(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 932 852 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.05.2000 Patentblatt 2000/22

(21) Anmeldenummer: **97945762.9**

(22) Anmeldetag: **16.10.1997**

(51) Int Cl.[7]: **G03G 15/01**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE97/02414

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/18058 (30.04.1998 Gazette 1998/17)

(54) **VERFAHREN ZUM MEHRFARBIGEN ELEKTROFOTOGRAFISCHEN DRUCKEN MIT UNIPOLAREM TONER**

METHOD OF MULTICOLOR ELECTROPHOTOGRAPHIC PRINTING WITH UNIPOLAR TONER

PROCEDE D'IMPRESSION ELECTROPHOTOGRAPHIQUE MULTICOLORE AVEC TONER UNIPOLAIRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **17.10.1996 DE 19642891**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.08.1999 Patentblatt 1999/31

(73) Patentinhaber: **Océ Printing Systems GmbH**
85586 Poing (DE)

(72) Erfinder:
- **MAESS, Volkhard**
  D-85435 Erding (DE)
- **SCHLEUSENER, Martin**
  D-85604 Zorneding (DE)

(74) Vertreter: **Schaumburg, Thoenes & Thurn**
Postfach 86 07 48
81634 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 4 408 978 **US-A- 5 155 541**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 082 (P-833), 23.Februar 1989 & JP 63 265255 A (CANON INC), 1.November 1988, -& JP 63 265 255 A**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 006, 28.Juni 1996 & JP 08 044140 A (FUJI XEROX CO LTD), 16.Februar 1996,**

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).

EP 0 932 852 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum elektrofotografischen Drucken eines Druckbildes mit mehreren Farben auf einen Träger, wobei das Druckbild mindestens ein erstes Bildelement mit der Farbe des Trägers, mindestens ein zweites Bildelement mit einer zweiten Farbe und mindestens ein drittes Bildelement mit einer dritten Farbe enthält. Das erste Bildelement wird einem ersten Flächenelement einer Fotoleiterschicht zugeordnet. Die Fotoleiterschicht und eine ein vorgegebenes Bezugspotential führende Elektrodenschicht sind in einem lichtempfindlichen Schichtsystem enthalten. Das Bezugspotential ist üblicherweise das Nullpotential. Das zweite Bildelement wird einem zweiten Flächenelement und das dritte Bildelement einem dritten Flächenelement der Fotoleiterschicht zugeordnet.

[0002] Ein solches Verfahren ist z.B. aus der US-Patentschrift 4,078,929 bekannt. Das dort beschriebene Verfahren trägt den Namen "Tri-Level-Verfahren". Nachteilig bei diesem Verfahren ist, daß nur Tonerteilchen zweier Farben in einem Druckvorgang aufgebracht werden können. Außerdem werden die Entwicklerstationen zum Aufbringen der Tonerteilchen mit zueinander entgegengesetzten elektrischen Polaritäten betrieben. Das erfordert zusätzliche konstruktive Maßnahmen an den Entwicklerstationen, so daß die Entwicklerstationen nicht gleichartig aufgebaut sind. Damit sind die einzelnen Entwicklerstationen bzw. deren Bestandteile sowie die Toner auch nicht austauschbar, und der Fertigungsaufwand und Bedienungsaufwand ist höher als bei gleichartigen Entwicklerstationen und gleichartigen Tonern.

[0003] Aus der japanischen Patentanmeldung JP-63265255 ist ein Druckverfahren bekannt, bei dem Tonerteilchen nur einer Polarität für das Aufbringen dreier Farben verwendet werden. Vor dem Entwickeln der zweiten und der dritten Farbe, wird das Potential auf den noch nicht bedeckten Flächen des Fotoleiters jeweils durch eine Totalbelichtung abgesenkt. Gleichzeitig wird das Potential der zuletzt entwickelten Flächen angehoben.

[0004] Aus der US-Patentschrift US 5,155,541 ist ein Verfahren bekannt, bei dem Techniken der Farbfotografie und des Trilevelverfahrens kombiniert werden. Zwischen zwei Entwicklerschritten mit der gleichen Tonerpolarität erfolgt eine Potentialabsenkung durch eine Totalbelichtung mit einer Lampe.

[0005] Aus der Offenlegungsschrift DE 44 08 978 A1 sind Verfahren zur Bilderzeugung bekannt, bei denen zwischen Entwicklerschritten mit der gleichen Tonerpolarität eine Totalbelichtung und gegebenenfalls auch eine Potentialerhöhung durchgeführt wird. Es sind verschiedene Verfahren erläutert, bei denen die Totalbelichtung entweder vor der nach der Potentialanhebung durchgeführt wird.

[0006] Aus der japanischen Patentanmeldung JP 08 044140 A ist ein Druckverfahren für einen Mehrfarbendruck bekannt, bei dem zwischen zwei Entwicklerschritten eine Totalbelichtung durchgeführt wird, um das Potential auf noch nicht entwickelten Flächen des Fotoleiters abzusenken.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein einfaches Verfahren und einen verbesserten, einfach aufgebauten Drucker zum Drucken mindestens dreier Farben mit hoher Druckqualität anzugeben.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die im Patentanspruch 1 angegebenen Verfahrensschritte durchgeführt werden. Gegenüber dem bekannten "Tri-Level-Verfahren" haben bei der Erfindung die Farbpartikel der ersten Farbe und der zweiten Farbe beim Entwickeln die gleiche Polarität. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß die Entwicklerstationen zum Aufbringen der Farbpartikel der ersten Farbe und der zweiten Farbe im wesentlichen gleichartig aufgebaut werden können. Die Anzahl verschiedener Baugruppen und Bauelemente im Drucker wird durch die Erfindung gegenüber bekannten Druckern mit ungleichartig aufgebauten Entwicklerstationen reduziert. Es ergibt sich durch die Erfindung ein einfach aufgebauter Drucker.

[0009] Bei der Erfindung werden die Flächenelemente auf ein negatives Anfangspotential geladen und anschließend unterschiedlich derart belichtet, daß nach dem Belichten das dritte Flächenelement ein drittes Potential hat, das zweite Flächenelement ein gegenüber dem dritten Potential betragsmäßig höheres zweites Potential und das erste Flächenelement ein gegenüber dem zweiten Potential betragsmäßig höheres erstes Potential hat. Dieses unterschiedliche Belichten wird als bildmäßiges Belichten bezeichnet. Durch diese Potentialabstufung wird erreicht, daß jeder Farbe genau ein Potentialwert zugeordnet ist. Ein weiterer bildmäßiger Belichtungsschritt, bei dem Flächenelemente mit unterschiedlichen Lichtenergien bestrahlt werden, kann entfallen, da bereits nach einem bildmäßigen Belichtungsschritt eine eindeutige Zuordnung zwischen Potentialwerten und Farben vorliegt.

[0010] Nach dem bildmäßigen Belichten werden bei der Erfindung die Flächenelemente in einem ersten Entwicklungsschritt mit Farbpartikeln der dritten Farbe entwickelt. Dabei werden negativ geladene Farbpartikel der dritten Farbe nur auf den dritten Flächenelementen abgelagert. Auf den anderen Flächenelementen werden keine Farbpartikel abgelagert. Die dritten Flächenelemente haben zum Zeitpunkt dieses Entwicklungsschritts das betragsmäßig kleinste Potential. Demzufolge handelt es sich um ein Entwickeln entladener Flächenelemente (discharged area development). Bei der Erfindung werden die Farbpartikel negativ aufgeladen, um das selektive Ablagern auf den dritten Flächenelementen zu erleichtern bzw. zu ermöglichen.

[0011] Nach dem ersten Entwicklungsschritt werden die Flächenelemente bei der Erfindung nahe einer Lichtquelle angeordnet. Das Anordnen kann z.B. durch Vor-

beiführen der Flächenelemente an der Lichtquelle oder durch Vorbeiführen der Lichtquelle an den Flächenelementen erreicht werden. Aber auch ein statisches Anordnen der Flächenelemente gegenüber einer Lichtquelle mit homogener Lichtverteilung ist möglich. Dabei werden entweder die dem Druckbild zugeordneten Flächenelemente des Schichtsystems gleichzeitig gegenüber der Lichtquelle angeordnet oder die Flächenelemente werden nacheinander gegenüber der Lichtquelle angeordnet, wobei z.B. Flächenelemente, die Bildelementen einer Zeile zugeordnet sind, gleichzeitig belichtet werden können.

[0012] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß die Entwicklerstationen gleichartig aufgebaut werden können, wenn vor einem oder mehreren weiteren Entwicklungsschritten jeweils gleiche oder zumindest ähnliche Potentialverhältnisse wie vor dem ersten Entwicklungsschritt geschaffen werden. Durch das Ablagern der negativ geladenen Farbpartikel im ersten Entwicklungsschritt erhöht sich das Potential auf den dritten Flächenelementen betragsmäßig, da auf diese Flächenelemente geladene Farbpartikel aufgetragen wurden. Das mit Farbpartikeln bedeckte dritte Flächenelement wird bei dem Ausführungsbeispiel der Erfindung beim Anordnen gegenüber der Lichtquelle mit gleichmäßiger Lichtverteilung erheblich weniger belichtet als die nicht bedeckten Flächenelement, da das Licht nicht bzw. nur stark abgeschwächt durch die abgelagerten Farbpartikel dringt. Das Potential auf dem ersten Flächenelement und auf dem zweiten Flächenelement wird jedoch betragsmäßig verringert, da die auftreffende Lichtenergie nicht durch Farbpartikel absorbiert wird. Das Potential auf dem zweiten Flächenelement ist nach dem Belichten mit gleicher Lichtenergie betragsmäßig niedriger als das momentane Potential auf dem dritten Flächenelement. Demzufolge liegen nun für das zweite Flächenelement ähnliche Verhältnisse vor wie sie vor dem ersten Entwicklungsschritt für das dritte Flächenelement bestanden.

[0013] In einem zweiten Entwicklungsschritt werden bei der Erfindung Farbpartikel der zweiten Farbe auf den zweiten Flächenelementen abgelagert. Auf den ersten Flächenelementen werden keine Farbpartikel abgelagert. Beim Übertragen der auf den anderen Flächenelementen abgelagerten Farbpartikel auf den Träger in einem späteren Verfahrensschritt bleibt der Träger in Bereichen farbpartikelfrei, die beim Übertragen den ersten Flächenelementen zugeordnet sind. Dadurch hat das Druckbild letztlich Bildelemente mit der Farbe des Trägers.

[0014] Auf das erste Bildelement wird verzichtet, wenn. alle Bildelemente eines Druckbildes mit Farbpartikeln bedeckt werden. In diesem Fall entfallen alle das erste Bildelement bzw. das erste Flächenelemente betreffenden Maßnahmen.

