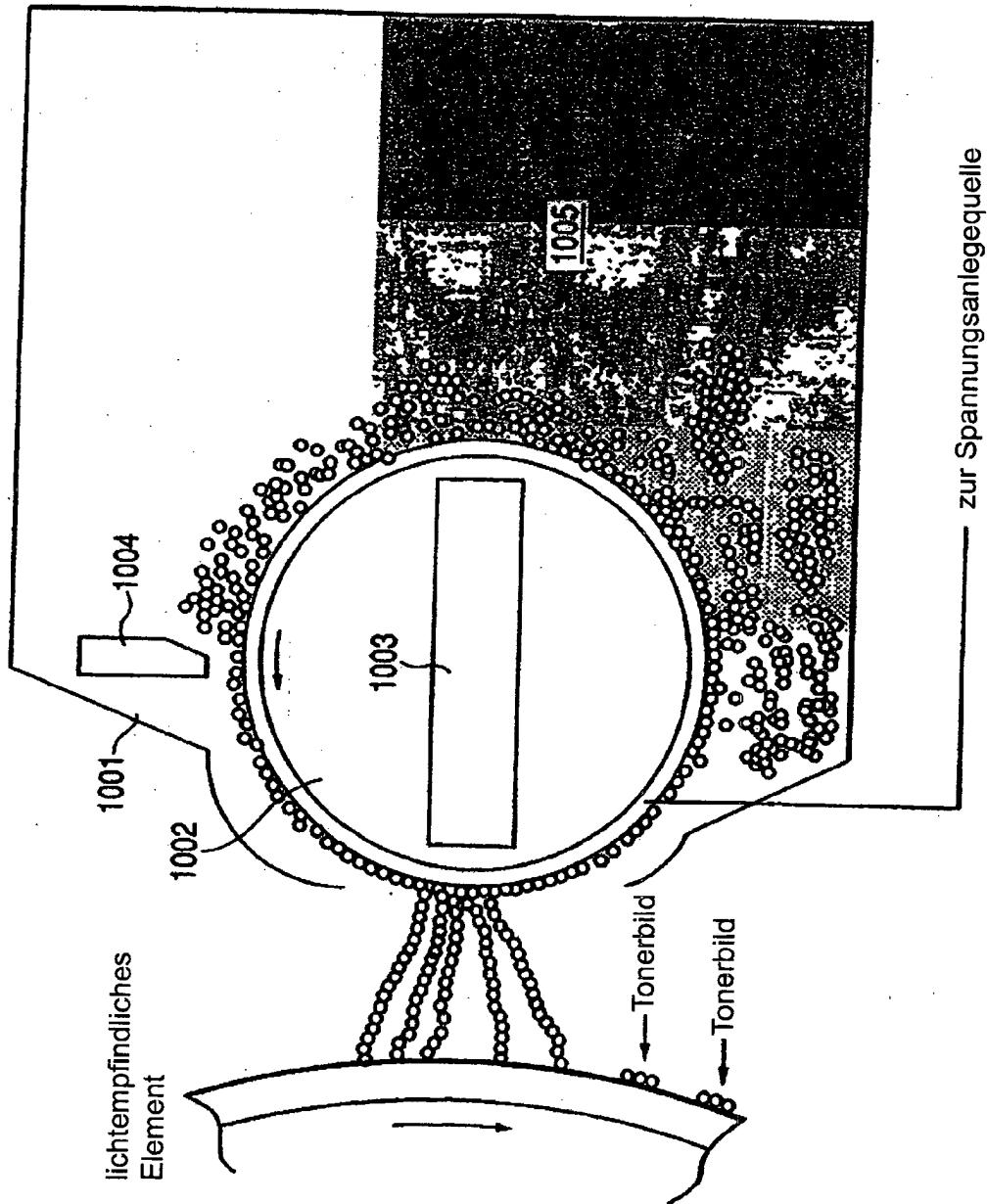
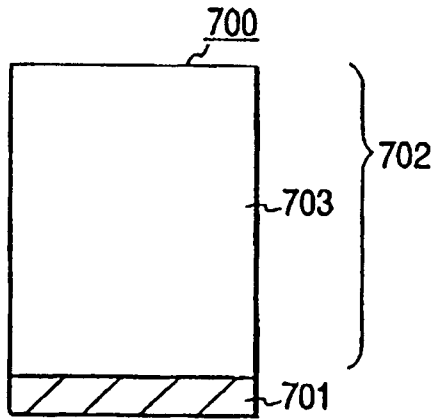


