

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Juni 2008 (19.06.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/071647 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G03G 15/08 (2006.01)

JESCHONEK, Markus [DE/DE]; Austrasse 14, 85435 Erding (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/063576

(74) Anwalt: SCHAUMBURG, THOENES, THURN, LANDSKRON; Postfach 86 07 48, 81634 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Dezember 2007 (10.12.2007)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 058 582.8
12. Dezember 2006 (12.12.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OCÉ PRINTING SYSTEMS GMBH [DE/DE]; Siemensallee 2, 85586 Poing (DE).

(72) Erfinder; und

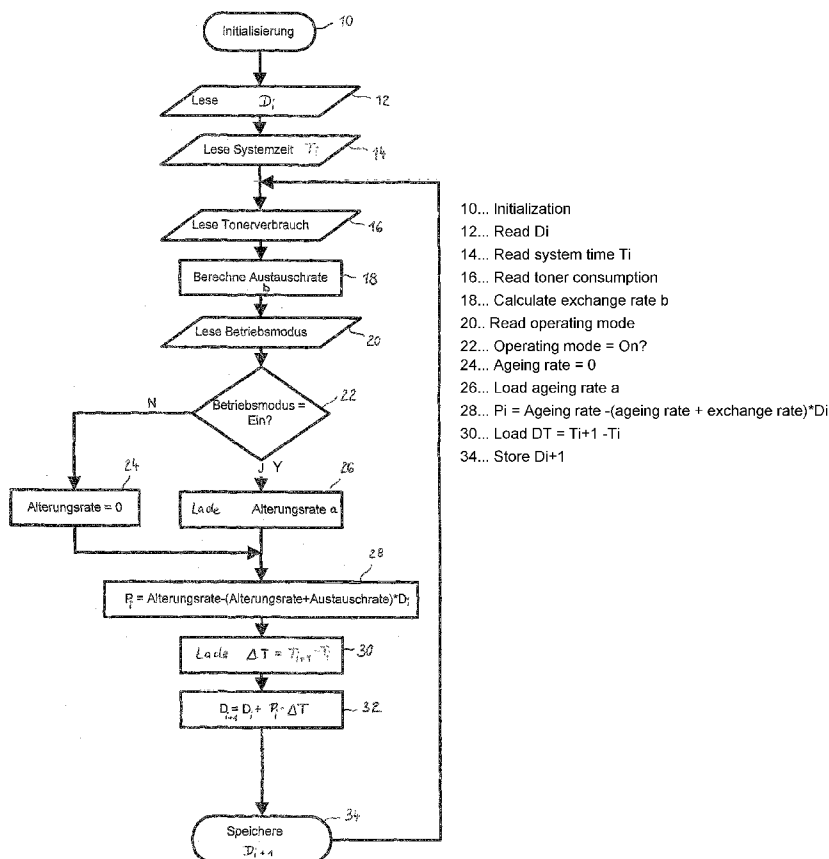
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ZOLLNER, Alfred [DE/DE]; Erdinger Str. 38, 85462 Eitting (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A DEVELOPMENT PROCESS IN DIFFERENT OPERATING PHASES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM STEuern EINES ENTWICKLUNGSPROzESSES BEI UNTERSCHIEDLICHEN BETRIEBSPHASEN



(57) Abstract: In a method for controlling a development process in an electrographic printer or copier, a mixture of toner and carrier particles is used. For the state of the mixture, a characteristic value D or E is determined from model calculations, an operating ageing rate or a time constant being taken into account. The development process is subjected to open-loop or closed-loop control depending on the characteristic values D and/or E.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zum Steuern eines Entwicklungsprozesses in einem elektrografischen Drucker oder Kopierer wird ein Gemisch aus Toner und Trägerteilchen verwendet. Für den Zustand des Gemischs wird ein Kennwert D oder E aus Modellrechnungen ermittelt, wobei eine Betriebs-Alterungsrate bzw. eine Zeitkonstante berücksichtigt wird. Abhängig von den Kennwerten D und/oder E wird der Entwicklungsprozess gesteuert oder geregelt.

WO 2008/071647 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Verfahren zum Steuern eines Entwicklungsprozesses bei unterschiedlichen Betriebsphasen

Die Erfindung betrifft Verfahren zum Steuern eines Entwicklungsprozesses in einem elektrografischen Drucker oder Kopierer, bei dem mindestens eine Entwicklerstation ein latentes Bild auf einem Zwischenträger mit Toner einer vorbestimmten Farbe einfärbt, wobei der Toner einem Gemisch aus Toner und Trägerteilchen entnommen und frischer Toner aus einem Vorratsbehälter dem Gemisch zugeführt wird.

Beim Bedrucken von Aufzeichnungsträgern mit einfarbigen oder mehrfarbigen Tonerbildern werden latente Bilder auf einem Zwischenträger durch jeweils eine Entwicklerstation je verwendeter Tonerfarbe eingefärbt. Beim Betrieb kann die Größe der betonerten Fläche auf dem Aufzeichnungsträger stark schwanken, was durch den Grad der Flächendeckung ausgedrückt wird. Bei einem Betrieb mit geringer Flächendeckung ist auch der Tonerverbrauch entsprechend gering, was die Druckqualität beeinflussen kann. Betriebsphasen mit geringer oder extrem niedriger Flächendeckung werden üblicherweise als Low-Take-Out-Betrieb (LTO-Betrieb) bzw. No-Take-Out-Betrieb (NTO-Betrieb) bezeichnet. Bei einem Mehrfarbendruck ist die Flächendeckung je Farbkomponente zu berücksichtigen. Hierbei kann es vorkommen, dass für eine bestimmte Tonerfarbe ein LTO-Betrieb vorliegt, während insgesamt die Flächendeckung hoch ist. Beispielsweise bei einem so genannten Highlight-Color-Betrieb, bei dem auf einem Schwarz-Weiss-Bild lediglich einzelne Bildelemente farbig hervorgehoben werden, kann der Tonerverbrauch für diese Farbe im Verhältnis zu schwarzem Toner sehr gering sein. Bei Vollfarbanwendungen ist der Tonerverbrauch je Farbe im Allgemeinen größer. Schwankungen bei der Einfärbung einzel-

ner Farben aufgrund unterschiedlichen Tonerverbrauchs werden hier aber deutlich als Farbverschiebung wahrgenommen.

Die sich im LTO- oder NTO-Betrieb verschlechternde Druckqualität hat mehrere Ursachen, wobei ein gewisser Tonerver-
5 schleiss hierbei wesentlich ist. Zum einen können sich in Folge der Umwälzung des Gemisches aus Tonerteilchen und Trägerteilchen, im allgemeinen ferromagnetische Trägerteilchen, die triboelektrischen Eigenschaften und damit die
10 Hafteigenschaften der Tonerteilchen auf dem Zwischenträger ändern. Zum anderen kann sich das Gemisch aufgrund der Wechselwirkung zwischen Trägerteilchen und Tonerteilchen in seinen mechanischen Eigenschaften ändern, insbesondere beim Umwälzen des Gemischs. Beide Effekte können zu einem Mess-
15 fehler bei der Erfassung der Tonerkonzentration mit Hilfe eines Sensors führen, mit der Folge, dass bei einem Tonerkonzentrations-Regelungssystem insgesamt die Tonerkonzentration im Gemisch absinkt. Die Verbindung von geringer triboelektrischer Haftfestigkeit und niedriger Tonerkonzentra-
20 tion führt zu einer verringerten Einfärbung auf dem Zwischenträger und/oder zu verschlechterten Bedingungen für den Transfer der Tonerteilchen vom Zwischenträger auf den Aufzeichnungsträger, z.B. Papier. Insgesamt kann darunter die Druckqualität leiden. Eine genaue Messung der Eigen-
25 schaften des Gemischs aus Toner und Trägerteilchen ist technisch aufgrund des komplexen mechanischen und elektrischen Verhaltens des Gemischs nicht möglich; auch sind hierzu Sensoren nicht vorhanden. Es erscheint daher sinnvoll, Kennwerte zu entwickeln, anhand denen der Zustand und
30 das Verhalten des Gemischs abgeschätzt werden kann.

Dokument US-A-6,173,133 beschreibt eine Tonerkonzentrationsregelung, bei der Kompensationsalgorithmen zum Einsatz

kommen. Neben der Temperaturkompensation eines die Toner-
konzentration messenden Sensors werden auch Kenngrößen zur
Kompensation des Einlaufs (englisch: break-in compensation)
des Entwicklergemischs und eine Toneralterungs-Kompensation
5 (englisch: toner age compensation) durchgeführt.

Weitere Dokumente des Standes der Technik sind die US-A-
6,047,142, US-A-6,871,029, US-A-7,079,794 und US-A-
7,085,506.

10

Aus der WO 2004/012015 A1 ist ferner ein Verfahren und eine
Vorrichtung zum Einstellen der Tonerkonzentration in der
Entwicklerstation eines elektrofotografischen Druckers oder
Kopierers bekannt.

15

Es ist Aufgabe der Erfindung, Verfahren zum Steuern eines
Entwicklerprozesses anzugeben, welche bei wechselnden Be-
triebszuständen, insbesondere beim LTO-Betrieb, eine hohe
Druckqualität gewährleisten.

