

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 535 769 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.03.1997 Patentblatt 1997/12

(51) Int. Cl.⁶: **B41J 2/52**

(21) Anmeldenummer: **92250270.3**

(22) Anmeldetag: **23.09.1992**

(54) **Verfahren zur Kompensation von Widerstandstoleranzen beim Drucken eines Mehrtonbildes**

Method for the compensation of resistance tolerance in printing multi-tone images

Procédé pour compenser les tolérances des résistances dans l'impression d'images multi-tons

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **23.09.1991 DE 4132094**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.04.1993 Patentblatt 1993/14

(73) Patentinhaber: **EASTMAN KODAK COMPANY**
Rochester, New York 14650 (US)

(72) Erfinder:
• **Nisius, Raimund**
W-1000 Berlin 12 (DE)

• **Drees, Friedrich-Wilhelm**
W-1000 Berlin 45 (DE)

(74) Vertreter: **Pohle, Reinhard, Dipl.-Phys. et al**
c/o KODAK AKTIENGESELLSCHAFT
Patentabteilung
Hedelfinger Str. 54-60
70327 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 317 268 **WO-A-91/14577**
US-A- 4 801 948

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 0 535 769 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein verfahren zur Kompensation der Widerstandstoleranzen beim Drucken eines Mehrtonbil-
des mit einer Druckeinrichtung, die in einer Reihe angeordnete Druckelemente aufweist. Die Erfindung ist besonders
geeignet für Thermodruckaufzeichnungsgeräte, bei denen von einem Farbband Farbteilchen auf bzw. in einen Ruf
zeichnungsträger übertragen werden.

Bei einer Druckeinrichtung mit Mehrtonwiedergabe werden im allgemeinen Aufzeichnungsdaten in Druckimpulse
umgewandelt, die eine der Tonstufen entsprechende Pulsbreite für die Zuführung an geeignete Heizwiderstände auf-
weisen. Dieser Vorgang steuert den von einem Tonerfilm übertragenen Toneranteil, um die Aufzeichnung einer
gewünschten Dichte zu bewirken. Die Heizwiderstände werden durch Zuführung von auf den Tondaten beruhenden
Druckimpulsen auf ausgewählte Temperaturen aufgeheizt. Wenn jedoch Unterschiede in den Widerstandswerten zwi-
schen den Heizwiderständen bestehen, werden die Heizwiderstände auf verschiedene Temperaturen aufgeheizt,
selbst wenn ihre Druckimpulse mit der gleichen Pulsbreite zugeführt werden. Als Ergebnis zeigt das aufgezeichnete
Bild Unregelmäßigkeiten der Dichte und somit eine Aufzeichnung mit geringer Qualität.

Solche Unterschiede im Widerstandswert der Heizwiderstände treten jedoch bis zu einem gewissen Grad als
unausweichliche Begleiterscheinung auf, da es schwierig ist, die Widerstandswerte der Anzahl von in einer Zeile ange-
ordneten Heizwiderständen gleichförmig zu gestalten. Unter diesen Umständen wird ein mittlerer Widerstandswert für
alle Heizwiderstände des Thermokopfes angegeben.

Es ist weiterhin bekannt, daß sich Heizwiderstände verschlechtern und die Widerstandswerte im Laufe der Zeit ver-
größern. Falls keine Maßnahmen im Thermokopf oder im Gehäuse des Aufzeichnungsgerätes zur Kompensation der
Verschlechterung der Heizwiderstände vorgesehen sind, ist der Thermokopf nicht mehr gebrauchsfähig, wenn der
Widerstandswert um etwa 10 % ansteigt.

Aus der Veröffentlichung DE 38 20 927 ist ein Thermodruckaufzeichnungsgerät mit Mehrtonwiedergabe bekannt,
das neben einem Thermokopf mit einer Anzahl von in einer Reihe angeordneten Heizwiderständen Mittel zum Messen
des Widerstandes jedes einzelnen Heizelementes und einen Kompensationsspeicher für das Speichern von Informa-
tionen zum Gebrauch bei der Kompensation von Tondaten aufweist, die die Tonstufen von aufzuzeichnenden Punkten
angeben in Abhängigkeit von den Widerstandswerten der Heizwiderstände zum Aufzeichnen der Punkte. Dabei sind
die im Kompensationsspeicher gespeicherten Informationen variabel mit den zu ausgewählten Zeitpunkten durch die
Meßeinrichtung gemessenen Widerstandswerten. Die Mittel zum Treiben der Heizwiderstände sind zur Bezugnahme
auf die im Kompensationsspeicher gespeicherten Informationen geeignet.