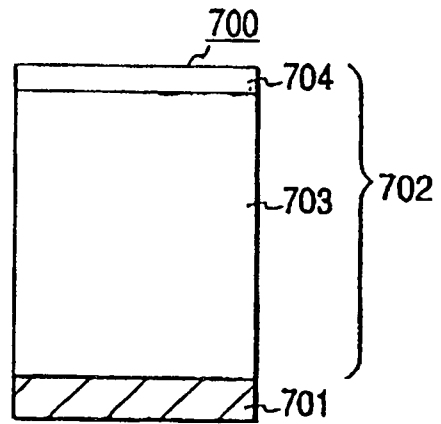
FIG. 7



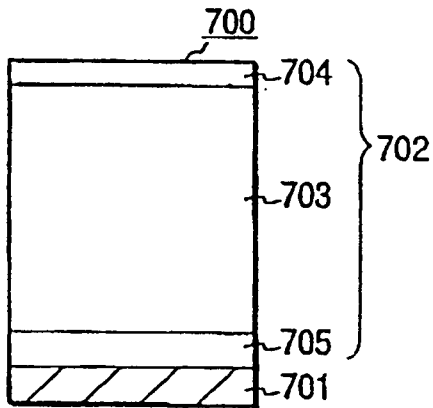
**FIG. 8A**



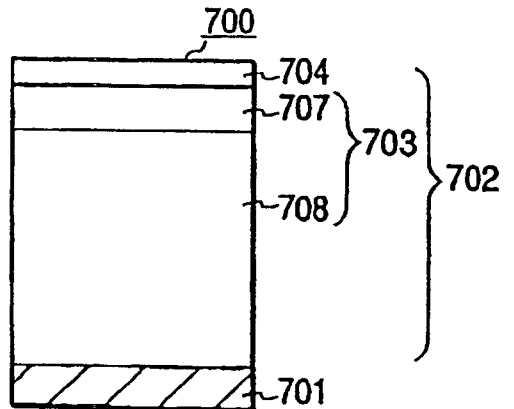
**FIG. 8B**



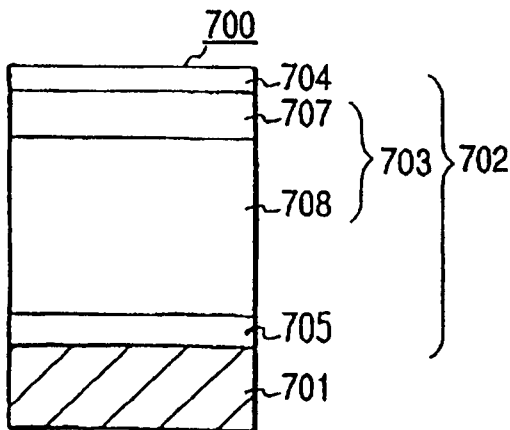