20

Diese Aufgabe wird für ein Verfahren durch die Kombination
der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiter-
bildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

25

Gemäß der Erfindung wird ein Kennwert D ermittelt, anhand
dessen der Zustand des Gemischs aus Toner und Trägerteil-
chen abgeschätzt werden kann. Hierzu wird eine Modellrech-
nung verwendet, die insbesondere den LTO-Betrieb berück-
sichtigt. Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass

30

die Tonerteilchen bei laufender Entwicklerstation einem be-
ständigen Verschleiss unterliegen, der im Laufe der Be-
triebszeit das Gemisch schädigt, insbesondere die triboe-
lektrischen Eigenschaften der Tonerteilchen und ihre Haft-

eigenschaften beeinträchtigt. Beim Betrieb mit mittlerem oder hohem Tonerverbrauch führt das laufende Zuführen von frischem Toner aus dem Tonervorratsbehälter zu einer gewissen Regeneration des Gemisches. Beim LTO-Betrieb wird dagegen kaum Toner beim Drucken verbraucht, so dass folglich nur wenig frischer Toner der Entwicklerstation zugeführt wird. Infolge der für die mechanischen Eigenschaften des Tonergemischs notwendigen Umwälzung des Gemischs, um beispielsweise eine Klumpenbildung von Tonerteilchen zu vermeiden, nimmt die Schädigung des Toners immer mehr zu. Ein wesentlicher Einflussfaktor für die Schädigung ist somit die Austauschrate, mit der frischer Toner je Zeiteinheit der Entwicklerstation zugeführt wird. Demnach wird bei der Ermittlung des Kennwerts D für den Zustand des Gemischs in der Modellrechnung diese Austauschrate berücksichtigt. Weiterhin wird bei der Ermittlung des Kennwerts D die Betriebs-Alterungsrate berücksichtigt, die sich auf die tatsächliche Zeit des Betriebs der Entwicklerstation, in welcher das Gemisch umgewälzt wird, bezieht. Diese Betriebs-Alterungsrate bezieht sich auf den Anteil an in der Entwicklerstation vorhandenem alten Toner beim Betrieb der Entwicklerstation je Zeiteinheit. Stillstandszeiten der Entwicklerstation werden nicht berücksichtigt.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass ein Kennwert D , der die genannten Größen Austauschrate und Betriebs-Alterungsrate berücksichtigt, gut den Zustand des Gemischs bei wechselndem Betrieb mit hohem, mittlerem und niedrigem (LTO-Betrieb) Tonerverbrauch wiedergibt. Anhand eines solchen Kennwerts D kann der Zustand des Gemischs gut abgeschätzt und beschrieben werden, so dass bei einer Steuerung oder Regelung des Entwicklerprozesses abhängig von diesem

Kennwert D Qualitätseinbußen beim Druck vermieden werden können.

Vorteilhaft ist es, wenn der Modellrechnung zur Ermittlung
5 des Kennwerts D ein stochastischer Prozess zugrunde gelegt
wird, bei dem die aus der Stochastik bekannten Markow-
Ketten verwendet werden. Hierzu werden die möglichen Zu-
stände einzelner Tonerteilchen betrachtet, wobei in einem
einfachen Modell jedes Tonerteilchen nur zwei Zustände ha-
10 ben soll. In einem ersten Zustand ist das Tonerteilchen in
der Entwicklerstation unbeschädigt; in einem zweiten Zu-
stand ist es defekt. Die Übergänge vom ersten Zustand zum
zweiten Zustand erfolgen mit festgelegten Übergangswahr-
scheinlichkeiten bzw. Übergangsraten. In einem Beobach-
15 tungszeitraum wechselt jedes Tonerteilchen, welches beim
Betrieb der Entwicklerstation in dieser umgewälzt wird, vom
ersten Zustand (unbeschädigt) in den zweiten Zustand (de-
fekt) mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit, nämlich der
Betriebs-Alterungsrate. Diese Betriebs-Alterungsrate ist
20 der Anteil des Toners je Zeiteinheit, der durch die Umwäl-
zung des Gemischs in der Entwicklerstation beschädigt wird.
Umgekehrt wird ein defektes Tonerteilchen abhängig von der
Austauschrate, mit der Toner der laufenden Entwicklerstati-
on zugeführt wird, durch ein neues Tonerteilchen ersetzt
25 und wechselt damit vom zweiten Zustand (defekt) in den ers-
ten Zustand (unbeschädigt). Die Betriebs-Alterungsrate wird
bei laufender Entwicklerstation als konstant angenommen und
ist also eine Gerätekonstante. Die Austauschrate ist abhän-
gig vom Tonerdurchsatz und daher eine Funktion des Toner-
30 verbrauchs, der wiederum abhängig ist von der Flächende-
ckung, der Anzahl der Pixel je gedruckter Seite, des Ein-
färbegrades etc..

Für das gesamte Gemisch, vorausgesetzt, es ist eine hinreichend große Anzahl von Tonerteilchen gegeben, kann für jeden Zustand eine Besetzungswahrscheinlichkeit errechnet werden. Diese Besetzungswahrscheinlichkeit hat einen Wertebereich von 0 bis 1. Für den Fall, dass kein Tonerteilchen
 5 beschädigt oder defekt ist, liegt die Besetzungswahrscheinlichkeit bei 0. Die Summe der Besetzungswahrscheinlichkeiten ist bei der hier verwendeten Markow-Kette gleich 1, da beide Zustände nur wechselweise eingenommen werden können
 10 und sich somit ergänzen. Diese Besetzungswahrscheinlichkeit eignet sich gut als Zustandskennwert für unterschiedliche Betriebszustände des Gemischs. Diese aus der Stochastik abgeleitete Besetzungswahrscheinlichkeit wird daher als Kennwert D verwendet und im Betrieb iterativ wie folgt berechnet:
 15

$$P_i = a_i - (a_i + b_i) \cdot D_i$$

$$D_{i+1} = D_i + P_i \cdot \Delta T$$

20 worin D_i , der Kennwert D zum aktuellen Zeitschritt i und D_{i+1} zum nächsten Zeitschritt i+1,
 i eine Laufvariable für die Zeitschritte,
 P_i eine Hilfsgröße,
 a die Betriebs-Alterungsrate in 1/s,
 25 b die Austauschrate in 1/s und
 ΔT die Zeitschrittweite in s ist,

wobei der Wertebereich des Kennwerts D zwischen 0 und 1 liegt.

30

Der Kennwert D_i , D_{i+1} gibt die Besetzungswahrscheinlichkeit des Zustands „defekt“ zum Zeitschritt i (d.h. zum aktuellen Zeitschritt) bzw. zum Zeitschritt i+1 (d.h. nächster Zeit-

schritt) an. Der Wert P_i ist die Änderung der Besetzungswahrscheinlichkeit zum Zeitschritt i und entspricht der Änderung des Wertes D je Zeiteinheit. Gemäß der zweiten Zeile des Gleichungssystems wird die Besetzungswahrscheinlichkeit D_i nach jedem Zeitschritt numerisch integriert. Dazu wird die aktuelle Änderung P_i mit der Zeitschrittweite ΔT multipliziert und zum Wert D_i addiert. Der Wert D_i wird im Zeitabstand ΔT periodisch berechnet und als der genannte Kennwert D verwendet. Dieser Kennwert D beschreibt in Form eines einzigen Wertes zum Zeitschritt i den Zustand des gesamten Gemisches und umfasst auch Informationen über die Vorgeschichte dieses Gemisches. Der Wertebereich des Kennwerts D liegt unabhängig von weiteren Einflussgrößen zwischen 0 und 1. Ein hoher Wert von D gibt an, dass die Anzahl der defekten Tonerteilchen groß ist. Ein niedriger Wert gibt an, dass die Zahl defekter Tonerteilchen gering ist. Damit ist der Kennwert D auch bei der praktischen Anwendung anschaulich und sein Verlauf über die Betriebszeit der Entwicklerstation hat eine praxisnahe Bedeutung.

20

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann aus einer Modellrechnung ein Kennwert E ermittelt werden, der auf ähnliche Weise wie der Kennwert D gut den Zustand des Gemischs auch bei wechselnden Betriebsphasen beschreibt. Auch hier wird lediglich die Zeit berücksichtigt, in der die Entwicklerstation in Betrieb ist, d.h. das Gemisch umgewälzt wird. Zeiten, in denen die Entwicklerstation ruht, werden nicht berücksichtigt, obwohl die Tonerteilchen auch dann altern. Bei dieser Modellrechnung wird die Änderung der Toner-Verbrauchsrate ermittelt. Diese ist, abgesehen von einer gewissen Totzeit, mit der die Zuführung von frischem Toner verzögert erfolgt, proportional (bzw. bis auf einen Skalierungsfaktor gleich) der weiter vorne genannten

30

Austauschrate für frischen Toner. Es wird eine Änderung dieser Toner-Verbrauchsrate innerhalb eines Zeitintervalls ΔT durch eine Zeitkonstante τ dividiert und das Ergebnis bei der Bildung des Kennwerts E berücksichtigt. Es hat sich
5 gezeigt, dass der Kennwert E über die Betriebszeit der Entwicklerstation auch bei unterschiedlichen Betriebsphasen, insbesondere beim LTO-Betrieb, ein ähnliches Verhalten zeigt, wie der weiter vorne erwähnte Verlauf des Kennwerts D. Dieser Kennwert E beschreibt daher ebenso den aktuellen
10 Zustand des Gemischs und berücksichtigt seine Vorgeschichte.

Vorteilhaft ist es, wenn der Kennwert D und/oder E in einem nicht flüchtigen Speicher gespeichert und der zugehörigen
15 Entwicklerstation zugeordnet wird. Wie erwähnt, wird sowohl bei der Ermittlung des Kennwerts D als auch des Kennwerts E die Alterung der Tonerteilchen dann, wenn die Entwicklerstation nicht in Betrieb ist, nicht berücksichtigt. Wenn nach einer Betriebspause die Entwicklerstation wieder in
20 Betrieb genommen wird, so wird der letzte Wert des Kennwerts D oder E aus dem Speicher abgerufen und ausgehend von diesem Wert wird der weitere Verlauf des Kennwerts D oder E ermittelt.