Der Kompensationsspeicher kann zur Speicherung von Kompensationsdaten, zur Feststellung der jedem der
Heizwiderstände zuzuführenden Pulsbreite aus dem Widerstandswert jedes Heizwiderstandes und dem durch die Ton-
daten angezeigten Tonstufen ausgebildet sein. Dieses Mehrtonaufzeichnungsgerät ist zwar in der Lage, auf alle Verän-
derungen hinsichtlich der Heizwiderstände des Thermokopfes sofort zu reagieren, jedoch ist der gerätetechnische
Aufwand sehr hoch und es wird zusätzlich Zeit benötigt, um die Widerstandserfassung zwischen den einzelnen Druck-
vorgängen zu realisieren. Damit verlangsamt sich der Druckvorgang als solcher, was insbesondere bei hohen Auflö-
sungen unerwünscht ist.

Das im bekannten Mehrtonaufzeichnungsgerät implementierte Kompensationsprinzip ist grundsätzlich darauf aus-
gerichtet, jede gemäß Rilldaten gewünschte optische Dichte durch analogwertige Farbübertragung auf den Aufzeich-
nungsträger zu erzeugen.

Aus der Anmeldung DE 40 25 793.2 ist ein Verfahren zum Drucken eines Halbtonbildes bekannt, bei dem durch
Referenzmusterzuordnung aus einer geringen Anzahl erforderlicher Tonstufen eine Vielzahl von Stufenwerten erzeugt
wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit minimalem laufenden gerätetechnischen Aufwand beliebige Wider-
standstoleranzen thermoelektrischer Druckelemente in einer Druckeinrichtung für den Druck eines Mehrtonbildes zu
kompensieren.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

In Ausgestaltung der Erfindung wird einmalig eine Anzahl aufeinanderfolgender Widerstandsbereiche so vorgege-
ben, daß mit der Ruflösung, bezogen auf den Nennwert des Widerstandes das Auflösungsvermögen des menschlichen
Auges sicher unterschritten wird. Der Widerstandswert jedes Druckelementes wird gemessen und jedes Druckelement
einem der Widerstandsbereiche zugeordnet. Jeder geforderten und jeder verfügbaren optischen Dichte wird je ein Wert
zugeordnet. Für jedes Druckelement wird die Differenz aus den Werten der geforderten optischen Dichte und der aktu-
ell verfügbaren optischen Dichte als Mittelwertabweichung definiert.

Zyklisch wird zu jedem zu druckenden Punkt in Abhängigkeit vom aktuellen Wert der Mittelwertabweichung die ent-
sprechend verfügbare Tonstufe ausgewählt und die Mittelwertabweichung für den folgenden Druckpunkt ermittelt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird die Summe aus der aktuellen Mittelwertabweichung und dem Wert
der verlangten optischen Dichte gebildet und diese Summe mit dem Wert der verlangten optischen Dichte verglichen.

In einem weiteren Schritt wird mit der verfügbaren Tonstufe gedruckt, deren verfügbare optische Dichte bei vorlie-
gender kleinerer Summe die verlangte optische Dichte gerade unterschreitet und anderenfalls die verlangte optische

Dichte gerade überschreitet.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird mit der verfügbaren Tonstufe gedruckt, deren verfügbare optische Dichte höchstens gleich der Summe aus Mittelwertabweichung des vorliegenden Druckschrittes und der verlangten optischen Dichte ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird die Mittelwertabweichung für den folgenden Druckpunkt aus der Summe vermindert um den Wert der verfügbaren optischen Dichte mit deren zugehöriger Tonstufe der aktuelle Punkt gedruckt wird ermittelt.

Zusammengefaßt besteht das Wesen der Erfindung darin, das durch mangelhafte Auflösung hervorgerufene Integrationsverhalten des menschlichen Auges gezielt auszunutzen, indem für jede gewünschte, quasianaloge Tonstufe durch gezielte alternative Aktivierung zweier aufeinanderfolgender verfügbarer Tonstufen ein optischer Mittelwert gebildet wird, der der gewünschten Tonstufe entspricht. In vorteilhafter Weise werden zur Durchführung dieses Verfahrens nur eine geringe Anzahl quantisierter Tonstufen benötigt, deren langfristige Reproduzierbarkeit durch zusätzliche Maßnahmen gesichert werden kann.

Vorzugsweise werden dazu die Druckelemente durch Beaufschlagung mit einer vorgegebenen Anzahl Druckimpulsen vorgealtert, bevor sie vermessen werden.