[0015] Bei der Erfindung enthält das Druckbild mindestens ein weiteres Bildelement einer weiteren Farbe. Das weitere Bildelement wird einem weiteren Flächenelement der Fotoleiterschicht zugeordnet. Beim bildmäßigen Belichten wird das weitere Flächenelement derart belichtet, daß es nach dem Belichten ein weiteres Potential hat, das betragsmäßig höher als das zweite Potential und betragsmäßig niedriger als das gegebenenfalls vorhandene erste Potential ist. Durch mehrmaliges Anordnen des Schichtsystems nahe der Lichtquelle bzw. nahe weiterer Lichtquellen wird das weitere Potential schrittweise abgesenkt, bis es betragsmäßig niedriger ist als die momentanen Potentiale auf den bereits mit Tonerteilchen bedeckten Flächenelementen. In diesem Zustand liegen für das weitere Flächenelement ähnliche Verhältnisse vor wie vor dem ersten oder auch vor dem zweiten Entwicklungsschritt für das dritte bzw. das zweite Flächenelement. In einem weiteren Entwicklungsschritt können deshalb Farbpartikel der weiteren Farbe auf dem weiteren Flächenelement ähnlich wie in den vorhergehenden Entwicklungsschritten abgelagert werden. Insbesondere sind die Entwicklerstationen in den Entwicklungsschritten ähnlich aufgebaut. Bei der Fertigung entfallen konstruktive Maßnahmen bezüglich unterschiedlicher Entwicklerstationen. Da bei betragsmäßig relativ niedrigem Potential entwickelt wird, ist z. 3. der Aufwand für die elektrische Isolierung in den Entwicklerstationen gering. Bei der Erfindung ist die Anzahl der Entwicklerstationen mit unterschiedlichen Farben lediglich durch die Höhe des Anfangspotentials begrenzt, da die Potentiale, die den einzelnen Farben zugeordnet sind, mindestens etwa 300 V auseinanderliegen sollten.

[0016] Bei der Erfindung wird nach dem Aufbringen von negativ geladenen Farbpartikeln der jeweiligen Farbe auf mindestens eines der Flächenelemente das Potential auf diesem Flächenelement betragsmäßig erhöht, so daß die Unterschiede zwischen den Entwicklerstationen noch geringer ausfallen. Die Erhöhung des Potentials erfolgt zweckmäßigerweise bis auf einen Wert, der betragsmäßig etwas unterhalb des jeweils nächsten betragsgrößeren Potentials liegt. Durch dem Fachmann bekannte Maßnahmen kann erreicht werden, daß die Potentialverhältnisse zwischen Entwicklerstation und dem zu entwickelnden Flächenelement in allen Entwicklungsschritten im wesentlichen gleich sind. Anzufertigen ist demzufolge nur eine Variante der Entwicklerstation in der benötigten Anzahl, wodurch der Fertigungsaufwand sinkt.

[0017] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren, bei dem anstelle des negativen Anfangspotentials ein positives Anfangspotential verwendet wird, wobei die jeweiligen momentanen Potentiale auf den Flächenelementen anstelle eines negativen Vorzeichens ein positives Vorzeichen haben. Außerdem werden anstelle der negativ geladenen Farbpartikel positiv geladene Farbpartikel verwendet. Somit bezieht sich die Erfindung auf zwei Potentialverläufe auf den Flächenelementen, die sich lediglich im Vorzeichen der Potentiale unterscheiden. Die technischen Wirkungen sind bei beiden Potentialverläufen gleich.

[0018] Der Träger kann in einem Ausführungsbeispiel der Erfindung direkt oder in einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung indirekt mit Hilfe eines Zwischenträgers bedruckt werden, von dem aus die Farbpartikel auf den Träger übertragen werden. Durch Verwenden eines Zwischenträgers kann das lichtempfindliche Schichtsystem geschont werden, da das Material des Zwischenträgers so ausgewählt werden kann, daß es bei Berührungen zwischen Zwischenträger und Schichtsystem zu minimaler mechanischer Belastung der Oberfläche der Fotoleiterschicht kommt. Als Träger wird z.B. blattförmiges Material oder Endlospapier verwendet.

[0019] Die Erfindung betrifft außerdem einen elektrofotografischen Drucker mit den Merkmalen des Patentanspruchs 5. Die oben genannten Wirkungen bezüglich des Verfahrens gelten auch für den Drucker nach der Erfindung. Der Drucker nach der Erfindung hat einen einfachen Aufbau. Insbesondere ist das Schichtsystem nur aus zwei Schichten aufgebaut und es ist nur ein bildmäßiger Belichtungsschritt pro Druckbild notwendig, so daß nur eine bildmäßige Belichtungseinheit mit einer einfachen Steuerung benötigt wird.

[0020] Die Erfindung kann mit einem trockenen Toner, der nur feste Farbpartikel enthält, oder mit einem flüssigen Toner ausgeführt werden, in dem die Farbpartikel in einer Flüssigkeit enthalten sind.

[0021] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben. Dabei zeigen:

Figur 1 eine Prinzipdarstellung eines elektrofotografischen Druckers mit wesentlichen elektronischen und mechanischen Funktionseinheiten,

Figur 2 die Druckeinheit des Druckers mit wesentlichen funktionellen Komponenten,

Figur 3 den Potentialverlauf auf den Flächenelementen des Fotoleiters bei einem Belichtungsschritt und einer Tonerpolarität, und

Figur 4 den Zustand von Flächenelementen des Fotoleiters in verschiedenen Verfahrensschritten.

[0022] Figur 1 zeigt eine Prinzipdarstellung eines elektrofotografischen Druckers 10 zum Durchführen eines Ausführungsbeispiels des Verfahrens nach der Erfindung. Der Drucker 10 hat eine durch einen Motor 12 und eine Welle 14 angetriebene Transportvorrichtung 16 zum Transport eines Endlos-Trägermaterials 18 vorbei an einer Druckeinheit 20 im wesentlichen gemäß einer vorgegebenen Druckgeschwindigkeit VD. Alternativ zum Endlos-Trägermaterial 18 können bei einem veränderten Transport auch Einzelblätter bedruckt werden. Die Druckeinheit 20 erzeugt ein mehrfarbiges Tonerbild, das z.B. mit Hilfe einer Umdruck-Koronaeinrichtung (vgl. Figur 2) auf das Trägermaterial 18 übertragen wird.

[0023] Nachdem das Trägermaterial 18 an der Druckeinheit 20 in Richtung eines die Transportrichtung verdeutlichenden Pfeiles 22 vorbeitransportiert wurde, wird es einer Fixierstation 24 zugeführt, in der das noch verwischbare Tonerbild mit dem Trägermaterial 18 mit Hilfe von Druck und Temperatur wischfest verschmolzen wird. In der Transportrichtung 22 gesehen vor der Druckeinheit 20 ist eine erste Umlenkeinheit 26 angeordnet, die das Trägermaterial 18 der Druckeinheit 20 zuleitet. Eine weitere Umlenkeinheit 28 stapelt das bedruckte Trägermaterial 18 auf einen Stapel 30. Das Trägermaterial 18 wird zu Beginn des Druckvorgangs von einem Stapel 32 durch die erste Umlenkeinheit 26 entnommen. Anstelle der beiden Stapel 30 und 32 werden auch Rollen verwendet, auf denen das Trägermaterial 18 aufgerollt ist.

[0024] Der Druckvorgang wird von einer Drucksteuerung 34 gesteuert, die mindestens einen Mikroprozessor 36 und einen Speicher 38 enthält. Der Mikroprozessor 36 arbeitet ein im Speicher 38 abgelegtes Druckprogramm ab und steuert dabei den Druckvorgang. Außerdem bereitet die Drucksteuerung 34 ebenfalls im Speicher 38 gespeicherte Bilddaten auf und überträgt die aufbereiteten Bilddaten über einen Steuer- und Datenbus 40 zur Druckeinheit 20. Der Motor 12 wird über eine Steuerleitung 42 von der Drucksteuerung 34 so angesteuert, daß das Trägermaterial 18 eine Transportgeschwindigkeit hat, die im wesentlichen mit der Druckgeschwindigkeit VD übereinstimmt. Die Drucksteuerung 34 ist über Datenleitungen 44 mit einem Ein-/Ausgabegerät 46 verbunden, über das u.a. Bedienkommandos zum Start des Druckprozesses durch eine Bedienperson eingegeben werden.

[0025] Figur 2 zeigt die Druckeinheit 20 des Druckers 10 mit wesentlichen funktionellen Komponenten. Die Druckeinheit 20 enthält einen Fotoleiter 60, der aus einem flexiblen Schichtsystem besteht und nach Art eines Transportbandes um zwei Umlenkrollen 62 und 64 geführt wird. Die Umlenkrolle 64 wird durch einen nicht dargestellten Antriebsmotor angetrieben, der durch die Drucksteuerung 34 und über den Steuer- und Datenbus 40 angesteuert wird. Die Druckeinheit 20 ist von einem lichtundurchlässigen Chassis 66 aus einem stabilen Werkstoff umgeben. Das Chassis 66 hat eine Öffnung 68, an der der Fotoleiter 60 im Inneren der Druckeinheit 20 vorbeigeführt wird. Außerhalb der Druckeinheit 20 wird das Trägermaterial 18 an der Öffnung 68 vorbeigeführt. Durch die Öffnung 68 kann kein Licht von außen auf den Fotoleiter 60 auftreffen, da der gesamte Drucker 10 eine lichtundurchlässige Verkleidung hat. Der Öffnung 68 gegenüberliegend ist eine Koronaeinrichtung 70 angeordnet, mit der ein auf dem Fotoleiter 60 befindliches Tonerbild auf das Trägermaterial 18 übertragen wird. Die Koronaeinrichtung 70 wird auch als Umdruckeinrichtung bezeichnet.

[0026] Der Fotoleiter 60 enthält eine Nullpotential führende Elektrodenschicht 72 und eine etwa parallel dazu

angeordnete Fotoleiterschicht 74, die mit der Elektrodenschicht 72 großflächig in mechanischem und elektrischem Kontakt steht. Der Fotoleiter 60 wird durch die Umlenkrollen 62, 64 in Richtung eines Pfeils 76 bewegt. Dabei wird ein quer zur Transportrichtung des Fotoleiters 60 liegender Flächenstreifen des Fotoleiters 60 nacheinander an einer Aufladevorrichtung 78, einem Zeichengenerator 80, einer Entwicklerstation 82 zum Ablagern von blauen Tonerteilchen, einer Ladevorrichtung 84, einer Totalbelichtungseinheit 86, einer Entwicklerstation 88 zum Ablagern von roten Tonerteilchen, einer Ladevorrichtung 90, einer Totalbelichtungseinheit 92, einer Entwicklerstation 94 zum Ablagern von grünen Tonerteilchen, einer Umladestation 96, der Koronaeinrichtung 70, einer Löscheinrichtung 98 und an einer Säuberungseinrichtung 100 vorbeigeführt.

[0027] Die Aufladevorrichtung 78 enthält eine quer zur Transportrichtung 76 angeordnete Koronaeinrichtung, die einen jeweils quer zur Transportrichtung 76 liegenden Flächenstreifen des Fotoleiters 60, der sich in unmittelbarer Nähe der Aufladevorrichtung 78 befindet, so auflädt, daß ein Anfangspotential VA von ungefähr -1200 V auf der Oberfläche der Fotoleiterschicht 74 im Bereich des Flächenstreifens entsteht (vgl. Figur 3, Schritt S1).