**FIG. 8C**



**FIG. 8D**



**FIG. 8E**



**FIG. 8F**

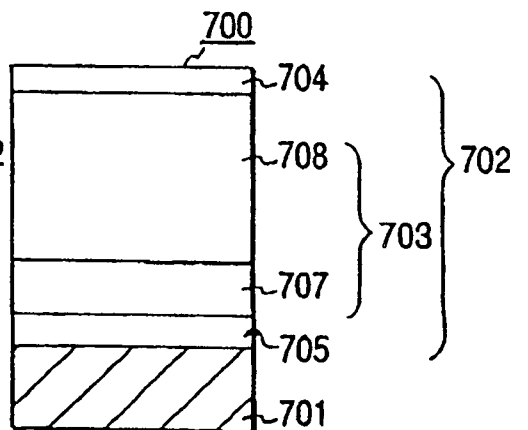


FIG. 9

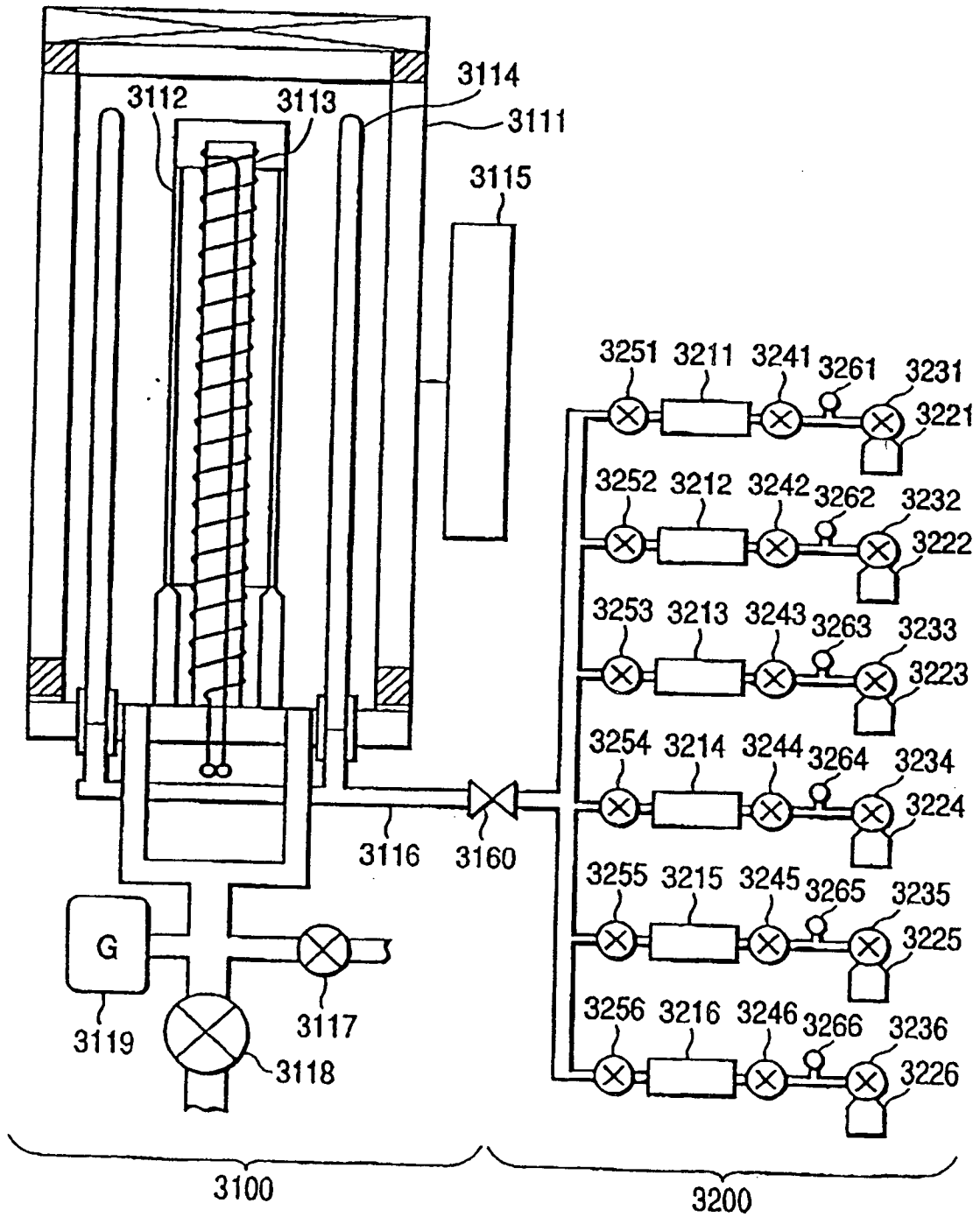
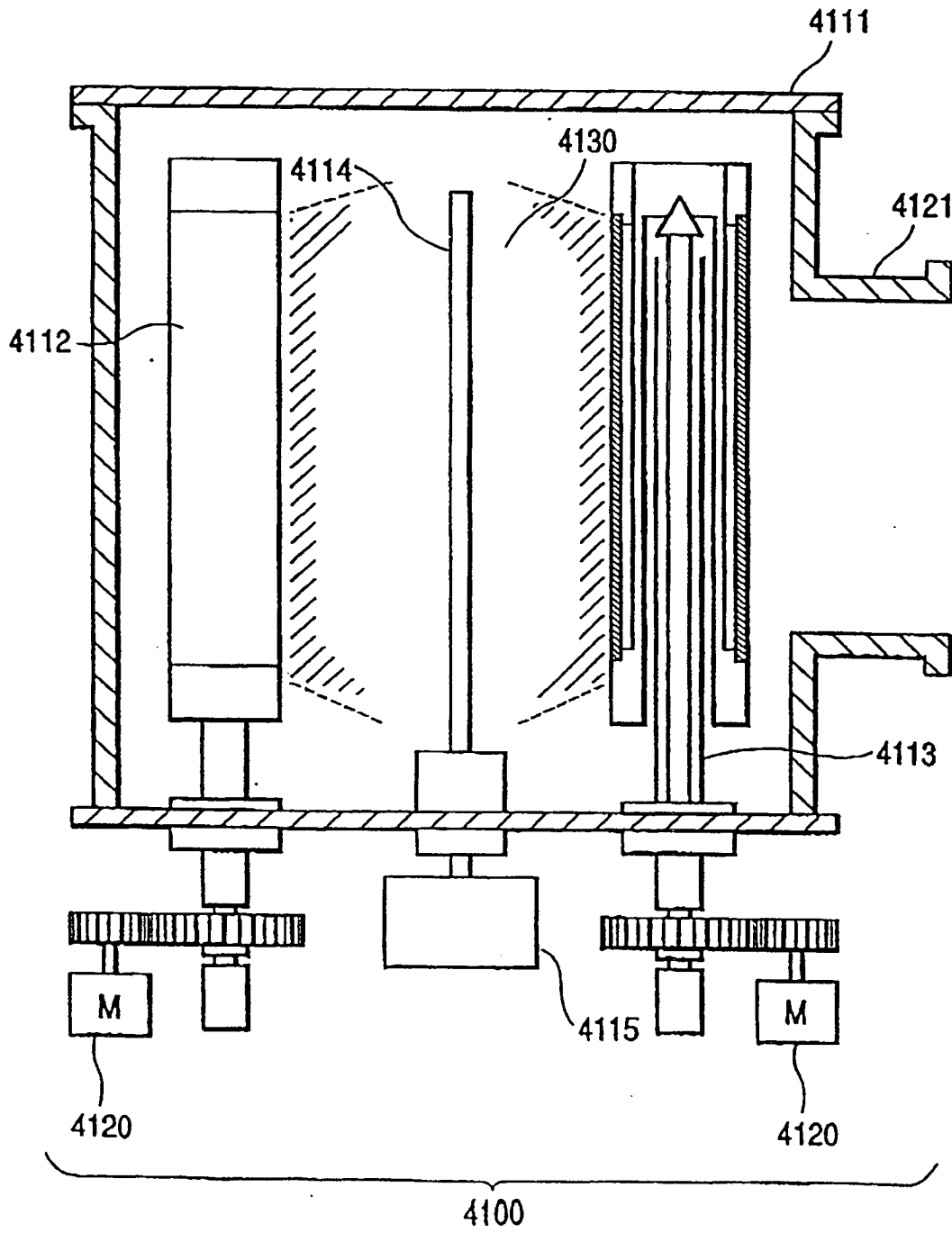