Darüber hinaus kann auf alle Meßmittel und Mittel zur Verarbeitung der Meßwerte innerhalb des Gerätes verzichtet werden, wodurch der gerätetechnische Aufwand sinkt.

Weiterhin wird der Druckvorgang nicht durch Meßzyklen unterbrochen und somit ein höherer Durchsatz an Aufzeichnungsmaterial pro Zeiteinheit erzielt.

Vorteilhafterweise wird bei Tonstufenwechsel innerhalb einer durch ein Druckelement zu druckenden Linie der Wert der Mittelwertabweichung übernommen, um den gewünschten Kantenkontrast zu erzielen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine Darstellung des Zusammenhanges der optischen Dichte mit der zugeführten Energie in Abhängigkeit vom Widerstand des Heizelementes und

Fig. 2 eine Darstellung des Zusammenhanges verfügbarer Tonstufe zu verlangter Tonstufe in Abhängigkeit von der optischen Dichte und den maximalen Widerstandstoleranzen.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Anwendung der Erfindung mit einer Thermodruckeinrichtung. Ausgehend von der bekannten Tatsache, daß die Vielzahl der thermoelektrischen Druckelemente eines gegebenen Thermokopfes zwar einen gemeinsamen Nennwiderstand haben, aber je nach verfügbarer Herstellungsqualität mehr oder minder große Widerstandstoleranzen aufweisen, stellen sich die daraus ergebenden Konsequenzen auf die Druckqualität wie folgt dar. Dazu zeigt Figur 1 ein Koordinatensystem, bei dem auf der Abszisse Energiewerte E aufgetragen sind, die widerstandsbezogen der Heizzeit des entsprechenden Druckelementes proportional sind. Auf der Ordinate sind die zugehörigen Werte der optischen Dichte OD aufgetragen. Im Koordinatensystem sind drei Widerstandskennlinien RU , RN und RO gezeigt. Dabei stellt die Kennlinie RN den Nennwiderstand aller Druckelemente des Thermokopfes dar. Die mit RU bezeichnete Kennlinie repräsentiert den Widerstandswert der unteren Toleranzgrenze und die Kennlinie RO den Widerstandswert der oberen Toleranzgrenze.

Die folgenden Betrachtungen beziehen sich zweckmäßigerweise für die Kennlinie RN des Nennwiderstandes auf fünf Tonstufen, repräsentiert durch 5 Stufen der zugehörigen optischen Dichte $OD0(N)$ bis $OD4(N)$. Es ist bekannt, daß ausgehend vom Energiewert "0" bis zu einem Energiewert $E0(N)$ für Kennlinie RN die Temperatur des Druckelementes nicht ausreicht, um eine Farbübertragung zu ermöglichen; das entspricht dem Schwellwert der optischen Dichte $OD0(N)$. Erhöhte Energiezufuhr bis zum Energiewert $E4(N)$ führt zu einer weitgehend linearen Erhöhung der optischen Dichte bis zu deren Stufe $OD4(N)$. Darüber hinausgehende Energiezufuhr kann nicht mehr in steigende optische Dichte umgesetzt werden; es liegt Sättigungsverhalten vor.

Zwischen dem Schwellwert der optischen Dichte $OD0(N)$ und dem Sättigungswert der optischen Dichte $OD4(N)$ sind gleichmäßig verteilt drei weitere Stufen der optischen Dichte $OD1(N)$ bis $OD3(N)$ definiert und die zu ihrer Erzeugung erforderlichen Energiewerte $E1(N)$ bis $E3(N)$ für die Kennlinie RN des Nennwiderstandes angegeben.

Es ist zu erkennen, daß für ein Druckelement, dessen Widerstand die Bedingungen der unteren Toleranzgrenze erfüllt und somit der Kennlinie RU zuzuordnen ist, und dem zur Erzeugung der optischen Dichte $OD3(N)$ der Energiewert $E3(N)$ zugeführt wird, bereits der Sättigungswert der optischen Dichte $OD3(N) = OD4(N)$ erzielt wird. Das heißt, für Druckelemente, deren Widerstandswerte der Kennlinie RU zuzuordnen sind, sind nur vier der geforderten fünf Stufen optischer Dichte $OD0(U)$ bis $OD3(U)$ verfügbar, die mit den geforderten Stufen optischer Dichte $OD0(N)$ bis $OD4(N)$ nur am Schwellenwert $OD0(U) = OD0(N)$ und am Sättigungswert $OD3(U) = OD4(N)$ übereinstimmen.

