

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 779 560 A2

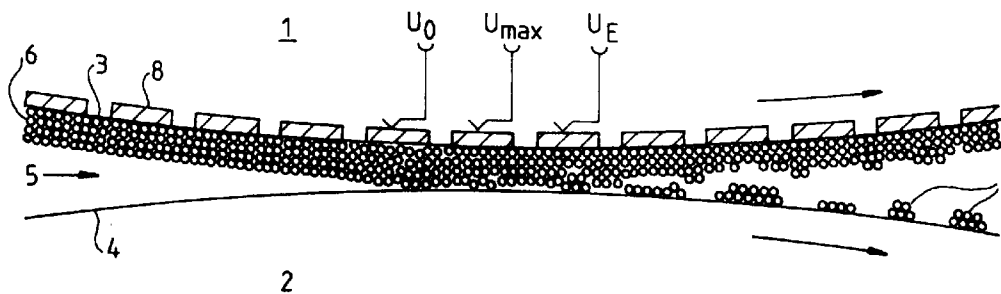
(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
18.06.1997 Patentblatt 1997/25(51) Int. Cl.⁶: **G03G 13/08**, G03G 15/08(21) Anmeldenummer: **96119782.9**(22) Anmeldetag: **10.12.1996**(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB NL(30) Priorität: **12.12.1995 DE 19546248**(71) Anmelder: **Heidelberger Druckmaschinen
Aktiengesellschaft
D-69115 Heidelberg (DE)**(72) Erfinder: **Rodi, Anton
69181 Leimen (DE)****(54) Verfahren und Vorrichtung zum Entwickeln eines elektrostatischen latenten Bildes**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entwickeln eines elektrostatischen latenten Bildes, das auf einer Oberfläche (4) eines beweglichen Zwischenträgers (2) erzeugt worden ist, mittels elektrisch geladener dielektrischer Farbteilchen (6), die durch einen Spalt (5) zwischen der Oberfläche des Zwischenträgers und einer Oberfläche (3) einer Entwicklungseinrichtung (1) transportiert werden. Gemäß dem Verfahren der Erfindung wird der Spalt (5) zum größten Teil und lose mit Farbteilchen (6) gefüllt und werden entlang des Transportweges der Farbteilchen durch den Spalt aufeinanderfolgend die folgenden Spannungsdifferenzen zwischen der Entwicklungseinrichtung und Nichtbildbereichen auf dem Zwischenträ-

ger erzeugt: eine erste Spannungsdifferenz, die im wesentlichen gleich Null ist, eine zweite Spannungsdifferenz, bei der die Farbteilchen in den Nichtbildbereichen vollständig von dem Zwischenträger getrennt werden, und eine dritte Spannungsdifferenz, die kleiner als die zweite Spannungsdifferenz ist und bei der sich die Farbteilchen, die den Nichtbildbereichen gegenüberliegen, noch in einem Abstand zu dieser Oberfläche befinden. Auf diese Weise genügen geringe Spannungsunterschiede in dem elektrostatischen latenten Bild, um eine ausreichende und kontrastreiche Übertragung von Druckfarbe auf den Zwischenträger zu erzielen.

Fig.1



EP 0 779 560 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung, um ein elektrostatisches latentes Bild, das auf einer Oberfläche eines beweglichen Zwischenträgers erzeugt worden ist, mittels elektrisch geladener dielektrischer Farbteilchen zu entwickeln, die durch einen Spalt zwischen der Oberfläche des Zwischenträgers und einer Oberfläche einer Entwicklungseinrichtung transportiert werden.

Ein solches Verfahren und die entsprechende Vorrichtung sind z. B. aus der Xerographie bekannt und werden für die Entwicklung in Laserdruckern, Kopierern usw. verwendet. In der Xerographie wird eine Photoleitertrommel elektrisch geladen und belichtet, wodurch ein latentes Ladungsmuster auf der Photoleitertrommel erzeugt wird, das der Druckdichteverteilung des zu druckenden oder zu kopierenden Bildes entspricht. Danach wird das latente Ladungsbild entwickelt, indem der Photoleitertrommel Toner zugeführt wird, der von geladenen Bildstellen auf der Photoleitertrommel angezogen wird und daran haften bleibt. Die Photoleitertrommel bildet einen Zwischenträger für das entwickelte Tonerbild, das anschließend auf ein Substrat wie Papier übertragen und darauf fixiert wird.

Der Toner wird des Zwischenträgers von einer Entwicklungseinrichtung zugeführt, die z. B. ein Zylinder oder ein Band ist, das in einen mehr oder weniger geringen Abstand an des Zwischenträger vorbeiläuft. Je nachdem, ob der Toner den Spalt zwischen der Entwicklungseinrichtung und dem Zwischenträger überspringt oder ob er durch Berührung auf den Zwischenträger übertragen wird, unterscheidet man die sogenannte "Jumper-Development" und die sogenannte "Contact-Development".

Ein Beispiel für die "Jumper-Development" zeigt die US 39 97 688. Bei der darin beschriebenen Technik, wie im Oberbegriff der Patentansprüche 1 bzw. 7 angegeben, besteht der Toner aus dielektrischen pigmentierten Teilchen mit einem Durchmesser zwischen 5 und 20 µm Mikrometern. Die Entwicklungseinrichtung ist ein um mehrere Zylinder umlaufendes Band, welches den Zwischenträger, eine Photoleitertrommel, in einen Abstand passiert, der um ein Vielfaches größer als der Durchmesser der Tonerteilchen ist. Die Tonerteilchen, die durch Reibungselektrizität in einer Lage auf dem Band haften, springen unter der Wirkung eines elektrischen Feldes über den Spalt zwischen dem Band und der Photoleitertrommel hinweg, wobei nicht elektrisch geladene Stellen des elektrostatischen Ladungsmusters farbfrei bleiben. Das elektrische Feld geht auf der Seite des Bandes von einer Elektrode mit einer spitzen Kante aus, um die herum das Band geführt wird. Dadurch entsteht ein ungleichförmiges Feld, das im Bereich der Kante am stärksten ist. Dies liefert eine ausreichende Feldstärke zur Ablösung der Tonerteilchen von dem Band, ohne daß zwischen dem Band und der Photoleitertrommel ein Durchschlag stattfindet. Die Richtungsänderung beim Vorbeilaufen des Bandes an

der Kante vergrößert außerdem den Abstand zwischen benachbarten Tonerteilchen der Farbschicht im Spalt und verringert die Kohäsionskräfte zwischen den Tonerteilchen, so daß weniger Kraft benötigt wird, um die einzelnen Tonerteilchen aus der Schicht zu entfernen.