25 Die Kennwerte D bzw. E werden je Entwicklerstation ermittelt. Bei einem Mehrfarbendruck mit unterschiedlichen Tonerfarben werden die Kennwerte D und E für jedes Gemisch, das die jeweilige Tonerfarbe enthält, berechnet.

30 Auf der Grundlage der ermittelten Kennwerte D und/oder E kann der Entwicklungsprozess überwacht werden. Nähert sich D und/oder E einem kritischen Wert, so kann manuell oder automatisch in den Entwicklungsprozess eingegriffen werden.

Zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung wird im folgenden auf die in den Zeichnungen dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiele Bezug genommen, die anhand spezifischer Terminologie beschrieben sind. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der Schutzzumfang der Erfindung dadurch nicht eingeschränkt werden soll, da derartige Veränderungen und weitere Modifizierungen an den gezeigten Vorrichtungen und/oder den Verfahren sowie derartige weitere Anwendungen der Erfindung, wie sie darin aufgezeigt sind, als übliches derzeitiges oder künftiges Fachwissen eines zuständigen Fachmannes angesehen werden.

Die Figuren zeigen Ausführungsbeispiele der Erfindung, nämlich

- Figur 1 ein einfaches Modell einer Markow-Kette zur Ermittlung des Kennwerts D,
- 20 Figur 2 ein Ablaufdiagramm zur Ermittlung des Kennwerts D,
- Figur 3 ein Ablaufdiagramm zur Ermittlung des Kennwerts E,
- 25 Figur 4 ein Diagramm, welches den Zusammenhang von Flächendeckung, Zeit und Kennwert D bzw. E schematisch wiedergibt,
- 30 Figur 5 ein Beispiel für den Verlauf der Kennwerte D, E über der Zeit bei unterschiedlichen Betriebsphasen,

Figur 6 die Kompensation des Sollwerts für eine Tonerkonzentrations-Regelung,

5 Figur 7 einen Regelkreis für die Einfärbungsregelung mit einer Korrektur des Sollwerts für den Einfärbungsregler, und

Figur 8 ein Blockdiagramm für die Ermittlung des Korrekturwerts.

10

Wie weiter vorne erwähnt wird zur Ermittlung des Kennwerts D bei der Modellrechnung für das Verhalten des Gemischs ein stochastischer Prozess angenommen, bei dem Markow-Ketten verwendet werden. Figur 1 zeigt die möglichen Zustände eines einzelnen Tonerteilchens. In einem unbeschädigten Zustand hat das Tonerteilchen den Zustand U, aus dem es in einen Defektzustand D übergehen kann. Die Übergänge vom Zustand U in den Zustand D erfolgen nach einer festgelegten Übergangswahrscheinlichkeit, der Betriebs-Alterungsrate a. 15 Auf alle Tonerteilchen in der Entwicklerstation bezogen ist diese Betriebs-Alterungsrate a der Anteil des Toners pro Zeiteinheit, der durch die Umwälzung und Bewegung des Gemischs in der Entwicklerstation bei deren Betrieb beschädigt wird. Umgekehrt wird ein defektes Tonerteilchen mit 25 Zustand D abhängig von der Austauschrate b, mit der frischer Toner zugeführt wird, durch ein neues Tonerteilchen ersetzt und wechselt damit vom Zustand D in den Zustand U. Die Betriebs-Alterungsrate a ist bei laufender Entwicklerstation konstant und kann empirisch ermittelt werden. Typische Werte liegen im Bereich von 0,0001 1/s bis 0,01 1/s 30 mit einem typischen Standardwert von 0,0009 1/s.

Die Austauschrate b , mit der frischer Toner aus einem Vorratsbehälter dem Gemisch zugeführt wird, ergibt sich aus frischem Toner in g/s bezogen auf den im umgewälzten Gemisch enthaltenen Toner (z.B. 50 bis 250 g abhängig von der Baugröße der Entwicklerstation) in g. Sie ist eine Funktion des Tonerverbrauchs, der wiederum abhängig ist von der Flächendeckung, der Anzahl der Pixel je gedruckter Seite, des Einfärbegrades etc.. Der Wertebereich von b reicht von 0 bis 0,1 1/s und liegt typischerweise im Bereich von 0 bis 0,0255 1/s.

Der Kennwert D wird iterativ nach folgender Beziehung berechnet:

$$P_i = a_i - (a_i + b_i) \cdot D_i$$
$$D_{i+1} = D_i + P_i \cdot \Delta T$$

worin D_i , der Kennwert D zum aktuellen Zeitschritt i und D_{i+1} zum nächsten Zeitschritt $i+1$,
 i eine Laufvariable für die Zeitschritte,
 P_i eine Hilfsgröße, die die Änderung von D je Zeitschrittweite angibt,
 a die Betriebs-Alterungsrate in 1/s,
 b die Austauschrate in 1/s und
 ΔT die Zeitschrittweite in s ist,

wobei der Wertebereich des Kennwerts D zwischen 0 und 1 liegt.

Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm zur iterativen Berechnung des Kennwerts D_i . Der Ablauf ist durch eine Computersoftware realisiert, welche der betreffenden Entwicklerstation zugeordnet ist. Nach der Initialisierung in Schritt 10 wird

der zuletzt gespeicherte Kennwert D aus einem Speicher gelesen (Schritt 12). Weiterhin wird die Systemzeit gelesen, d.h. ein absoluter Zeitpunkt oder ein relativer Zeitpunkt (z.B. abgeleitet von einem Systemzeitzähler), um daraus
5 später die Zeitdifferenz ΔT bilden zu können.

Im nächsten Schritt wird der aktuelle Tonerverbrauch eingelesen (Schritt 16) und daraus die aktuelle Austauschrate b_i berechnet (Schritt 18). Danach erfolgt die Abfrage des Betriebsmodus (Schritt 20). Für den Fall, dass der Betriebsmodus nicht EIN ist (Abfrageblock 22), so wird die Betriebs-
10 Alterungsrate a auf den Wert 0 gesetzt (Schritt 24). Ist die Entwicklerstation eingeschaltet und das Gemisch aus Tonerteilchen und Trägerteilchen wird umgewälzt, so wird im
15 Schritt 26 die zu dieser Entwicklerstation gehörende Betriebs-Alterungsrate a geladen. Diese Betriebs-Alterungsrate a ist eine Gerätekonstante, die empirisch ermittelt wird.

20 Im nächsten Schritt 28 wird der aktuelle Wert für die Hilfsgröße P_i nach der angegebenen Beziehung berechnet. Im nachfolgenden Schritt 30 die seit der letzten Berechnung vergangene Zeitdifferenz ΔT ermittelt und der Kennwert D für den nächsten Zeitschritt $i+1$ aus der Summe des vorherigen Werts D_i und dem Produkt aus der Hilfsgröße P_i und ΔT
25 ermittelt. Nachfolgend wird der ermittelte Wert D_{i+1} abgespeichert und zum Schritt 16 zurück verzweigt. Beim erneuten Durchlauf der Schleife wird als Wert D_i der zuvor berechnete Wert D_{i+1} verwendet.

30

Der Wertebereich des Kennwerts D_i liegt zwischen 0 und 1 und hat die praktische Bedeutung, dass er die Wahrscheinlichkeit angibt, mit der der Toner in der Entwicklerstation

geschädigt ist. Der aktuelle Wert D_i kann angezeigt werden, um damit Bedienpersonen des Druckers über den Zustand des Gemischs zu informieren.

- 5 Wie weiter vorne erwähnt, kann ein Kennwert E , der ebenfalls über den Zustand des Gemischs informiert, ermittelt werden, wobei neben einer Toner-Verbrauchsrate, die von einer Totzeit und einem Skalierungsfaktor abgesehen etwa der genannten Austauschrate b entspricht, mindestens eine Zeit-
- 10 konstante berücksichtigt wird.

Der Kennwert E wird iterativ nach der folgenden Beziehung berechnet:

15
$$d = m_i - V_i$$

$$V_{i+1} = V_i + d * \Delta T / \tau$$

$$E_{i+1} = 1 - V_{i+1} / V_{\max}$$

- worin E_i , der Kennwert E zum aktuellen Zeitschritt i und E_{i+1} zum nächsten Zeitschritt $i+1$,
- 20 i eine Laufvariable für die Zeitschritte,
 m_i der aktuelle Toner-Verbrauch in g/s,
 d eine Hilfsgröße, die die Änderung des Tonerverbrauchs je Zeitabschnitt angibt,
- 25 V_i, V_{i+1} eine Hilfsgröße, die einer gefilterten Verbrauchsrate entspricht,
 V_{\max} die maximale Verbrauchsrate in g/s für diese Entwicklerstation,
 τ eine Zeitkonstante in s und
- 30 ΔT die Zeitschrittweite in s ist,

wobei der Wertebereich des Kennwerts E_i auf den Bereich zwischen 0 und 1 begrenzt wird.

Der Kennwert E bzw. E_i ist normiert, wodurch sein Wertebereich begrenzt wird. Es kann auch auf die Normierung verzichtet werden. Als Kennwert E kann dann V (bzw. als Kennwert $E_i = V_i$) oder die Differenz aus $V_{\max} - V$ (bzw. als Kennwert $E_{i+1} = V_{\max} - V_{i+1}$) verwendet werden.

Figur 3 zeigt ein Beispiel zur iterativen Ermittlung des Kennwerts E unter Verwendung eines Computerprogramms. Nach der Initialisierung (Schritt 36) wird der zuletzt ermittelte Wert von E und der Hilfsgröße V_i gelesen (Schritt 38). Im nachfolgenden Schritt 40 wird die aktuelle Systemzeit eingelesen.

Danach wird im Schritt 42 die aktuelle Toner-Verbrauchsrate m_i gelesen. Danach wird die Hilfsgröße Differenz d (Schritt 44) sowie die Zeitschrittweite ΔT ermittelt (Schritt 46).