Es ist Figur 1 weiterhin zu entnehmen, daß für ein Druckelement, dessen Widerstand die Bedingungen der oberen Toleranzgrenze erfüllt und somit der Kennlinie RO zuzuordnen ist, und dem zur Erzeugung der optischen Dichte $OD4(N)$ der Energiewert $E4(N)$ zugeführt wird, nicht den Sättigungswert erreicht, sondern eine verfügbare optische Dichte $OD4(O)$, die größenordnungsmäßig der geforderten optischen dichte $OD3(N)$ entspricht.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, für eine Anzahl m physikalisch verfügbarer Tonstufen von beispielsweise $m = 15$, repräsentiert durch die diskreten Energiewerte $E1$ bis $E15$, die Anzahl n geforderter Tonstufen $TS1$ bis $TS5$ auf beispielsweise $n = 5$ zu begrenzen, denen jeweils eine geforderte optische Dichte $OD(TS1)$ bis $OD(TS5)$ zugeordnet ist.

Weiterhin ist vorgesehen, eine Anzahl k Widerstandsbereiche so vorzugeben, daß das gesamte Toleranzfeld möglicher Widerstände gleichmäßig überstrichen ist. Für beispielsweise $k = 50$ Widerstandsbereiche ergibt sich dabei für Thermoköpfe, deren Druckelemente Toleranzen bis zu $\pm 20\%$ bezogen auf den Nennwiderstand aufweisen, einer Auflösung jedes einzelnen Widerstandsbereiches von kleiner 1% , bezogen auf den Nennwert und damit maximal 1% Abweichung innerhalb jeder Stufe der optischen Dichte. Es ist bekannt, daß Abweichungen der optischen Dichte in der Größenordnung von 1% durch das menschliche Auge nicht mehr wahrgenommen werden können und als gleichmäßig erscheinen.

Der Übersichtlichkeit halber sind in Figur 2 nur die Kennlinien $R1$ und $R50$ zweier Widerstandsbereiche angegeben, die die untere Toleranzgrenze, Kennlinie $R1$, und die obere Toleranzgrenze, Kennlinie $R50$, repräsentieren. Die Kennlinien $R2$ bis $R49$ der anderen $k-2$ Widerstandsbereiche wären zwischen den angegebenen Kennlinien $R1$ und $R50$ angeordnet. Die Kennlinie $R1$ in Figur 2 entspricht damit der Kennlinie RU in Figur 1 und die Kennlinie $R50$ in Figur 2 der Kennlinie RO in Figur 1.

Für jeden der Energiewerte $E1$ bis $E15$ wird für jeden Widerstandsbereich $R1$ bis $R50$ die zugehörige verfügbare optische Dichte VOD festgestellt und tabellarisch protokolliert. Gemäß der Darstellung im ersten Quadranten der Figur 2 ist beispielsweise die verfügbare optische Dichte $VOD1(R1)$ genau diejenige, die bei Beaufschlagung eines zum Widerstandsbereich der Kennlinie $R1$ gehörigen Druckelementes mit dem Energiewert $E1$ entsteht und die verfügbare optische Dichte $VOD2(R1)$ genau diejenige, die bei gleichem Widerstandsbereich dem Energiewert $E2$ entspricht.

Wie zu erkennen, ist die verfügbare optische Dichte $VOD2(R1)$ gerade größer als die verlangte optische Dichte $OD(TS1)$ und die verfügbare optische Dichte $VOD1(R1)$ gerade kleiner als die verlangte optische Dichte $OD(TS1)$. Demgemäß werden Druckelemente, die den Widerstandsbereich der Kennlinie $R1$ angehören, zur Erzeugung von Druckpunkten der optischen Dichte $OD(TS1)$ wechselweise mit den Energiewerten $E1$ und $E2$ beaufschlagt. Dieser Zusammenhang ist im vierten Quadranten der Darstellung in Figur 2 in Bezug auf die geforderte Tonstufe $TS1$ angegeben durch zwei Punkte auf den Schnittpunkten der Linien für die Energiewerte $E1$ und $E2$ mit der Linie für die geforderte Tonstufe $TS1$.

Wie aus Figur 2 hervorgeht, lassen sich also stets zwei aufeinanderfolgende Energiewerte E_n und E_{n+1} ($0 < n < 15$) angeben, deren wechselweise Beaufschlagung auf das gegebene Druckelement zur Realisierung einer der geforderten Tonstufen $TS1$ bis $TS5$ geeignet ist. Diese Energiewerte sind beispielhaft für Druckelemente, deren Widerstände der Kennlinie $R1$ angehören, durch Punkte auf den entsprechenden Schnittpunkten kenntlich gemacht und für Druckelemente, deren Widerstände der Kennlinie $R50$ angehören, durch Kreuze. Die Zuordnung der geforderten Tonstufen $TS1$ bis $TS5$ zu den Energiewerten $E1$ bis $E15$ werden ebenfalls für jeden Widerstandsbereich festgestellt und tabellarisch protokolliert.