Sowohl bei der "Jumper-Development" als auch bei der "Contact-Development" müssen jedoch die Spannungsunterschiede zwischen Bildbereichen und Nichtbildbereichen des elektrostatischen Ladungsmusters relativ hoch sein, um ein genügend kontrastreiches Tonerbild zu erhalten. Dies ist kein Problem, wenn das Ladungsmuster durch Belichten eines Photoleiters gebildet wird, der im voraus gleichförmig auf einige hundert oder tausend Volt aufgeladen worden ist, wie z. B. in einem Photokopierer oder einem Laserdrucker.

Auf dem Gebiet der Drucktechnik gibt es neuerdings digitale Techniken, bei denen ein Ladungsmuster durch eine Vielzahl von Ladungserzeugern gebildet wird, die im Pixelabstand angeordnet sind und die in Übereinstimmung mit den zu druckenden Bildinformationen einzeln angesteuert werden. Ein solches Verfahren ist aus der US 47 92 860 bekannt. Wie darin beschrieben, weist ein Zwischenträger eine Oberfläche auf, auf der eine Vielzahl von gegeneinander isolierten und individuell aufladbaren Mikrozellen angeordnet sind. Als Druckfarbe wird eine thermoplastische Zweikomponenten-Farbe verwendet, die im geschmolzenen Zustand auf den Zwischenträger übertragen wird. Auch in diesem Fall sind relativ hohe Spannungen an den Mikrozellen erforderlich, wenn die Druckfarbe mit ausreichender Farbdeckung übertragen werden soll. Daher werden die Ladungserzeuger durch ein spezielles Emittierarray gebildet, das in der Lage ist, Spannungen von vielen hundert Volt auf den Mikrozellen zu erzeugen. Der damit verbundene Aufwand ließe sich verringern, wenn weniger große Spannungsunterschiede in dem Ladungsbild notwendig wären.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Entwicklungstechnik zu schaffen, die eine ausreichende und kontrastreiche Übertragung von Druckfarbe auf einen Zwischenträger ermöglicht, der ein elektrostatisches latentes Bild mit verhältnismäßig geringen Spannungsunterschieden zwischen den verschiedenen Bildbereichen aufweist.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung bei einem gattungsgemäßen Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 und bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 7 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich durch die Merkmale der Unteransprüche.

Gemäß der Erfindung werden die Farbteilchen so durch den Spalt zwischen der Oberfläche des Zwischenträgers und einer Oberfläche einer Entwicklungseinrichtung transportiert, daß sie den Spalt mehr oder weniger ausfüllen, wobei jedoch kein Druck auf die Farbteilchen ausgeübt wird. Die Erfindung läßt sich somit als ein Zwischenmodell zwischen der "Jumper-Development", bei der sich im Spalt im wesentlichen

leerer Raum befindet, und der "Contact-Development" verstehen, bei der die Farbteilchen gegen den Zwischenträger gedrückt werden.

Durch die Erfindung wird eine Entwicklungstechnik geschaffen, die mit relativ geringen Spannungsunterschieden in dem elektrostatischen latenten Bild auf dem Zwischenträger auskommt, z. B. ungefähr 40 Volt. Solche Spannungen lassen sich auf eine einfache, zuverlässige und kostengünstige Weise durch eine herkömmliche Elektronik erzeugen.

Durch die Erfindung kann ein latentes elektrostatisches Bild mit dieser Eigenschaft zu eines Farbbild entwickelt werden, das eine ausreichende Farbdeckung in Bildbereichen ermöglicht und das in Nichtbildbereichen keinerlei Hintergrundfärbung aufweist. An dem letzteren Problem, der unkontrollierten Übertragung von Farbteilchen in Bereiche, die eigentlich farbfrei bleiben sollen, leiden besonders die herkömmlichen Techniken mit "Contact-Development". Außerdem läßt sich gemäß der Erfindung die Intensität der Farbdeckung hervorragend steuern, so daß eine sehr feine und originalgetreue Wiedergabe von Graustufen möglich ist.

Gemäß der Erfindung wird ein elektrisches Feld im Spalt erzeugt, das sich entlang des Transportweges der Farbteilchen auf eine bestimmte Art und Weise ändert. Dazu wird entweder eine Spannung auf der Oberfläche der Entwicklungseinrichtung entlang des Transportweges verändert, oder es werden die Spannungen auf der Oberfläche des Zwischenträgers gemeinsam entlang des Transportweges verändert.

Für die nähere Erläuterung wird angenommen, daß die in den Spalt transportierten Farbteilchen negativ aufgeladen sind, z. B. durch Reibungselektrizität. Unter dieser Voraussetzung werden im folgenden unter Spannungen und Ladungen positive Spannungen bzw. Ladungen verstanden, falls nichts anderes angegeben ist. Beispielsweise stehen die Bildbereiche auf dem Zwischenträger unter einer gewissen (positiven) Spannung, je nach der gewünschten späteren Graustufe an dieser Stelle, um die negativ geladenen Farbteilchen daran anzuziehen. Im Falle einer positiven Ladung der Farbteilchen würden die genannten Spannungen negativ sein. Als Bezugsspannung wird der Einfachheit halber eine Spannung von Null Volt gewählt, die im allgemeinen des Erdoberflächenpotential entspricht. In einer praktischen Ausführungsform kann diese Bezugsspannung positiv oder negativ zum Erdoberflächenpotential verschoben sein, wobei die übrigen Spannungen unter Beibehaltung aller Spannungsdifferenzen entsprechend zu verändern sind.