Abhängig davon, ob die Differenz d einen positiven oder negativen Wert hat, wird im Schritt 48 verzweigt. Bei einer positiven Differenz, was bedeutet, dass der Tonerverbrauch zunimmt und folglich auch vermehrt frischer Toner zugeführt wird, wird bei der Modellrechnung eine erste Zeitkonstante τ_1 in Schritt 50 verwendet. Ist die Differenz negativ, d.h. der Tonerverbrauch nimmt ab und die Entwicklerstation nähert sich dem LTO-Betrieb, so wird in Schritt 52 bei der Modellrechnung eine zweite Zeitkonstante τ_2 verwendet. Anschließend wird ausgehend von der bisherigen Hilfsgröße V_i die mit dem Quotienten aus τ_1 und ΔT bzw. τ_2 und ΔT gewichtete Differenz d addiert und zum nachfolgenden Zeitschritt $i+1$ die Hilfsgröße V_{i+1} ermittelt (Schritte 50, 52). Anschließend wird im Schritt 54 als Wert für V_i für den nächsten Schleifendurchlauf der in den Schritten 50, 52 er-

mittelte Wert von V_{i+1} gespeichert. Im nächsten Schritt 56 wird der Kennwert E berechnet, wobei die Hilfsgröße V unter Verwendung der in dieser Entwicklerstation maximal auftretenden Toner-Verbrauchsrate V_{\max} in g/s normiert wird. Im Schritt 58 wird der Wert E angezeigt, anhand dessen eine Betriebsperson den aktuellen Zustand des Gemischs abschätzen kann. Anschließend werden in Schritt 60 die Werte E_i und V_i abgespeichert und es wird zum Schritt 42 zurückverzweigt.

10

Wie erwähnt, werden bei der Bildung des Kennwerts E abhängig vom Vorzeichen der Differenz d unterschiedliche Zeitkonstanten τ_1 bzw. τ_2 verwendet. Bei einer positiven Differenz d, was bedeutet, dass der Tonerverbrauch zunimmt und damit der Entwicklerstation vermehrt frischer Toner zugeführt wird, kann die Zeitkonstante τ_1 kleiner sein und typischerweise bei einem Wert von 120 s liegen. Bevorzugt wird ein Bereich von 50 bis 150 s, insbesondere ein Bereich von 100 bis 130 s. Bei einem negativen Wert der Differenz d ist die Zeitkonstante τ_2 größer, typischerweise liegt sie bei 600 s. Als Bereich von τ_2 kann die Spanne von 300 bis 1200 s, insbesondere 500 bis 700 s angegeben werden. Die unterschiedlichen Zeitkonstanten sind dadurch begründet, dass bei einer Betriebsphase mit vermehrter Zuführung von frischem Toner die Regeneration des Gemischs beschleunigt wird. Dagegen verbleiben bei einem abnehmenden Tonerverbrauch die Tonerteilchen länger in der Entwicklerstation und sind somit einer längeren Schädigungsdauer ausgesetzt, was durch die längere Zeitkonstante τ_2 ausgedrückt wird.

Die Verwendung unterschiedlicher Zeitkonstanten erhöht die Genauigkeit der Abbildung des realen Prozesses im Kennwert E.

Figur 4 zeigt Kennlinien des Kennwerts D bzw. E im Wertebereich von 0 bis 1 über die Zeit t in s mit dem Parameter der Flächendeckung FLD in Prozent. Der Wert FLD gibt an, wie groß die betonerte Fläche eines Aufzeichnungsträgers im Verhältnis zur bedruckten Gesamtfläche ist. Es ist zu erkennen, dass bei einem hohen FLD-Wert der Kennwert D bzw. E nahe 0 ist. In Bezug auf den Kennwert D bedeutet dies, dass die Wahrscheinlichkeit für beschädigte Tonerteilchen gering ist. Dies ist verständlich, denn bei einem hohen FLD-Wert ergibt sich ein hoher Tonerverbrauch und damit auch eine hohe Zufuhr an frischem Toner, so dass die Verweildauer des Toners beim Betrieb der Entwicklerstation innerhalb derselben gering ist und damit die Gefahr der Beschädigung von Tonerpartikeln ebenfalls verringert ist. Der Verlauf der Kennwerte D, E startet zum Zeitpunkt $t=0$ beim Wert 0 und endet je nach Flächendeckung auf einem anderen Niveau. Wenn die Flächendeckung gering ist, beispielsweise 0 %, so steigt über die Zeit t der jeweilige Kennwert D, E relativ stark an. In Bezug auf den Kennwert D bedeutet dies, dass die Wahrscheinlichkeit für beschädigte Tonerpartikel ansteigt, da der Toneraustausch verringert ist. Bei einer Flächendeckung kleiner als 5 % steigen die Kennwerte D, E über die Zeit t gesehen, überproportional an. Der Pfeil 62 zeigt an, dass bei steigender Toneraustauschrates und zunehmender Flächendeckung FLD die Kennwerte D, E in Richtung 0 gehen.

Figur 5 zeigt den Verlauf der Kennwerte D, E über die Zeit t in s. Die Austauschrate b bzw. die Tonerverbrauchsrate m ist proportional zu der rechts im Diagramm angegebenen Flächendeckung FLD in Prozent. Bei einem FLD-Wert von 0 liegt NTO-Betrieb (No-Take-Out-Betrieb) vor. Ein LTO-Betrieb ist im Bereich bis etwa 4 % FLD vorhanden. Zunächst wird ange-

nommen, dass im Zeitbereich von 0 bis 3500 s ein LTO-Betrieb vorliegt mit einem FLD-Wert kleiner als 3 %. Zu erkennen ist, dass die Kennwerte D, E exponentiell ansteigen und einen hohen Wert von nahezu 0,8 erreichen. In einem
5 Zeitbereich A von 3500 s bis ca. 5200 s liegt ein Normalbetrieb vor mit einem FLD-Wert von 12 %. Aufgrund der nunmehr erhöhten Zuführung von frischem Toner regeneriert sich das Gemisch und die Kennwerte D, E sinken exponentiell auf einen Wert von ca. 0,1 ab. Wenn daraufhin ab dem Zeitpunkt
10 5200 s wieder ein LTO-Betrieb oder ein NTO-Betrieb erfolgt, so nehmen die Kennwerte D, E wieder exponentiell zu. Dieses Verhalten, welches in der Figur 5 mit Hilfe der Modellrechnung ermittelt wurde, ist auch in der Realität festzustellen. Die Kennlinie gibt somit in guter Übereinstimmung mit
15 der Realität das tatsächliche Verhalten des Gemischs wieder.

Die iterativ berechneten Werte D und E können allein bereits dazu verwendet werden, um den Zustand des Gemisches
20 aus Tonerteilchen und Trägerteilchen wiederzugeben und zu überwachen. Vorteilhaft ist es dann, den aktuellen Wert von D und E als Qualitätsparameter für Bedienpersonen des Druckers anzuzeigen. Wenn der Wert von D und E ausgehend von einem niedrigen Wert in Richtung des Maximalwertes 1 ansteigt,
25 so bedeutet dies, dass LTO-Betrieb vorliegt und ein kritischer Zustand für die Entwicklerstation erreicht werden kann. Überschreitet der Kennwert D, E einen festgelegten Schwellwert, so können Regenerationsmaßnahmen für das Gemisch eingeleitet werden. Beispielsweise können zusätzliche
30 Tonerflächen zur Erhöhung des Tonerverbrauchs im normalen Druckbetrieb gedruckt werden, wie dies z.B. in den weiter vorne genannten Dokumenten US-A-7,079,794 und US-A-7,085,506 beschrieben wird. Eine andere Möglichkeit besteht

darin, den normalen Druckbetrieb zu unterbrechen und eine gewisse Menge an Toner durch Entwickeln und Abreinigen des Toners auf dem Zwischenträger zu ersetzen bzw. neu zuzuführen. Eine weitere Möglichkeit ist die Durchführung eines Gemischwechsels bei Überschreiten eines Schwellwertes.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass bei LTO-Betrieb die von einem Tonerkonzentrations-Sensor in der Entwicklerstation gemessene Tonerkonzentration TC aufgrund der Beschädigung der Tonerteilchen nicht mehr exakt zutrifft. In einem Regelkreis zur Regelung der Tonerkonzentration (die Tonerkonzentration TC ergibt sich aus dem Anteil an Toner in g zur Masse g des gesamten Gemischs) bewirkt dieser Fehler, dass die Tonerkonzentration TC absinkt, so dass auf dem Zwischenträger eine zu geringe Tonereinfärbung erfolgt. Die Kennwerte D und E können zur Kompensation des TC-Werts bei LTO-Betrieb verwendet werden.

Figur 6 zeigt hierzu ein Beispiel für eine Kompensationskette, bei der ein Ist-Wert einer Tonerkonzentration TC1 zu einem Ist-Wert TC2 korrigiert wird. Abhängig vom Tonerverbrauch wird in einer Modellrechnung unter Einbeziehung von Gerätekenngößen, die als Parameter in Figur 6 bezeichnet sind, der Kennwert D bzw. E ermittelt. Mit Hilfe eines rechnerischen Kompensationsmodells, beispielsweise einer Kennliniengleichung unter Einbeziehung weiterer Geräteparameter werden Kompensationswerte K berechnet, die von einem Ist-Wert des gemessenen Tonerkonzentrationswert TC1 an einem Summationsglied S subtrahiert werden, so dass als Ist-Wert der Tonerkompensationswert TC2 erzeugt wird, der eine Eingangsgröße für die Tonerkonzentrationsregelung in der Entwicklerstation darstellt. Auf diese Weise kann für verschiedene Betriebsphasen, insbesondere einer LTO-

Betriebsphase, dem Abfall der Tonerkonzentration entgegen-
gewirkt werden.