Wie in Figur 1 zu erkennen, ist beispielsweise die geforderte optische Dichte $OD(TS1)$ nicht gleich dem Mittelwert aus den nächstliegenden verfügbaren optischen Dichten $VOD1(R1)$ und $VOD2(R1)$. Um aber im Mittel genau die geforderte optische Dichte $OD(TS1)$ zu erzielen, wird für jedes Druckelement eine Mittelwertabweichung MWA definiert. Der Anfangswert dieser Mittelwertabweichung $MWA(0)$ ist gleich Null. Während alle anderen verfahrensbedingten Größen einmal definiert werden und dann konstant bleiben, wird die aktuelle Mittelwertabweichung $MWA(x)$ für den Druckschritt x als einzige Größe ständig aktualisiert. Die Mittelwertabweichung $MWA(x+1)$ für den folgenden Druckschritt $x+1$ ergibt sich aus der Summe der Mittelwertabweichung $MWA(x)$ des aktuellen Druckschritts x und dem Wert der aktuell verlangten optischen Dichte GOD vermindert um den Wert der verfügbaren optischen Dichte $VOD(x+1)$ deren zugehörige Tonstufe gedruckt werden soll.

In einer ersten Ausführungsform wird bei negativer aktueller Mittelwertabweichung $MWA(x)$ mit der verfügbaren Tonstufe gedruckt, deren verfügbare optische Dichte VOD die Summe der Mittelwertabweichung $MWA(x-1)$ und der geforderten optischen Dichte GOD gerade überschreitet. Der Ablauf der ersten zwölf Druckschritte x stellt sich beispielsweise folgendermaßen dar:

$$MWA(0) = 0 \quad GOD = 13,3 \quad VOD = 13/14$$

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$MWA(x-1)+GOD$	13,3	12,6	12,9	13,2	13,5	12,8	13,1	13,4	12,7	13,0	13,3	12,6
VOD	14	13	13	13	14	13	13	14	13	13	14	13
$MWA(x)$	-0,7	-0,4	-0,1	+0,2	-0,5	-0,2	+0,1	-0,6	-0,3	0	-0,7	-0,4

Für eine geforderte optische Dichte GOD , der der Wert $13,3$ zugeordnet sein soll, ergeben sich die unmittelbar benachbarten verfügbaren optischen Dichten OD zu den Werten 13 und 14 entsprechend den Energiewerten $E13$ und $E14$. Die Aneinanderfolge der verfügbaren optischen Dichtewerte für die ersten zehn Druckschritte x ergibt sich zu

14/13/13/13/14/13/13/14/13/13. Nach dem zehnten Druckschritt x ist die Mittelwertabweichung $MWA(10) = 0$; damit beginnt ein neuer Zyklus gleichen Ablaufs. Der Mittelwert der erzielten optischen Dichte MWO ergibt sich zu:

$$MWO = \frac{14 + 13 + 13 + 13 + 14 + 13 + 13 + 14 + 13 + 13}{10} = 13,3$$

und ist damit gleich der vereinbarungsgemäß geforderten optischen Dichte VOD.

In einer weiteren Ausführungsform wird stets mit der verfügbaren Tonstufe gedruckt, deren zugehörige verfügbare optische Dichte VOD einen Wert aufweist, der der aktuell geforderten optischen Dichte GOD am nächsten liegt und maximal gleich der Summe aus der Mittelwertabweichung $MWA(x-1)$ des vorhergehenden Druckschrittes und der aktuell geforderten optischen Dichte GOD ist. Der Ablauf der ersten zwölf Druckschritte stellt sich bei gleichen Ausgangsgrößen wie beim ersten Ausführungsbeispiel folgendermaßen dar:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$MWA(x-1) + GOD$	13,3	13,6	13,9	14,2	13,5	13,8	14,1	13,4	13,7	14,0	13,3	13,6
VOD	13	13	13	14	13	13	14	13	13	14	13	13
$MWA(x)$	0,3	0,6	0,9	0,2	0,5	0,8	0,1	0,4	0,7	0	0,3	0,6

Die Aufeinanderfolge der verfügbaren optischen Dichtewerte VOD für die ersten zehn Druckschritte x ergibt sich zu 13/13/13/13/14/13/13/14/13/13/14. Nach dem zehnten Druckschritt x ist erwartungsgemäß auch in dieser Ausführungsform die Mittelwertabweichung $MWA(10)$ gleich Null und es beginnt ein neuer Zyklus. Der Mittelwert der erzielten optischen Dichte MWO ergibt sich zu:

$$MWO = \frac{13 + 13 + 13 + 14 + 13 + 13 + 14 + 13 + 13 + 14}{10} = 13,3$$

und ist damit gleich der vereinbarungsgemäß geforderten optischen Dichte VOD.