Zuerst werden die Spannungen so eingestellt, daß die Farbteilchen einen im wesentlichen feldfreien Bereich passieren, in dem sie sich über die gesamte Spaltbreite verteilen können. Das einzige Feld, von dem in diesem Bereich eine nennenswerte Wirkung ausgeht, ist das Feld, das von Ladungsinselfen auf der Oberfläche des Zwischenträgers herrührt, d. h. von den Bildbereichen des elektrostatischen Ladungsbildes. Diese Ladungsinselfen weisen eine Ladung auf, die der Ladung

der Farbteilchen entgegengesetzt ist, so daß ein Teil der Farbteilchen davon angezogen wird. Die übrigen Farbteilchen können im lose verteilten Zustand bleiben oder durch Nahwirkungskräfte an den Oberflächen des Zwischenträgers bzw. der Entwicklungseinrichtung haften, sofern sie diesen entsprechend nahe kommen.

In dem erwähnten Fall, daß die Spannung auf der Oberfläche der Entwicklungseinrichtung entlang des Transportweges verändert wird, wird als nächstes diese Spannung von Null oder einem Wert um Null herum auf einen Wert von einigen 100 Volt vergrößert. Diese Spannung kann so groß gewählt werden, daß gerade noch kein Durchschlag zwischen der Entwicklungseinrichtung und dem Zwischenträger stattfindet. Dadurch entsteht ein Feld, in dem sich die Farbteilchen in den Nichtbildbereichen von der Oberfläche des Zwischenträgers ablösen, in den geladenen Bildbereichen jedoch teilweise daran haften bleiben. Damit in den Nichtbildbereichen sämtliche Farbteilchen von der Oberfläche des Zwischenträgers abheben, müssen die Nahwirkungskräfte überwunden werden, denen Farbteilchen ausgesetzt sind, die in dem vorhergehenden, im wesentlichen feldfreien Bereich an der Oberfläche des Zwischenträgers haften geblieben sind.

Diese Nahwirkungskräfte sind die Van-der-Waals-Kräfte, zwischenmolekulare Kräfte mit einer maximalen Reichweite im Bereich von einigen zehn Nanometern, und die sogenannten Bildkräfte. Die Van-der-Waals-Kraft auf ein Teilchen, das sich in der Nähe einer Oberfläche befindet, wird im folgenden als Adhäsionskraft bezeichnet. Die Bildkraft ist die Kraft auf ein geladenes Teilchen in der Nähe einer leitenden Oberfläche, die der Anziehungskraft eines entgegengesetzt geladenen Teilchens entspricht, das man sich spiegelbildlich auf der anderen Seite dieser Oberfläche vorzustellen hat. Die Bildkraft ist umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes des Teilchenmittelpunktes von der Oberfläche und wird bei der hierin beschriebenen Technik vernachlässigbar klein, wenn dieser Abstand größer als die Reichweite der Adhäsionskräfte ist. Daher werden die Adhäsionskräfte und die Bildkräfte hierin gemeinsam als Nahwirkungskräfte bezeichnet, mit einer Reichweite im Bereich von einigen zehn Nanometern.

Die Anmelderin der vorliegenden Erfindung hat herausgefunden, daß diese Nahwirkungskräfte insgesamt am kleinsten sind bzw. sich am leichtesten überwinden lassen, wenn die Farbteilchen bzw. die Oberfläche des Zwischenträgers so beschaffen sind, daß die Adhäsionskraft und die Bildkraft auf Farbteilchen, welche die Oberfläche des Zwischenträgers berühren, in der gleichen Größenordnung liegen.

Den Umstand, daß die Adhäsionskräfte und die Bildkräfte im Optimum in der gleichen Größenordnung liegen, kann man übrigens nicht nur im Rahmen der vorliegenden Erfindung ausnutzen, sondern bei beliebigen Drucktechniken, bei denen Teilchen von einer Oberfläche gelöst werden müssen.

Nachdem bei der Technik der Erfindung die Nichtbildbereiche vollständig von Farbteilchen befreit worden

sind, wobei ggf. der vorstehend erwähnte Umstand berücksichtigt bzw. ausgenutzt worden ist, befinden sich die Farbteilchen, die den Nichtbildbereichen gegenüberliegen, in einem Abstand dazu. Dies liegt daran, daß die Kraft, welche die Farbteilchen im elektrischen Feld des Spaltes in Richtung auf die Oberfläche der Entwicklungseinrichtung treibt, sprunghaft zunimmt, sobald die Nahewirkungskräfte nicht mehr wirksam sind. In den Bildbereichen verringert sich die Zahl der Teilchen, die eher an die Bildbereiche angezogen werden, zugunsten der Zahl von Teilchen, die eher an die Oberfläche der Entwicklungseinrichtung angezogen werden.

Gemäß der Erfindung wird nun in einen dritten Bereich des Spaltes die Spannung auf der Oberfläche der Entwicklungseinrichtung wieder verringert, und zwar maximal so sehr, daß die Farbteilchen noch einen Abstand von einigen zehn Nanometern von der Oberfläche des Zwischenträgers in den Nichtbildbereichen haben, so daß die Nahewirkungskräfte an dieser Oberfläche gerade noch nicht wieder wirksam werden können. Dadurch wird verhindert, daß einzelne Farbteilchen spontan auf die Nichtbildbereiche überwechseln, und es tritt keine Hintergrundfärbung in Nichtbildbereichen auf.