FIG. 10



**FIG. 11**

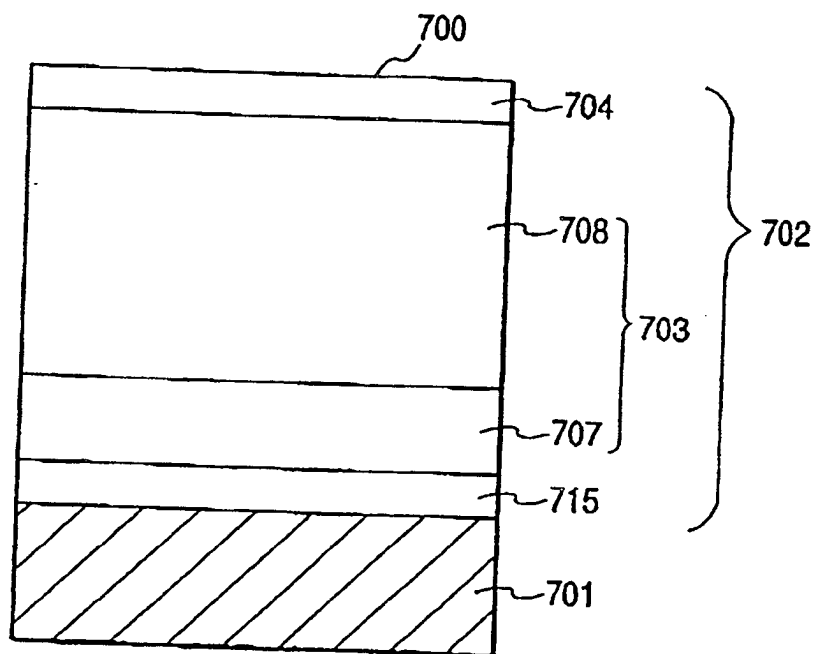