Im einfachsten Fall wird der Kompensationswert K durch Mul-
5 tiplikation des Kennwerts D mit einem empirisch zu ermit-
telnden konstanten Faktor k1 berechnet:

$$K = k1 \cdot D$$

10 $TC2 = TC1 + K$

Für k1 liegen sinnvolle Werte im Bereich von 0 bis 1,5, ty-
pischerweise bei +0,65, bezogen auf den werden TC1.

15 Ebenso kann der Kennwert E zur Kompensation verwendet wer-
den. Zusätzlich können im Kompensationsmodell noch weitere
Korrekturterme eingerechnet werden, beispielsweise durch
Verwendung eines parametrisierbaren Polynoms, welches eine
bestimmte Kennlinie beschreibt. Das Kompensationsmodell
20 könnte auch separate Eingangswertebereiche enthalten, die
jeweils ein verschiedenes Stück einer Ausgangskennlinie be-
rechnen. Dazu ist es z.B. möglich, eine Korrektur erst ab
einem Schwellwert der Kennwerte D, E zu berücksichtigen.

25 Der Tonerverbrauch kann durch Zählen der zu druckenden Pi-
xel abgeschätzt werden. Beispielsweise zählt ein Pixelzäh-
ler die Pixel der von einem Zeichengenerator erzeugten Pi-
xel. Anhand der an sich bekannten Parameter, wie Seitenlän-
ge der zu druckenden Seite, Druckgeschwindigkeit und Ein-
30 färbestufe, kann der Tonerverbrauch je Zeiteinheit ermit-
telt werden. In dem eingangs genannten Dokument WO
2004/012015 A1 ist die Ermittlung des Tonerverbrauchs unter
Verwendung eines Pixelzählers beschrieben.

Als weiteres Beispiel für die Anwendung der Kennwerte D und E wird nachfolgend eine Einfärbungsregelung beschrieben. Es hat sich gezeigt, dass bei einem Wechsel von Normalbetrieb
5 in einen LTO-Betrieb sich die Einfärbung auf dem Aufzeichnungsträger verringert. Diese Veränderung kann mit Hilfe einer Modellrechnung unter Einbeziehung der Kennwerte D, E nachgebildet werden. In Bezug auf den Kennwert E ist es vorteilhaft, zwischen einer ansteigenden und einer abfallenden Druckauslastung zu unterscheiden und hierfür unterschiedliche Zeitkonstanten bei der Ermittlung dieses Kennwerts E zu verwenden. Die Zeitkonstanten τ_1 und τ_2 (vgl. hierzu das Ablaufdiagramm nach Figur 3) erhöhen hierbei die Genauigkeit der Modellnachbildung.

15

Figur 7 zeigt das Grundprinzip einer Einfärbungsregelung mit einer Korrektur bei einem LTO-Betrieb. Ein Einfärbungsregler 70 ermittelt aus einem Soll-Ist-Wert-Vergleich am Summationspunkt 72 ein Reglersignal 74, welches ein Stellglied 76 der Entwicklerstation ansteuert. Dieses Stellglied gibt beispielsweise als Ausgangswert eine Spannung 78 ab, deren Wert die Schichtdicke des Toners auf einem Zwischenträger 80, beispielsweise einer Fotoleitertrommel oder einem Fotoleiterband, bestimmt. Ein Tonermarkensensor 82
25 misst die Schichtdicke einer Tonermarke 84 und damit den Einfärbegrad. Der Ist-Wert 86 des Tonermarkensensors 82 wird dem Summationsglied 72 zur Bildung der Soll-Ist-Wert-Abweichung zugeführt. Zur Einstellung der Einfärbung wird dem Einfärbungsregelkreis ein Soll-Wert 88 zugeführt, der
30 in Stufen veränderbar ist, um beispielsweise die gewünschte Grauwertstufe einzustellen. Um die Schwankungen der Einfärbung abhängig vom Betrieb der Entwicklerstation, insbesondere bei einem LTO-Betrieb, auszugleichen, wird ein weite-

res Summenglied 90 zwischengeschaltet und dieses mit einem Korrektursignal 92 beaufschlagt.

Figur 8 zeigt die Erzeugung dieses Korrektursignals 92 unter Verwendung des Kennwerts E, wie er gemäß dem Ablaufdiagramm nach Figur 3 ermittelt wird. Aus den Signalen 94 eines Zeichengenerators wird mit Hilfe eines Pixelzählers 96 ein Flächendeckungsgrad ermittelt. Aus einem Signal 100 für die eingestellte Einfärbestufe ermittelt eine Steuerung 98 die Toner-Verbrauchsrate m unter Berücksichtigung weiterer Geräteparameter. Mit Hilfe eines Computerprogramms berechnet eine Steuerung 102 unter Einbeziehung der Zeitkonstanten τ_1 und τ_2 den Kennwert E. Der Zusammenhang zwischen dem Kennwert E und dem Korrekturwert 92 ist nichtlinear. Bei einem Normalbetrieb soll der Korrekturwert 92 den Wert 0 haben, damit der Soll-Wert 88 dem Summationsglied 72 unverändert zugeführt wird. Bei einem LTO-Betrieb soll der Korrekturwert 92 ansteigen, um einen höheren Soll-Wert für die Einfärbungsregelung zu erzeugen, welches die Einfärbedegradation beim LTO-Betrieb kompensiert. In einem Steuerungsabschnitt 104 wird mit Hilfe einer Kennlinie, die ein Polynom zweiter Ordnung darstellt, der Korrekturwert 92 aus dem Kennwert E ermittelt. Die Koeffizienten für dieses Polynom werden empirisch ermittelt.

25

Alternativ kann in dem Beispiel für die Einfärberegulation nach den Figuren 7 und 8 an Stelle des Kennwerts E auch der Kennwert D verwendet werden, wozu die Kennlinie im Steuerungsabschnitt 104 an diesen Kennwert D anzupassen ist.

30

Gemäß der Erfindung werden Kennwerte D und E bereitgestellt, die als Zustandskenngrößen den realen Zustand des Gemischs aus Toner und Trägerteilchen gut beschreiben.

Nachdem ein LTO-Betrieb durch einen Sensor nicht unmittelbar ermittelt werden kann, kann dieser Betriebszustand indirekt aus Beobachtung der fortlaufend ermittelten Kennwerte D und E erkannt werden. Die Modellrechnung für die Kennwerte D und E benötigt nur wenige empirisch zu ermittelnde Kontanten. Das zeitliche Verhalten der auftretenden technischen Effekte ist bei verschiedenen Betriebszuständen durch die Kennwerte D, E gut wiedergegeben. Bei Einsatz in einer Tonerkonzentrationsregelung kann der beim LTO-Betrieb auftretende zu niedrige Tonerkonzentrationswert angehoben und damit berichtigt werden.

Anhand der Kenngrößen D und E können Maßnahmen zur Regeneration des Tonergemischs mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden. Unnötige Regenerationszyklen und damit ein unnötig hoher Tonerverbrauch werden aufgrund der Nachbildung des Gemischzustands in den Kennwerten D und E vermieden. Die sonst üblichen Regenerationszyklen für das Gemisch werden demnach weder zu früh, was zu einem erhöhten Tonerverbrauch führen würde, noch zu spät durchgeführt, was die Druckqualität vermindern würde.

Obgleich in den Zeichnungen und in der vorhergehenden Beschreibung bevorzugte Ausführungsbeispiele aufgezeigt und detailliert beschrieben sind, sollte dies als rein beispielhaft und die Erfindung nicht einschränkend angesehen werden. Es wird darauf hingewiesen, dass nur die bevorzugten Ausführungsbeispiele dargestellt und beschrieben sind und sämtliche Veränderungen und Modifizierungen, die derzeit und künftig im Schutzzumfang der Erfindung liegen, geschützt werden sollen.

Bezugszeichenliste

5		
	10 bis 60	Verfahrensschritte gemäß Ablaufdiagramm
	62	Pfeil
	TC1, TC2	Tonerkonzentrationen
	K	Kompensationswert
10	70	Einfärbungsregler
	72	Summationspunkt
	74	Reglersignal
	76	Stellglied
	78	Spannung
15	80	Zwischenträger
	82	Tonermarkensensor
	84	Tonermarke
	86	Ist-Wert
	88	Soll-Wert
20	90	Summenglied
	92	Korrektursignal
	94	Signal
	96	Pixelzähler
	98	Steuerung
25	100	Signal
	102	Steuerung
	104	Steuerungsabschnitt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Entwicklungsprozesses in einem elektrografischen Drucker oder Kopierer,

5

bei dem mindestens eine Entwicklerstation ein latentes Bild auf einem Zwischenträger mit Toner einer vorbestimmten Farbe einfärbt,

10 der Toner einem Gemisch aus Toner und Trägerteilchen entnommen und frischer Toner dem Gemisch zugeführt wird,

ein Kennwert D für den Zustand des Gemischs aus einer Modellrechnung ermittelt wird, in der eine Austauschrate b

15 für den Toner, mit der frischer Toner je Zeiteinheit dem Gemisch zugeführt wird, und eine Betriebs-Alterungsrate a , die den Anteil an altem Toner in der Entwicklerstation beim Betrieb der Entwicklerstation je Zeiteinheit angibt, verknüpft werden,

20

und bei dem abhängig vom Kennwert D der Entwicklerprozess überwacht, gesteuert und/oder geregelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Wertebereich des

25

Kennwerts D zwischen 0 und 1 liegt, und der Verlauf des Kennwerts D über die Betriebszeit der Entwicklerstation derart ist, dass bei einer Verringerung der Austauschrate b gegen Null sich der Kennwert D dem oberen Grenzwert 1 annähert.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Kennwert D iterativ berechnet wird nach der Beziehung

- 25 -

$$P_i = a_i - (a_i + b_i) \cdot D_i$$

$$D_{i+1} = D_i + P_i \cdot \Delta T$$

worin D_i , der Kennwert D zum aktuellen Zeitschritt i und
5 D_{i+1} zum nächsten Zeitschritt $i+1$,
 i eine Laufvariable für die Zeitschritte,
 P_i eine Hilfsgröße,
 a die Betriebs-Alterungsrate in $1/s$,
 b die Austauschrate in $1/s$ und
10 ΔT die Zeitschrittweite in s ist.