Andererseits verschiebt sich die Spaltungsebene der Farbschicht in den Bildbereichen des Zwischenträgers zugunsten von Farbteilchen, die auf die Bildbereiche übertragen werden. Daher ist auch mit geringen Spannungsunterschieden zwischen den Bildbereichen und den Nichtbildbereichen auf dem Zwischenträger eine kontrastreiche Farbübertragung möglich, wie sie für einen Druck in Offsetqualität erforderlich ist. Die Kraft auf die Farbteilchen, die in den Nichtbildbereichen an den Zwischenträgern angrenzen, hat als Kombination aus den Nahewirkungskräften und der Kraft des elektrischen Feldes im Spalt eine Hystereseeigenschaft. Diese macht sich die Erfindung zunutze, um für eine gegebene Farbdeckung mit geringeren Spannungsunterschieden in dem elektrostatischen latenten Bild auszukommen, ohne irgendeine Verschlechterung des Hintergrundes des entwickelten Bildes in Kauf nehmen zu müssen.

Eine optimale Wiedergabe von Graustufen ergibt sich bei Verwendung von Farbteilchen mit einem mittleren Durchmesser von zwischen einigen μm und $20\ \mu\text{m}$ und einer Spaltbreite zwischen ca. $10\ \mu\text{m}$ und $200\ \mu\text{m}$, wobei die Breite des Spaltes ein Mehrfaches des mittleren Durchmessers der Farbteilchen beträgt. Es ist aber auch möglich, den Spalt nur wenig größer als den Durchmesser der Farbteilchen zu machen, wobei z. B. nur eine Lage Farbteilchen in den Spalt hinein transportiert wird. Die Wiedergabe von Graustufen gelingt dennoch, unter anderem weil die Farbteilchen in der Praxis nicht streng geordnet sind und unterschiedliche Größen aufweisen. Daher ist die Spaltungsebene nicht als eine scharfe Grenze anzusehen, sondern vielmehr als ein Bereich, in dem entsprechend einer Gauss-Verteilung verschiedene Wahrscheinlichkeiten bestehen, daß ein

einzelnes Farbteilchen in die eine oder andere Richtung gezogen wird. Gemäß der Erfindung lassen sich sehr geringe Graustufen leichter und gleichmäßiger als bei der herkömmlichen "Jumper-Development" erzielen, da die Schwellenspannung wesentlich niedriger liegt.

Um die Farbteilchen zu lockern und ihre statistische Verteilung zu verbessern, kann der dritten Spannung eine Wechsellspannung von einigen kHz überlagert werden. Im Falle, daß die dritte Spannung beispielsweise $100\ \text{V}$ beträgt, kann die Amplitude der überlagerten Wechsellspannung bis zu $200\ \text{V}$ betragen, so daß die dritte Spannung eine Wechsellspannung mit Scheitelwerten zwischen 0 und $200\ \text{V}$ und einer Effektivspannung von $100\ \text{V}$ ist.

Als Zwischenträger kann ein rotierender Zylinder oder ein um einen Zylinder umlaufendes Band verwendet werden. In der bevorzugten Ausführungsform weist die Oberfläche des Zwischenträgers eine Vielzahl von gegeneinander isolierten Mikrozellen auf, die außerhalb des Bereichs des Spaltes individuell geladen werden. Die Oberfläche des Zwischenträgers kann aber auch eine homogene dielektrische Schicht sein, auf der Ladungseinseln entsprechend dem gewünschten Druckbild erzeugt worden sind.

Die Entwicklungseinrichtung kann eine feststehende Platte, einen feststehenden oder rotierenden Zylinder oder ein um einen Zylinder umlaufendes Band aufweisen. Zum Transport der Farbteilchen in den Spalt gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zum Beispiel ist es denkbar, daß die Farbteilchen durch Schwerkraft in den Spalt rutschen. Oder es wird eine der vielen anderen Transporttechniken angewandt, wie sie aus der Entwicklungstechnik bekannt sind. Beispielsweise können die Farbteilchen elektrostatisch an dem Zwischenträger haften, bevor die Spannung am Zwischenträger im ersten Bereich des Spaltes auf Null gebracht wird. Magnetische Einkomponentenentwickler kommen ebenfalls in Betracht.

Im Falle, daß als Zwischenträger bzw. als Entwicklungseinrichtung Zylinder verwendet werden, muß bei der Bemessung der Spannungen im Spalt unter Umständen deren Oberflächenkrümmung berücksichtigt werden, die sich auf die Feldstärke auswirkt. Man erhält eine bessere Übersicht über die Verhältnisse im Spalt und vor allem eine längere Strecke, auf der sich die Farbteilchen in den verschiedenen Bereichen im Spalt neu ausrichten können, wenn man für den Zwischenträger und/oder die Entwicklungseinrichtung ein Band verwendet, wobei das Band über die Länge des Spaltes parallel und synchron zu dem gegenüberliegenden Zylinder oder Band läuft.

Um die Spannung auf der Entwicklungseinrichtung entlang des Transportweges der Farbteilchen verändern zu können, kann ihre Oberfläche eine Vielzahl von leitenden Elementen aufweisen, die quer zum Transportweg der Farbteilchen verlaufen, wobei benachbarte leitende Elemente mehr oder weniger voneinander isoliert sind.

Die leitenden Elemente können über Schleifkon-

takte mit den gerade benötigten Spannungen versorgt werden, oder sie werden kapazitiv oder induktiv mit Generatoren gekoppelt, welche die entsprechenden Spannungen darin induzieren.

Die leitenden Elemente müssen nicht vollständig voneinander isoliert sein. Im Falle, daß die Oberfläche des Zwischenträgers zwischen den leitenden Elementen nicht vollständig isolierend ist, sondern eine geringe Leitfähigkeit aufweist, läßt sich der Spannungsverlauf vergleichmäßigen, und es gibt keine abrupten Feldänderungen, wenn die leitenden Elemente z. B. einen Schleifkontakt erreichen. Als leitende Elemente kommen außerdem nicht nur makroskopische Mittel wie z. B. Leiterstreifen, sondern auch mikroskopische Strukturen in Betracht, wie es sie in richtungsleitenden Materialien gibt, die in einer Vorzugsrichtung besser leiten als quer dazu.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und aus der Zeichnung, auf die Bezug genommen wird.

Darin zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines Entwicklungszyklinders und eines zylindrischen Zwischenträgers im Bereich eines Spaltes dazwischen, und

Fig. 2a bis 2c verschiedene Phasen des Entwicklungsprozesses in dem Spalt zwischen den Zylindern.