FIG. 12

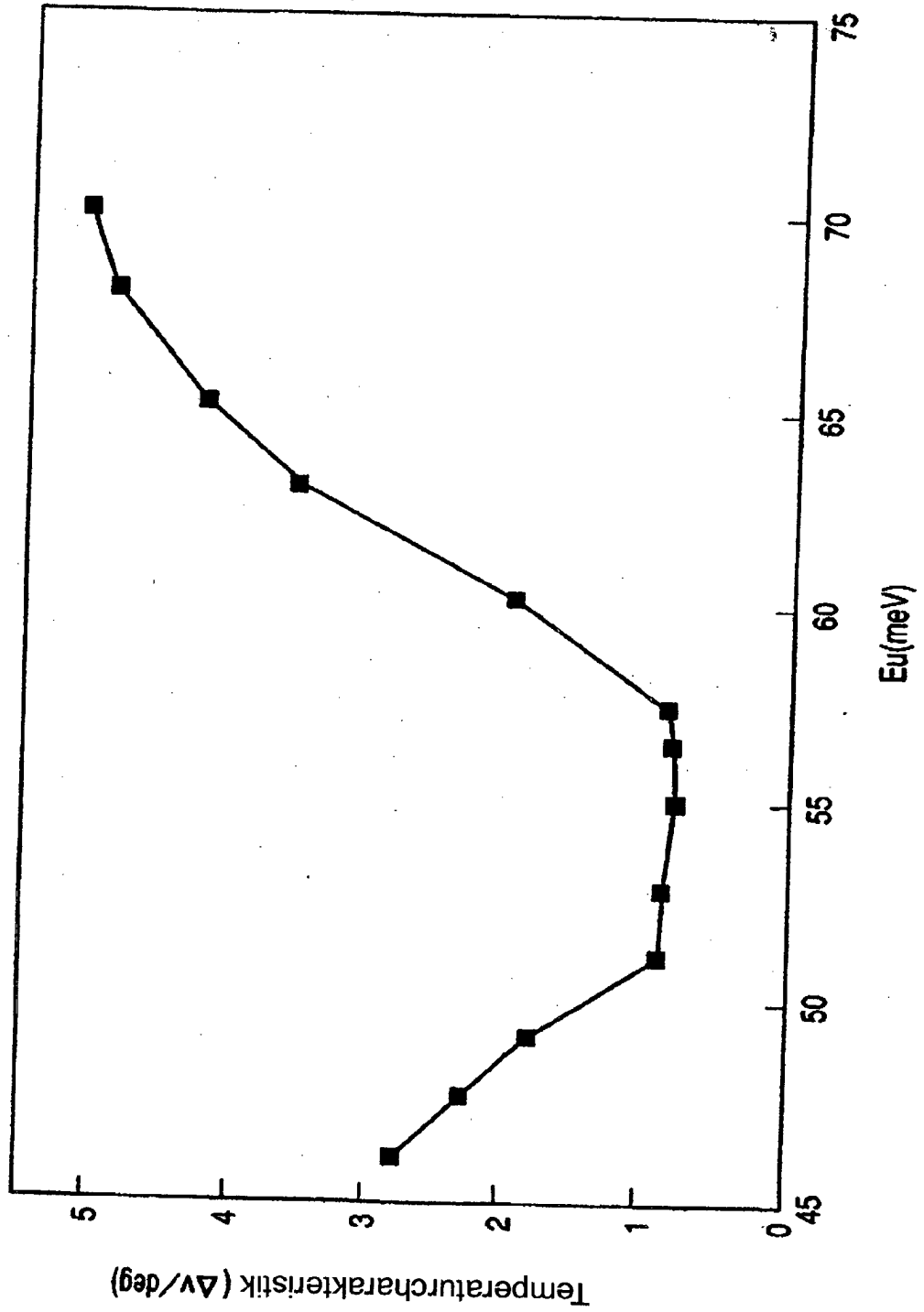




FIG. 14