In beiden Ausführungsformen ist erkennbar, daß die Aufeinanderfolge von einander abweichender verfügbarer optischer Dichtewerte 13 und 14 über einen Zyklus erfindungsgemäß gleichmäßig verteilt ist. Daraus ergibt sich bei einer Druckpunktauflösung von beispielsweise 300 dpi ein visuelles Bild, das den Eindruck einer völlig gleichmäßigen optischen Dichte erweckt, entsteht und damit den geforderten hohen Qualitätsansprüchen genügt.

Praktisch ergibt sich daraus folgender druckkopfspezifischer Arbeitsablauf. Zunächst werden alle Druckelemente durch Beaufschlagung mit einer vorgegebenen Anzahl Druckimpulse gleichmäßig vorgealtert. Anschließend werden alle Druckelemente eines Druckkopfes geräteextern vermessen. Jedes Druckelement wird einem der k vorgegebenen Widerstandsbereiche zugeordnet und diese Zuordnung tabellarisch protokolliert. Mit der geräteinternen Montage des Druckkopfes werden sowohl die druckkopfspezifischen als auch verfahrensbedingten Protokolle implementiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompensation von Widerstandstoleranzen beim Drucken eines Mehrtonbildes mit einer Druckeinrichtung, die in einer Reihe angeordnete Druckelemente aufweist, die durch Anlegen mit einer von n vorgegebenen festen Energiewerten zur Erzeugung zugeordneter Tonstufen beaufschlagbar sind, und einer vorgegebenen Anzahl m von Tonstufen verlangter optischer Dichte, dadurch gekennzeichnet, daß

- eine Anzahl $n > m$ physikalisch verfügbarer Tonstufen ($VTS_1 \dots VTS_n$) vorgesehen ist,
- jeder Punkt mit einer der beiden Tonstufen gedruckt wird, deren widerstandsspezifisch zugehörige verfügbare optische Dichte (VOD) der verlangten optischen Dichte (GOD) benachbart ist,
- jeder geforderten (GOD) und jeder verfügbaren optischen Dichte (VOD) je ein Wert zugeordnet wird,
- als Mittelwertabweichung (MWA) für jedes Druckelement die Differenz aus dem Wert der geforderten optischen Dichte (GOD) und einem der benachbarten verfügbaren optischen Dichte (VOD) bestimmt wird,
- in einem ersten Schritt die Summe der Mittelwertabweichung ($MWA(x-1)$) des vorhergehenden Druckschrittes ($x-1$) und der verlangten optischen Dichte ermittelt wird,
- in einem zweiten Schritt für jeden Druckschritt in Abhängigkeit von der genannten Summe eine der beiden benachbarten verfügbaren optischen Dichten ausgewählt wird, um einen aktuellen Druckpunkt zu drucken,
- in einem dritten Schritt die aktuelle Mittelwertabweichung ($MWA(x)$) ermittelt wird, indem die genannte Summe um die ausgewählte verfügbare optische Dichte vermindert wird
- und der erste, zweite und dritte Schritt solange wiederholt werden, bis die aktuelle Mittelwertabweichung

(MWA(x)) den Wert Null erreicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß einmalig

- eine Anzahl k aufeinanderfolgender Widerstandsbereiche so vorgegeben wird, daß mit deren Auflösung, bezogen auf den Nennwert des Widerstandes, das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges sicher unterschritten wird,
- der Widerstandswert jedes Druckelementes gemessen wird, und daß
- jedes Druckelement einem der k Widerstandsbereiche zugeordnet wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß

- eine Summe (S) aus der vorhergehenden Mittelwertabweichung (MWA(x-1)) und dem Wert der aktuell verlangten optischen Dichte (GOD) gebildet wird und daß
- diese Summe (S) mit dem Wert der aktuell verlangten optischen Dichte (GOD) verglichen wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mit der verfügbaren Tonstufe gedruckt wird, deren verfügbare optische Dichte (VOD) höchstens gleich der Summe (S) ist.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelwertabweichung (MWA(x + 1)) für den folgenden Druckpunkt (x + 1) aus der Summe vermindert um den Wert der verfügbaren optischen Dichte (VOD), mit deren zugehöriger Tonstufe der aktuelle Druckpunkt (x) gedruckt wird, ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß alle Druckelemente eines jeden Druckkopfes gleichmäßig vorgealtert werden.