Fig. 1 zeigt einen kleinen Abschnitt am Umfang eines Entwicklungszyklinders 1 und eines Zwischenträgers 2, der ebenfalls ein Zylinder ist. Der Entwicklungszyylinder 1 und der Zwischenträger 2 sind oberhalb bzw. unterhalb der Figur an einer Druckmaschine gelagert und werden angetrieben, so daß sie sich synchron bzw. mit definierter Differenzdrehzahl in den eingezeichneten Pfeilrichtungen drehen. Eine Oberfläche 3 des Entwicklungszyklinders 1 und eine Oberfläche 4 des Zwischenträgers 2 liegen einander gegenüber, mit einem Spalt 5 dazwischen.

Der Entwicklungszyylinder 1 befördert auf seiner Oberfläche z. B. vier Lagen von Farbteilchen 6 in den Spalt 5 hinein. Die Farbteilchen 6 sind z. B. negativ geladene dielektrische Teilchen, die z. B. durch elektrostatische Anziehung in mehreren Schichten auf der Oberfläche 3 des Entwicklungszyklinders 1 haften. Die Farbteilchen 6 sind nur zur Vereinfachung und Übersichtlichkeit der Zeichnung in einer regelmäßigen Anordnung dargestellt; in der Praxis sind sie mehr oder weniger statistisch verteilt. Außerdem sind die Farbteilchen 6 im Vergleich zur Größe der Zylinder übertrieben groß dargestellt.

Der Spalt 5 ist an seiner engsten Stelle zwischen dem Entwicklungszyylinder 1 und dem Zwischenträger 2 so breit, daß die hinein beförderten Farbteilchen 6 den

größten Teil den Spaltes 5 ausfüllen, ohne zusammengepreßt zu werden.

An der Oberfläche 3 des Entwicklungszyklinders 1 befinden sich eine Vielzahl von geraden Leiterstreifen 8, die sich jeweils senkrecht zur Ebene der Figur quer über die gesamte Länge des Entwicklungszyklinders 1 erstrecken. Die Leiterstreifen 8 sind über den gesamten Umfang des Entwicklungszyklinders 1 verteilt angeordnet und gegeneinander isoliert.

Im Inneren des Entwicklungszyklinders 1 oder an seinen Seiten sind im Bereich des Spaltes 5 in Umfangsrichtung des Entwicklungszyklinders 1 hintereinander drei feststehende Schleifkontakte angeordnet, die nacheinander jeden der Leiterstreifen 8 berühren, wenn sich der Entwicklungszyylinder 1 dreht. Über die Schleifkontakte werden nacheinander Spannungen U_0 , $U_{\max}$ und U_E an die Leiterstreifen 8 angelegt.

Die Oberfläche 4 des Zwischenträgers 2 weist eine Vielzahl von leitenden, gegeneinander isolierten Mikrozellen auf (in Fig. 1 nicht eingezeichnet), wie in der weiter oben erwähnten US 47 92 860 beschrieben. Diese Mikrozellen, deren Größe entsprechend der gewünschten Druckauflösung gewählt wird, werden an einer in der Zeichnung nicht sichtbaren Stelle am Umfang des Zwischenträgers 2 selektiv mehr oder weniger stark geladen. Die Oberfläche 4 des Zwischenträgers 2 trägt somit ein elektrostatisches Ladungsmuster, das dem gewünschten Druckbild entspricht. Im Spalt 5 werden Farbteilchen 6 selektiv auf dieses Ladungsmuster übertragen, so daß sich hinter dem Spalt 5 Farbinseln 7 aus Farbteilchen 6 auf der Oberfläche 4 des Zwischenträgers 2 befinden, die den farbigen Stellen des zu druckenden Bildes entsprechen. Dieses entwickelte Bild wird dann an einer anderen Stelle am Umfang des Zwischenträgers 2 auf Papier übertragen und darauf fixiert.

Das Art und Weise der Farbübertragung im Spalt 5 wird unter weiterer Bezugnahme auf Fig. 2a bis 2c erläutert, welche in dieser Reihenfolge die drei Bereiche im Spalt 5 längs des Transportweges der Farbteilchen 6 zeigen, in denen an die Oberfläche 3 des Zwischenträgers 1 die Spannungen U_0 , $U_{\max}$ bzw. U_E angelegt werden.

In Fig. 2a bis 2c sind jeweils zwei Mikrozellen 9a, 9b auf der Oberfläche 4 des Zwischenträgers 2 dargestellt, wobei die Mikrozelle 9a eine Spannung U_1 aufweist und die Mikrozelle 9b eine Spannung $U_{1\min}$ aufweist. Dabei ist $U_{1\min}$ z. B. gleich Null und ist U_1 größer als $U_{1\min}$, z. B. gleich 40 Volt. Die Mikrozelle 9a bildet einen Bildbereich, in dem eine maximale Farbsättigung gewünscht wird, und die Mikrozelle 9b bildet einen Nichtbildbereich, auf den keine Farbe übertragen werden soll.

In Fig. 2a ist die Spannung U_0 an der Oberfläche 3 des Entwicklungszyklinders 1 gleich Null oder ungefähr gleich Null, so daß die Farbteilchen 6 im Spalt 5 keiner allgemein wirkenden Kraft ausgesetzt sind. Allerdings wird ein Teil der Farbteilchen 6 an die geladene Mikrozelle 9a angezogen, und einige Farbteilchen haften allein durch Nahewirkungskräfte an der Mikrozelle 9b und an der Oberfläche 3 des Entwicklungszyklinders 1.