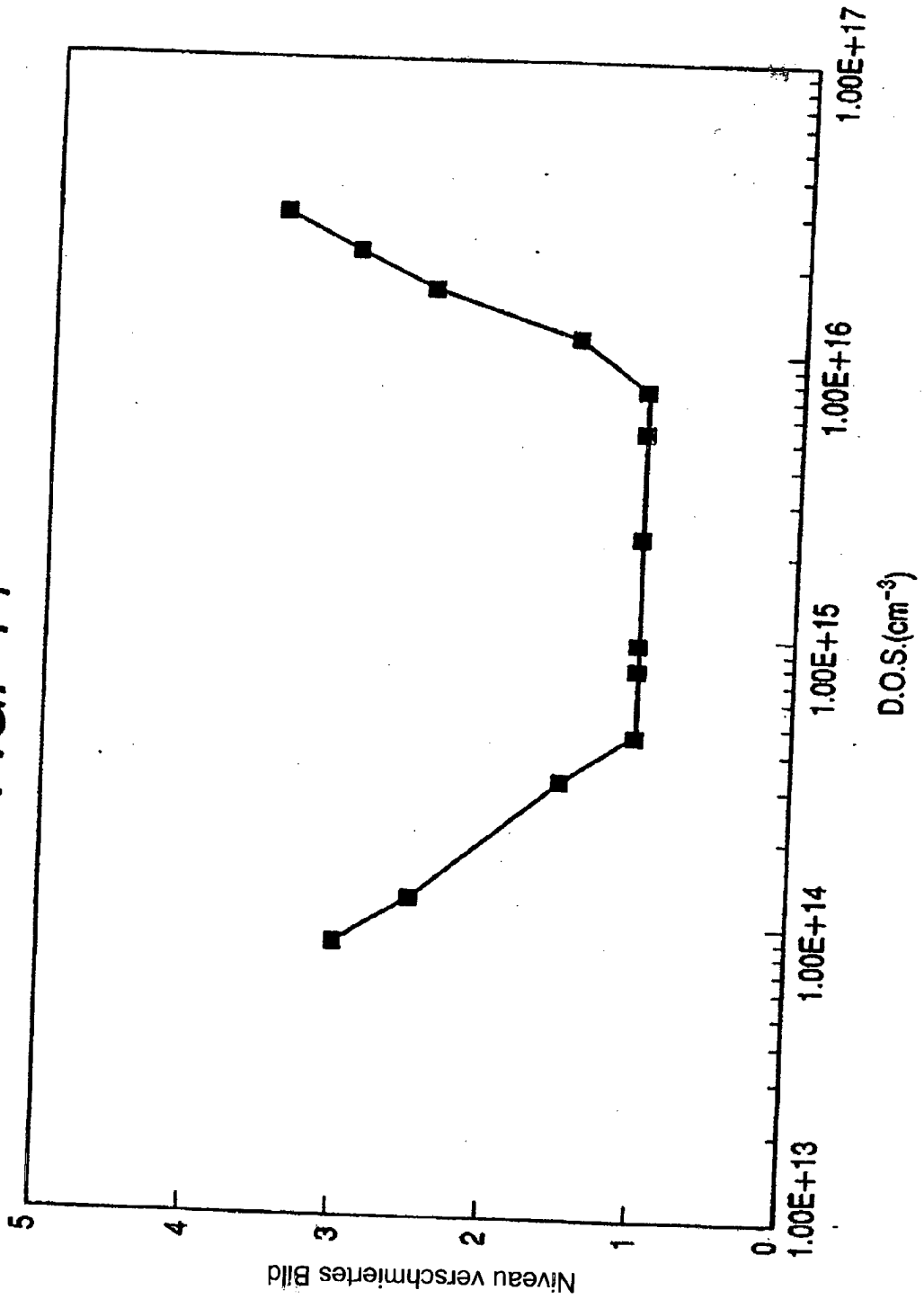


FIG. 15

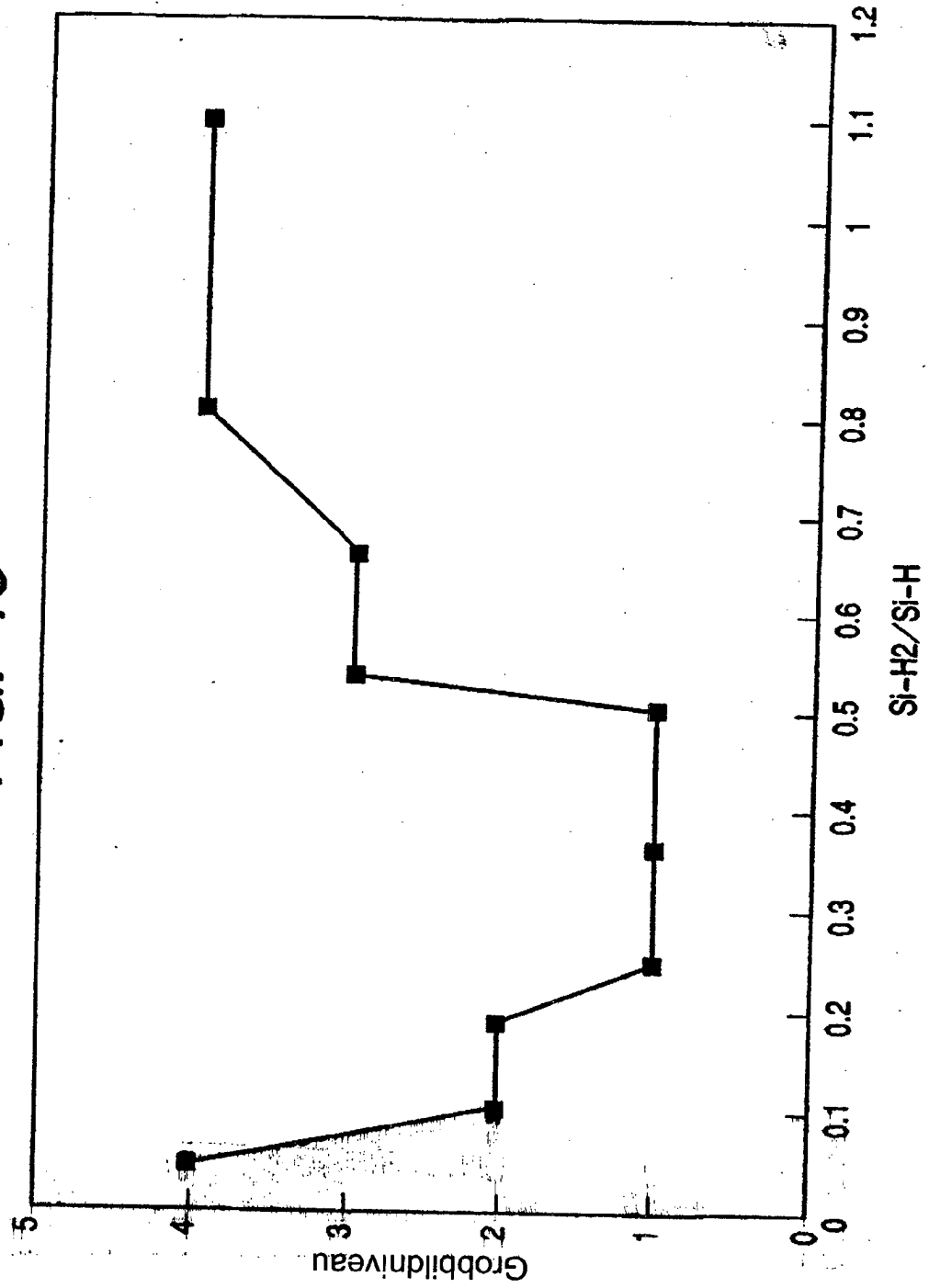