4. Verfahren zum Steuern eines Entwicklerprozesses in einem
elektrografischen Drucker oder Kopierer,
15 bei dem mindestens eine Entwicklerstation ein latentes Bild
auf einem Zwischenträger mit Toner einer vorbestimmten Far-
be einfärbt,

der Toner einem Gemisch aus Tonerteilchen und Trägerteil-
20 chen entnommen und frischer Toner dem Gemisch zugeführt
wird,

ein Kennwert E für den Zustand des Gemischs aus einer Mo-
dellrechnung ermittelt wird, in der die Änderung einer To-
25 ner-Verbrauchsrate für den Toner innerhalb eines Zeitinter-
valls ΔT während des Betriebs der Entwicklerstation und ei-
ne Zeitkonstante τ berücksichtigt wird,

und bei dem abhängig vom Kennwert E der Entwicklungsprozess
30 überwacht, gesteuert und/oder geregelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Kennwert E
iterativ berechnet wird nach der Beziehung

$$d = m_i - V_i$$

$$V_{i+1} = V_i + d * \Delta T / \tau$$

$$E_{i+1} = 1 - V_{i+1} / V_{\max}$$

5

worin E_i , der Kennwert E zum aktuellen Zeitschritt i und E_{i+1} zum nächsten Zeitschritt $i+1$,

i eine Laufvariable für die Zeitschritte,

m_i der aktuelle Toner-Verbrauch in g/s,

10

d eine Hilfsgröße,

V_i, V_{i+1} eine Hilfsgröße,

V_{\max} die maximale Verbrauchsrate in g/s,

τ eine Zeitkonstante in s und

ΔT die Zeitschrittweite in s ist,

15

wobei der Wertebereich des Kennwerts E_i zwischen 0 und 1 liegt.

20

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem der Wert der Zeitkonstante τ abhängig vom Vorzeichen der Differenz d ist.

25

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem bei einem positiven Wert der Differenz d die Zeitkonstante τ_1 im Bereich von 50 bis 150 s, vorzugsweise im Bereich von 100 bis 130 s liegt.

25

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, bei dem bei einem negativen Wert der Differenz d die Zeitkonstante τ_2 im Bereich von 300 bis 1200 s, vorzugsweise im Bereich von 500 bis 700 s liegt.

30

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Austauschrate b_i oder die Toner-Verbrauchsrate m_i durch Zählen der zu druckenden Pixel ermittelt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem, wenn die Kennwerte D und/oder E einen festgelegten Schwellwert überschreiten, als Regenerationsmaßnahmen für
5 das Gemisch der Tonerverbrauch erhöht wird, wobei zusätzliche Tonerflächen gedruckt und/oder eine vorbestimmte Menge an Toner dem Gemisch entnommen und frischer Toner zugeführt wird.
- 10 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Tonerkonzentration (TC) im Gemisch abhängig von den berechneten Kennwerten D und/oder E eingestellt wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei
15 dem die Kennwerte D und/oder E als Qualitätskennwert für das Gemisch aus Tonerteilchen und Trägerteilchen angezeigt werden.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei
20 dem die Kennwerte D und/oder E in einem nicht flüchtigen Speicher gespeichert und der zugehörigen Entwicklerstation zugeordnet werden.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei
25 dem eine Regelung der Einfärbung eines latenten Bildes durch den Toner abhängig von den berechneten Kennwerten D und/oder E erfolgt.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei
30 dem für einen Mehrfarbendruck mit mehreren farbigen Toner- gemischen je Gemisch die Kennwerte D und/oder E ermittelt werden.