In Fig. 2b ist die Spannung an der Oberfläche 3 des Entwicklungszyllinders 1 eine positive Spannung $U_{\max}$, welche mit einigen hundert Volt wesentlich größer als die Spannung U_1 der Mikrozele 9a ist und welche die Farbteilchen 6 allgemein an die Oberfläche 3 des Entwicklungszyllinders 1 anzieht. Die Spannung $U_{\max}$ wird so gewählt, daß die Farbteilchen 6 vollständig von der Mikrozele 9b getrennt werden, selbst wenn sie zwischenzeitlich daran haften geblieben sind. Die Nahwirkungskräfte auf Farbteilchen 6, die an der Mikrozele 9b haften, müssen also überwunden werden. Von den Farbteilchen 6, die in Fig. 2a von der Mikrozele 9a angezogen worden sind, wird in Fig. 2 ein Teil in Richtung auf die Oberfläche 3 des Entwicklungszyllinders 1 gezogen.

In Fig. 2c wird die Spannung $U_{\max}$ auf eine Spannung U_E abgesenkt, die kleiner als $U_{\max}$ und größer/gleich U_1 ist. Die Spannung U_E wird so gewählt, daß die Farbteilchen 6 unmittelbar oberhalb der Mikrozele 9b diese gerade noch nicht berühren, genauer, daß die Nahwirkungskräfte von der Mikrozele 9b noch nicht in der Lage sind, Farbteilchen 6 an die Mikrozele 9b heranzuziehen. Einhergehend mit dem Absenken der Spannung der Oberfläche 3 auf U_E werden wieder mehr Farbteilchen 6 an die Mikrozele 9a angezogen, in Fig. 2c zwei Lagen Farbteilchen.

Unter diesen Bedingungen laufen die Oberflächen 3, 4 nun auseinander, wenn sich der Entwicklungszyllinder 1 und der Zwischenträger 2 weiterdrehen. Dabei spaltet sich die Farbschicht oberhalb der Mikrozele 9a in einer Höhe H über der Mikrozele 9a. Wenn die Breite des Spaltes 5 gleich L ist, erhält man die Höhe H näherungsweise durch Betrachtung eines Teilchens, das sich zwischen den Oberflächen 3, 4 im Kräftegleichgewicht befindet. Für ein solches Teilchen 6 gilt:

$$U_1/H = U_E/(L - H)$$

Für den Fall, daß z.B. $U_1 = 40$ Volt und $U_E = 100$ Volt, ergibt sich $H = 2L/7$, entsprechend der Darstellung in Fig. 2c. Für einen Fall, daß $U_1 = U_E$, würde sich $H = L/2$ ergeben. Wie man in Fig. 2c sieht, ist die Dicke der übertragenen Farbschicht wesentlich größer als die Dicke der Farbschicht, die in der in Fig. 2b gezeigten Phase von der Mikrozele 9a festgehalten wird. Die Spaltungsebene in der Farbschicht verschiebt sich zugunsten von übertragenen Farbteilchen in den Bildbereichen, aber nicht zugunsten einer Übertragung von Farbteilchen in den Nichtbildbereichen. Daher kommt man durch das Absenken der Spannung auf der Oberfläche 3 des Entwicklungszyllinders 1 mit sehr geringen, durch eine herkömmliche Elektronik erzeugbaren Spannungsdifferenzen zwischen den Mikrozellen 9a, 9b aus, um in Bildbereichen Farbsättigung und in Nichtbildbereichen einen farbfreien Hintergrund zu erzielen.

Die letzte Spannung U_E sorgt außerdem dafür, daß die nicht übertragenen Farbteilchen 6 auf der Oberfläche 3 des Entwicklungszyllinders 1 haften bleiben und

aus dem Spalt heraus transportiert werden. Die Spannung U_E kann während der weiteren Drehung des Entwicklungszyllinders 1 erhalten bleiben bzw. wieder aufgefrischt werden, damit die Oberfläche 3 neue Farbteilchen 6 aufnehmen und von links wieder in den Spalt 5 transportieren kann, wie in Fig. 1 gezeigt.

Während das in Fig. 1 gezeigte Ausführungsbeispiel von einer zylindrischen Entwicklungseinrichtung und einem zylindrischen Zwischenträger ausgeht, können die Entwicklungseinrichtung und/oder der Zwischenträger auch die Form eines endlosen Bandes aufweisen, das sich über einen ausreichend langen Abschnitt an den gegenüberliegenden Zylinder oder das gegenüberliegende Band anschmiegt, mit einem Spalt dazwischen. Damit ergeben sich folgende weitere Ausführungsformen:

1. Die Entwicklungseinrichtung ist ein Band und der Zwischenträger ist ein Zylinder.
2. Die Entwicklungseinrichtung ist ein Zylinder und der Zwischenträger ist ein Band.
3. Die Entwicklungseinrichtung ist ein Band und der Zwischenträger ist ein Band.

Statt die Spannung auf der Entwicklungseinrichtung zwischen U_0 , $U_{\max}$ und U_E zu ändern, kann alternativ auch die Spannung auf der Gegenseite geändert werden. In diesem Fall werden die Spannungen U_1 und $U_{1\min}$ unter Beibehaltung der Spannungsabstände dazwischen gemeinsam geändert.

BEZUGSZEICHENLISTE

- | | |
|--------|---------------------------------------|
| 1 | Entwicklungszyllinder |
| 2 | Zwischenträger |
| 3 | Oberfläche des Entwicklungszyllinders |
| 4 | Oberfläche des Zwischenträgers |
| 5 | Spalt |
| 6 | Farbteilchen |
| 7 | Farbinseln |
| 8 | Leiterstreifen |
| 9a, 9b | Mikrozellen |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entwickeln eines elektrostatischen latenten Bildes, das auf einer Oberfläche eines beweglichen Zwischenträgers erzeugt worden ist, mittels elektrisch geladener dielektrischer Farbteilchen, die durch einen Spalt zwischen der Oberfläche des Zwischenträgers und einer Oberfläche einer Entwicklungseinrichtung transportiert werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Spalt (5) zum größten Teil und lose mit Farbteilchen (6) gefüllt wird, und dadurch, daß entlang des Transportweges der Farbteilchen durch

den Spalt aufeinanderfolgend die folgenden Spannungsdifferenzen zwischen der Oberfläche (3) der Entwicklungseinrichtung (1) und Nichtbildbereichen (9b) auf der Oberfläche (4) des Zwischenträgers (2) erzeugt werden:

- eine erste Spannungsdifferenz ($U_0 - U_{1min}$), die im wesentlichen gleich Null ist, so daß die Farbteilchen im wesentlichen nicht elektrostatisch von der Oberfläche der Entwicklungseinrichtung bzw. den Nichtbildbereichen angezogen oder abgestoßen werden,
- eine zweite Spannungsdifferenz ($U_{max} - U_{1min}$), die ein elektrisches Feld zwischen der Oberfläche der Entwicklungseinrichtung und den Nichtbildbereichen liefert, durch das die Farbteilchen in den Nichtbildbereichen vollständig von der Oberfläche des Zwischenträgers getrennt werden, und
- eine dritte Spannungsdifferenz ($U_E - U_{1min}$), die kleiner als die zweite Spannungsdifferenz ist und die ein elektrisches Feld zwischen der Oberfläche der Entwicklungseinrichtung und den Nichtbildbereichen liefert, bei dem sich die Farbteilchen, die der Oberfläche des Zwischenträgers in den Nichtbildbereichen gegenüberliegen, noch in einem Abstand zu dieser Oberfläche befinden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß die verschiedenen Spannungsdifferenzen durch verschiedene Spannungen (U_0 , U_{max} , U_E) an der Oberfläche (3) der Entwicklungseinrichtung (1) erzeugt werden, wobei Spannungen (U_{1min}) in den Nichtbildbereichen (9b) und Spannungen (U_1) in Bildbereichen (9a) der Oberfläche (4) des Zwischenträgers (2) konstant gehalten werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß die verschiedenen Spannungsdifferenzen durch gemeinsames Verändern von Spannungen (U_{1min}) in den Nichtbildbereichen (9b) und Spannungen (U_1) in Bildbereichen (9a) der Oberfläche (4) des Zwischenträgers (2) erzeugt werden, wobei die Oberfläche (3) der Entwicklungseinrichtung (1) auf einer konstanten Spannung gehalten wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß die dritte Spannungsdifferenz ($U_E - U_{1min}$) so gewählt wird, daß sich die Farbteilchen (6), die an die Nichtbildbereiche (9b) angrenzen, den Nichtbildbereichen maximal bis auf einige zehn Nanometer nähern.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,

che,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Beschaffenheit der Farbteilchen (6) und der Oberfläche (4) des Zwischenträgers (2) so gewählt werden, daß die Adhäsionskraft und die Bildkraft auf Farbteilchen, welche die Oberfläche berühren, in der gleichen Größenordnung liegen.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß auf der Oberfläche (4) des Zwischenträgers (2) ein elektrostatisches latentes Bild erzeugt wird, bei dem die Spannungsdifferenz ($U_1 - U_{1min}$) zwischen Bildbereichen (9a) und Nichtbildbereichen (9b) maximal ungefähr 40 Volt beträgt.

7. Vorrichtung zum Entwickeln eines elektrostatischen latenten Bildes auf einer Oberfläche eines beweglichen Zwischenträgers, mit einer Entwicklungseinrichtung, die eine Oberfläche aufweist, die der Oberfläche des beweglichen Zwischenträgers mit einem Spalt dazwischen gegenüberliegt, und mit einer Einrichtung zum Transport von elektrisch geladenen dielektrischen Farbteilchen durch den Spalt hindurch,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Einrichtung zum Transport der Farbteilchen (6) dafür eingerichtet ist, den Spalt (5) zum größten Teil und lose mit Farbteilchen zu füllen, und dadurch, daß entlang des Transportweges der Farbteilchen durch den Spalt hindurch die folgenden drei hintereinanderliegenden Bereiche gebildet sind, in denen verschiedene Spannungsdifferenzen zwischen der Oberfläche (3) der Entwicklungseinrichtung (1) und Nichtbildbereichen (9b) auf der Oberfläche (4) des Zwischenträgers (2) herrschen:

- ein erster Bereich mit einer ersten Spannungsdifferenz ($U_0 - U_{1min}$), die im wesentlichen gleich Null ist, so daß die Farbteilchen im wesentlichen nicht elektrostatisch von der Oberfläche der Entwicklungseinrichtung bzw. den Nichtbildbereichen angezogen oder abgestoßen werden,
- ein zweiter Bereich mit einer zweiten Spannungsdifferenz ($U_{max} - U_{1min}$), die ein elektrisches Feld zwischen der Oberfläche der Entwicklungseinrichtung und den Nichtbildbereichen liefert, in dem die Farbteilchen in den Nichtbildbereichen vollständig von der Oberfläche des Zwischenträgers getrennt sind, und
- ein dritter Bereich mit einer dritten Spannungsdifferenz ($U_E - U_{1min}$), die kleiner als die zweite Spannungsdifferenz ist und die ein elektrisches Feld zwischen der Oberfläche der Entwicklungseinrichtung und den Nichtbildbereichen liefert, in dem sich die Farbteilchen, die der Oberfläche des Zwischenträgers in den Nicht-