[0028] Der Zeichengenerator 80 enthält eine quer zur Transportrichtung 76 angeordnete Zeile aus Leuchtdioden, die jeweils einen quer zur Transportrichtung 76 liegenden Bereich des Fotoleiters 60 bildmäßig beleuchten. Der Zeichengenerator 80 wird durch die Drucksteuerung 34 so angesteuert, daß jeweils Bildsignale zu Bildelementen einer Zeile des Druckbildes gleichzeitig in Leuchtsignale der Leuchtdioden umgesetzt werden. Durch das Belichten des Fotoleiters 60 steigt das Potential auf den belichteten Flächenelementen des Fotoleiters 60, da der Fotoleiter 60 in den belichteten Bereichen besser leitet, wodurch Ladungsträger von der Oberfläche der Fotoleiterschicht 74 zur Elektrodenschicht 72 im Bereich der belichteten Flächenelemente abfließen können. Flächenelemente, auf denen keine Tonerteilchen abgelagert werden sollen, werden nicht belichtet; Flächenelemente, auf denen grüne Tonerteilchen abgelagert werden sollen, werden mit einer ersten Lichtenergie belichtet; Flächenelemente, auf denen rote Tonerteilchen abgelagert werden sollen, werden mit einer gegenüber der ersten Lichtenergie höheren zweiten Lichtenergie belichtet und Flächenelemente, auf denen später blaue Tonerteilchen abgelagert werden sollen, werden mit einer gegenüber der zweiten Lichtenergie höheren dritten Lichtenergie belichtet. Mit steigender Lichtenergie erhöht sich das Potential auf den jeweiligen Flächenelementen stärker (d.h. das Potential verändert sich in positive Richtung), da der Fotoleiter zunehmend besser leitet (vgl. Figur 3, Schritt S2).

[0029] Die Entwicklerstation 82 lagert negativ geladene Farbpartikel der Farbe Blau B unter Verwendung einer Hilfselektrode 120 mit einem Potential VBIAS3 auf Flächenelementen ab, die mit der dritten Lichtenergie belichtet wurden. Der genaue Wirkungsmechanismus wird anhand der Figur 3 weiter unten erläutert (Schritt S3).

[0030] Durch das Ablagern der negativ geladenen blauen Tonerteilchen wird das Potential auf den Flächenelementen, die mit der dritten Lichtenergie belichtet wurden, wieder abgesenkt, d.h. in negativer Potentialrichtung verändert. Um das Potential auf diesen Flächenelementen noch weiter abzusenken, wird der Fotoleiter 60 an der Ladevorrichtung 84 vorbeigeführt. Die Ladevorrichtung 84 enthält einen quer zur Transportrichtung 76 gespannten Koronadraht, der ein Potential hat, das eine Aufladung der Oberfläche der Fotoleiterschicht 74 im Bereich der mit blauen Tonerteilchen bedeckten Flächenelemente auf ein Potential VB4 bewirkt. Das Potential VB4 ist betragsmäßig etwas kleiner als das momentane Potential VR4 auf den Flächenelementen, die mit der zweiten Lichtenergie belichtet wurden (vgl. Figur 3, Schritt S4).

[0031] Danach wird der betrachtete Streifen des Fotoleiters 60 an der Totalbelichtungseinheit 86 vorbeigeführt. Die Totalbelichtungseinheit 86 enthält eine Laserdiode, die in ein quer zur Transportrichtung 76 des Fotoleiters 60 angeordnetes Glasfaserarray Lichtenergie einstrahlt. Das Glasfaserarray ist so ausgebildet, daß über seine gesamte Länge im wesentlichen gleiche Lichtenergie ausgestrahlt wird. Das Licht der Totalbelichtungseinheit 86 kann nicht durch bereits abgelagerte blaue Tonerteilchen strahlen, da es durch die Tonerteilchen absorbiert wird. Trifft das Licht der Totalbelichtungseinheit 86 jedoch auf Flächenelemente der Fotoleiterschicht 74, die noch nicht mit Tonerteilchen bedeckt sind, so wird das Potential auf diesen Flächenelementen erhöht, d.h. es wird in positiver Richtung verändert (vgl. Figur 3, Schritt S5).

[0032] Die Entwicklerstation 88 lagert negativ geladene Tonerteilchen der Farbe Rot R mit Hilfe einer Hilfselektrode 122 mit einem Potential VBIAS6 auf Flächenelementen ab, die mit der zweiten Lichtenergie belichtet wurden. Die genaue Wirkungsweise der Entwicklerstation 88 wird ebenfalls weiter unten anhand der Figur 3 erläutert (Schritt S6).

[0033] Durch das Aufbringen der negativ geladenen roten Tonerteilchen wird das Potential auf den Flächenelementen, die mit der zweiten Lichtenergie belichtet wurden, abgesenkt. Um das Potential auf diesen Flächenelementen weiter abzusenken, wird der Fotoleiter 60 an der Ladevorrichtung 90 vorbeigeführt. Die Ladevorrichtung 90 ist im wesentlichen wie die Ladevorrichtung 84 aufgebaut. Der Koronadraht in der Ladevorrichtung 90 hat ein Potential, das eine Aufladung der Oberfläche der Fotoleiterschicht 74 im Bereich der mit roten Tonerteilchen bedeckten Flächenelemente auf ein Potential VR7 bewirkt. Das Potential VR7 ist betragsmäßig etwas kleiner als das momentane Potential VB7 auf den mit blauen Tonerteilchen bedeckten Flächenelementen (vgl. Figur 3, Schritt S7).

[0034] Danach wird der Fotoleiter 60 an der Totalbe-

lichtungseinheit 92 vorbeigeführt. Die Totalbelichtungseinheit 92 ist im wesentlichen wie die Totalbelichtungseinheit 86 aufgebaut. Durch die Totalbelichtungseinheit 92 wird das Potential auf den Flächenelementen abgesenkt, die noch nicht mit Tonerteilchen bedeckt sind. Das trifft für die Flächenelemente zu, die mit keiner Lichtenergie oder mit der ersten Lichtenergie belichtet wurden (vgl. Figur 3, Schritt S8).

[0035] Die Entwicklerstation 94 lagert negativ geladene Tonerteilchen der Farbe Grün G auf den mit der ersten Lichtenergie belichteten Flächenelementen des Fotoleiters 60 ab. Dabei wird eine Hilfselektrode 124 mit dem Potential VBIAS9 verwendet. Die genaue Wirkungsweise des Aufbringens der grünen Tonerteilchen wird ebenfalls anhand der Figur 3 weiter unten erläutert (Schritt S9).

[0036] In der Umladestation 96 werden die Potentiale auf den mit Tonerteilchen bedeckten Flächenelementen auf etwa den gleichen Wert abgesenkt, wobei sich die Potentiale auf den Flächenelementen in negativer Potentialrichtung verschieben (vgl. Figur 3, Schritt S10). Dabei wird auch das Potential auf den nicht mit Tonerteilchen bedeckten Flächenelementen abgesenkt. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß das Übertragen des Tonerbildes vom Fotoleiter 60 auf das Trägermaterial 18 mit Hilfe der Koronaeinrichtung 70 sicher durchgeführt wird.

[0037] Nach dem Übertragen des Tonerbildes mit Hilfe der Koronaeinrichtung 70 wird der nunmehr von Tonerteilchen im wesentlichen freie Fotoleiter 60 an der Löscheinrichtung 98 vorbeigeführt. Die Löscheinrichtung 98 enthält eine Koronaeinrichtung 102 und eine Belichtungseinheit 104, durch die auf dem Fotoleiter 60 vorhandene Restladungen entfernt werden.

[0038] Tonerteilchen, die nach dem Übertragen des Tonerbildes noch auf dem Fotoleiter c0 verblieben sind, werden in der Säuberungseinrichtung 100 mit Hilfe einer Bürste 106 vom Fotoleiter 60 entfernt. Nach dem Vorbeitransport an der Säuberungseinrichtung 100 befindet sich der betrachtete Streifen des Fotoleiters 60 wieder in einem sauberen Anfangszustand und hat an allen Stellen etwa das gleiche Potential.

[0039] Figur 3 zeigt den Potentialverlauf auf der Oberfläche des betrachteten Streifens des Fotoleiters 60 bei einem Belichtungsschritt und einer Tonerpolarität. Auf der Abszissenachse ist die Zeit abgetragen, die in zehn aufeinanderfolgende Zeit-Schritte S1 bis S10 unterteilt ist. Auf der Ordinatenachse ist das Potential auf der Oberfläche der Fotoleiterschicht 74 bezüglich des Potentials auf der Elektrodenschicht 72 dargestellt.

[0040] Im Schritt S1 wird das Potential auf der Oberfläche der Fotoleiterschicht 74 durch Einwirken der Aufladevorrichtung 78 in negativer Richtung auf das Anfangspotential VA verschoben, das wie bereits erwähnt den Wert von -1200 V hat.

[0041] Im Schritt S2 erfolgt das bildmäßige Belichten mit Hilfe des Zeichengenerators 80, wodurch sich der dargestellte Potentialverlauf auf der Oberfläche der Fotoleiterschicht 74 einstellt. Flächenelemente, die später nicht mit Tonerteilchen bedeckt werden sollen, werden nicht belichtet. Das Potential VA steigt auf diesen Flächenelementen im Verlauf des Schrittes S2 nur geringfügig durch eine nicht zu unterdrückende Selbstentladung des Fotoleiters 60 auf einen Wert VW2. Das Potential auf den Flächenelementen, die mit der ersten Lichtenergie belichtet werden, steigt auf einen Wert VG2 von etwa -800 V. Das Potential auf den Flächenelementen, die mit der zweiten Lichtenergie belichtet werden, steigt im Verlaufe des Schrittes S2 auf einen Potentialwert VR2 von etwa -400 V. Das Potential auf den Flächenelementen, die mit der dritten Lichtenergie belichtet wurden, steigt im Schritt S2 etwa auf einen Potentialwert VB2 von etwa -100 V.

[0042] Im Schritt S3 werden negative blaue Tonerteilchen durch die Entwicklerstation 82 abgelagert. Die Hilfselektrode 120 in der Nähe des Fotoleiters 60 hat das Hilfspotential VBIAS3 von etwa -390 V. Auf der Hilfselektrode 120 befinden sich die negativ geladenen blauen Tonerteilchen. Da das Potential VBIAS3 höher als die Potentiale VW2, VG2 und VR2 ist, sind diese Potentiale bezüglich des Potentials VBIAS3 negativ. Die negativ geladenen blauen Tonerteilchen können jedoch nur auf einer Fläche abgelagert werden, die ein bezüglich des Potentials VBIAS3 höheres oder positives Potential hat. Das trifft nur für Flächenelemente zu, die im Schritt S2 mit der dritten Lichtenergie belichtet wurden. Demzufolge werden auf diesen Flächenelementen die blauen Tonerteilchen abgelagert. Durch das Ablagern der negativ geladenen Tonerteilchen wird das Potential auf den mit blauen Tonerteilchen bedeckten Flächenelementen auf einen Potentialwert VB3 abgesenkt. Durch die erwähnte nicht zu vermeidende Selbstentladung des Fotoleiters 60 erhöhen sich die Potentiale VW2, VG2 bzw. VR2 leicht auf die Potentialwerte VW3, VG3 bzw. VR3.