FIG. 16

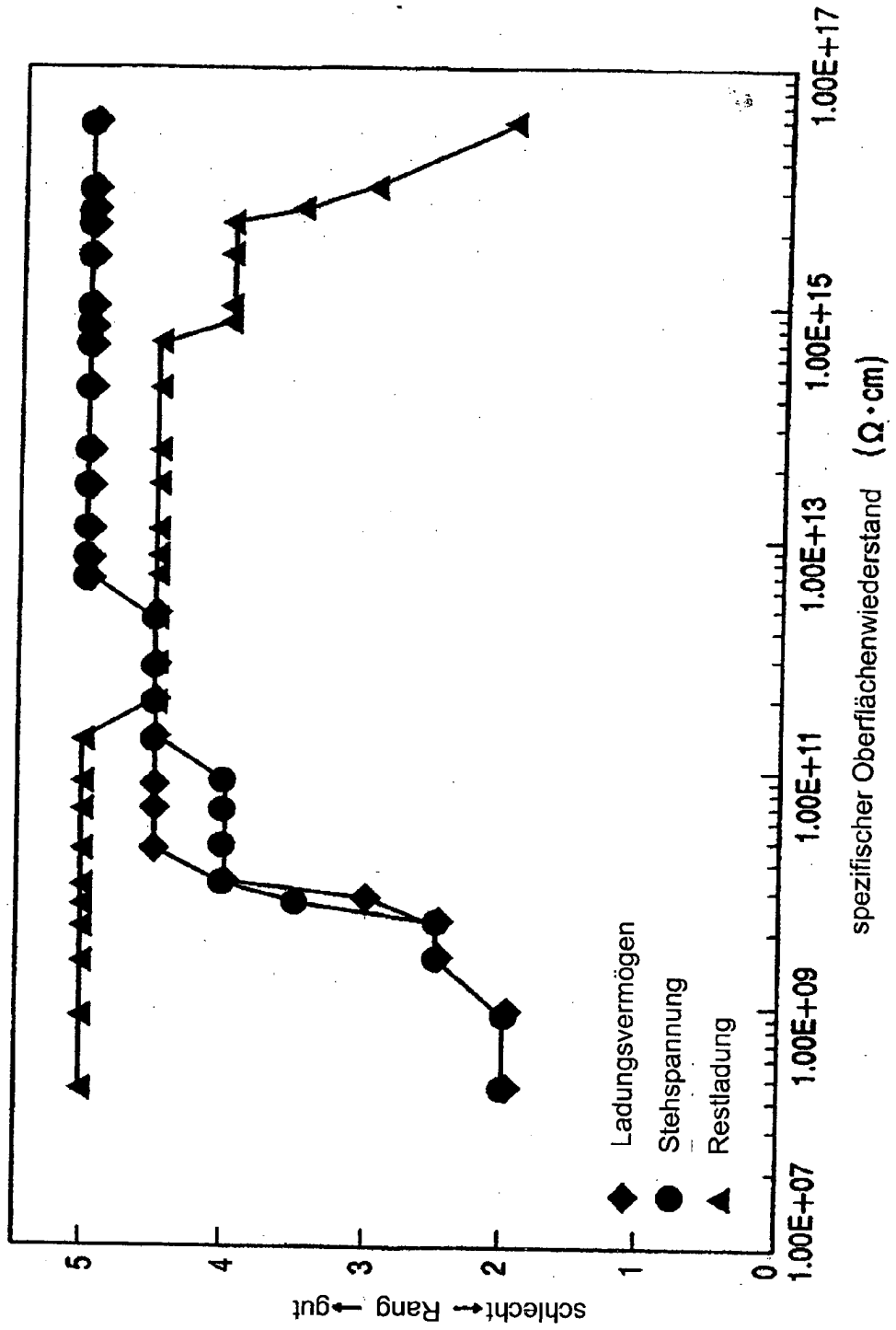