Claims

1. A method for compensation of the resistance tolerances during printing of a multi-tone image with a print unit having printing elements arranged in a row and being subjectable to the application of one of n preset fixed energy values to generate allocated tone stages, and a preset number m of tone stages of required optical density, characterized in that

- a number $n > m$ of physically available tone stages (VTS1 ... VTSn) is provided,
- each dot is printed with one of the two tone stages whose resistance-specifically associated available optical density (VOD) is adjacent to the required optical density (GOD),
- each required optical density (GOD) and each available optical density (VOD) is allocated one value each,
- the mean deviation (MWA) for each printing element is determined as the difference between the value of the required optical density (GOD) and one of the adjacent available optical densities (VOD),
- in a first step the sum of the mean deviation (MWA(x-1)) of the previous print step (x-1) and the required optical density is determined,
- in a second step one of the two adjacent available optical densities (VOD) is selected for each print step as a function of said sum in order to print a current pixel,
- in a third step the current mean deviation (MWA(x)) is determined by reducing said sum by the selected available optical density,
- and the first, second and third steps are repeated until the current mean deviation (MWA(x)) reaches the value zero.

2. The method according to Claim 1, characterized in that once only

- a number k of consecutive resistance ranges is preset such that the resolution based on the nominal value of the resistance dependably exceeds the resolution of the human eye, and
- each print element is allocated to one of the k resistance ranges.

3. The method according to Claims 1 and 2, characterized in that

- a sum (S) from the previous mean deviation (MWA(x-1)) and the value of the current required optical density (GOD) is formed, and
- said sum (S) is compared with the value of the required optical density (GOD).

4. The method according to Claims 1 to 3, characterized in that printing takes place with the available tone stage whose available optical density (VOD) is at most equal to the sum (S).

5. The method according to Claims 1 to 4, characterized in that the mean deviation ($MWA(x-1)$) for the following pixel to be printed ($x+1$) is ascertained from the sum reduced by the value of the available optical density (VOD) with whose associated tone stage the current pixel (x) is printed.

6. The method according to one of Claims 1 and 2, characterized in that all printing elements of each print head are evenly pre-aged.

Revendications

1. Procédé de compensation de tolérances de résistances dans le cas de l'impression d'une image à teintes multiples à l'aide d'un dispositif d'impression, qui comporte des éléments d'impression disposés en série, qui peuvent être alimentés par application d'une de n valeurs d'énergie fixées prédéterminées en vue de la génération d'échelons de teinte associés, et d'un nombre prédéterminé m d'échelons de teinte de densité optique exigée, caractérisé en ce que,

- un nombre $n > m$ échelons de teinte physiquement disponibles ($VTS1....VTSn$) est prévu,
- chaque point est imprimé avec l'un des deux échelons de teinte, dont la densité optique disponible associée spécifique à la résistance (VOD) est voisine de la densité optique recherchée (GOD),
- une valeur est associée à chaque densité optique recherchée (GOD) et à chaque densité optique disponible (VOD),
- en tant qu'écart de valeur moyenne (MWA) pour chaque élément d'impression, la différence entre la valeur de la densité optique recherchée (GOD) et une des densités optiques disponibles adjacentes (VOD) est déterminée,
- au cours d'une première étape, la somme de l'écart de valeur moyenne ($MWA(x-1)$) de l'étape d'impression précédente ($x-1$) et de la densité optique recherchée est détectée,
- au cours d'une seconde étape pour chaque étape d'impression en fonction de la somme précitée d'une des deux densités optiques disponibles adjacentes est choisie, afin d'imprimer un point d'impression actuel,
- au cours d'une troisième étape, l'écart de valeur moyenne actuel ($MWA(x)$) est détecté, dans lequel la somme précitée est réduite de la densité optique disponible choisie
- et la première, la seconde et la troisième étapes sont répétées jusqu'à ce que l'écart de valeur moyenne actuel ($MWA(x)$) atteigne la valeur zéro.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une seule fois

- un nombre k de plages de résistance successives est prescrit de sorte qu'avec la définition de celle-ci, rapportée à la valeur nominale de la résistance, le pouvoir de résolution de l'oeil humain se trouve au-dessous de façon sûre,
- la valeur de résistance de chaque élément d'impression est mesurée, et en ce que
- chaque élément d'impression est associé à l'une des k plages de résistance.

3. Procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que

- une somme (S) de l'écart de valeur moyenne précédent ($MWA(x-1)$) et la valeur de la densité optique recherchée actuelle (GOD) est formée et en ce que
- cette somme (S) est comparée à la valeur de la densité optique recherchée actuelle (GOD).

4. Procédé selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on effectue l'impression avec l'échelon de teinte disponible, dont la densité optique disponible (VOD) est au plus égale à la somme (S).

5. Procédé selon les revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'écart de valeur moyenne ($MWA(x+1)$) pour le point d'impression suivant ($x+1$) est déterminé à partir de la somme réduite de la valeur de la densité optique disponible (VOD), avec l'échelon de teinte associé de laquelle le point d'impression actuel (x) est imprimé.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que tous les éléments d'impression de chaque tête d'impression sont préalablement vieillis uniformément.

Fig.1

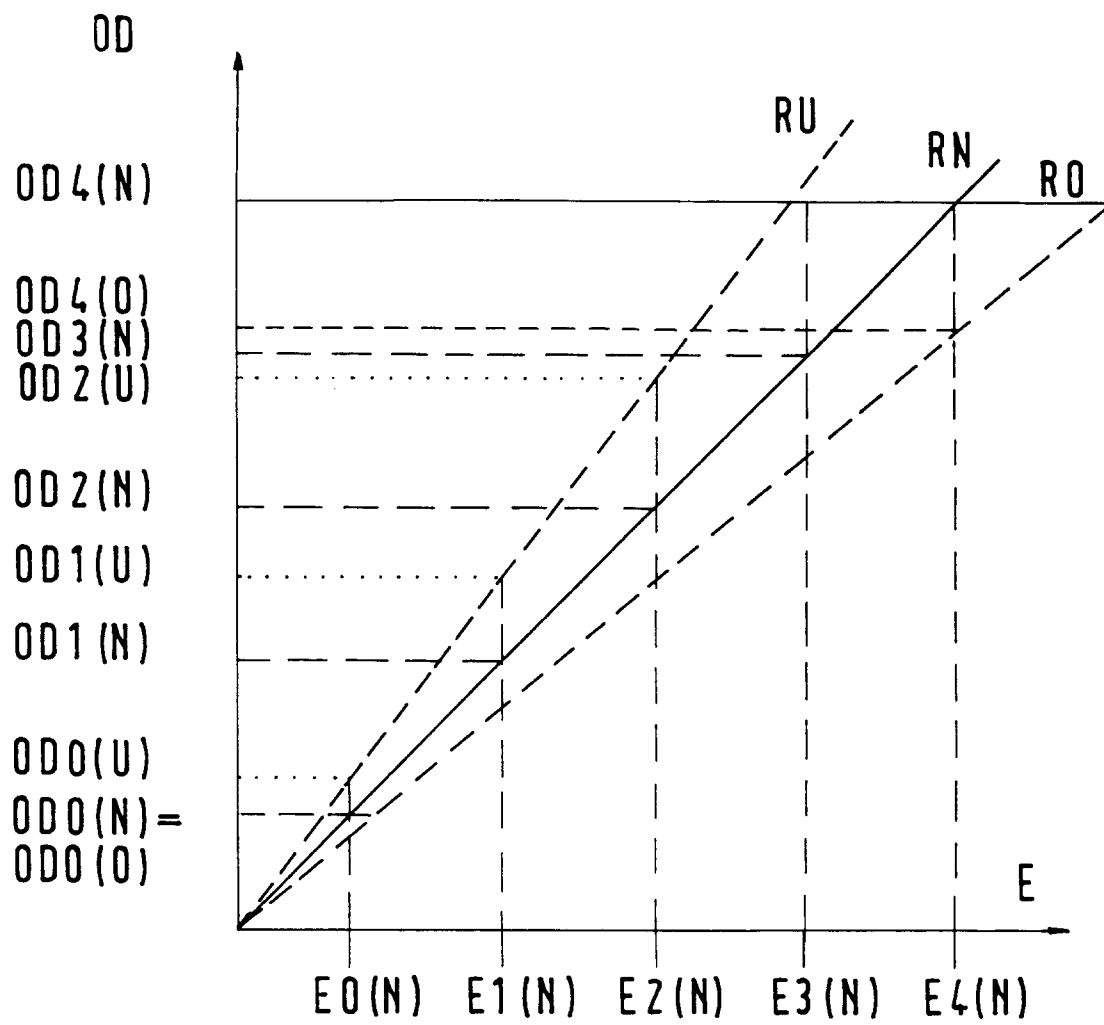


Fig.2