[0043] Im Schritt S4 wird das momentane Potential VB4 auf der Oberfläche der mit blauen Tonerteilchen bedeckten Flächenelemente mit Hilfe der Ladevorrichtung 84 auf etwa -380 V verringert. Durch die Selbstentladung des Fotoleiters 60 erhöhen sich die Potentiale VW3, VG3 bzw. VR3 im Schritt S4 auf die Potentiale VW4, VG4 bzw. VR4.

[0044] Im Schritt S5 wird durch das von der Totalbelichtungseinheit 86 ausgestrahlte Licht, das Potential VW4, VG4 bzw. VR4 auf den nicht mit Tonerteilchen bedeckten Flächenelementen jeweils um etwa 400 V auf die Potentiale VW5, VG5 bzw. VR5 erhöht. Das Potential auf Flächenelementen, die im Schritt S2 mit der zweiten Lichtenergie belichtet wurden, wird durch die weitere Belichtung im Schritt S5 zum höchsten momentanen Potential VR5 auf einem der Flächenelemente im Schritt S5. Das Potential VB4 erhöht sich geringfügig aufgrund der Selbstentladung des Fotoleiters 60 auf das Potential VB5. Zwischen den Potentialen VR5 und VB5 besteht eine Differenz von etwa 400 V, so daß im Schritt S6 ähnlich wie im Schritt S3 Tonerteilchen auf die Flä-

chenelemente aufgebracht werden können, die ein Potential größer als -380 V haben. Jedoch betrifft dies jetzt die Flächenelemente, die im Schritt S2 mit der zweiten Lichtenergie belichtet wurden.

[0045] Im Schritt S6 werden negative rote Tonerteilchen durch die Entwicklerstation 88 abgelagert. Die Hilfselektrode 122 in unmittelbarer Nähe des Fotoleiters 60 hat das Hilfspotential VBIAS6 von etwa -370V. Auf der Hilfselektrode 122 befinden sich die negativ geladenen roten Tonerteilchen. Da das Potential VBIAS6 höher als die Potentiale VW6, VG6 und VB6 ist, sind diese Potentiale bezüglich des Potentials VBIAS6 negativ. Die negativ geladenen roten Tonerteilchen können jedoch nur auf einer Fläche abgelagert werden, die momentan ein bezüglich des Potentials VBIAS6 höheres bzw. positives Potential hat. Das trifft nur für Flächenelemente zu, die im Schritt S2 mit der zweiten Lichtenergie belichtet wurden. Demzufolge werden auf diesen Flächenelementen die roten Tonerteilchen abgelagert. Durch das Ablagern der negativ geladenen roten Tonerteilchen verringert sich das Potential auf den mit roten Tonerteilchen bedeckten Flächenelementen auf einen Potentialwert VR6. Durch die Selbstentladung des Fotoleiters 60 erhöhen sich die Potentiale VW5, VG5 bzw. VB5 leicht auf die Potentialwerte VW6, VG6 bzw. VB6.

[0046] Im Schritt S7 wird das Potential VR7 auf der Oberfläche der mit roten Tonerteilchen bedeckten Flächenelemente mit Hilfe der Ladevorrichtung 90 auf etwa -360 V verringert. Durch die Selbstentladung des Fotoleiters 60 erhöhen sich die Potentiale VW6, VG6 bzw. VB6 im Schritt S7 auf die Potentiale VW7, VG7 bzw. VB7.

[0047] Im Schritt S8 wird durch das von der Totalbelichtungseinheit 92 ausgestrahlte Licht, das Potential VW7 bzw. VG7 auf den nicht mit Tonerteilchen bedeckten Flächenelementen jeweils um etwa 400 V auf die Potentiale VW8 bzw. VG8 erhöht. Das Potential auf Flächenelementen, die im Schritt S2 mit der ersten Lichtenergie belichtet wurden, wird durch die weitere Belichtung im Schritt S8 zum höchsten Potential VG8 auf einem der Flächenelemente im Schritt S8. Die Potentiale VB7 und VR7 erhöhen sich geringfügig aufgrund der Selbstentladung des Fotoleiters 60 auf die Potentiale VB8 bzw. VR8. Zwischen den Potentialen VR8 und VG8 besteht eine Differenz von etwa 400 V, so daß im Schritt S9 ähnlich wie in den Schritten S3 und S6 Tonerteilchen auf die Flächenelemente aufgebracht werden können, die ein Potential größer -360 V haben. Jedoch betrifft dies jetzt die Flächenelemente, die im Schritt S2 mit der ersten Lichtenergie belichtet wurden.

[0048] Im Schritt S9 werden negative grüne Tonerteilchen durch die Entwicklerstation 94 abgelagert. Die Hilfselektrode 124 in der Nähe des Fotoleiters 60 hat das Hilfspotential VBIAS9 von etwa -350 V. Auf der Hilfselektrode 124 befinden sich die negativ geladenen grünen Tonerteilchen. Analog zu den im Schritt S3 bzw. S6 beschriebenen elektrischen Verhältnissen werden die negativen Tonerteilchen auf die Flächenelemente aufgetragen, die im Schritt S2 mit der ersten Lichtenergie belichtet wurden. Durch das Ablagern der negativ geladenen grünen Tonerteilchen verringert sich das Potential auf den mit grünen Tonerteilchen bedeckten Flächenelementen auf einen Potentialwert VG9. Die Potentiale VW8, VB8 bzw. VR8 erhöhen sich aufgrund der Selbstentladung des Fotoleiters 60 auf die Potentialwerte VW9, VB9 bzw. VR9.

[0049] Im Schritt S10 wird der betrachtete Streifen des Fotoleiters 60 an der Umladestation 96 vorbeigeführt. In der Umladestation 96 ist eine Koronaeinrichtung enthalten, die eine Umladung des Schichtsystems auf etwa -1200V bewirkt. Beim Vorbeitransport werden die Potentiale auf allen Flächenelementen wesentlich verringert.

[0050] In einem in Figur 3 nicht dargestellten Schritt SH werden durch die Einwirkung der positiv geladenen Koronaeinrichtung 70 die Tonerteilchen von mit Tonerteilchen bedeckten Flächenelementen im wesentlichen unter Beibehaltung ihrer Lage zueinander auf das Trägermaterial 18 übertragen. Dabei erhöht sich das Potential auf den Flächenelementen des Fotoleiters 60 auf etwa -400 V. Die noch vorhandene Restladung auf dem Fotoleiter 60 wird durch die Löscheinrichtung 98 entfernt, so daß der Fotoleiter 60 auf seiner Oberfläche nach dem Passieren der Löscheinrichtung 98 einen Potentialwert von etwa 0 V hat.

[0051] Figur 4 zeigt den Zustand von Flächenelementen des Fotoleiters 60 am Ende der Schritte S1 bis S11. Teil a der Figur 4 zeigt ein Druckbild 140, das vier Bildelemente 142 bis 148 enthält. Das Bildelement 142 hat die Farbe Blau B, die in Figur 4 durch eine horizontale Schraffur dargestellt wird. Das Bildelement 144 hat die Farbe Rot R, die in Figur 4 durch eine vertikale Schraffur dargestellt wird. Das Bildelement 146 hat die Farbe Grün G, die in Figur 4 durch eine geneigte Schraffur dargestellt wird, deren Schraffurlinien um etwa 45° bezüglich der Horizontalen angeordnet sind. Das Bildelement 148 hat die Farbe Weiß W (Farbe des Trägermaterials 18), die in Figur 4 durch eine Schraffur dargestellt wird, deren Schraffurlinien etwa um einen Winkel von 135° bezüglich der Horizontalen ausgerichtet sind.

[0052] Teil b zeigt einen streifenförmigen Abschnitt 150 des Fotoleiters 60. Der Abschnitt 150 ist auf dem Fotoleiter 60 quer zur Transportrichtung 76 angeordnet. In Figur 4 wird der Abschnitt 150 in Draufsicht dargestellt, wobei die Fotoleiterschicht 74 nach oben zeigt. Durch die Drucksteuerung 34 werden Flächenelementen 152 bis 158 auf der Oberfläche des Fotoleiters 60 die Bildelemente 142 bis 148 zugeordnet. Dem Bildelement 142 wird das Flächenelement 152 zugeordnet. Dem Bildelement 144, 146 bzw. 148 wird das Flächenelement 154, 156 bzw. 158 zugeordnet. Die Zuordnung erfolgt so, daß benachbarten Flächenelementen auch benachbarte Bildelemente des Druckbildes 140 zugeordnet sind. Im Schritt S1 wird durch die Aufladevorrichtung 78 auf jedem der Flächenelemente 152 bis 158 das Anfangspotential VA erzeugt.

[0053] Teil c der Figur 4 zeigt den Zustand der Flächenelemente 152 bis 158 nach dem bildmäßigen Belichten im Schritt S2. Da auf das Flächenelement 152 die größte, dritte Lichtenergie fällt, findet über die im Bereich des Flächenelementes 152 durch den Lichteinfall gut leitende Fotoleiterschicht 74 ein Ladungsabbau statt, in dessen Folge sich das Potential VB2 auf der Oberfläche des Flächenelementes 152 einstellt. Das Flächenelement 154 wird mit der zweiten Lichtenergie belichtet, die niedriger als die dritte Lichtenergie ist. Demzufolge stellt sich das gegenüber dem Potential VB2 niedrigere Potential VR2 auf der Oberfläche des Flächenelementes 154 ein. Auf der Oberfläche des Flächenelementes 156 stellt sich nach dem Belichten mit der ersten Lichtenergie im Schritt S2 das Potential VG2 ein. Da die erste Lichtenergie niedriger als die zweite Lichtenergie ist, ist das Potential VG2 geringer als das Potential VR2. Das Flächenelement 158 wird beim bildmäßigen Belichten nicht beleuchtet. Demzufolge stellt sich auf der Oberfläche des Flächenelementes 158 am Ende des bildmäßigen Belichtungsschrittes S2 das Potential VW2 ein, das nur etwas über dem Anfangspotential VA liegt.

[0054] In Figur 4 wird ein nicht mit Tonerteilchen bedecktes Flächenelement, das am Ende eines der Schritte S1 bis S11 das höchste Potential hat, durch einen Stern in der rechten oberen Ecke des jeweiligen Flächenelementes gekennzeichnet. Im Teil c der Figur 4 hat das Flächenelement 152 das größte Potential.

Teil d der Figur 4 zeigt die Oberflächenpotentiale auf den Flächenelementen 152 bis 158 am Ende des Schrittes S3. Während des Schrittes S3 wird der Abschnitt 150 an der Entwicklerstation 82 vorbeitransportiert. Aus den oben genannten Gründen lagern sich blaue Tonerteilchen nur auf der Oberfläche des Flächenelementes 152 ab, so daß dieses Flächenelement vollständig mit blauen Tonerteilchen bedeckt ist (horizontale Schraffur).