FIG. 17

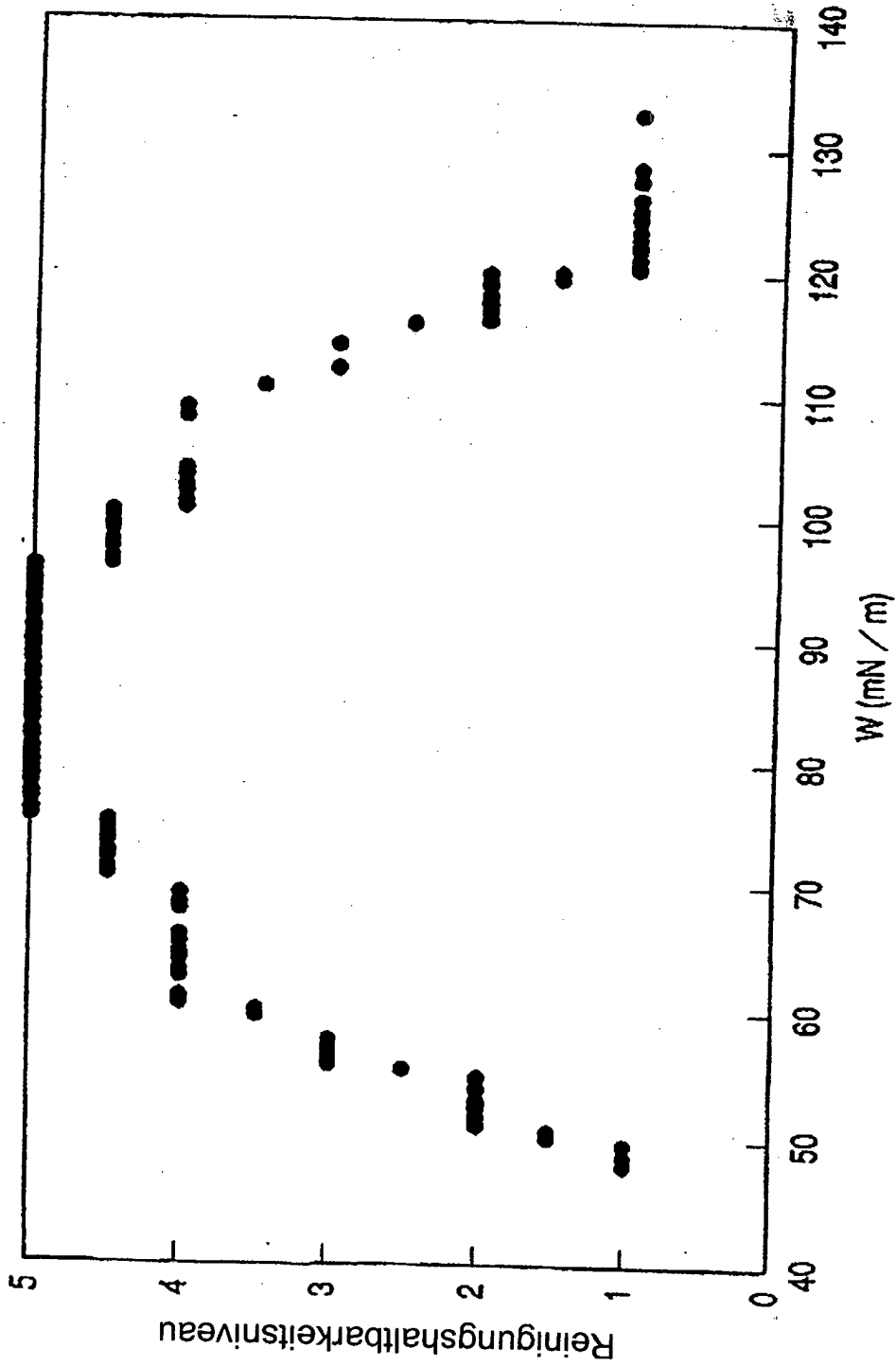


FIG. 18