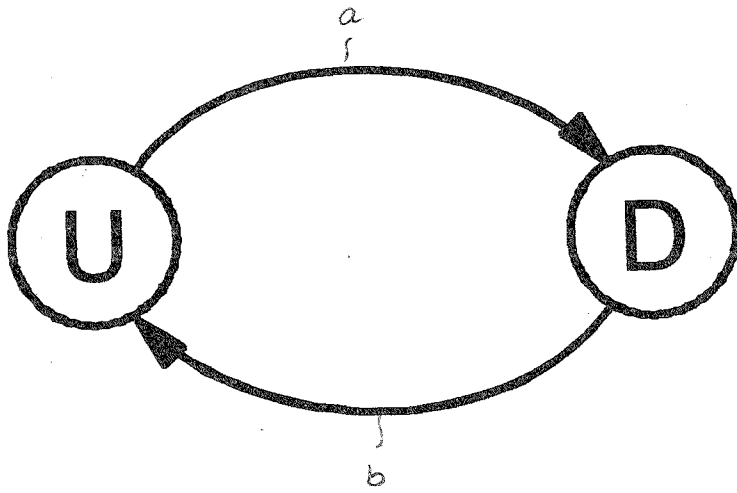


Fig. 1

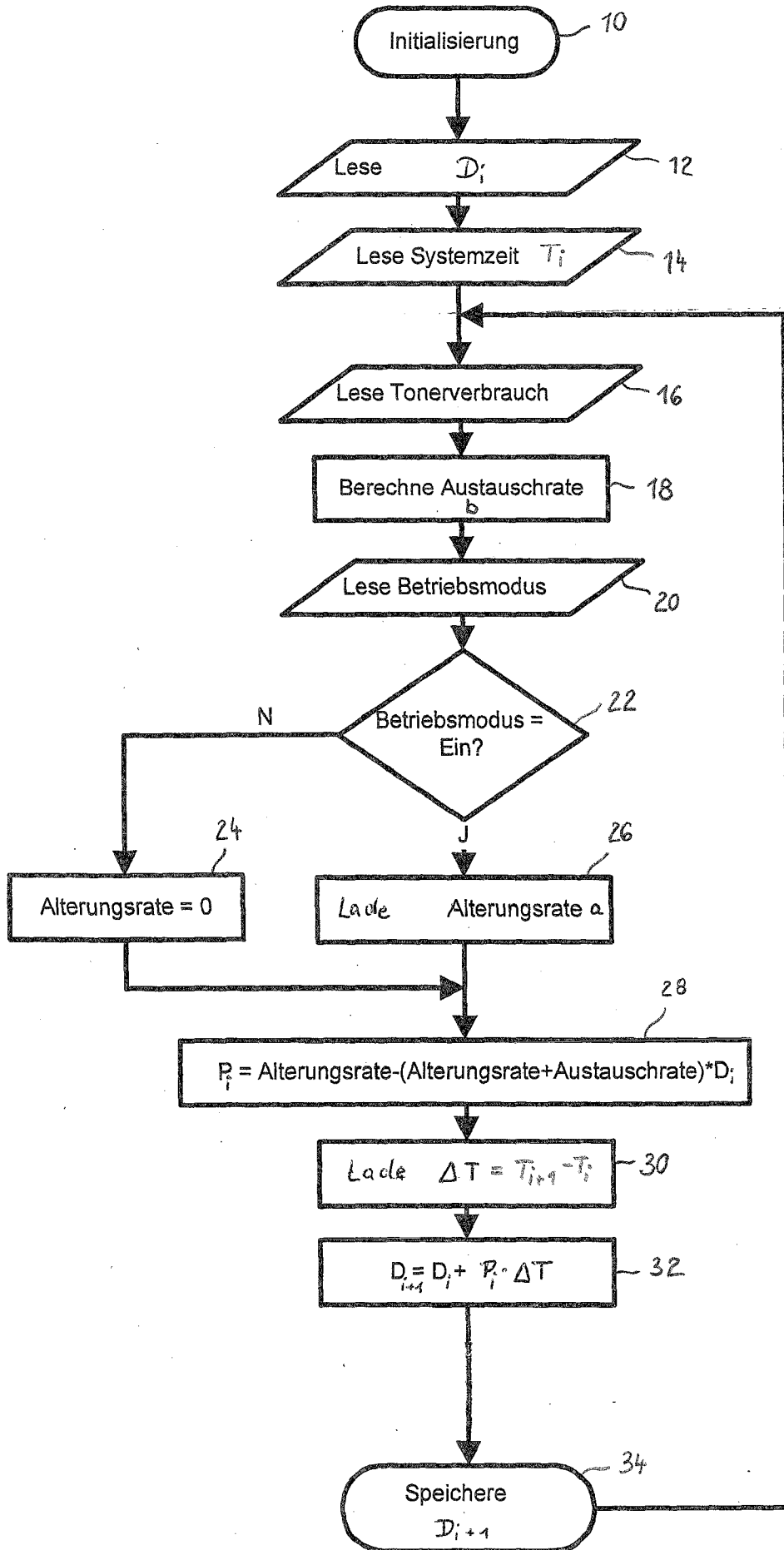


Fig. 2

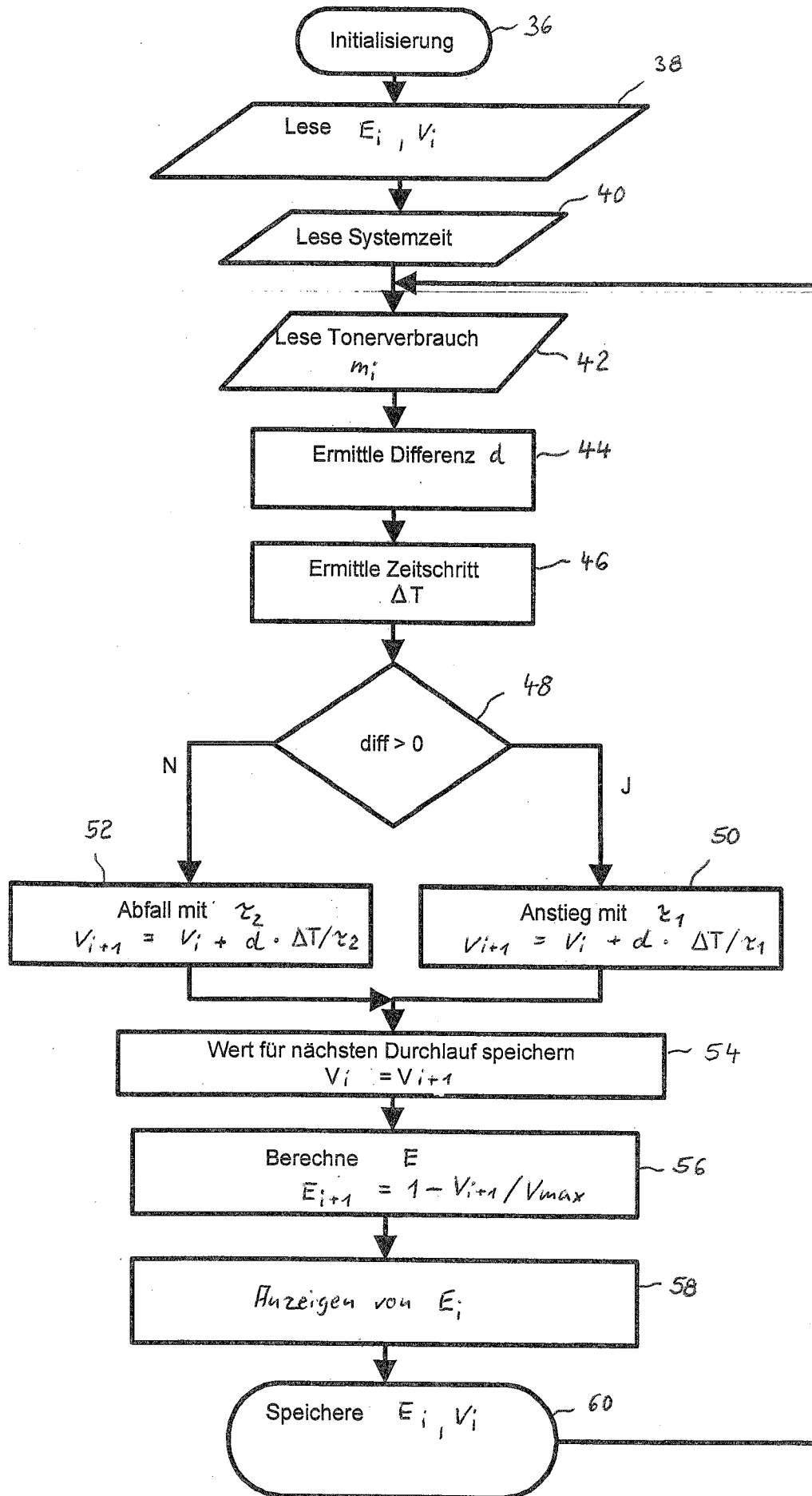


Fig. 3

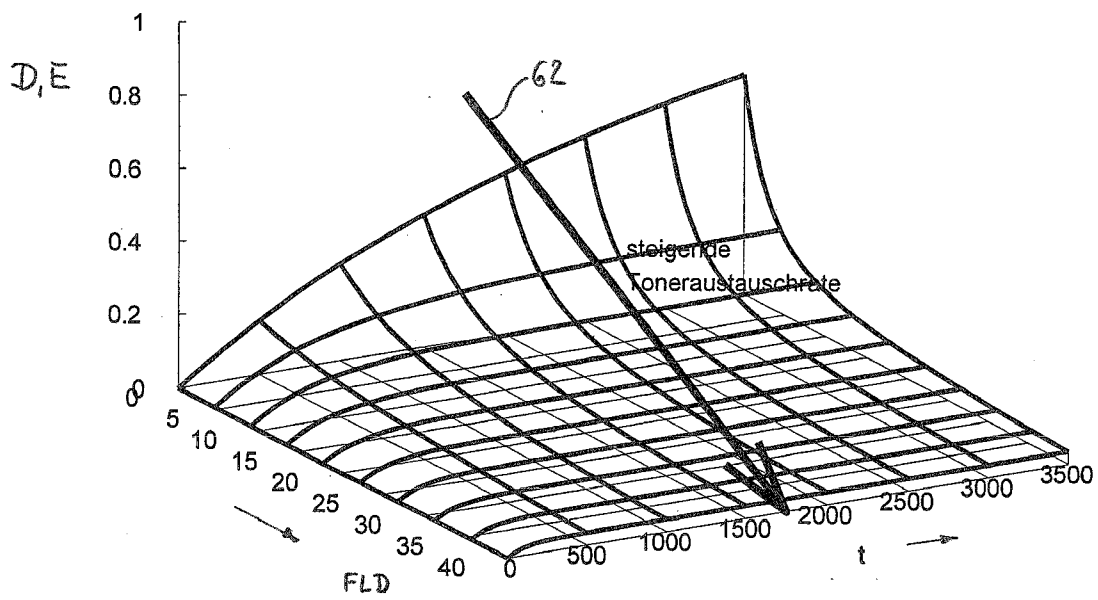


Fig. 4

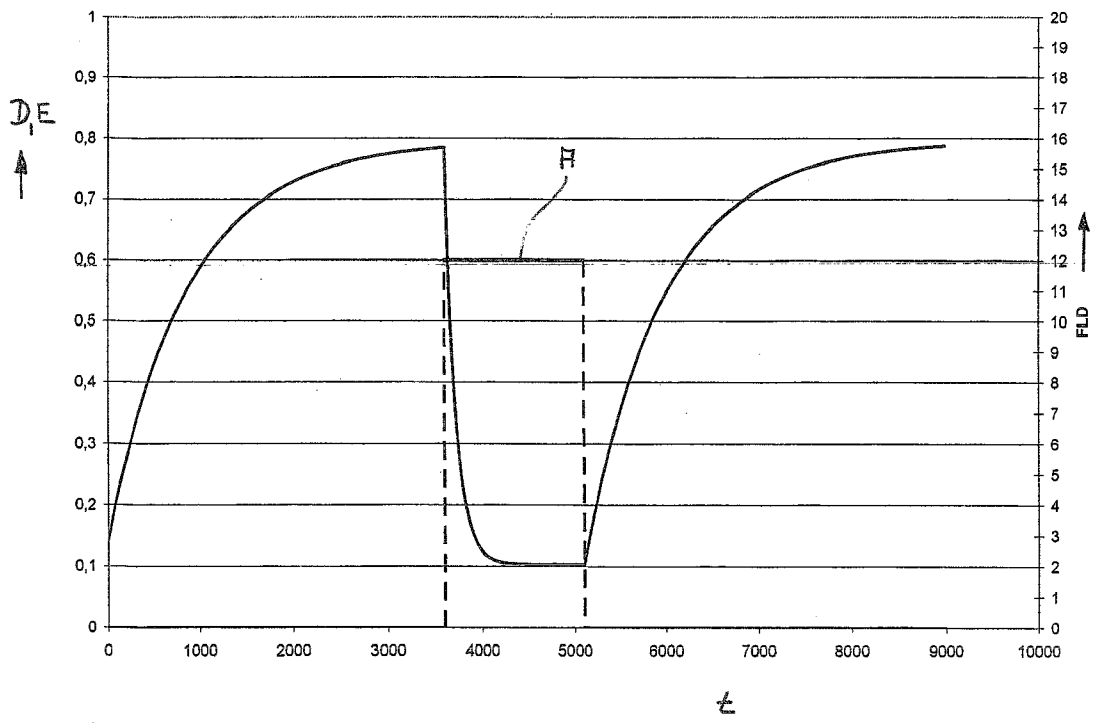


Fig. 5

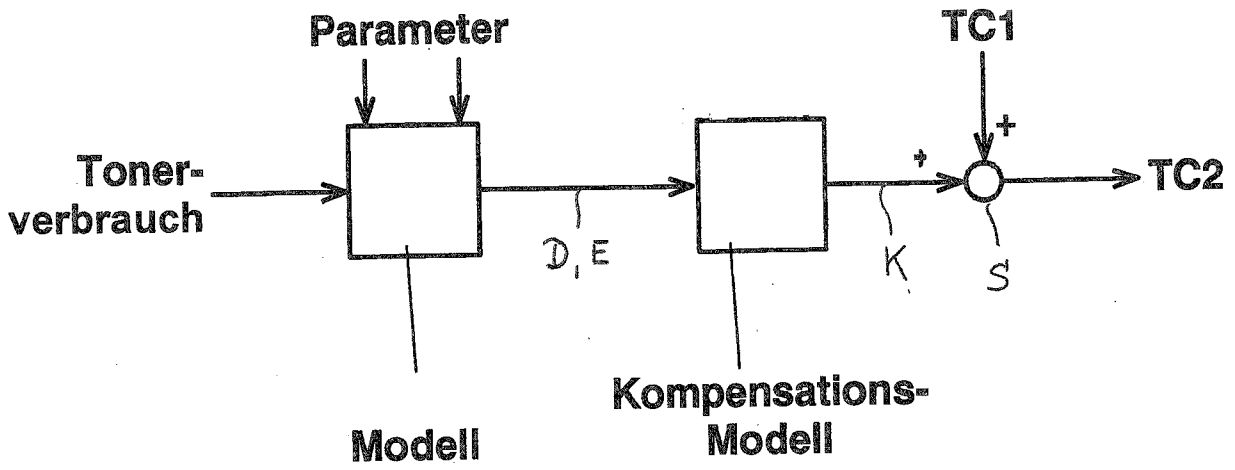


Fig. 6

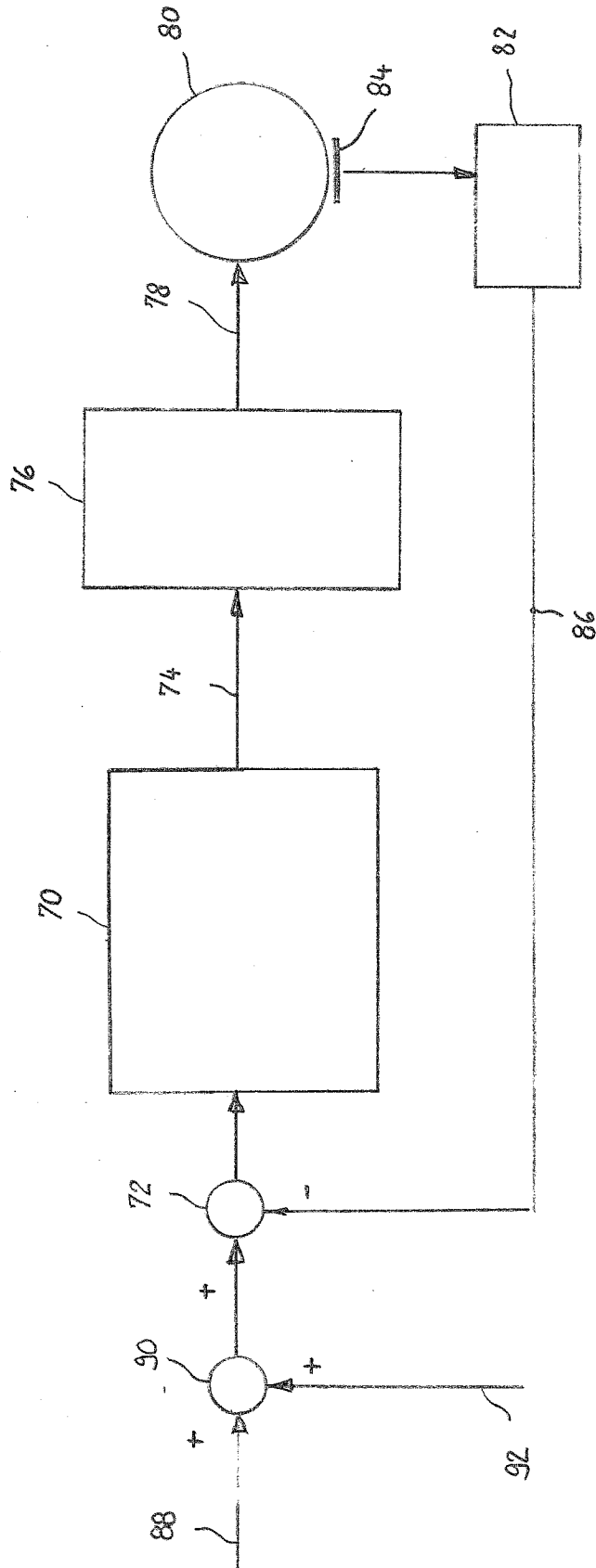


Fig. 7

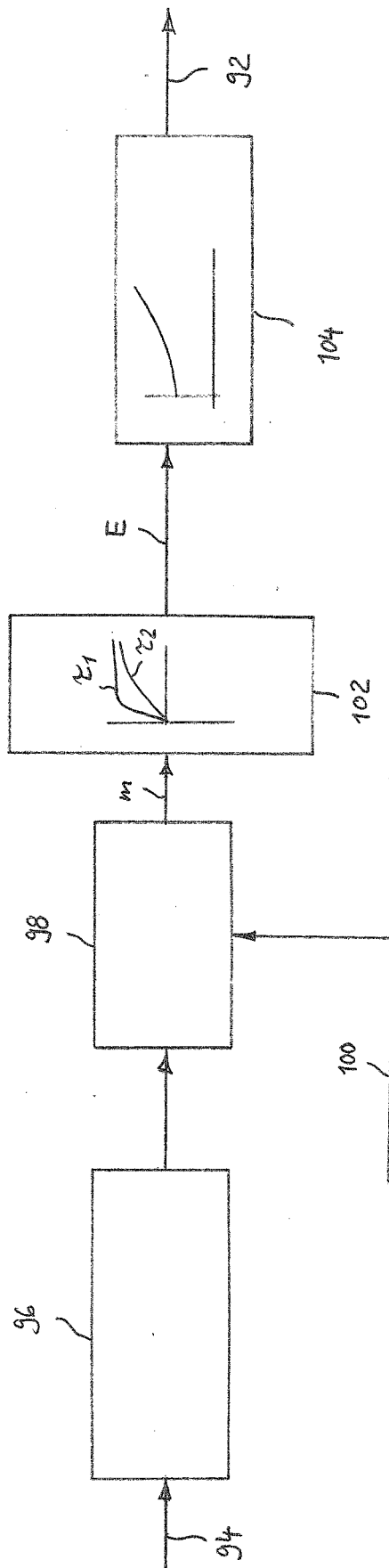


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/063576

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G03G15/08				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G03G				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X A X	US 4 614 165 A (FOLKINS JEFFREY J [US] ET AL) 30 September 1986 (1986-09-30) abstract; figures 3,4 column 7, line 26 - column 8, line 11 ----- EP 1 591 841 A (XEROX CORP [US]) 2 November 2005 (2005-11-02) abstract; figure 2 paragraphs [0006], [0023] - [0029] ----- -/--	1,2, 11-13,15 3-10,14, 15 4,9-15		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.				
<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents :				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family </td> </tr> </table>			*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search <p style="text-align: center;">18 März 2008</p>	Date of mailing of the international search report <p style="text-align: center;">31/03/2008</p>			
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <p style="text-align: center;">de Jong, Frank</p>			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/063576

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	HART S C ET AL SOCIETY FOR IMAGING SCIENCE AND TECHNOLOGY: "TRICKLE--CONTINUOUS DEVELOPER MATERIAL REPLENISHMENT FOR TWO COMPONENT DEVELOPMENT SYSTEMS" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONGRESS ON ADVANCES IN NON IMPACT PRINTING TECHNOLOGIES. ORLANDO, OCT. 21 - 26, 1990, SPRINGFIELD, SIST, US, vol. CONGRESS 6, 21 October 1990 (1990-10-21), pages 44-54, XP000222261 the whole document -----	1,4
A	US 6 248 496 B1 (GALLOWAY MERRILEE A [US] ET AL) 19 June 2001 (2001-06-19) abstract; figures 1,2 column 7, line 45 - column 10, line 25 -----	1,4,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/063576

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 4614165	A	30-09-1986	CA 1253192 A1	25-04-1989