[0055] Teil e der Figur 4 zeigt die Flächenelemente 152 bis 158 am Ende des Schrittes S5, in dem der Abschnitt 150 gleichmäßig belichtet wurde. Durch das gleichmäßige Belichten kommt es zu einer Potentialerhöhung auf der Oberfläche der Flächenelemente 154, 156 und 158, die nicht mit Tonerteilchen bedeckt sind, da wie bereits erwähnt das auftreffende Licht den Widerstand der Fotoleiterschicht 74 verringert und ein teilweiser Ladungsträgerausgleich zwischen Ladungsträgern auf der Oberfläche dieser Flächenelemente und Ladungsträgern in der Elektrodenschicht 72 stattfindet. Am Ende des Schrittes S5 hat das Flächenelement 154 auf seiner Oberfläche das größte Potential.

[0056] Teil f der Figur 4 zeigt die Flächenelemente 152 bis 158 am Ende des Schrittes S6. Im Verlauf dieses Schrittes wird der Abschnitt 150 an der Entwicklerstation 88 vorbeitransportiert. Aus den oben genannten Gründen lagern sich rote Tonerteilchen auf dem Flächenelement 154 ab (vertikale Schraffur). Die Flächenelemente 152 und 154 sind somit mit Tonerteilchen bedeckt.

[0057] Teil g der Figur 4 zeigt die Flächenelemente 152 bis 158 am Ende des Schrittes S8, in dem der Abschnitt 150 zum zweiten Mal gleichmäßig belichtet wird. Durch das gleichmäßige Belichten kommt es wie auch im Schritt S5 zu einer Potentialerhöhung auf der Oberfläche von Flächenelementen, die nicht mit Tonerteilchen bedeckt sind. Das betrifft im Schritt S8 die Flächenelemente 156 und 158. Das Potential auf den Flächenelementen 156 und 158 wird im Schritt S8 jeweils um etwa 400 V erhöht. Am Ende des Schrittes S8 hat das Flächenelement 156 auf seiner Oberfläche das größte Potential.

[0058] Teil h der Figur 4 zeigt die Flächenelemente 152 bis 158 am Ende des Schrittes S9. Im Schritt S9 wird der Abschnitt 150 an der Entwicklerstation 94 vorbeitransportiert. Dabei werden aus den oben genannten Gründen grüne Tonerteilchen auf dem Flächenelement 152 abgelagert (45° Schraffur), so daß nunmehr die Flächenelemente 152, 154 und 156 mit Tonerteilchen bedeckt sind.

[0059] Teil i der Figur 4 zeigt einen Abschnitt 160 des Trägermaterials 18 am Ende des Schrittes S11. Die Tonerteilchen auf dem Abschnitt 150 werden im Schritt S11 im wesentlichen unter Beibehaltung ihrer gegenseitigen Lage auf den Abschnitt 160 des Trägermaterials 18 übertragen. Das Trägermaterial 18 hat wie bereits erwähnt die Farbe Weiß W (135° Schraffur), so daß als Resultat des beschriebenen Verfahrens das Druckbild 140 mit den Bildelementen 142 bis 148 auf den Abschnitt 160 des Trägermaterials 18 gedruckt wurde.

[0060] Ein Bildelement hat beim Druck mit dem Drukker 10 z.B. bei einer Auflösung von 600 Bildpunkten pro 25,4 mm eine Breite von etwa 0,042 mm, so daß die Darstellungen in der Figur 4 eine starke Vergrößerung mit einem Vergrößerungsfaktor von etwa 200 ist. Das menschliche Auge kann die Bildpunkte bei einem gewöhnlichen Leseabstand von etwa 30 cm nicht mehr einzeln auflösen. Demzufolge ergeben sich Farbmischeffekte. Das blaue Bildelement 142 und das rote Bildelement 144 ergeben z.B. die vom Auge wahrgenommene Mischfarbe Violett.

[0061] Vom vorstehend beschriebenen Verfahren für drei Farben kommt man zu einem Verfahren mit n Farben, indem das Anfangspotential VA etwa gleich dem n-fachen Potentialbedarf für einen einzelnen Entwicklungsschritt gewählt wird. Außerdem müssen bei der bildmäßigen Belichtung mindestens n verschiedene Lichtenergien pro Bildelement erzeugt werden können, so daß n+1 verschiedene Potentiale erzeugt werden können. Die Schritte S7 bis S9 werden nach dem Schritt S9 noch n-3 mal wiederholt. Der Buchstabe n ist dabei eine natürliche Zahl, die die Werte 4, 5 usw. annehmen kann.

[0062] Hilfe einer Hilfselektrode mit dem Potential VBIAS3' von etwa +390 V ablagert. Anstelle der Entwicklerstation 88 wird eine Entwicklerstation für positiv geladene schwarze Tonerteilchen verwendet. Die Hilfselektrode beim Aufbringen der schwarzen Tonerteilchen

hat ein Hilfspotential VBIAS6' von etwa +370 V. Die Ladevorrichtung 90, die Totalbelichtungseinheit 92 und die Entwicklerstation 94 entfallen in der Druckeinheit 20', da nur zwei Farben gedruckt werden.

[0063] Der in Figur 5 gezeigte Potentialverlauf unterscheidet sich vom Potentialverlauf der Figur 3 prinzipiell dadurch, daß die Vorzeichen der Potentiale gegenüber der Figur 3 umgekehrt sind und daß nur drei Potentialverläufe dargestellt werden. Unter Beachtung der Vorzeichen gelten die anhand der Figur 3 gemachten Aussagen auch für die Potentialverläufe der Figur 5. Anstelle der Schritte S1 bis S6 stehen nunmehr Schritte S1' bis S6'. Anstelle des Potentials VA wird in Figur 5 ein betragsmäßig kleineres Potential VA' mit entgegengesetztem, positivem Vorzeichen verwendet. Außerdem treten im Vorzeichen geänderte Potentiale VR2', VR3', VR4', VR5' bzw. VR6' an die Stelle der Potentiale VB2, VB3, VB4, VB5 bzw. VB6. Anstelle der Potentiale VR2, VR3, VR4, VR5 bzw. VR6 treten die in Vorzeichen geänderten Potentiale VK2, VK3, VK4, VK5 bzw. VK6. Die im Vorzeichen geänderten Potentiale VW2', VW3', VW4', VW5' bzw. VW6' treten anstelle der Potentiale VG2, VG3, VG4, VG5 bzw. VG6 und beschreiben den Potentialverlauf auf Flächenelementen der Fotoleiterschicht 74, auf denen jedoch keine Tonerteilchen abgelagert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum elektrofotografischen Drucken eines Druckbildes (140) mit mehreren Farben auf einen Träger (18),

bei dem das Druckbild (140) mindestens ein erstes Bildelement (148) mit der Farbe (W) des Trägers (18), mindestens ein zweites Bildelement (144) mit einer zweiten Farbe (R) und mindestens ein drittes Bildelement (142) mit einer dritten Farbe (B) und mindestens ein weiteres Bildelement (146) einer weiteren Farbe (G) enthält,

dem ersten Bildelement (148) ein erstes Flächenelement (158) einer Fotoleiterschicht (74) zugeordnet ist, dem zweiten Bildelement (144) ein zweites Flächenelement (154), dem dritten Bildelement (142) ein drittes Flächenelement (152) und dem weiteren Bildelement (146) ein weiteres Flächenelement (156) zugeordnet ist,

die Fotoleiterschicht (74) und eine ein vorgegebenes Bezugspotential führende Elektrodenschicht (72) in einem Schichtsystem (60) enthalten sind

und bei dem nacheinander die folgenden Schritte in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden:

S1) die Flächenelemente (152 bis 158) werden auf ein Anfangspotential (VA) einer ersten Polarität geladen (Schritt S1),

S2) die Flächenelemente (152 bis 158) werden unterschiedlich derart belichtet, daß nach dem Belichten das dritte Flächenelement (152) ein drittes Potential (VB2) hat, das zweite Flächenelement (154) ein gegenüber dem dritten Potential (V32) betragsmäßig höheres zweites Potential (VR2), das weitere Flächenelement (156) ein gegenüber dem zweiten Potential (VR2) betragsmäßig höheres weiteres Potential (VG2) und das erste Flächenelement (158) ein gegenüber dem weiteren Potential (VG2) betragsmäßig höheres erstes Potential (VW2) hat (Schritt S2),

S3) die Flächenelemente (152 bis 158) werden mit Farbpartikeln der dritten Farbe (B) entwikkelt (Schritt S3),
wobei auf dem dritten Flächenelement (152) Farbpartikel der ersten Polarität und der dritten Farbe (3) unter Verwendung einer ersten Hilfselektrode (120) abgelagert werden, die ein erstes Hilfspotential (VBIAS3) hat, das betragsmäßig höher als das momentane Potential (V33) auf dem dritten Flächenelement (152) und betragsmäßig niedriger als das momentane Potential (VR3) auf dem zweiten Flächenelement (154) ist,

S4) die Flächenelemente werden nahe einer Potentialerhöhungseinrichtung (84) angeordnet, wobei das Potential auf dem dritten Flächenelement (152) nach dem Aufbringen der Farbpartikel der dritten Farbe (3) betragsmäßig erhöht wird,

S5) die Flächenelemente (152 bis 158) werden nahe einer Lichtquelle (86) mit etwa gleichmäßiger Lichtverteilung angeordnet (Schritt S5),

wobei das mit Farbpartikeln bedeckte dritte Flächenelement (152) erheblich weniger belichtet wird als das nicht bedeckte erste Flächenelement (158), das nicht bedeckte weitere Flächenelement und das nicht bedeckte zweite Flächenelement (154),

und wobei das momentane Potential (VR5) auf dem zweiten Flächenelement (154) betragsmäßig auf ein Potential (VR5) verringert wird, das betragsmäßig niedriger als das momentane Potential (VB5) auf dem dritten Flächenelement (152) ist,

S6) die Flächenelemente (152 bis 158) werden mit Farbpartikeln der zweiten Farbe (R) entwikkelt (Schritt S6),
wobei auf dem zweiten Flächenelement (154) geladene Farbpartikel der ersten Polarität und der zweiten Farbe (R) unter Verwendung einer zweiten Hilfselektrode (122) abgelagert werden, die ein zweites Hilfspotential (VBIAS6) hat, das betragsmäßig höher als das momentane Potential (VR6) auf dem zweiten Flächenelement (154) und betragsmäßig niedriger als das momentane Potential (VB6) auf dem dritten Flächenelement (152) und als das momentane Potential (VW6) auf dem ersten Flächenelement (158) ist,

S7) die Flächenelemente werden nahe einer weiteren Potentialerhöhrngseinrichtung (90) angeordnet, wobei das Potential auf dem zweiten Flächenelement (154) nach dem Aufbringen der Farbpartikel der zweiten Farbe (R) betragsmäßig erhöht wird,

S8) die Flächenelemente (152 bis 158) nahe einer weiteren Lichtquelle (92) angeordnet werden, wobei das nicht bedeckte weitere Flächenelement (156) jeweils erheblich mehr belichtet wird als mit Farbpartikeln bedeckte Flächenelemente,
und wobei das Potential auf dem weiteren Flächenelement (156) betragsmäßig auf ein Potential (VG8) verringert wird, das betragsmäßig niedriger als das momentane Potential (VR8) auf dem zweiten Flächenelement (154) ist,

S9) die Flächenelemente (152 bis 158) werden mit Farbpartikeln der weiteren Farbe (G) entwickelt,
wobei auf dem weiteren Flächenelement (156) Farbpartikel der ersten Polarität der weiteren Farbe (G) unter Verwendung einer weiteren Hilfselektrode (124) abgelagert werden, die ein weiteres Hilfspotential (VBIAS9) hat, das betragsmäßig höher als das momentane Potential auf dem weiteren Flächenelement (156) und betragsmäßig niedriger als die momentanen Potentiale auf den anderen Flächenelementen ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß nach dem Entwickeln der Flächenelemente mit Farbpartikeln der weiteren Farbe (Schritt S9) die abgeagerten Farbpartikel auf etwa einen gleichen Potentialwert gebracht werden (Schritt S10).