bildbereichen gegenüberliegen, noch in einem Abstand zu dieser Oberfläche befinden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, 5
daß die Farbteilchen (6) einen mittleren Durchmesser von zwischen einigen μm und $20\ \mu\text{m}$ aufweisen und daß der Spalt (5) zwischen der Oberfläche (4) des beweglichen Zwischenträgers (2) und der Oberfläche (3) der Entwicklungseinrichtung (1) zwischen 10 und $200\ \mu\text{m}$ breit ist. 10
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, 15
daß die Breite des Spaltes (5) ein Mehrfaches des mittleren Durchmessers der Farbteilchen (6) beträgt.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, 20
daß die Farbteilchen (6) und die Oberfläche (4) des Zwischenträgers (2) so beschaffen sind, daß die Adhäsionskraft und die Bildkraft auf Farbteilchen, welche die Oberfläche berühren, in der gleichen Größenordnung liegen. 25
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Differenz zwischen einer Spannung ($U_{1\text{min}}$) auf Nichtbildbereichen (9b) und Spannungen (U_1) auf Bildbereichen (9a) der Oberfläche (4) des Zwischenträgers (2) maximal ungefähr 40 Volt beträgt. 30
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, 35
daß die dritte Spannungsdifferenz ($U_E - U_{1\text{min}}$) von einer Wechselspannung von einigen kHz überlagert ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, 40
daß entweder die Ladung der Farbteilchen (6) negativ ist und zumindest eine Spannung (U_{max}) auf der Oberfläche (3) der Entwicklungseinrichtung (1) im zweiten Bereich und eine Spannung (U_E) auf der Oberfläche (3) der Entwicklungseinrichtung (1) im dritten Bereich positiv sind oder daß die Ladung der Farbteilchen (6) positiv ist und zumindest eine Spannung (U_{max}) auf der Oberfläche (3) der Entwicklungseinrichtung (1) im zweiten Bereich und eine Spannung (U_E) auf der Oberfläche (3) der Entwicklungseinrichtung (1) im dritten Bereich negativ sind. 45 50
14. Vorrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, 55
daß außerdem Spannungen (U_1) auf Bildbereichen (9a) der Oberfläche (4) des Zwischenträgers (2) bei negativ geladenen Farbteilchen positiv und bei

positiv geladenen Farbteilchen negativ sind und daß eine Spannung (U_0) auf der Oberfläche (3) der Entwicklungseinrichtung (1) im ersten Bereich und eine Spannung ($U_{1\text{min}}$) auf Nichtbildbereichen (9b) der Oberfläche (4) des Zwischenträgers (2) gleich oder ungefähr gleich Null sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Zwischenträger ein rotierender Zylinder (2) oder ein um einen Zylinder umlaufendes Band ist, dessen Oberfläche (4) eine Vielzahl von gegeneinander isolierten und individuell aufladbaren Mikrozellen (9a, 9b) aufweist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Entwicklungseinrichtung eine feststehende Platte oder einen feststehenden oder rotierenden Zylinder (1) oder ein um einen Zylinder umlaufendes Band aufweist, mit einer Oberfläche (3), die eine Vielzahl von leitenden Elementen (8) enthält, die quer zum Transportweg der Farbteilchen verlaufen, wobei zwischen benachbarten leitenden Elementen ein hoher oder unendlich hoher elektrischer Widerstand herrscht, und dadurch, daß in jedem der verschiedenen Bereiche entlang des Transportweges der Farbteilchen eine Einrichtung zur Erzeugung von Spannungen (U_0 , U_{max} , U_E) in den leitenden Elementen (8) angeordnet ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einrichtungen zur Erzeugung der Spannungen (U_0 , U_{max} , U_E) Schleifkontakte sind, welche die leitenden Elemente (8) berühren, oder kapazitive oder induktive Einrichtungen zum berührungsfreien Induzieren von Spannungen in den leitenden Elementen sind.

Fig.1

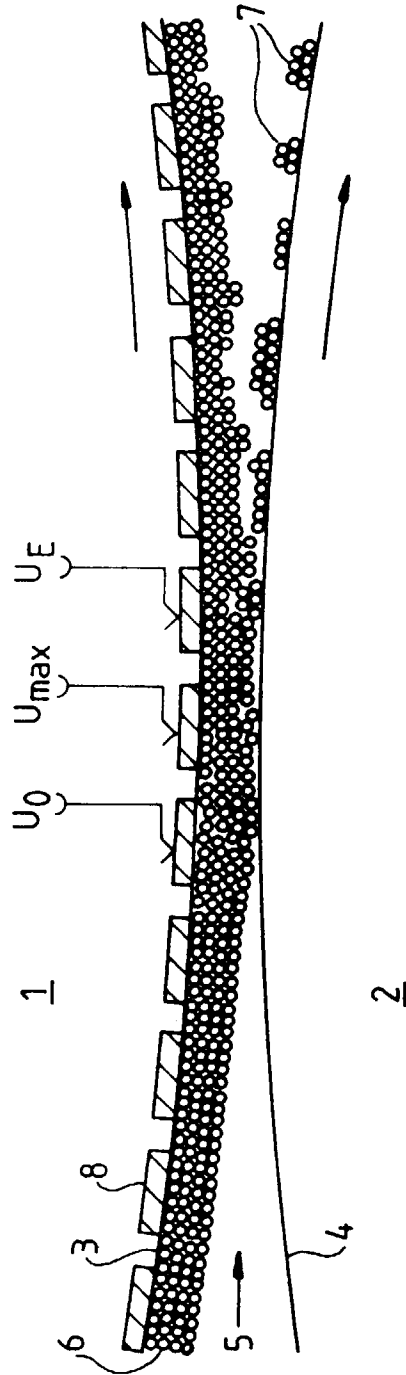


Fig. 2a

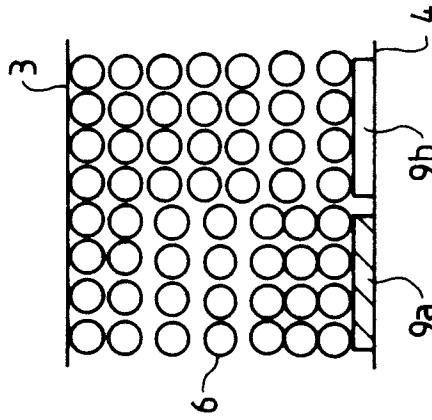


Fig. 2b

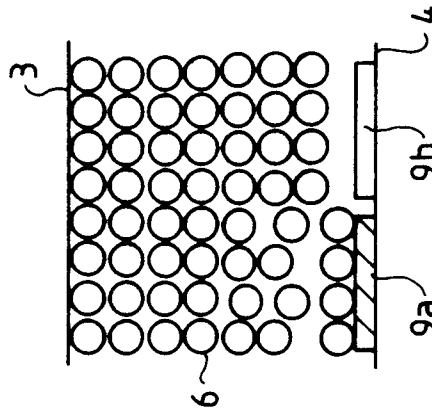


Fig. 2c