			CN 86108063 A	01-07-1987
			DE 3679041 D1	06-06-1991
			EP 0225117 A1	10-06-1987
			JP 2080086 C	09-08-1996
			JP 7111598 B	29-11-1995
			JP 62127874 A	10-06-1987
			MX 164987 B	13-10-1992
EP 1591841	A	02-11-2005	JP 2005316496 A	10-11-2005
			US 2005244172 A1	03-11-2005
US 6248496	B1	19-06-2001	EP 1132778 A2	12-09-2001
			JP 2001265101 A	28-09-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/063576

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G03G15/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G03G

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 4 614 165 A (FOLKINS JEFFREY J [US] ET AL) 30. September 1986 (1986-09-30) Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 Spalte 7, Zeile 26 - Spalte 8, Zeile 11	1,2, 11-13,15 3-10,14, 15
X	----- EP 1 591 841 A (XEROX CORP [US]) 2. November 2005 (2005-11-02) Zusammenfassung; Abbildung 2 Absätze [0006], [0023] - [0029] ----- -/--	4,9-15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
18. März 2008	31/03/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter de Jong, Frank
---	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>HART S C ET AL SOCIETY FOR IMAGING SCIENCE AND TECHNOLOGY: "TRICKLE--CONTINUOUS DEVELOPER MATERIAL REPLENISHMENT FOR TWO COMPONENT DEVELOPMENT SYSTEMS" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONGRESS ON ADVANCES IN NON IMPACT PRINTING TECHNOLOGIES. ORLANDO, OCT. 21 - 26, 1990, SPRINGFIELD, SIST, US, Bd. CONGRESS 6, 21. Oktober 1990 (1990-10-21), Seiten 44-54, XP000222261 das ganze Dokument</p>	1,4
A	<p>US 6 248 496 B1 (GALLOWAY MERRILEE A [US] ET AL) 19. Juni 2001 (2001-06-19) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Spalte 7, Zeile 45 - Spalte 10, Zeile 25</p>	1,4,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/063576

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4614165	A	30-09-1986	CA 1253192 A1	25-04-1989
			CN 86108063 A	01-07-1987
			DE 3679041 D1	06-06-1991
			EP 0225117 A1	10-06-1987
			JP 2080086 C	09-08-1996
			JP 7111598 B	29-11-1995
			JP 62127874 A	10-06-1987
			MX 164987 B	13-10-1992
<hr/>				
EP 1591841	A	02-11-2005	JP 2005316496 A	10-11-2005
			US 2005244172 A1	03-11-2005
<hr/>				
US 6248496	B1	19-06-2001	EP 1132778 A2	12-09-2001
			JP 2001265101 A	28-09-2001
<hr/>				