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die abgelagerten Farbpartikel im wesentlichen unter Beibehaltung ihrer gegenseitigen Lage gleichzeitig von der Fotoleiterschicht (74) auf den Träger (18) übertragen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die abgelagerten Farbpartikel im wesentlichen unter Beibehaltung ihrer gegenseitigen Lage auf einen Zwischenträger übertragen werden,
und daß die Farbpartikel vom Zwischenträger im wesentlichen unter Beibehaltung ihrer gegenseitigen Lage auf den Träger (18) übertragen werden.

5. Elektrofotografischer Drucker (10), insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

mit einem lichtempfindlichen Schichtsystem (60), das eine ein vorgegebenes Bezugspotential führende Elektrodenschicht (72) und eine Fotoleiterschicht (74) enthält,

mit einer Aufladevorrichtung (78) zum Erzeugen eines Anfangspotentials (VA, VA') auf der Fotoleiterschicht (74),

mit einer Belichtungseinrichtung (80) zum bildmäßigen Belichten der Fotoleiterschicht (74),

mit einer ersten entwicklerstation (82) zum Aufbringen von Farbpartikeln einer Polarität und einer Farbe (3) auf das Schichtsystem (60),

mit mindestens zwei Totalbelichtungseinheiten (86, 92) zum gleichmäßigen Belichten des Schichtsystems (60),

mit mindestens zwei Potentialerhöhungseinrichtungen (84, 90) zum betragsmäßigen Erhöhen nur des jeweils betragsmäßig kleinsten Potentials auf dem Schichtsystem (60),

und mit mindestens zwei weiteren Entwicklerstationen (88, 94) zum Aufbringen von Farbpartikeln der Polarität und weiterer Farben (R, G) auf das Schichtsystem (60),

dadurch **gekennzeichnet**, daß die Totalbelichtungseinheiten (86, 92) und die Potentialerhöhungseinrichtungen sowie die weiteren Entwicklerstationen (88, 94) so angeordnet sind, daß ein quer zur Transportrichtung des Schichtsystems (60) liegender Flächenstreifen des Schichtsystems (60) jeweils zuerst an einer Potentialerhöhungseinrichtung (84, 90) dann an einer Totalbelichtungseinheit (86, 92) und danach an einer weiteren Entwicklerstation (88, 94) vorbeigeführt wird.

6. Drucker nach Anspruch 5, **gekennzeichnet** durch

eine Umladestation (96) zum Laden der aufgebrachten Farbpartikel auf etwa einen gleichen Potentialwert,

und/oder eine Übertragungseinrichtung (70) zum Übertragen der aufgebrachten Farbpartikel vom Schichtsystem (60) auf einen Träger (18),

und/oder eine Löscheinrichtung (98) zum Löschen eines Restladungsbildes auf dem Schichtsystem (60),

und/oder durch eine Säuberungseinrichtung (100) zum Reinigen des Schichtsystems (60).

Claims

1. Method for the electrophotographic printing of a printing image (140) having a number of colours onto a substrate (18),

in which the printing image (140) contains at least a first image element (148) having the colour (W) of the substrate (18), at least a second image element (144) having a second colour (R) and at least a third image element (142) having a third colour (B) and at least a further image element (146) of a further colour (G),

the first image element (148) is assigned a first area element (158) of a photoconductor layer (74), the second image element (144) is assigned a second area element (154), the third image element (142) is assigned a third area element (152) and the further image element (146) is assigned a further area element (156),

the photo conductor layer (74) and an electrode layer (72) carrying a predefined reference potential are contained in a layer system (60)

and in which the following steps are carried out one after another in the specified order:

S1) the area elements (152 to 158) are charged to an initial potential (VA) of a first polarity (step S1),

S2) the area elements (152 to 158) are exposed differently in such a way that, following the exposure, the third area element (152) has a third potential (VB2), the second area element (154) has a second potential (VR2) whose magnitude is higher than the third potential (VB2), the further area element (156) has a further potential (VG2) whose magnitude is higher than the second potential (VR2), and the first area element (158) has a first potential (VW2) whose magnitude is higher than the further potential (VG2) (step S2),

S3) the area elements (152 to 158) are developed with coloured particles of the third colour (B) (step S3),
coloured particles at the first polarity and of the third colour (B) being deposited on the third area element (152) using a first auxiliary electrode (120), which is at a first auxiliary potential (VBIAS3) whose magnitude is higher than the instantaneous potential (VB3) on the third area element (152) and whose magnitude is lower than the instantaneous potential (VR3) on the second area element (154),

S4) the area elements are arranged close to a potential-increasing device (84), the magnitude of the potential on the third area element (152) being increased after the coloured particles of the third colour (B) have been applied,

S5) the area elements (152 to 158) are arranged close to a light source (86) having an approximately uniform light distribution (step S5),

the third area element (152), covered by coloured particles, being exposed considerably less than the uncovered first area element (158), the uncovered further area element and the uncovered second area element (154),

and the magnitude of the instantaneous potential (VR5) on the second area element (154) being reduced to a potential (VR5) whose magnitude is lower than the instantaneous potential (VB5) on the third area element (152),

S6) the area elements (152 to 158) are developed using coloured particles of the second colour (R) (step S6),
charged coloured particles at the first polarity and of the second colour (R) being deposited on the second area element (154) using a second auxiliary electrode (122), which is at a second auxiliary potential (VBIAS6) whose magnitude is higher than the instantaneous potential (VR6) on the second area element (154) and whose magnitude is lower than the instantaneous potential (VB6) on the third area element (152) and than the instantaneous potential

(VW6) on the first area element (158),

S7) the area elements are arranged close to a further potential-increasing device (90), the magnitude of the potential on the second area element (154) being increased after the coloured particles of the second colour (R) have been applied,

S8) the area elements (152 to 158) are arranged close to a further light source (92), the uncovered further area element (156) in each case being exposed considerably more than area elements covered by coloured particles,
and the magnitude of the potential on the further area element (156) being reduced to a potential (VG8) whose magnitude is lower than the instantaneous potential (VR8) on the second area element (154),

S9) the area elements (152 to 158) are developed using coloured particles of the further colour (G),
coloured particles at the first polarity and of the further colour (G) being deposited on the further area element (156) using a further auxiliary electrode (124), which is at a further auxiliary potential (VBIAS9) whose magnitude is higher than the instantaneous potential on the further area element (156) and whose magnitude is lower than the instantaneous potentials on the other area elements.

2. Method according to Claim 1, characterized in that following the development of the area elements with coloured particles of the further colour (step S9) the deposited coloured particles are brought approximately to an equal potential value (step S10).

3. Method according to one of the preceding claims, characterized in that the deposited coloured particles are transferred simultaneously from the photo conductor layer (74) to the substrate (18) whilst essentially maintaining their mutual position.

4. Method according to Claim 1 or 2, characterized in that the deposited coloured particles are transferred to an intermediate substrate whilst essentially maintaining their mutual position,
and in that the coloured particles are transferred from the intermediate substrate to the substrate (18) whilst essentially maintaining their mutual position.

5. Electrophotographic printer (10), in particular for implementing the method according to one of Claims 1 to 3,

having a light-sensitive layer system (60), which contains an electrode layer (72) carrying a predefined reference potential, and a photo conductor layer (74),

having a charging device (78) for producing an initial potential (VA, VA') on the photo conductor layer (74),

having an exposure device (80) for exposing the photo conductor layer (74) in accordance with an image,

having a first developer station (82) for applying coloured particles at one polarity and of one colour (B) to the layer system (60),

having at least two total exposure units (86, 92) for the uniform exposure of the layer system (60),

having at least two potential-increasing devices (84, 90) for increasing the magnitude only of the potential with the respectively lowest magnitude on the layer system (60),

and having at least two further developer stations (88, 94) for applying coloured particles at the polarity and of further colours (R, G) to the layer system (60),

characterized in that the total exposure units (86, 92) and the potential-increasing devices, as well as the further developer stations (88, 94), are arranged in such a way that a strip of the area of the layer system (60) which is located transversely with respect to the transport direction of the layer system (60) is in each case led firstly past a potential-increasing device (84, 90), then past a total exposure unit (86, 92) and after that past a further developer station (88, 94).

6. Printer according to Claim 5, characterized by

a recharging station (96) for charging the applied coloured particles to approximately an equal potential value,

and/or a transfer device (70) for transferring the applied coloured particles from the layer system (60) to a substrate (18),

and/or an erasure device (98) for erasing a residual charge image on the layer system (60),

and/or by a cleaning device (100) for cleaning the layer system (60).

Revendications

1. Procédé pour l'impression électrophotographique d'une image d'impression (140) polychrome sur un support (18), dans lequel :

l'image d'impression (140) comporte au moins un premier élément d'image (148) de la couleur (W) du support (18), au moins un deuxième élément d'image (144) d'une deuxième couleur (R) et au moins un troisième élément d'image (142) d'une troisième couleur (B) et au moins un quatrième élément d'image (146) d'une autre couleur (G),
un premier élément de surface (158) d'une couche photoconductrice (74) est associé au premier élément d'image (148), un deuxième élément de surface (154) est associé au deuxième élément d'image (144), un troisième élément de surface (152) est associé au troisième élément d'image (142) et un autre élément de surface (156) est associé à l'autre élément d'image (146),
la couche photoconductrice (74) et une couche conductrice (72) formant électrode à un potentiel de référence donné sont contenues dans un système de couches (60)

et dans lequel les étapes suivantes sont réalisées successivement

S1) les éléments de surface (152 à 158) sont portés à un potentiel de départ (VA) d'une première polarité (étape S1),
S2) les éléments de surface (152 à 158) sont exposés différemment à la lumière de façon que, après l'exposition à la lumière, le troisième élément de surface (152) soit à un troisième potentiel (VB2), le deuxième élément de surface (154) soit à un deuxième potentiel (VR2) plus élevé en valeur absolue que le troisième potentiel (VB2), l'autre élément de surface (156) soit à un autre potentiel (VG2) plus élevé en valeur absolue que le deuxième potentiel (VR2), et le premier élément de surface (158) soit à un premier potentiel (VW2) plus élevé en valeur absolue que l'autre potentiel (VG2) (étape S2),
S3) les éléments de surface (152 à 158) sont développés avec des pigments colorés de la troisième couleur (B) (étape S3),

les pigments colorés de la première polarité et de la troisième couleur (B) étant déposés sur le troisième élément de surface (152) en utilisant une première électrode auxiliaire (120) qui est à un premier potentiel auxiliaire (VBIAS3) qui est supérieur en valeur absolue au potentiel instantané (VB3) du troisième élément de surface (152) et inférieur en valeur absolue au potentiel instantané (VR3) du deuxième élément de surface (154),
S4) les éléments de surface sont agencés à proximité d'un dispositif d'élévation de potentiel (84) pour élever en valeur absolue le potentiel du troisième élément de surface (152) après le dépôt des pigments colorés de la troisième couleur (B),
S5) les éléments de surface (152 à 158) sont agencés à proximité d'une source lumineuse (86) à diffusion sensiblement uniforme de la lumière (étape S5),

le troisième élément de surface (152) recouvert de pigments colorés étant bien moins exposé à la lumière que le premier élément de surface non recouvert (158), que l'autre élément de surface non recouvert (156) et que le deuxième élément de surface non recouvert (154),
et le potentiel instantané (VR5) du deuxième élément de surface (154) étant abaissé en valeur absolue à un potentiel qui est inférieur en valeur absolue au potentiel instantané (VB5) du troisième élément de surface (152),

S6) les éléments de surface (152 à 158) sont développés avec des pigments colorés de la deuxième couleur (R) (étape S6),

les pigments colorés de la première polarité et de la deuxième couleur (R) étant déposés sur le deuxième élément de surface (154) en utilisant une deuxième électrode auxiliaire (122) qui est à un deuxième potentiel auxiliaire (VBIAS6) qui est supérieur en valeur absolue au potentiel instantané (VR6) du deuxième élément de surface (154) et inférieur en valeur absolue au potentiel instantané (VB6) du troisième élément de surface (152) et au potentiel instantané (VW6) du premier élément de surface (158),
S7) les éléments de surface sont agencés à proximité d'un autre dispositif d'élévation de potentiel (90) pour élever en valeur absolue le potentiel du deuxième élément de surface (154) après le dépôt des pigments colorés de la deuxième couleur (R),
S8) les éléments de surface (152 à 158) sont agencés à proximité d'une autre source lumineuse (92), l'autre élément de surface non recouvert (156) étant à chaque fois bien plus exposé à la lumière que les éléments de surface recouverts de pigments colorés,

et le potentiel de l'autre élément de surface (156) étant abaissé en valeur absolue à un potentiel (VG8) qui est inférieur en valeur absolue au potentiel instantané (VR8) du

deuxième élément de surface (154),
S9) les éléments de surface (152 à 158) sont développés avec des pigments colorés de l'autre couleur (G),

les pigments colorés de la première polarité et de l'autre couleur (G) étant déposés sur l'autre élément de surface (156) en utilisant une autre électrode auxiliaire (124) qui est à un autre potentiel auxiliaire (VBIAS9) qui est supérieur en valeur absolue au potentiel instantané de l'autre élément de surface (156) et inférieur en valeur absolue au potentiel instantané des autres éléments de surface.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, après le développement des éléments de surface avec des pigments colorés de l'autre couleur (étape S9), les pigments colorés déposés sont portés sensiblement à un même potentiel (étape S10).

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pigments colorés déposés sont transférés simultanément de la couche photoconductrice (74) au support (18) en maintenant sensiblement leur position les uns par rapport aux autres.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les pigments colorés déposés sont transférés sur un support intermédiaire en maintenant sensiblement leur position les uns par rapport aux autres,
et en ce que les pigments colorés sont transférés du support intermédiaire au support (18) en maintenant sensiblement leur position les uns par rapport aux autres.

5. Appareil d'impression électrophotographique (10), en particulier pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 3, comportant

un système de couches photosensibles (60) qui comprend une couche conductrice (72) formant électrode à un potentiel de référence donné et une couche photoconductrice (74),
un dispositif d'élévation de charge (78) pour engendrer un potentiel de départ (VA, VA') sur la couche photoconductrice (74),
un dispositif d'exposition à la lumière (80) pour exposer la couche photoconductrice (74) pour obtenir une image,
une première station de développement (82) pour déposer des pigments colorés d'une polarité et d'une couleur (B) sur le système de couches (60),
au moins deux unités d'exposition totale à la lumière (86, 92) pour exposer uniformément à la lumière le système de couches (60),
au moins deux unités d'élévation de potentiel (84, 90) pour élever en valeur absolue seulement le plus faible potentiel en valeur absolue correspondant du système de couches (60),
et au moins deux autres stations de développement (88, 94) pour déposer des pigments colorés de la polarité et d'une autre couleur (R, G) sur le système de couches (60), caractérisé en ce que les unités d'exposition totale à la lumière (86, 92) et les unités d'élévation de potentiel ainsi que les autres stations de développement (88, 94) sont agencées de façon qu'une bande de surface du système de couches (60) disposée perpendiculairement à la direction de défilement du système de couches (60) passe à chaque fois tout d'abord par un dispositif d'élévation de potentiel (84, 90), puis par une unité d'exposition totale à la lumière (86, 92), et enfin par une autre station de développement (88, 94).

6. Appareil d'impression selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il est prévu une station de transfert de charge (96) pour porter les pigments colorés déposés sensiblement à un même potentiel,

et/ou un dispositif de transfert (70) pour transférer les pigments colorés déposés du système de couches (60) sur un support (18),
et/ou un dispositif d'effacement (98) pour effacer une image due à une charge résiduelle sur le système de couches (60),
et/ou un dispositif de nettoyage (100) pour nettoyer le système de couches (60).

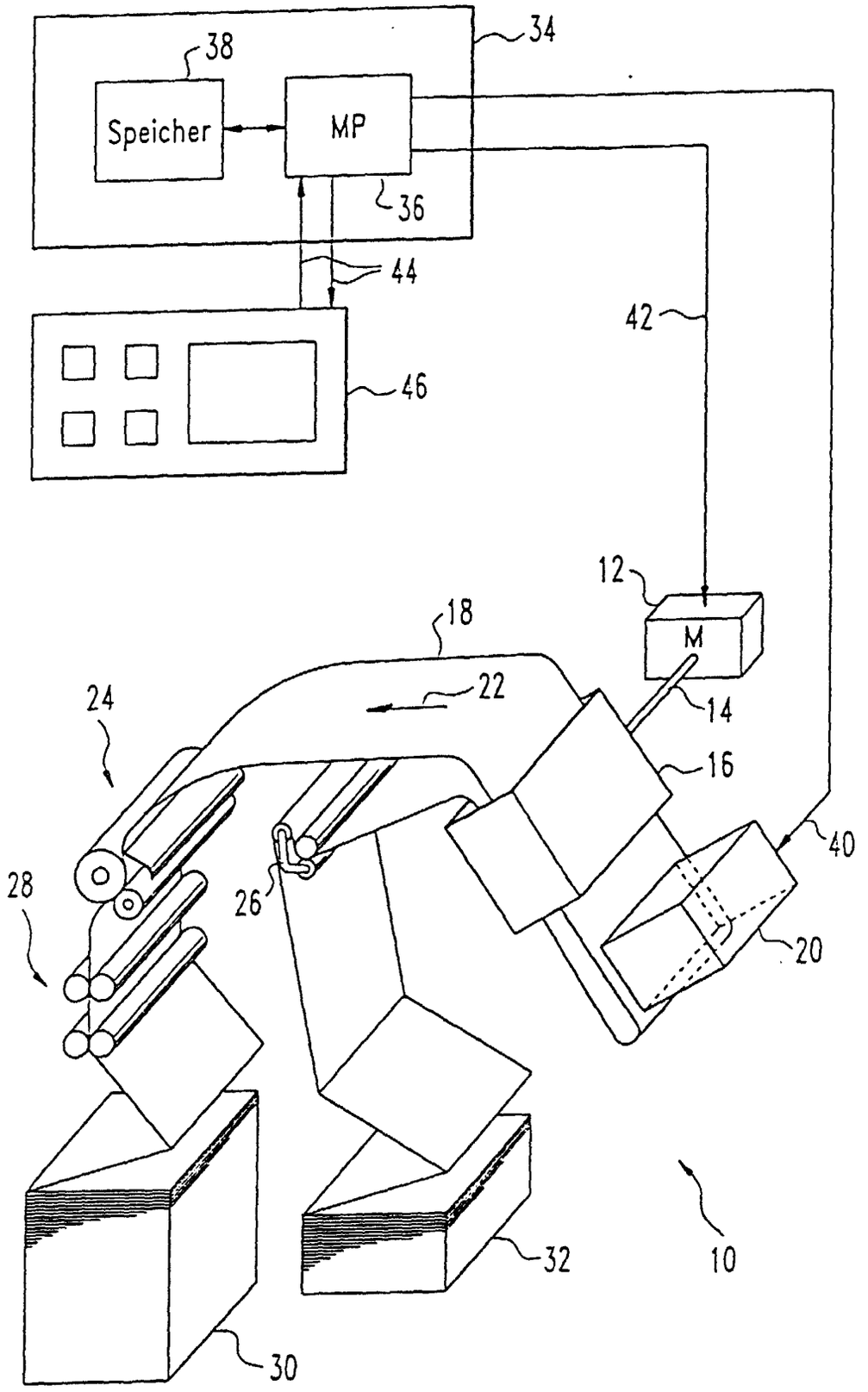


Fig.1

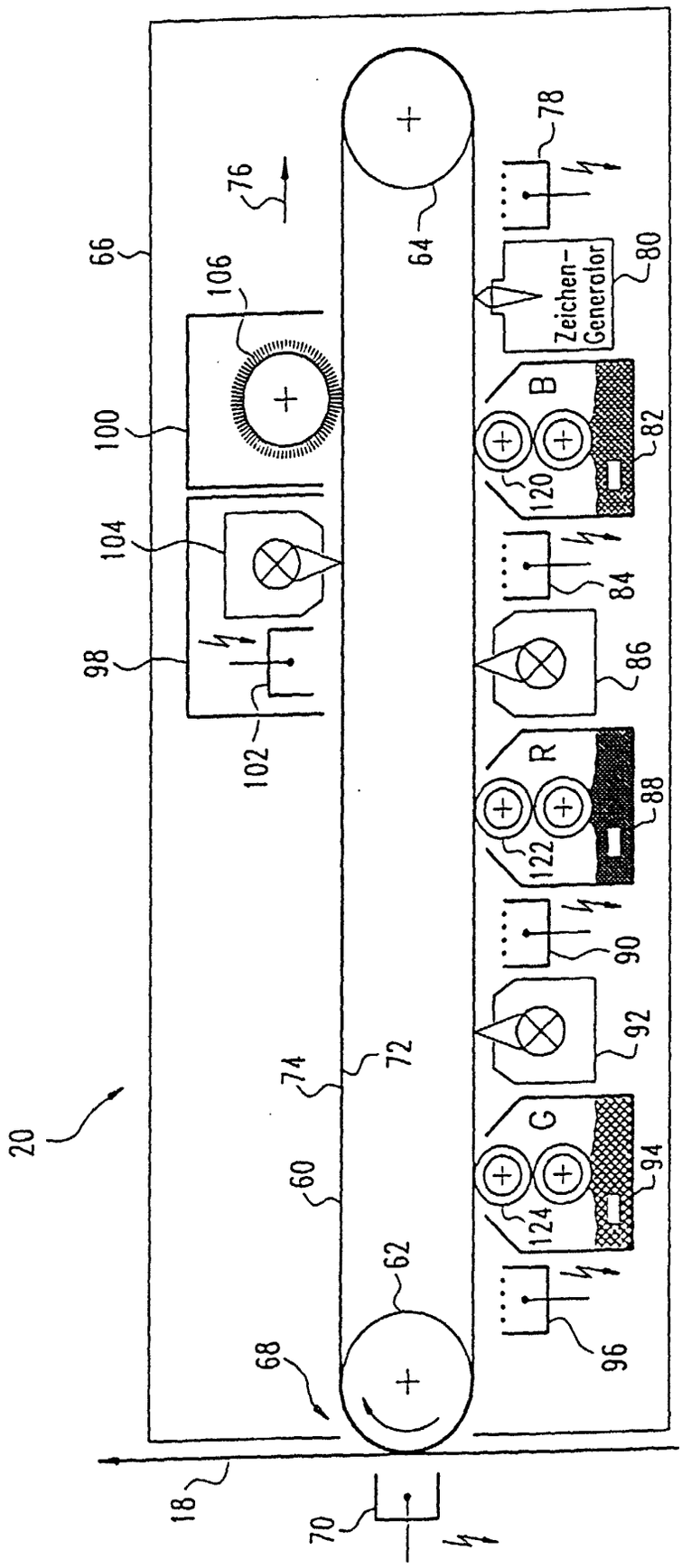

20
18
70
68
62
60
74
72
64
66
76
106
100
104
98
102
78
Zeichen-
Generator
80
B
82
120
84
86
R
88
122
90
92
G
94
124
96

Fig.2

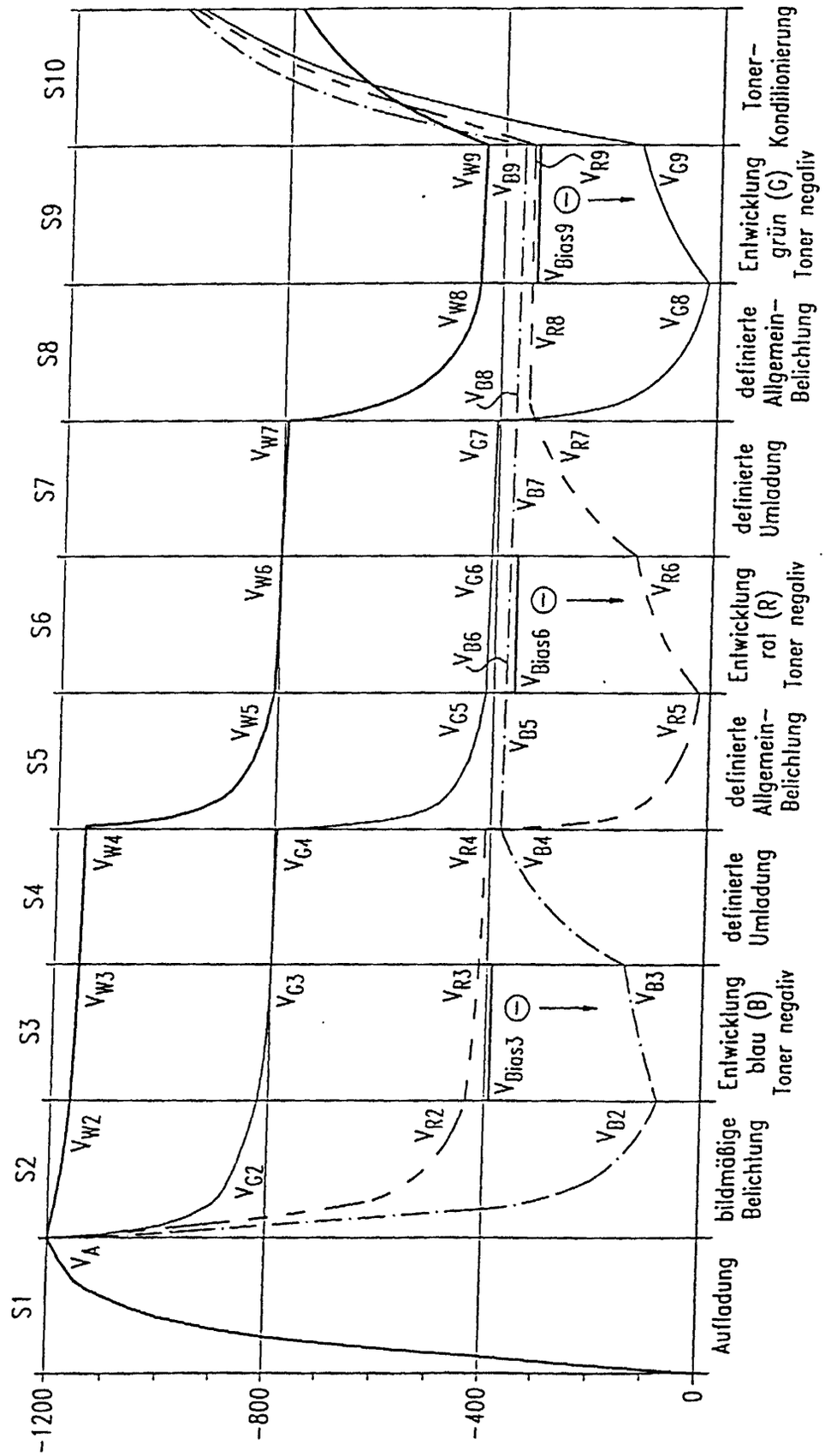

S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
S9
S10
-1200
-800
-400
0
Aufladung
bildmäßige Belichtung
Entwicklung blau (B) Toner negativ
definierte Umladung
definierte Allgemein-Belichtung
Entwicklung rot (R) Toner negativ
definierte Umladung
definierte Allgemein-Belichtung
Entwicklung grün (G) Toner negativ
Toner-Kondilionierung
V_A
V_{W2}
V_{G2}
V_{R2}
V_{B2}
V_{W3}
V_{G3}
V_{R3}
V_{B3}
V_{Bias3}
V_{W4}
V_{G4}
V_{R4}
V_{B4}
V_{W5}
V_{G5}
V_{B5}
V_{R5}
V_{W6}
V_{G6}
V_{B6}
V_{Bias6}
V_{R6}
V_{W7}
V_{G7}
V_{B7}
V_{R7}
V_{W8}
V_{G8}
V_{B8}
V_{R8}
V_{W9}
V_{G9}
V_{B9}
V_{Bias9}
V_{R9}

Fig.3

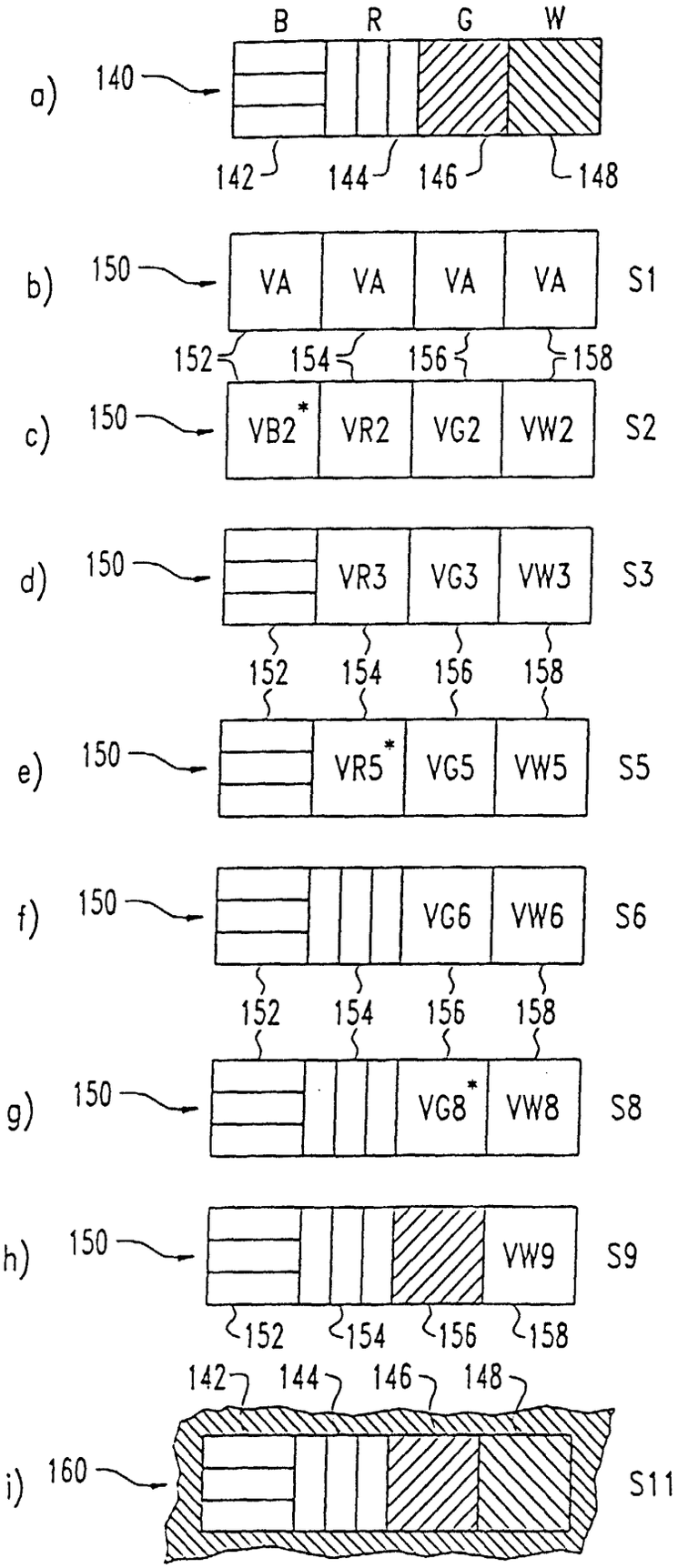

a)
140
B
R
G
W
142
144
146
148
b)
150
VA
VA
VA
VA
S1
152
154
156
158
c)
150
VB2*
VR2
VG2
VW2
S2
d)
150
VR3
VG3
VW3
S3
152
154
156
158
e)
150
VR5*
VG5
VW5
S5
f)
150
VG6
VW6
S6
152
154
156
158
g)
150
VG8*
VW8
S8
h)
150
VW9
S9
152
154
156
158
142
144
146
148
i)
160
S11

Fig.4